Mottó: „A valós értékeken alapuló szimuláció hasznosabb a nem-létező értékekkel manipuláló interaktív szimulációknál!”

RLC Signals Collection

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Nagyvárad, ADY Endre Líceum, 1996

Forrásmegjelölés. A **966** oszcillogramot egy **DOS**-os **Borland-Pascalban** készült didaktikai program generálta. A program kijelzője a számítógépen futó, saját tervezésű, ötcsatornás, digitális oszcilloszkópom volt. Az öt csatornát az 1989-ben szabadalmazott interfészem biztosította. Ebben az adatgeneráló módban a számítógép hozta létre az **RLC** áramköri adatokat. A **BMP**-képek az ezredfordulón készült Assemblys **BMP**-kezelő programom segítségével kerültek ide. ***A képek szinte valódi oszcillogramok!*** A program a neve elhallgatását kérő, egykori, kitűnő matematikus, intenzív informatika szakos tanítványom diplomamunkája volt.

Témavezető és a kimeneti VGA monitorképek BMP-be alakítója: dr. Bartos-Elekes István

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Néhány előforduló fogalom pontosítása

R, L, C elemek. Ideális alkatrészek, amelyek csak a saját tulajdonságukkal rendelkeznek: a lényegében tekercselt ellenállásnak nincs induktivitása, az induktivitásnak pedig nincs ellenállása, sem a menetek közötti kapacitása. A kondenzátor dielektrikuma tökéletes, az ellenállása végtelen, a feltekert fóliának nincs induktivitása. Egy-egy valódi alkatrész tanulmányozása esetében ezen elemi alkatrészekből „összerakott" egyenértékű kapcsolással helyettesítjük a valódi alkatrész elképzelt szerkezetét. Ki gondolná, hogy az egyszerű oszcilloszkópok bemeneti feszültségosztóiban éppen a „bajt okozó" pótkondenzátorok okos megnövelésével hárították el a jelek durva torzítását? Az így kialakított RC osztók csak körülbelül tíz MHz-ig használhatóak, a nagyobb frekvenciáknál pótlólagos kapacitások, néhány menetes „tekercsek" hozzák létre a majdnem tökéletes kompenzációt.

A bemutatóban ezeket az elemeket egyenként, majd kettesével, hármasával sorba és párhuzamosan kötjük, és figyeljük a viselkedésüket. A gerjesztés során az egyszerű és a soros kapcsolásokat **feszültséggenerátor**ra, a párhuzamos kapcsolásokat **áramgenerátor**ra kötjük és a kialakult feszültségeket az oszcilloszkóp bemeneteihez csatlakoztatjuk. Mivel az oszcilloszkópok csak feszültségeket képesek érzékelni, ezért áramfigyelő ellenállásokat helyezünk el, és visszaszámoljuk az ott folyó áramot. Ez igen egyszerű, de az oszcilloszkópok bemenetei közös nullponttal rendelkeznek, így az áram- és a feszültségjel nem választható szét, **mégis szétválasztottam őket!** *A komplexebb digitális oszcilloszkópok bemenetei szigetelten is készülnek.*

Feszültséggenerátor. Egy olyan ideális energiaforrás, amelynek nincs belsőellenállása, így végtelen teljesítményt is szolgáltathat*(na)*. Ilyen nincs, de a gyakorlatban jól megközelíthető, ha az energiaforrás belsőellenállása több nagyságrenddel is kisebb a fogyasztó ellenállásánál. Az iskolai kísérleteknél egy hangerősítő sokat csökkentheti a generátor belsőellenállását. *Az igazi megoldás a váltóáramú feszültségstabilizátor, ennek belsőellenállása szinte zérus.*

Áramgenerátor. Egy olyan ideális energiaforrás, amelynek végtelenül nagy a belsőellenállása, és egyúttal a forrásfeszültsége is, így a szolgáltatott áram ennek a kettőnek a hányadosa. Ilyen nincs, de a gyakorlatban jól megközelíthető, ha az energiaforrás belsőellenállása több nagyságrenddel is nagyobb a fogyasztó ellenállásánál. Ez alig valósítható meg, ezért olyan eszközöket alkalmaznak, ahol a kimeneti áramot nem a terhelő-ellenállás, hanem valamilyen más, paraméterezhető jelenség határozza meg. *Az igazi megoldás a váltóáramú áramstabilizátor, ennek belsőellenállása szinte végtelen.*

Rezonancia. A soros vagy párhuzamos RLC áramköröknél fellépő jelenség, amikor a gerjesztés frekvenciája megegyezik az áramkör sajátfrekvenciájával. A soros RLC-nél a felvett áram a rezonanciától távolinak a többszörösére nő, ez az **áramrezonancia**. Nőnek és egyenlőek lesznek a belső energiacserét lebonyolító, ellentétes fázisú feszültségek is. A működést a fix feszültséggenerátor biztosítja. A párhuzamos RLC-nél az áramgenerátor hozza létre a rendszeren fellépő feszültség szabadságát, ennek van maximuma, **feszültségrezonanciáról** beszélünk. A belső energiacserét biztosító áramok a rezonanciától távolinak szintén a többszörösére nőnek, egyenlőek, de ellentétes fázisúak. Mindkét esetben **csak egy, külsőleg is hozzáférhető** áram vagy feszültség rezonanciájáról lehet szó. *A Tacoma-híd rezonanciájánál sem a belső erők nagyságát, hanem a híd kilengéseit látták.*

Virtuális oszcilloszkóp. Csak a szimulációnak álmodtam meg! A szabványos, 10x8-as képernyőjű oszcilloszkóp idővonala, indítása és az **X bemenete** megfelel egy közepes kategóriájú oszcilloszkópénak. Az Y öt BNC bemenete közül csak kettő szigetelt, 1 MΩ-os, 10 MHz-ig kompenzált, saját osztóik vannak. Az **X**, **Y** csatornák érzékenysége a jeleik nagysága függvényében 1-2-5 lépésben, automatikusan állítódik, a beállításokat mindig kijelezzük.

LH Trigger. Egy pozitív frontú (**L**ow-**H**igh) nullátmeneti jel, ez indítja el az oszcilloszkóp idővonalát. A nullátmenet szintjét egy pici háromszög jelzi az Y közös függőleges nullvonalánál. Mindig az időreferencia jelből származtatjuk, így pontosan megfigyelhetjük a többi jelnek ehhez mért **késését-sietését**. Az egyszerű áramkörnél a feszültséggenerátor nullátmeneti **LH frontja a referencia**, a soros kapcsolásoknál feszültséggenerátor a gerjesztő, **az áram közös, ezért ez a referencia**. A párhuzamos kapcsolásoknál az áramgenerátor gerjeszt, de az áramkörön kialakult **feszültség a közös, így az a referencia**.

Tartalomjegyzék (112 oldal ráadás - lásd a + jelet a kategória előtt)

◈ Egyedi **R**, **L**, **C** áramkörök viselkedése 3 frekvencián + Lissajous *(minden **RLC** jelenségnek ez az alapja)* *REM: CL=1 (CL: címlap)*
- onlyR: egyszerű **R** áramkör – Főcímlap + 3x(CL+4) = 15 oszcillogram – *(f: kb. 1-2-5 lépésben)* – [4..19]
- onlyL: egyszerű **L** áramkör – Főcímlap + 3x(CL+4) = 15 oszcillogram – *(f: kb. 1-2-5 lépésben)* – [20..35]
- onlyC: egyszerű **C** áramkör – Főcímlap + 3x(CL+4) = 15 oszcillogram – *(f: kb. 1-2-5 lépésben)* – [36..51]

◈ Kéttagú (**RL** vagy **RC**) áramkörök viselkedése 3 frekvencián + Lissajous *(az **LC** áramkör csak papíron létezhet)*
- sRL: soros **RL** áramkör – Főcímlap + 3x(CL+8) = 27 oszcillogram – *(f: kb. 1-2-5 lépésben)* – [52..79]
- sRC: soros **RC** áramkör – Főcímlap + 3x(CL+8) = 27 oszcillogram – *(f: kb. 1-2-5 lépésben)* – [80..107]
- pRL: párhuzamos **RL** áramkör – Főcímlap + 3x(CL+8) = 27 oszcillogram – *(f: kb. 1-2-5 lépésben)* – [108..135]
- pRC: párhuzamos **RC** áramkör – Főcímlap + 3x(CL+8) = 27 oszcillogram – *(f: kb. 1-2-5 lépésben)* – [136..163]

◈ Háromtagú **RLC** áramkörök viselkedése 5 frekvencián + Lissajous *(csak a jellegváltásokat mutatja be)*
- sRLC05: soros **RLC** áramkör – Főcímlap + (2+1+2)x(CL+10) = 55 oszcillogram – *(-0.2; -0.1; 0; 0.1; 0.2)%* – [164..219]
- pRLC05: p**RLC** áramkör – Főcímlap + (2+1+2)x(CL+10) = 55 oszcillogram – *(-0.2; -0.1; 0; 0.1; 0.2)%* – [220..275]

◈ Háromtagú **RLC** áramkörök viselkedése 9 frekvencián + Lissajous *(1-2-5 lépésben, de csak minden második)*
- sRLC09: soros **RLC** áramkör – Főcímlap + (4+1+4)x(CL+10) = 99 oszcillogram – [276..375]
- pRLC09: párhuzamos **RLC** áramkör – Főcímlap + (4+1+4)x(CL+10) = 99 oszcillogram – [376..475]

◈ Háromtagú **RLC** áramkörök viselkedése 17 frekvencián + Lissajous *(1-2-5 lépésben, 0.80xf_0-tól 1.20xf_0-ig)*
- sRLC17: soros **RLC** áramkör – Főcímlap + (8+1+8)x(CL+10) = 187 oszcillogram – [476..663]
- pRLC17: párhuzamos **RLC** áramkör – Főcímlap + (8+1+8)x(CL+10) = 187 oszcillogram – [664..851]

◈ Háromtagú **RLC** áramkörök jellegváltása a rezonancia körül, 17 frekvencián + Lissajous *(1-2-5 lépésben, 0.80xf_0-tól 1.20xf_0-ig)*
- \+ sRLCjv: soros **RLC** áramkör – Főcímlap + (8+1+8)x2 + Rez + φ [°] + Δt[μs] = 37 oszcillogram – [852..889]
- sRLC+: → az sRLC áramrezonanciája; *az s**RLC** fázismenetei:* 1. φ[°] = f(Δf/f_0[%]); 2. Δt[μs] = g(Δf/f_0[%]) – *[979..981]*
- \+ pRLCjv: párhuzamos **RLC** áramkör – Főcímlap + (8+1+8)x2 + Rez + φ[°] + Δt[μs] = 37 oszcillogram – [890..927]
- pRLC+: → a pRLC feszültségrezonanciája; a ***pRLC** fázismenetei:* 1. φ[°] = f(Δf/f_0[%]); 2. Δt[μs] = g(Δf/f_0[%]) – *[982..984]*
- \+ signEQ: az **RLC** áramkörök belső jeleinek egyensúlya – 2 Főcímlap + (8+1+8)x2 + 0 = 34 oszcillogram – [928..963]

◈ Háttérjelenségek, mérőkapcsolások
- expBG: Háttérjelenségek, amelyek nem látszanak az egyszerű fizikaóra táblarajzain [964..970]
- expRLC: Mérőkapcsolások és laborgyakorlat az **RLC** áramkörök tulajdonságainak bemutatására [971..978]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f =

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

Egy egyszerű R áramkör vizsgálata

három frekvencián:

910 Hz, 1,80 kHz, 4,70 kHz

Főcímlap + 3x5 = 15 oszcillogram - [4..19]

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E

I

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

0	0.5	↑↓	e[V/div]
1	10	↑↓	i[μA/div]
	0.2	↑↓	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör

f=910 Hz

Az egyszerű R áramkör vizsgálata

Az R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszköz által felvett i áram nagyságát és fázisát.

Megállapítjuk, hogy az i áram azonos fázisban van ($\Delta t=0$) az e referenciafeszültséggel.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör rezisztív jellegű.

E

I

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 910 Hz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

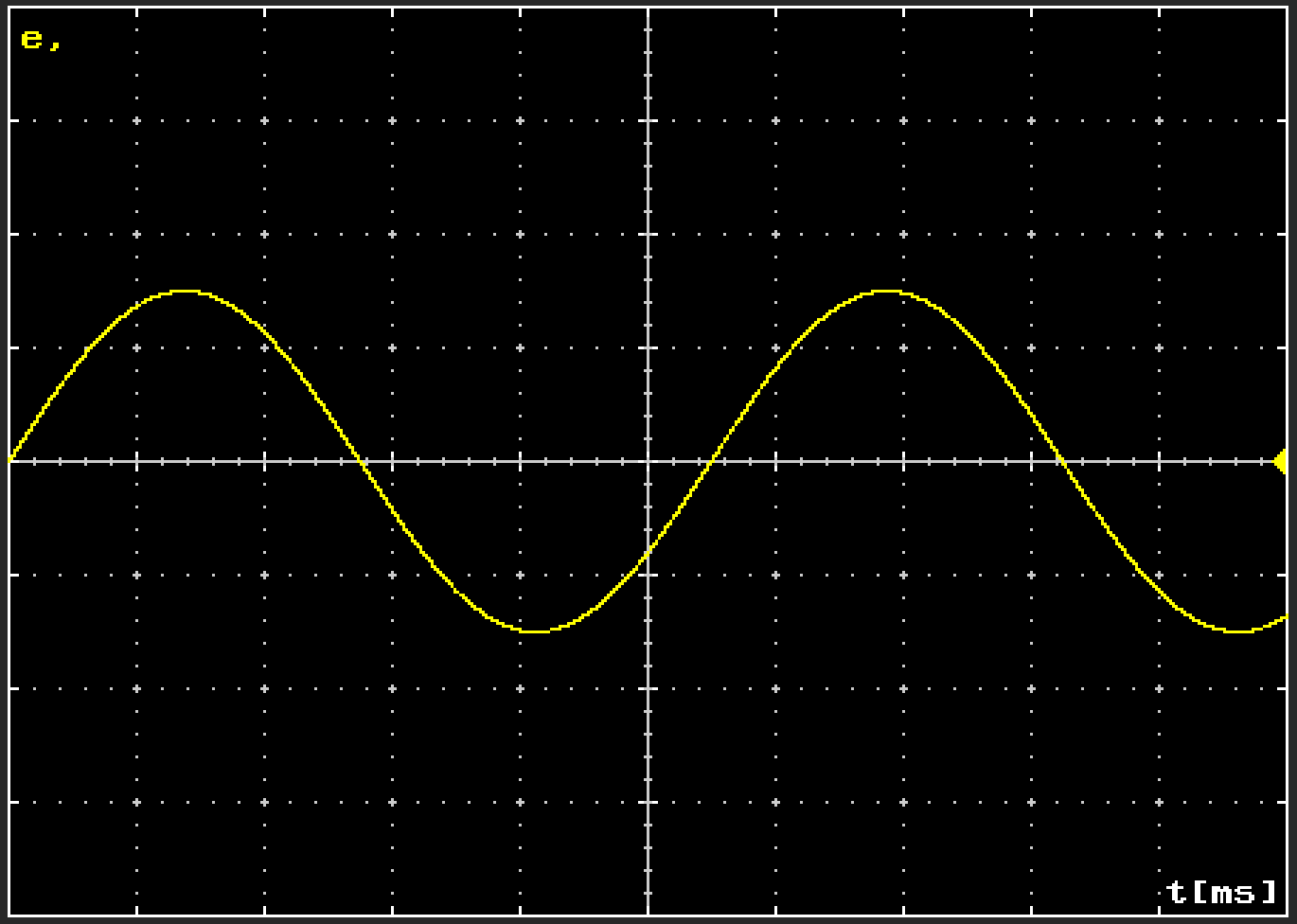
0	0.5	↑↓	e[V/div]
1	10	↑↓	i[μA/div]
	0.2	↑↓	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	10	0.2
e[V/div]		i[μA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 910 Hz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 750 mV; $\varphi_{REF}=0°$

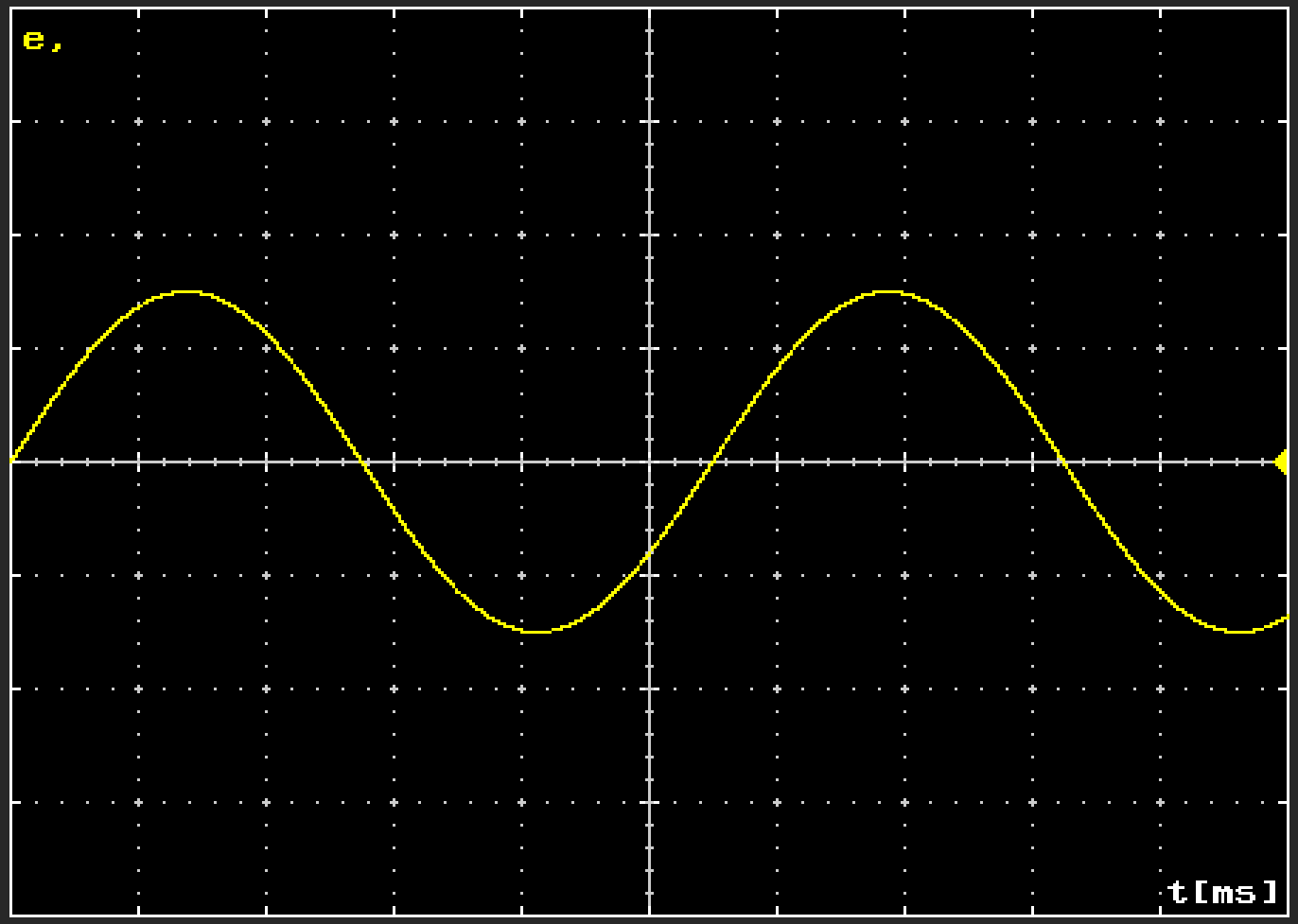
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	10	0.2
e[V/div]		i[μA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 910 Hz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 750 mV; $\varphi_{REF}=0°$

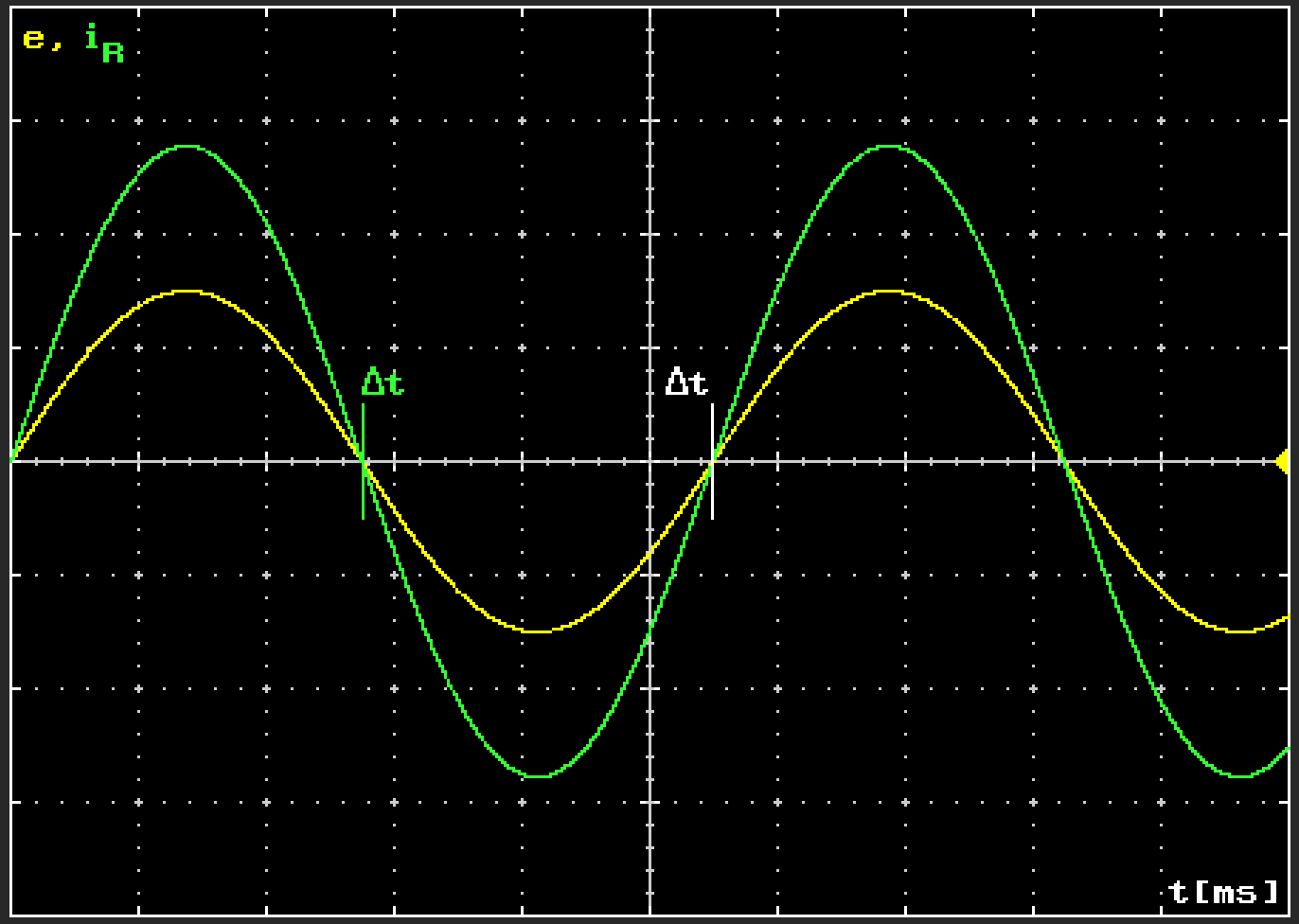
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 910 Hz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 750 mV; φ_{REF}=0°

I 27.8 μA; φ_R=0°

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

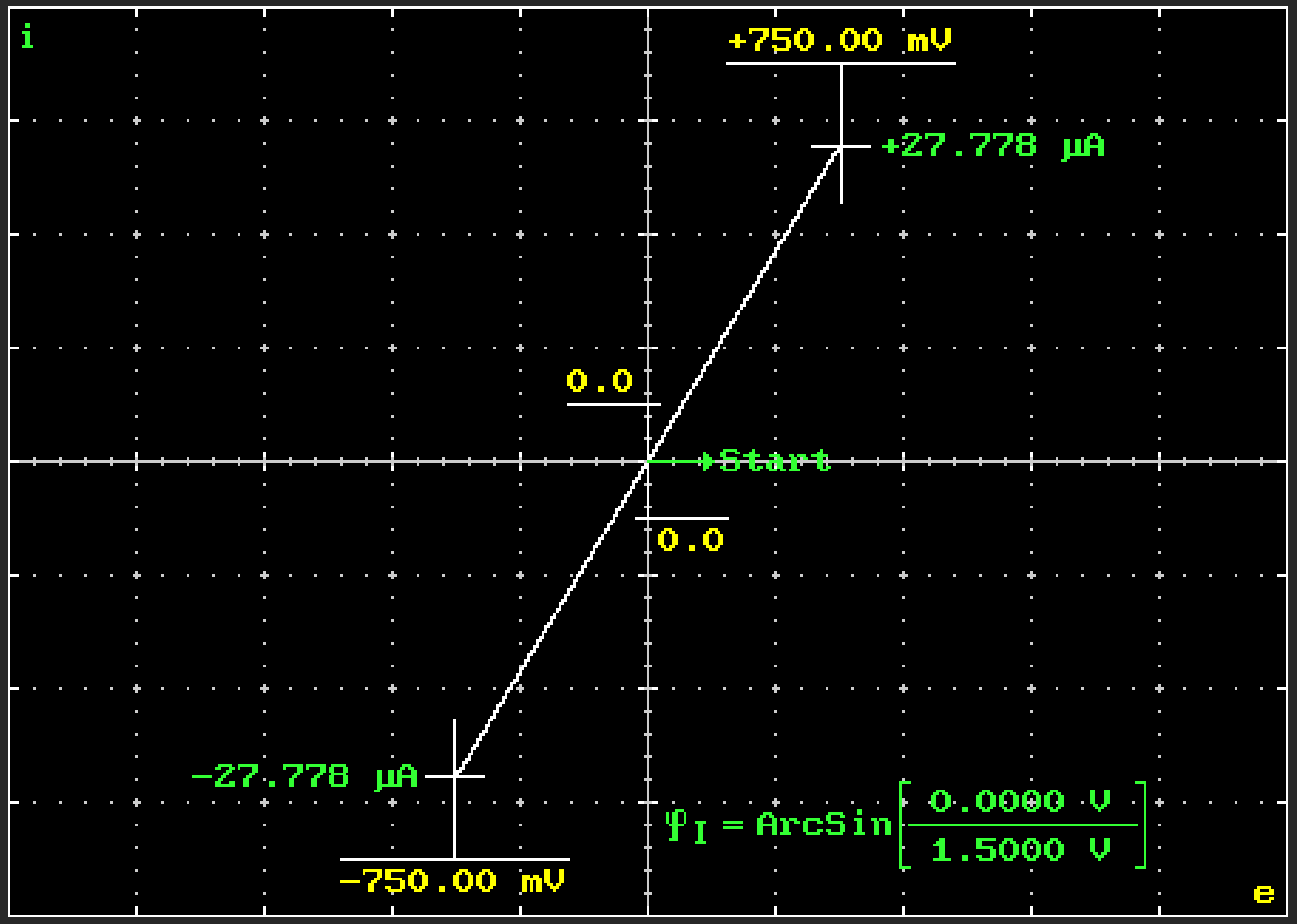
0	0.5	1	10	0.2
e[V/div]		i[μA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 910 Hz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 750 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 27.8 µA; $\varphi_R=0°$

Végeredmény: az e és az i fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0 0.5	1 10	0.2
e[V/div]	i[µA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör

f=1.80 kHz

Az egyszerű R áramkör vizsgálata

Az R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszköz által felvett i áram nagyságát és fázisát.

Megállapítjuk, hogy az i áram azonos fázisban van ($\Delta t=0$) az e referenciafeszültséggel.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör rezisztív jellegű.

E

I

0 0.5 e[V/div]

1 10 i[μA/div]

0.1 t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 1.80 kHz

Időreferencia: E (trigonometriai irány)

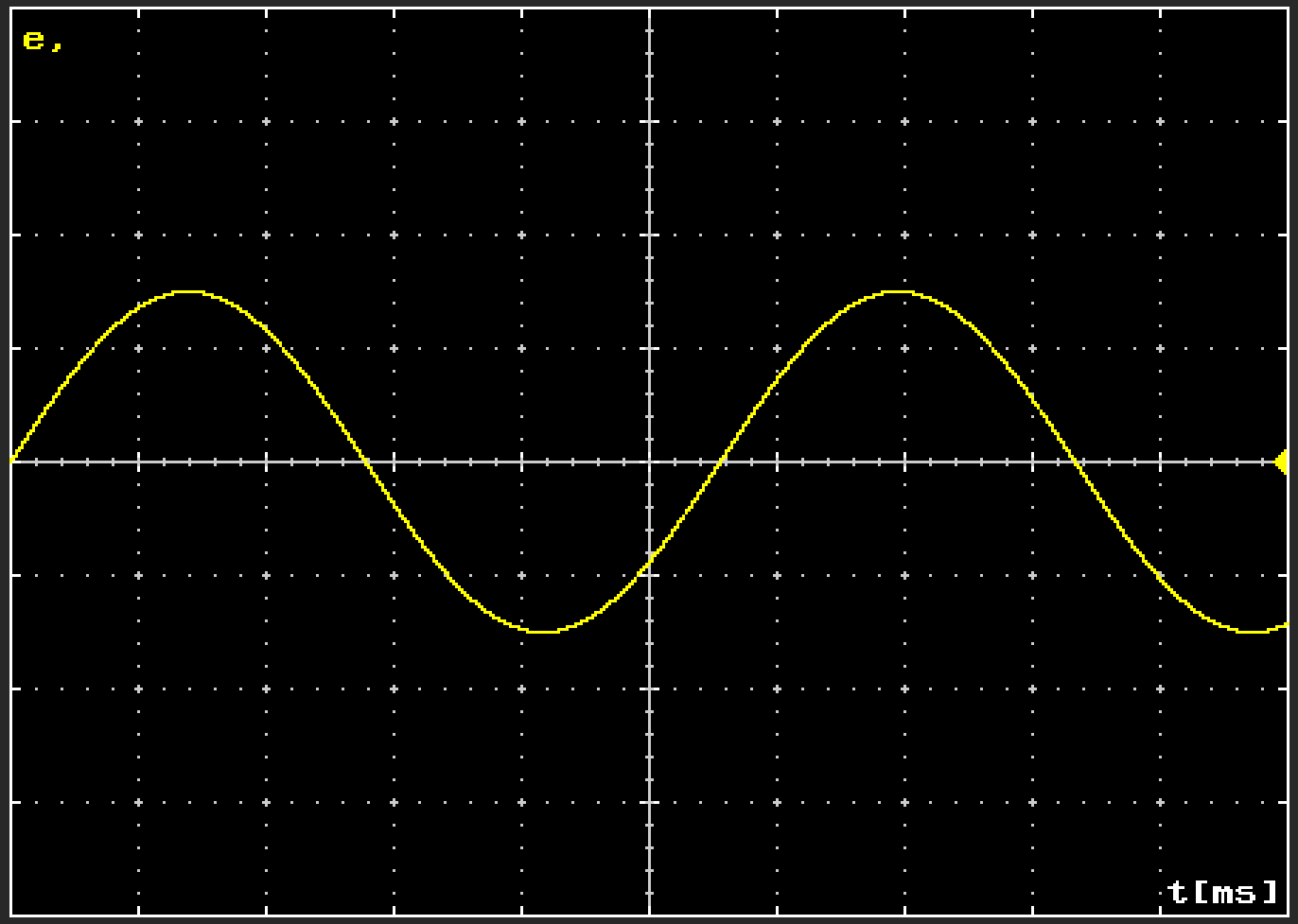
Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adataiknak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	10	0.1
e[V/div]		i[μA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 1.80 kHz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 750 mV; $\varphi_{REF}=0°$

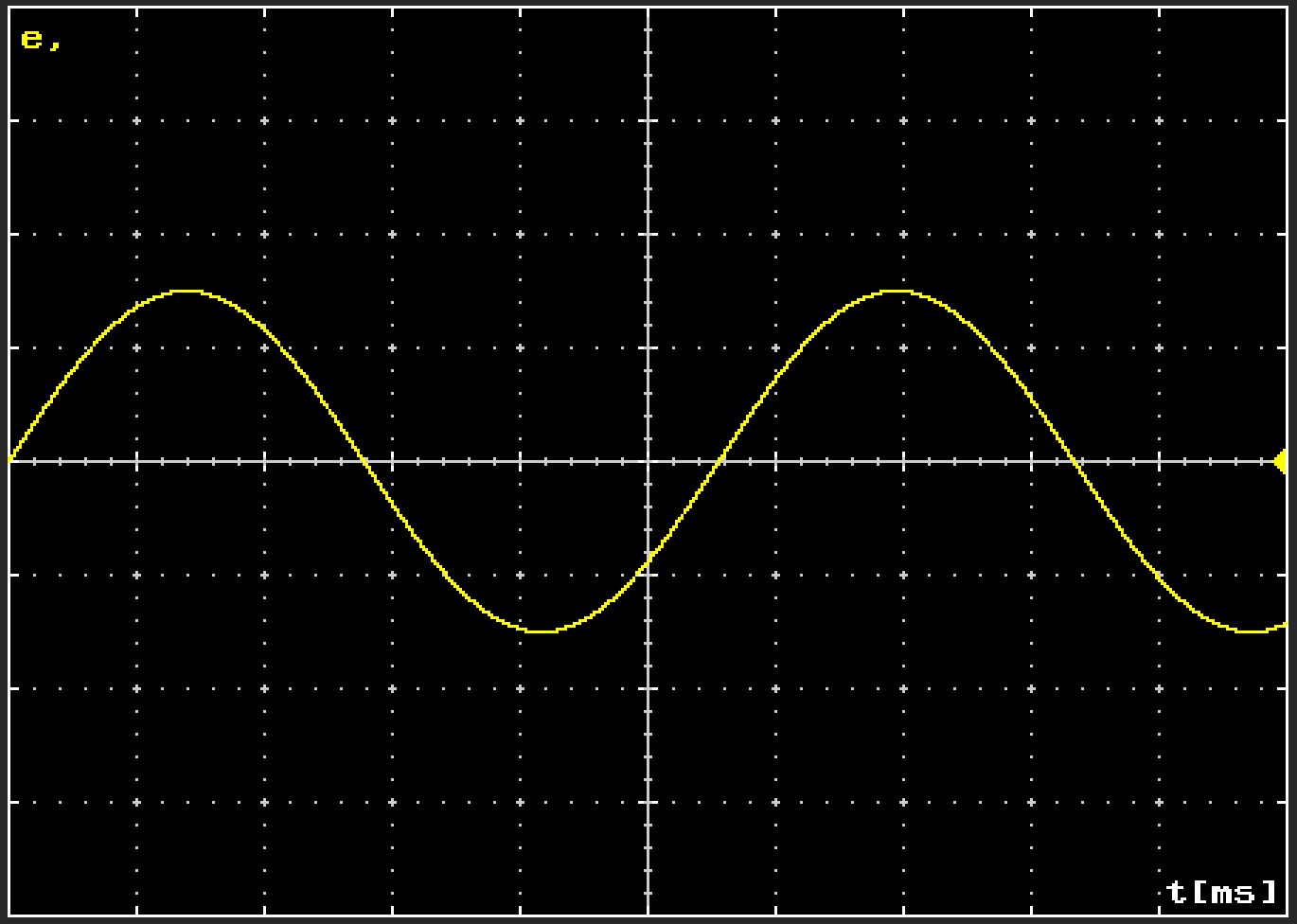
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	10	0.1
e[V/div]		i[μA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 1.80 kHz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 750 mV; $\varphi_{REF}=0°$

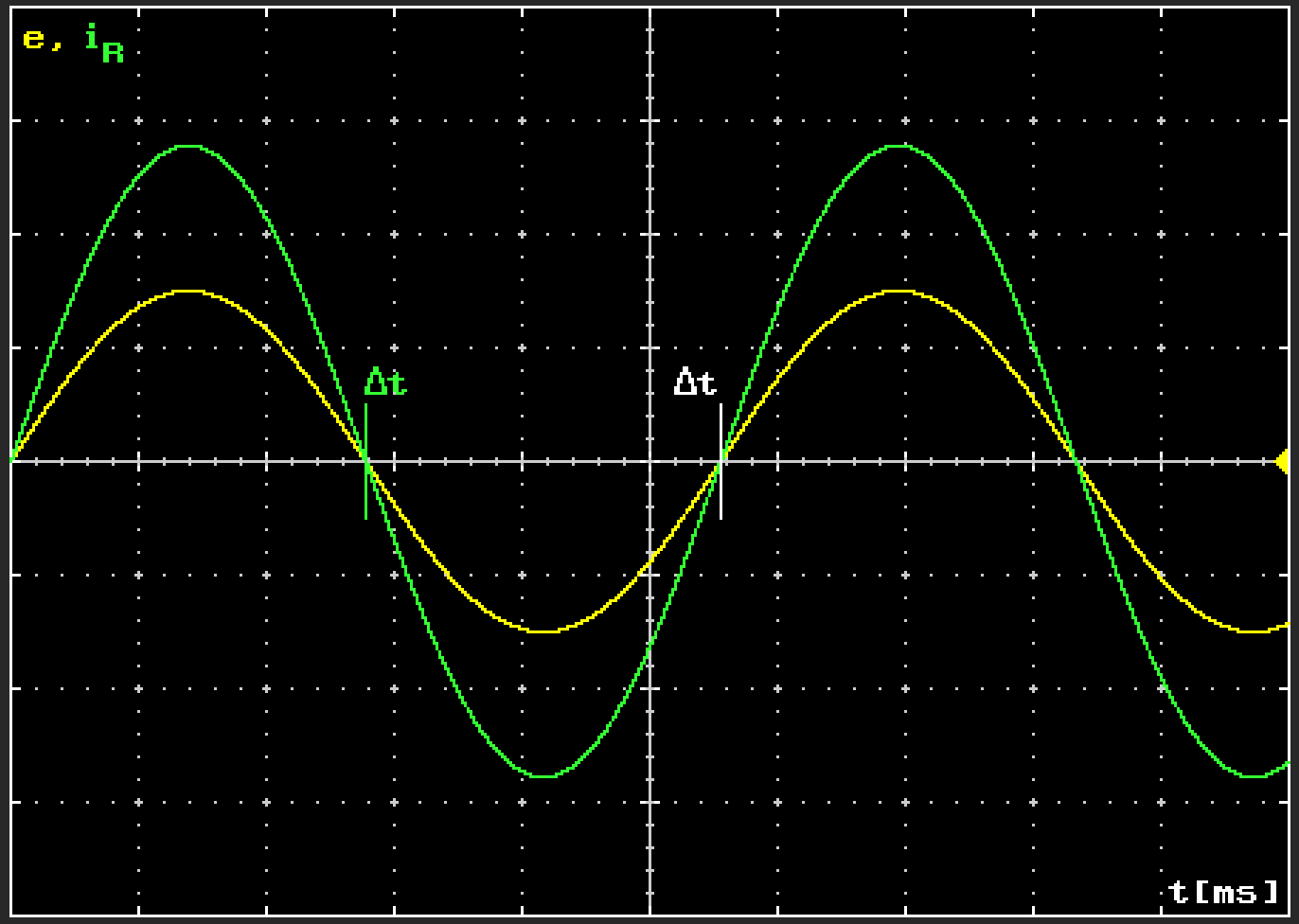
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 1.80 kHz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 750 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 27.8 μA; $\varphi_R=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

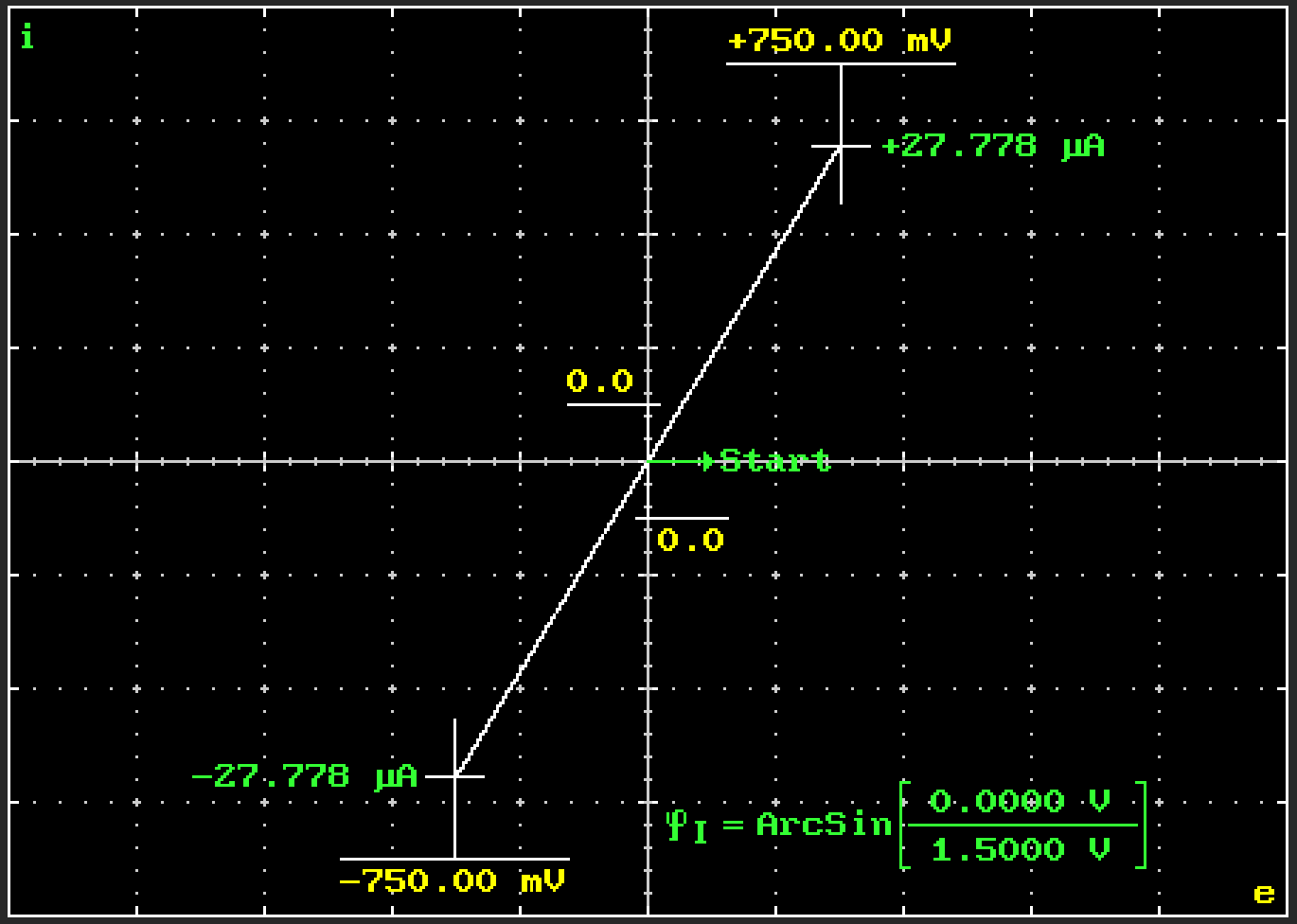
0	0.5	e[V/div]
1	10	i[μA/div]
	0.1	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 1.80 kHz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E	750 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I	27.8 µA; $\varphi_R=0°$

Végeredmény: az e és az i fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0 0.5	1 10	0.1
e[V/div]	i[µA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör

f=4.70 kHz

Az egyszerű R áramkör vizsgálata

Az R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszköz által felvett i áram nagyságát és fázisát.

Megállapítjuk, hogy az i áram azonos fázisban van ($\Delta t=0$) az e referenciafeszültséggel.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör rezisztív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 4.70 kHz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E

I

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

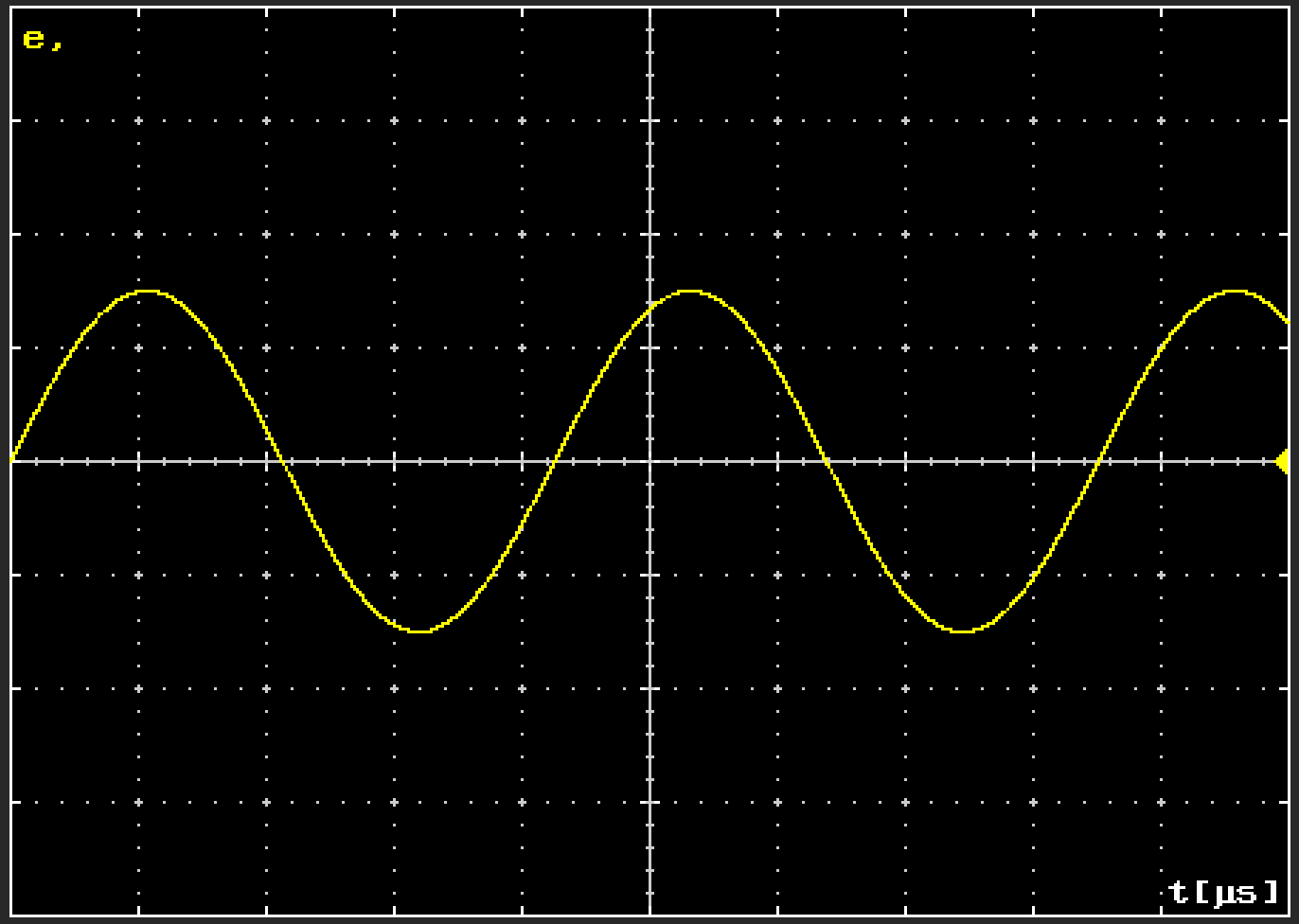
0	0.5	1	10	50
e[V/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	10	50
e[V/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 4.70 kHz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 750 mV; $\varphi_{REF}=0°$

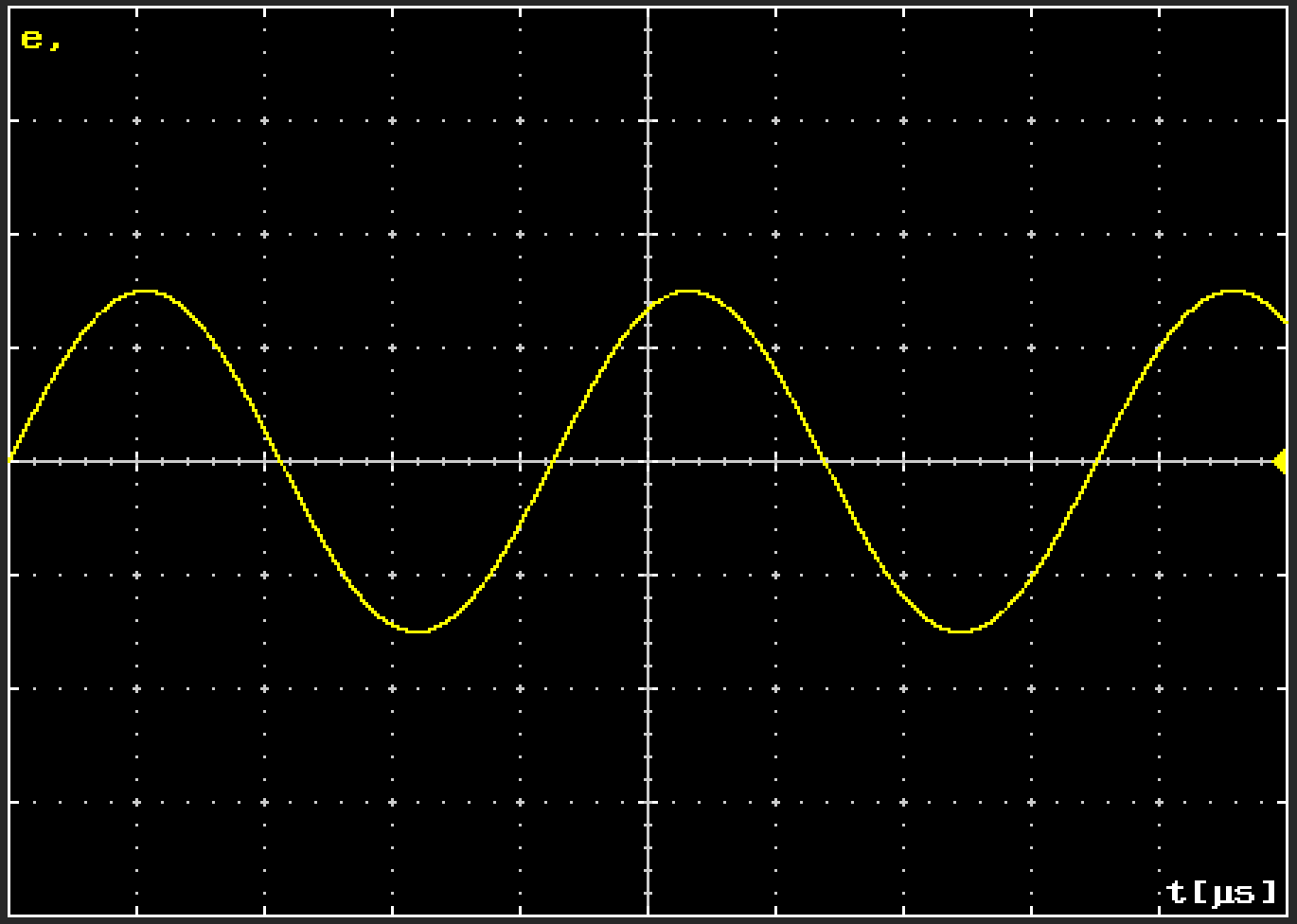
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	10	50
e[V/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 4.70 kHz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 750 mV; $\varphi_{REF}=0°$

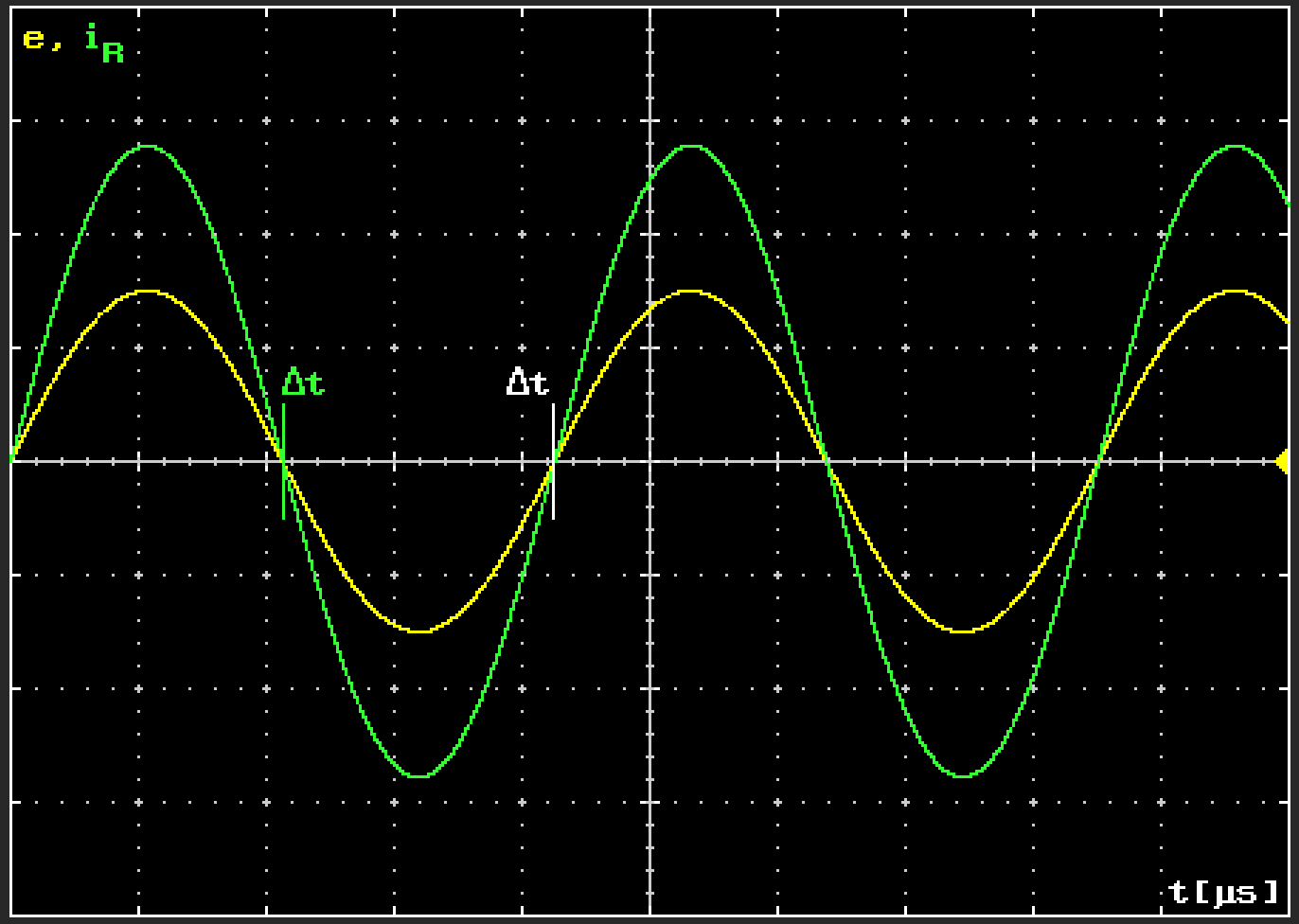
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó
R = 27.0 kΩ
f = 4.70 kHz

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 750 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 27.8 µA; $\varphi_R=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

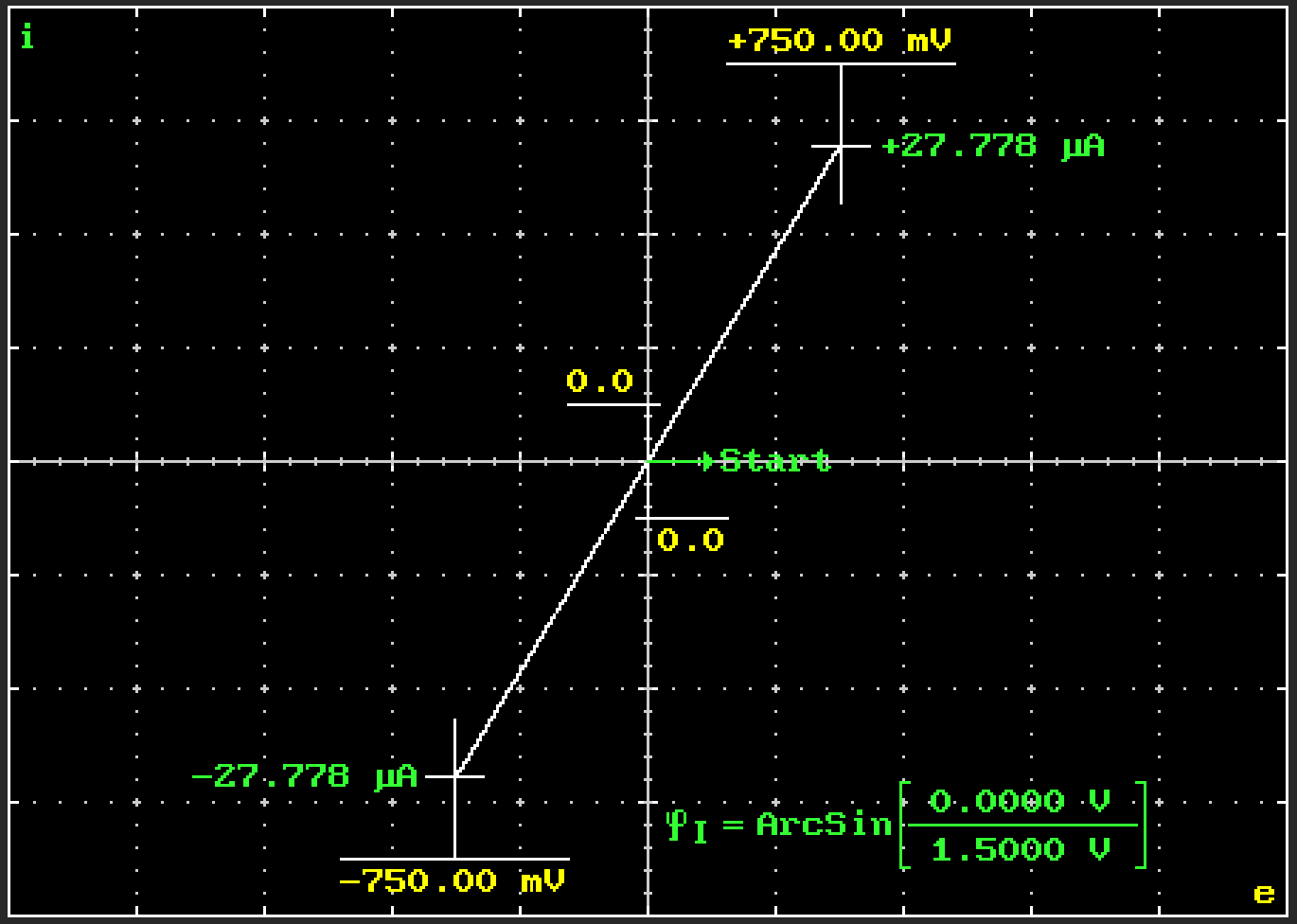
0	0.5	e[V/div]
1	10	i[µA/div]
	50	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyR

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű R áramkör



Alapadatok:

E_0 = 750 mV, állandó

R = 27.0 kΩ

f = 4.70 kHz

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E	750 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I	27.8 µA; $\varphi_R=0°$

Végeredmény: az e és az i fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0 0.5	1 10	50
e[V/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f =

X_L = 142.9 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

Egy egyszerű L áramkör vizsgálata

három frekvencián:

910 Hz, 1,80 kHz, 4,70 kHz

Főcímlap + 3x5 = 15 oszcillogram - [20..35]

E

I

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

0	0.5	↑↓	1	2	↑↓	0.2	↑↓
e[V/div]			i[mA/div]			t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör

f=910 Hz

Az egyszerű L áramkör vizsgálata

Az L induktivitást az AC feszültséggenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszköz által felvett **i** áram nagyságát és fázisát.

Megállapítjuk, hogy az **i** áram Δt=274.7 µs-ot késik az **e** referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az **e** pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 910 Hz

X_L = 142.9 Ω

Időreferencia: **E** (trigonometriai irány)

E

I

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

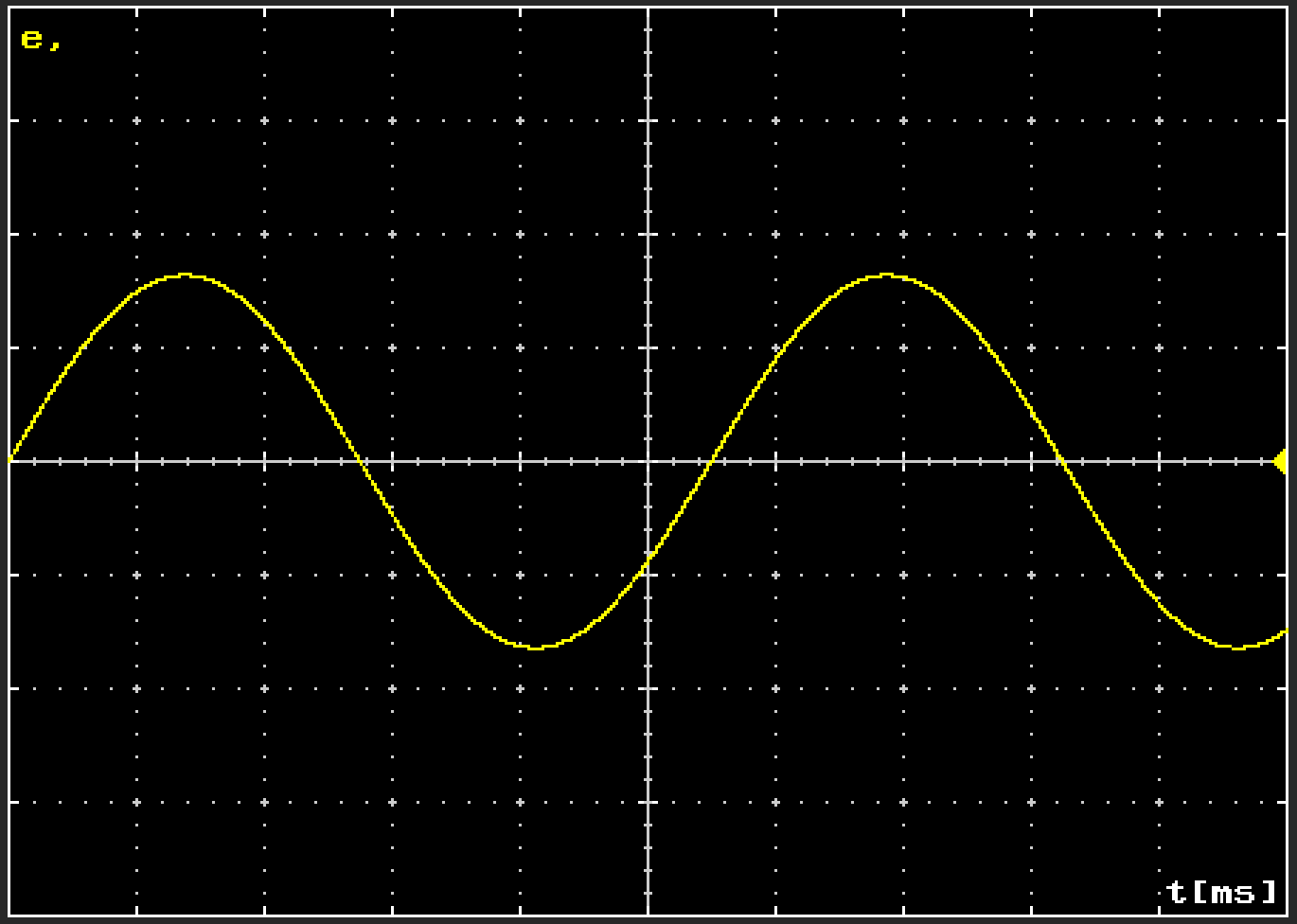
0	0.5	↑↓	1	2	↑↓	0.2	↑↓
e[V/div]			i[mA/div]			t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	2	0.2
e[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 910 Hz

X_L = 142.9 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

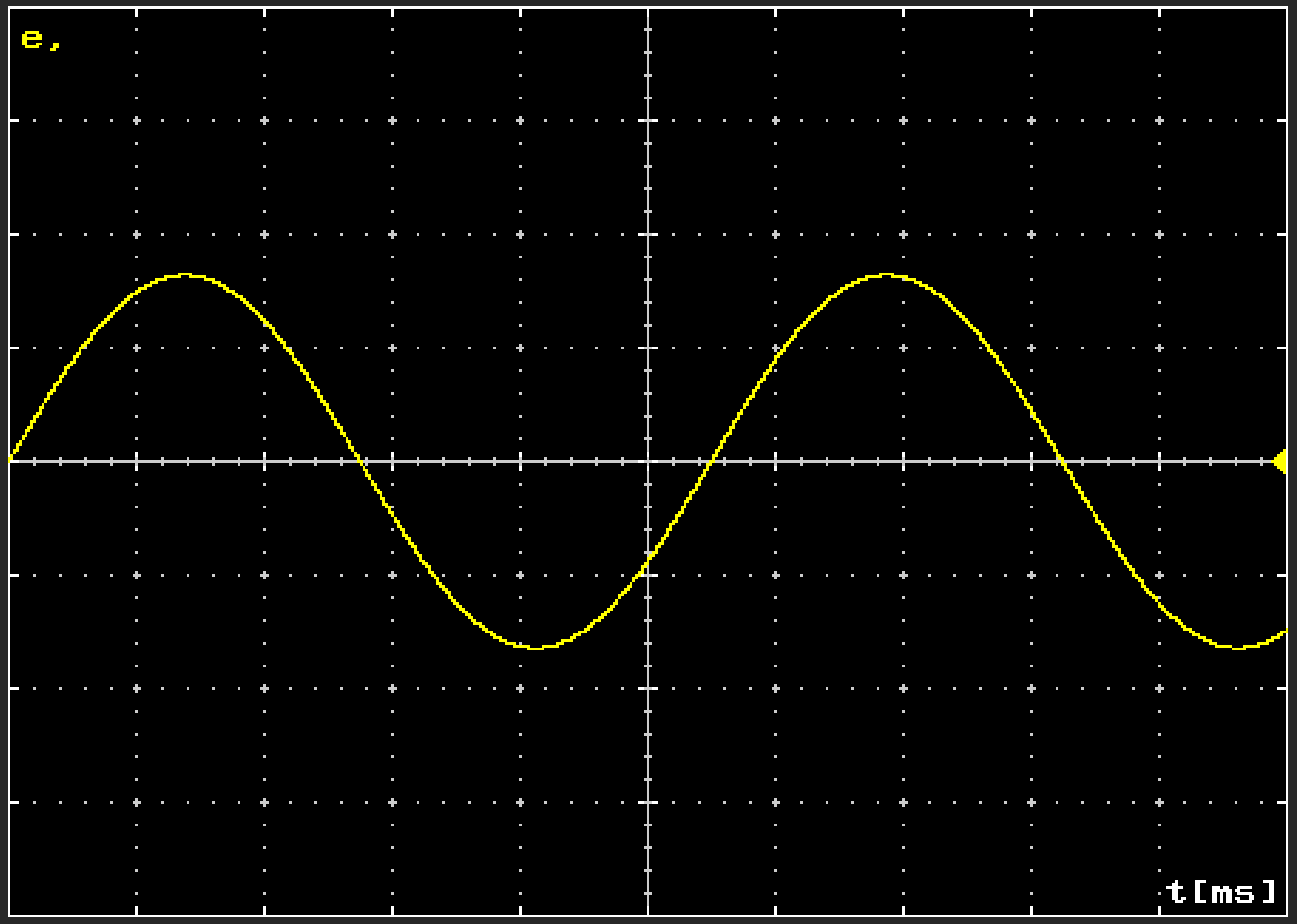
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	2	0.2
e[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 910 Hz

X_L = 142.9 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

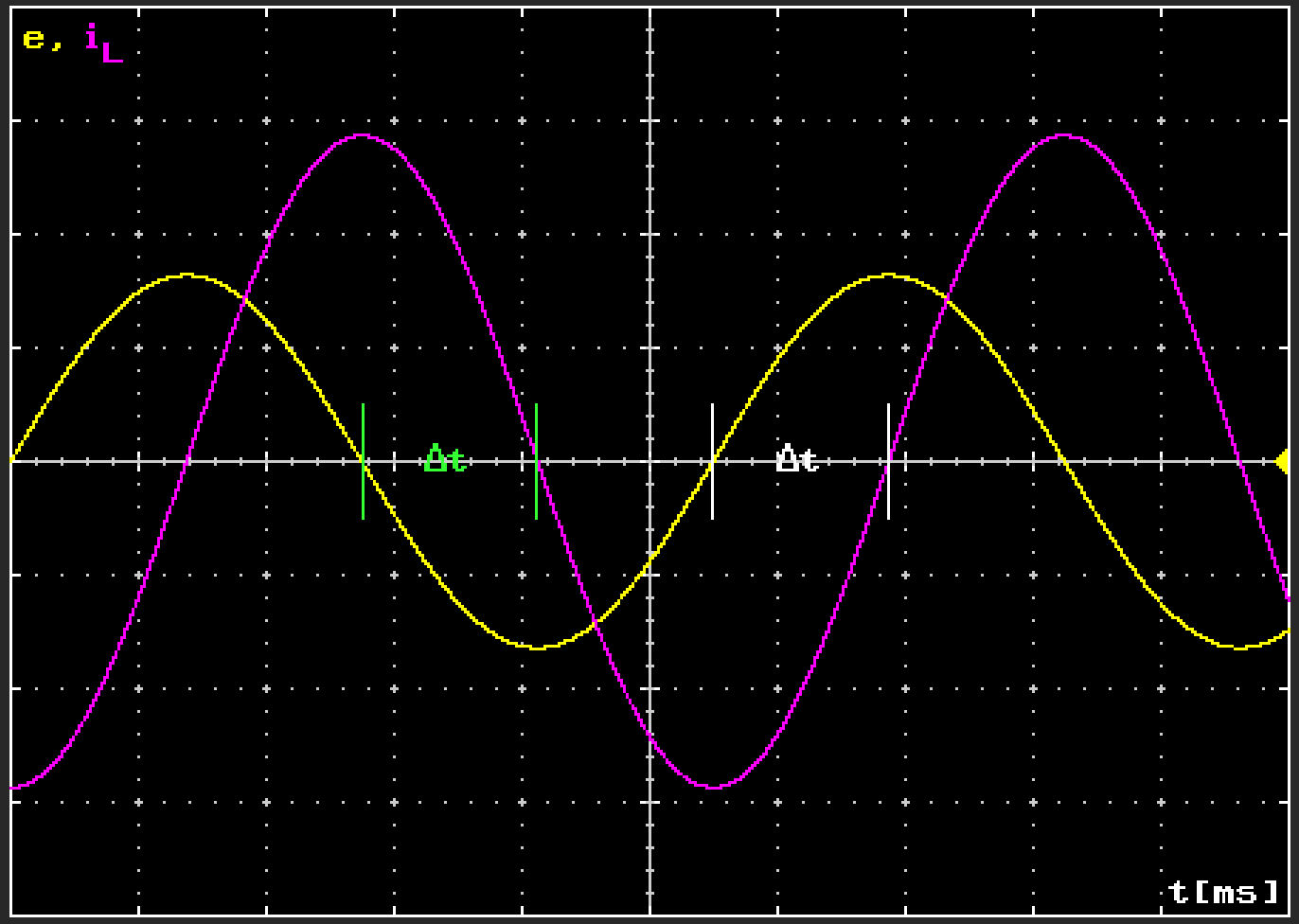
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 910 Hz

X_L = 142.9 Ω

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 5.74 mA; $\varphi_L=-90°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=274.7 μs-ot késik, az áramkör induktív

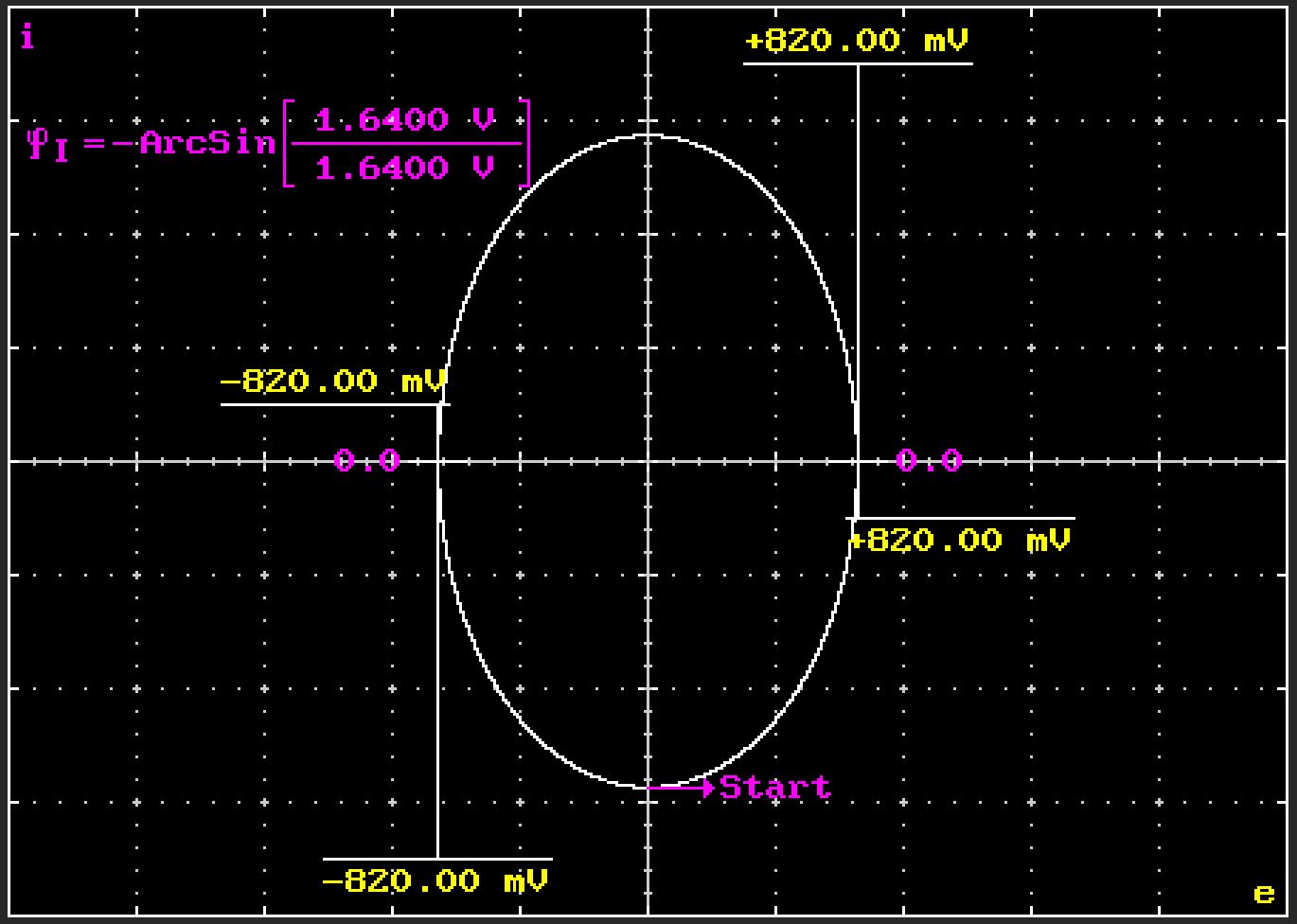
0	0.5	1	2	0.2
e[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 910 Hz

X_L = 142.9 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 5.74 mA; $\varphi_L=-90°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=274.7 μs-ot késik, az áramkör induktív

0 0.5	1 2	0.2
e[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör

f=1.80 kHz

Az egyszerű L áramkör vizsgálata

Az L induktivitást az AC feszültséggenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszköz által felvett i áram nagyságát és fázisát.

Megállapítjuk, hogy az i áram Δt=138.9 μs-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 1.80 kHz

X_L = 282.7 Ω

Időreferencia: E (trigonometriai irány)

E

I

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

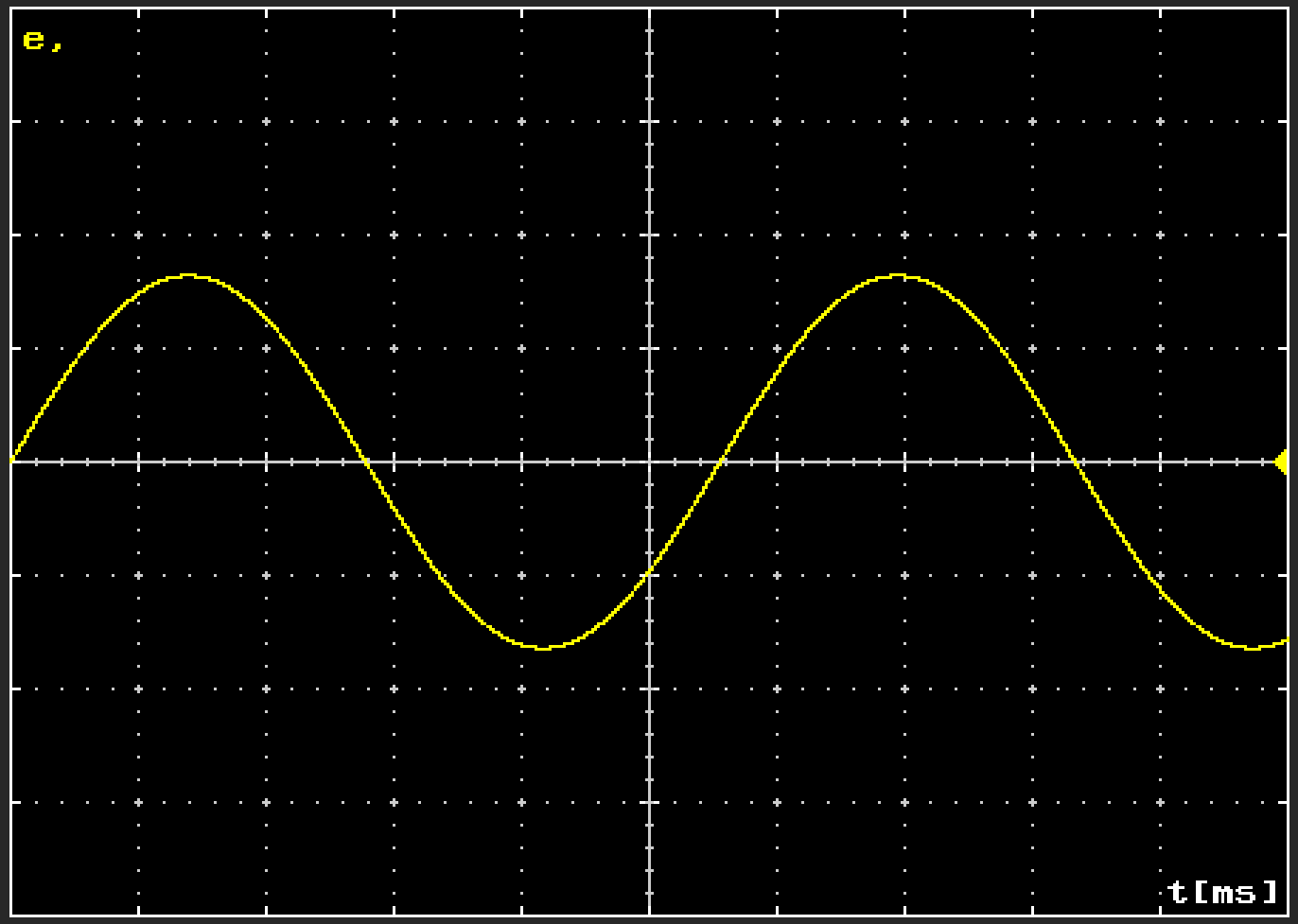
0	0.5	↑↓	1	1	↑↓	0.1	↑↓
e[V/div]			i[mA/div]			t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	1	0.1
e[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 1.80 kHz

X_L = 282.7 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

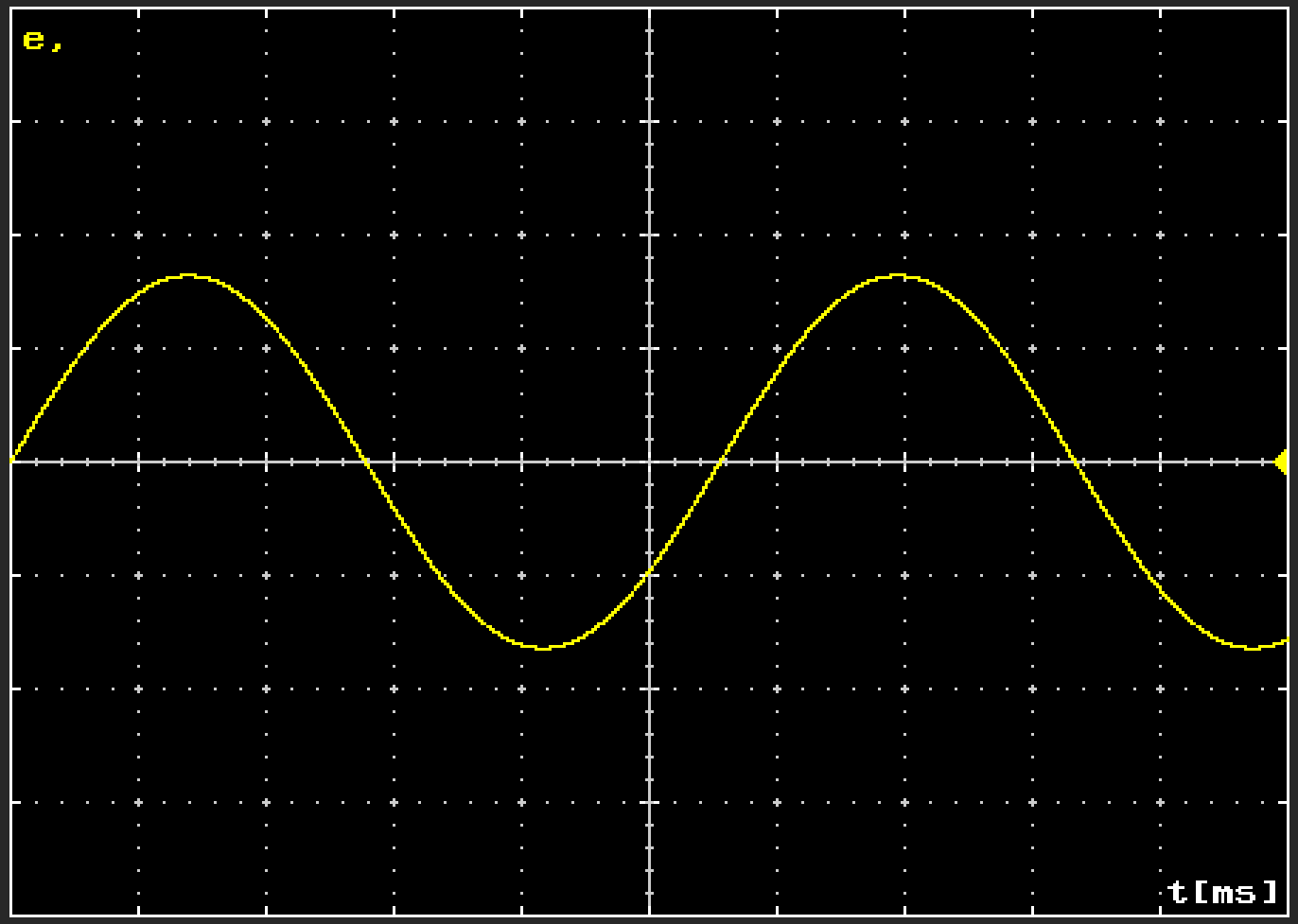
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



LH Trigger

0	0.5	↑↓	1	1	↑↓	0.1	↑↓
e[V/div]			i[mA/div]			t[ms/div]	

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 1.80 kHz

X_L = 282.7 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

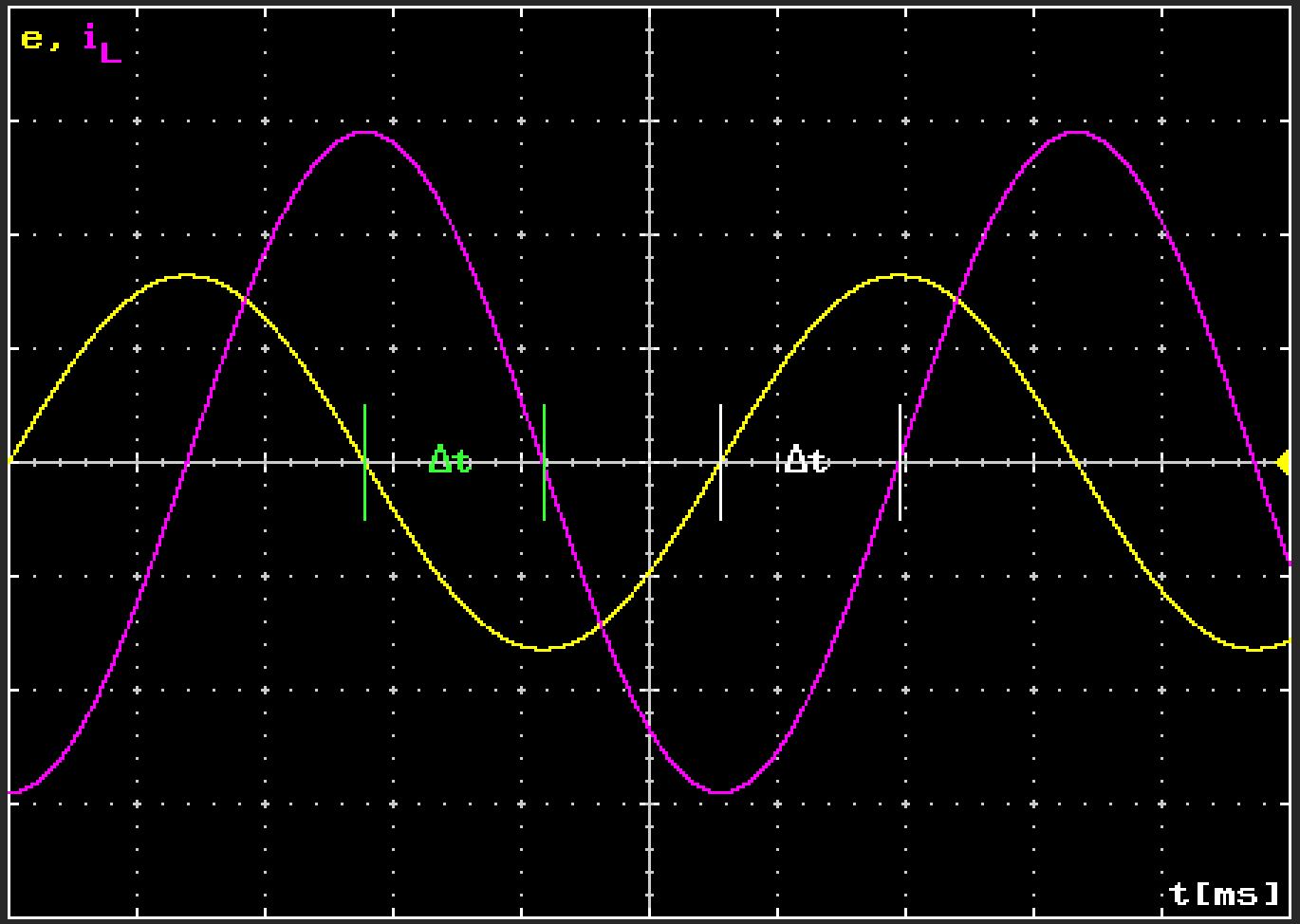
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 1.80 kHz

X_L = 282.7 Ω

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 820 mV; φ_{REF}=0°

I 2.90 mA; φ_L=-90°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=138.9 μs-ot késik, az áramkör induktív

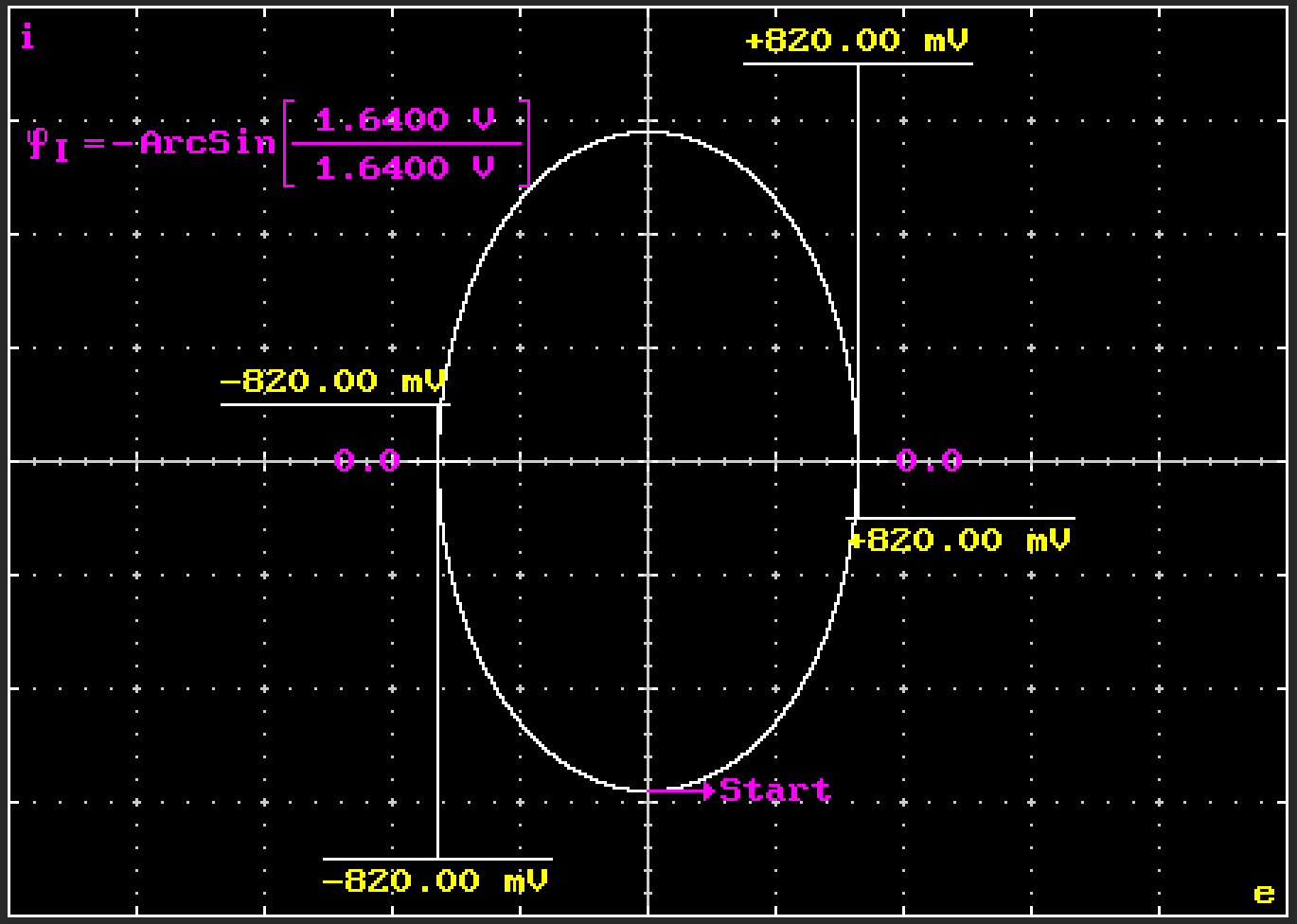
0	0.5	1	1	0.1
e[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 1.80 kHz

X_L = 282.7 Ω

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 2.90 mA; $\varphi_L=-90°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=138.9 μs-ot késik, az áramkör induktív

0 0.5	1 1	0.1
e[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör

f=4.70 kHz

Az egyszerű L áramkör vizsgálata

Az L induktivitást az AC feszültséggenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszköz által felvett i áram nagyságát és fázisát.

Megállapítjuk, hogy az i áram Δt=53.19 μs-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 4.70 kHz

X_L = 738.3 Ω

Időreferencia: E (trigonometriai irány)

E

I

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

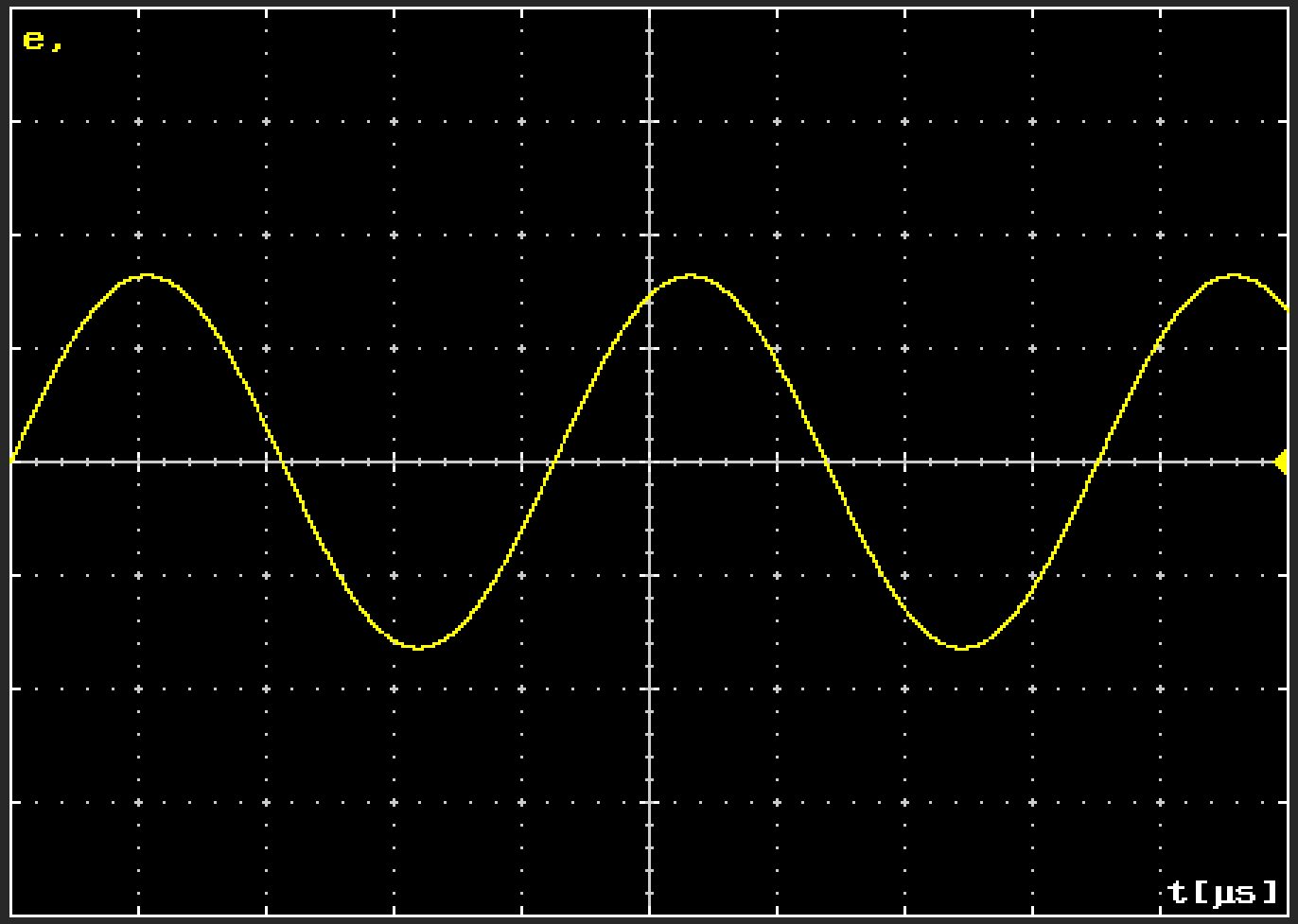
0	0.5	↑↓	1	0.5	↑↓	50	↑↓
e[V/div]			i[mA/div]			t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	0.5	50
e[V/div]		i[mA/div]		t[µs/div]

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 4.70 kHz

X_L = 738.3 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

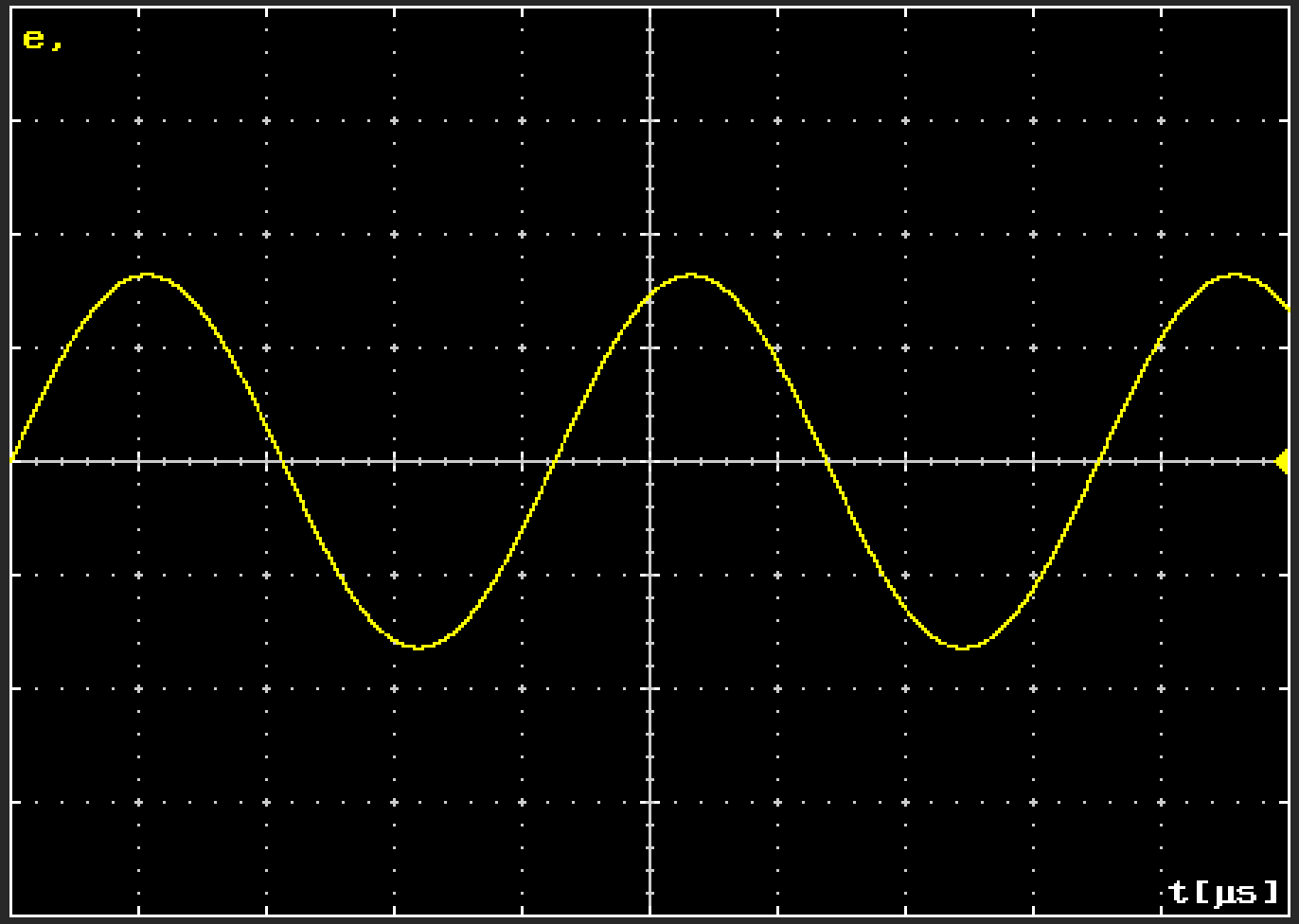
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	0.5	50
e[V/div]		i[mA/div]		t[µs/div]

Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 4.70 kHz

X_L = 738.3 Ω

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

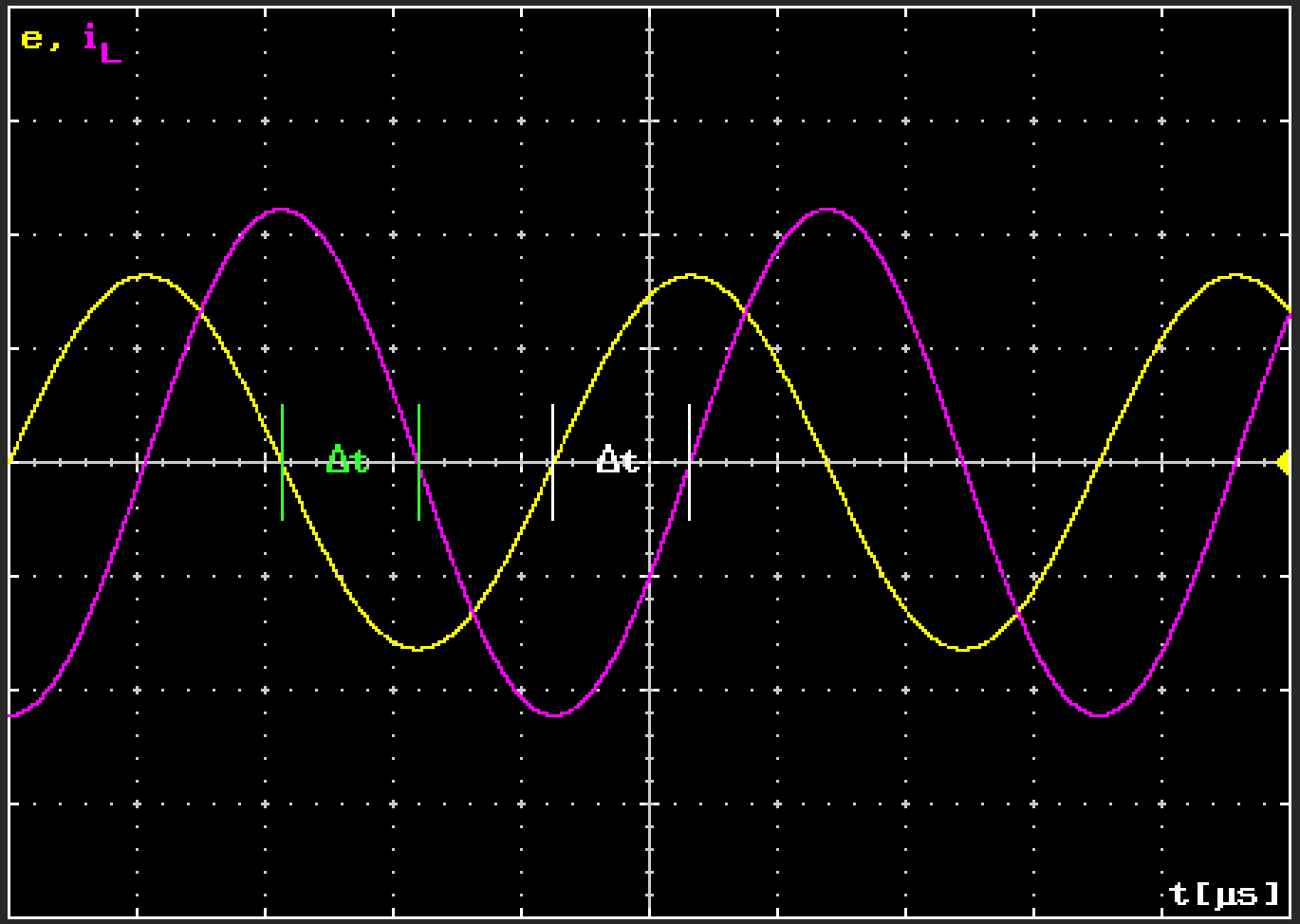
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 4.70 kHz

X_L = 738.3 Ω

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 1.11 mA; $\varphi_L=-90°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=53.19 µs-ot késik, az áramkör induktív

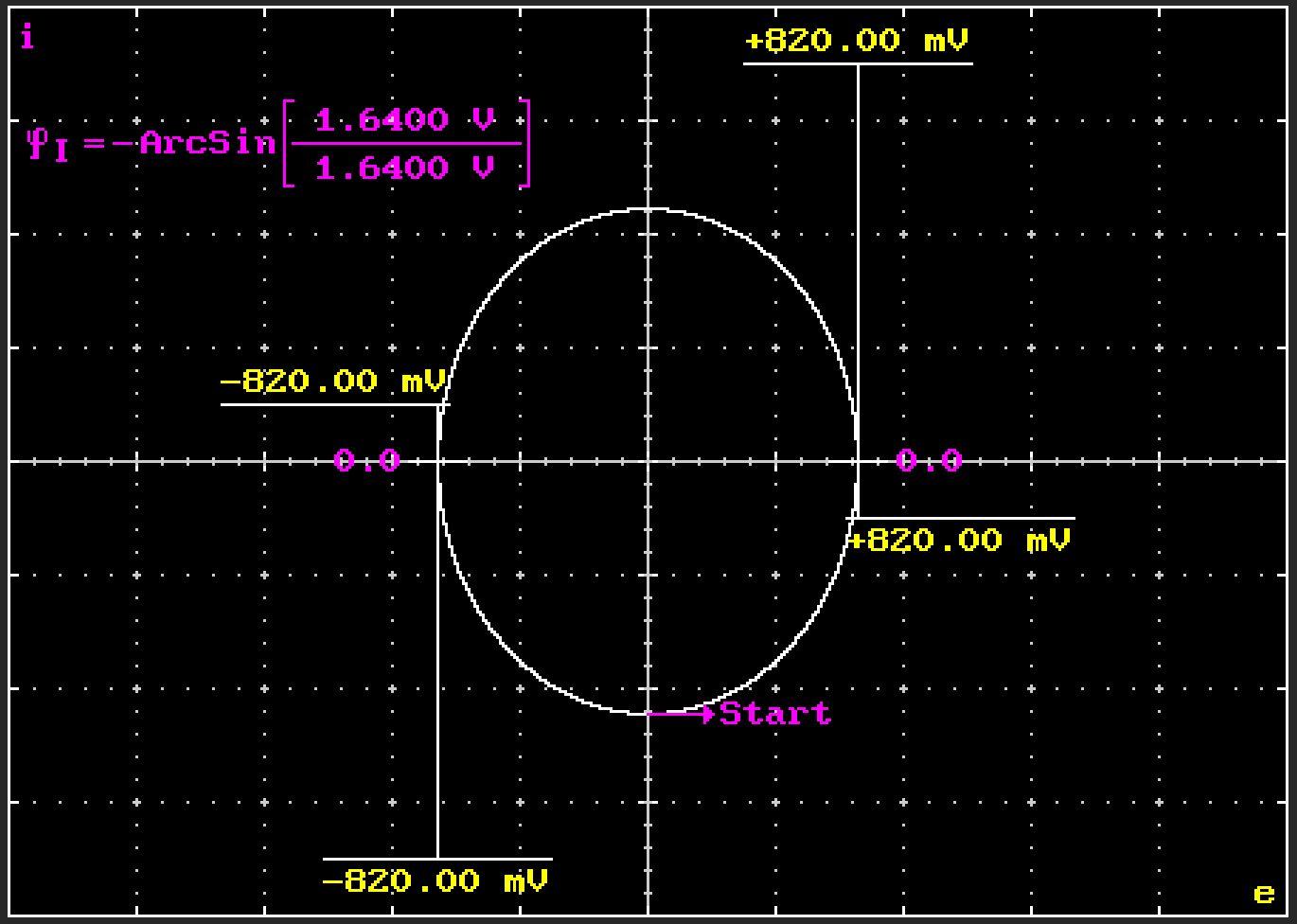
0 0.5	1 0.5	50
e[V/div]	i[mA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyL

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű L áramkör



Alapadatok:

E_0 = 820 mV, állandó

L = 25.0 mH

f = 4.70 kHz

X_L = 738.3 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 820 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 1.11 mA; $\varphi_L=-90°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=53.19 μs-ot késik, az áramkör induktív

0 0.5	1 0.5	50
e[V/div]	i[mA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör

Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f =

X_C = 4.130 kΩ

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

Egy egyszerű C áramkör vizsgálata

három frekvencián:

820 Hz, 1,50 kHz, 4,30 kHz

Főcímlap + 3x5 = 15 oszcillogram - [36..51]

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E

I

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

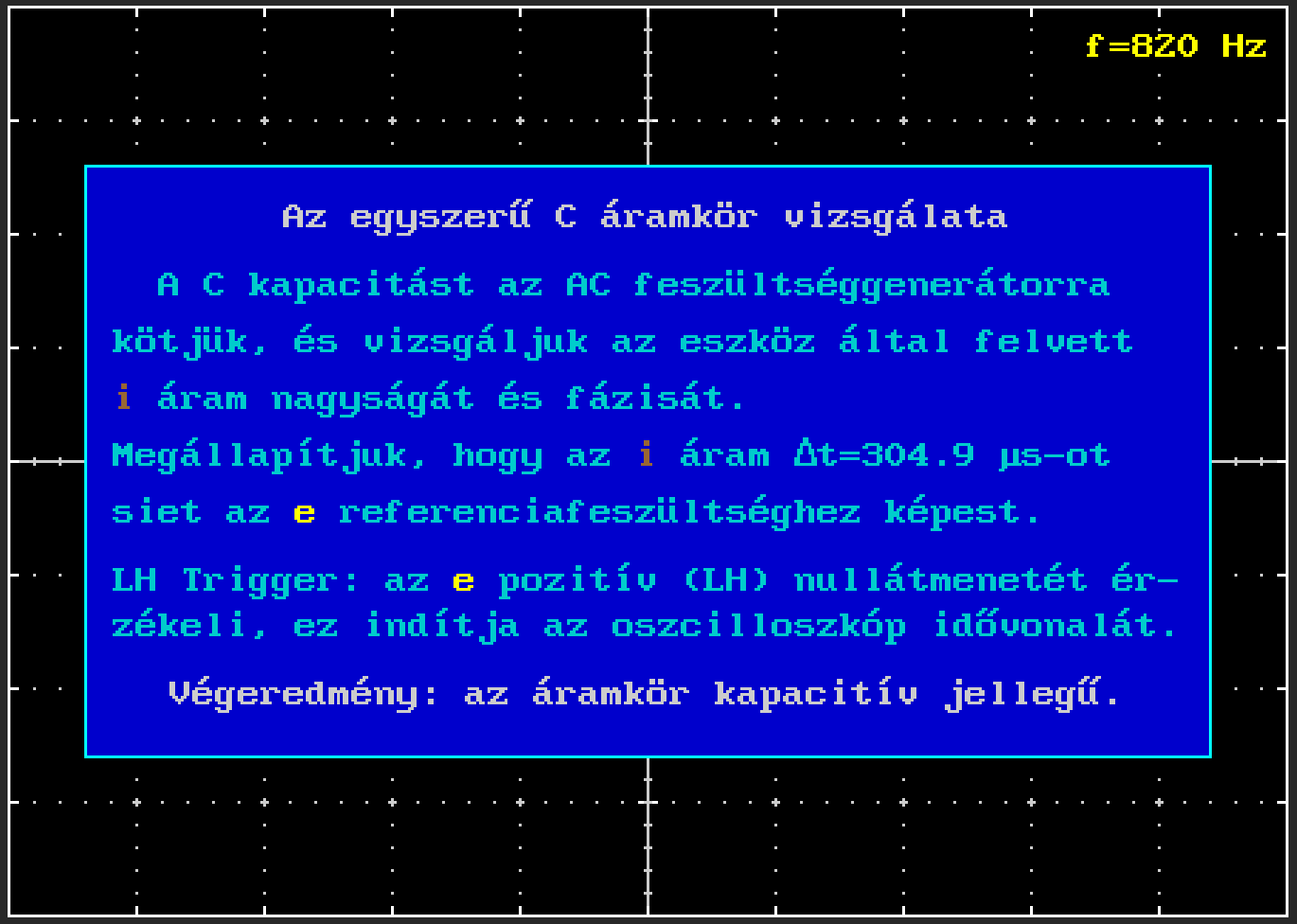
0	0.2		1	50		0.2	
e[V/div]			i[μA/div]			t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 820 Hz

X_C = 4.130 kΩ

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E

I

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

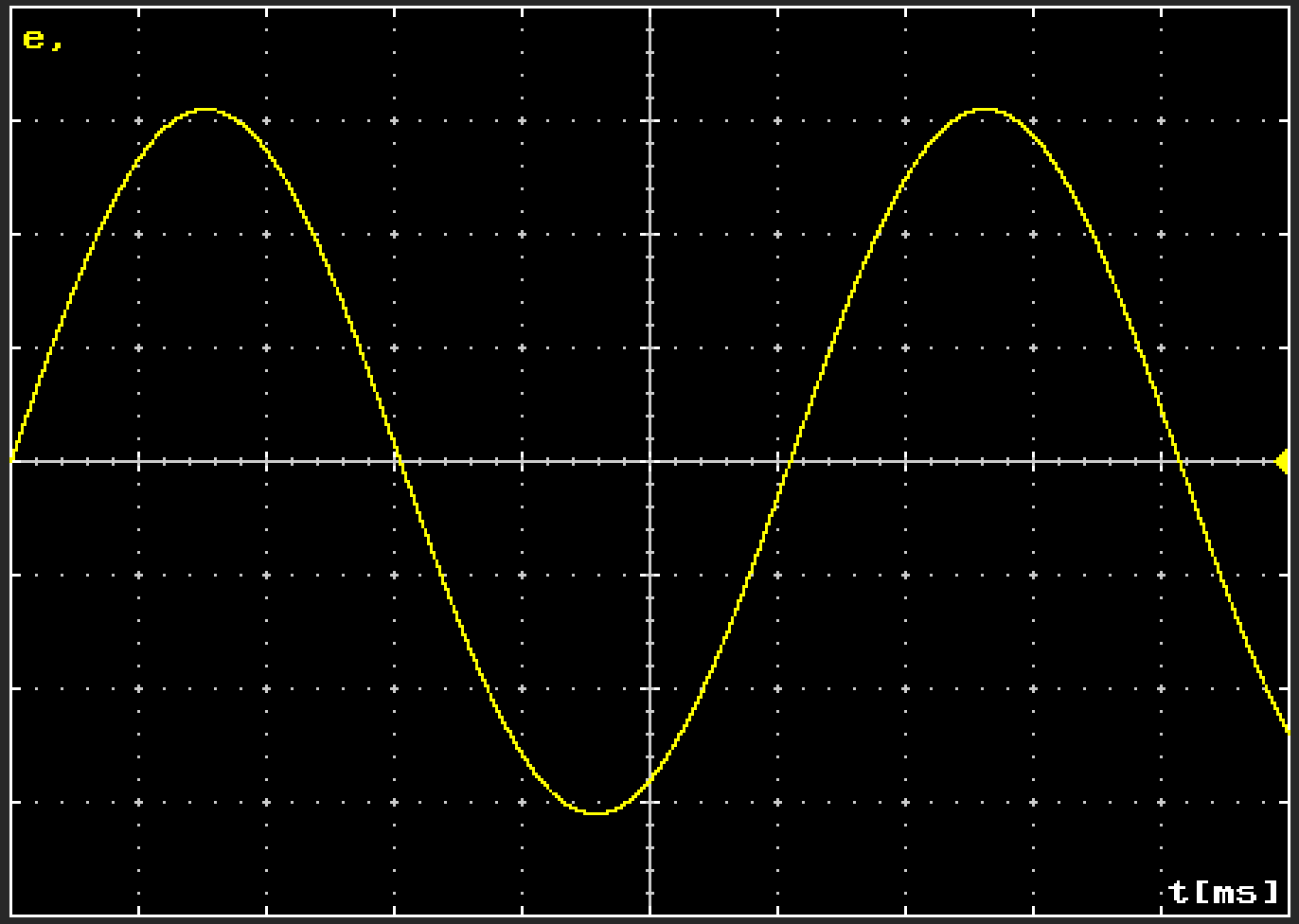
0	0.2	↑↓	1	50	↑↓	0.2	↑↓
e[V/div]			i[μA/div]			t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	50	0.2
e[V/div]		i[μA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 820 Hz

X_C = 4.130 kΩ

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

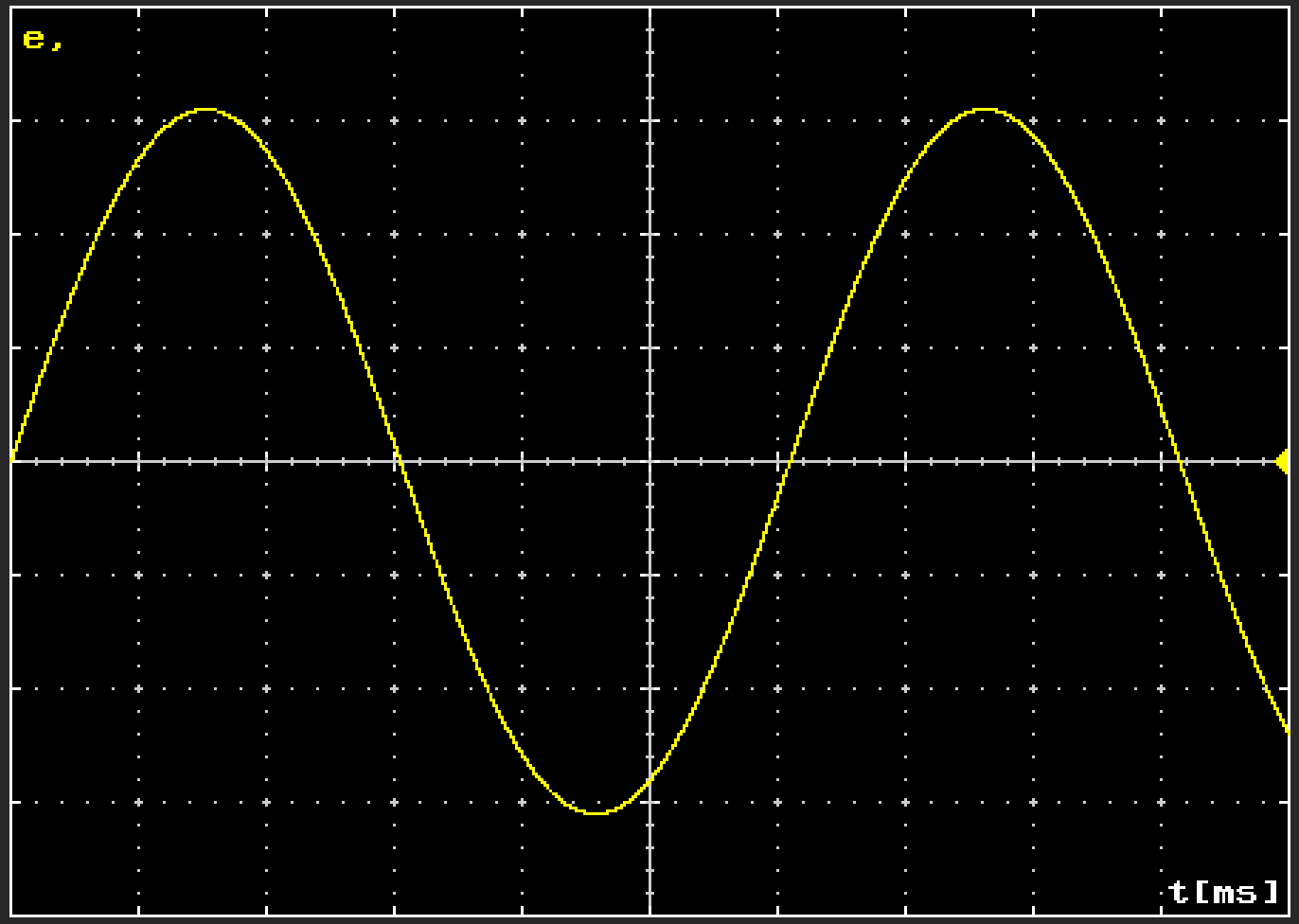
E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T
onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	50	0.2
e[V/div]		i[μA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó
C = 47.0 nF
f = 820 Hz
X_C = 4.130 kΩ

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

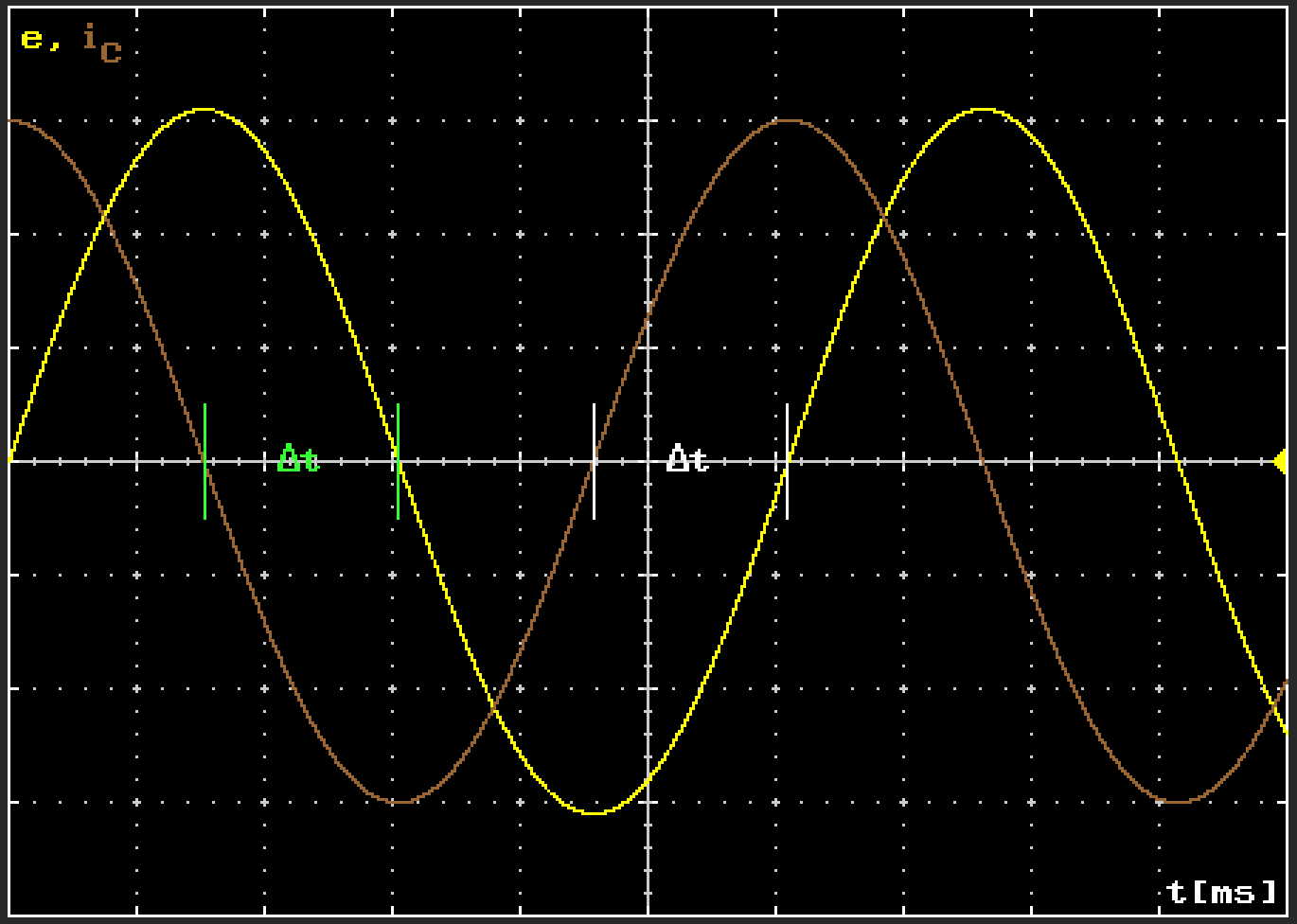
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 820 Hz

X_C = 4.130 kΩ

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 150 µA; $\varphi_C=+90°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=304.9 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

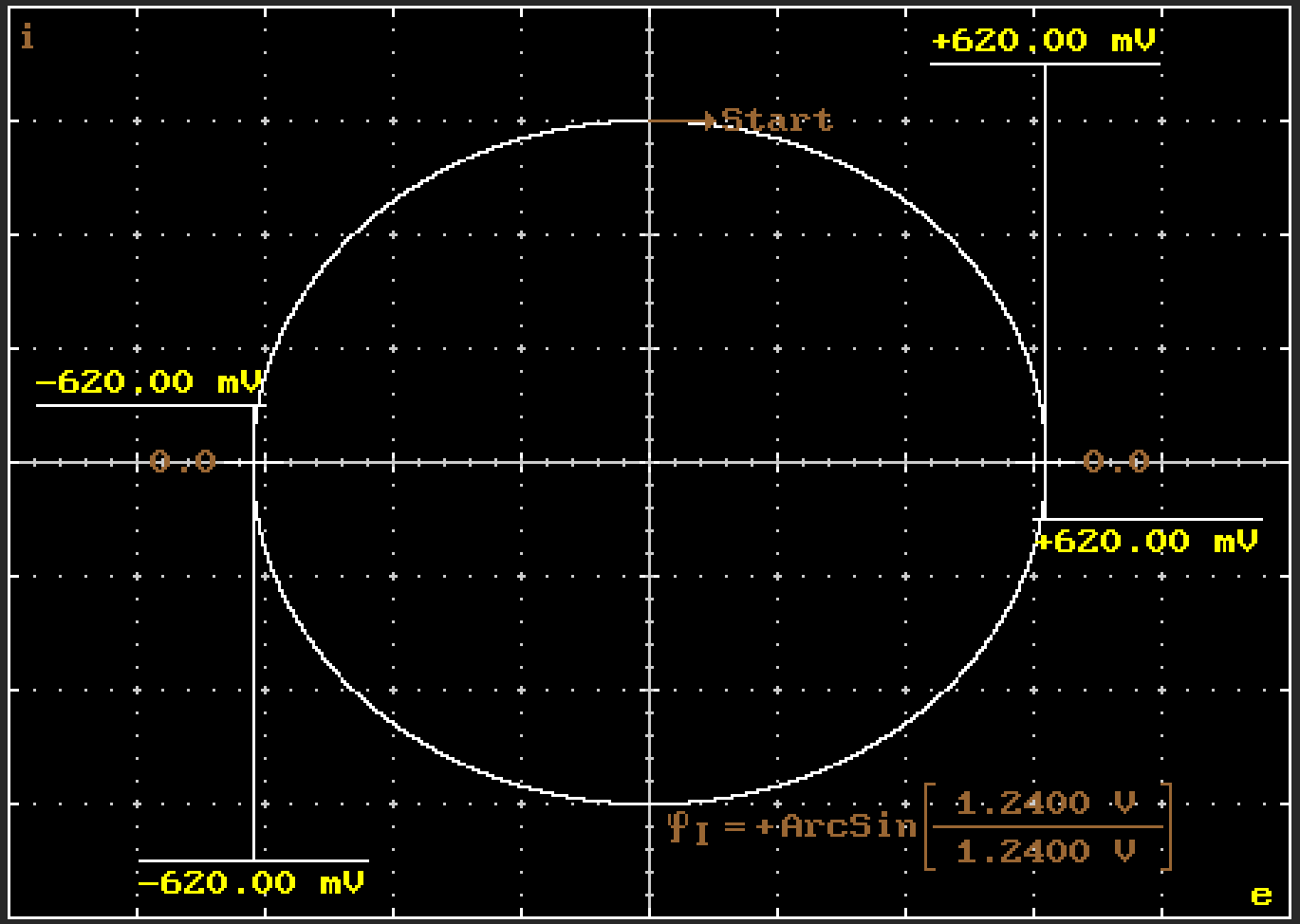
0	0.2	1	50	0.2
e[V/div]		i[µA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 820 Hz

X_C = 4.130 kΩ

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 150 µA; $\varphi_C=+90°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=304.9 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

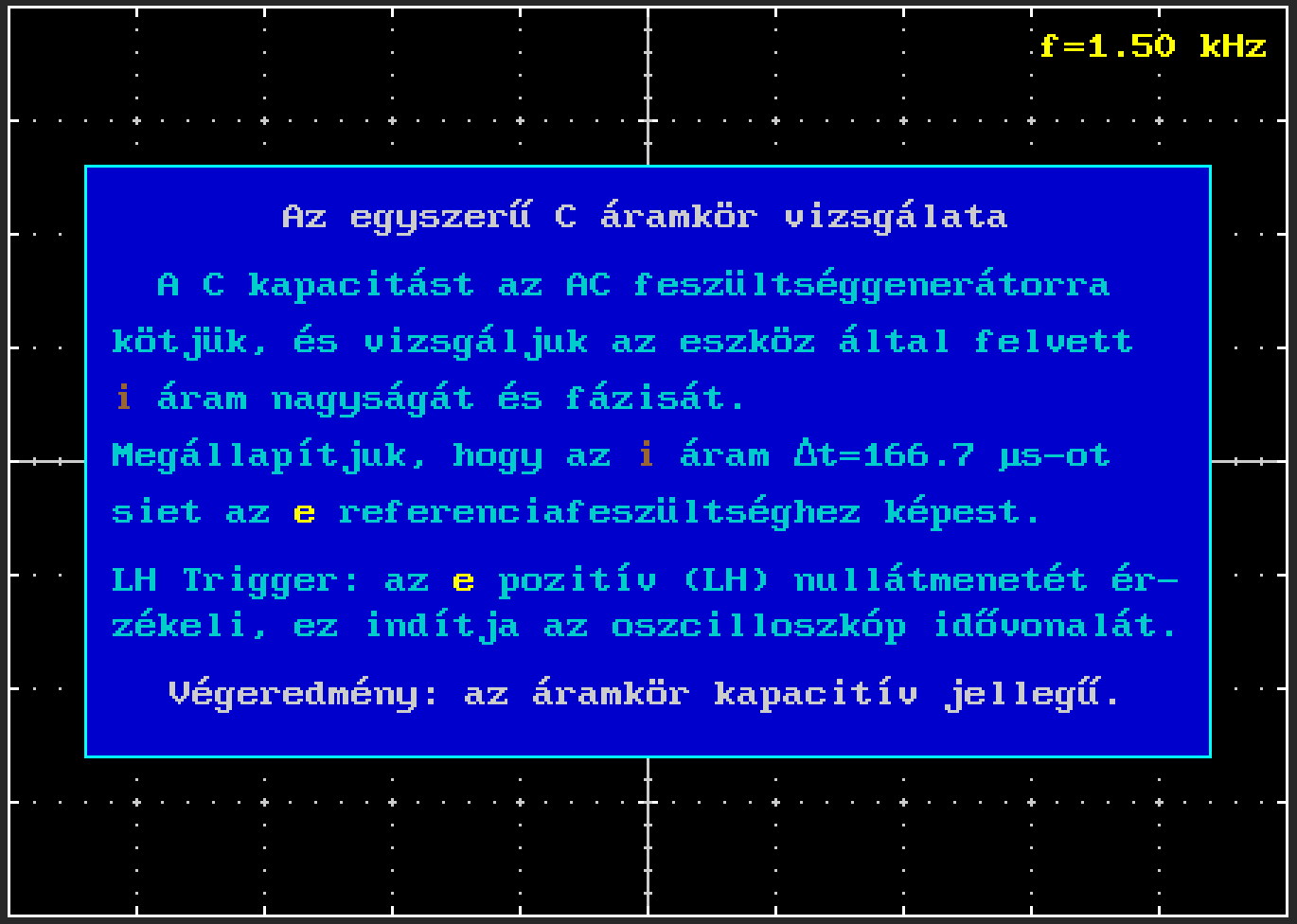
0	0.2	1	50	0.2
e[V/div]		i[µA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



0 0.2 e[V/div]

1 0.1 i[mA/div]

0.1 t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 1.50 kHz

X_C = 2.258 kΩ

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E

I

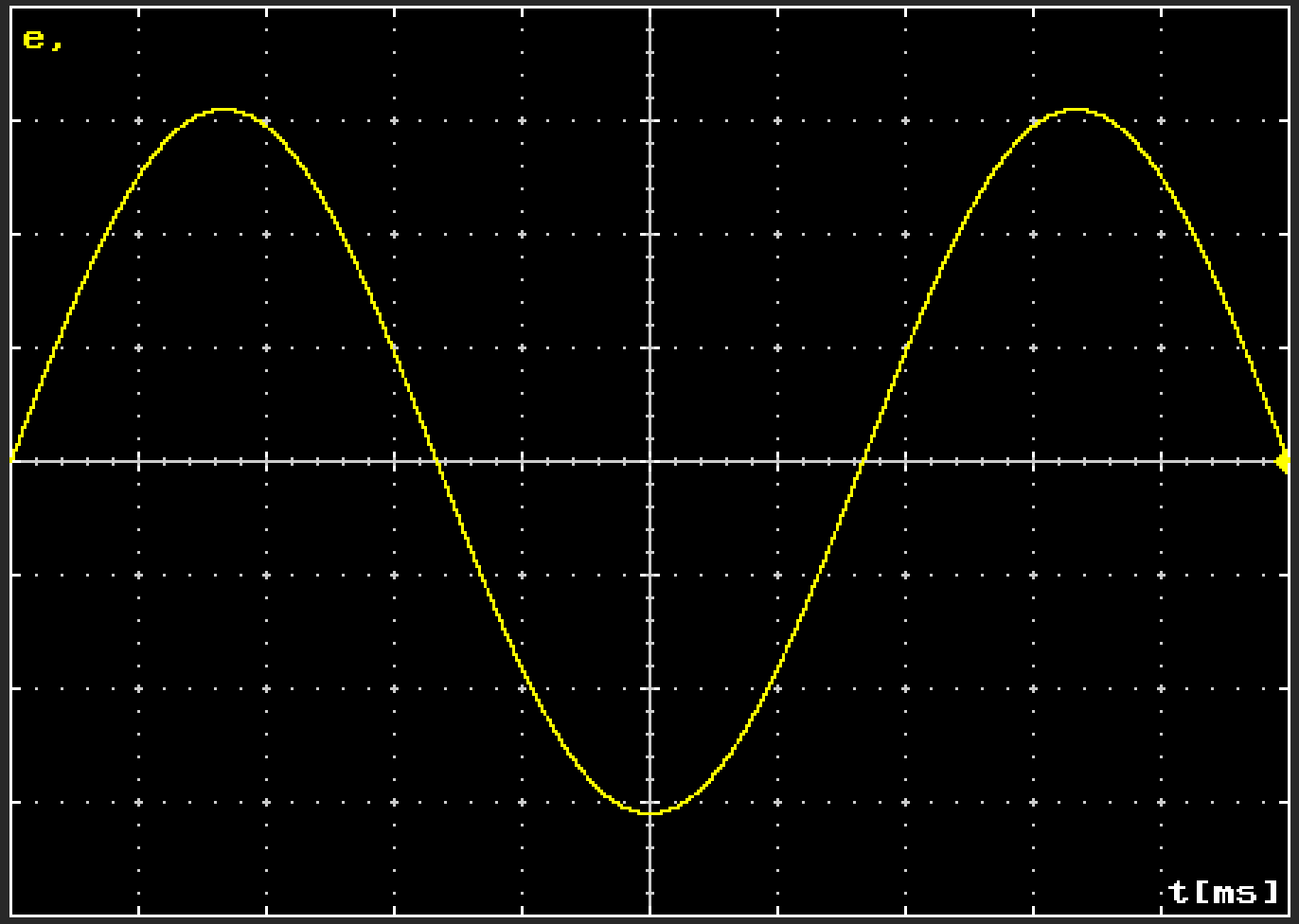
Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	0.1	0.1
e[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 1.50 kHz

X_C = 2.258 kΩ

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

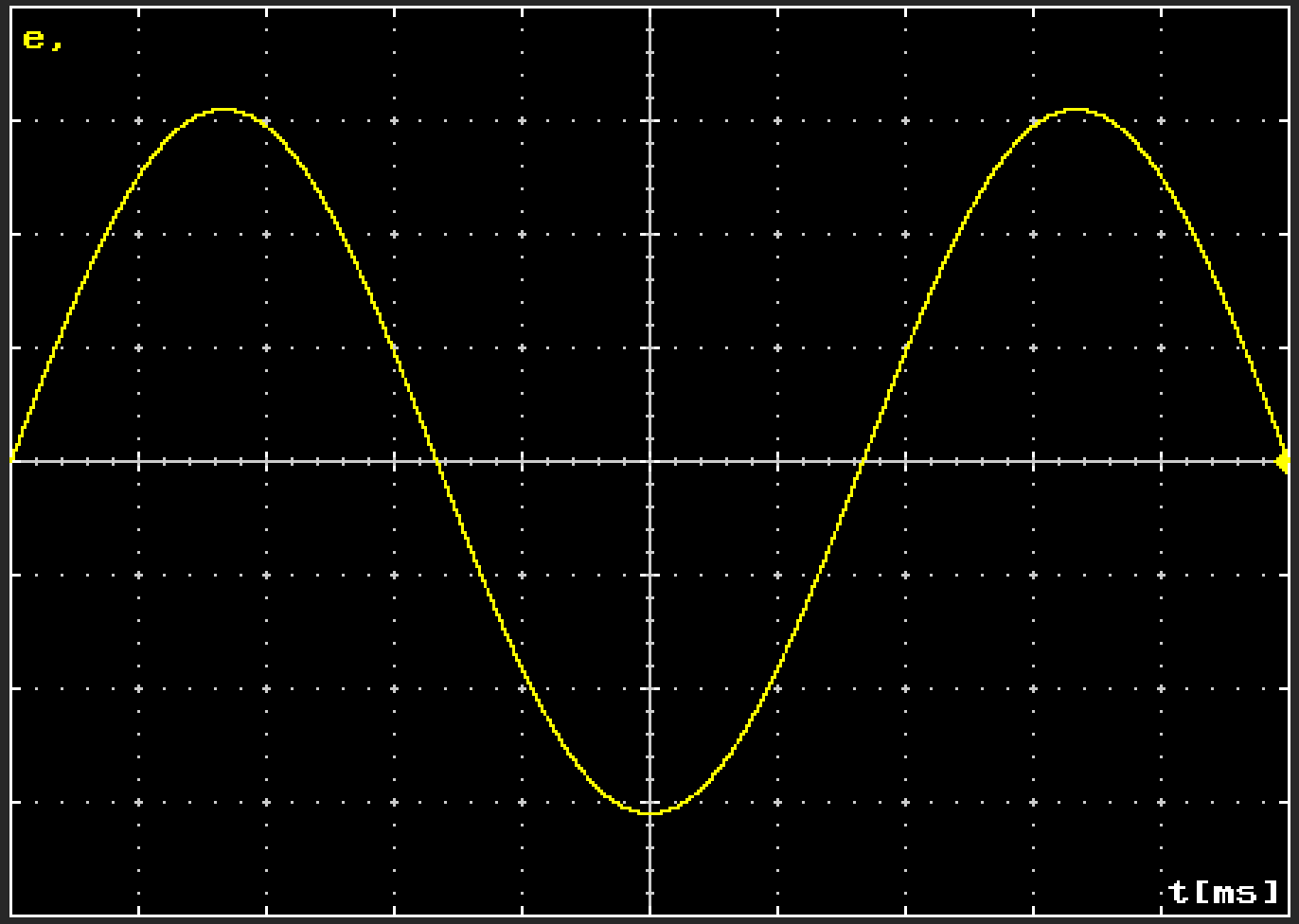
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	0.1	0.1
e[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 1.50 kHz

X_C = 2.258 kΩ

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

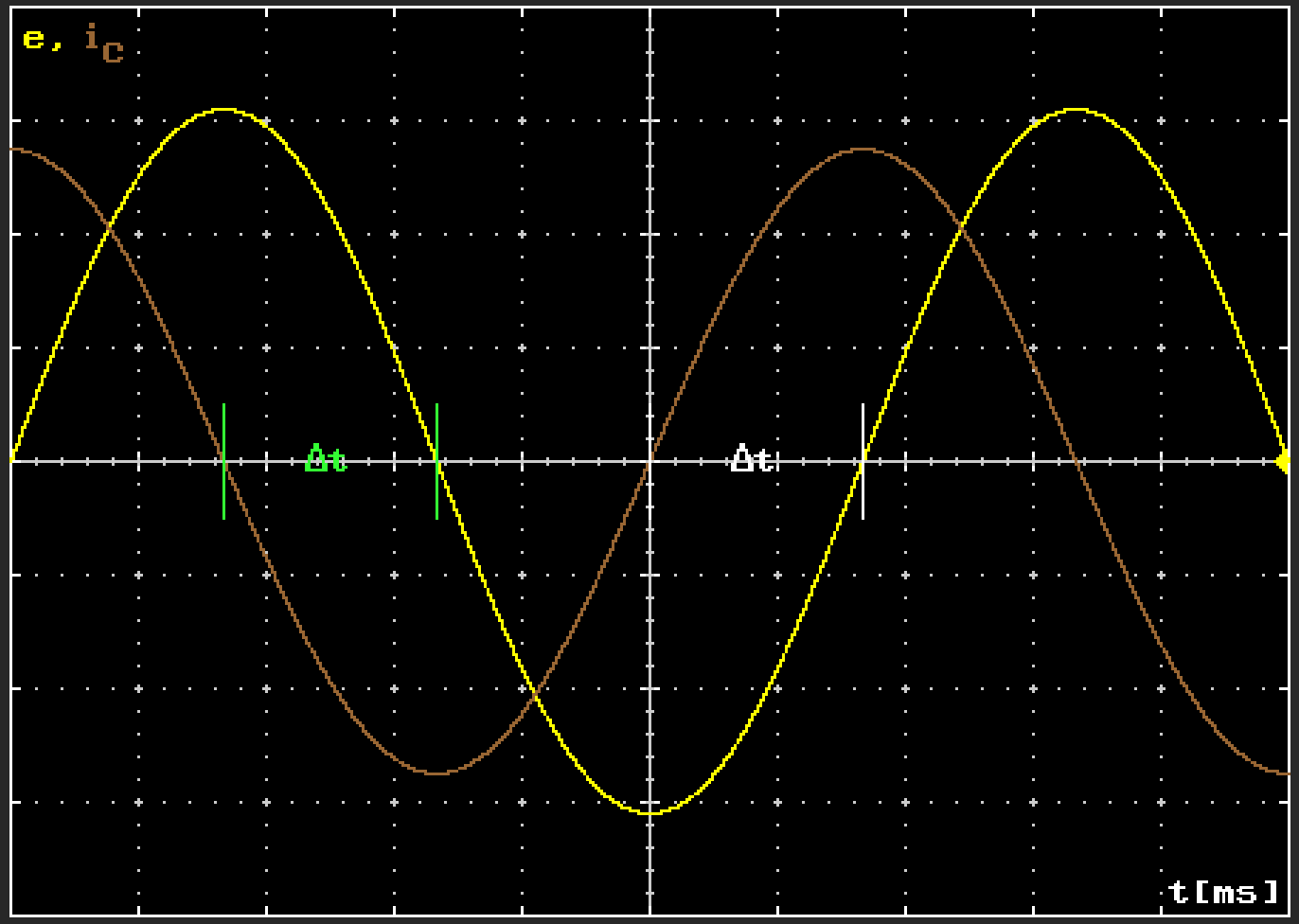
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 1.50 kHz

X_C = 2.258 kΩ

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 275 µA; $\varphi_C=+90°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=166.7 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

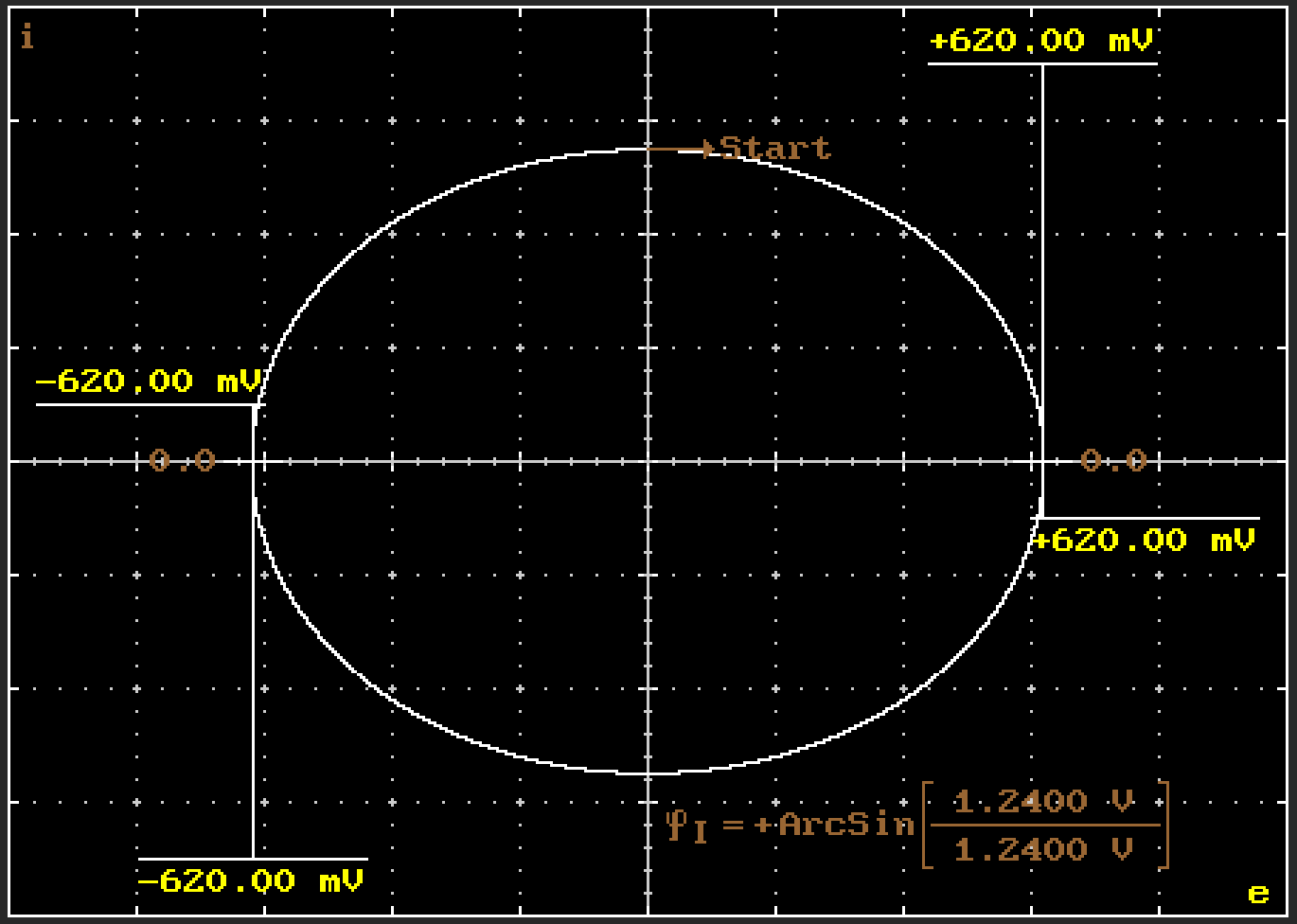
0 0.2	1 0.1	0.1
e[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 1.50 kHz

X_C = 2.258 kΩ

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 275 µA; $\varphi_C=+90°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=166.7 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0 0.2	1 0.1	0.1
e[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör

f=4.30 kHz

Az egyszerű C áramkör vizsgálata

A C kapacitást az AC feszültséggenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszköz által felvett i áram nagyságát és fázisát.

Megállapítjuk, hogy az i áram Δt=58.14 µs-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 4.30 kHz

X_C = 787.5 Ω

Időreferencia: E (trigonometriai irány)

E

I

Az egyszerű R, L, C, áramkörök konstrukciós adatainak megválasztásánál a megvalósíthatóságot tartottuk a legfontosabbnak (lásd PhET: 50 mF). A három frekvenciát az E24-es értéksorozatból, körülbelül 1-2-5 lépésközűre választottuk.

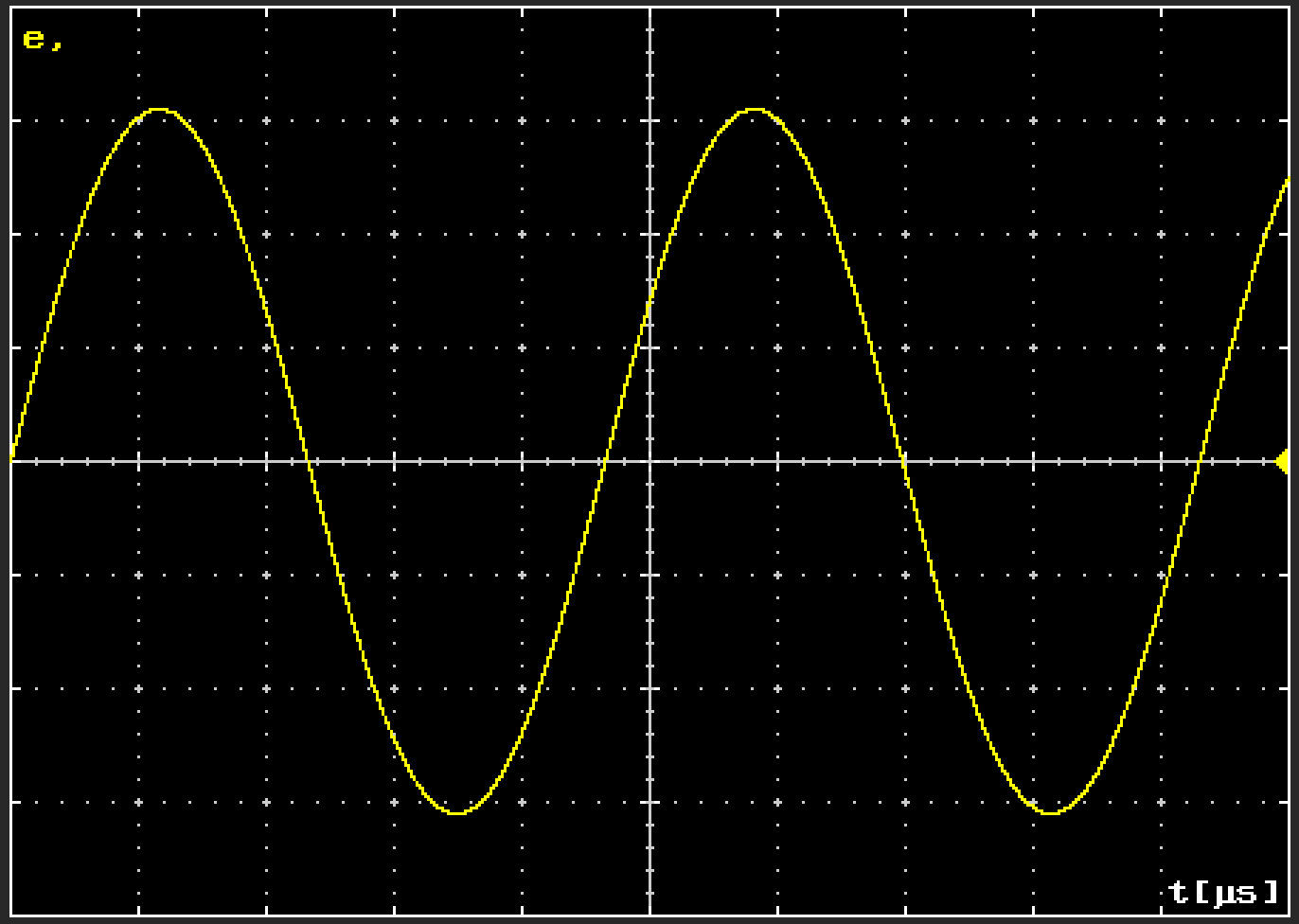
0	0.2	↑↓	1	0.5	↑↓	50	↑↓
e[V/div]			i[mA/div]			t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	0.5	50
e[V/div]		i[mA/div]		t[µs/div]

Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 4.30 kHz

X_C = 787.5 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

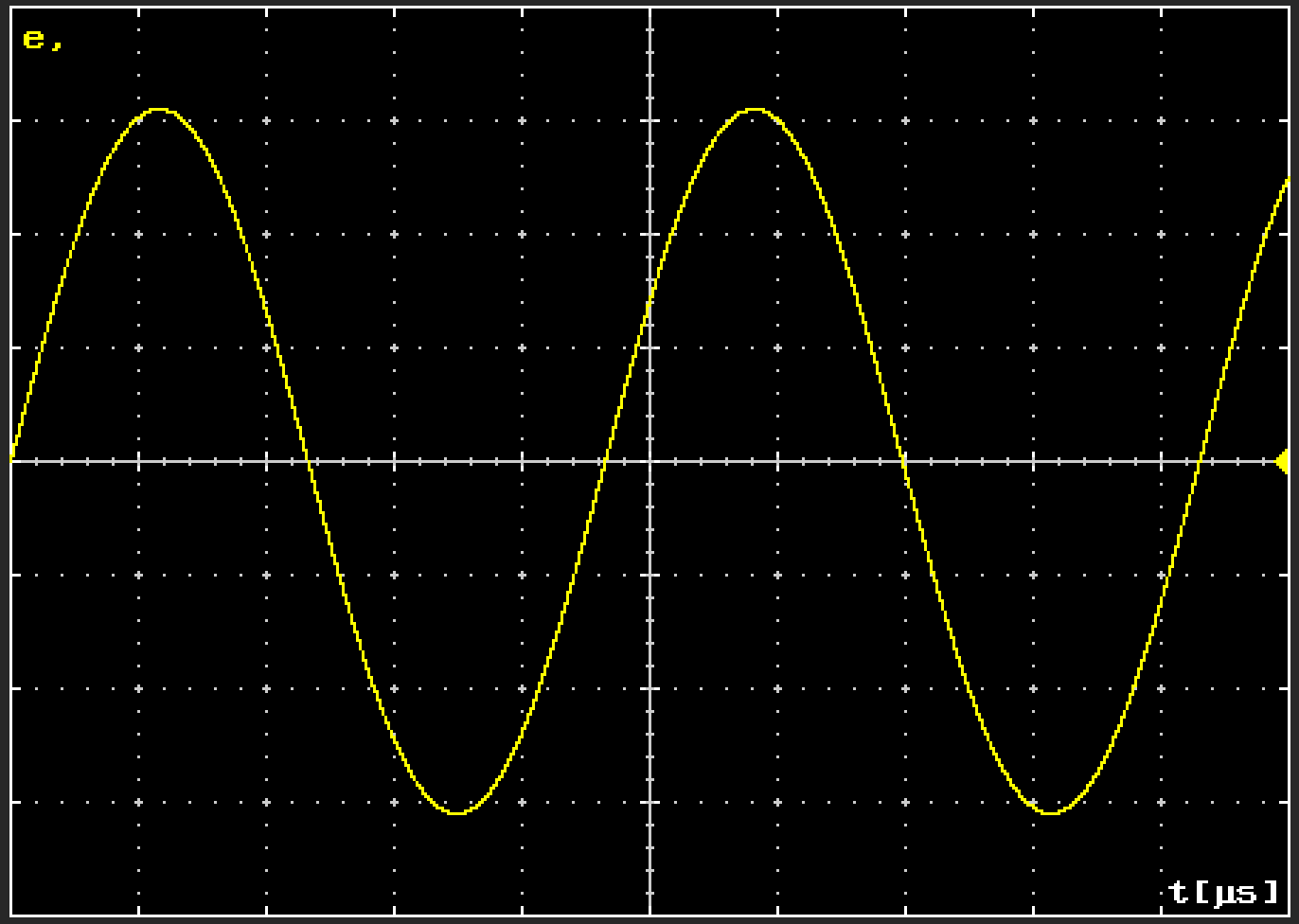
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	0.5	50
e[V/div]		i[mA/div]		t[µs/div]

Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 4.30 kHz

X_C = 787.5 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

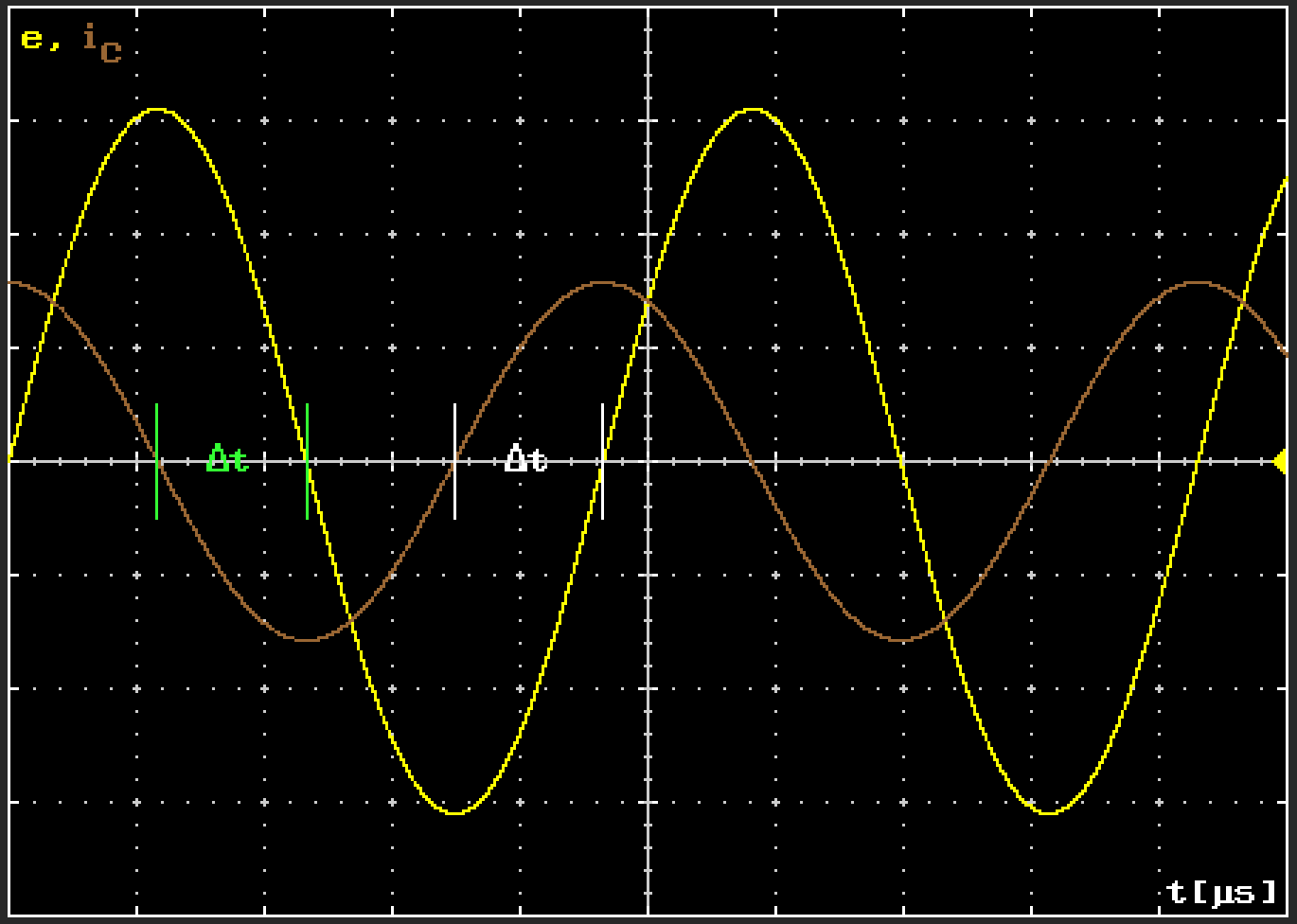
I

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó
C = 47.0 nF
f = 4.30 kHz
X_C = 787.5 Ω

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 787 µA; $\varphi_C=+90°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=58.14 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

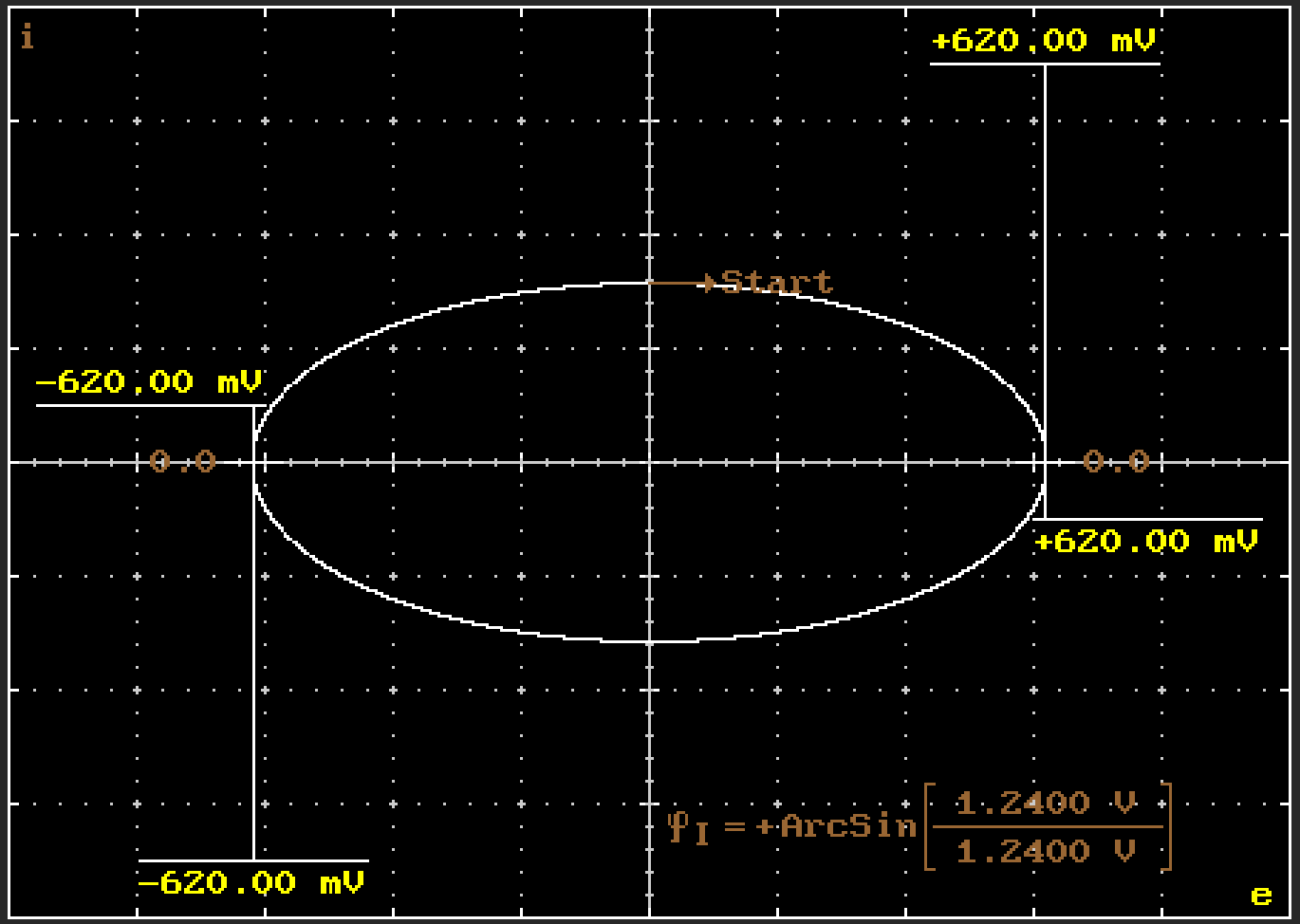
0	0.2	1	0.5	50
e[V/div]		i[mA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

onlyC

Elemi R, L, C áramkörök – egyszerű C áramkör



Alapadatok:

E_0 = 620 mV, állandó

C = 47.0 nF

f = 4.30 kHz

X_C = 787.5 Ω

Időreferencia: E

(trigonometriai irány)

E 620 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I 787 µA; $\varphi_C=+90°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=58.14 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0 0.2	1 0.5	50
e[V/div]	i[mA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör

Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f =
Z = 289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

Egy soros RL áramkör vizsgálata
három frekvencián:
110 Hz, 220 Hz, 560 Hz
Főcímlap + 3x9 = 27 oszcillogram - [52..79]

I
U_R
U_L
E_0

0	1	1	0.2	2	0.1	3	0.2	2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör

f=110 Hz

A soros RL áramkör vizsgálata

Az L induktivitást és a vele sorba kötött R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az elemeken fellépő feszültségeket. Megállapítjuk, hogy az e Δt=530.4 µs-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 110 Hz
Z = 289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
E_0

Az sRL és a pRL áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

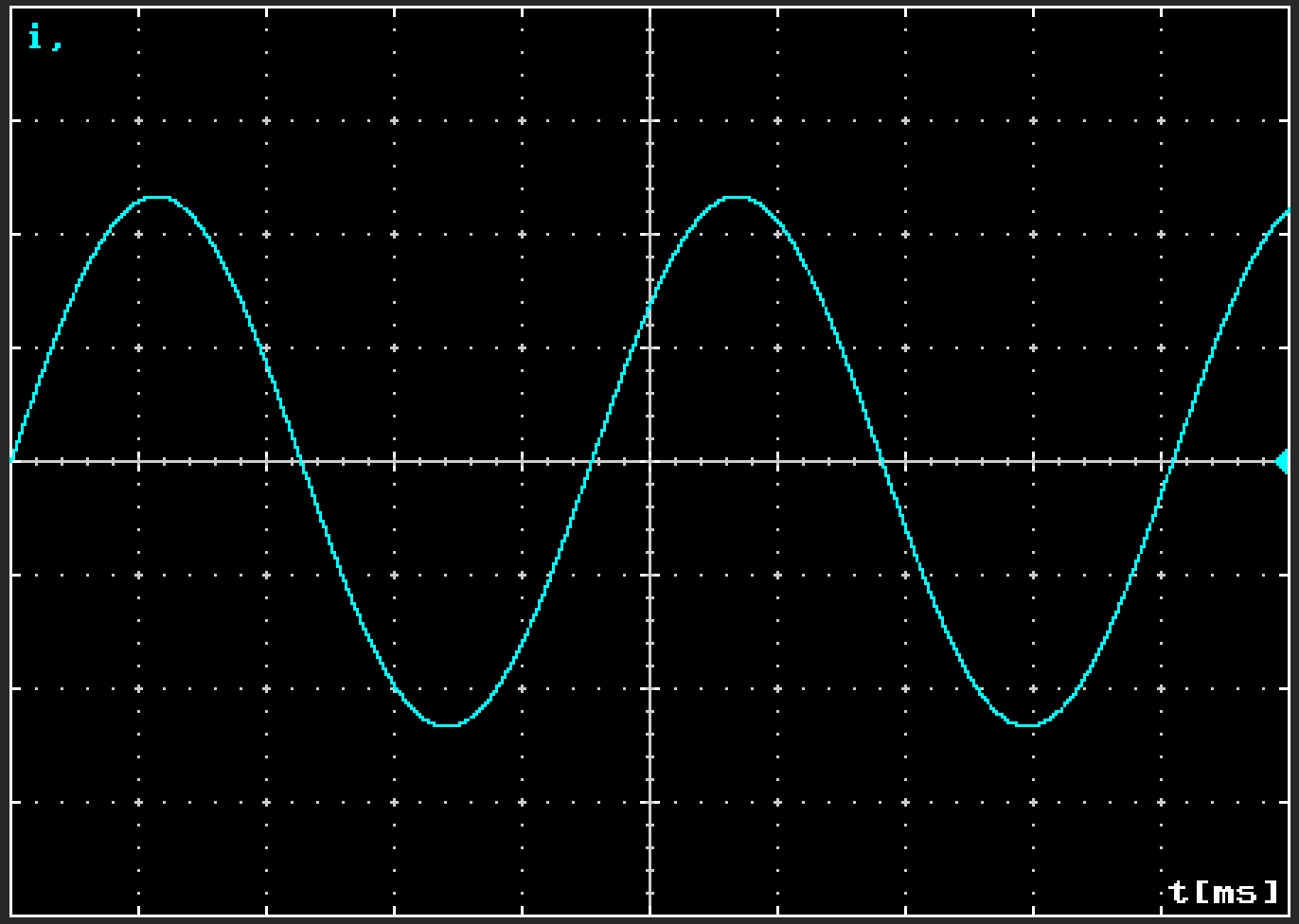
0	1	1	0.2	2	0.1	3	0.2	2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



LH Trigger

0	1	1	0.2	2	0.1	3	0.2	2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 110 Hz
Z = 289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.33 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

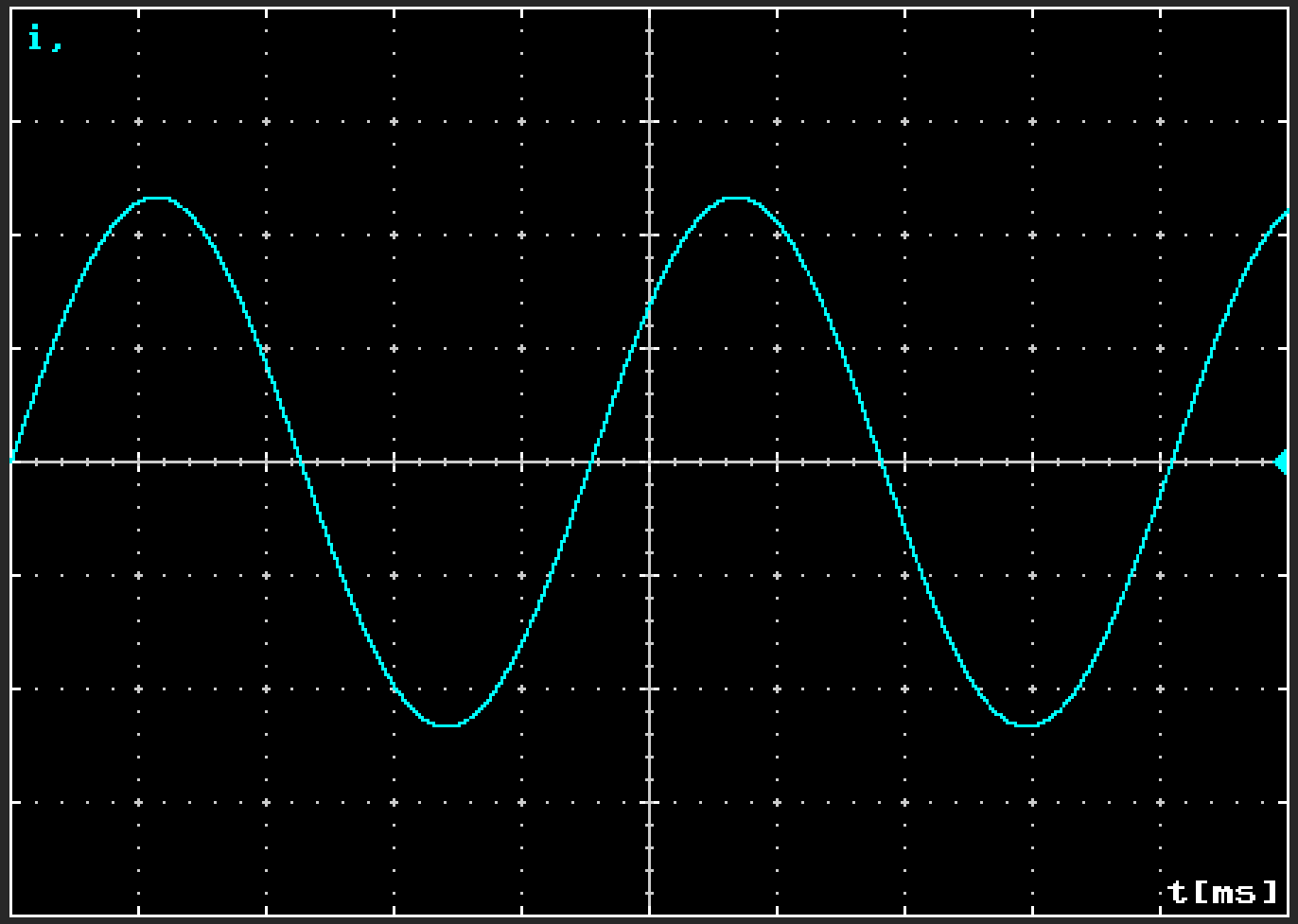
E_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



LH Trigger

0	1	1	0.2	2	0.1	3	0.2	2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 110 Hz
Z = 289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.33 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

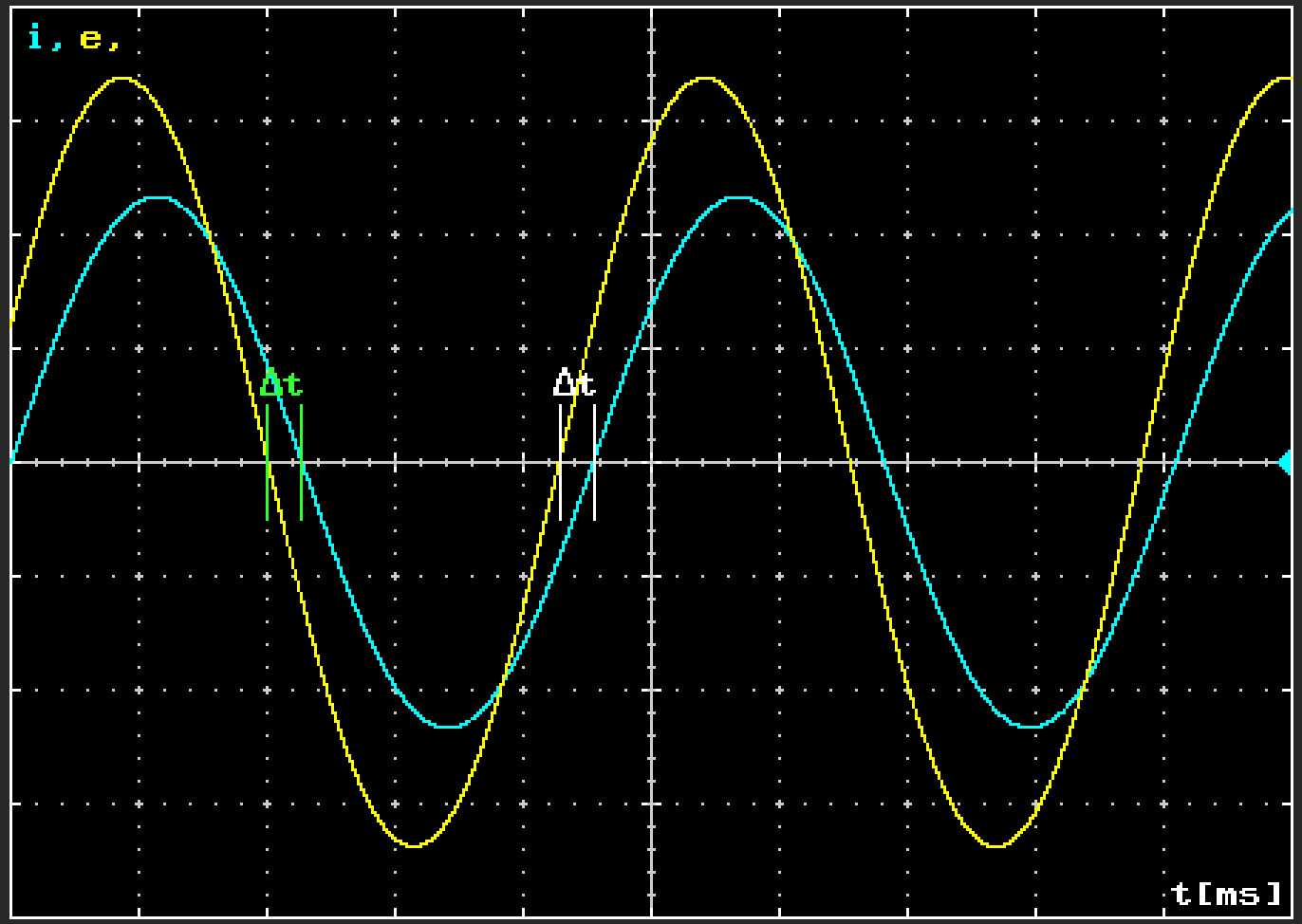
E_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 110 Hz
Z = 289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.33 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

E_0 675 mV; $\varphi_E=+21.01°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=530.4 μs-ot siet, az áramkör induktív

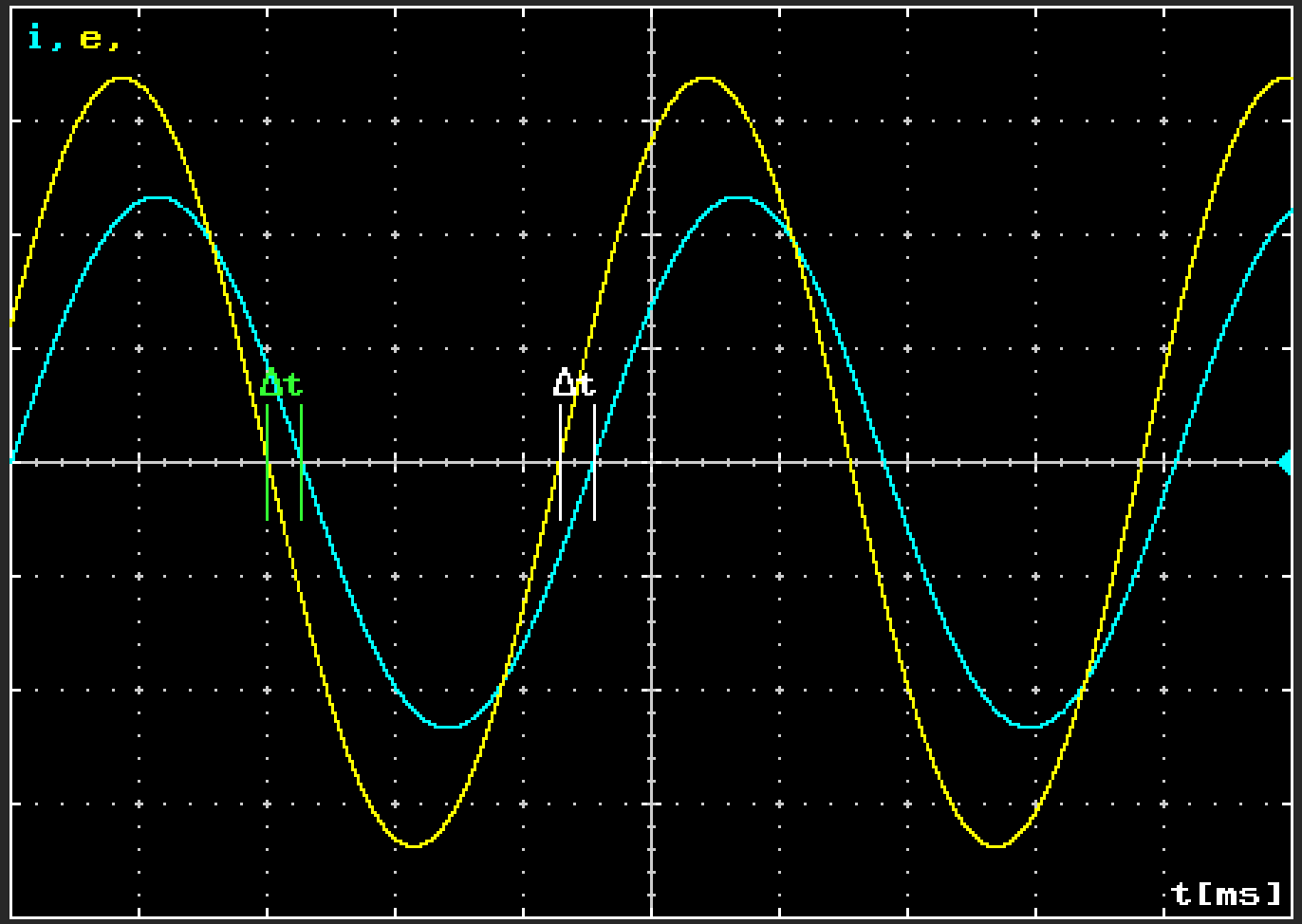
0	1	1	0.2	2	0.1	3	0.2	2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 110 Hz
Z = 289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.33 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

E_0 675 mV; $\varphi_E=+21.01°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=530.4 μs-ot siet, az áramkör induktív

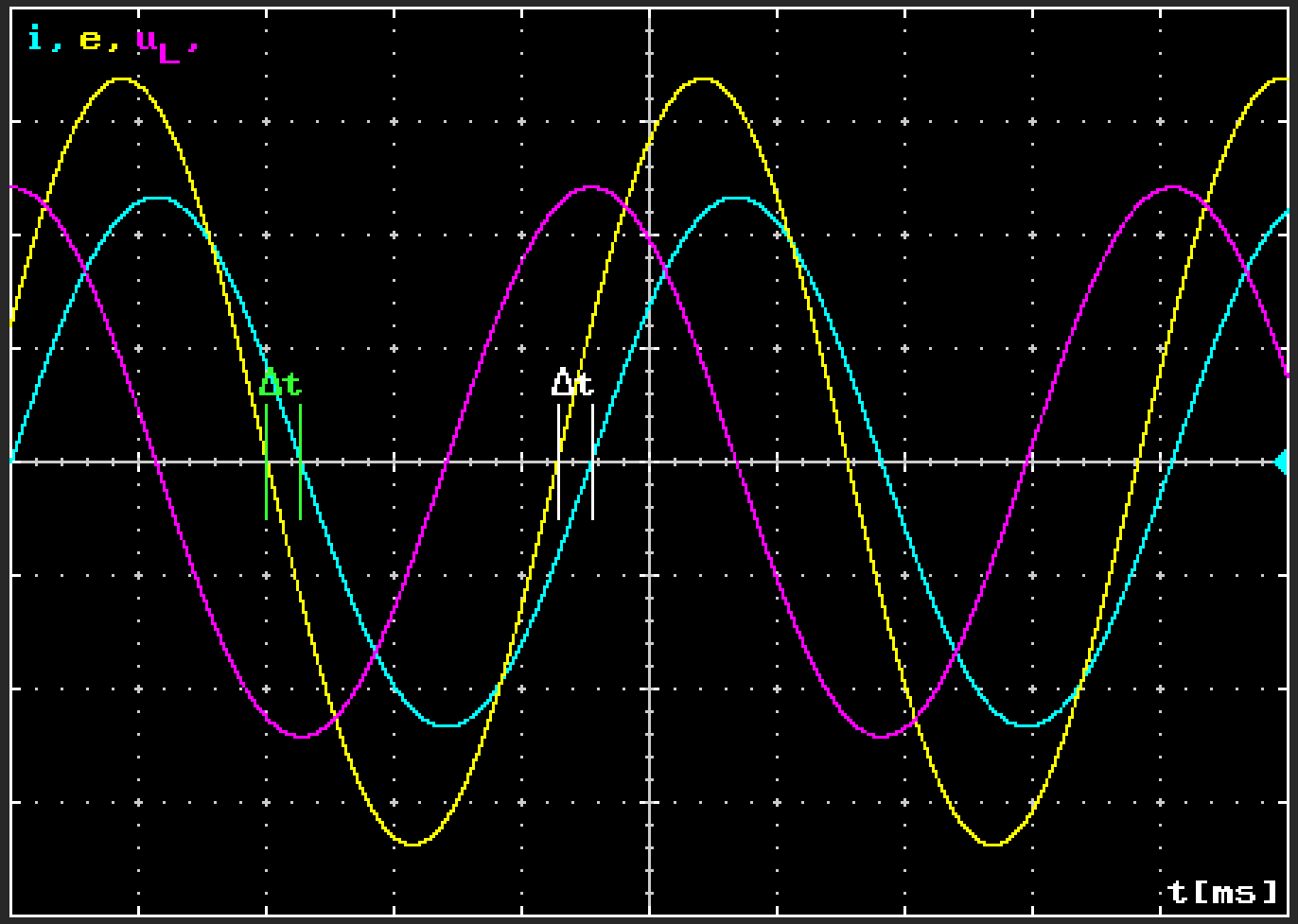
0 1	1 0.2	2 0.1	3 0.2	2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 110 Hz
Z = 289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.33 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	241.96 mV; $\varphi_L=+90°$
E_0	675 mV; $\varphi_E=+21.01°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=530.4 µs-ot siet, az áramkör induktív

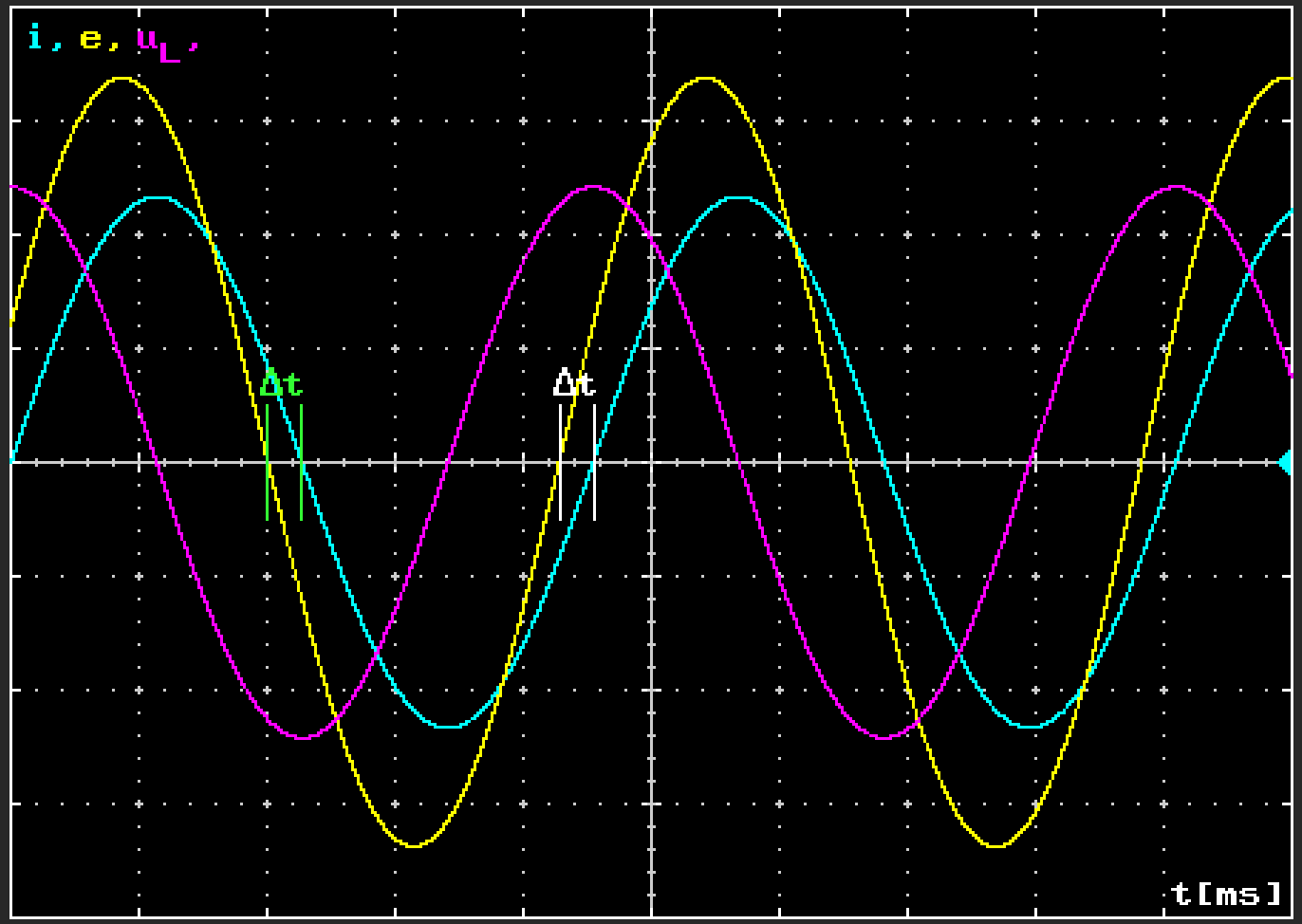
0 1	1 0.2	2 0.1	3 0.2	2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 110 Hz
Z = 289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.33 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	241.96 mV; $\varphi_L=+90°$
E_0	675 mV; $\varphi_E=+21.01°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=530.4 µs-ot siet, az áramkör induktív

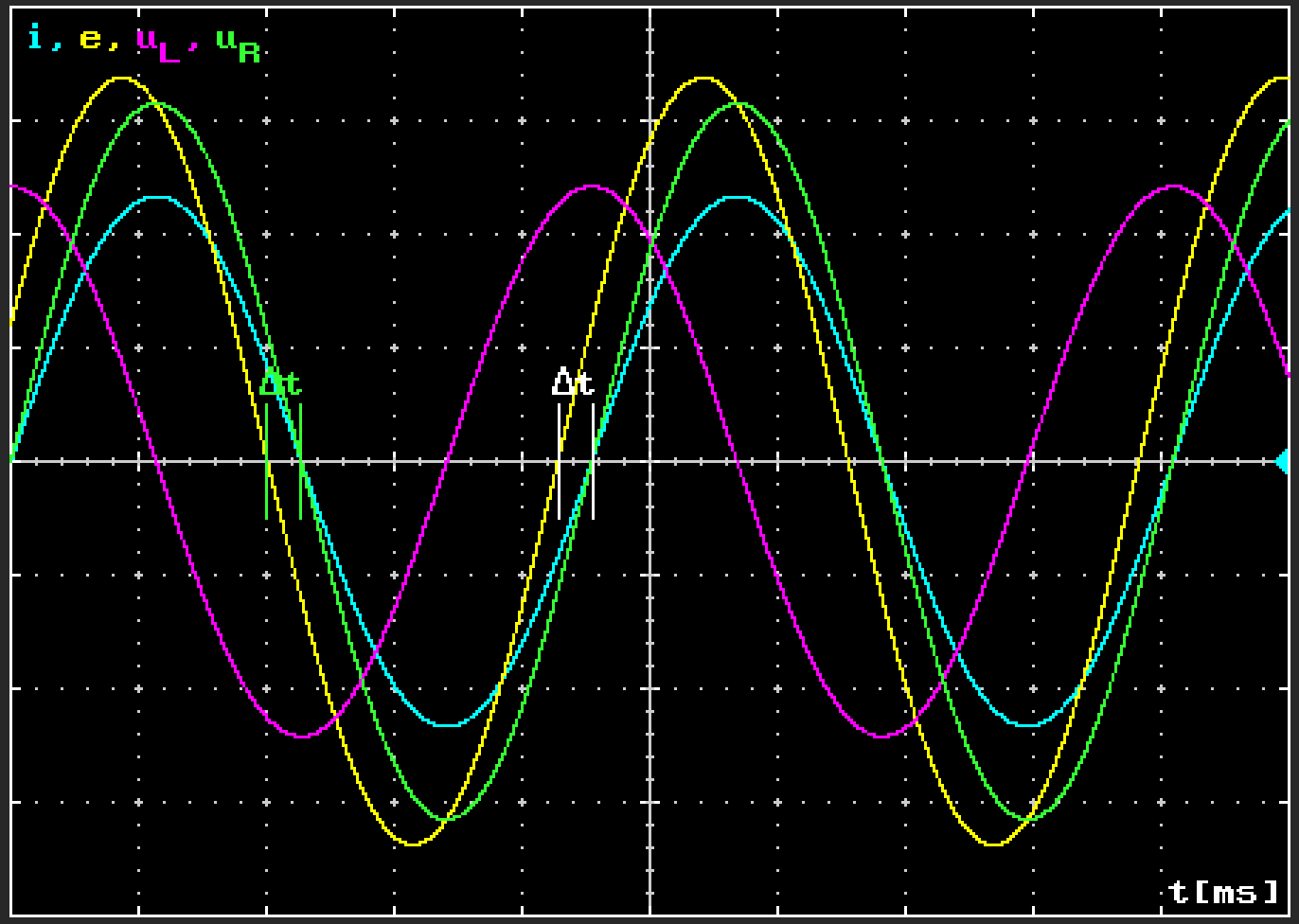
0 1	1 0.2	2 0.1	3 0.2	2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0	=	675 mV, állandó
R	=	270 Ω
L	=	150 mH
f	=	110 Hz
Z	=	289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.33 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	630.14 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	241.96 mV; $\varphi_L=+90°$
E_0	675 mV; $\varphi_E=+21.01°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=530.4 µs-ot siet, az áramkör induktív

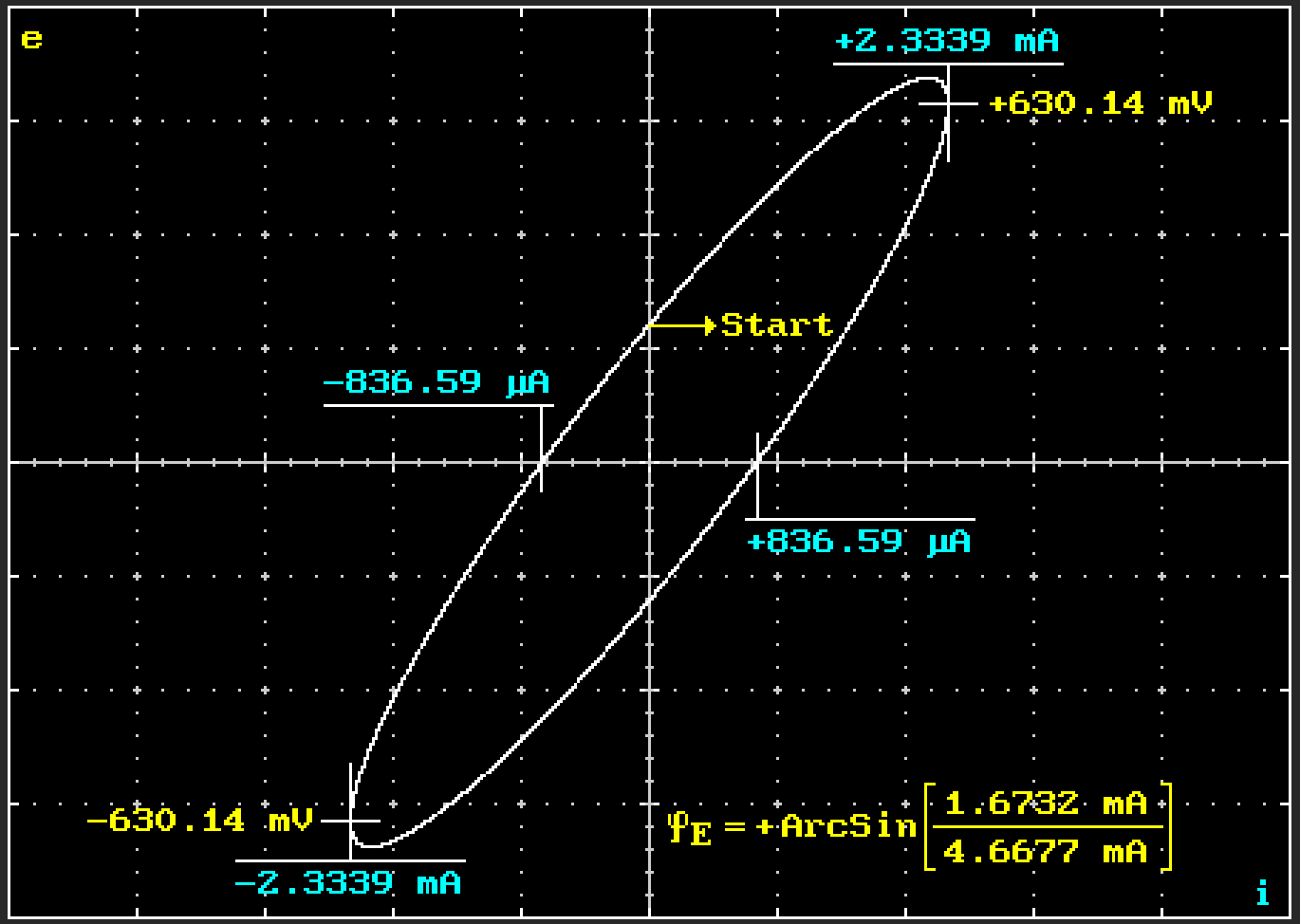
0	1	1	0.2	2	0.1	3	0.2		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 110 Hz
Z = 289.2 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.33 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	630.14 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	241.96 mV; $\varphi_L=+90°$
E_0	675 mV; $\varphi_E=+21.01°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=530.4 µs-ot siet, az áramkör induktív

0 1	1 0.2	2 0.1	3 0.2	2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Soros áramkörök – RL áramkör

f=220 Hz

A soros RL áramkör vizsgálata

Az L induktivitást és a vele sorba kötött R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az elemeken fellépő feszültségeket. Megállapítjuk, hogy az e Δt=473.8 µs-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 220 Hz
Z = 340.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
E_0

Az sRL és a pRL áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

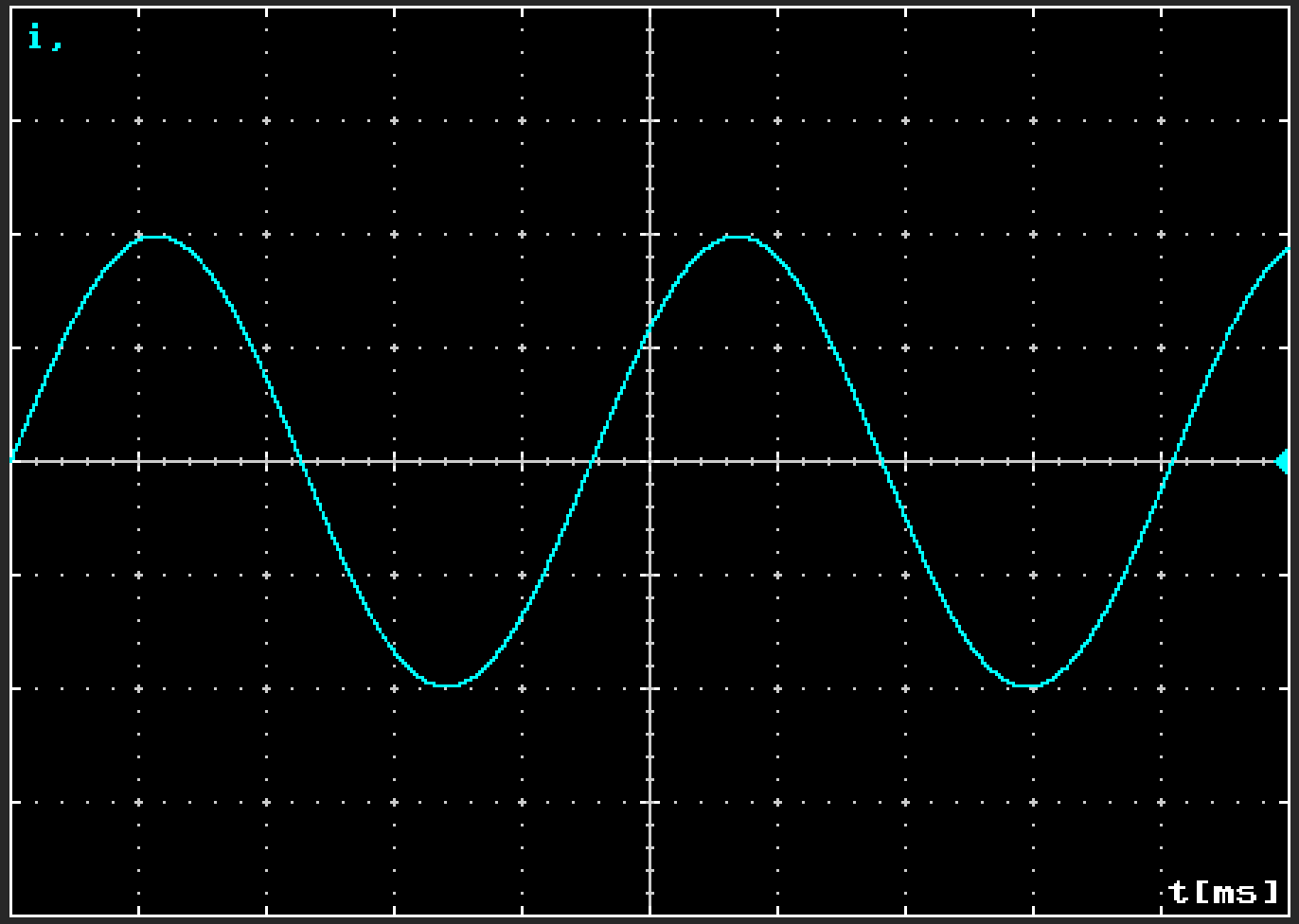
0	1	1	0.2	2	0.2	3	0.2		1
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



LH Trigger

0	1	1	0.2	2	0.2	3	0.2		1
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 220 Hz
Z = 340.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.98 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

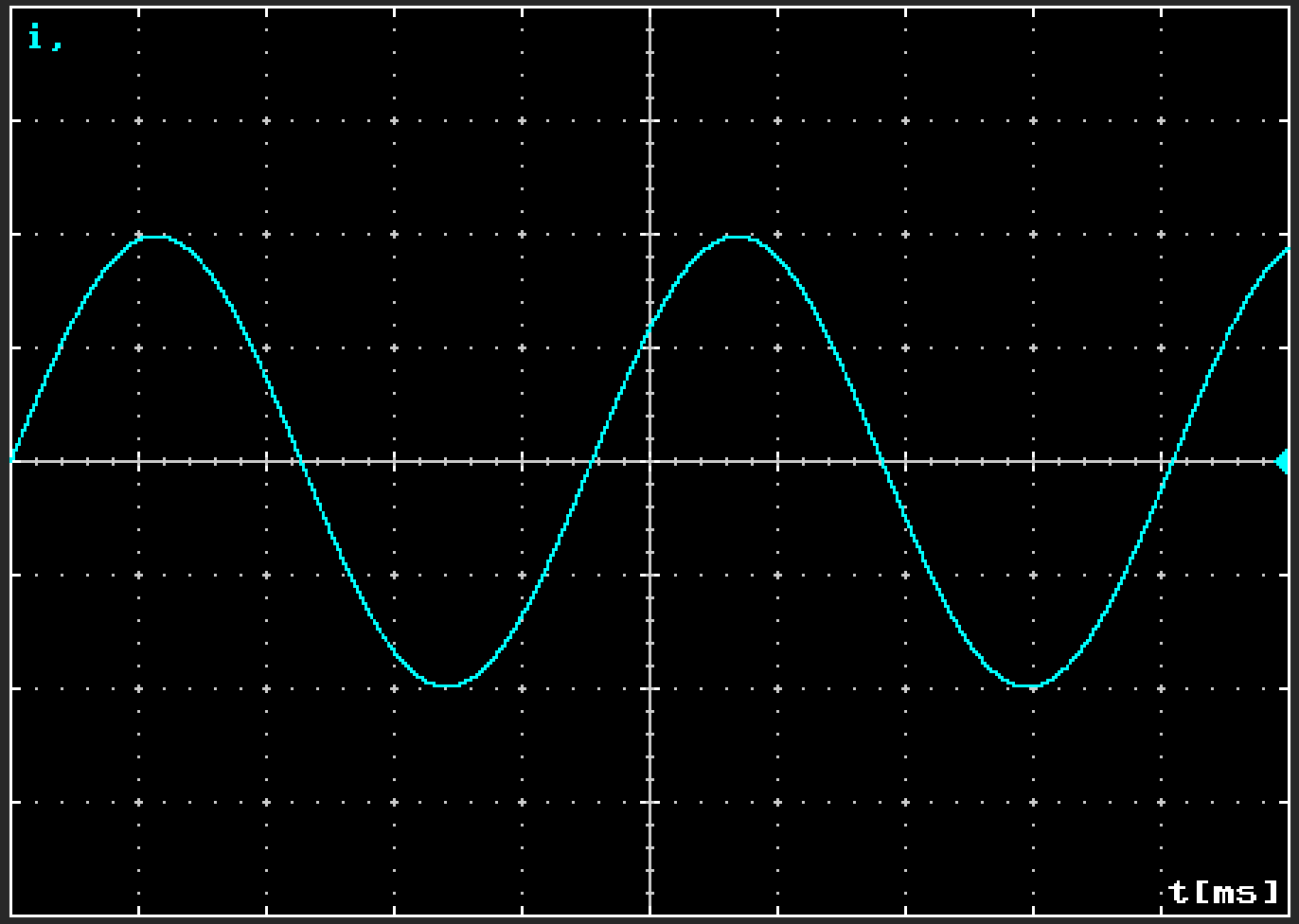
E_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 220 Hz
Z = 340.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.98 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

E_0

LH Trigger

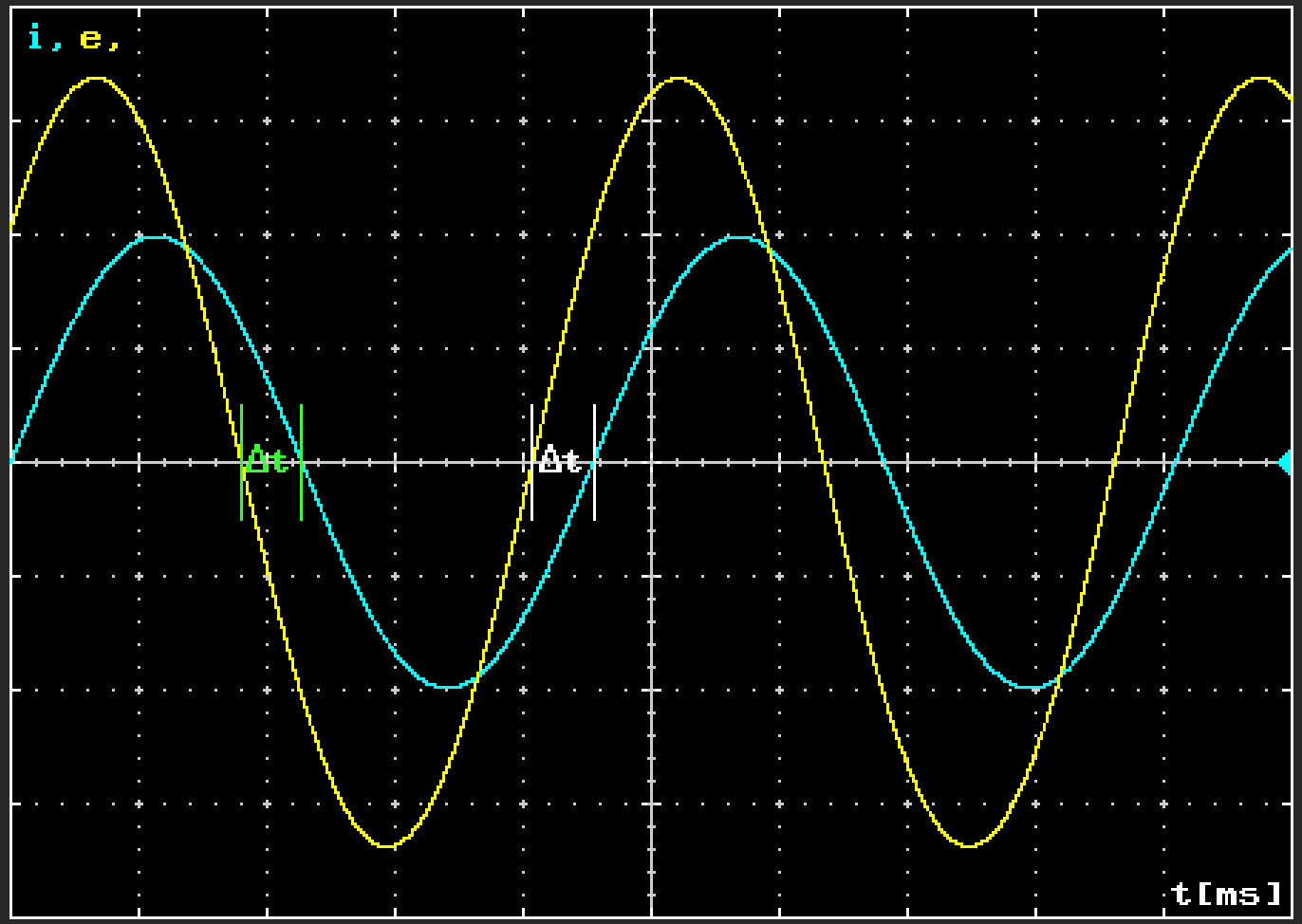
0	1	1	0.2	2	0.2	3	0.2		1
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 220 Hz
Z = 340.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.98 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

E_0 675 mV; $\varphi_E=+37.52°$

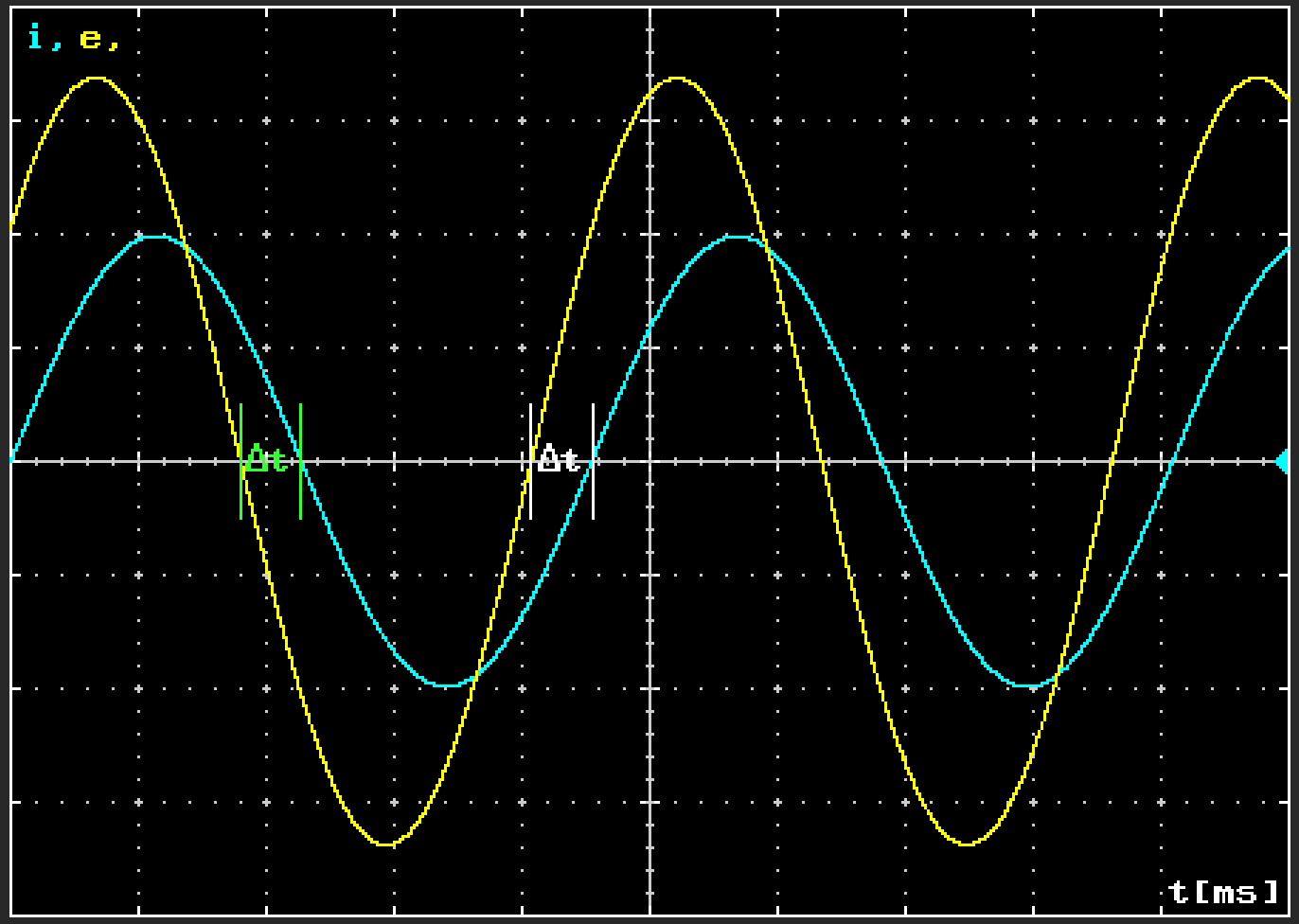
LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=473.8 μs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	0.2	2	0.2	3	0.2		1
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 220 Hz
Z = 340.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.98 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

E_0 675 mV; $\varphi_E=+37.52°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=473.8 μs-ot siet, az áramkör induktív

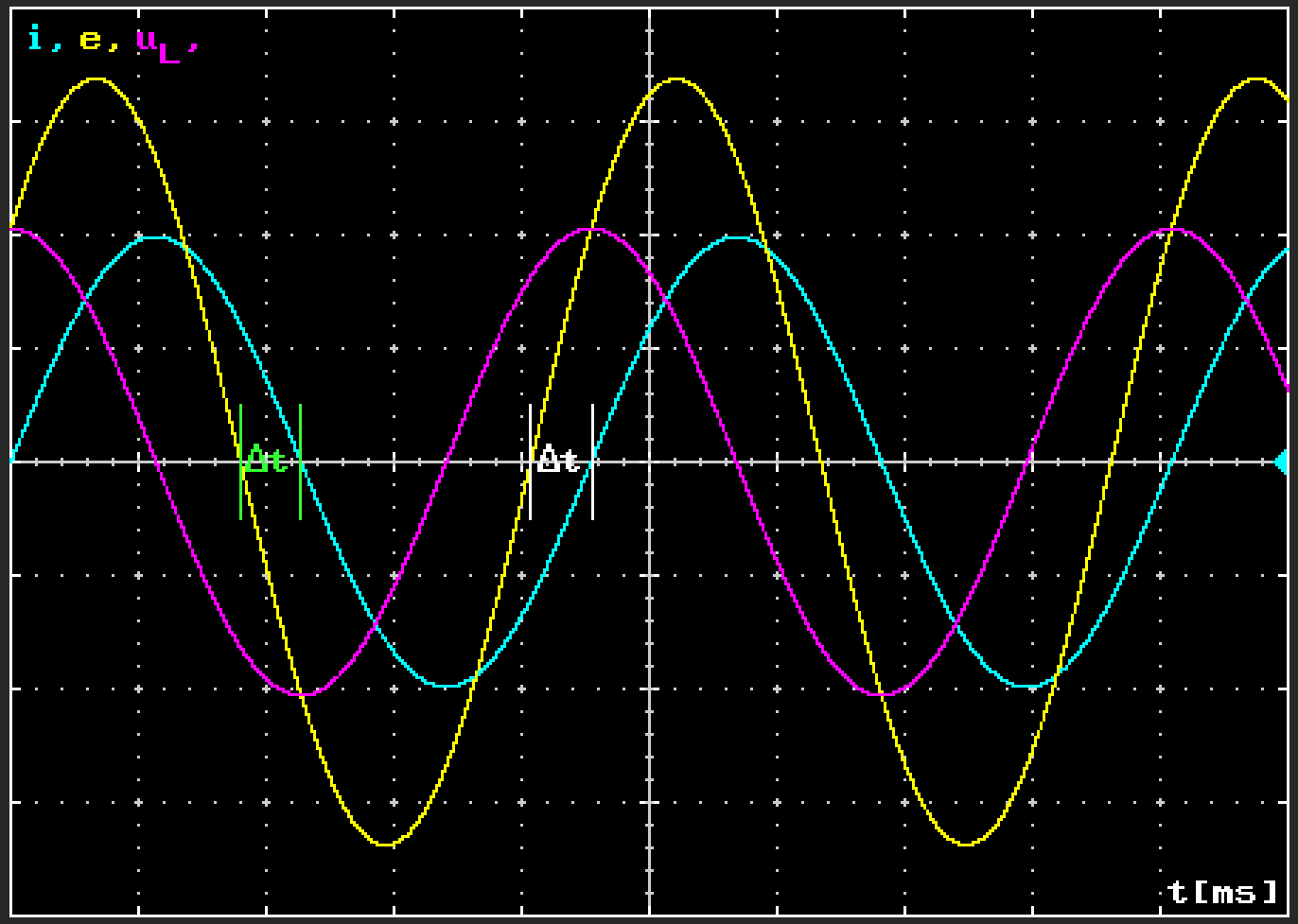
0	1	1	0.2	2	0.2	3	0.2		1
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 220 Hz
Z = 340.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.98 mA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	411.12 mV; φ_L=+90°
E_0	675 mV; φ_E=+37.52°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=473.8 μs-ot siet, az áramkör induktív

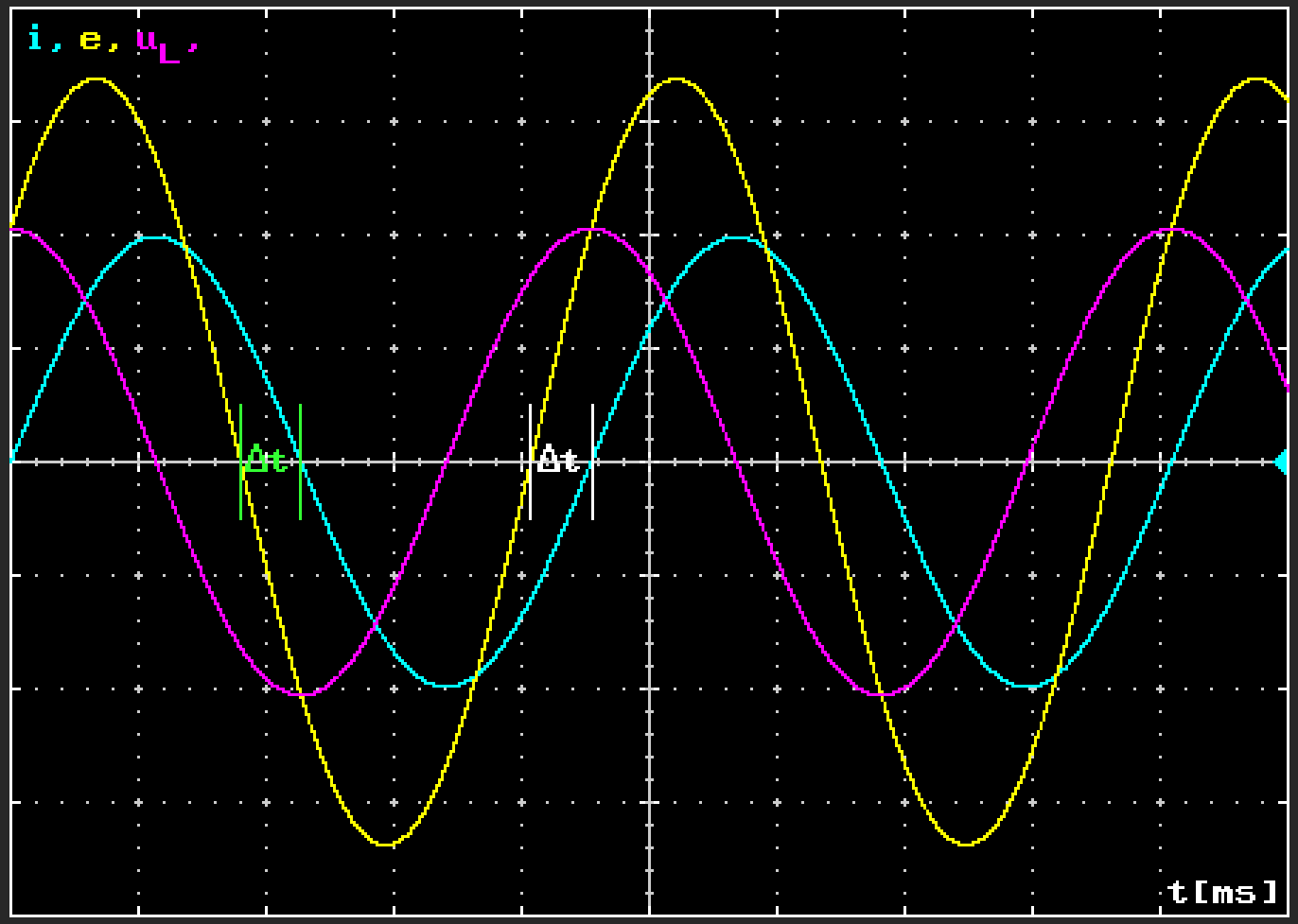
0	1	1	0.2	2	0.2	3	0.2		1
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 220 Hz
Z = 340.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.98 mA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	411.12 mV; φ_L=+90°
E_0	675 mV; φ_E=+37.52°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=473.8 μs-ot siet, az áramkör induktív

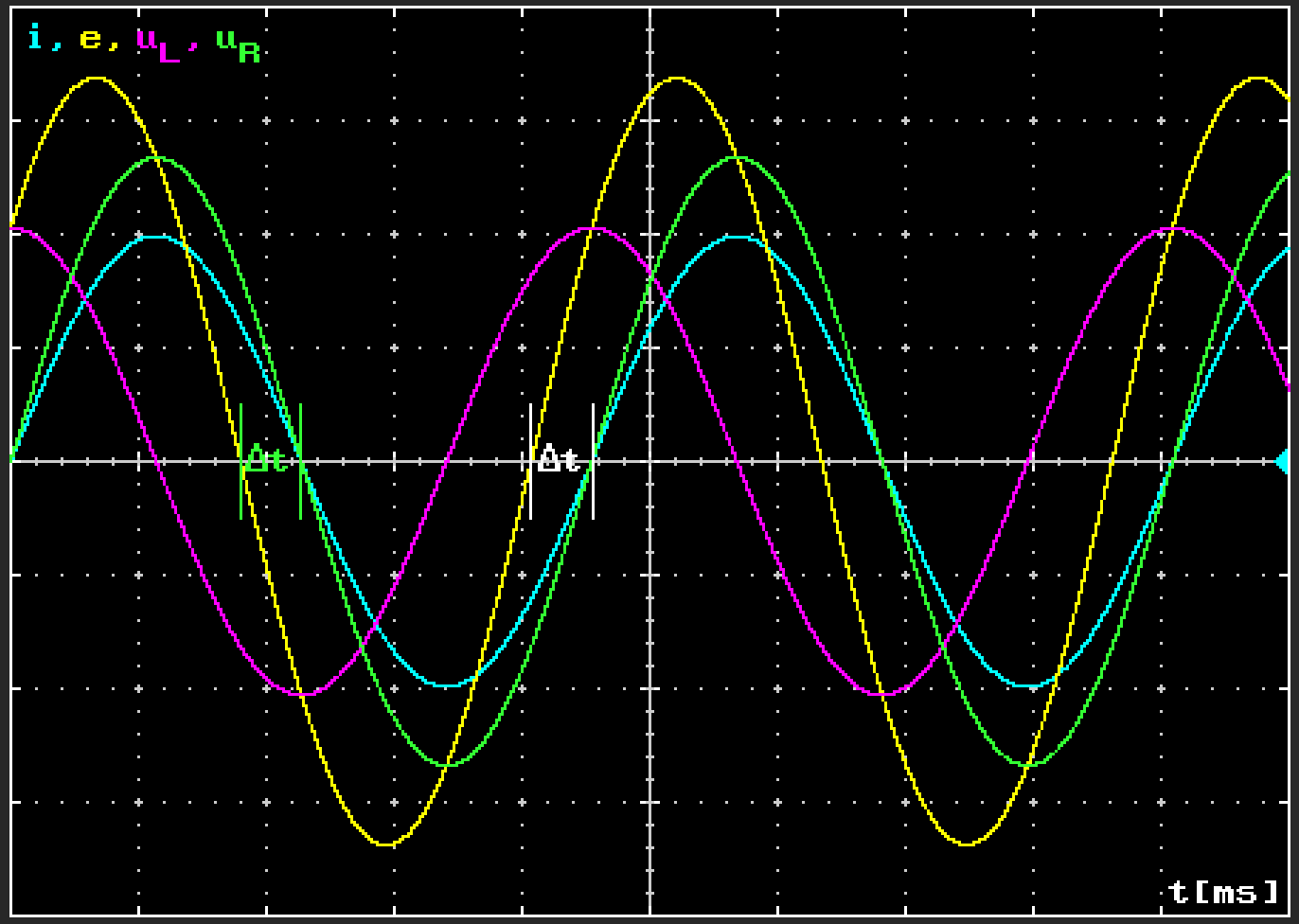
0	1	1	0.2	2	0.2	3	0.2		1
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0	=	675 mV, állandó
R	=	270 Ω
L	=	150 mH
f	=	220 Hz
Z	=	340.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.98 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	535.35 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	411.12 mV; $\varphi_L=+90°$
E_0	675 mV; $\varphi_E=+37.52°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=473.8 μs-ot siet, az áramkör induktív

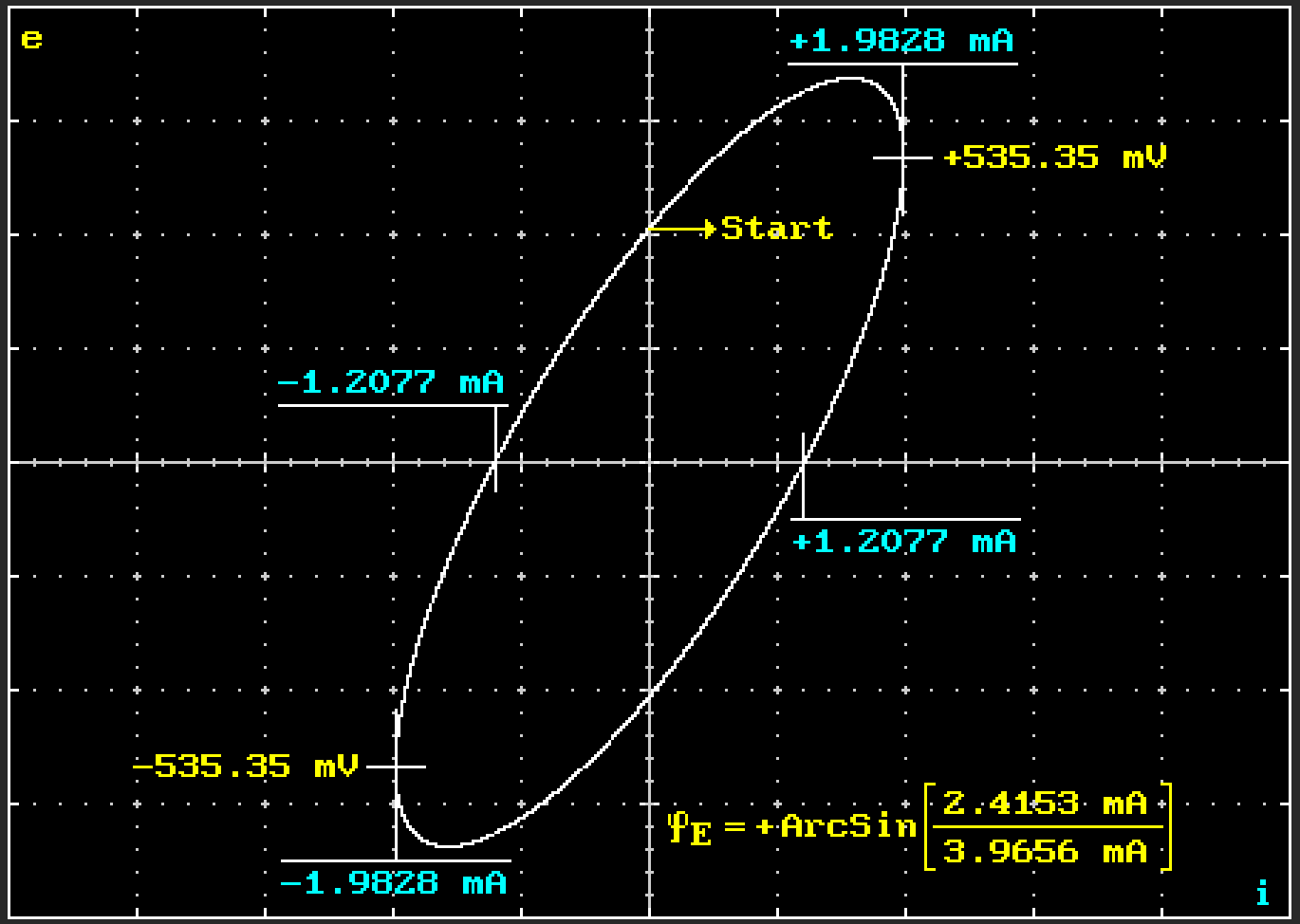
0	1	1	0.2	2	0.2	3	0.2		1
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 220 Hz
Z = 340.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.98 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	535.35 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	411.12 mV; $\varphi_L=+90°$
E_0	675 mV; $\varphi_E=+37.52°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=473.8 μs-ot siet, az áramkör induktív

0 1	1 0.2	2 0.2	3 0.2	1
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör

f=560 Hz

A soros RL áramkör vizsgálata

Az L induktivitást és a vele sorba kötött R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az elemeken fellépő feszültségeket. Megállapítjuk, hogy az e Δt=312.0 µs-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 560 Hz
Z = 592.8 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
E_0

Az sRL és a pRL áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

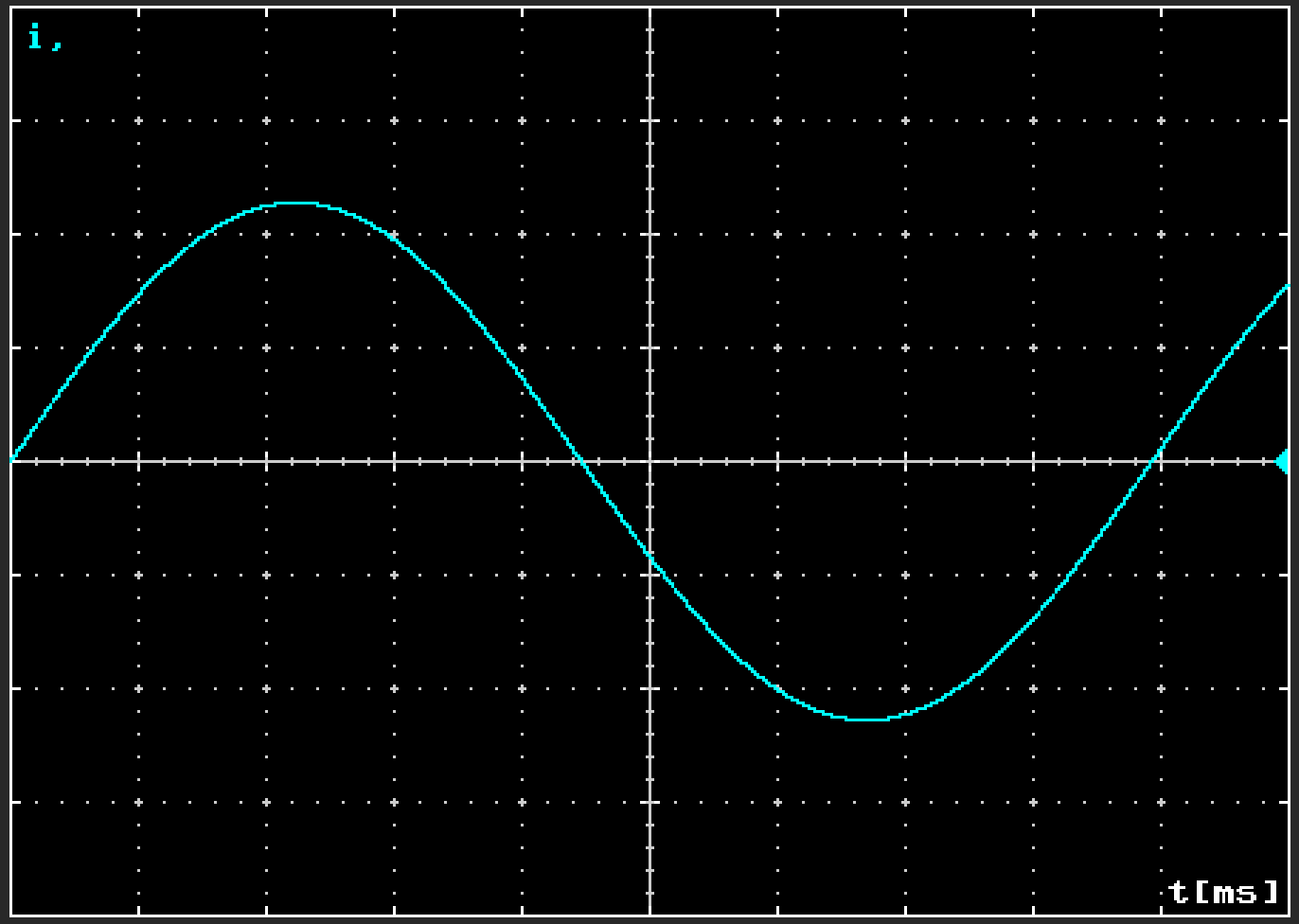
0	0.5	1	0.1	2	0.2	3	0.2		0.2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 560 Hz
Z = 592.8 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.14 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

E_0

LH Trigger

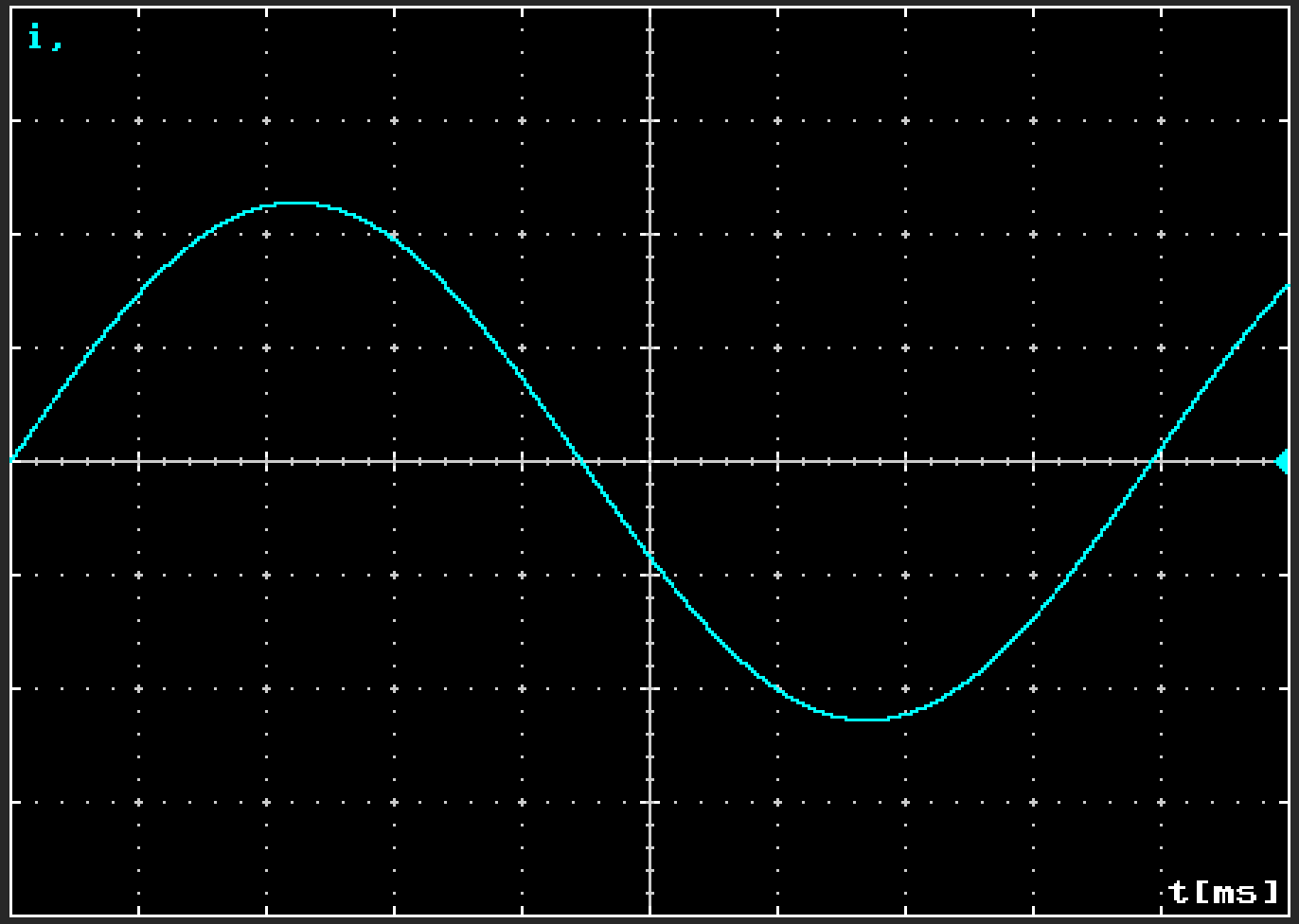
0 0.5	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 560 Hz
Z = 592.8 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.14 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

E_0

LH Trigger

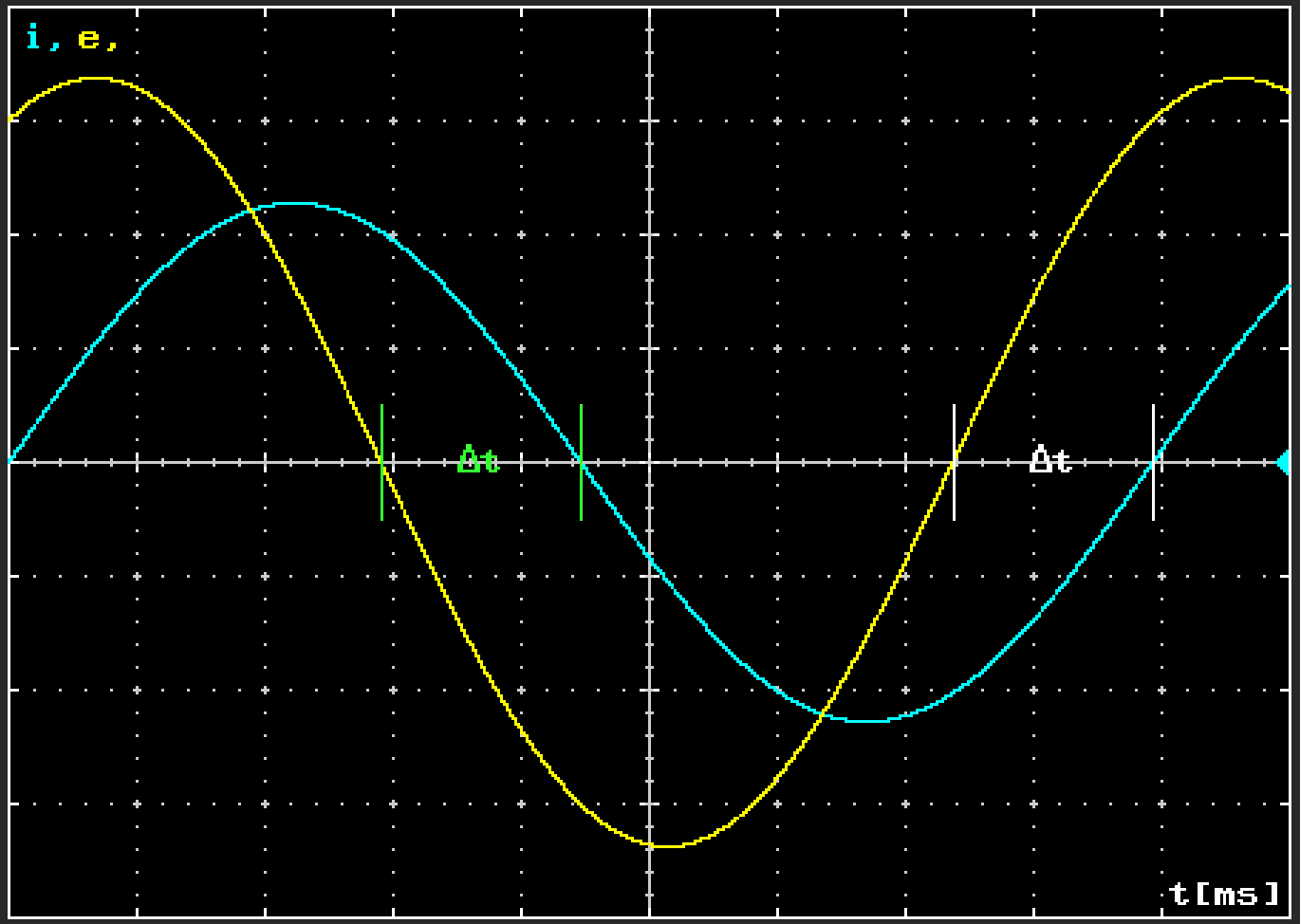
0 0.5	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 560 Hz
Z = 592.8 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.14 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

E_0 675 mV; $\varphi_E=+62.91°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=312.0 µs-ot siet, az áramkör induktív

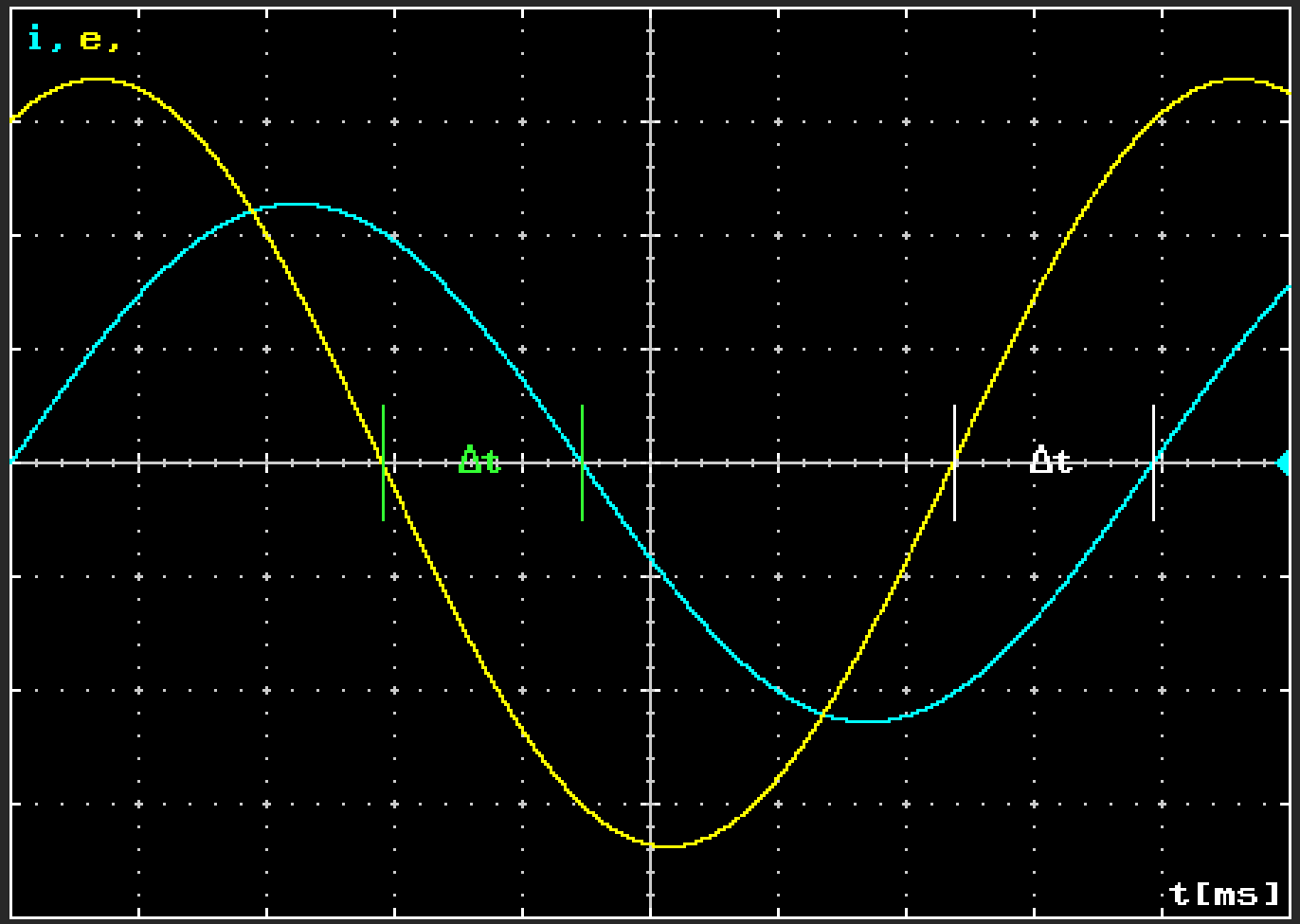
0 0.5	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 560 Hz
Z = 592.8 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.14 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

E_0 675 mV; $\varphi_E=+62.91°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=312.0 µs-ot siet, az áramkör induktív

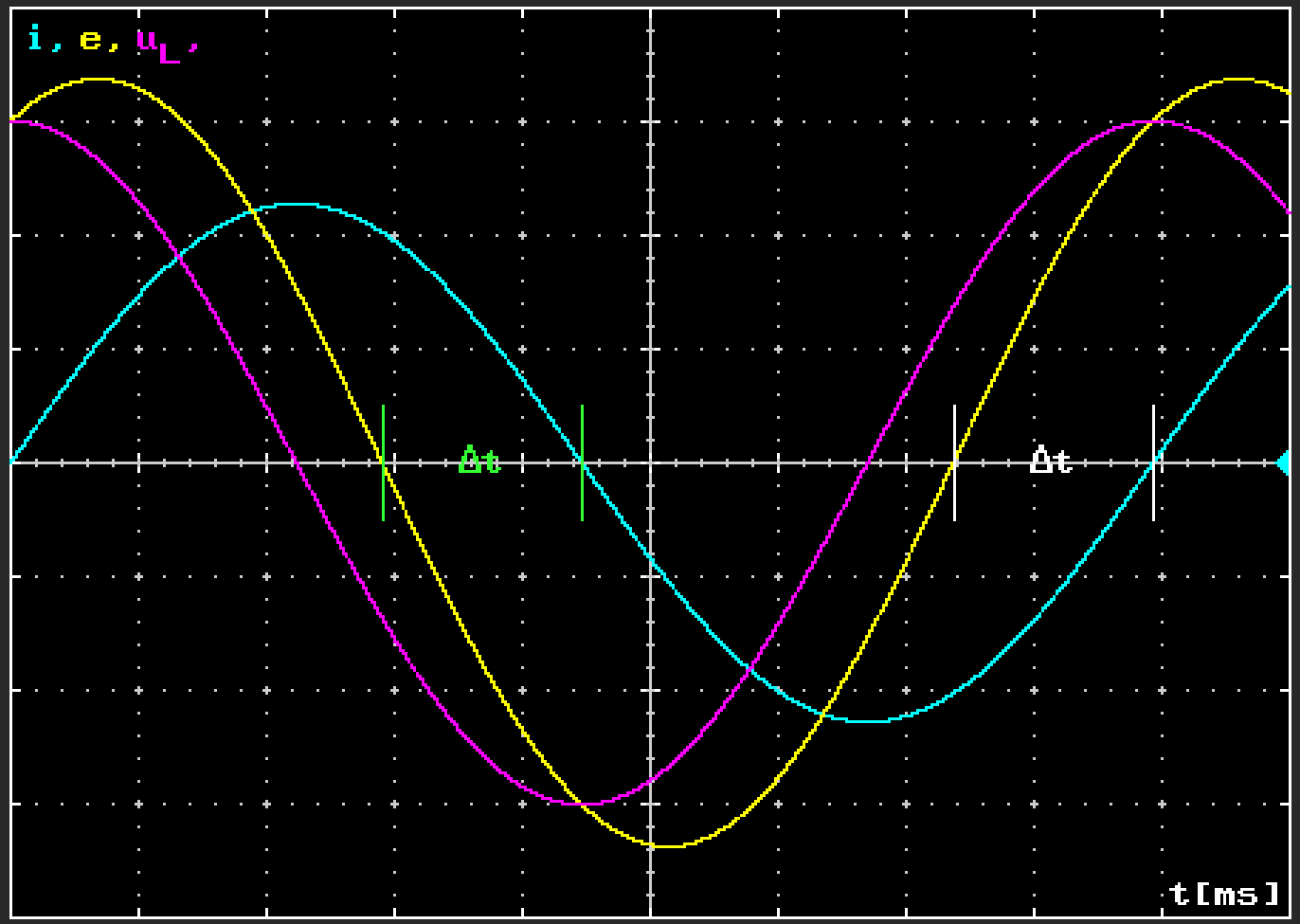
0 0.5	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 560 Hz
Z = 592.8 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.14 mA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	600.93 mV; φ_L=+90°
E_0	675 mV; φ_E=+62.91°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=312.0 μs-ot siet, az áramkör induktív

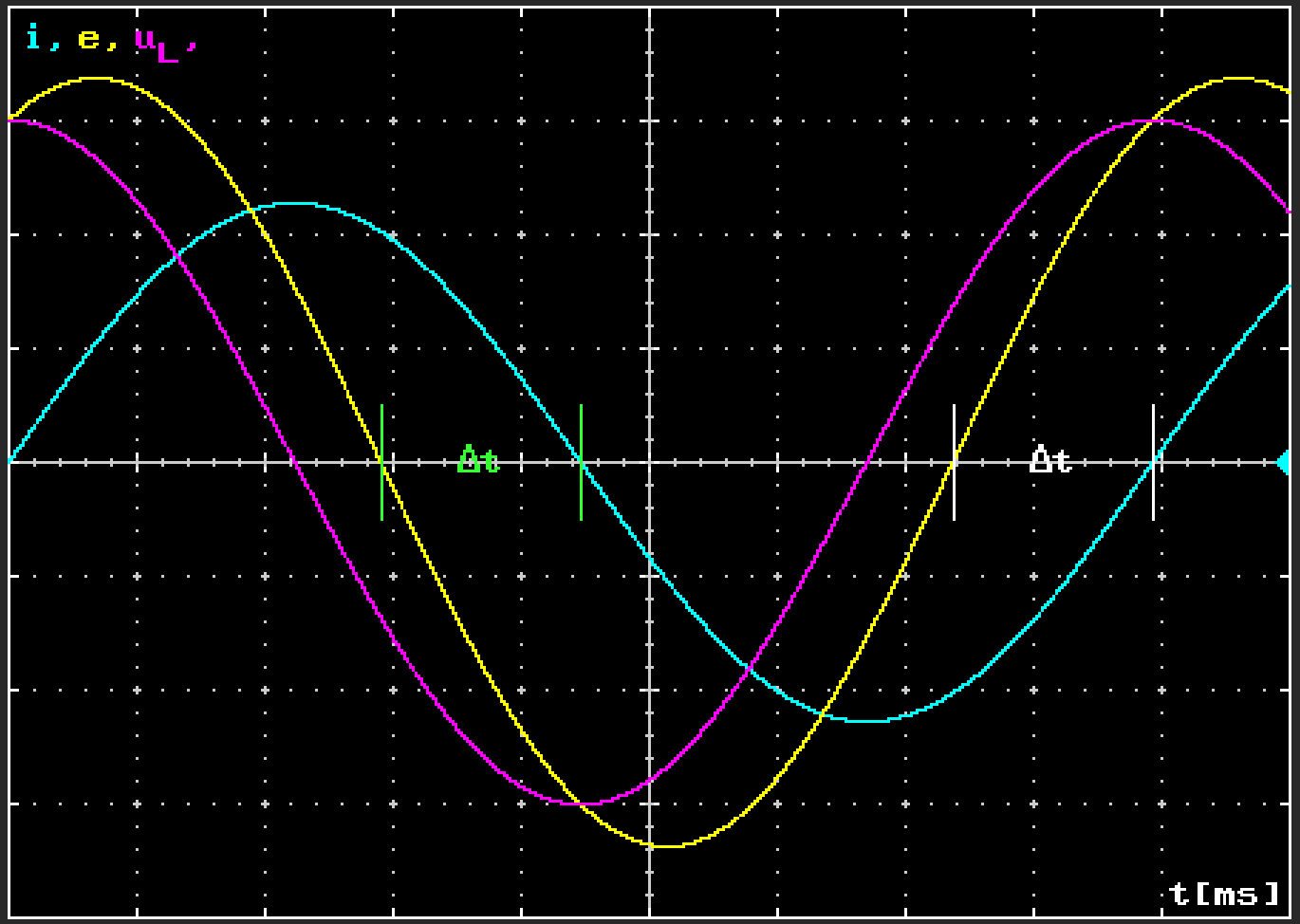
0 0.5	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 560 Hz
Z = 592.8 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.14 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	600.93 mV; $\varphi_L=+90°$
E_0	675 mV; $\varphi_E=+62.91°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=312.0 μs-ot siet, az áramkör induktív

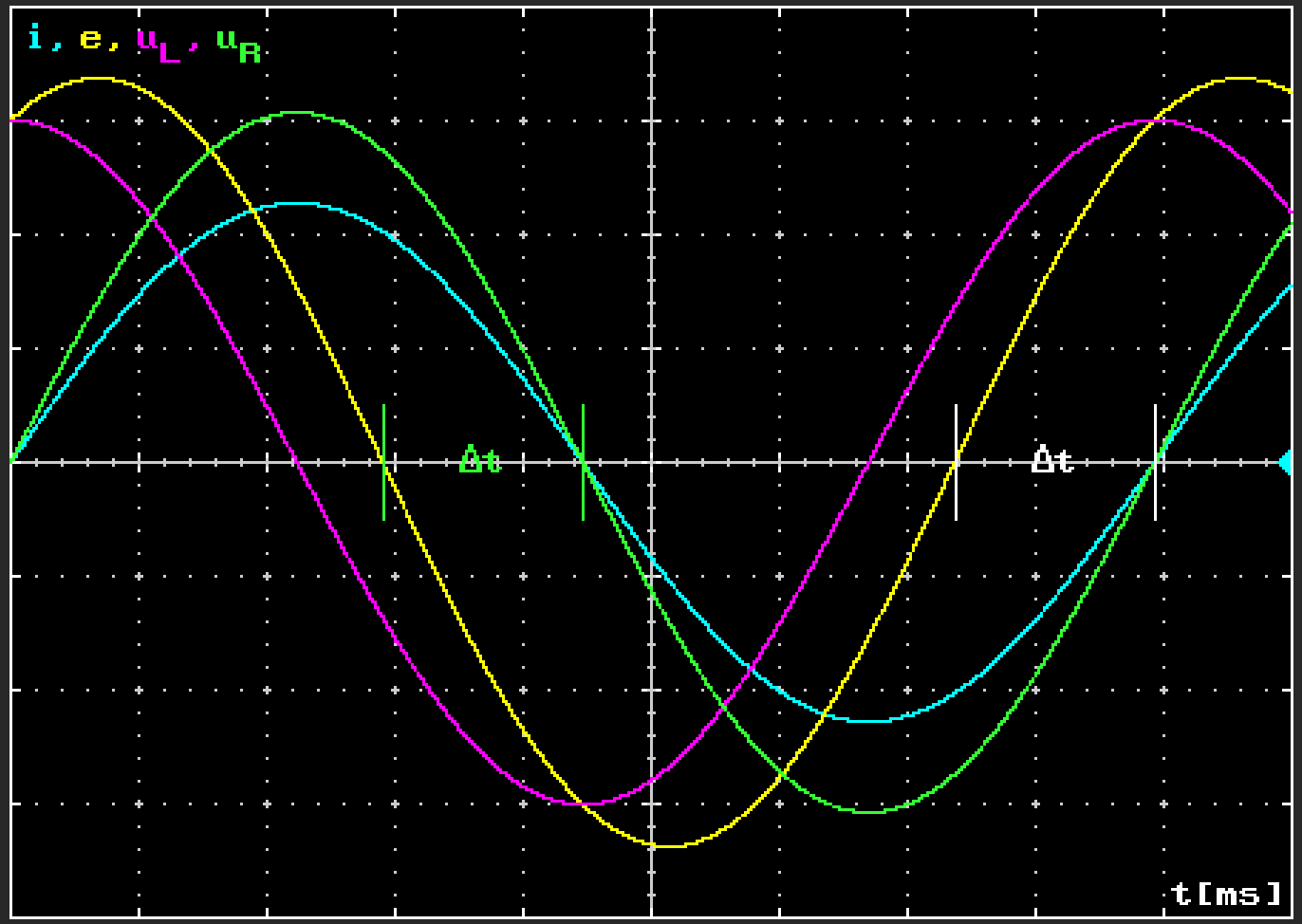
0 0.5	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0	=	675 mV, állandó
R	=	270 Ω
L	=	150 mH
f	=	560 Hz
Z	=	592.8 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.14 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	307.42 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	600.93 mV; $\varphi_L=+90°$
E_0	675 mV; $\varphi_E=+62.91°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=312.0 µs-ot siet, az áramkör induktív

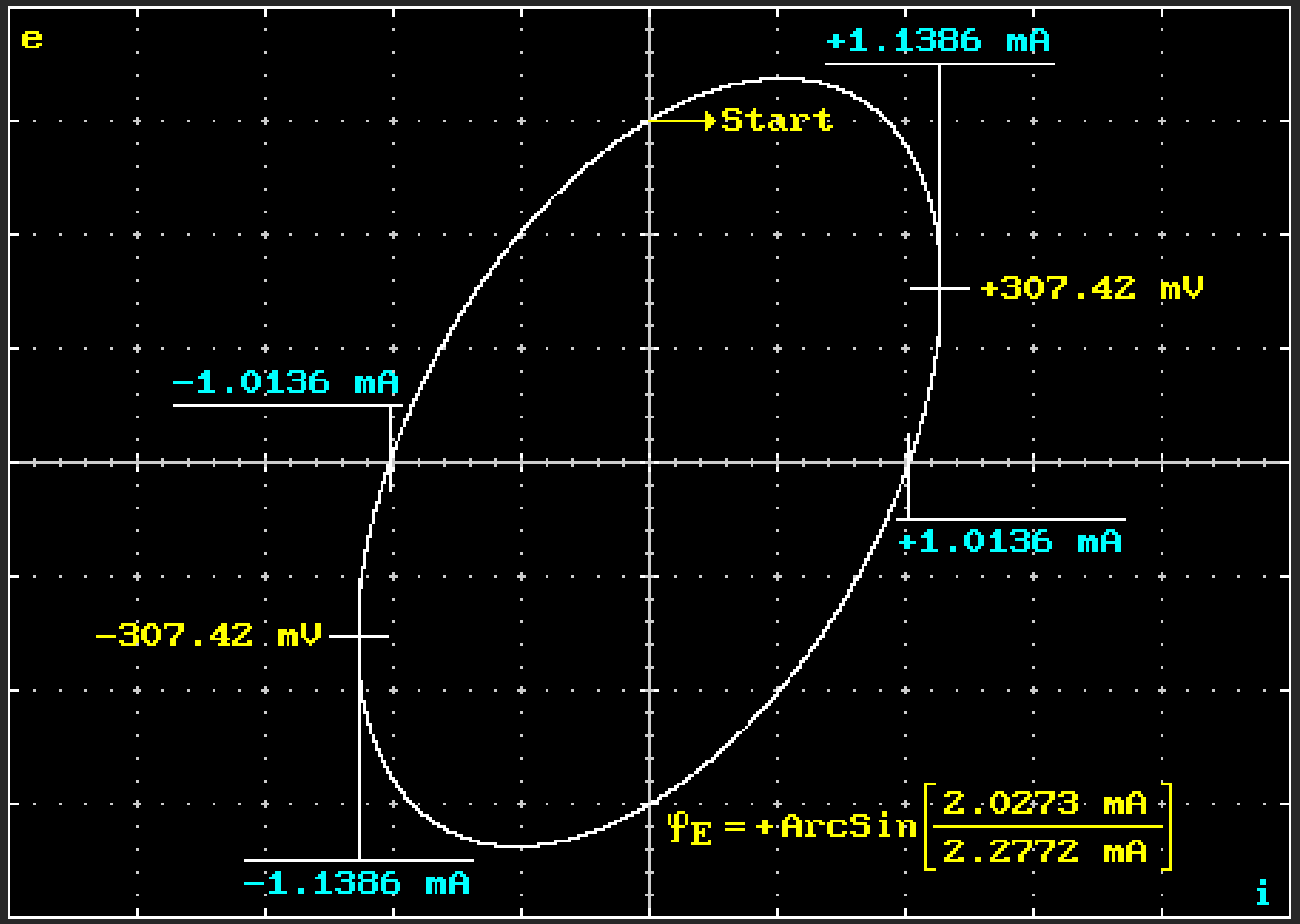
0	0.5	1	0.1	2	0.2	3	0.2		0.2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_L[V/div]		e[V/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRL

Soros áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

E_0 = 675 mV, állandó
R = 270 Ω
L = 150 mH
f = 560 Hz
Z = 592.8 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.14 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	307.42 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	600.93 mV; $\varphi_L=+90°$
E_0	675 mV; $\varphi_E=+62.91°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=312.0 μs-ot siet, az áramkör induktív

0 0.5	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.2
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_L[V/div]	e[V/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Soros áramkörök – RC áramkör

Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f =
Z = 189.1 Ω

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

Egy soros RC áramkör vizsgálata
három frekvencián:
11,0 kHz, 22,0 kHz, 56,0 kHz
Főcímlap + 3x9 = 27 oszcillogram - [80..107]

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_C
E_0

Az sRC és a pRC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

0	0.5	1	50	2	50	3	50		20
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör

f=11.0 kHz

A soros RC áramkör vizsgálata

A C kapacitást és a vele sorba kötött R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az elemeken fellépő feszültségeket. Megállapítjuk, hogy az e Δt=17.41 µs-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 11.0 kHz
Z = 189.1 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_C
E_0

Az sRC és a pRC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

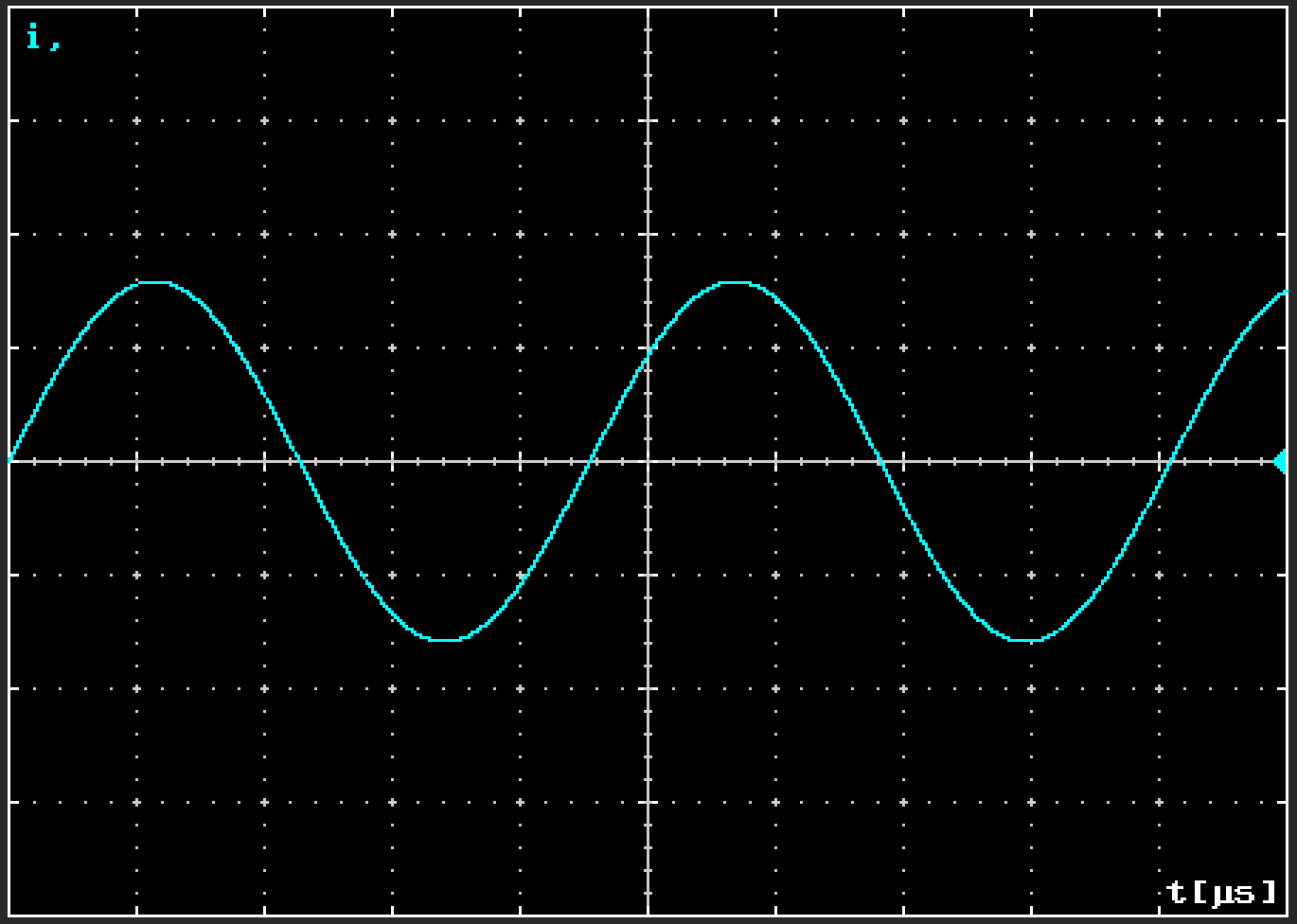
0	0.5	1	50	2	50	3	50		20
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 11.0 kHz
Z = 189.1 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 793 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_C

E_0

LH Trigger

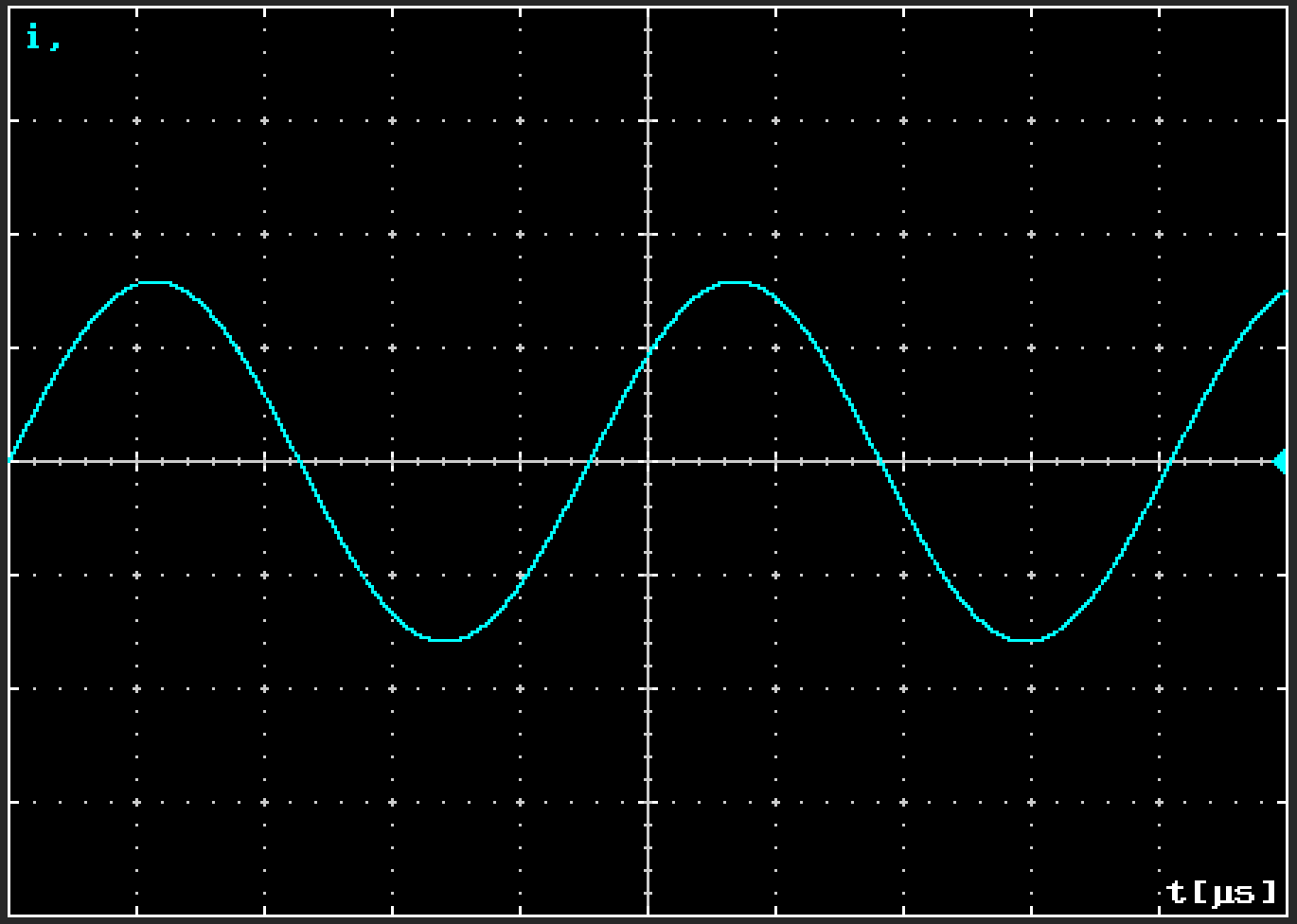
0	0.5	1	50	2	50	3	50		20
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	50	2	50	3	50		20
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 11.0 kHz
Z = 189.1 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 793 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C

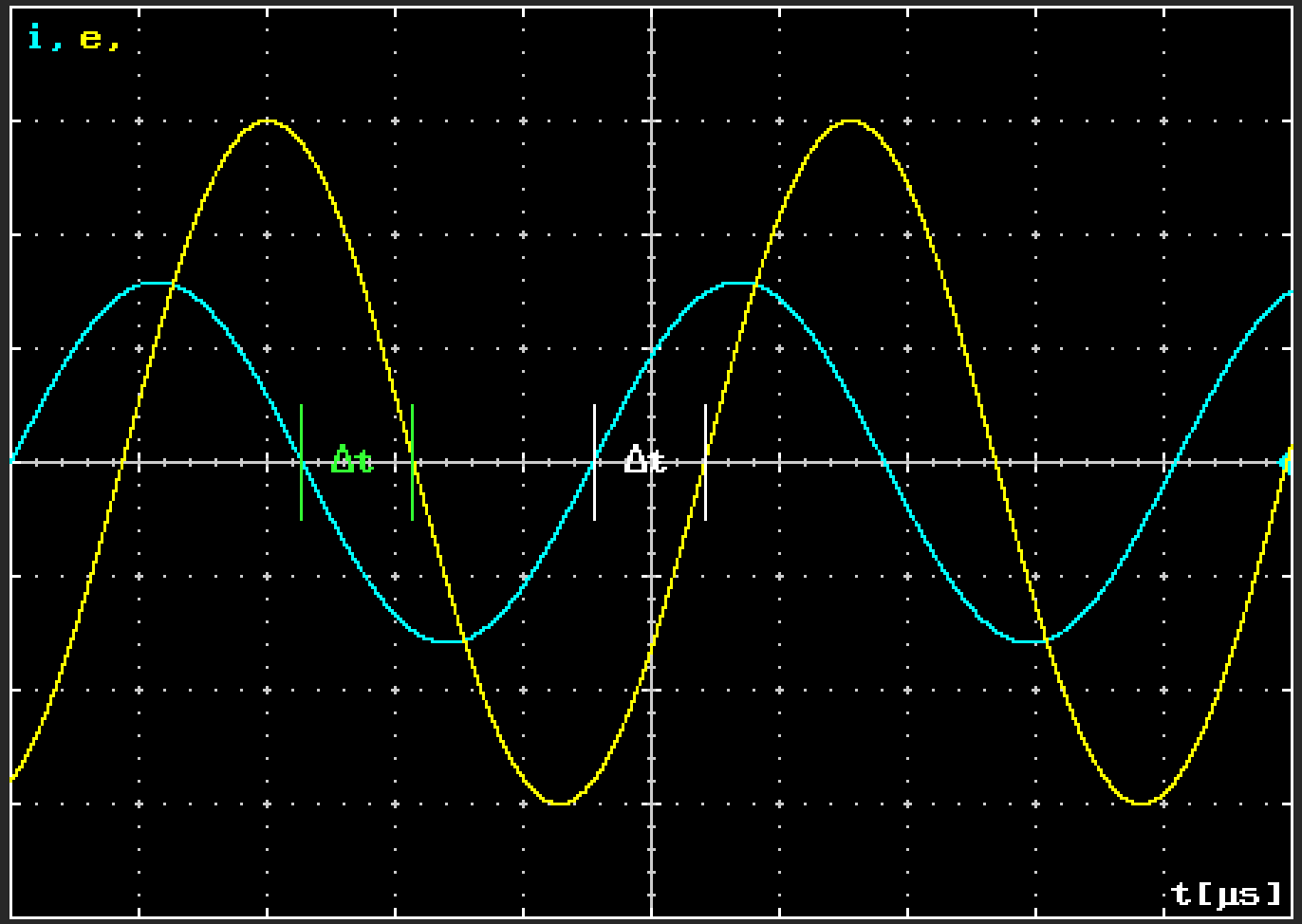
E_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 11.0 kHz
Z = 189.1 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 793 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_C

E_0 150 mV; φ_E=-68.92°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=17.41 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

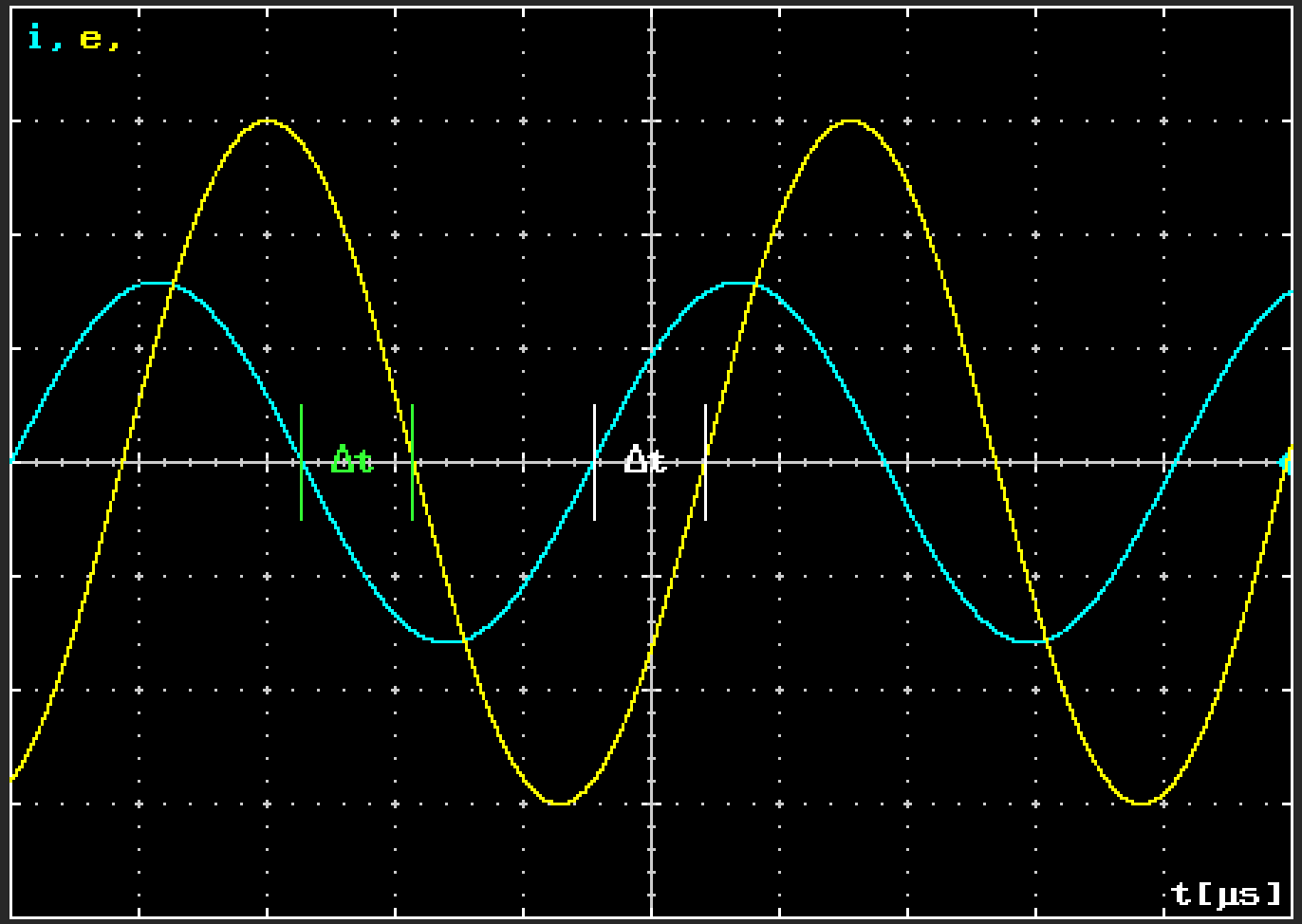
0	0.5	1	50	2	50	3	50		20
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 11.0 kHz
Z = 189.1 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 793 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_C

E_0 150 mV; φ_E=-68.92°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=17.41 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

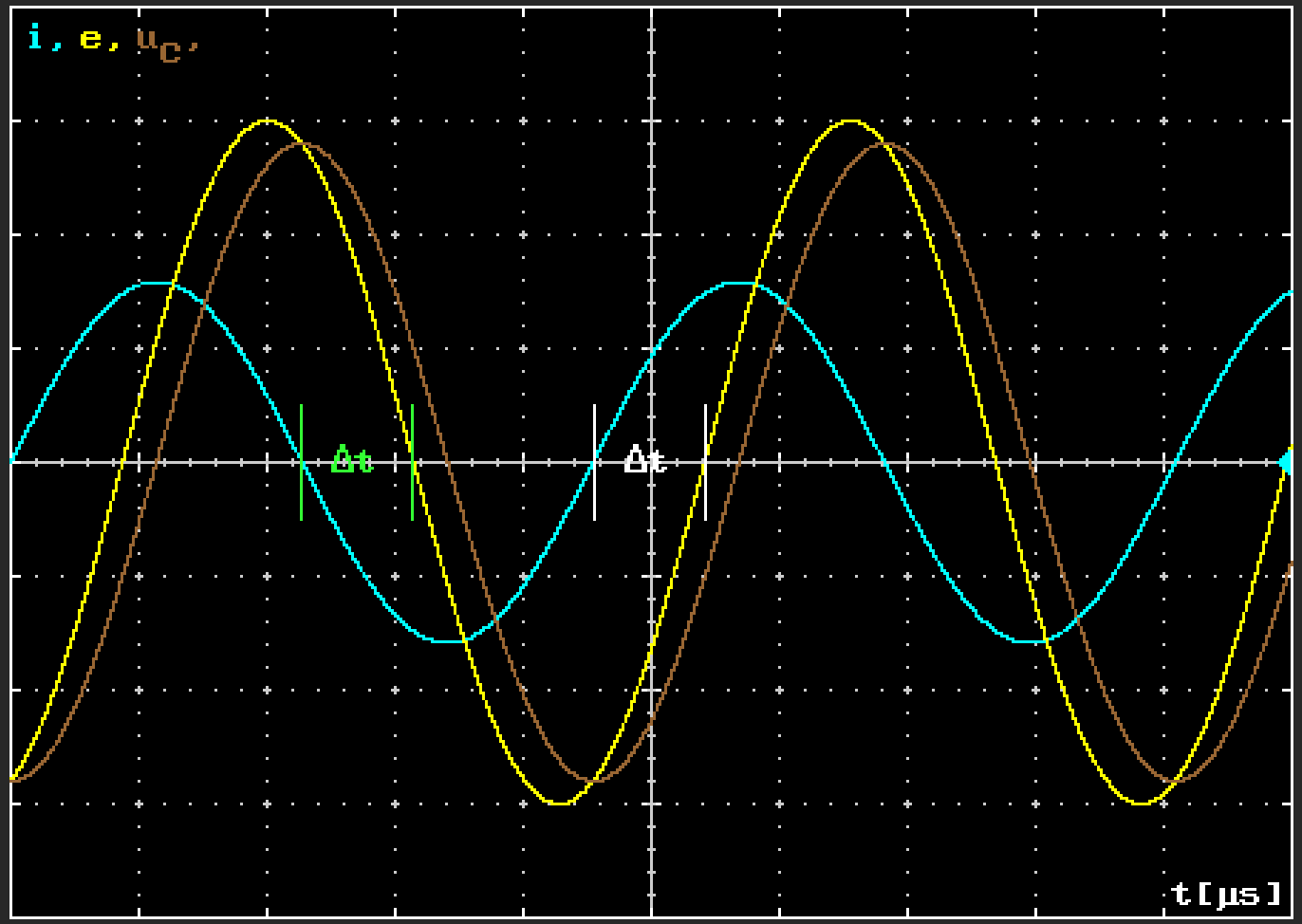
0	0.5	1	50	2	50	3	50		20
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 11.0 kHz
Z = 189.1 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 793 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C 139.97 mV; $\varphi_C=-90°$

E_0 150 mV; $\varphi_E=-68.92°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=17.41 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

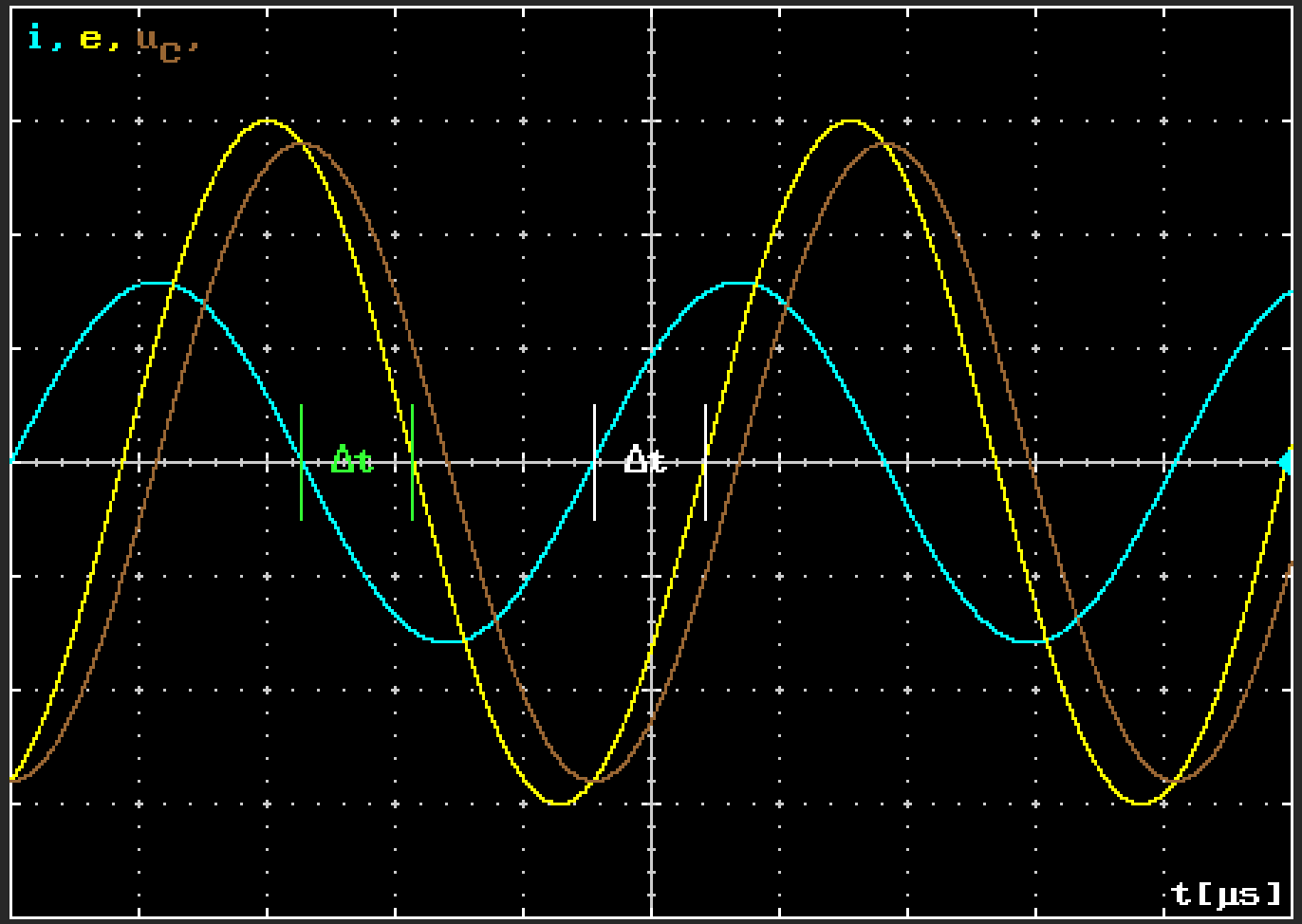
0	0.5	1	50	2	50	3	50		20
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	11.0 kHz
Z	=	189.1 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	793 μA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_C	139.97 mV; φ_C=-90°
E_0	150 mV; φ_E=-68.92°

∫ LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=17.41 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

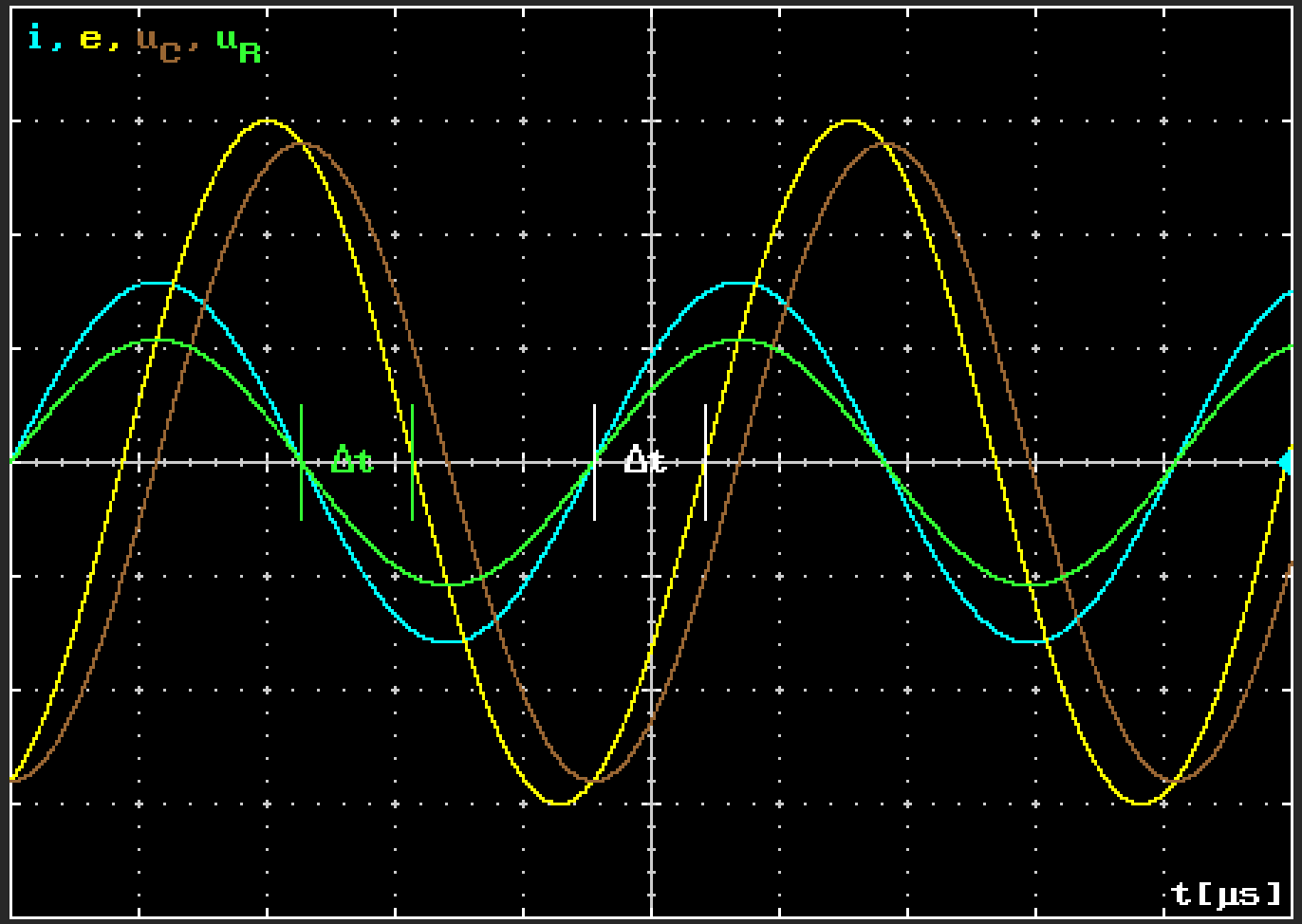
0	1	2	3	
0.5	50	50	50	20
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_C[mV/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 11.0 kHz
Z = 189.1 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	793 μA; φ_{REF}=0°
U_R	53.941 mV; φ_R=0°
U_C	139.97 mV; φ_C=-90°
E_0	150 mV; φ_E=-68.92°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=17.41 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

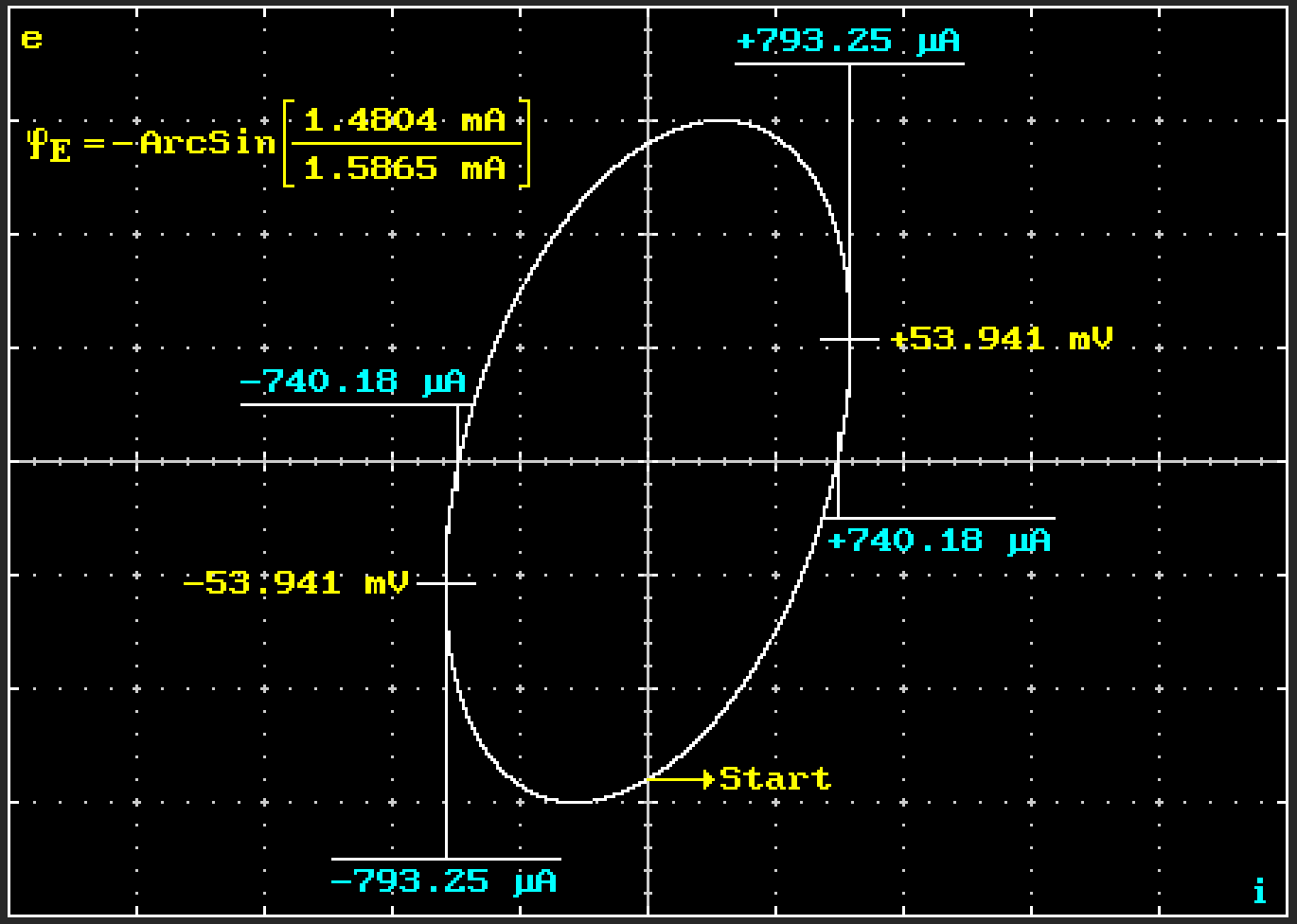
0	1	2	3	
0.5	50	50	50	20
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_C[mV/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 11.0 kHz
Z = 189.1 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	793 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	53.941 mV; $\varphi_R=0°$
U_C	139.97 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	150 mV; $\varphi_E=-68.92°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=17.41 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	
0.5	50	50	50	20
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_C[mV/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Soros áramkörök – RC áramkör

f=22.0 kHz

A soros RC áramkör vizsgálata

A C kapacitást és a vele sorba kötött R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az elemeken fellépő feszültségeket. Megállapítjuk, hogy az e Δt=6.613 µs-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 22.0 kHz
Z = 111.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_C
E_0

Az sRC és a pRC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

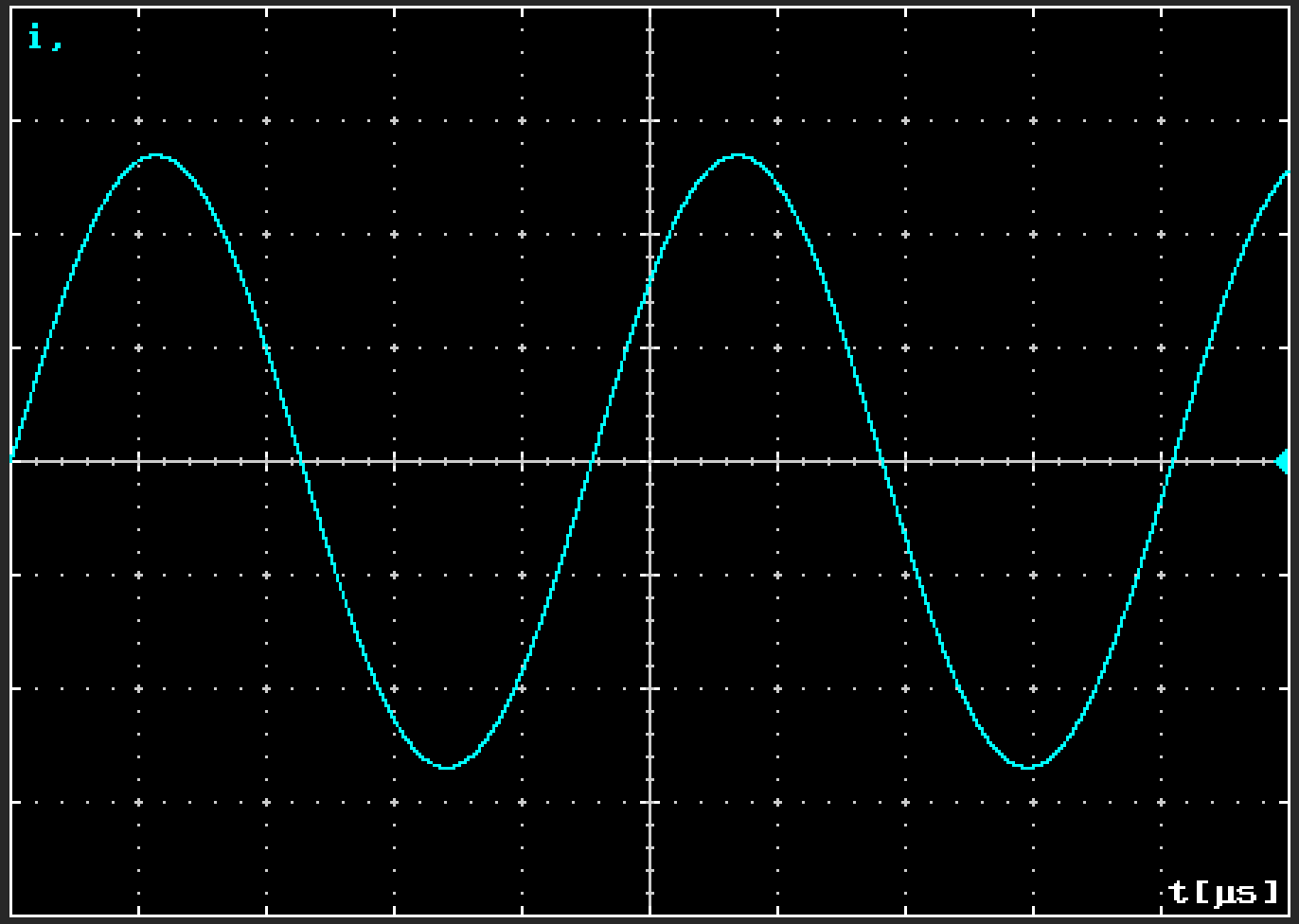
0	0.5	1	0.1	2	50	3	50		10
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 22.0 kHz
Z = 111.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.35 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C

E_0

LH Trigger

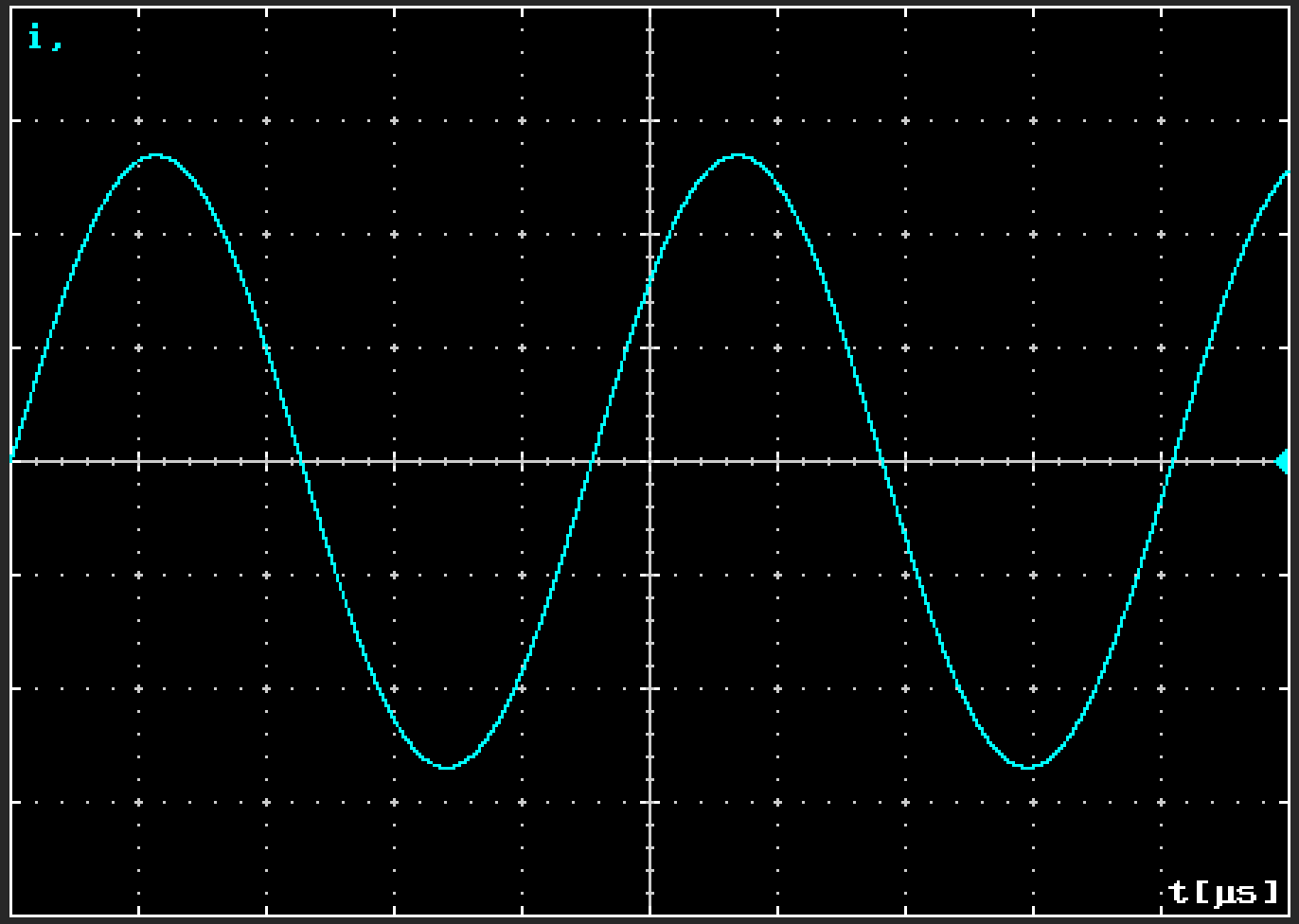
0	0.5	1	0.1	2	50	3	50		10
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 22.0 kHz
Z = 111.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.35 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C

E_0

LH Trigger

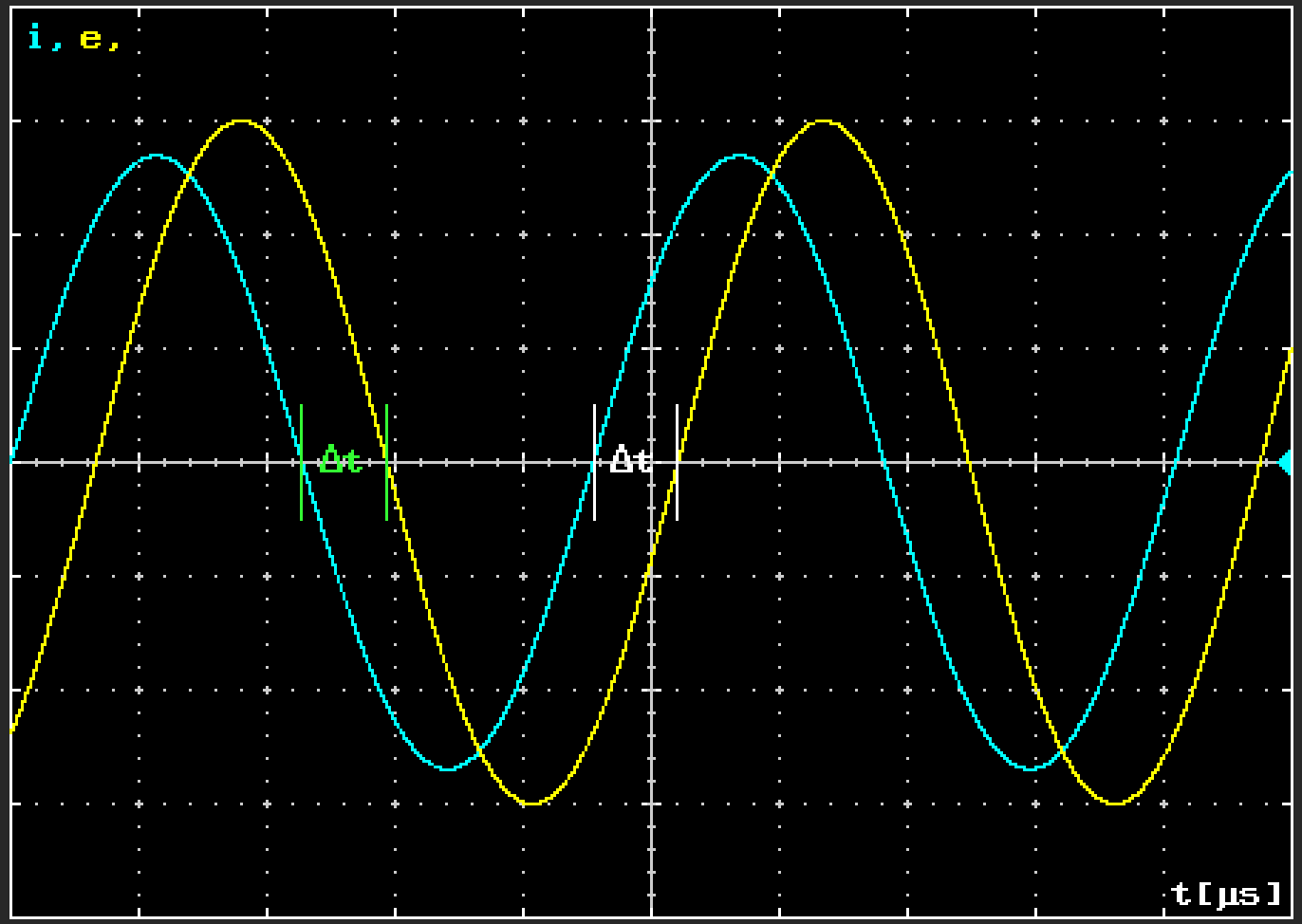
0	0.5	1	0.1	2	50	3	50		10
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 22.0 kHz
Z = 111.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.35 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C

E_0 150 mV; $\varphi_E=-52.38°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=6.613 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

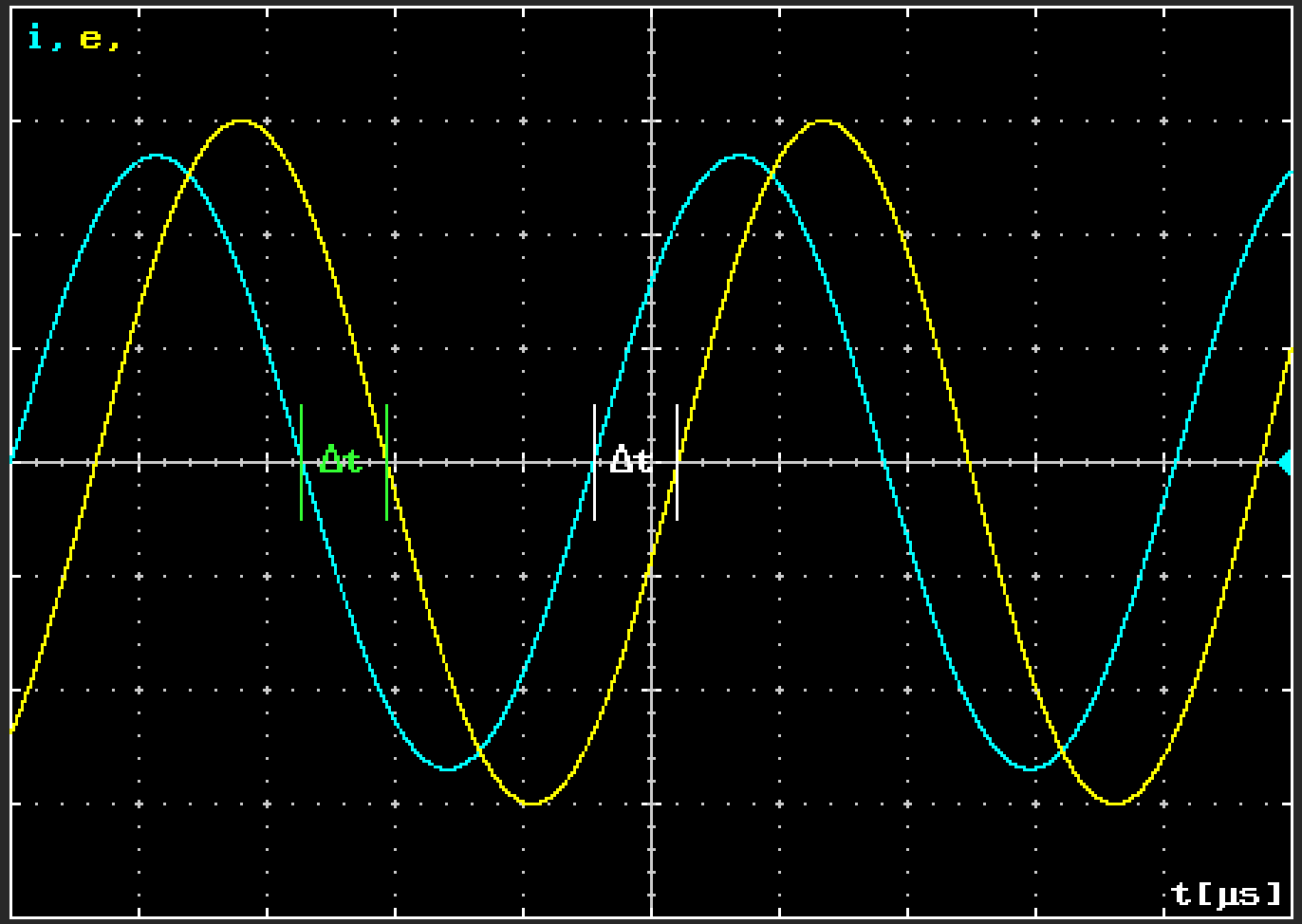
0	1	2	3	
0.5	0.1	50	50	10
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_C[mV/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 22.0 kHz
Z = 111.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.35 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C

E_0 150 mV; $\varphi_E=-52.38°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=6.613 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

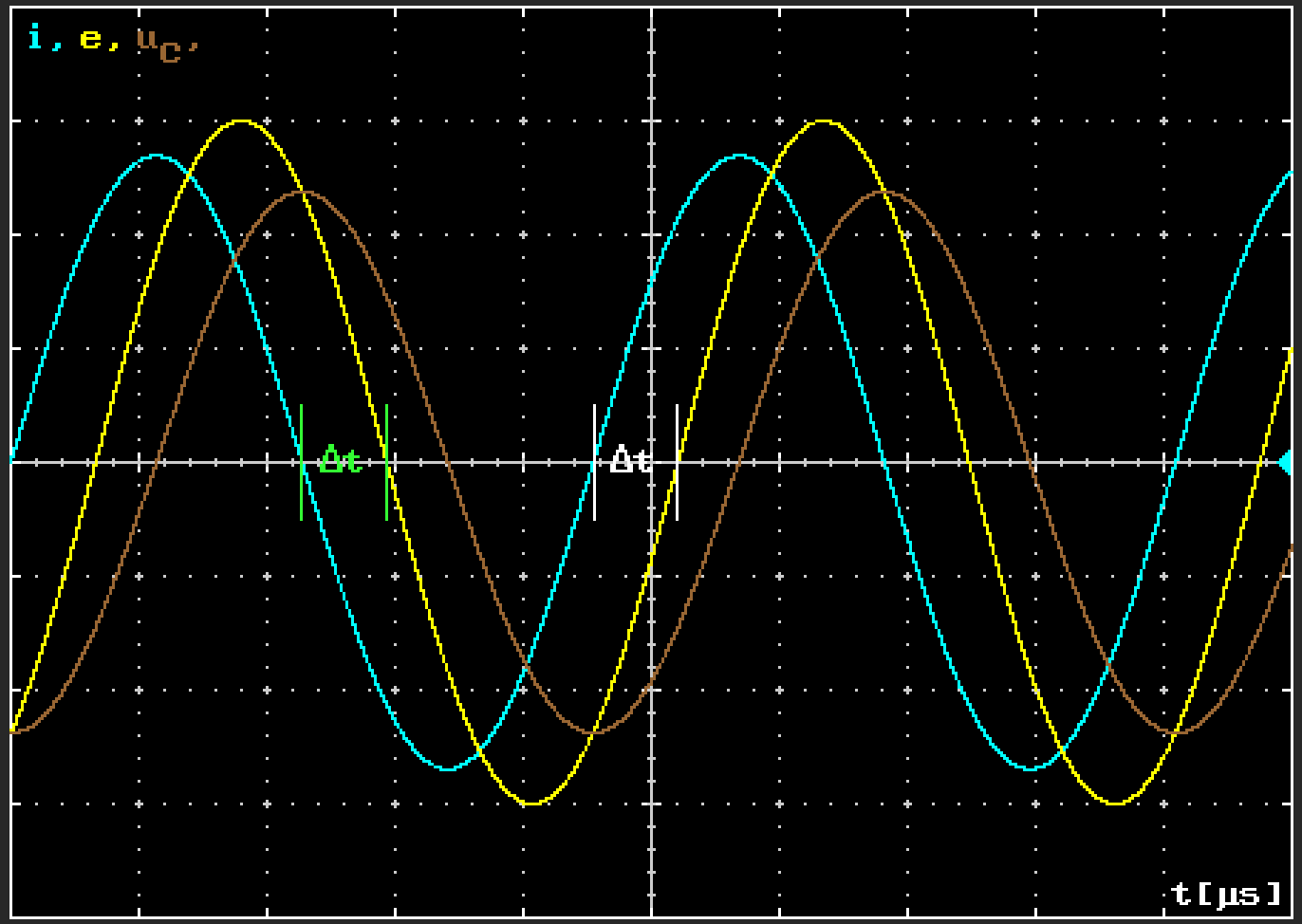
0	1	2	3	
0.5	0.1	50	50	10
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_C[mV/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	22.0 kHz
Z	=	111.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.35 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_C	118.81 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	150 mV; $\varphi_E=-52.38°$

∫ LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=6.613 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

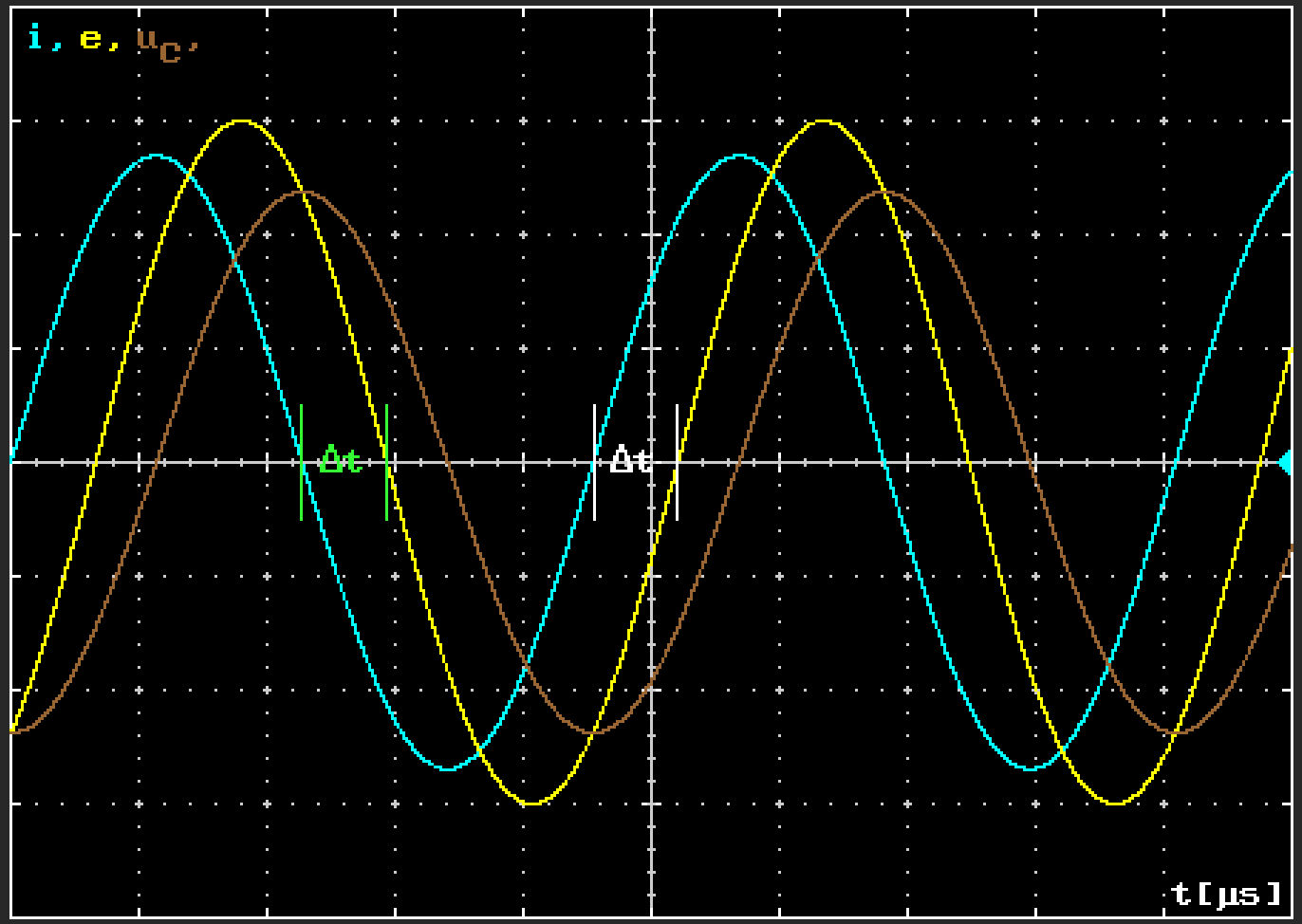
0	1	2	3	
0.5	0.1	50	50	10
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_C[mV/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 22.0 kHz
Z = 111.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.35 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C 118.81 mV; $\varphi_C=-90°$

E_0 150 mV; $\varphi_E=-52.38°$

∫ LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=6.613 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

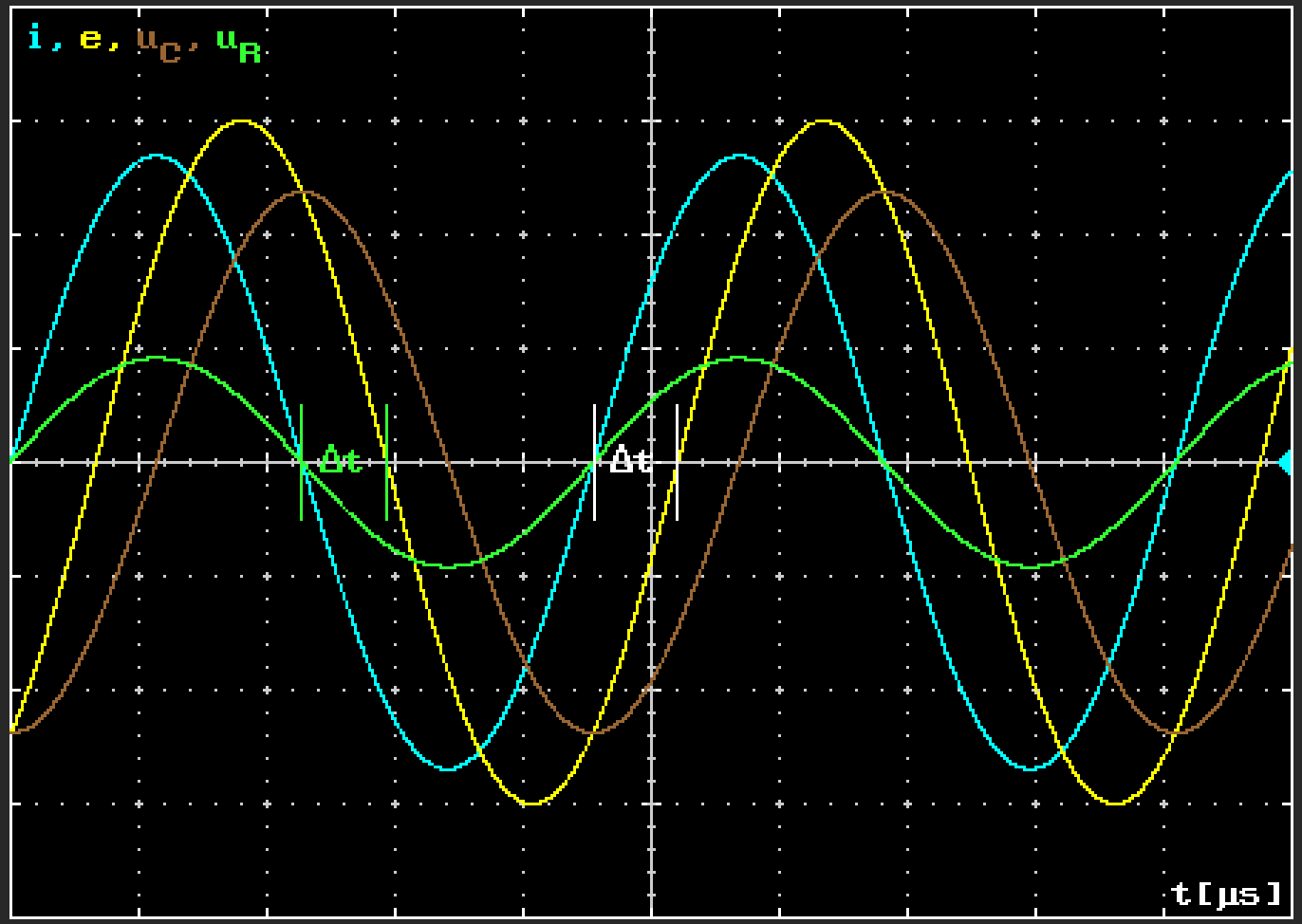
0	0.5	1	0.1	2	50	3	50		10
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	22.0 kHz
Z	=	111.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.35 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	91.572 mV; $\varphi_R=0°$
U_C	118.81 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	150 mV; $\varphi_E=-52.38°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=6.613 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

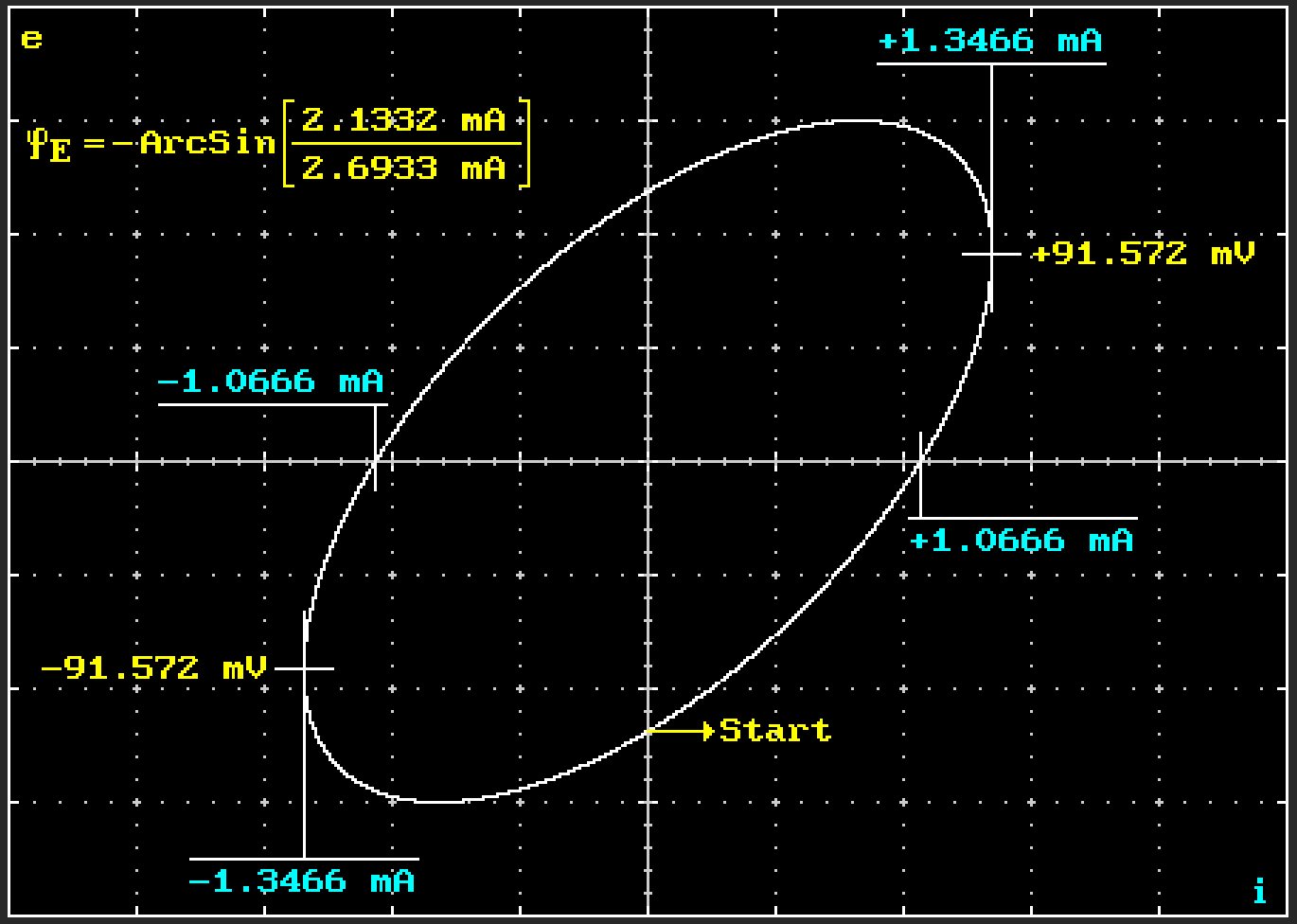
0	1	2	3	
0.5	0.1	50	50	10
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_C[mV/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	22.0 kHz
Z	=	111.4 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.35 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	91.572 mV; $\varphi_R=0°$
U_C	118.81 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	150 mV; $\varphi_E=-52.38°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=6.613 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	
0.5	0.1	50	50	10
i[mA/div]	u_R[V/div]	u_C[mV/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Soros áramkörök – RC áramkör

f=56.0 kHz

A soros RC áramkör vizsgálata

A C kapacitást és a vele sorba kötött R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az elemeken fellépő feszültségeket. Megállapítjuk, hogy az e Δt=1.340 µs-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 56.0 kHz
Z = 76.32 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_C
E_0

Az sRC és a pRC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

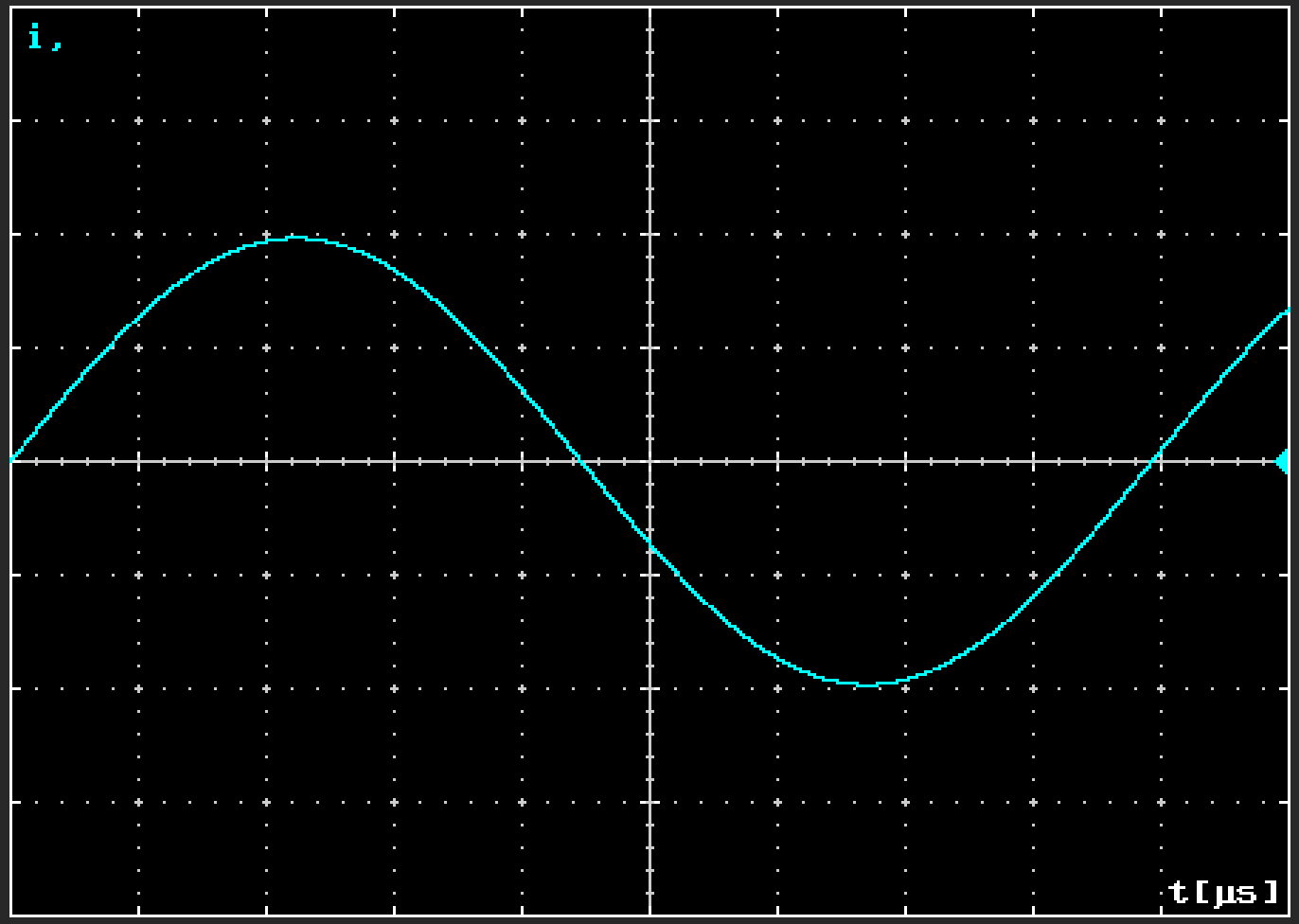
0	1	1	0.1	2	20	3	50		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



LH Trigger

0	1	1	0.1	2	20	3	50		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 56.0 kHz
Z = 76.32 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.97 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C

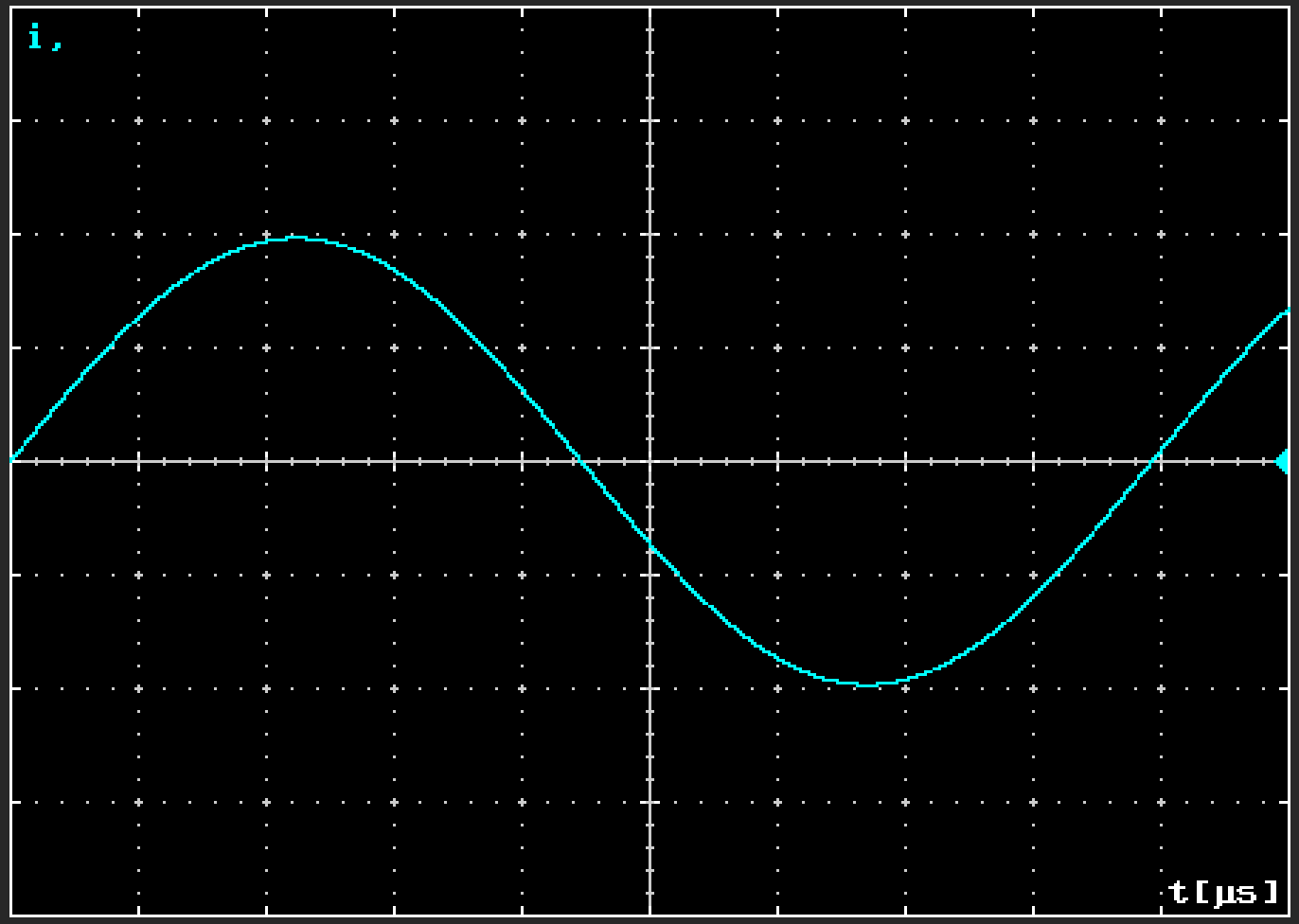
E_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



LH Trigger

0	1	1	0.1	2	20	3	50		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Alapadatok:

E_0 = 150 mV, állandó
R = 68.0 Ω
C = 82.0 nF
f = 56.0 kHz
Z = 76.32 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.97 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C

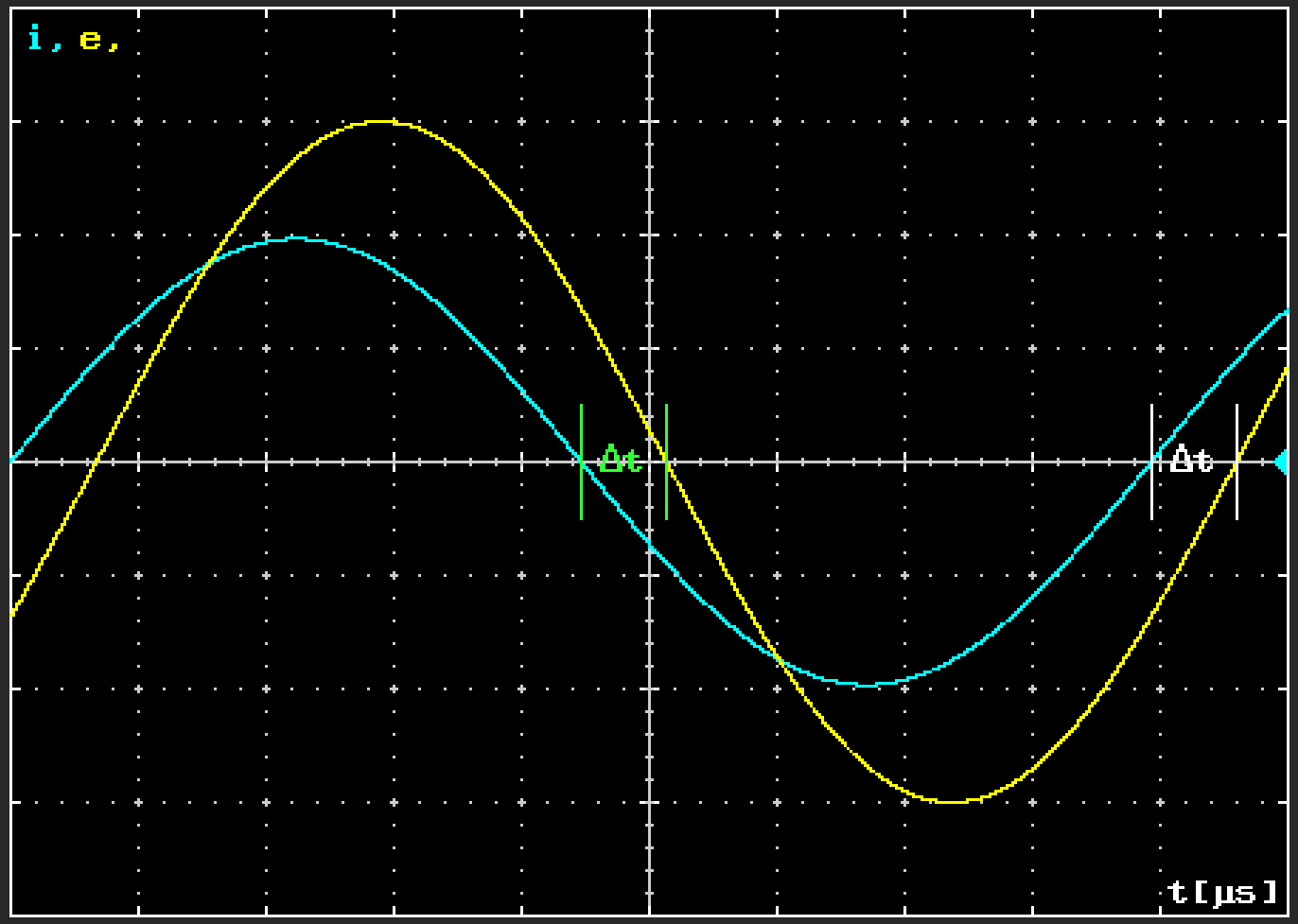
E_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	56.0 kHz
Z	=	76.32 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.97 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C

E_0 150 mV; $\varphi_E=-27.01°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.340 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

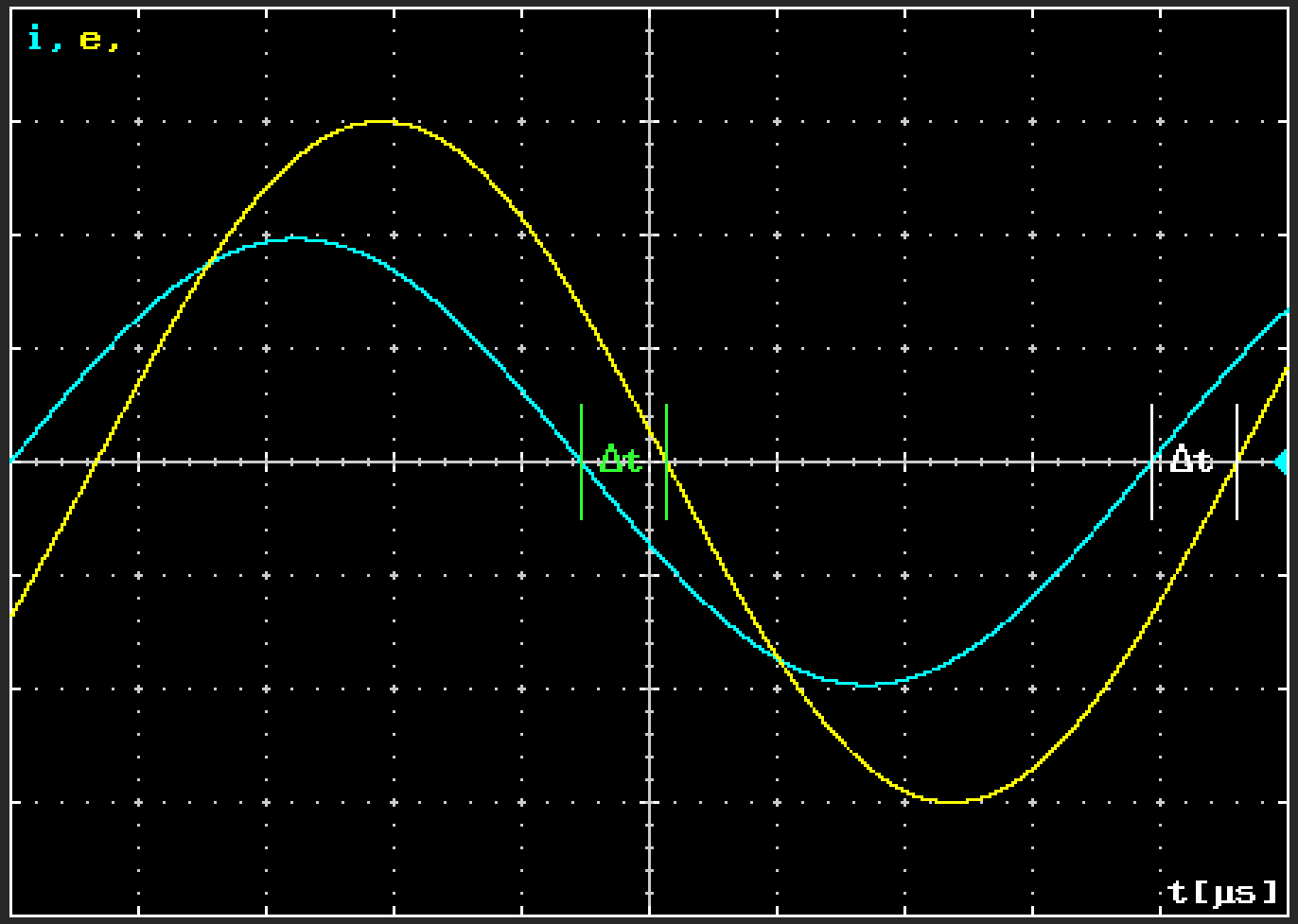
0	1	1	0.1	2	20	3	50		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	56.0 kHz
Z	=	76.32 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.97 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_C

E_0 150 mV; $\varphi_E=-27.01°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.340 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

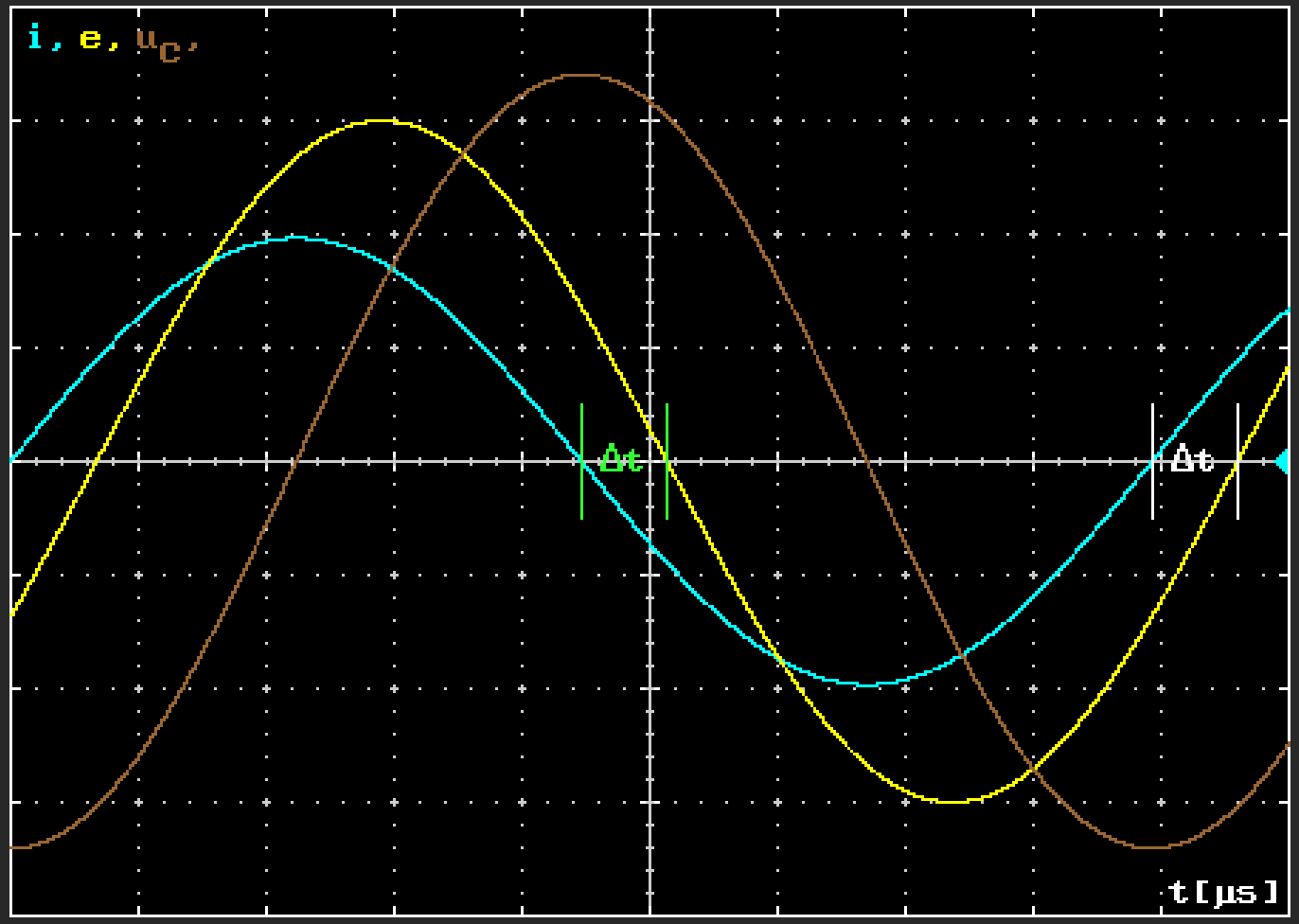
0	1	1	0.1	2	20	3	50		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	56.0 kHz
Z	=	76.32 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.97 mA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_C	68.116 mV; φ_C=-90°
E_0	150 mV; φ_E=-27.01°

∫ LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.340 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

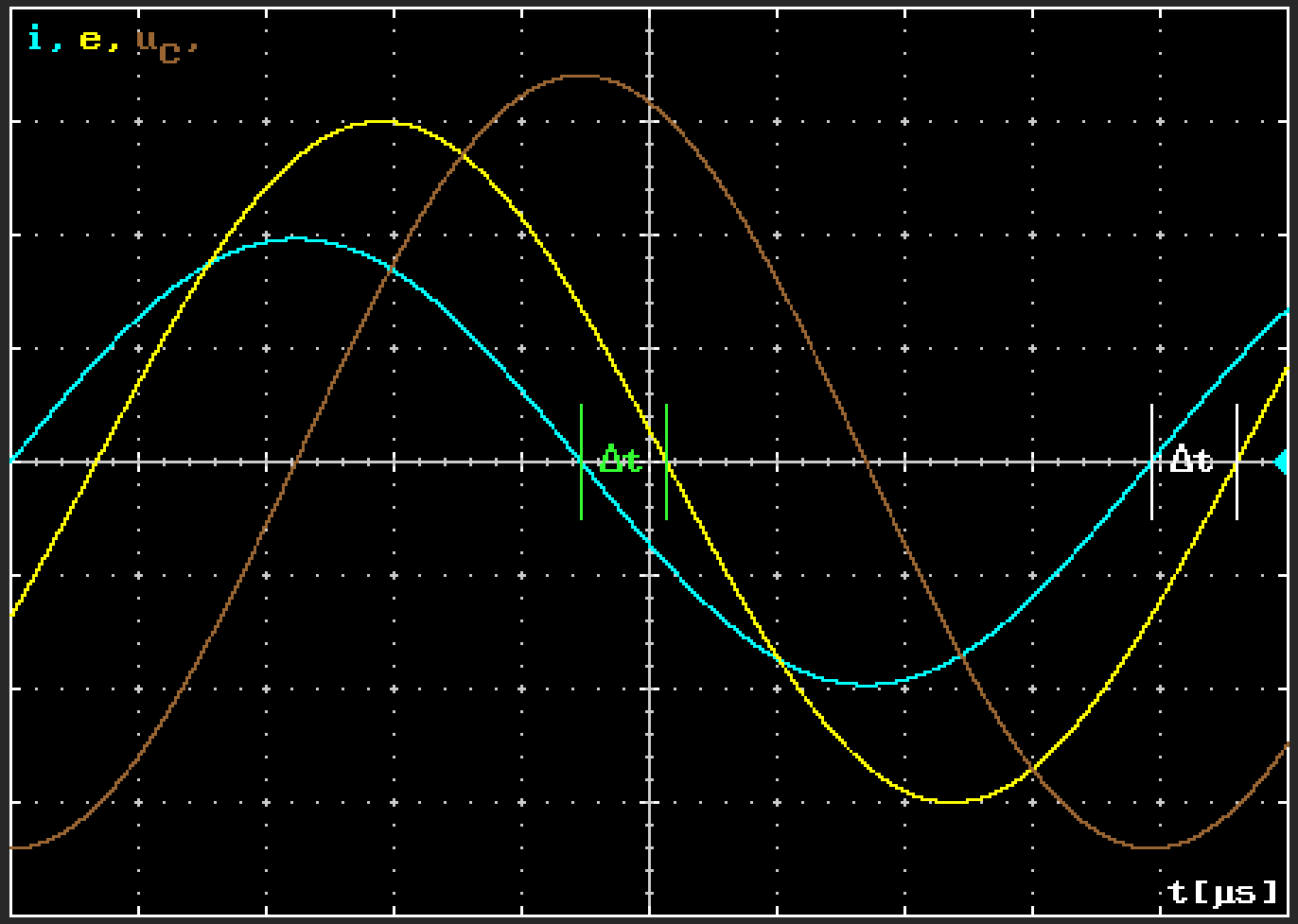
0	1	1	0.1	2	20	3	50		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	56.0 kHz
Z	=	76.32 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.97 mA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_C	68.116 mV; φ_C=-90°
E_0	150 mV; φ_E=-27.01°

∫ LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.340 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

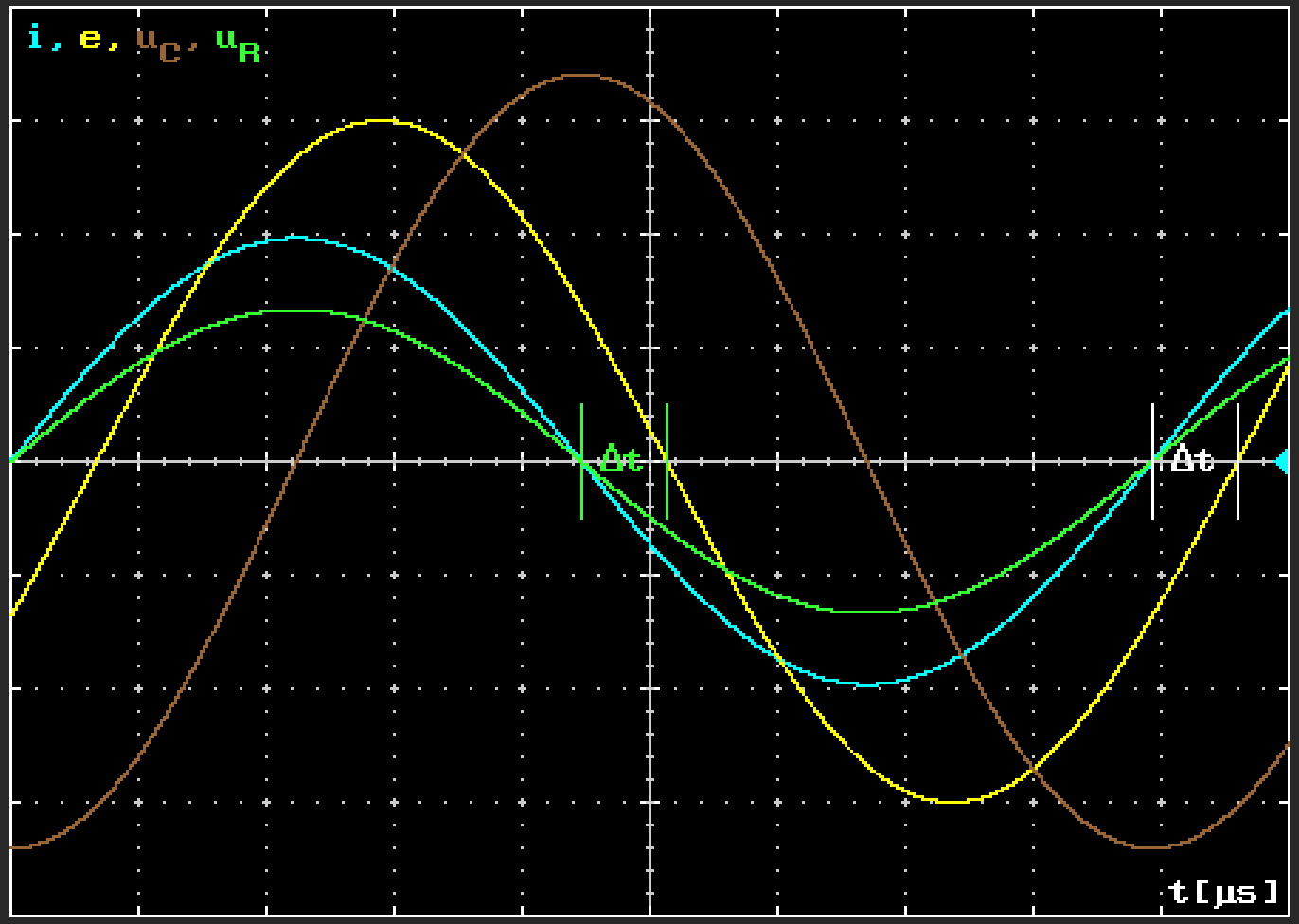
0	1	1	0.1	2	20	3	50		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	56.0 kHz
Z	=	76.32 Ω

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.97 mA; φ_{REF}=0°
U_R	133.64 mV; φ_R=0°
U_C	68.116 mV; φ_C=-90°
E_0	150 mV; φ_E=-27.01°

∫ LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.340 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

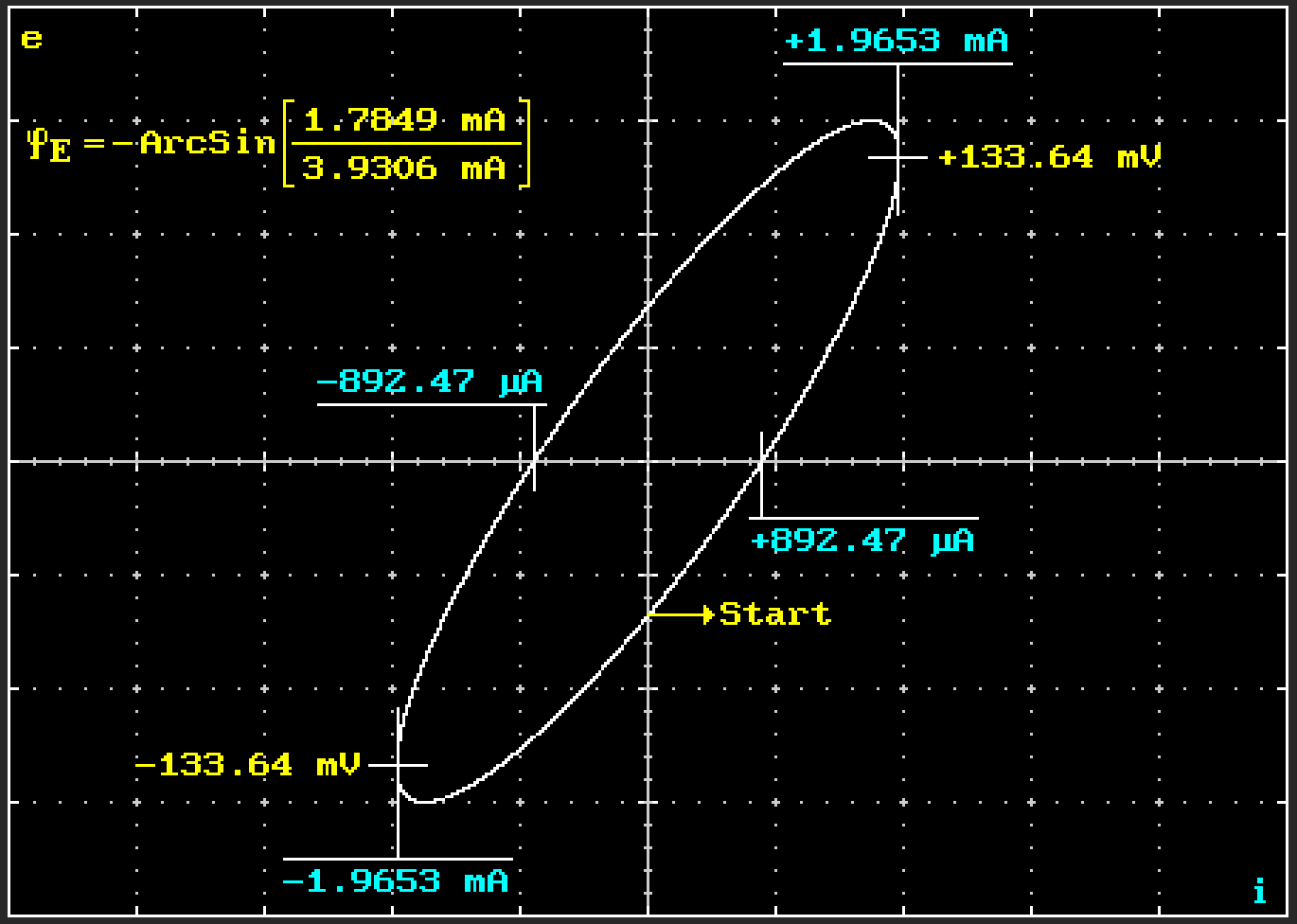
0	1	1	0.1	2	20	3	50		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRC

Soros áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

E_0	=	150 mV, állandó
R	=	68.0 Ω
C	=	82.0 nF
f	=	56.0 kHz
Z	=	76.32 Ω

Időreferencia: I

(trigonometriai irány)

I	1.97 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	133.64 mV; $\varphi_R=0°$
U_C	68.116 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	150 mV; $\varphi_E=-27.01°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.340 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	0.1	2	20	3	50		2
i[mA/div]		u_R[V/div]		u_C[mV/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

Egy párhuzamos RL áramkör vizsgálata három frekvencián:

1,20 kHz, 2,40 kHz, 4,70 kHz

Főcímlap + 3x9 = 27 oszcillogram - [108..135]

Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f =
Y = 1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_0

A pRL és az sRL áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

0 0.2	1 50	2 0.2	3 0.2	0.2
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör

f=1.20 kHz

A párhuzamos RL áramkör vizsgálata

Az L induktivitást és a párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszközön létrejött e feszültség nagyságát és fázisát valamint az egyes ágáramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e referenciafeszültséghez képest (a pRL-nél az e a közös), az i áram Δt=164.5 μs-ot késik.

LH Trigger: az e pozitív nullámenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 470 μA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 1.20 kHz
Y = 1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_0

A pRL és az sRL áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

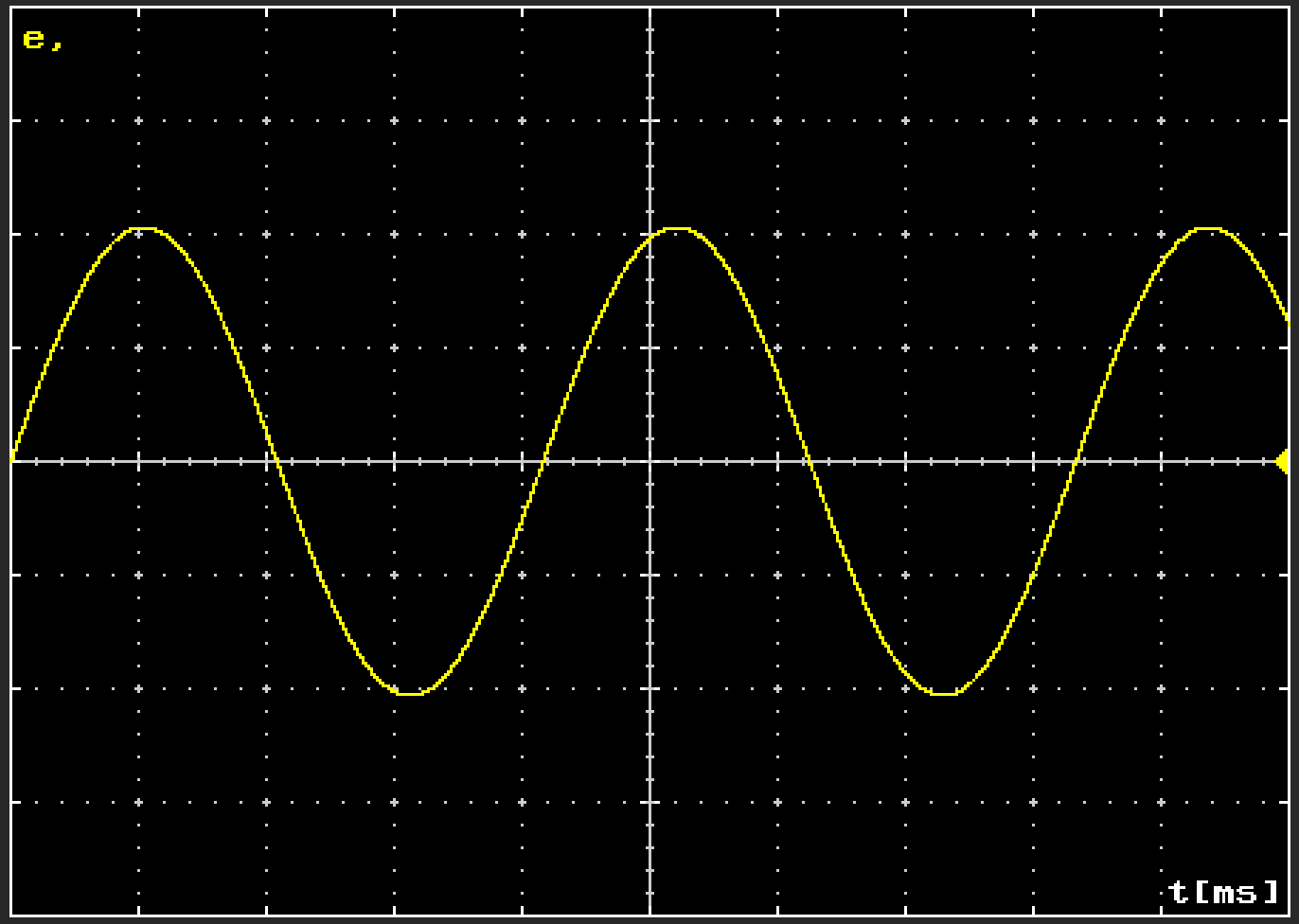
0 0.2	1 50	2 0.2	3 0.2	0.2
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	50	2	0.2	3	0.2	0.2
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 1.20 kHz
Y = 1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 412 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_0

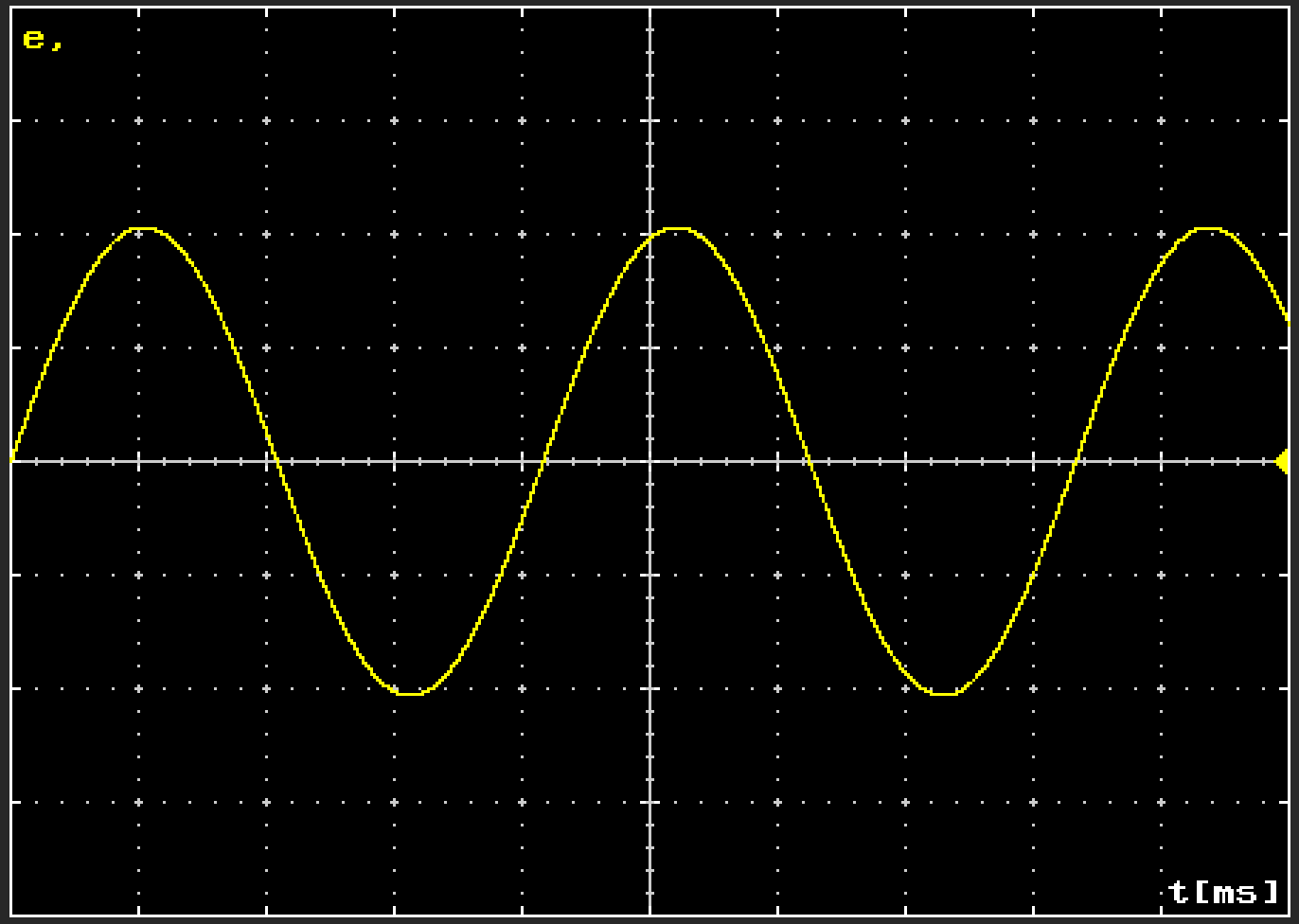
2

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	50	2	0.2	3	0.2	0.2
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 1.20 kHz
Y = 1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 412 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

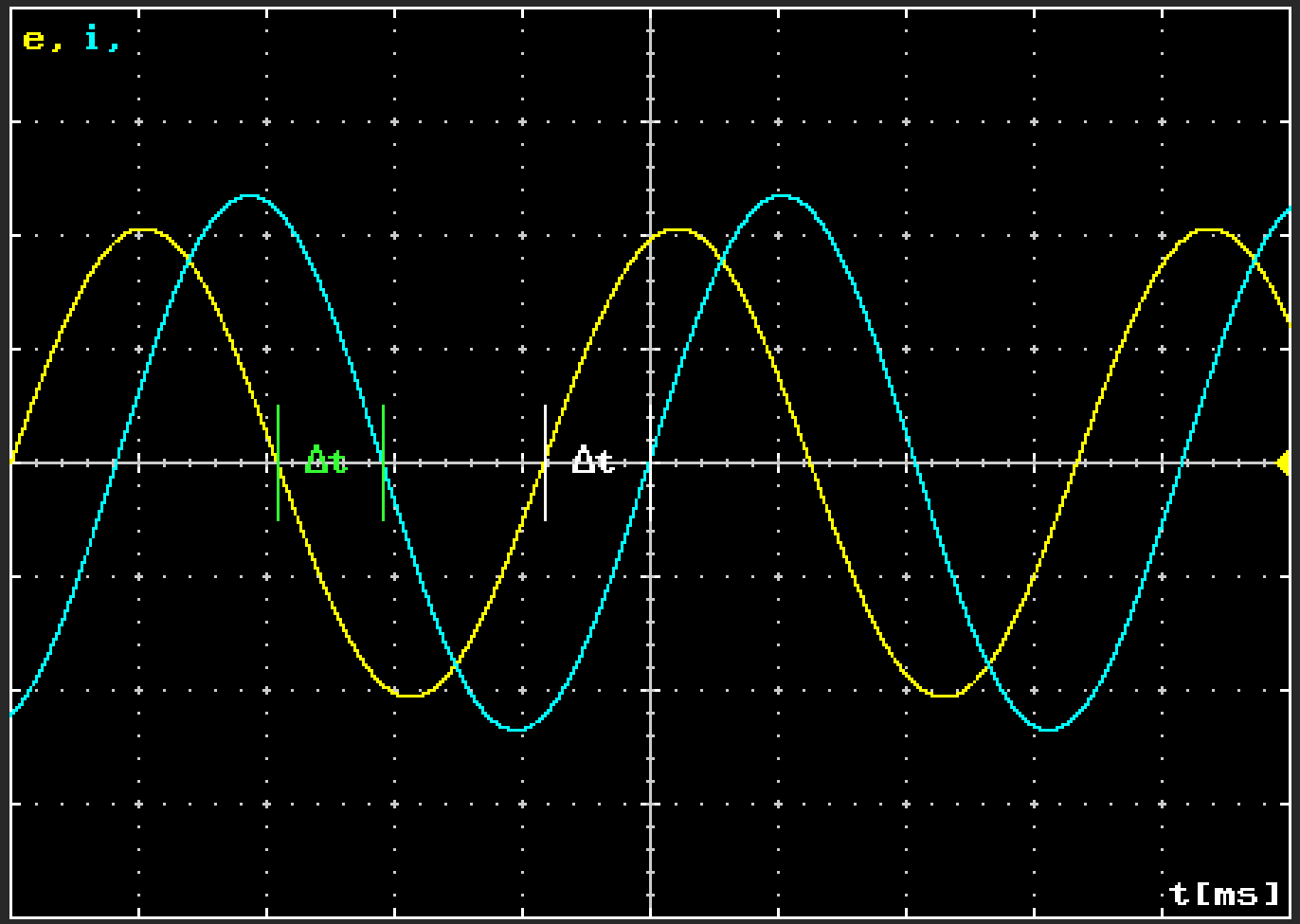
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 1.20 kHz
Y = 1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 412 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_0 470 µA; $\varphi_I=-71.04°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=164.5 µs-ot késik, az áramkör induktív

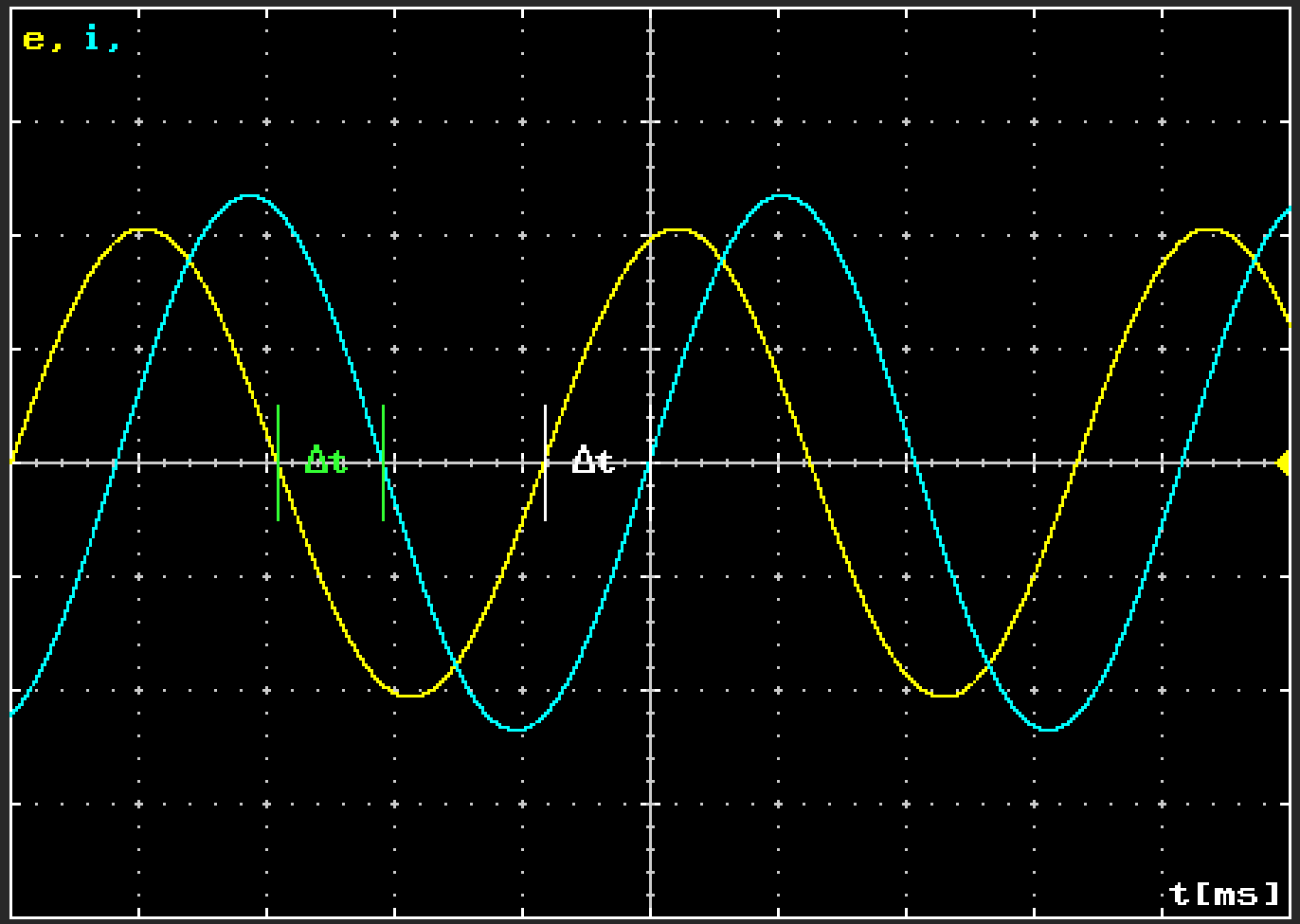
0	0.2	1	50	2	0.2	3	0.2	0.2
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0	=	470 µA, állandó
R	=	2.70 kΩ
L	=	123 mH
f	=	1.20 kHz
Y	=	1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	412 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_0	470 µA; $\varphi_I=-71.04°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=164.5 µs-ot késik, az áramkör induktív

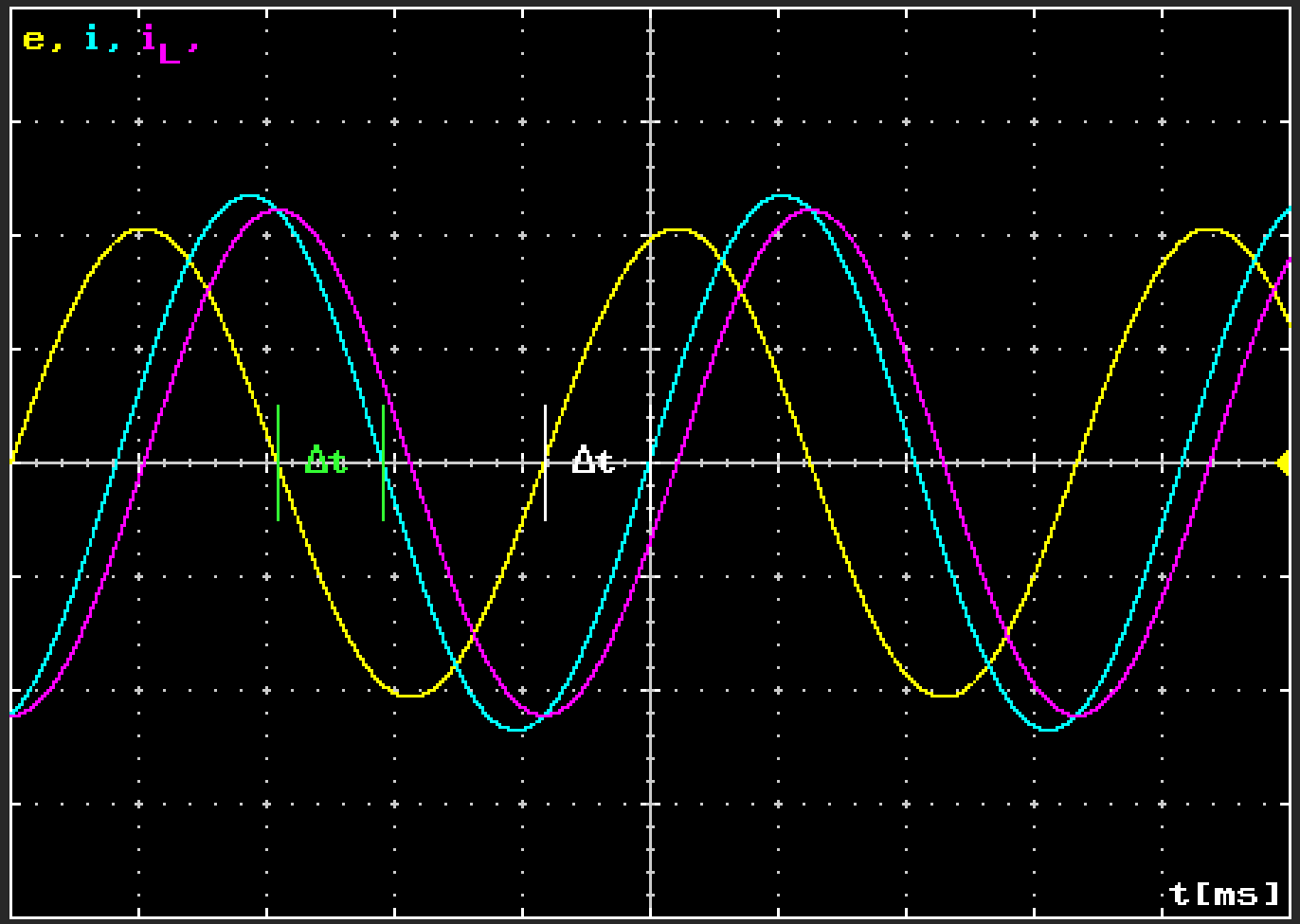
0	1	2	3	
0.2	50	0.2	0.2	0.2
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 1.20 kHz
Y = 1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 412 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 444.51 µA; $\varphi_L=-90°$

I_0 470 µA; $\varphi_I=-71.04°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=164.5 µs-ot késik, az áramkör induktív

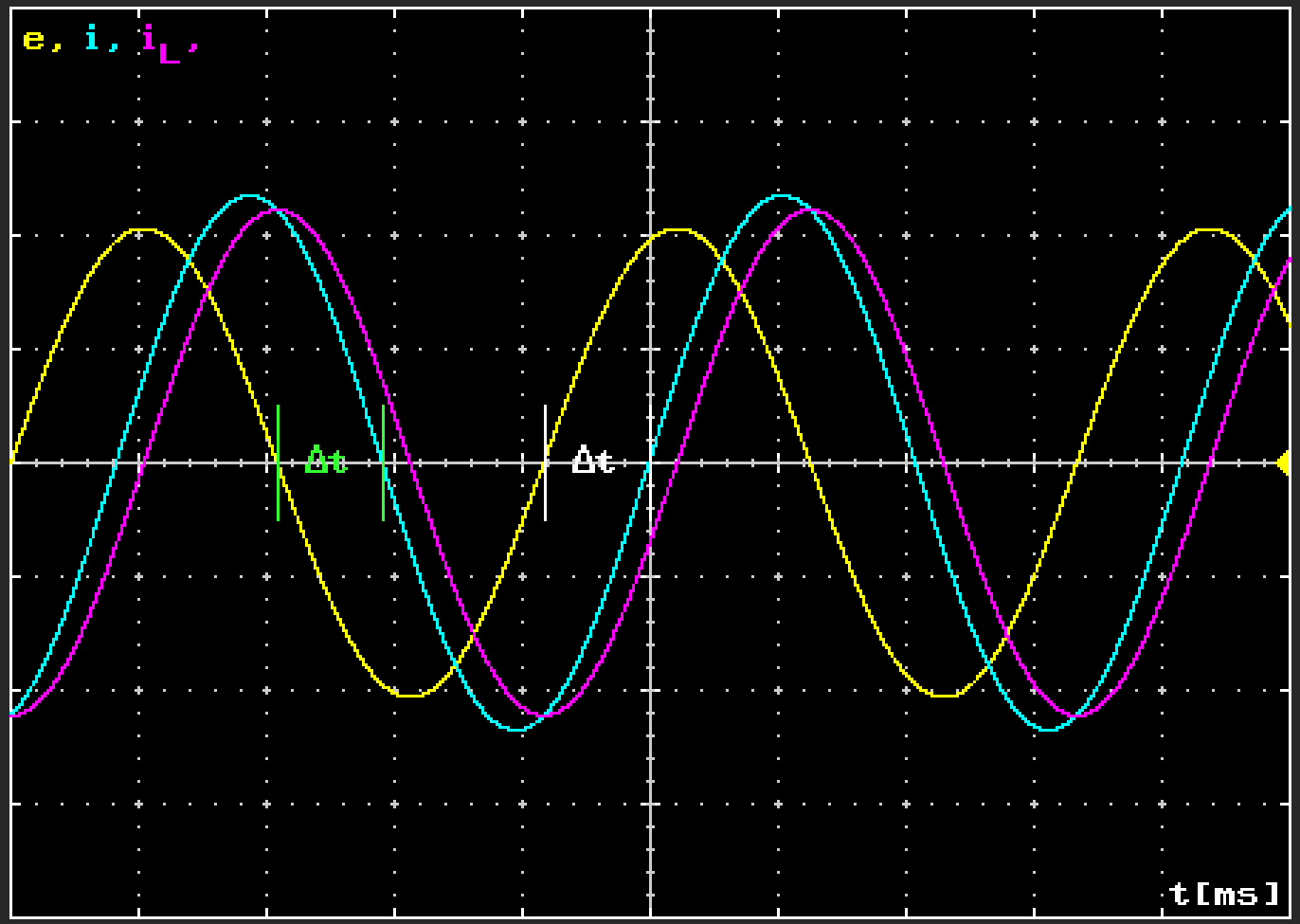
0	0.2	1	50	2	0.2	3	0.2	0.2
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 1.20 kHz
Y = 1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 412 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 444.51 µA; $\varphi_L=-90°$

I_0 470 µA; $\varphi_I=-71.04°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=164.5 µs-ot késik, az áramkör induktív

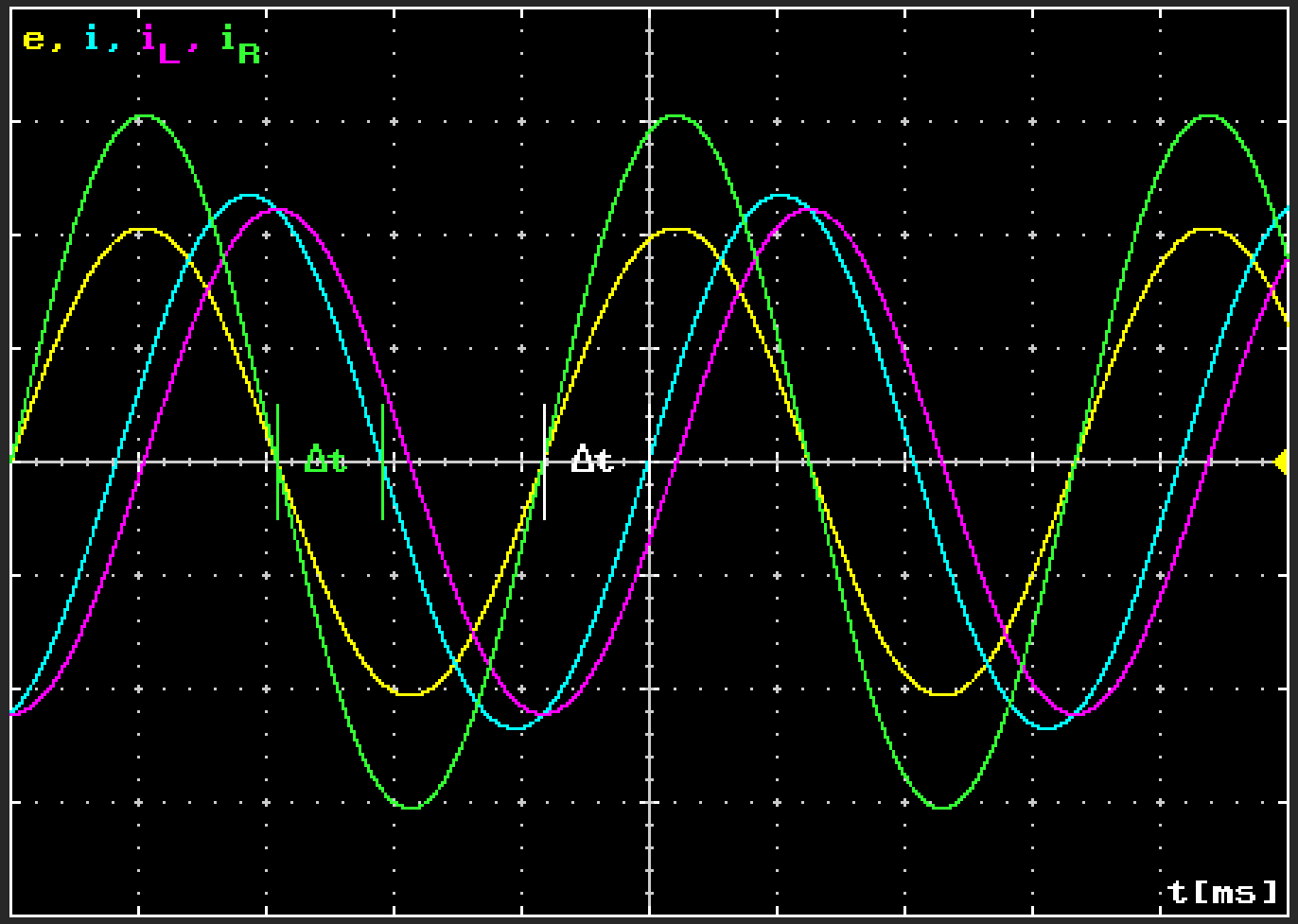
0	0.2	1	50	2	0.2	3	0.2	0.2
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0	=	470 µA, állandó
R	=	2.70 kΩ
L	=	123 mH
f	=	1.20 kHz
Y	=	1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	412 mV; φ_{REF}=0°
I_R	152.68 µA; φ_R=0°
I_L	444.51 µA; φ_L=-90°
I_0	470 µA; φ_I=-71.04°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=164.5 µs-ot késik, az áramkör induktív

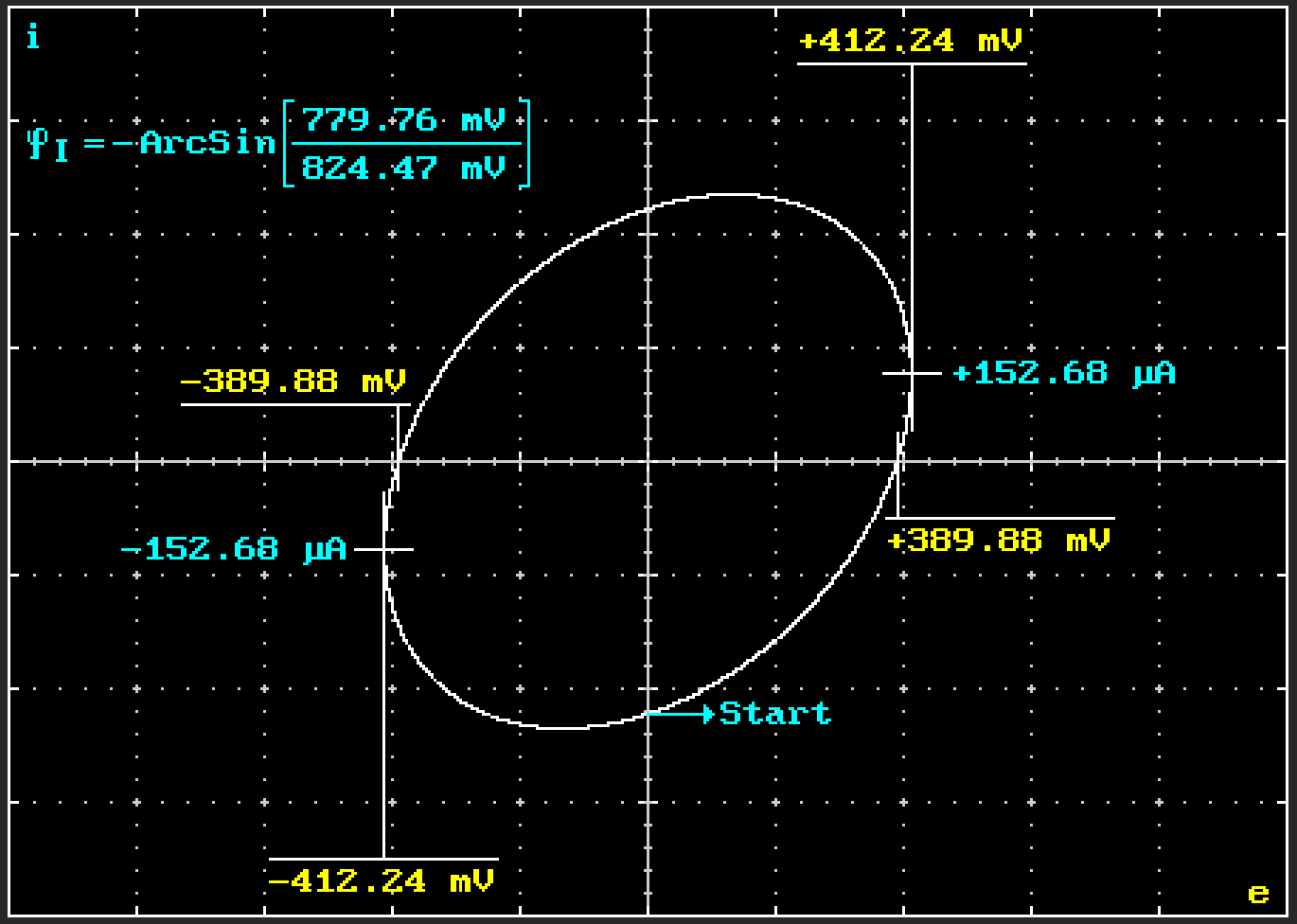
0	1	2	3	
0.2	50	0.2	0.2	0.2
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 1.20 kHz
Y = 1.140 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	412 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	152.68 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	444.51 µA; $\varphi_L=-90°$
I_0	470 µA; $\varphi_I=-71.04°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=164.5 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	
0.2	50	0.2	0.2	0.2
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör

f=2.40 kHz

A párhuzamos RL áramkör vizsgálata

Az L induktivitást és a párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszközön létrejött e feszültség nagyságát és fázisát valamint az egyes ágáramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e referenciafeszültséghez képest (a pRL-nél az e a közös), az i áram Δt=64.25 μs-ot késik.

LH Trigger: az e pozitív nullámenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 470 μA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 2.40 kHz
Y = 654.1 μS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_0

A pRL és az sRL áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

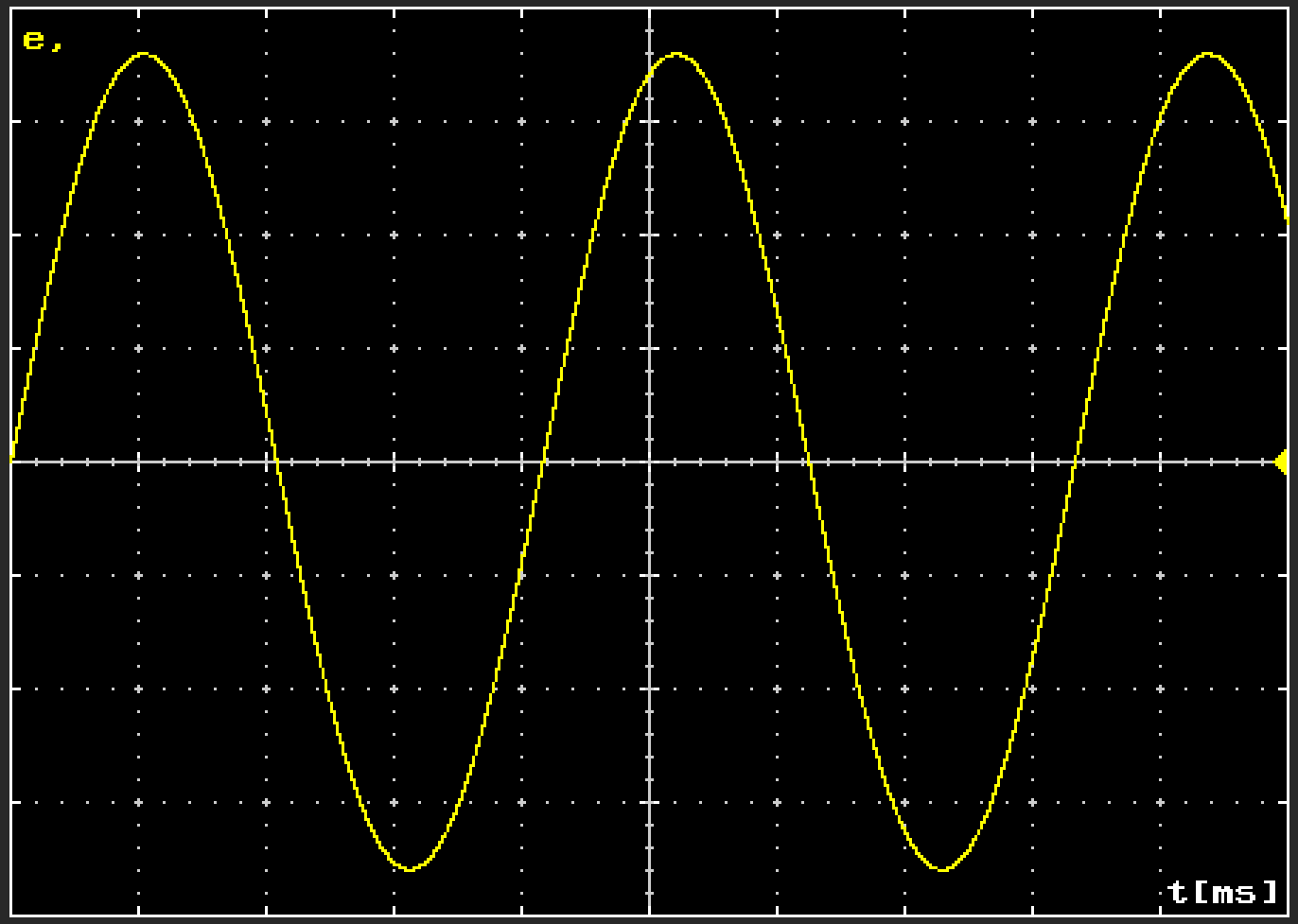
0 0.2	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	0.1	2	0.2	3	0.2	0.1
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 2.40 kHz
Y = 654.1 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 719 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

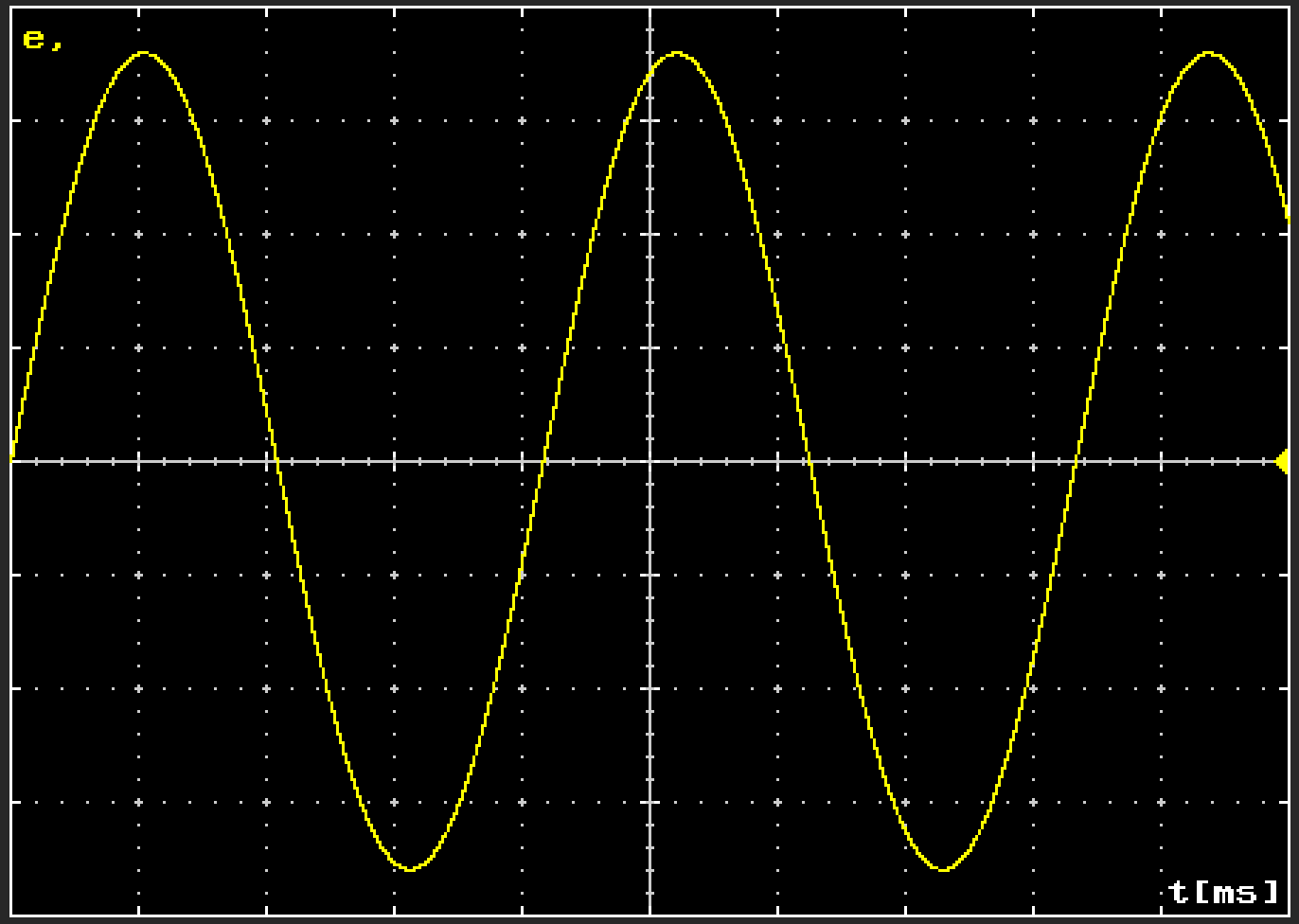
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	0.1	2	0.2	3	0.2	0.1
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 2.40 kHz
Y = 654.1 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 719 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

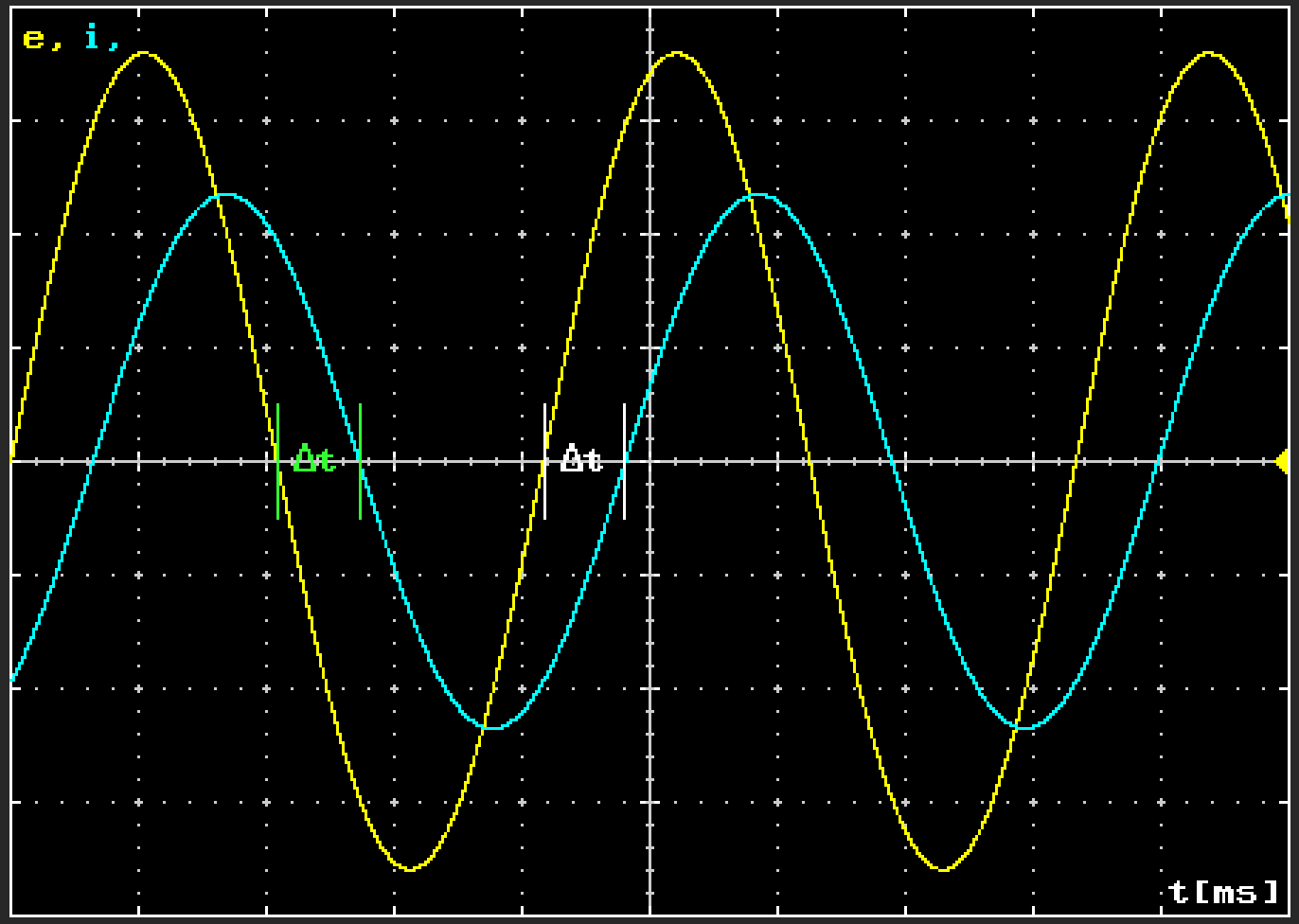
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0	=	470 µA, állandó
R	=	2.70 kΩ
L	=	123 mH
f	=	2.40 kHz
Y	=	654.1 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	719 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_0	470 µA; $\varphi_I=-55.51°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=64.25 µs-ot késik, az áramkör induktív

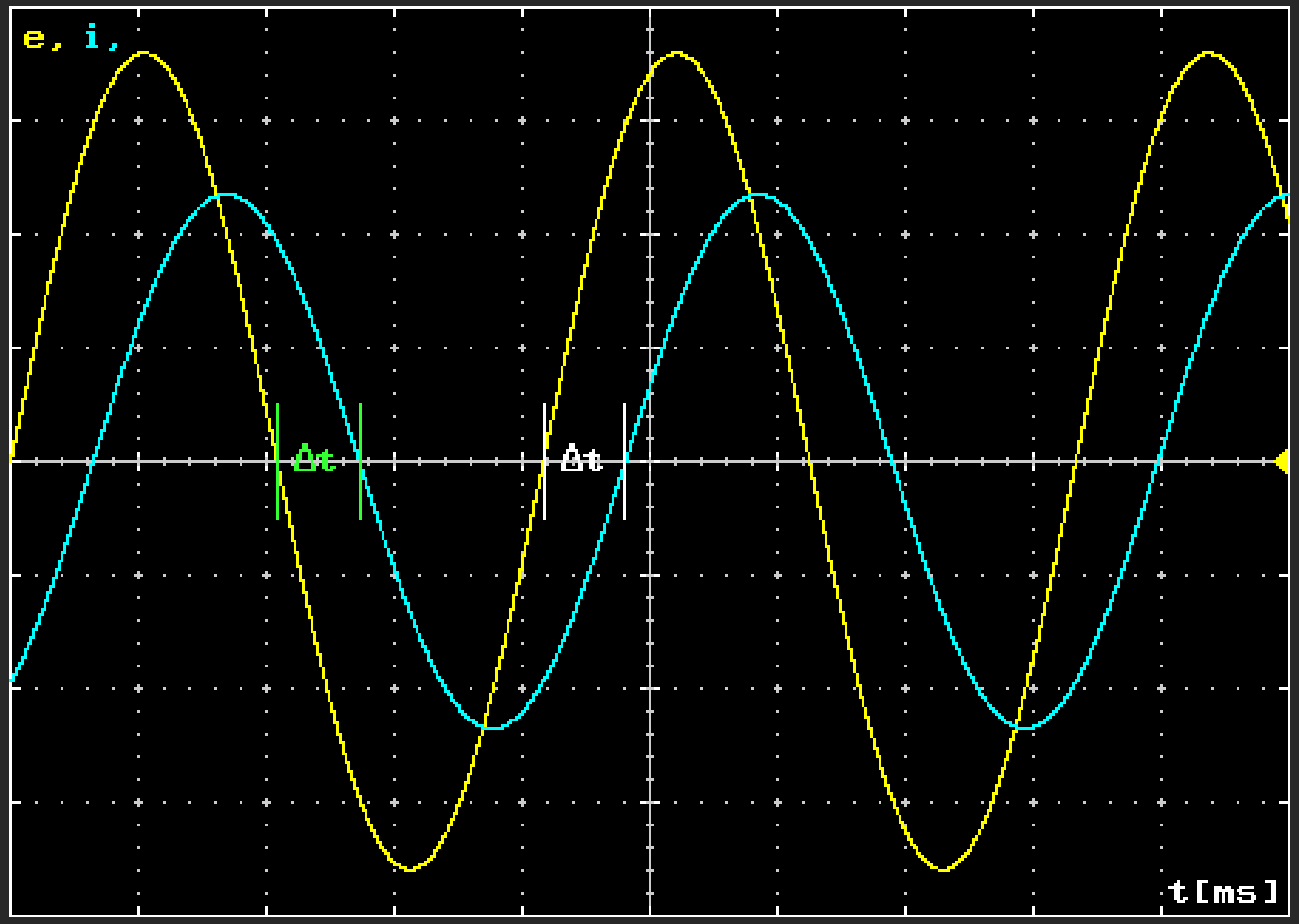
0	1	2	3	
0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0	=	470 µA, állandó
R	=	2.70 kΩ
L	=	123 mH
f	=	2.40 kHz
Y	=	654.1 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	719 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_0	470 µA; $\varphi_I=-55.51°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=64.25 µs-ot késik, az áramkör induktív

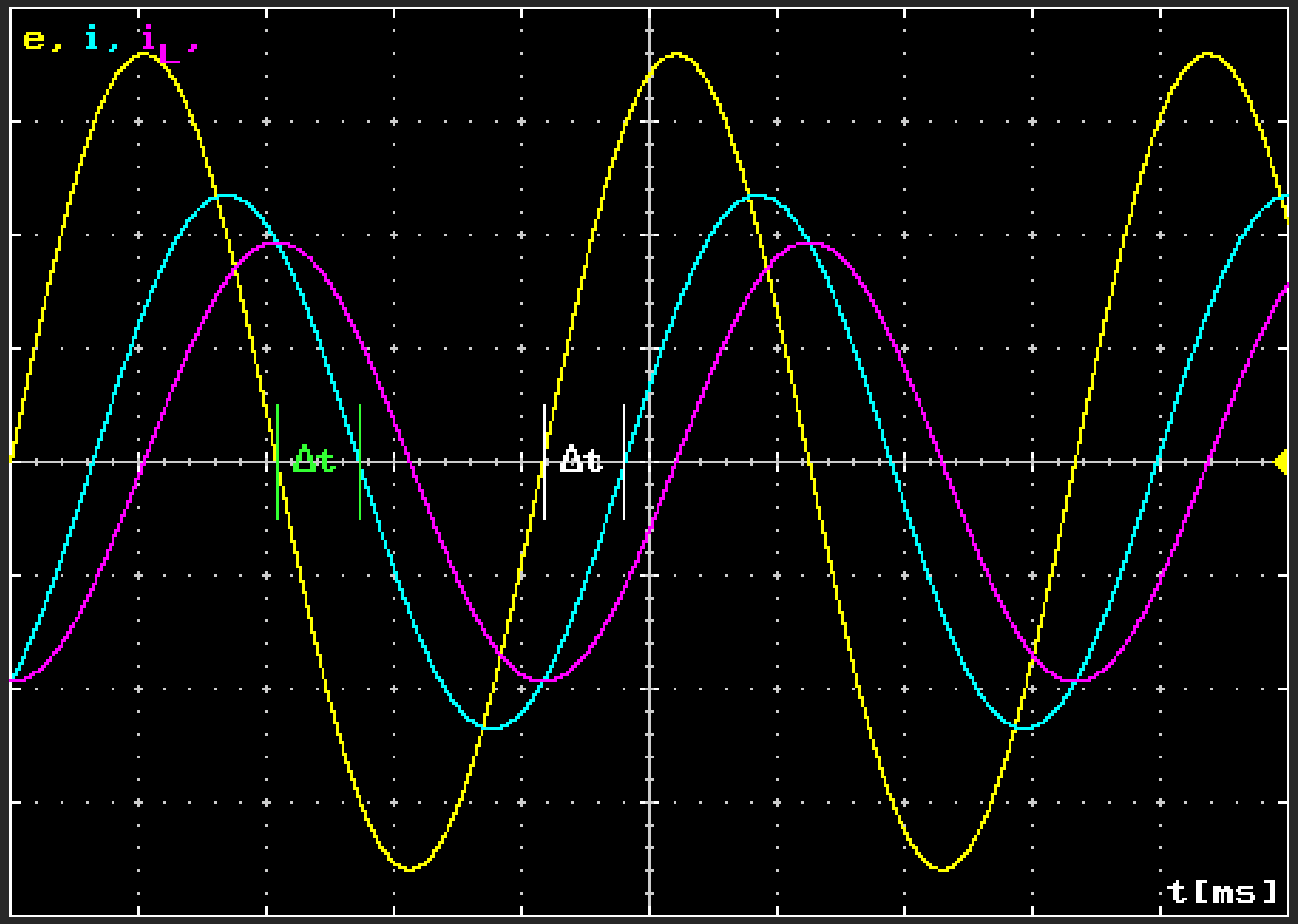
0	0.2	1	0.1	2	0.2	3	0.2		0.1
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0	=	470 µA, állandó
R	=	2.70 kΩ
L	=	123 mH
f	=	2.40 kHz
Y	=	654.1 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	719 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	387.40 µA; φ_L=-90°
I_0	470 µA; φ_I=-55.51°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=64.25 µs-ot késik, az áramkör induktív

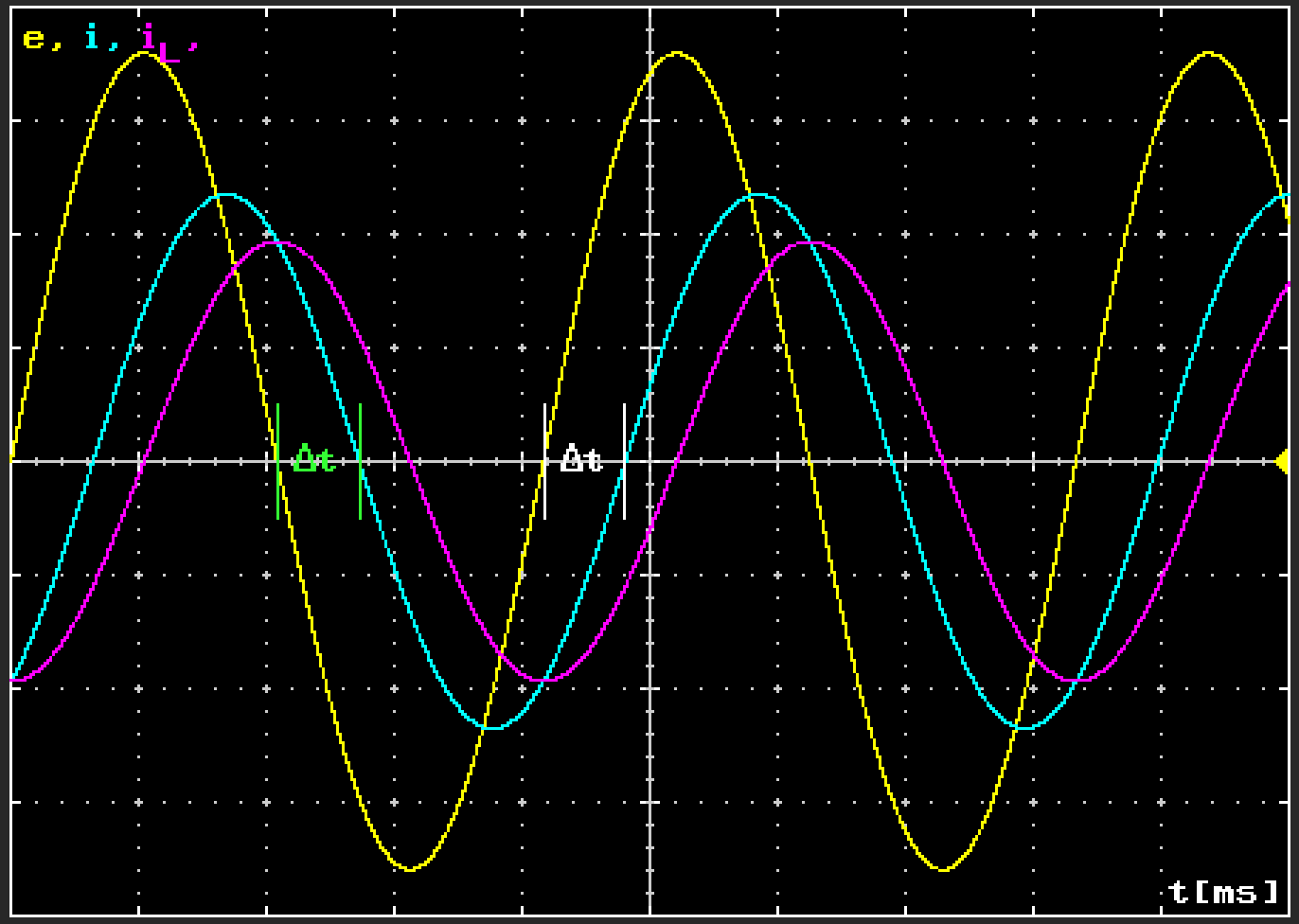
0	1	2	3	
0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0	=	470 µA, állandó
R	=	2.70 kΩ
L	=	123 mH
f	=	2.40 kHz
Y	=	654.1 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	719 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	387.40 µA; φ_L=–90°
I_0	470 µA; φ_I=–55.51°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=64.25 µs-ot késik, az áramkör induktív

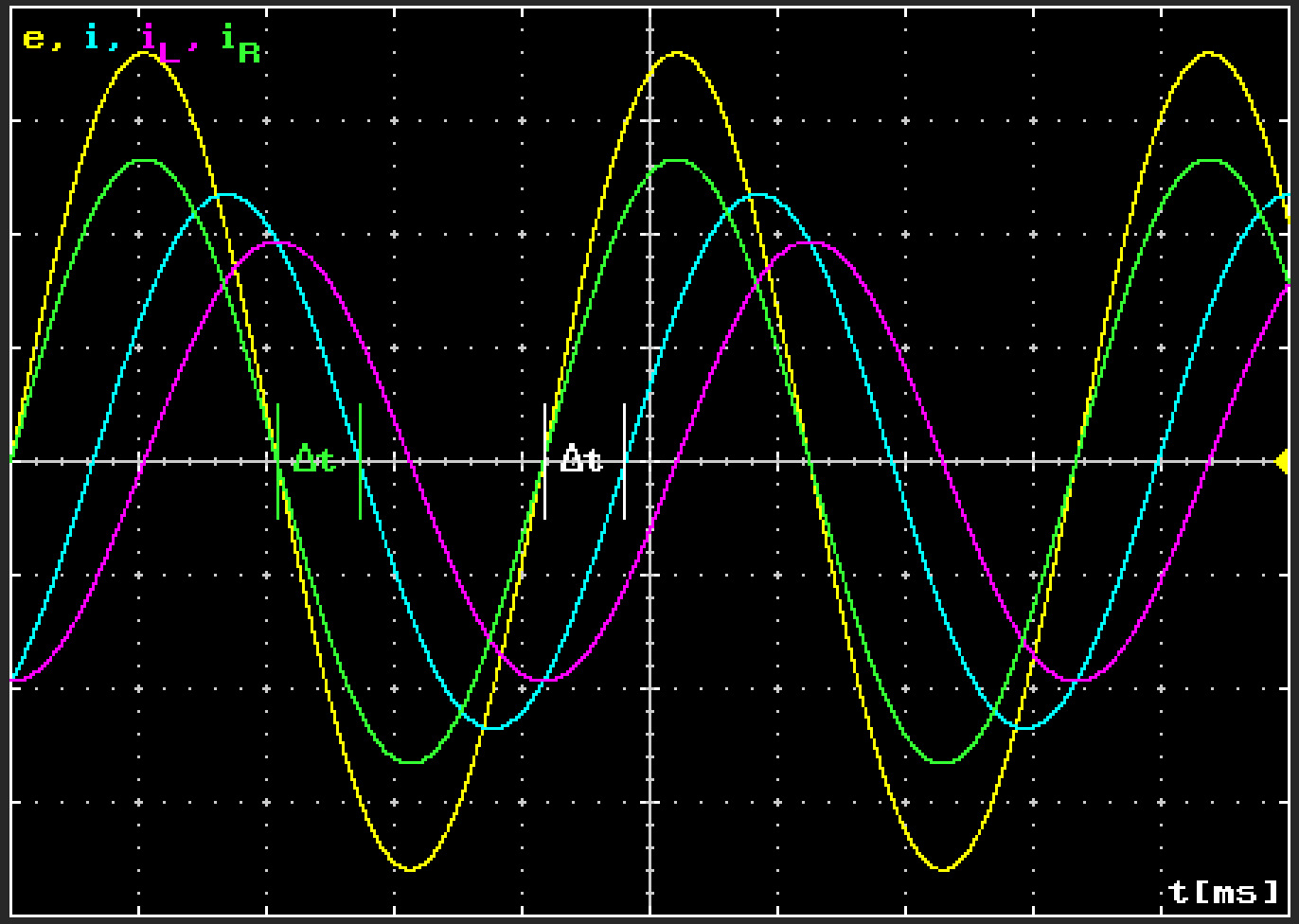
0	1	2	3	
0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0	=	470 µA, állandó
R	=	2.70 kΩ
L	=	123 mH
f	=	2.40 kHz
Y	=	654.1 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	719 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	266.13 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	387.40 µA; $\varphi_L=-90°$
I_0	470 µA; $\varphi_I=-55.51°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=64.25 µs-ot késik, az áramkör induktív

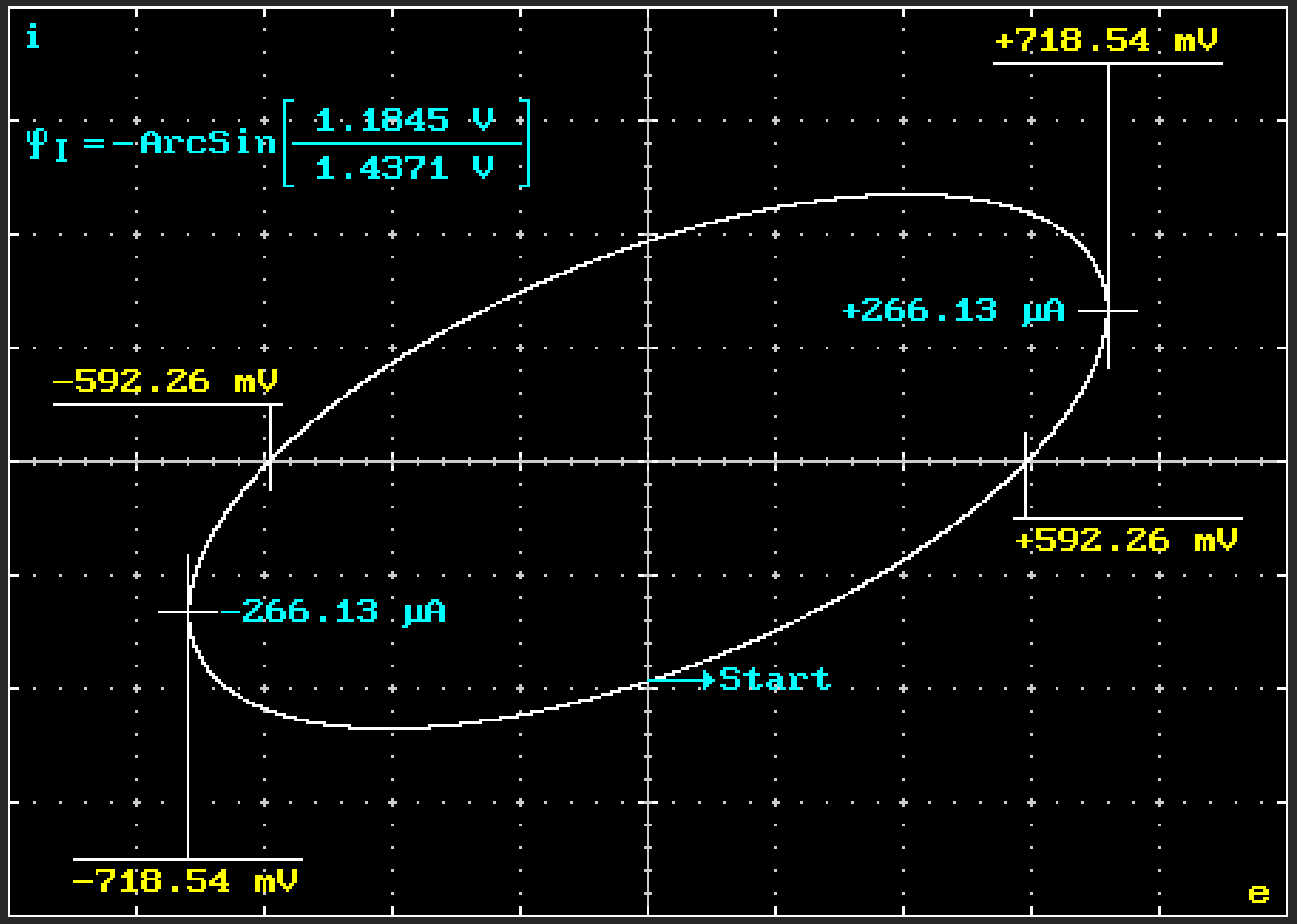
0	0.2	1	0.1	2	0.2	3	0.2	0.1
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0	=	470 µA, állandó
R	=	2.70 kΩ
L	=	123 mH
f	=	2.40 kHz
Y	=	654.1 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	719 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	266.13 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	387.40 µA; $\varphi_L=-90°$
I_0	470 µA; $\varphi_I=-55.51°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=64.25 µs-ot késik, az áramkör induktív

0 0.2	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör

f=4.70 kHz

A párhuzamos RL áramkör vizsgálata

Az L induktivitást és a párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszközön létrejött e feszültség nagyságát és fázisát valamint az egyes ágáramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e referenciafeszültséghez képest (a pRL-nél az e a közös), az i áram Δt=21.65 µs-ot késik.

LH Trigger: az e pozitív nullámenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 4.70 kHz
Y = 461.5 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_0

A pRL és az sRL áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

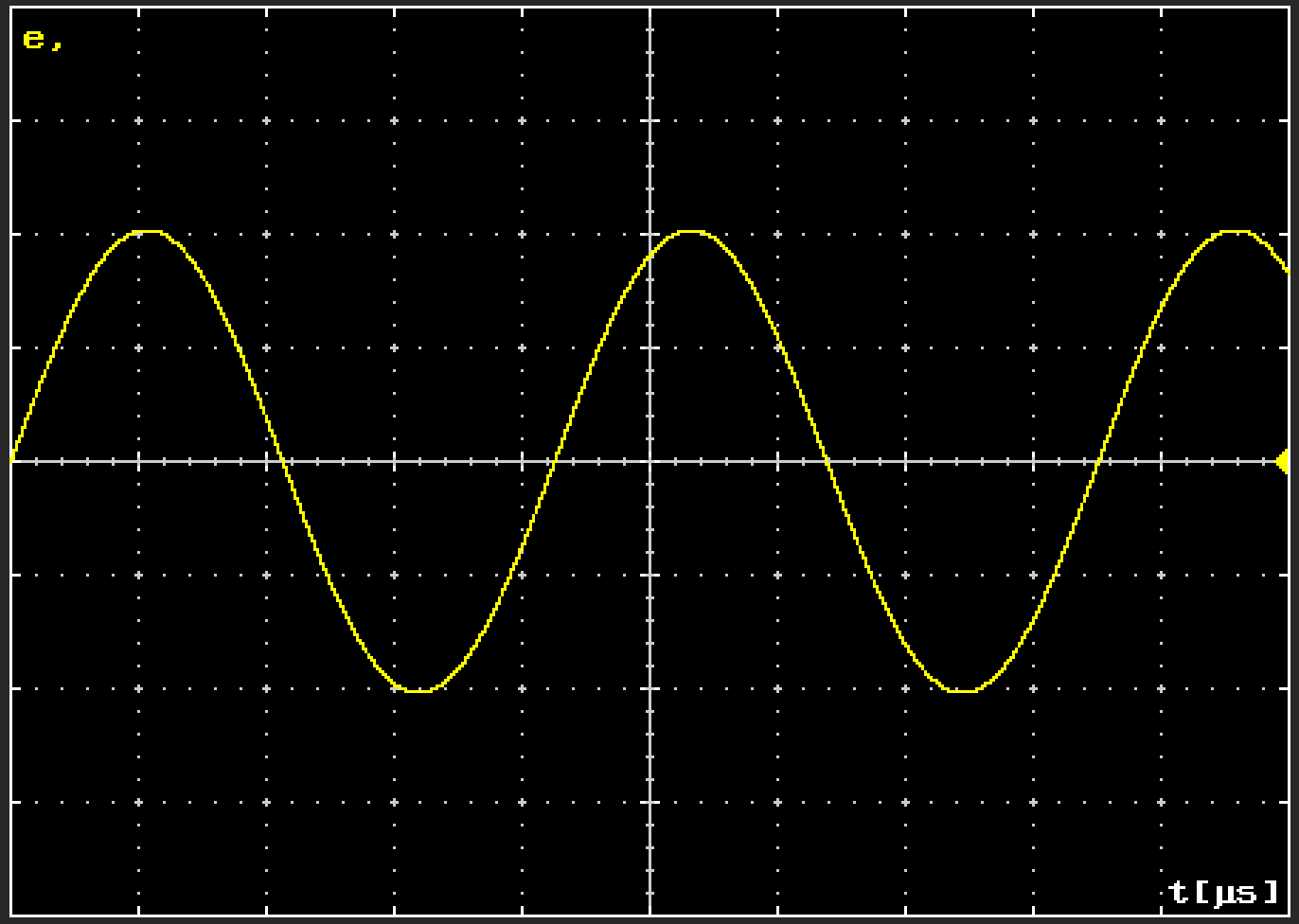
0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	50
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	0.2	2	0.1	3	0.2	50
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[µs/div]

Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 4.70 kHz
Y = 461.5 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.02 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

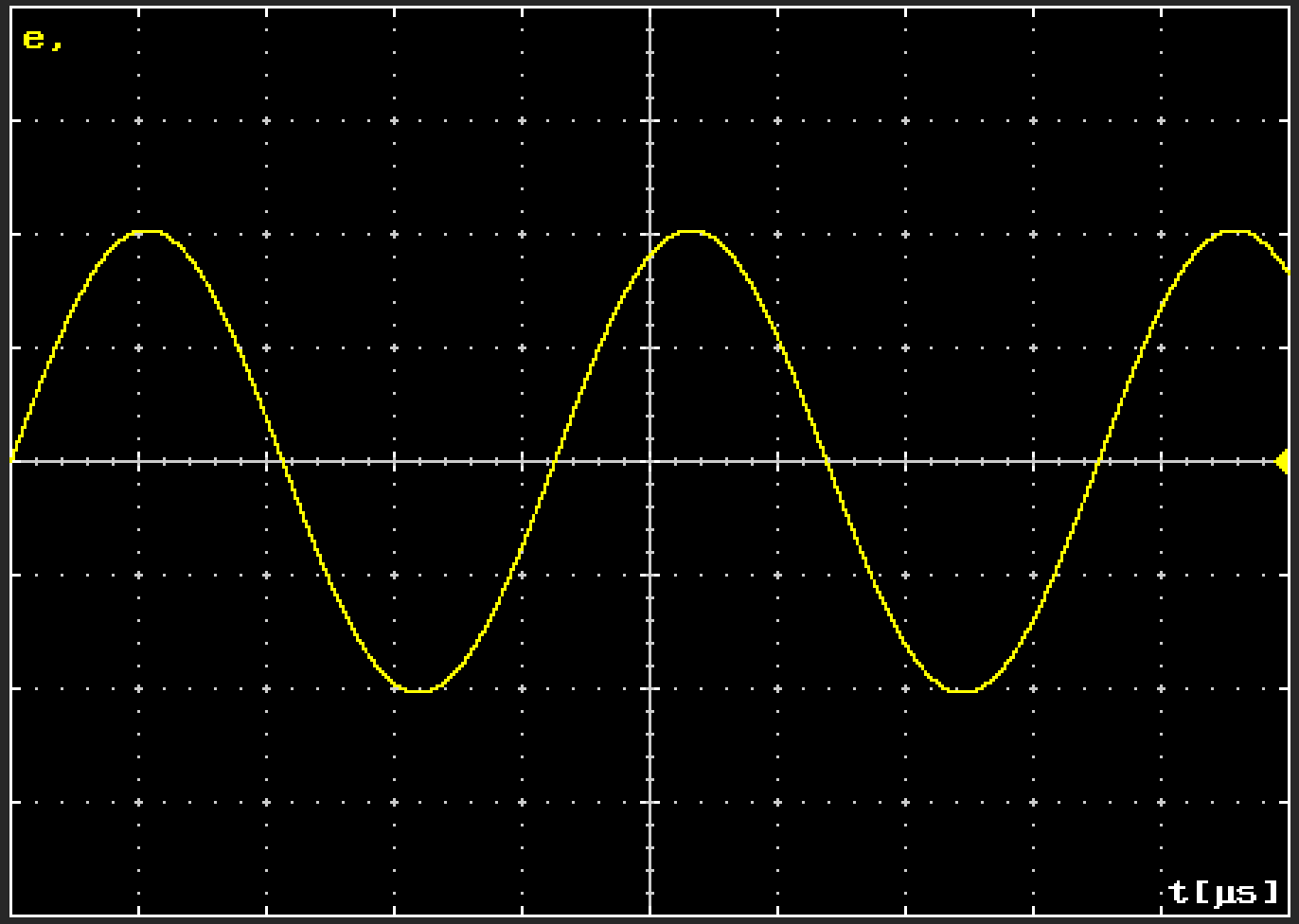
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	0.2	2	0.1	3	0.2	50
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_L[V/div]		i[mA/div]		t[µs/div]

Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 4.70 kHz
Y = 461.5 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.02 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

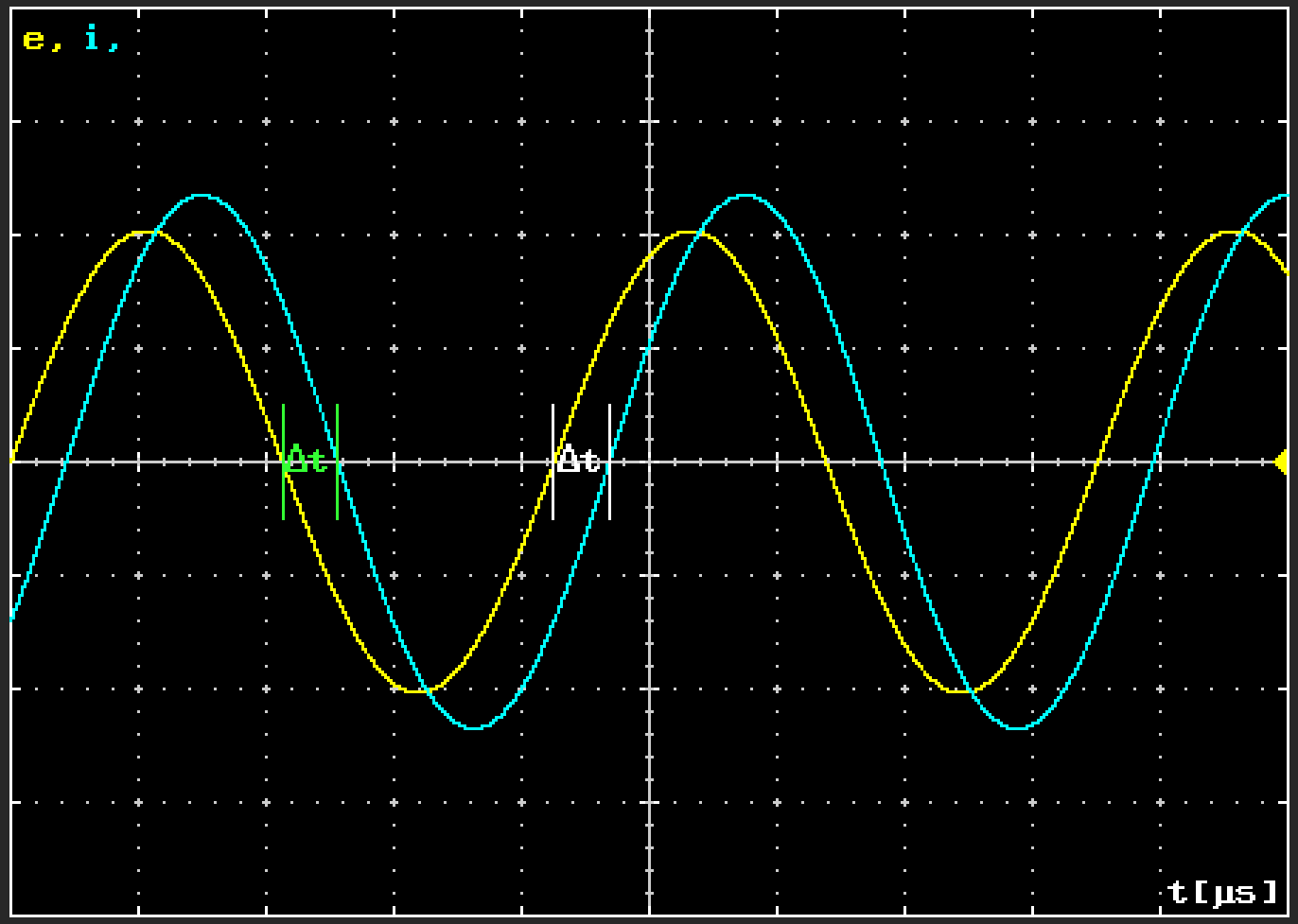
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0 = 470 μA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 4.70 kHz
Y = 461.5 μS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.02 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_0 470 μA; φ_I=−36.62°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=21.65 μs-ot késik, az áramkör induktív

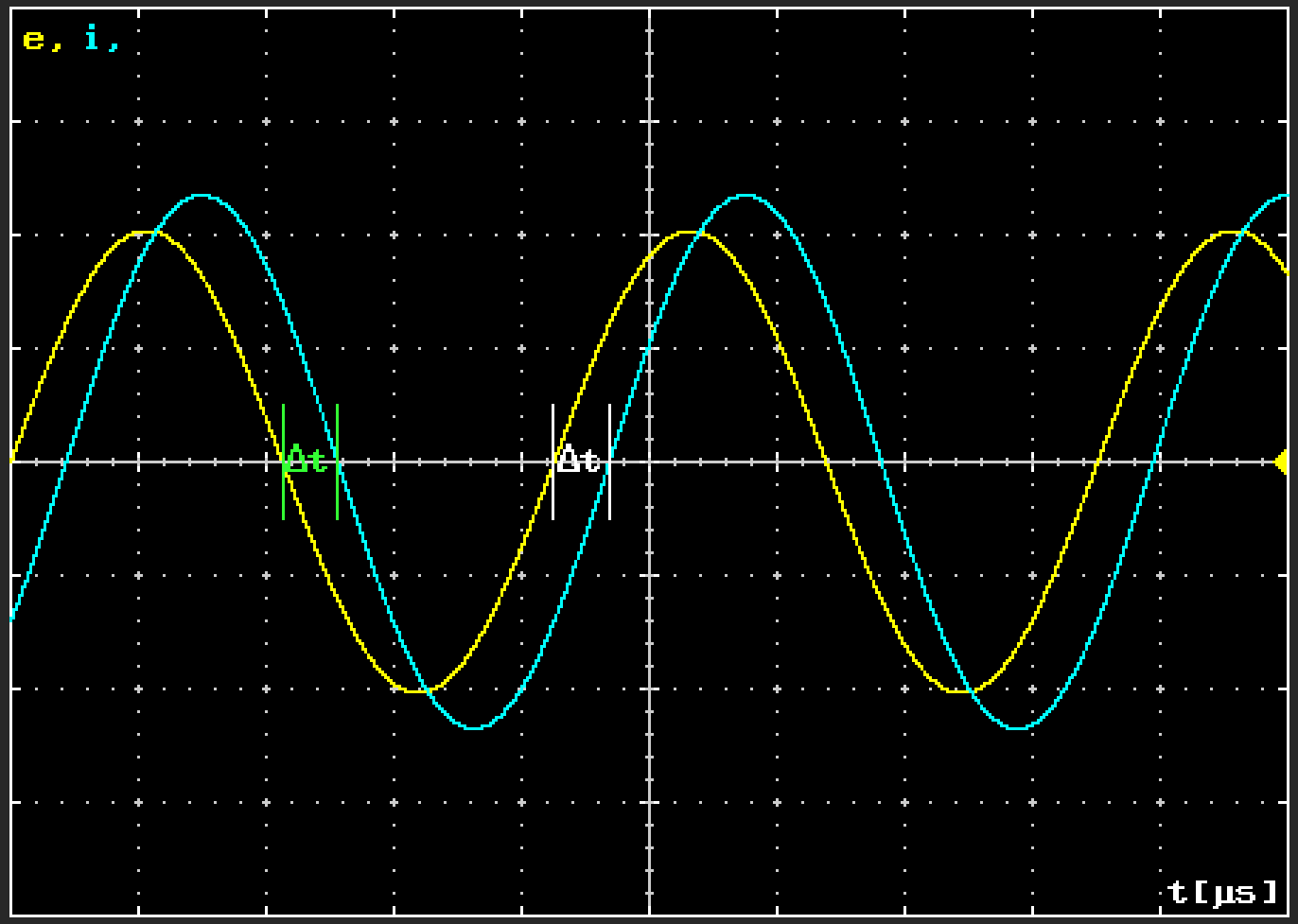
0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	50
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0 = 470 μA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 4.70 kHz
Y = 461.5 μS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.02 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_0 470 μA; φ_I=-36.62°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=21.65 μs-ot késik, az áramkör induktív

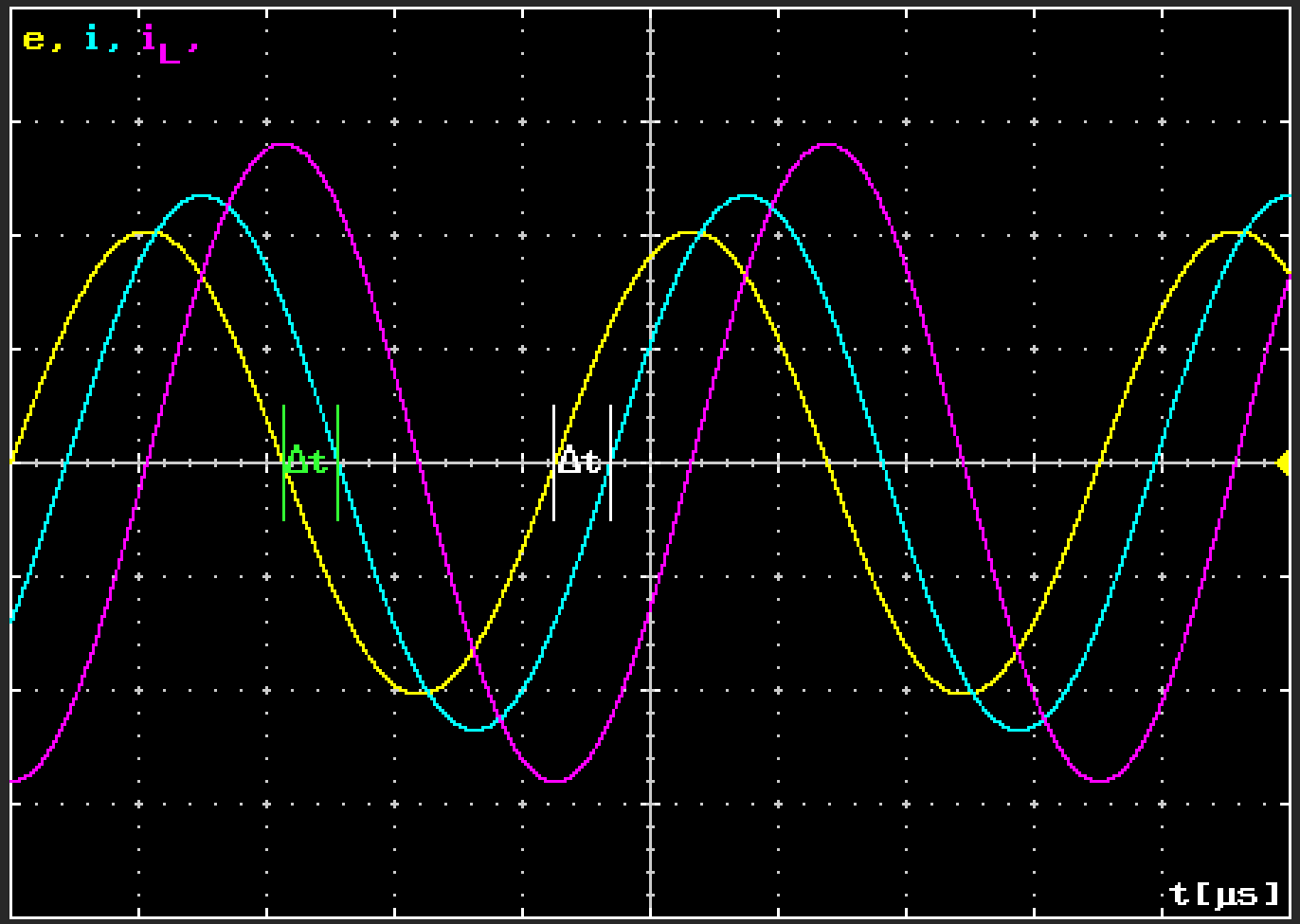
0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	50
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0	= 470 µA, állandó
R	= 2.70 kΩ
L	= 123 mH
f	= 4.70 kHz
Y	= 461.5 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.02 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	280.39 µA; φ_L=-90°
I_0	470 µA; φ_I=-36.62°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=21.65 µs-ot késik, az áramkör induktív

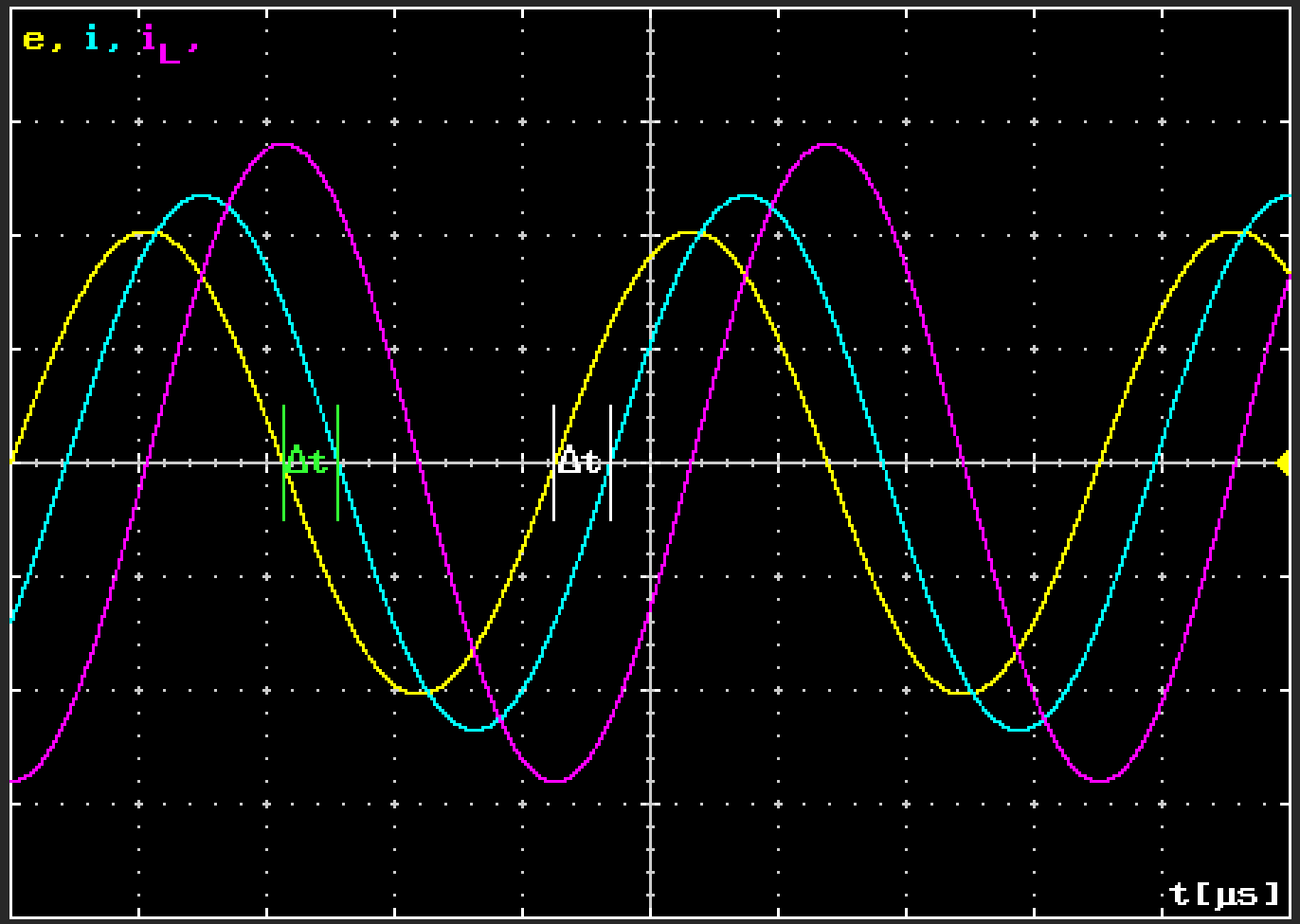
0	1	2	3	
0.5	0.2	0.1	0.2	50
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 4.70 kHz
Y = 461.5 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.02 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L 280.39 µA; φ_L=−90°

I_0 470 µA; φ_I=−36.62°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=21.65 µs-ot késik, az áramkör induktív

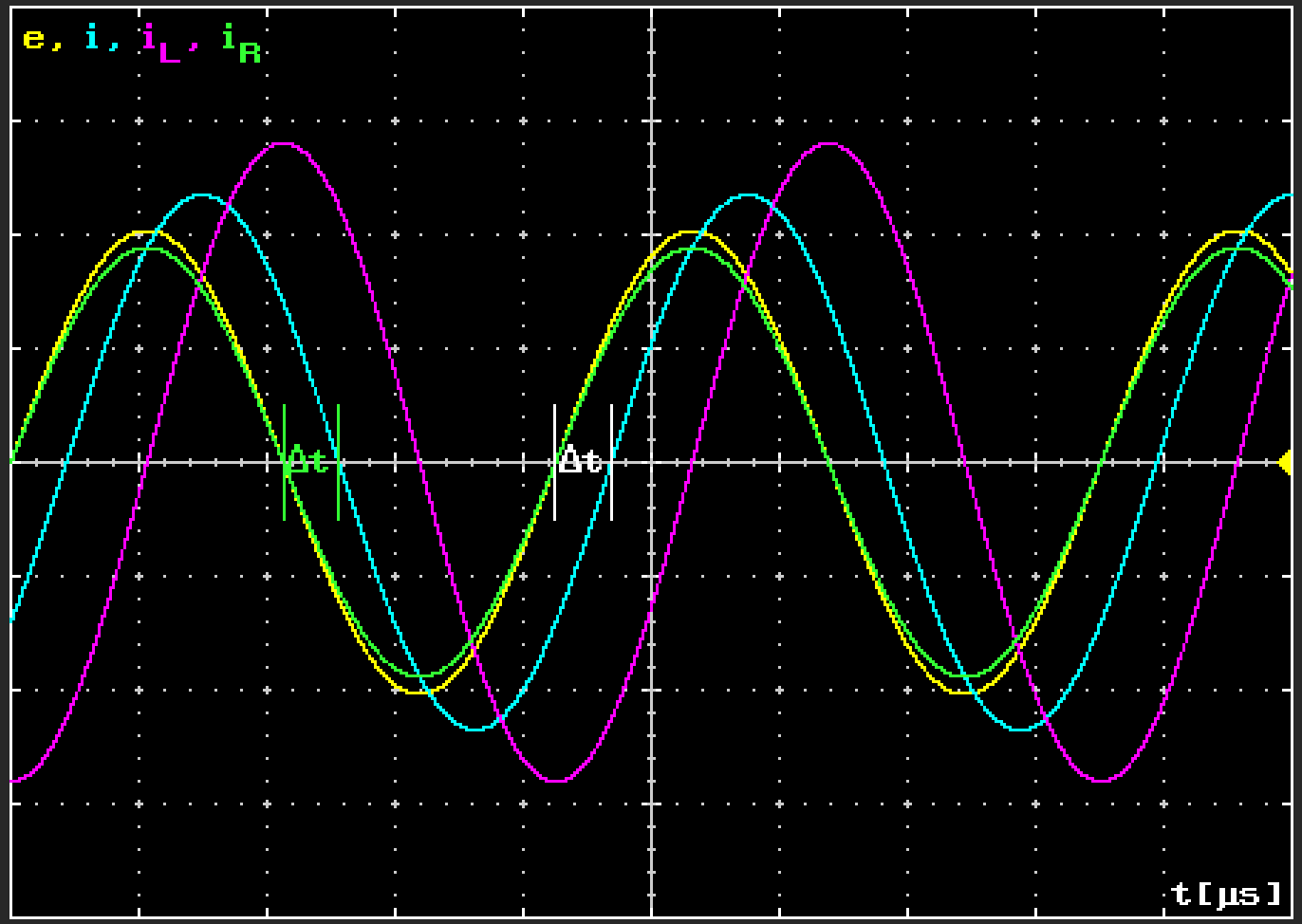
0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	50
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 4.70 kHz
Y = 461.5 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.02 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	377.20 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	280.39 µA; $\varphi_L=-90°$
I_0	470 µA; $\varphi_I=-36.62°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=21.65 µs-ot késik, az áramkör induktív

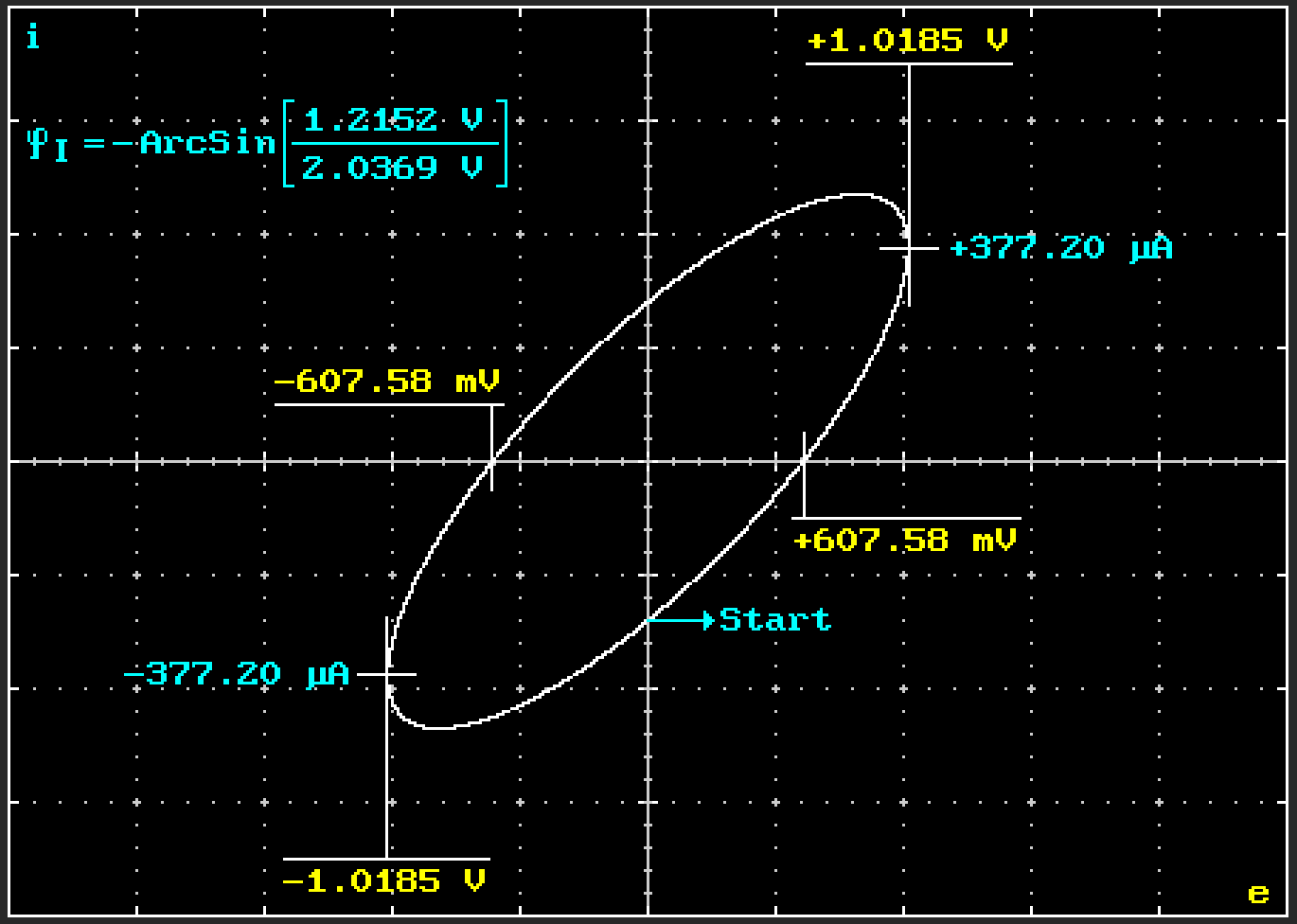
0	1	2	3	
0.5	0.2	0.1	0.2	50
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRL

Párhuzamos áramkörök – RL áramkör



Alapadatok:

I_0 = 470 µA, állandó
R = 2.70 kΩ
L = 123 mH
f = 4.70 kHz
Y = 461.5 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.02 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	377.20 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	280.39 µA; $\varphi_L=-90°$
I_0	470 µA; $\varphi_I=-36.62°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=21.65 µs-ot késik, az áramkör induktív

0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	50
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_L[V/div]	i[mA/div]	t[µs/div]

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör

Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f =
Y = 505.7 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

Egy párhuzamos RC áramkör vizsgálata három frekvencián:

430 Hz, 910 Hz, 2.40 kHz

Főcímlap + 3x9 = 27 oszcillogram - [136..163]

E
I_R
I_C
I_0

A pRC és az sRC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	0.5
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör

f=430 Hz

A párhuzamos RC áramkör vizsgálata

A C kapacitást és a párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszközön létrejött e feszültség nagyságát és fázisát valamint az egyes ágáramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e referenciafeszültséghez képest (a pRC-nél az e a közös), az i áram Δt=167.9 μs-ot siet.

LH Trigger: az e pozitív nullámenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 680 μA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 430 Hz
Y = 505.7 μS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_C
I_0

A pRC és az sRC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

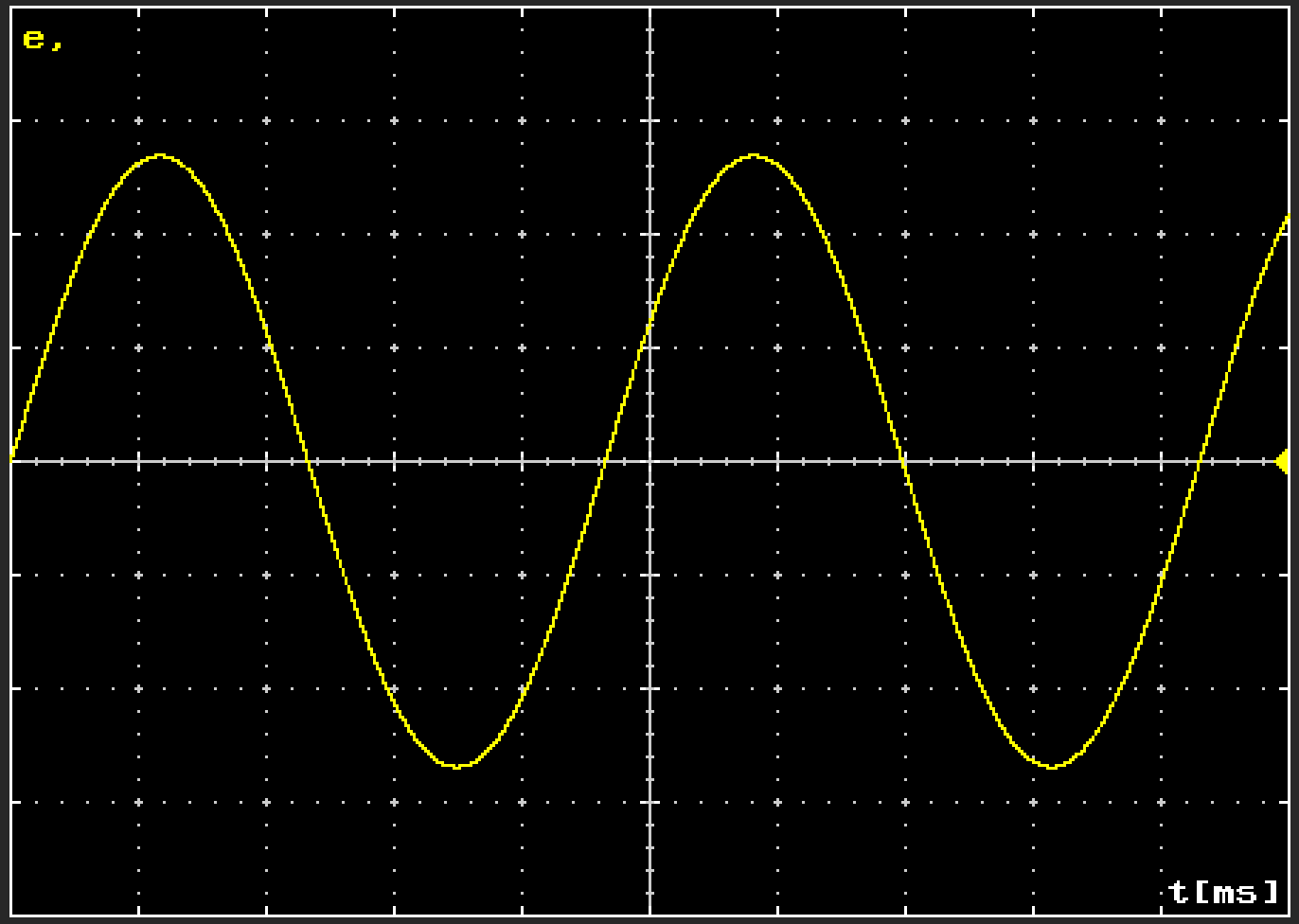
0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	0.5
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	0.2	2	0.1	3	0.2	0.5
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 430 Hz
Y = 505.7 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.34 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_C

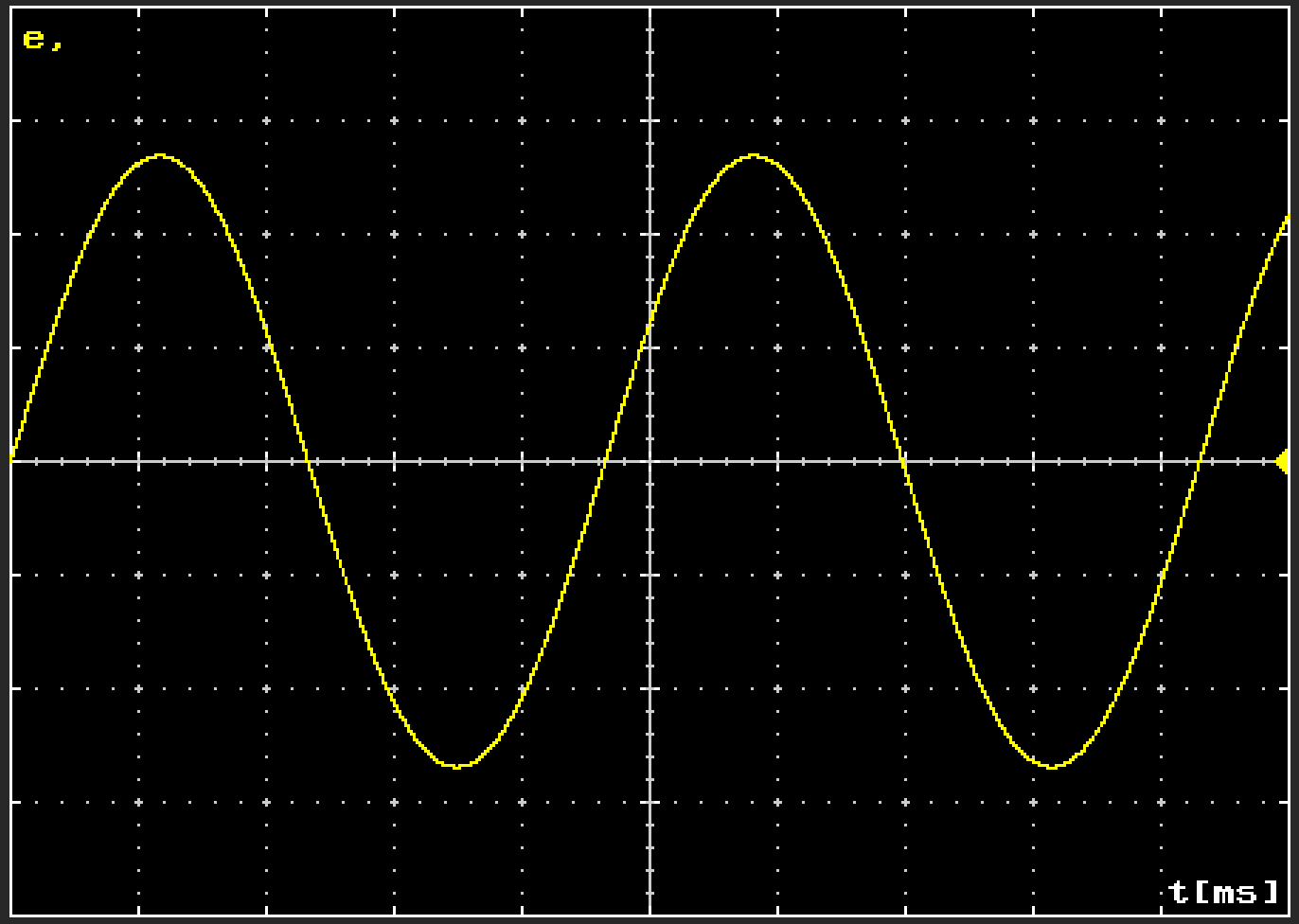
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	0.2	2	0.1	3	0.2		0.5
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]	

Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 430 Hz
Y = 505.7 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.34 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_C

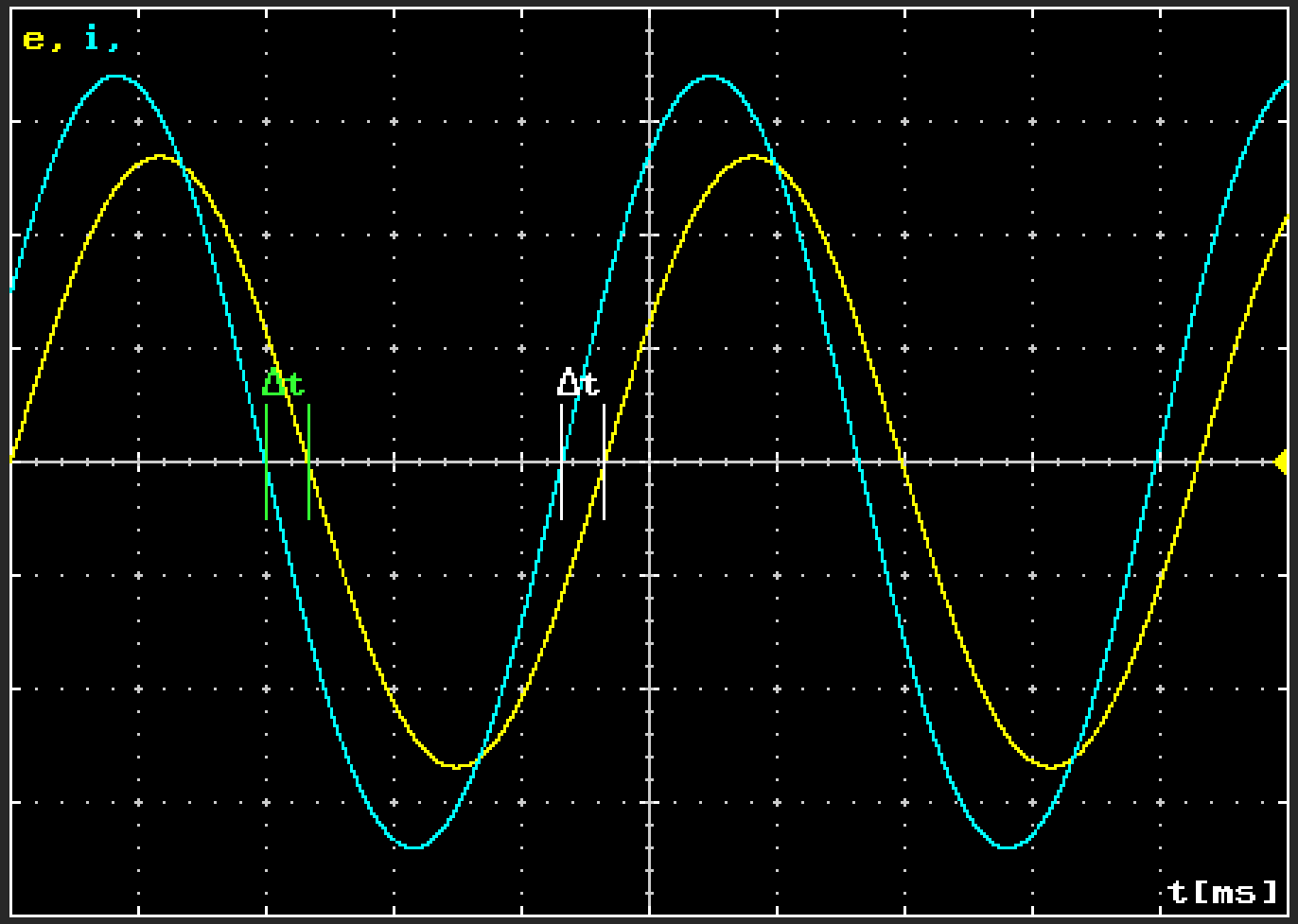
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	430 Hz
Y	=	505.7 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	1.34 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_C	
I_0	680 µA; φ_I=+25.98°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=167.9 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

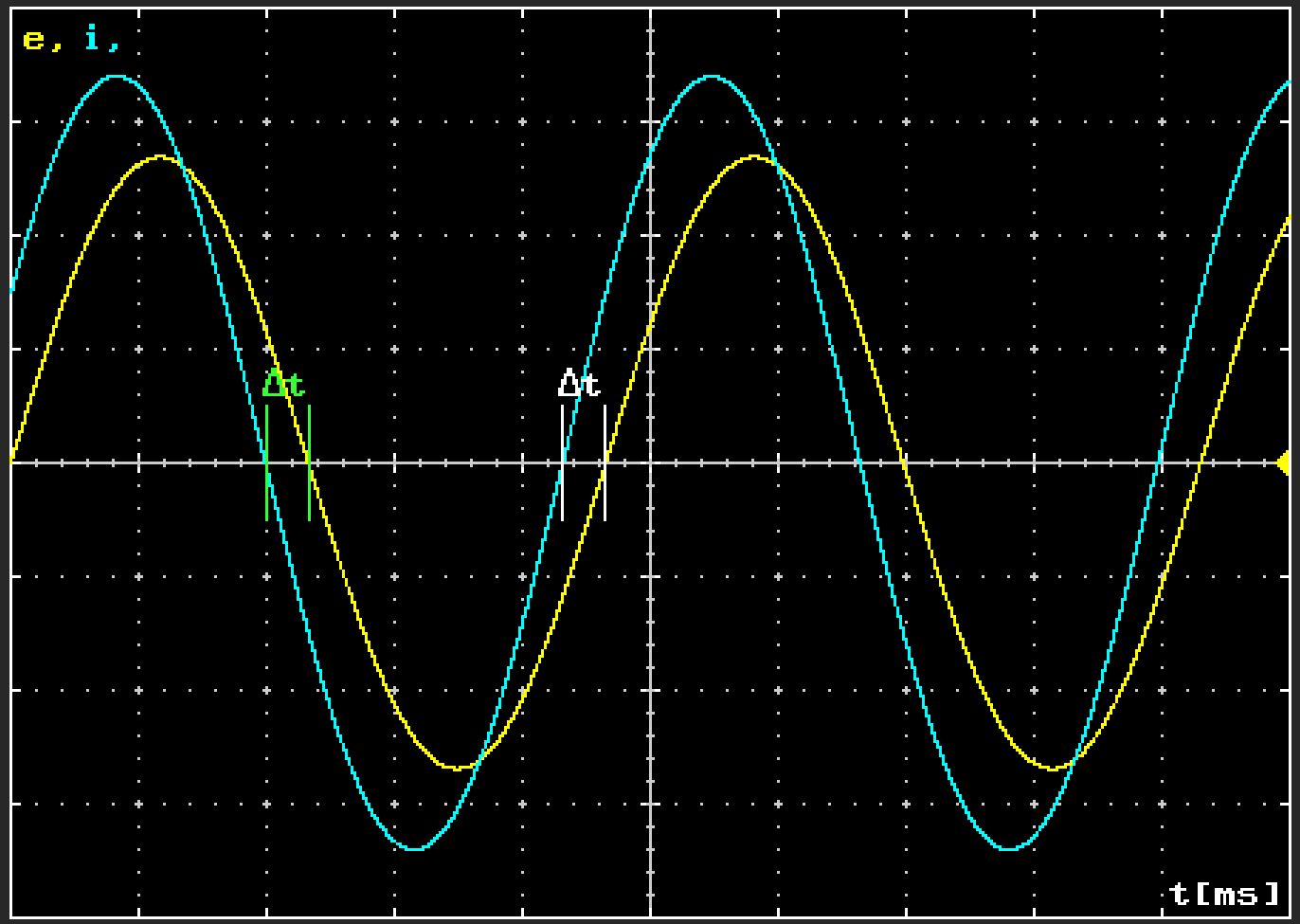
0	0.5	1	0.2	2	0.1	3	0.2	0.5
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 430 Hz
Y = 505.7 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.34 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_C

I_0 680 µA; φ_I=+25.98°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=167.9 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

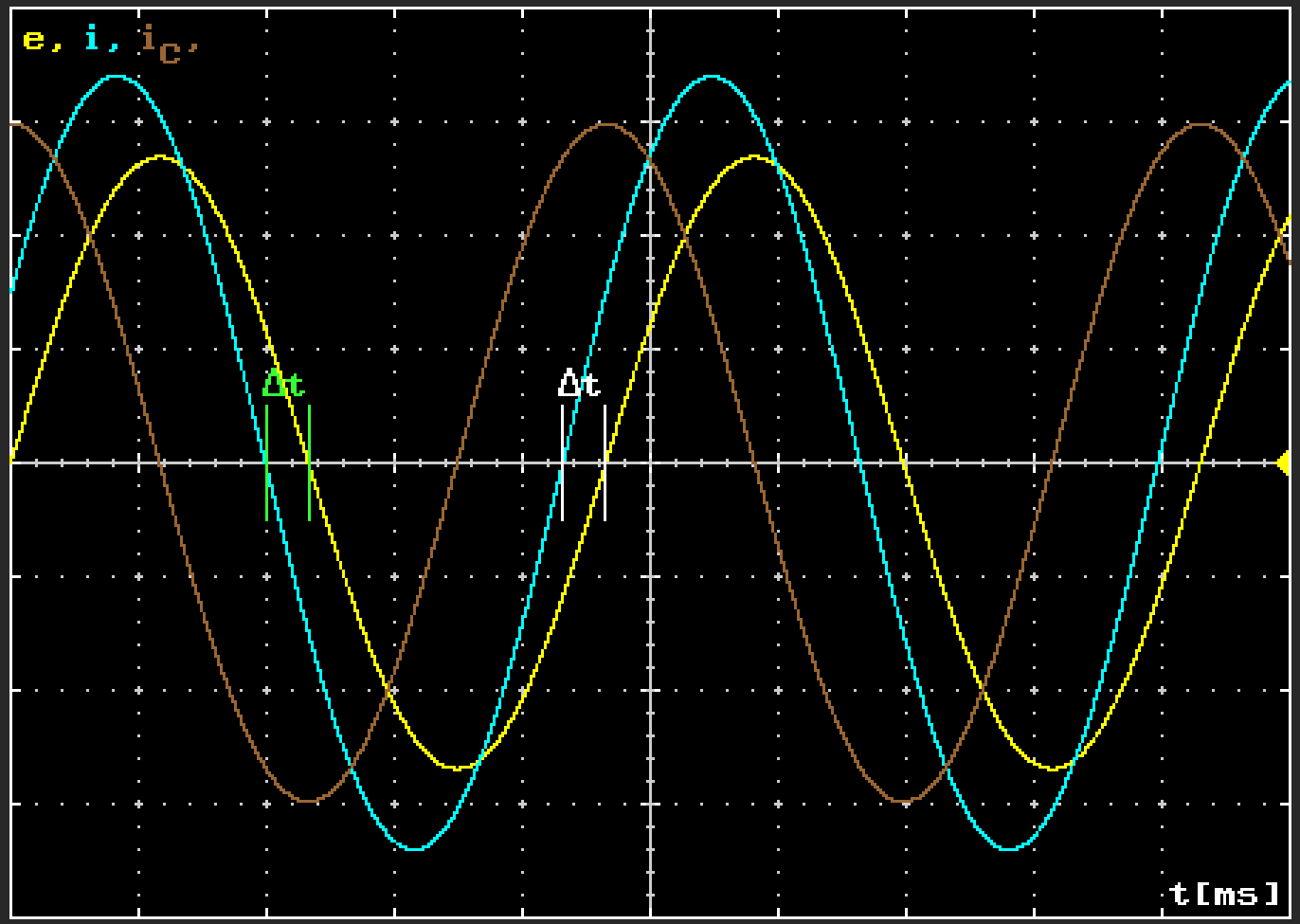
0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	0.5
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	430 Hz
Y	=	505.7 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.34 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_C	297.93 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+25.98°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=167.9 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

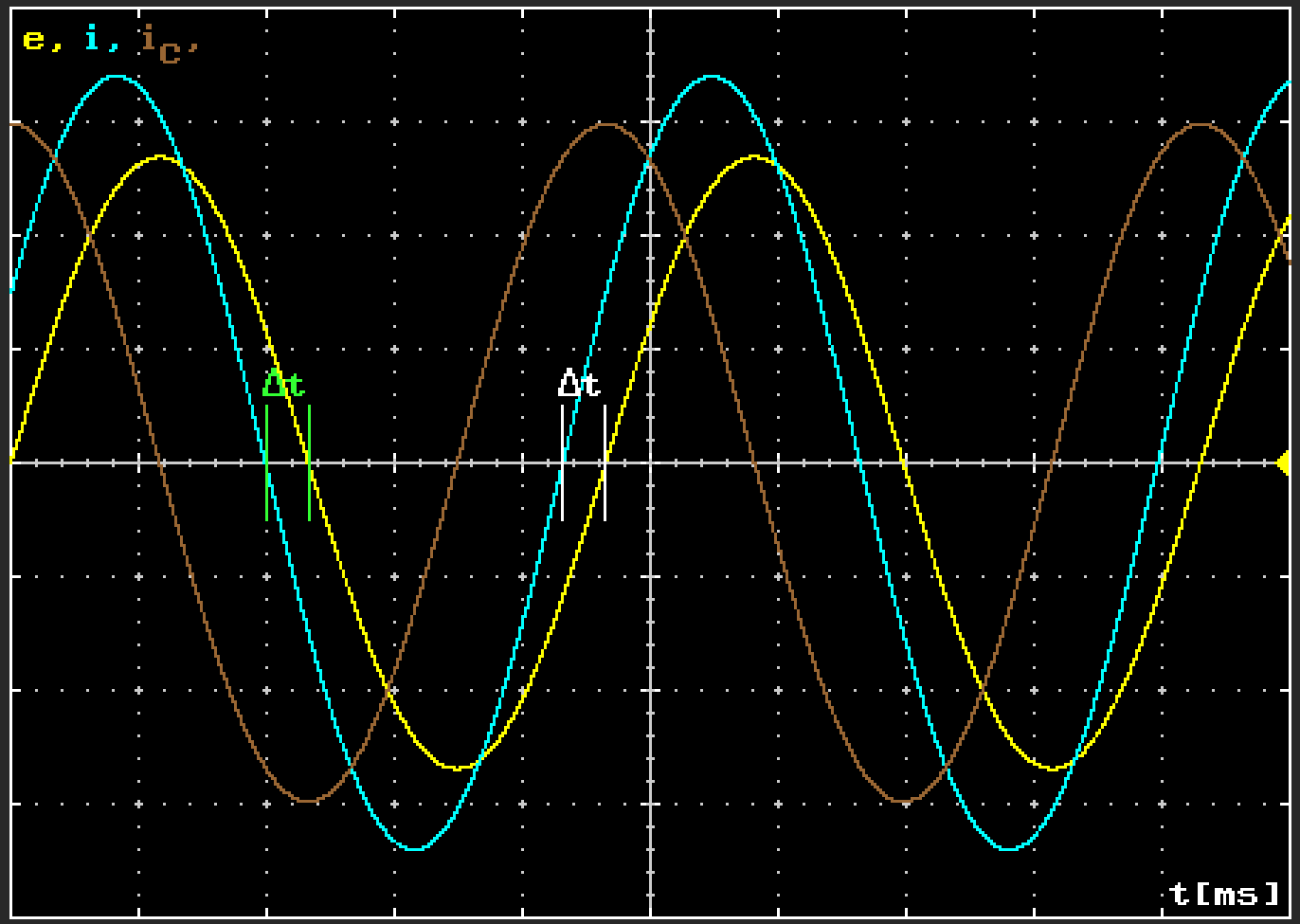
0	0.5	1	0.2	2	0.1	3	0.2	0.5
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	430 Hz
Y	=	505.7 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	1.34 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_C	297.93 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+25.98°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=167.9 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

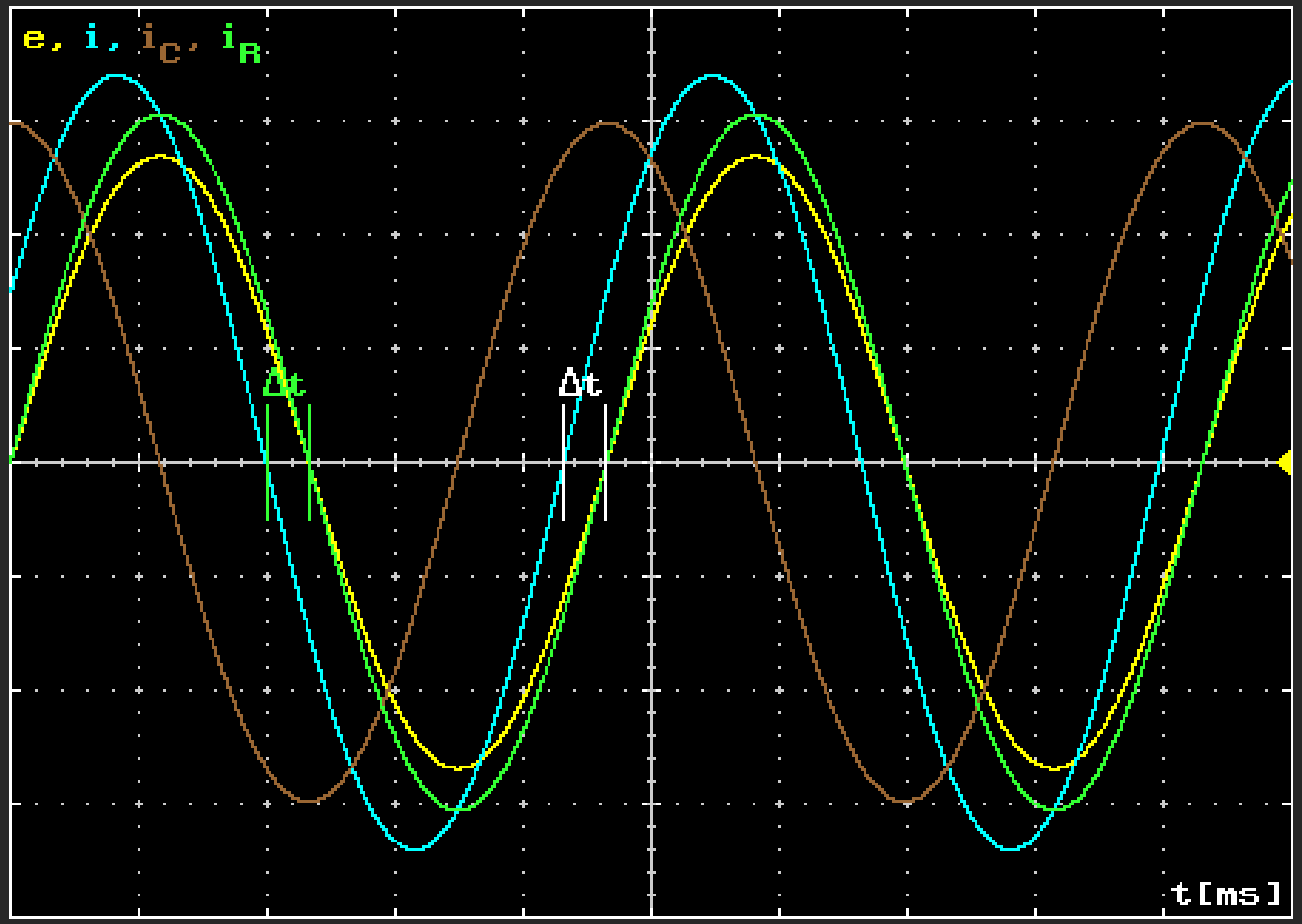
0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	0.5
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	430 Hz
Y	=	505.7 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.34 V; φ_{REF}=0°
I_R	611.26 µA; φ_R=0°
I_C	297.93 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+25.98°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=167.9 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

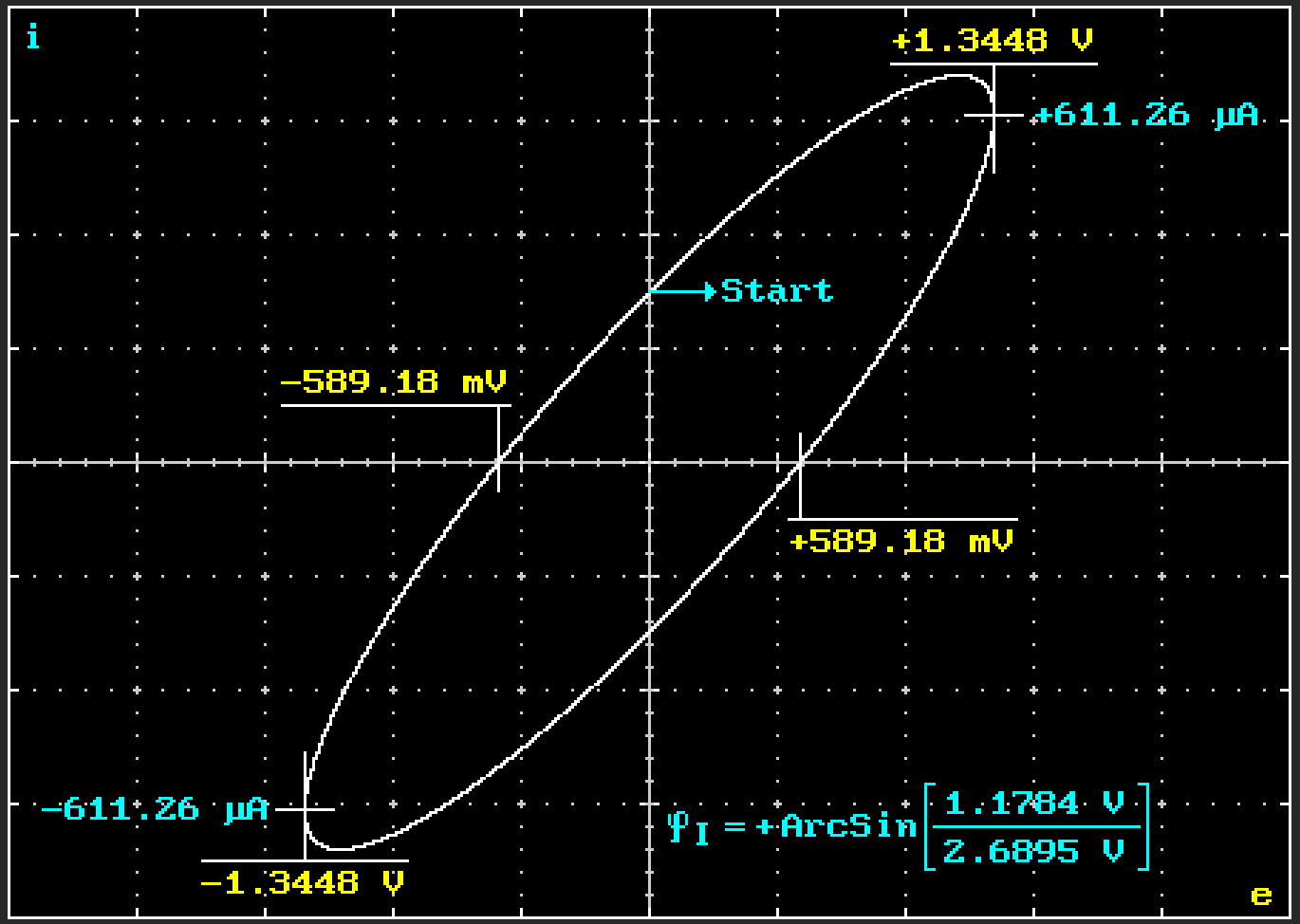
0	1	2	3	
0.5	0.2	0.1	0.2	0.5
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 430 Hz
Y = 505.7 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.34 V; φ_{REF}=0°
I_R	611.26 µA; φ_R=0°
I_C	297.93 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+25.98°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=167.9 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0 0.5	1 0.2	2 0.1	3 0.2	0.5
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör

f=910 Hz

A párhuzamos RC áramkör vizsgálata

A C kapacitást és a párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszközön létrejött e feszültség nagyságát és fázisát valamint az egyes ágáramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e referenciafeszültséghez képest (a pRC-nél az e a közös), az i áram Δt=140.1 μs-ot siet.

LH Trigger: az e pozitív nullámenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 680 μA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 910 Hz
Y = 653.0 μS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_C
I_0

A pRC és az sRC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

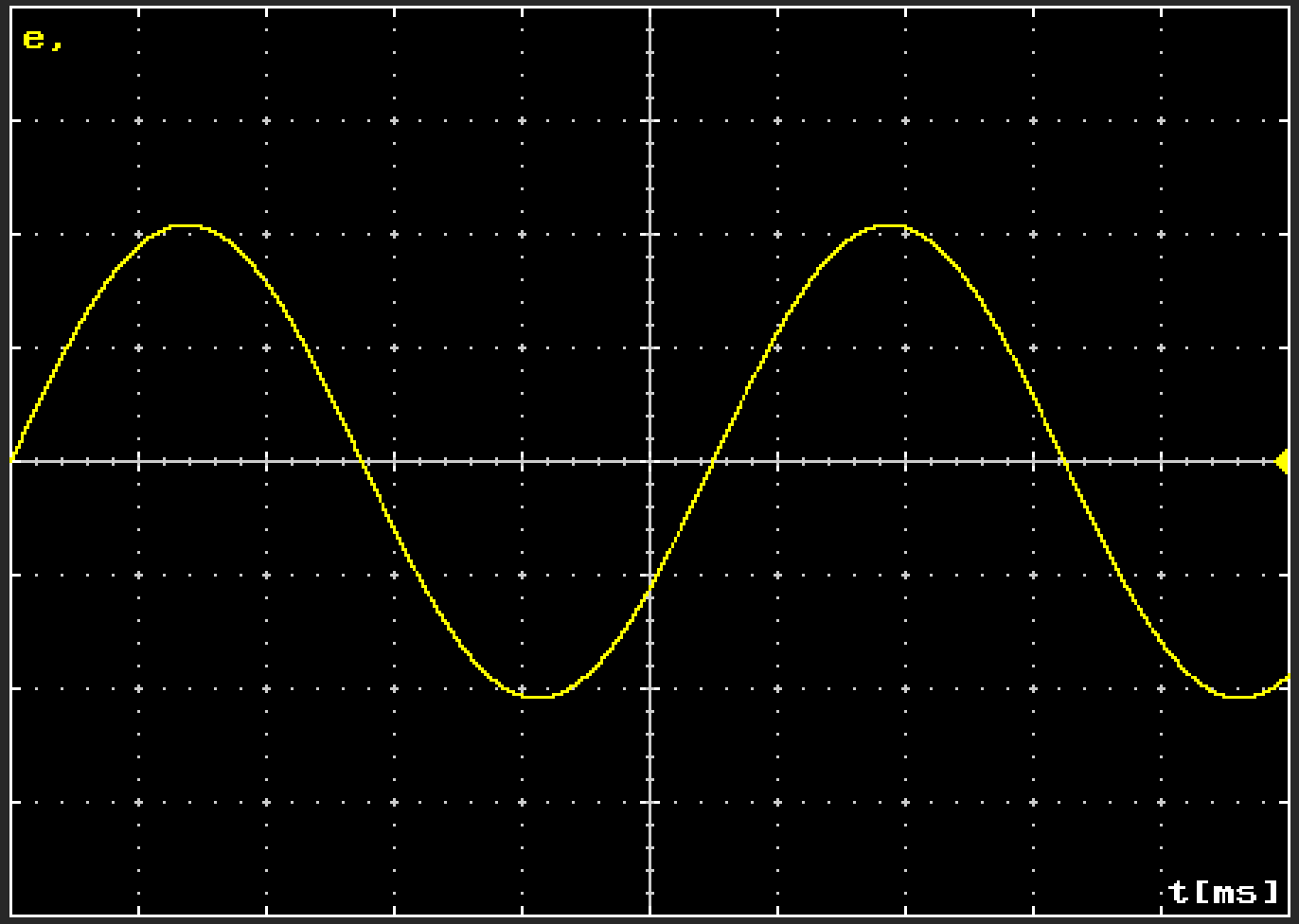
0 0.5	1 0.2	2 0.2	3 0.2	0.2
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	0.2	2	0.2	3	0.2	0.2
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]

Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 910 Hz
Y = 653.0 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.04 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_C

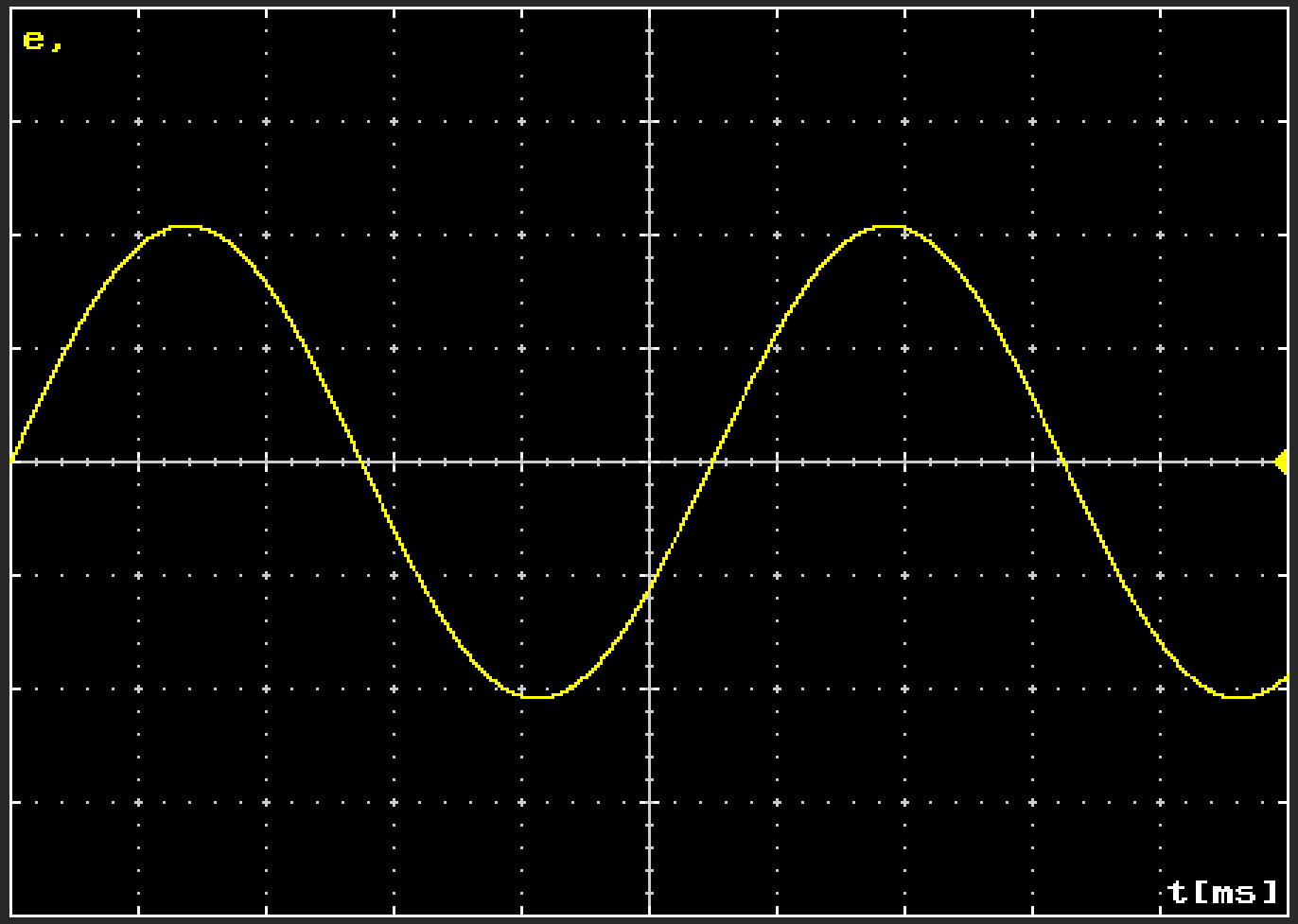
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



LH Trigger

0	0.5	1	0.2	2	0.2	3	0.2		0.2
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]	

Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 910 Hz
Y = 653.0 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.04 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_C

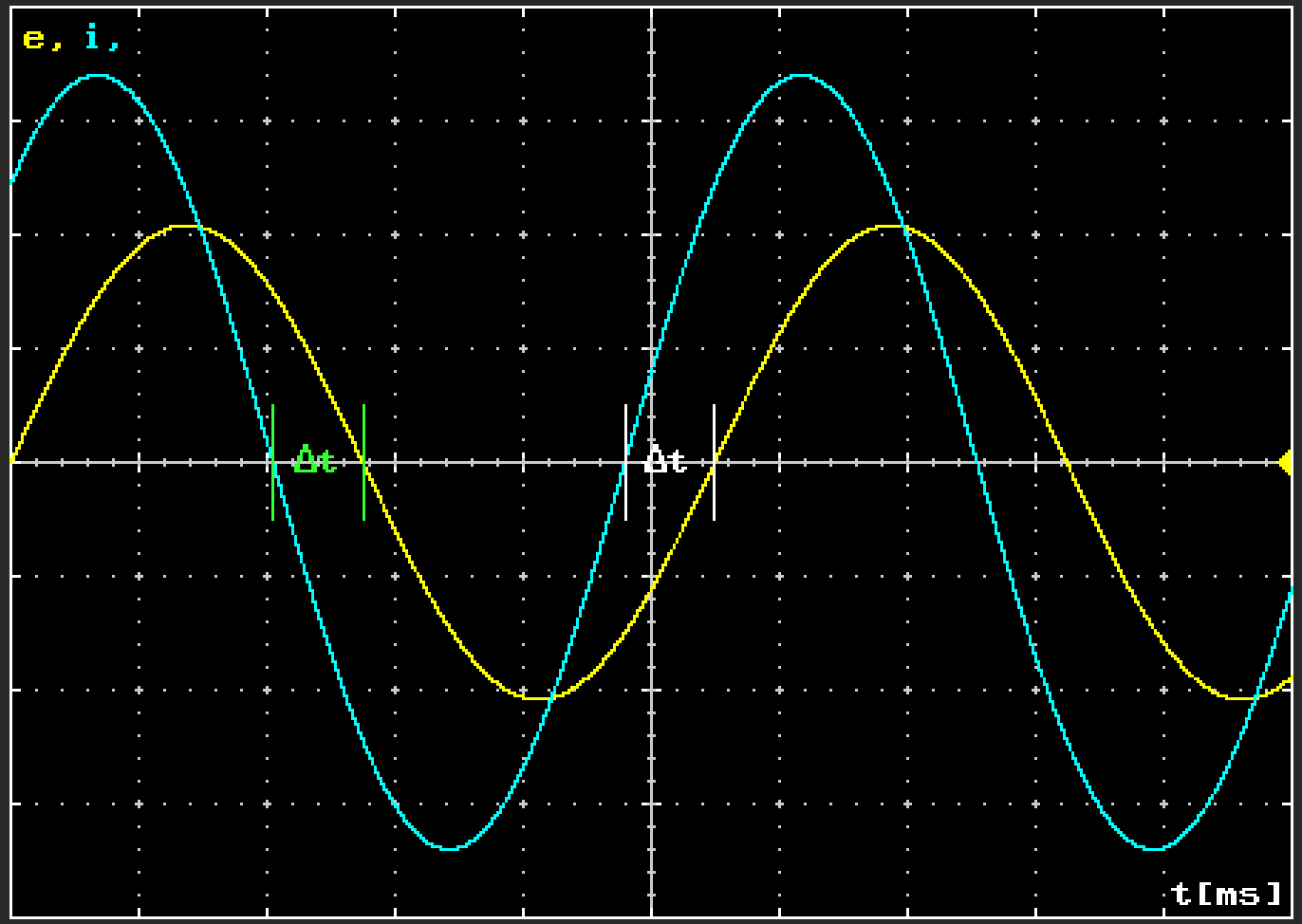
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	910 Hz
Y	=	653.0 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	1.04 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_C	
I_0	680 µA; φ_I=+45.89°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=140.1 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

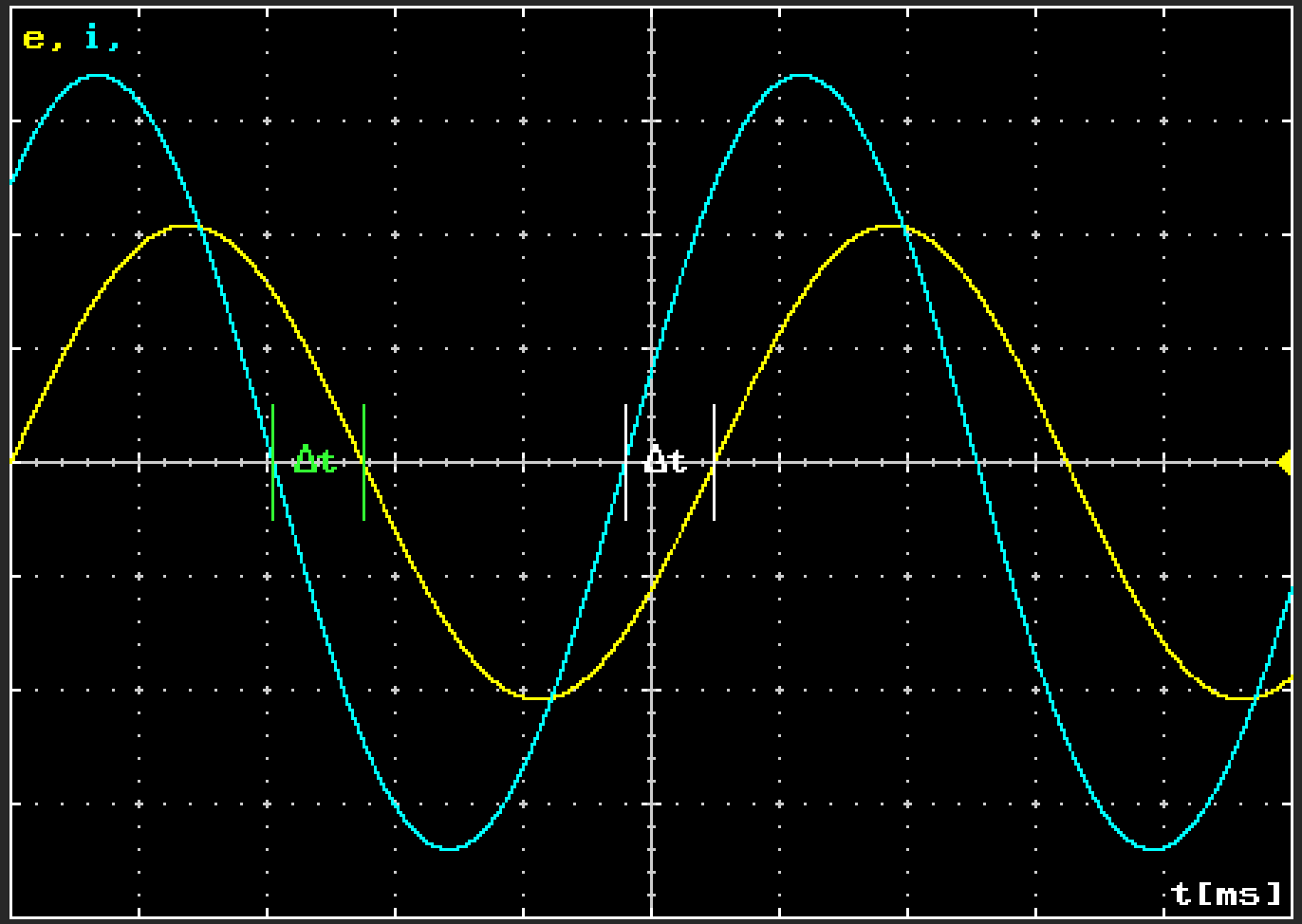
0	0.5	1	0.2	2	0.2	3	0.2		0.2
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 910 Hz
Y = 653.0 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.04 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_C

I_0 680 µA; φ_I=+45.89°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=140.1 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

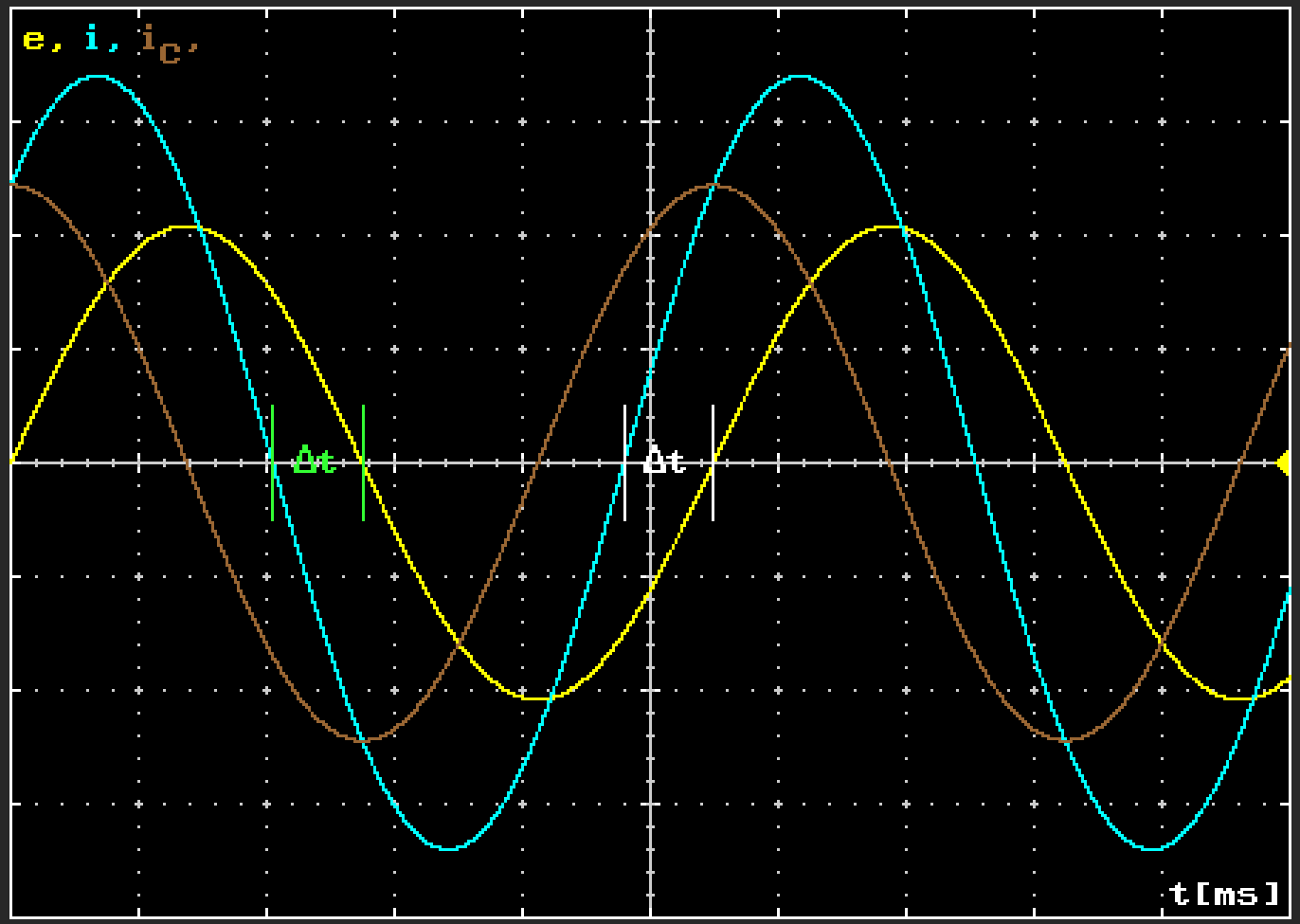
0 0.5	1 0.2	2 0.2	3 0.2	0.2
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	910 Hz
Y	=	653.0 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	1.04 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_C	488.22 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+45.89°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=140.1 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

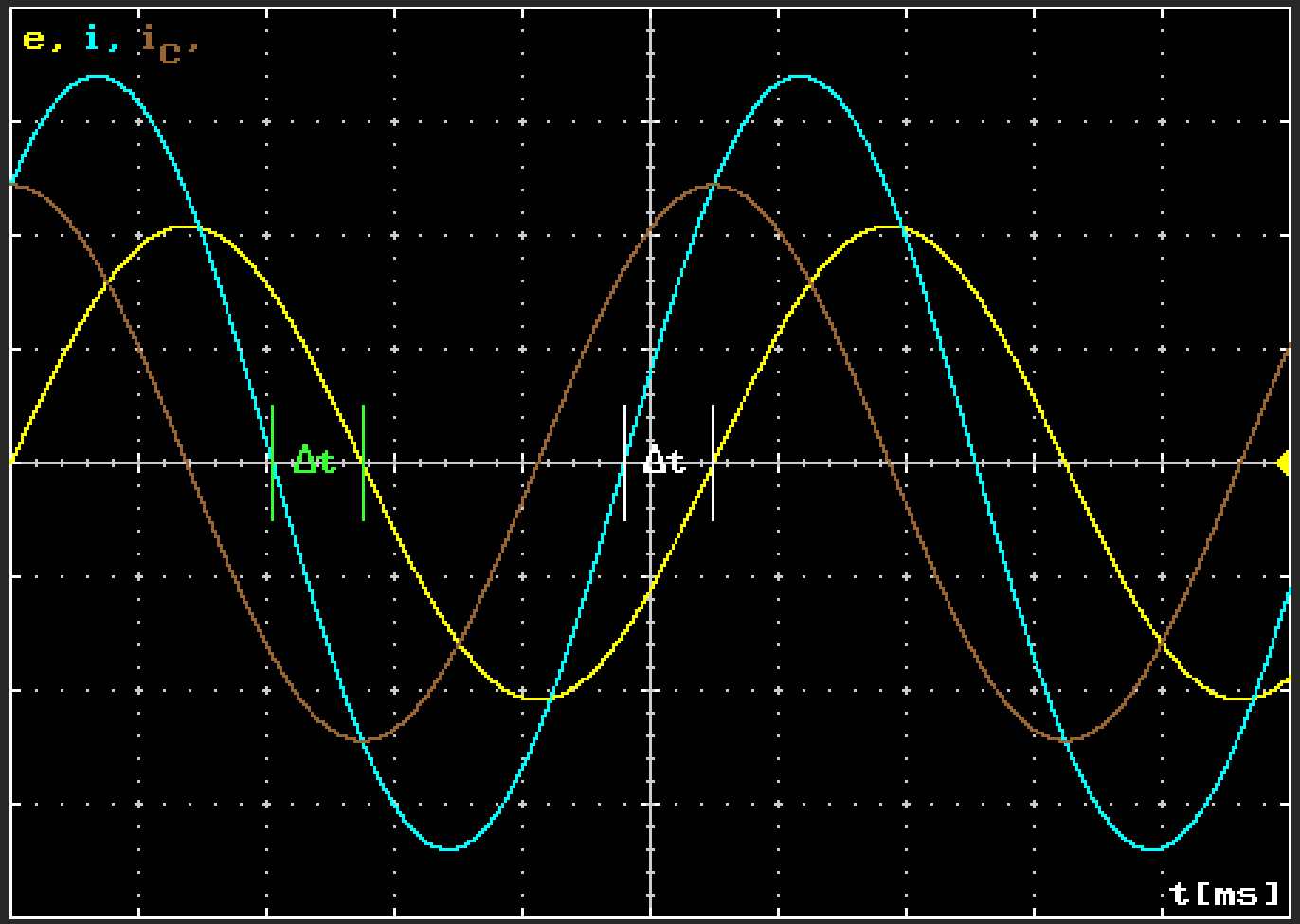
0 0.5	1 0.2	2 0.2	3 0.2	0.2
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	910 Hz
Y	=	653.0 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	1.04 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_C	488.22 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+45.89°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=140.1 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

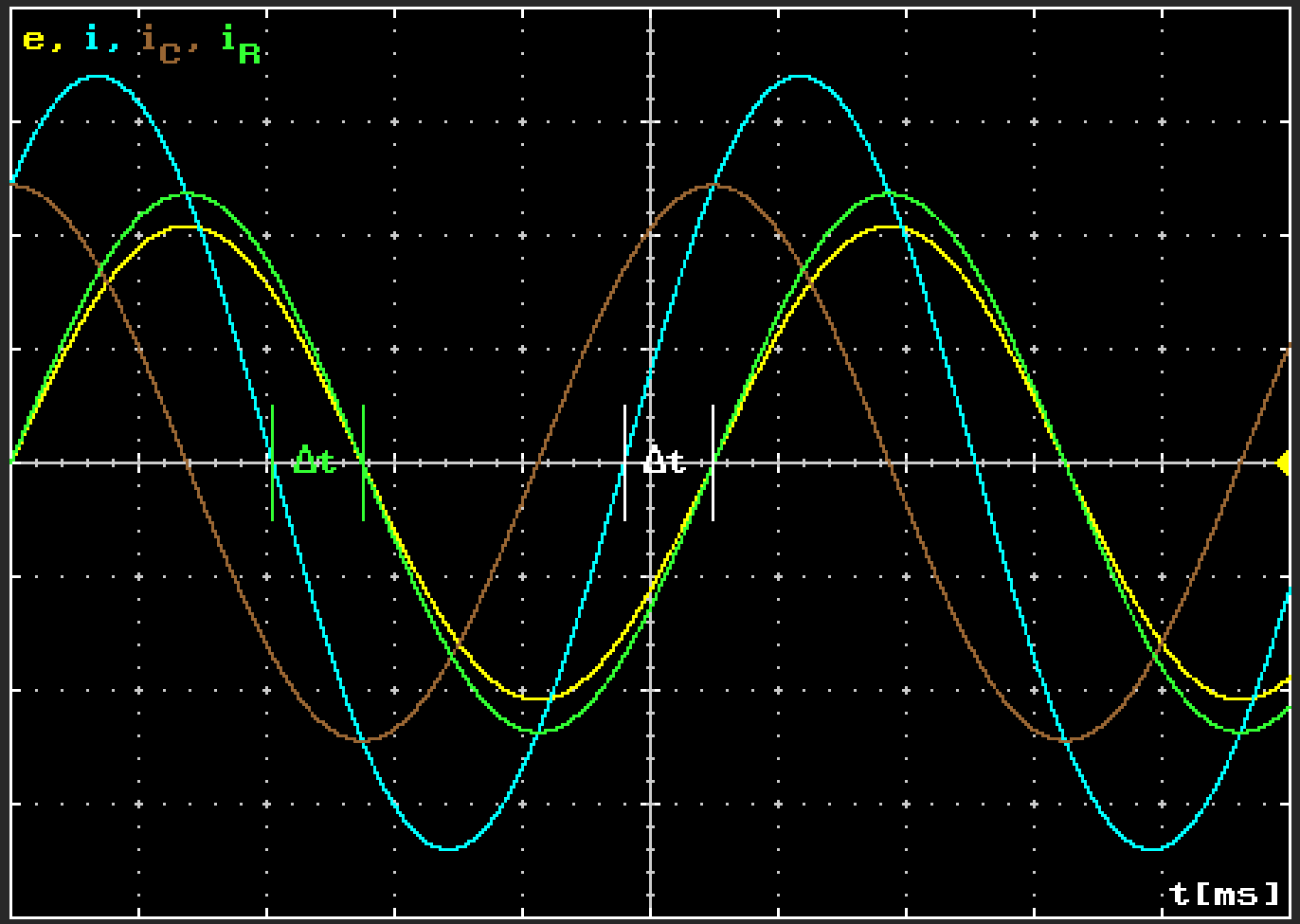
0 0.5	1 0.2	2 0.2	3 0.2	0.2
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	910 Hz
Y	=	653.0 µS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	1.04 V; φ_{REF}=0°
I_R	473.33 µA; φ_R=0°
I_C	488.22 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+45.89°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=140.1 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

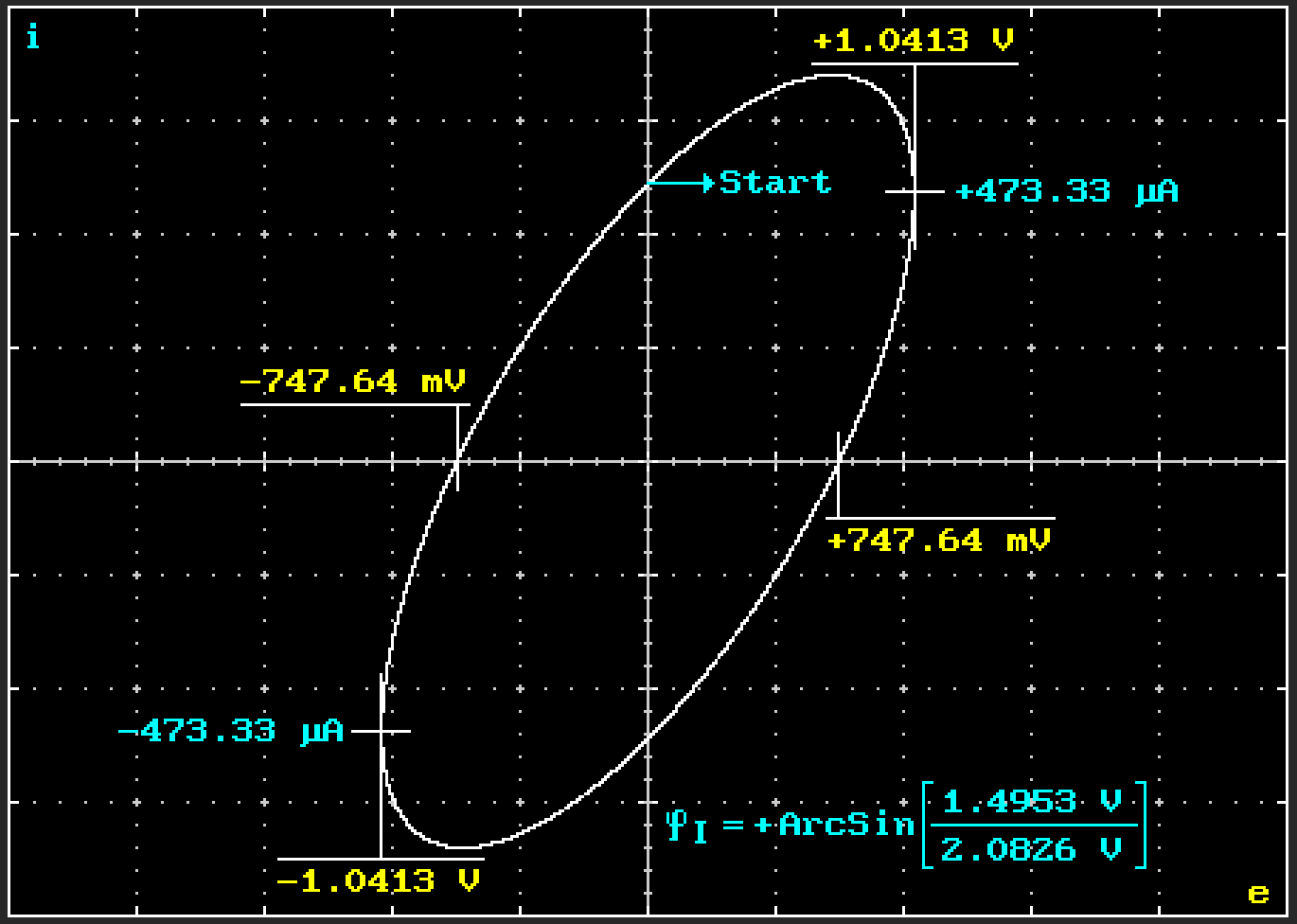
0 0.5	1 0.2	2 0.2	3 0.2	0.2
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 910 Hz
Y = 653.0 µS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.04 V; φ_{REF}=0°
I_R	473.33 µA; φ_R=0°
I_C	488.22 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+45.89°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=140.1 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0 0.5	1 0.2	2 0.2	3 0.2	0.2
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör

f=2.40 kHz

A párhuzamos RC áramkör vizsgálata

A C kapacitást és a párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük, és vizsgáljuk az eszközön létrejött e feszültség nagyságát és fázisát valamint az egyes ágáramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e referenciafeszültséghez képest (a pRC-nél az e a közös), az i áram Δt=80.81 μs-ot siet.

LH Trigger: az e pozitív nullámenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 680 μA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 2.40 kHz
Y = 1.317 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_C
I_0

A pRC és az sRC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a szélső frekvenciákon az áram és a feszültség közötti késéseket-sietéseket még jól láthatóan ábrázolhassuk a szimulált oszcillogramokon.

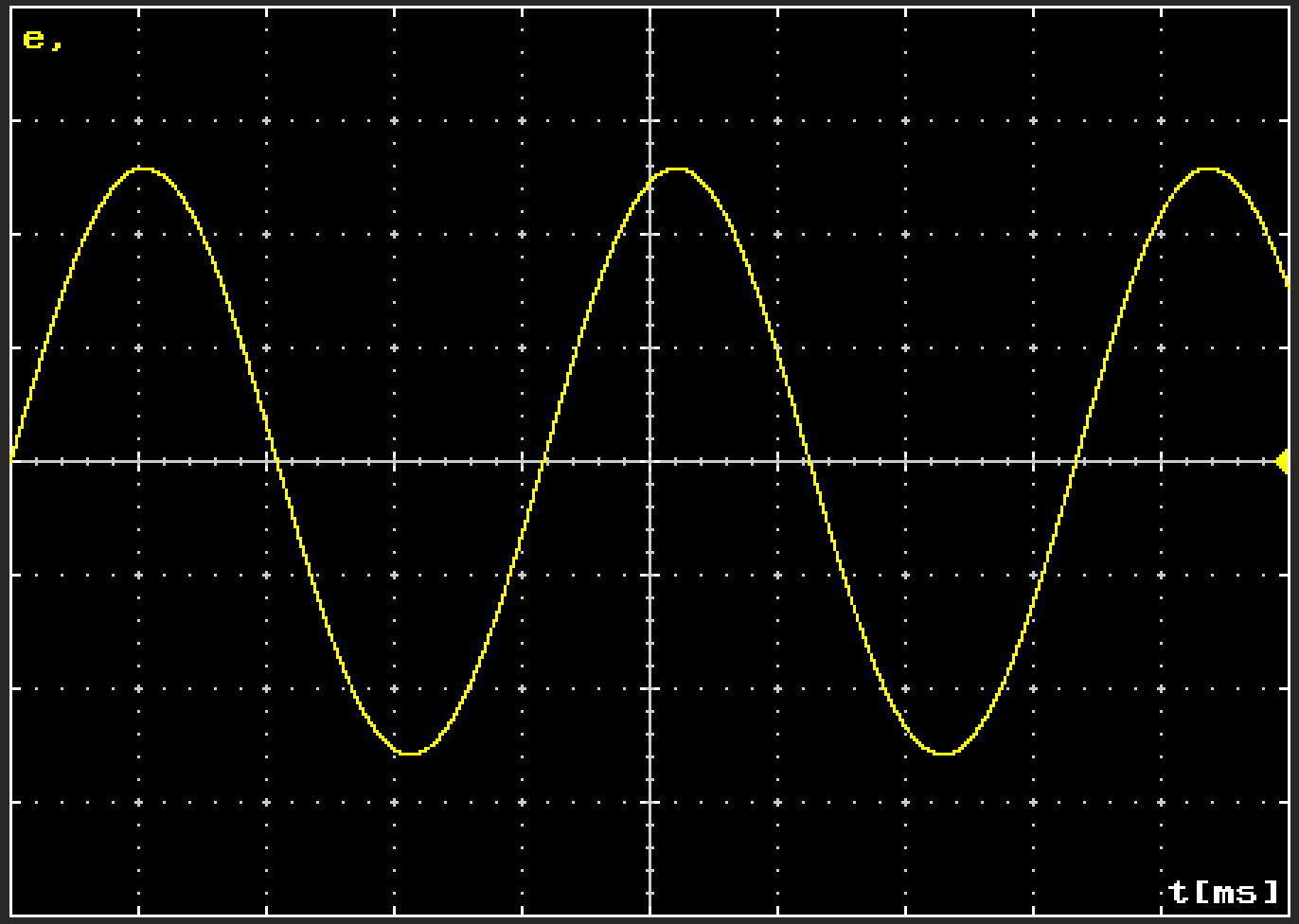
0 0.2	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	0.1	2	0.2	3	0.2		0.1
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]	

Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 2.40 kHz
Y = 1.317 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 516 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_C

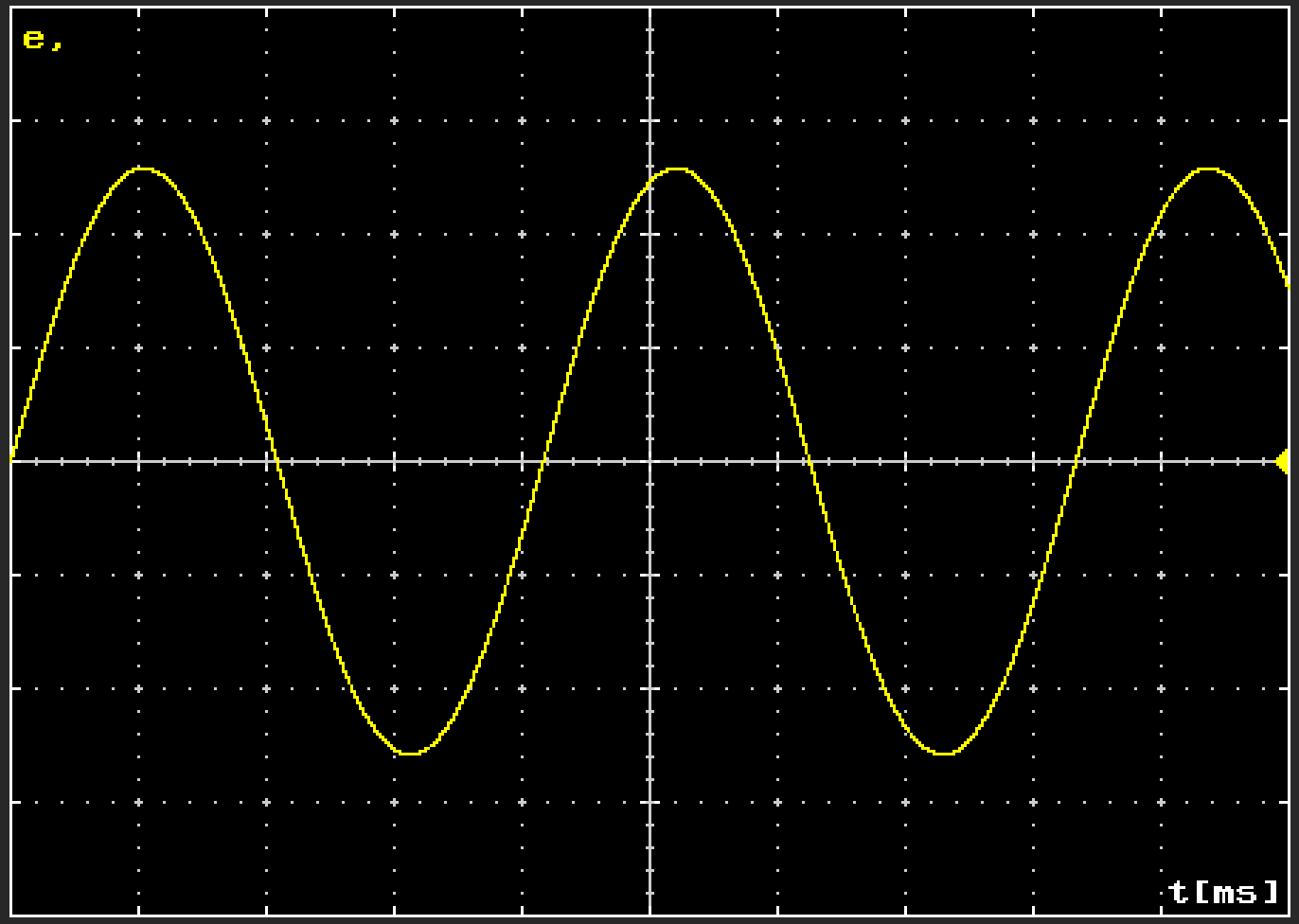
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



LH Trigger

0	0.2	1	0.1	2	0.2	3	0.2		0.1
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]	

Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 2.40 kHz
Y = 1.317 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 516 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_C

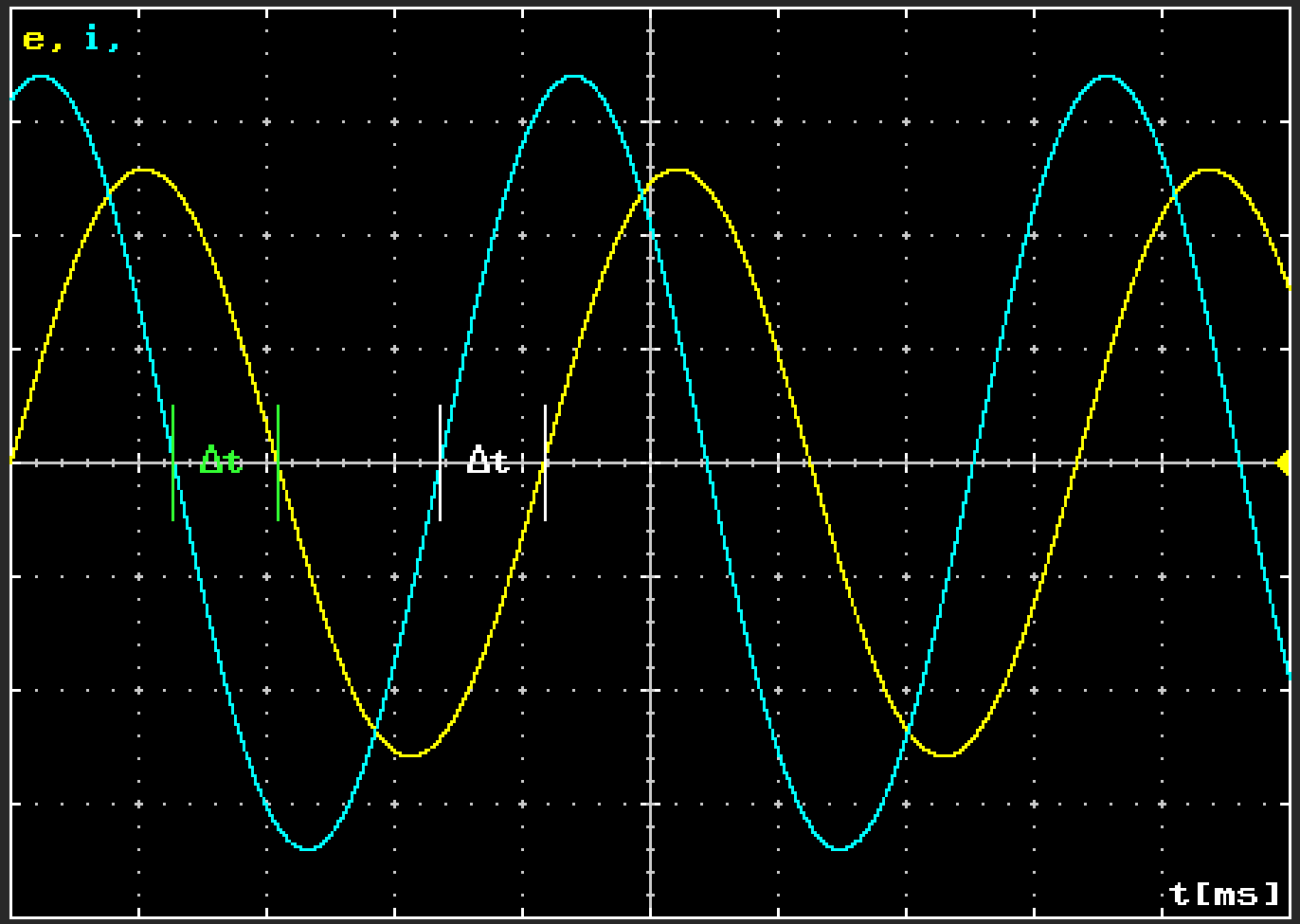
I_0

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 2.40 kHz
Y = 1.317 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 516 mV; φ_{REF}=0°

I_R

I_C

I_0 680 µA; φ_I=+69.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=80.81 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

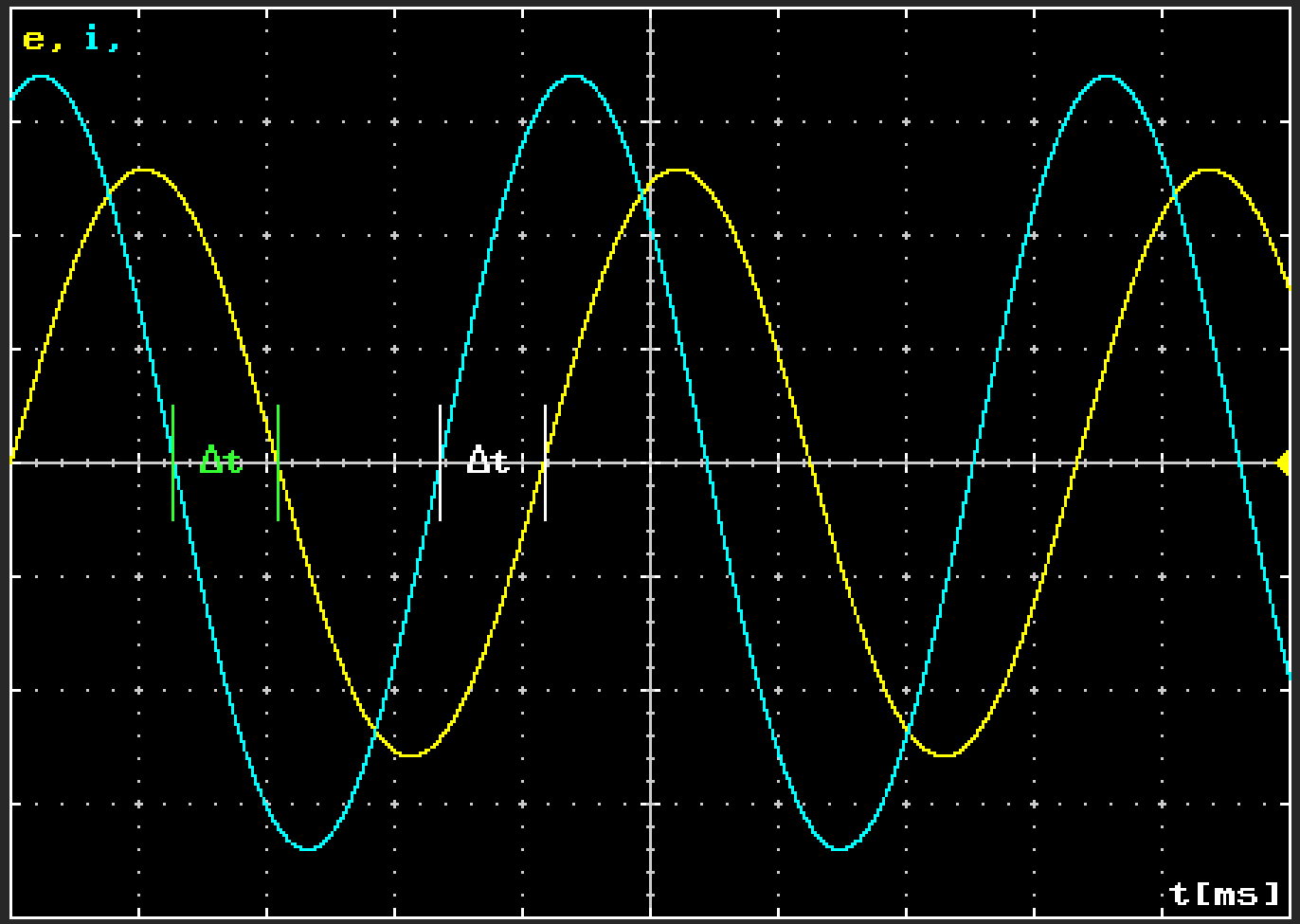
0 0.2	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0 = 680 µA, állandó
R = 2.20 kΩ
C = 82.0 nF
f = 2.40 kHz
Y = 1.317 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 516 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_C

I_0 680 µA; $\varphi_I=+69.82°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=80.81 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

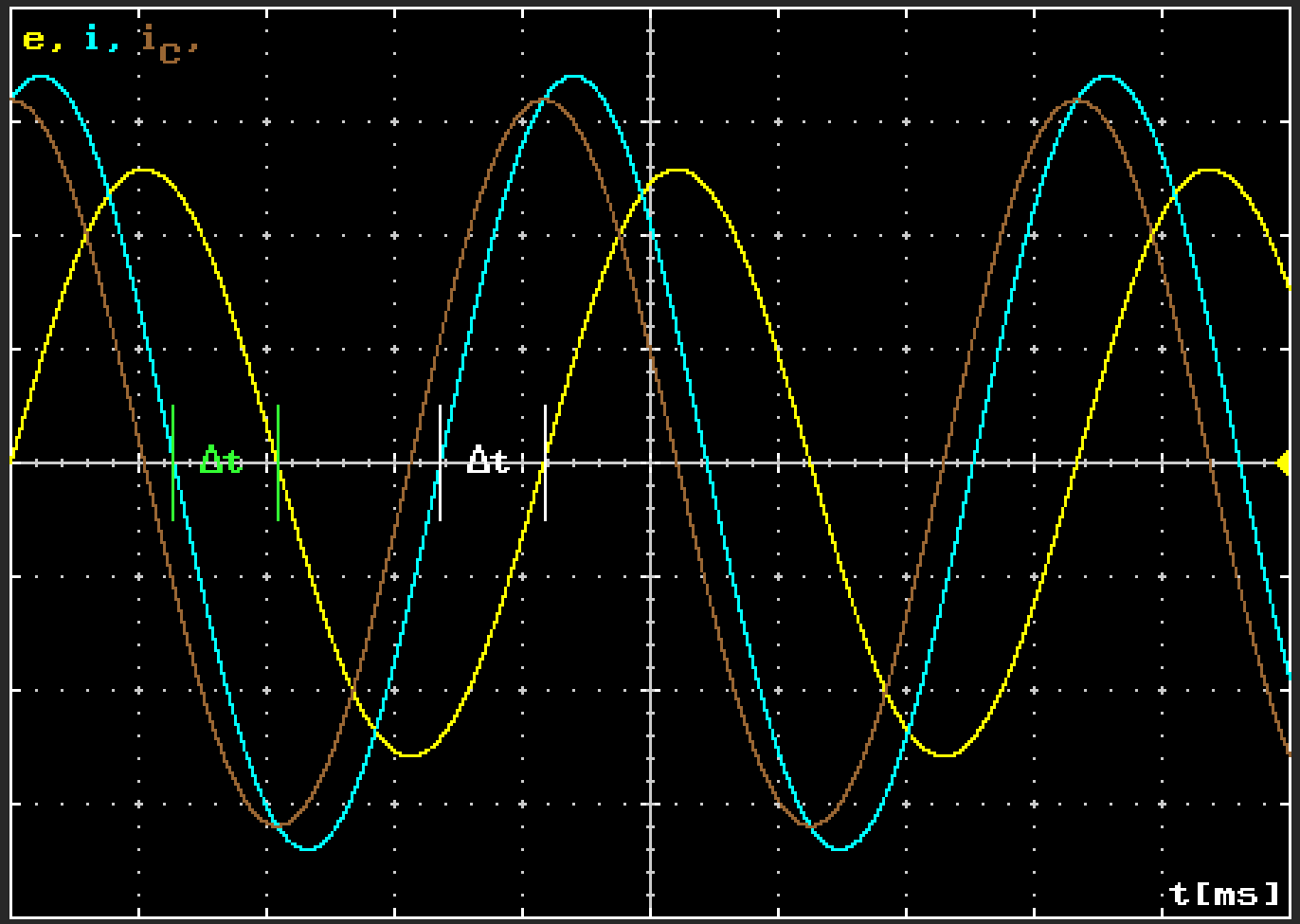
0 0.2	1 0.1	2 0.2	3 0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	2.40 kHz
Y	=	1.317 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	516 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_C	638.24 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+69.82°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=80.81 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

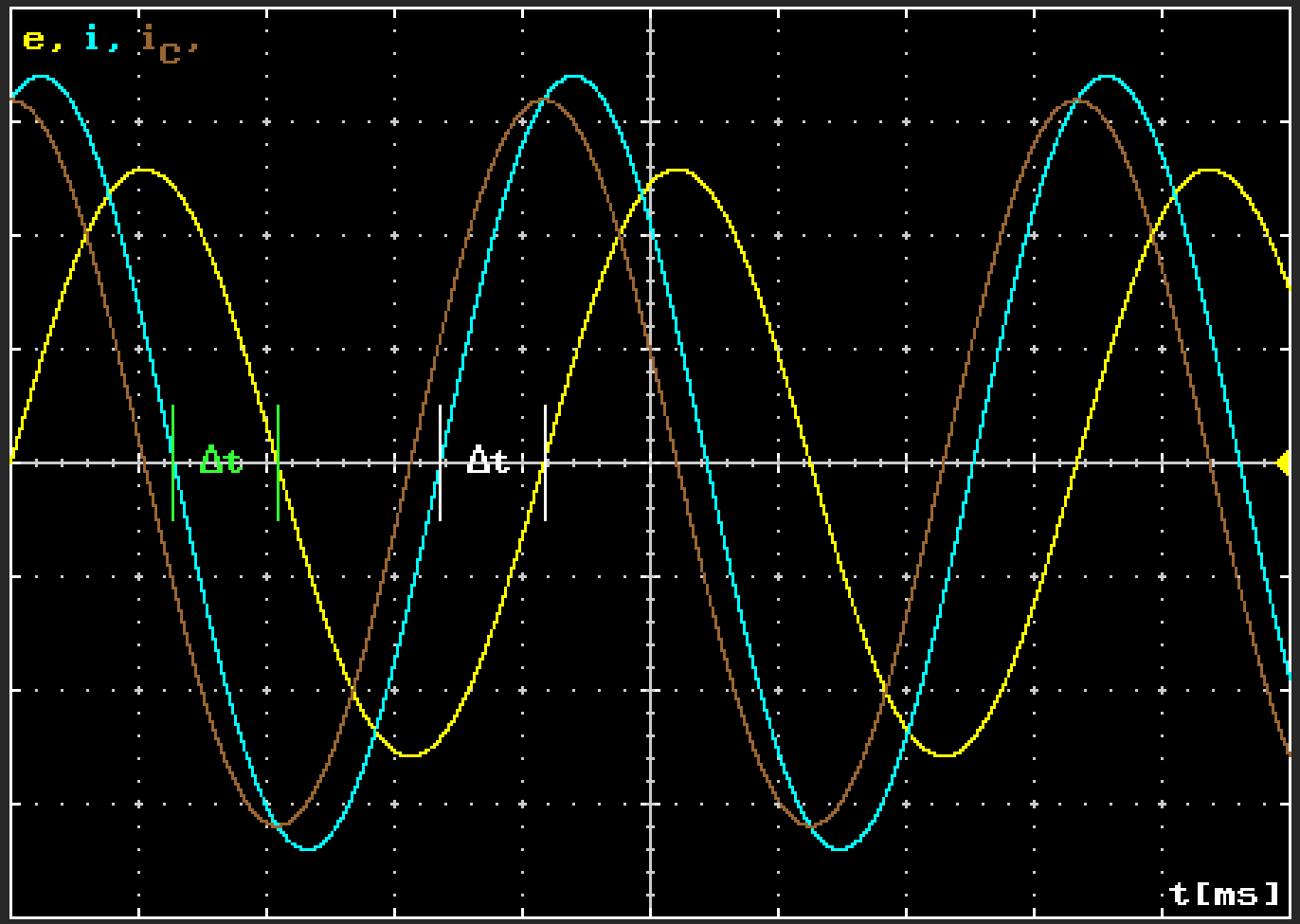
0	1	2	3	
0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	2.40 kHz
Y	=	1.317 mS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	516 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_C	638.24 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+69.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=80.81 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

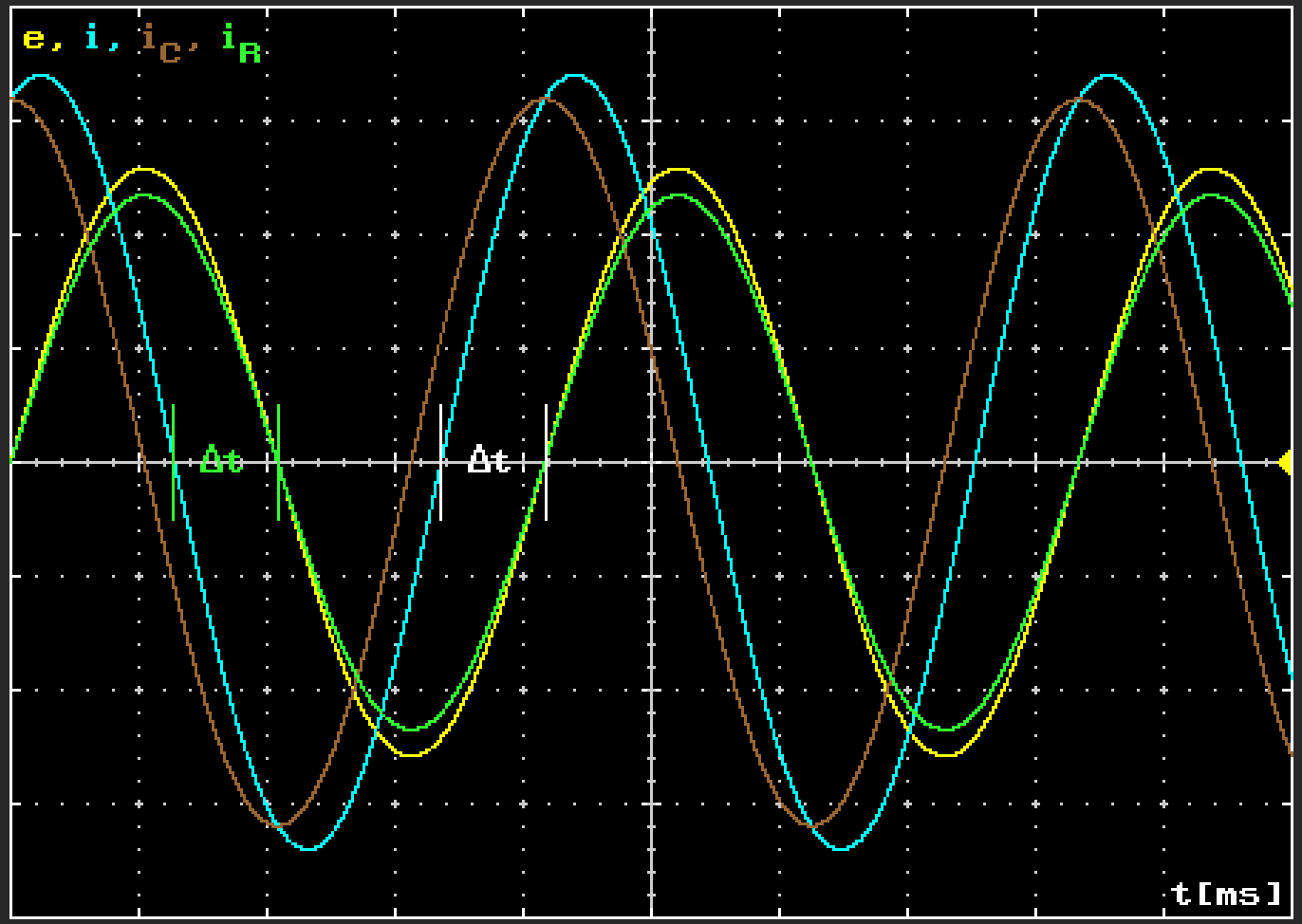
0	1	2	3	
0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_0	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	2.40 kHz
Y	=	1.317 mS

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	516 mV; φ_{REF}=0°
I_R	234.62 µA; φ_R=0°
I_C	638.24 µA; φ_C=+90°
I_0	680 µA; φ_I=+69.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=80.81 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

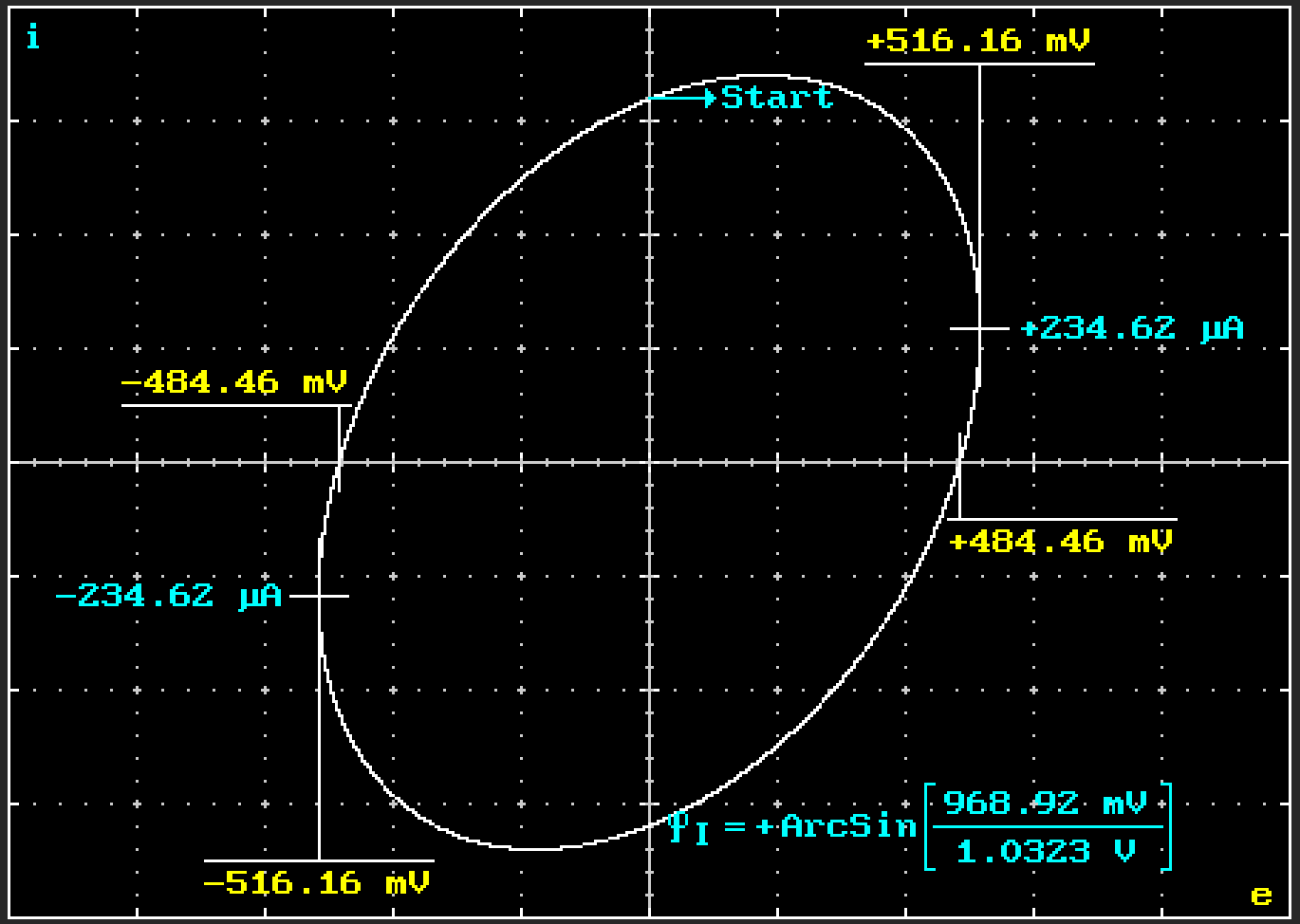
0	1	2	3	
0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
e[V/div]	i_R[mA/div]	i_C[V/div]	i[mA/div]	t[ms/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRC

Párhuzamos áramkörök – RC áramkör



Alapadatok:

I_O	=	680 µA, állandó
R	=	2.20 kΩ
C	=	82.0 nF
f	=	2.40 kHz
Y	=	1.317 mS

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	516 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	234.62 µA; $\varphi_R=0°$
I_C	638.24 µA; $\varphi_C=+90°$
I_O	680 µA; $\varphi_I=+69.82°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=80.81 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	0.2	1	0.1	2	0.2	3	0.2		0.1
e[V/div]		i_R[mA/div]		i_C[V/div]		i[mA/div]		t[ms/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ =

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

Egy soros RLC áramkör (f_0 = 183.776 kHz)
vizsgálata öt $(1 \pm p[\%]/100)\times f_0$ frekvencián:

-0.20%, -0.10% *(rezonancia előtt),*

0,0% *(az áramkör által felvett áram rezonanciája),*

+0.10%, +0.20% *(rezonancia után)*

Főcímlap + 5x11 = 55 oszcillogram - [164..219]

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=183.409 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=179.6 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

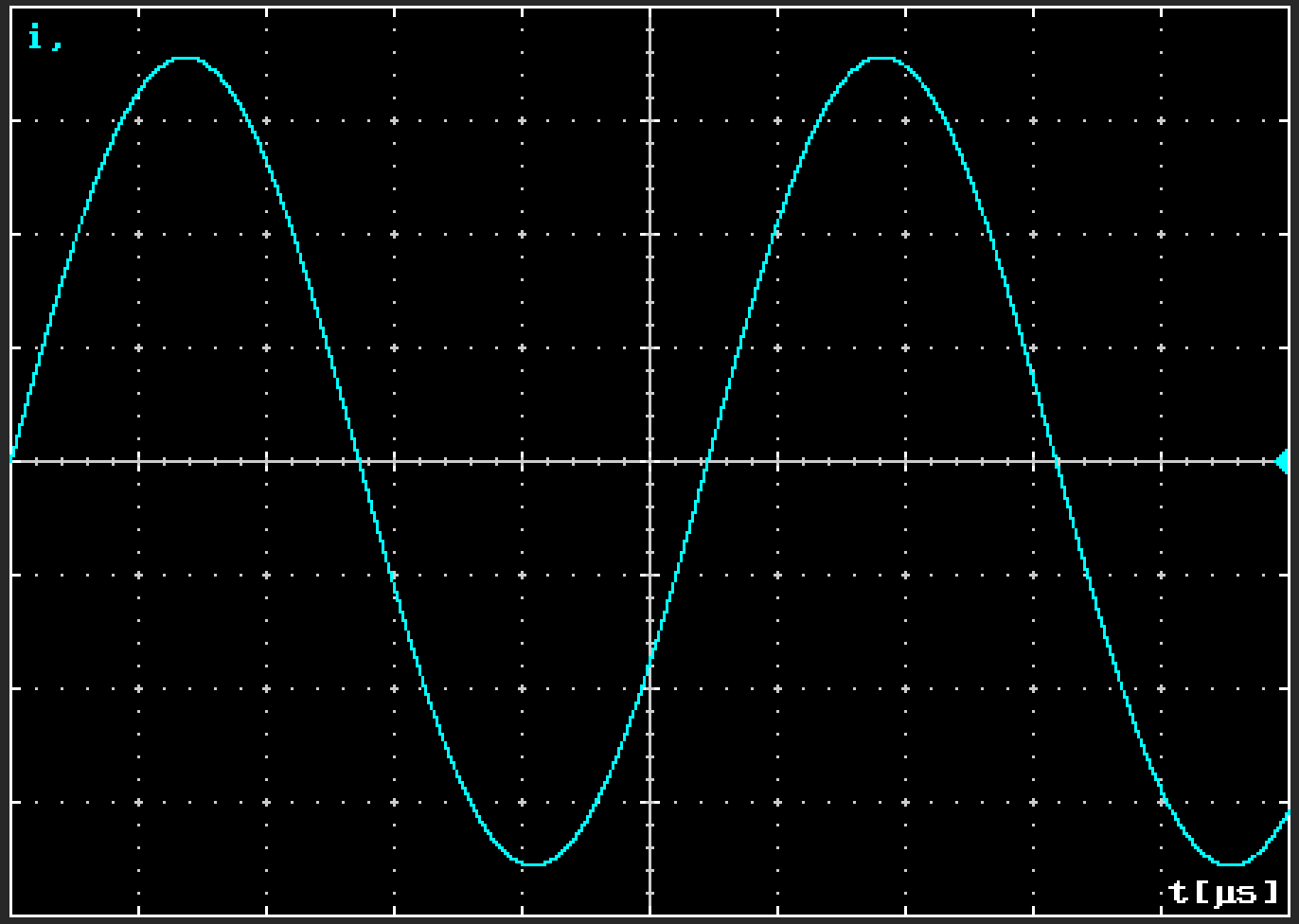
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

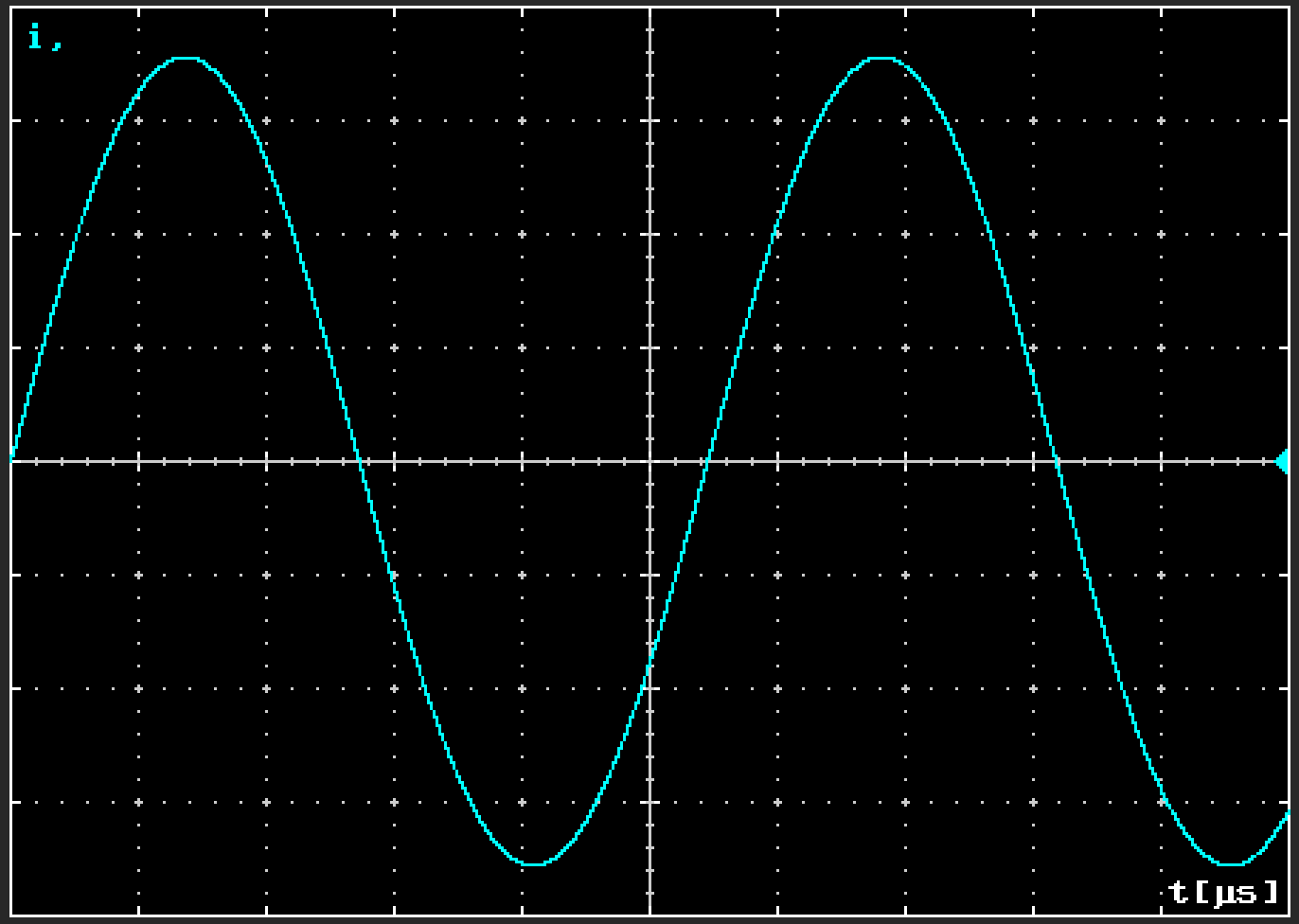
2

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

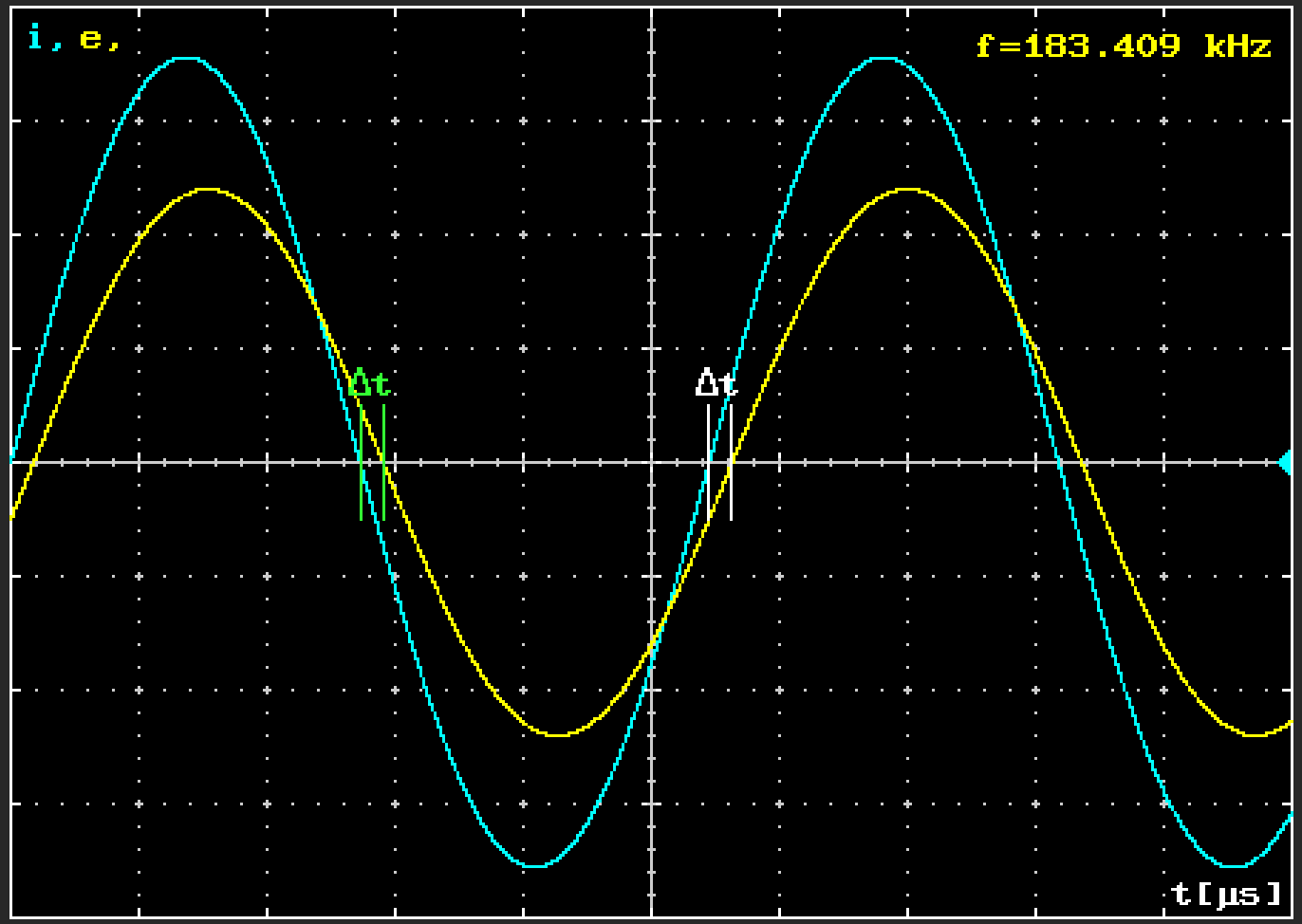
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

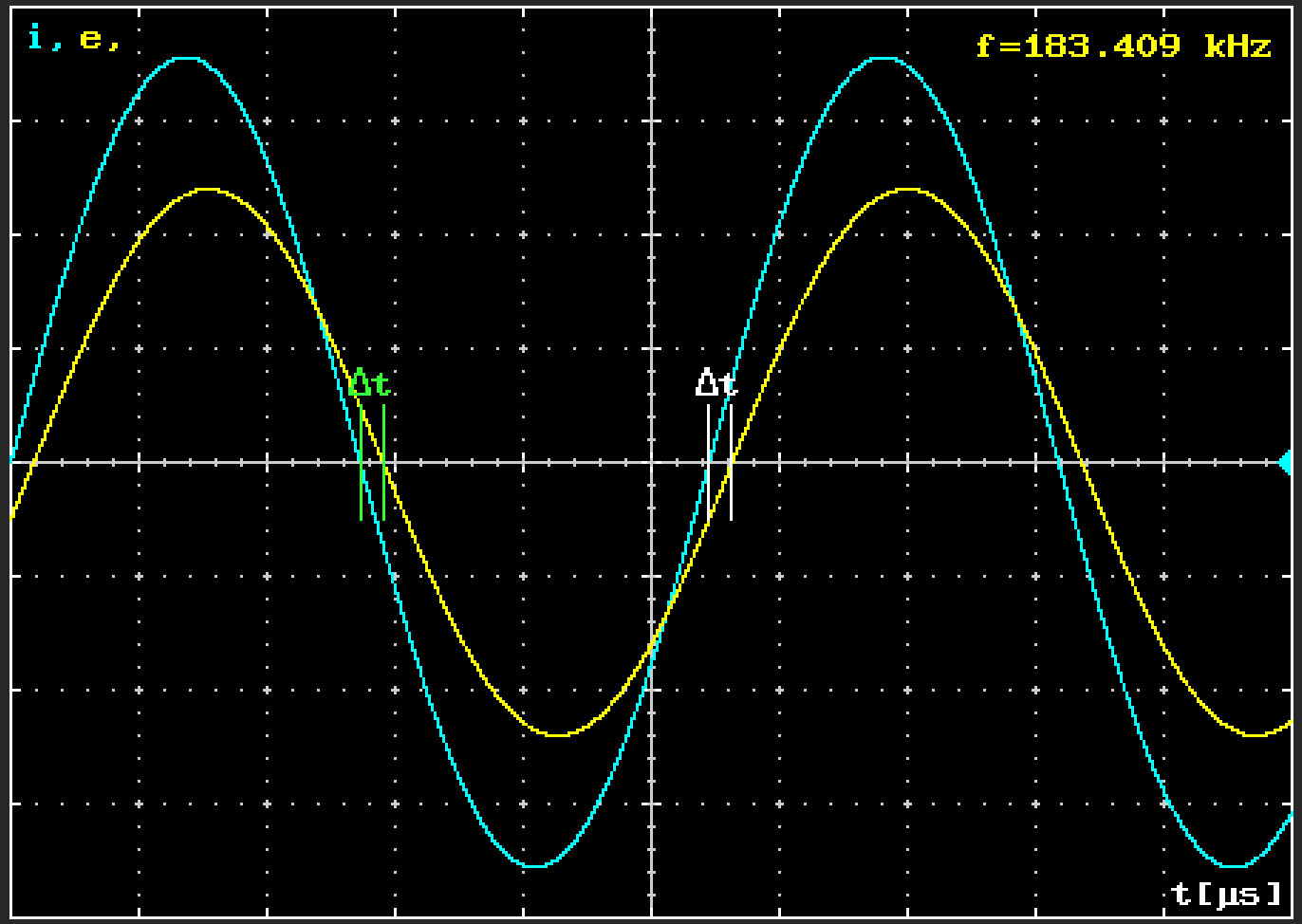
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

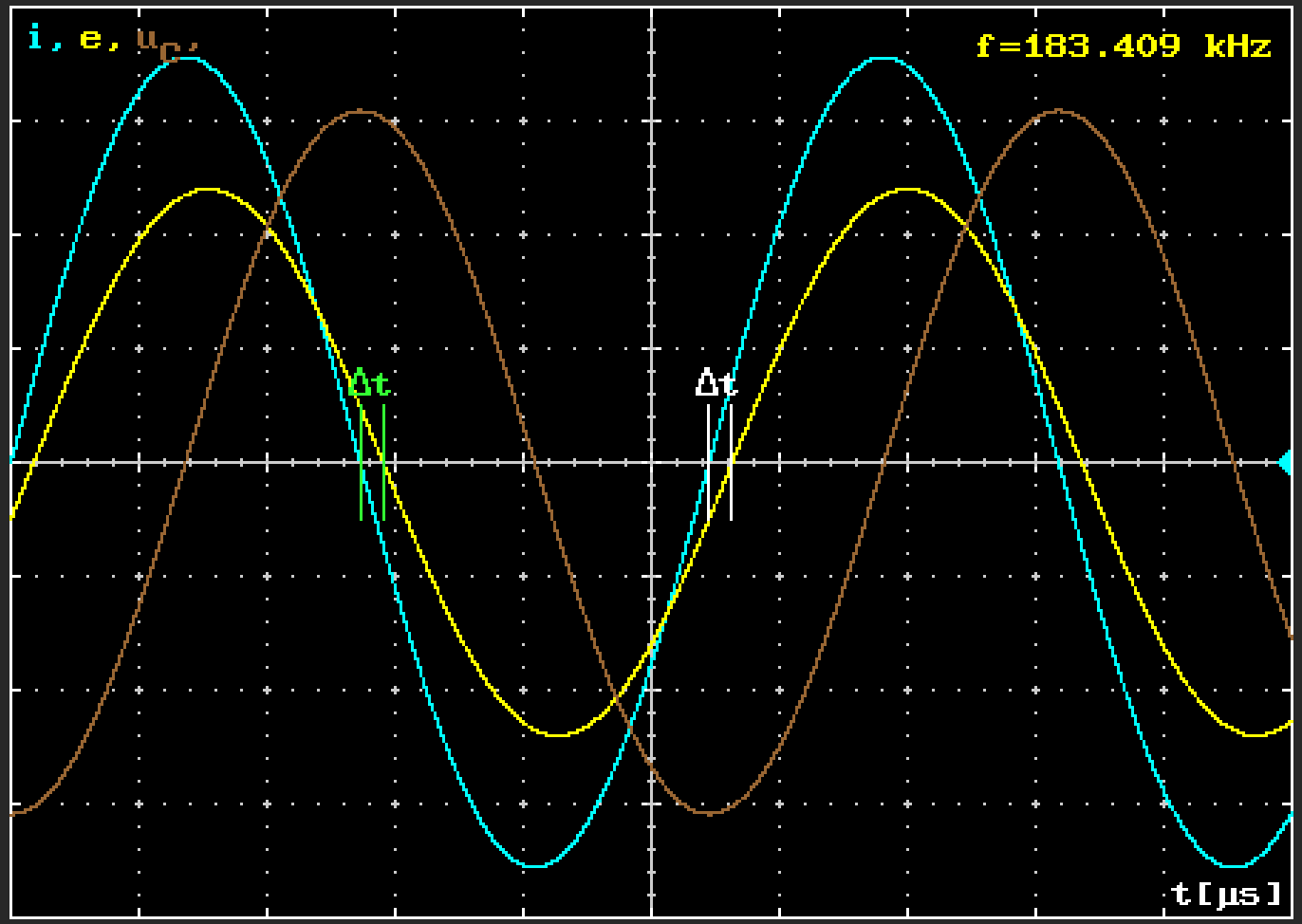
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.72 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

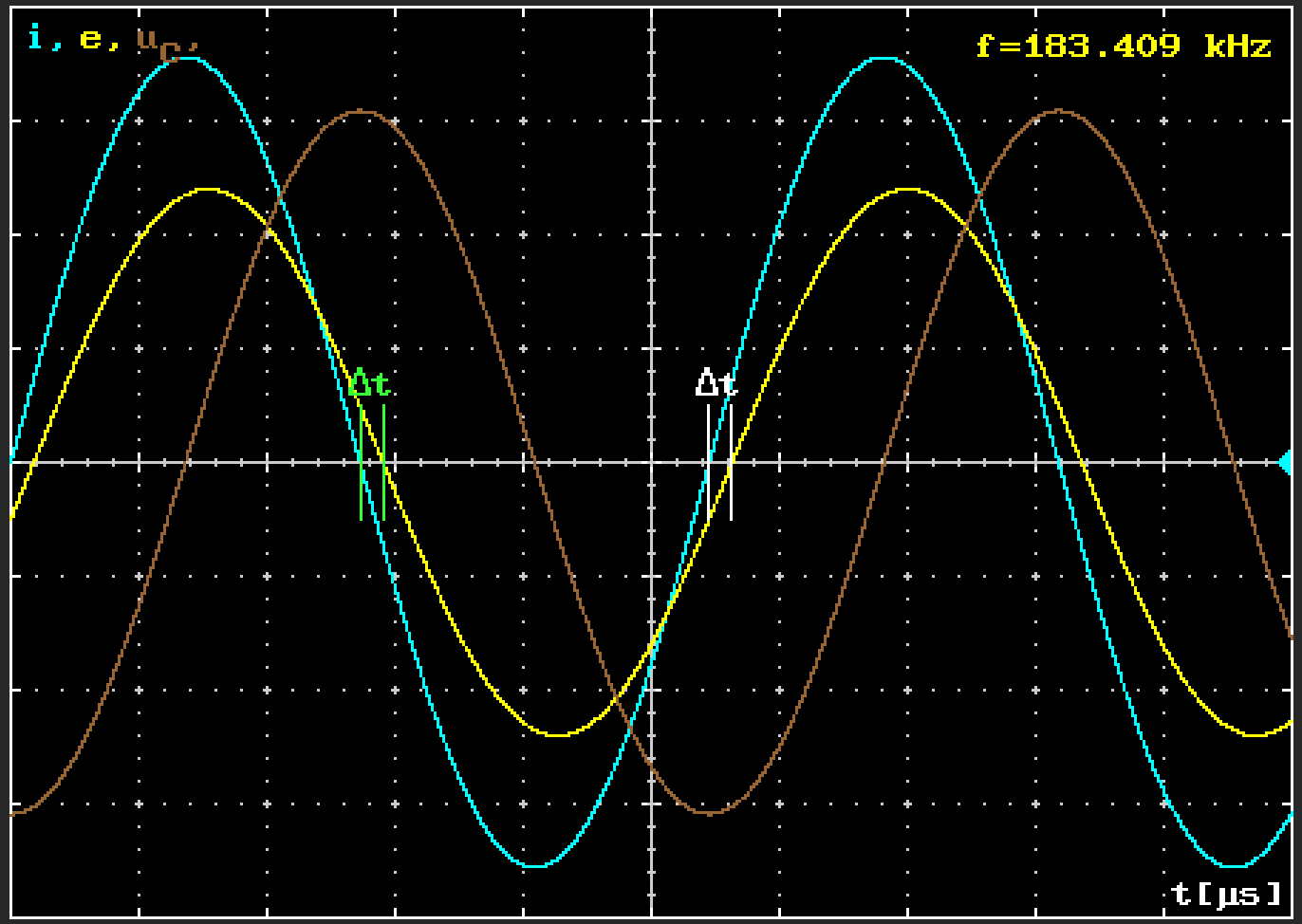
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.72 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

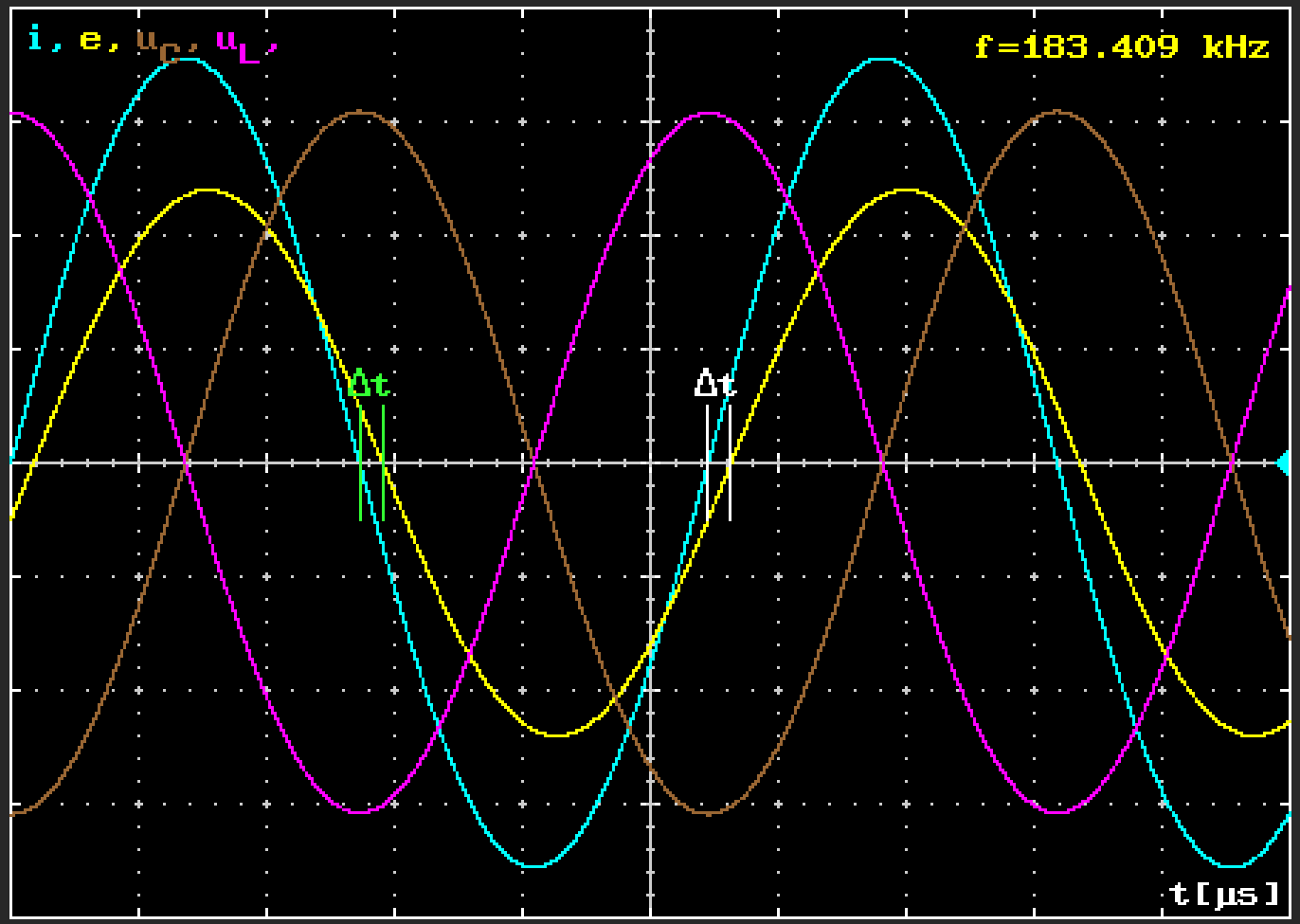
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

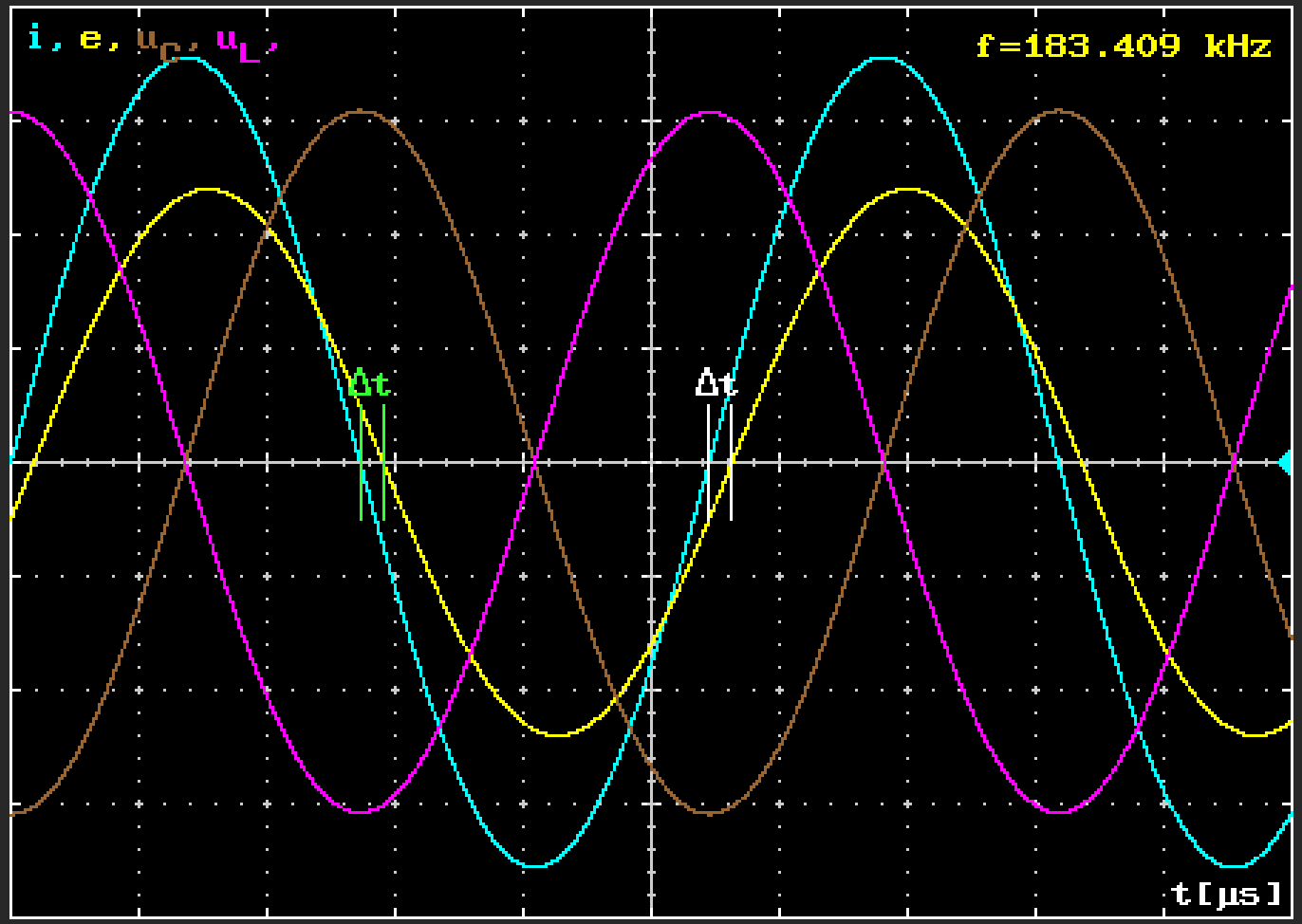
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

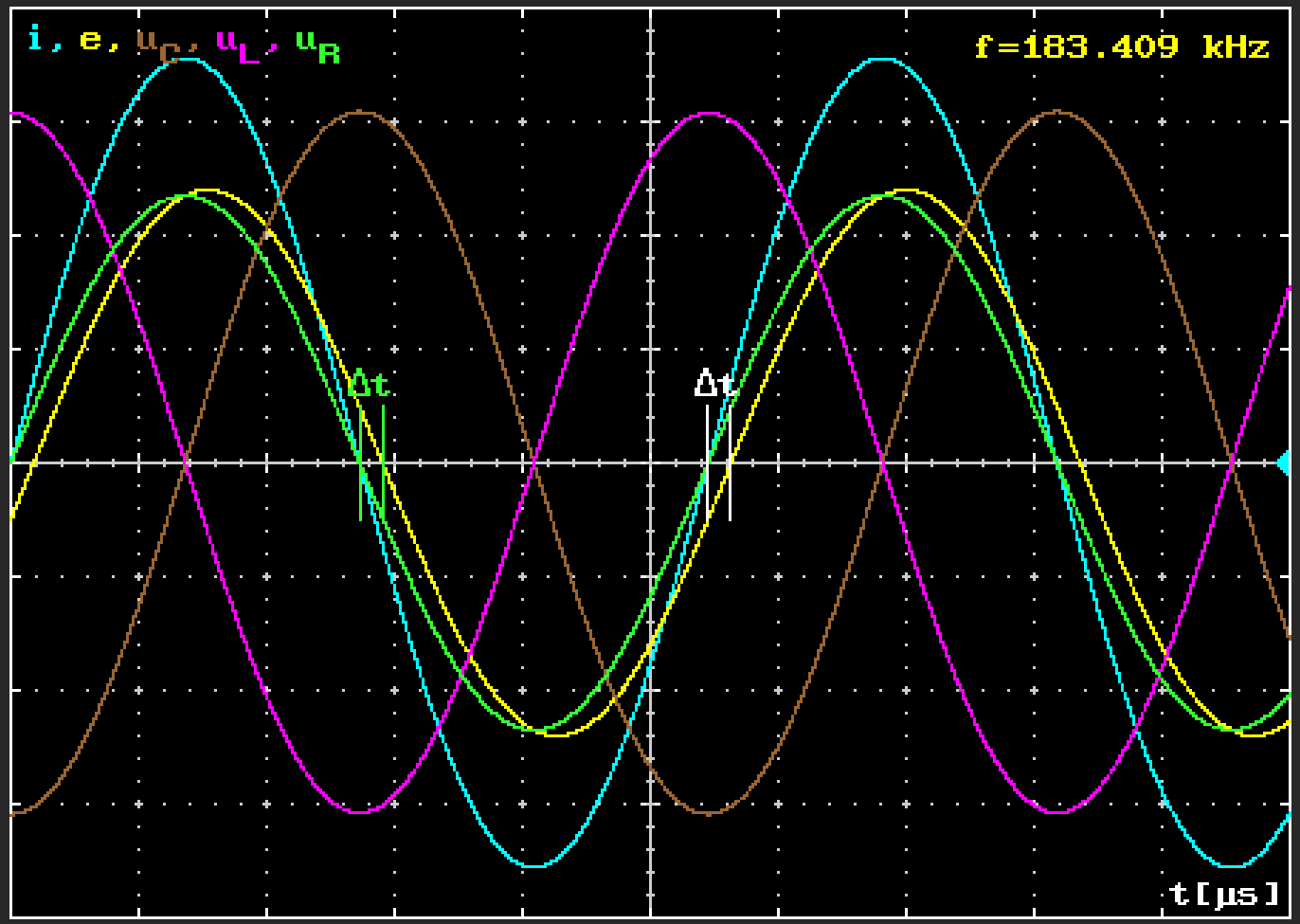
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.438 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

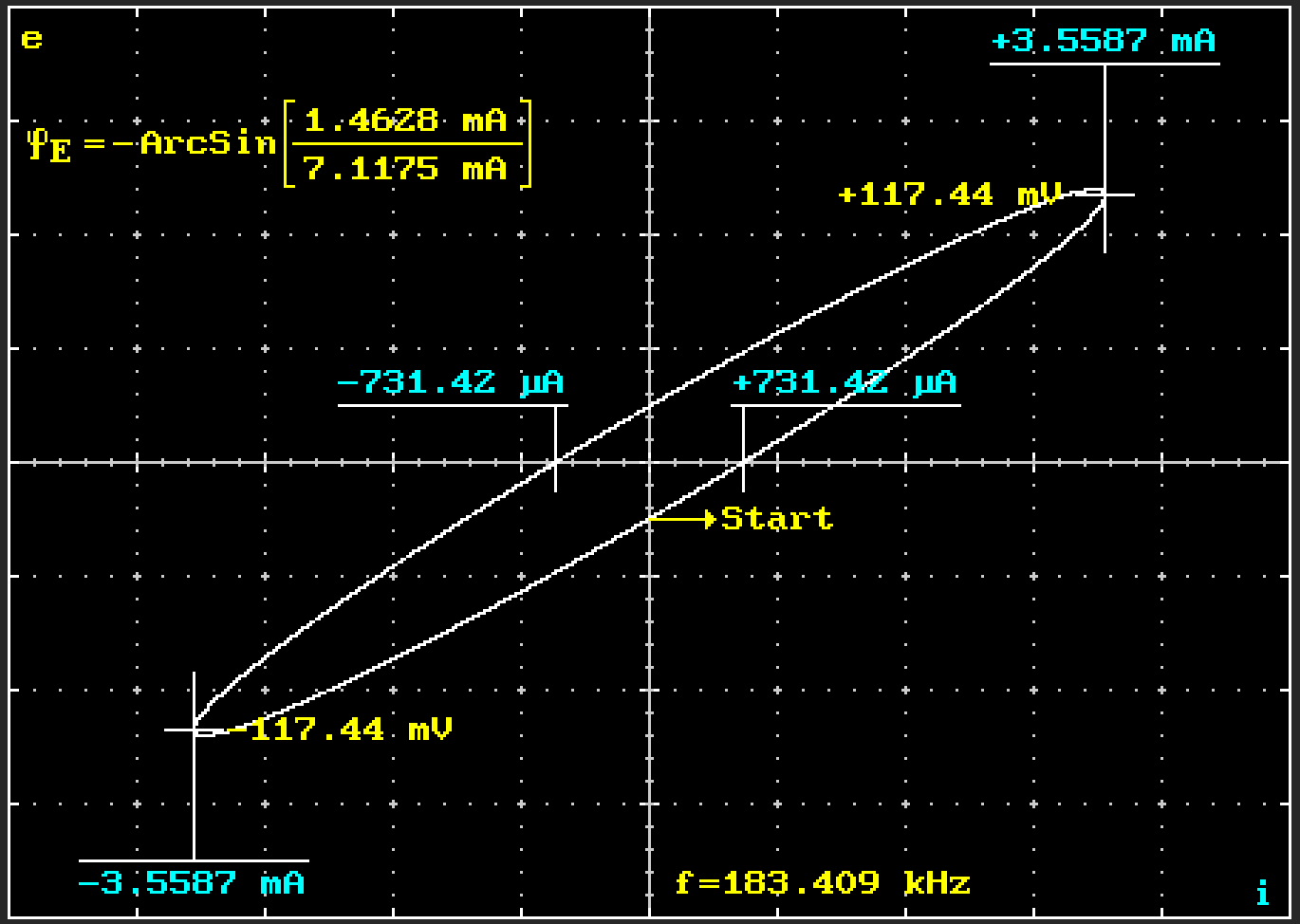
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = –0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.438 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=183.593 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=90.48 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

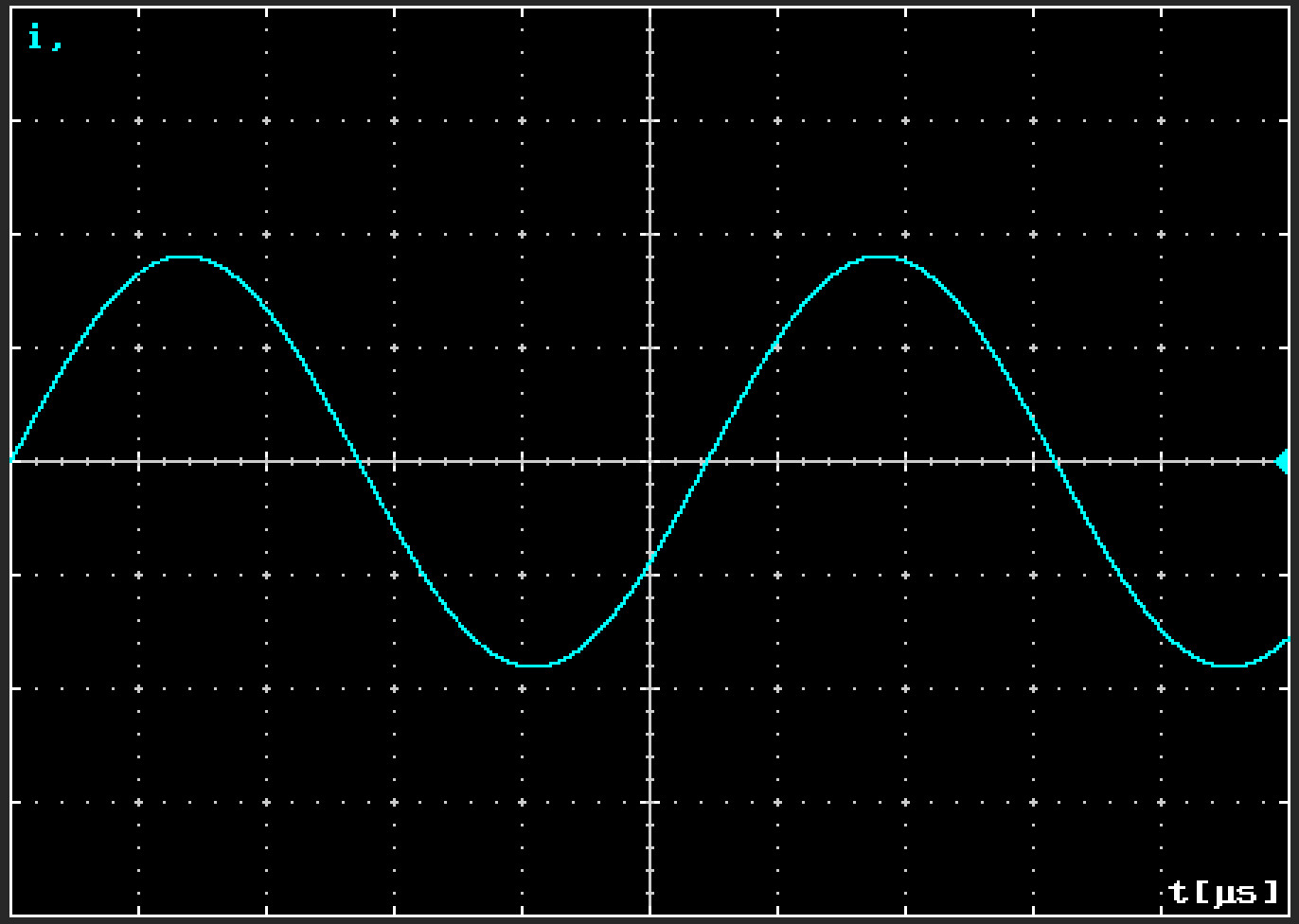
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

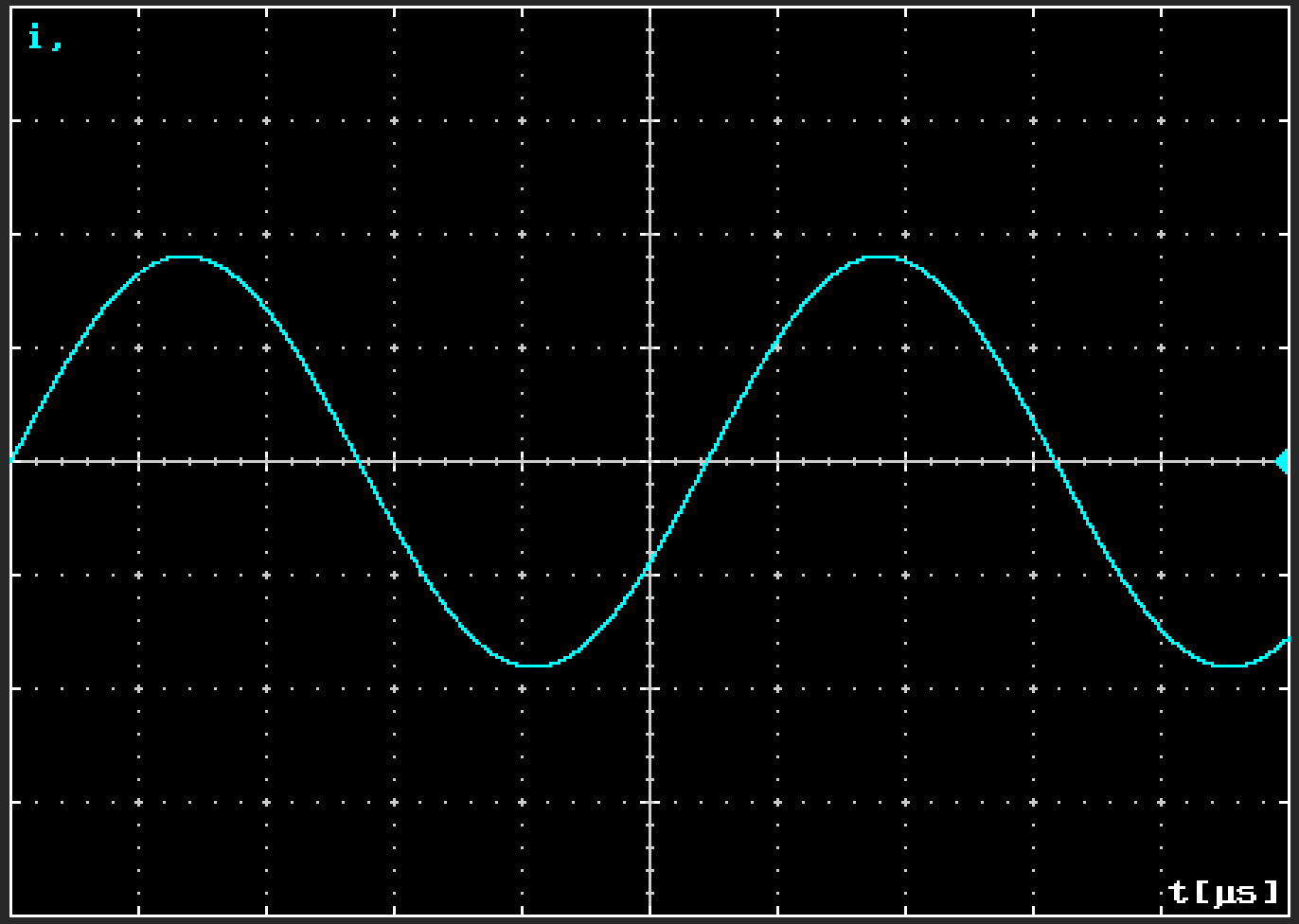
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

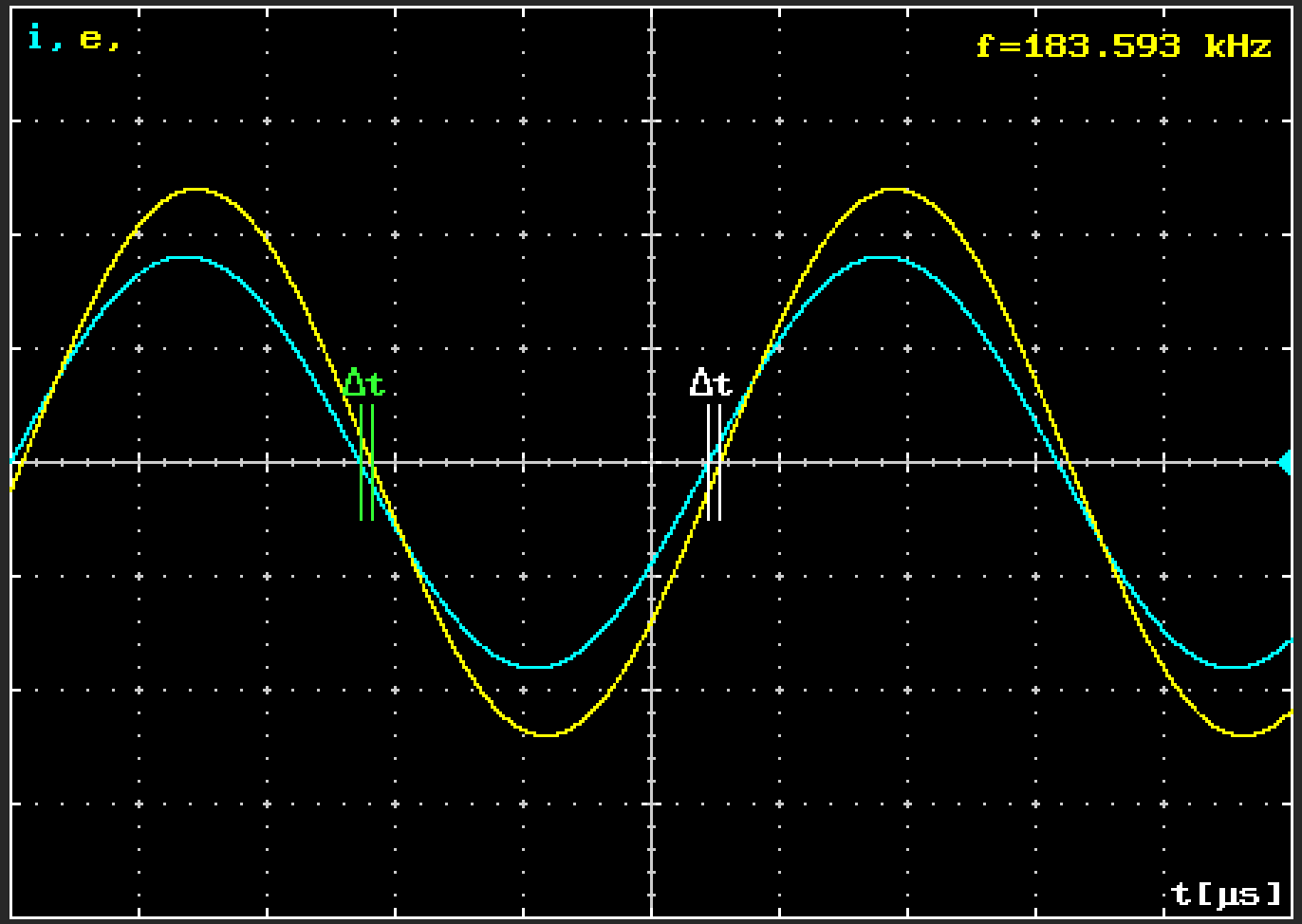
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

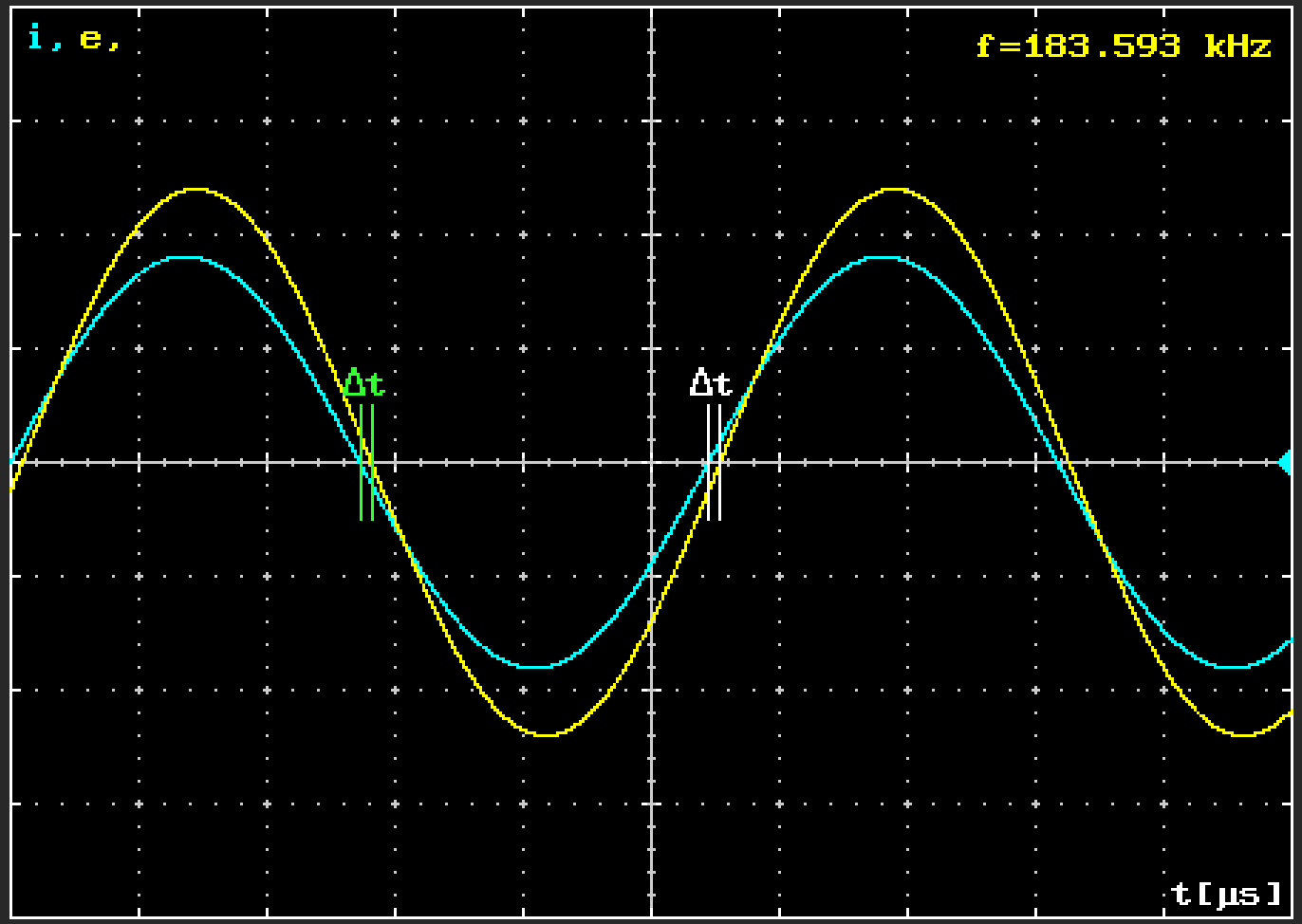
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

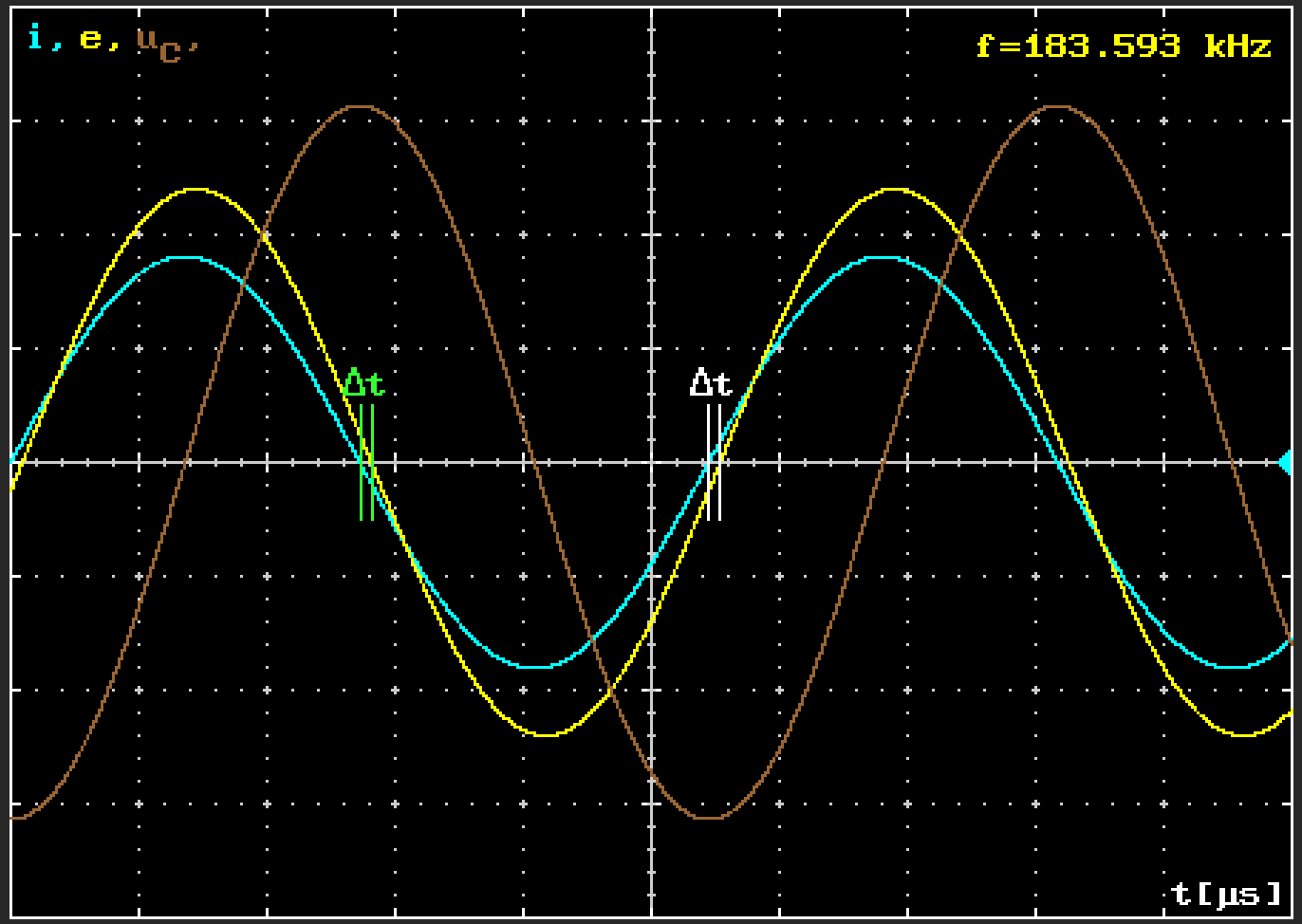
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

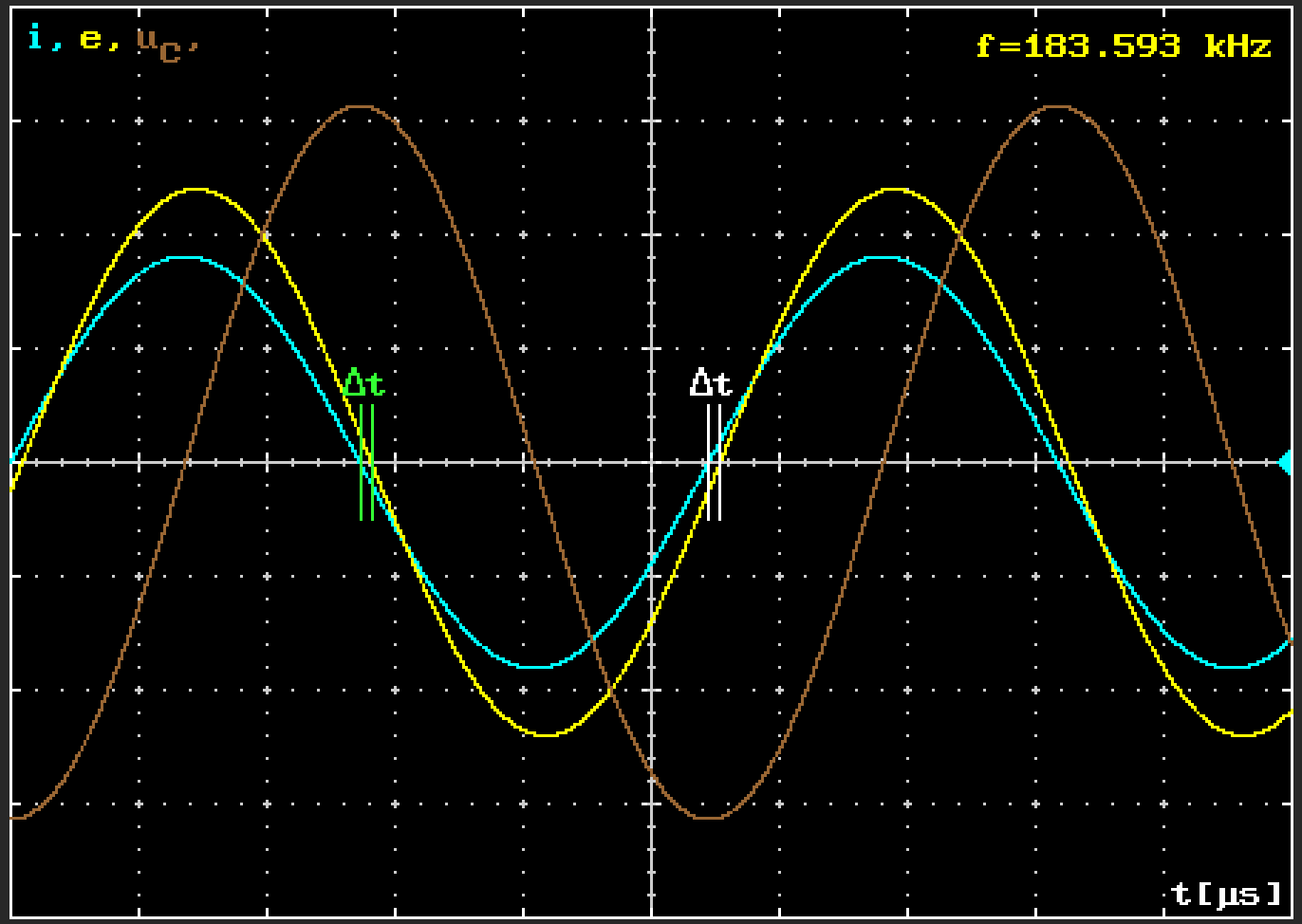
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.27035 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

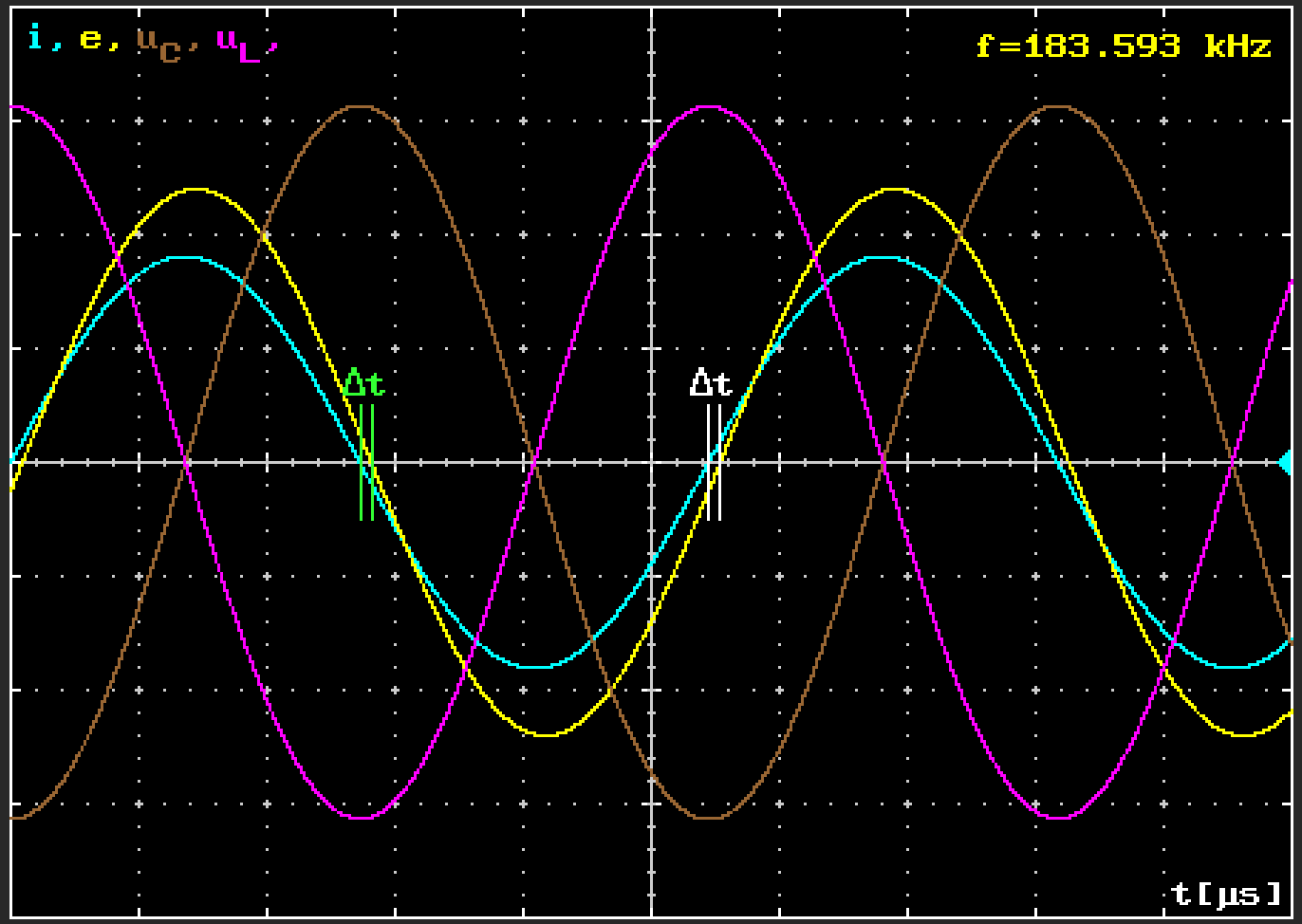
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

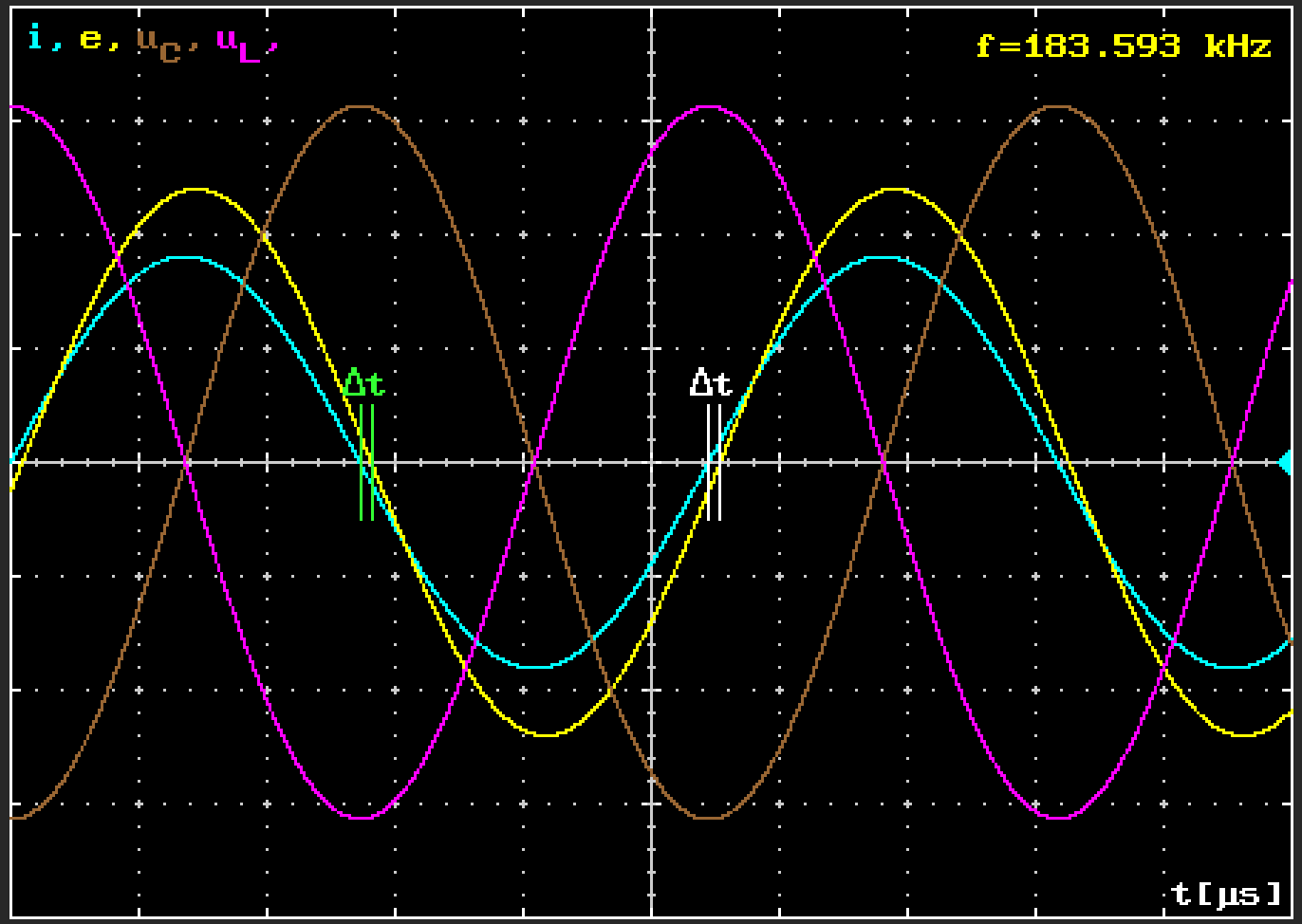
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

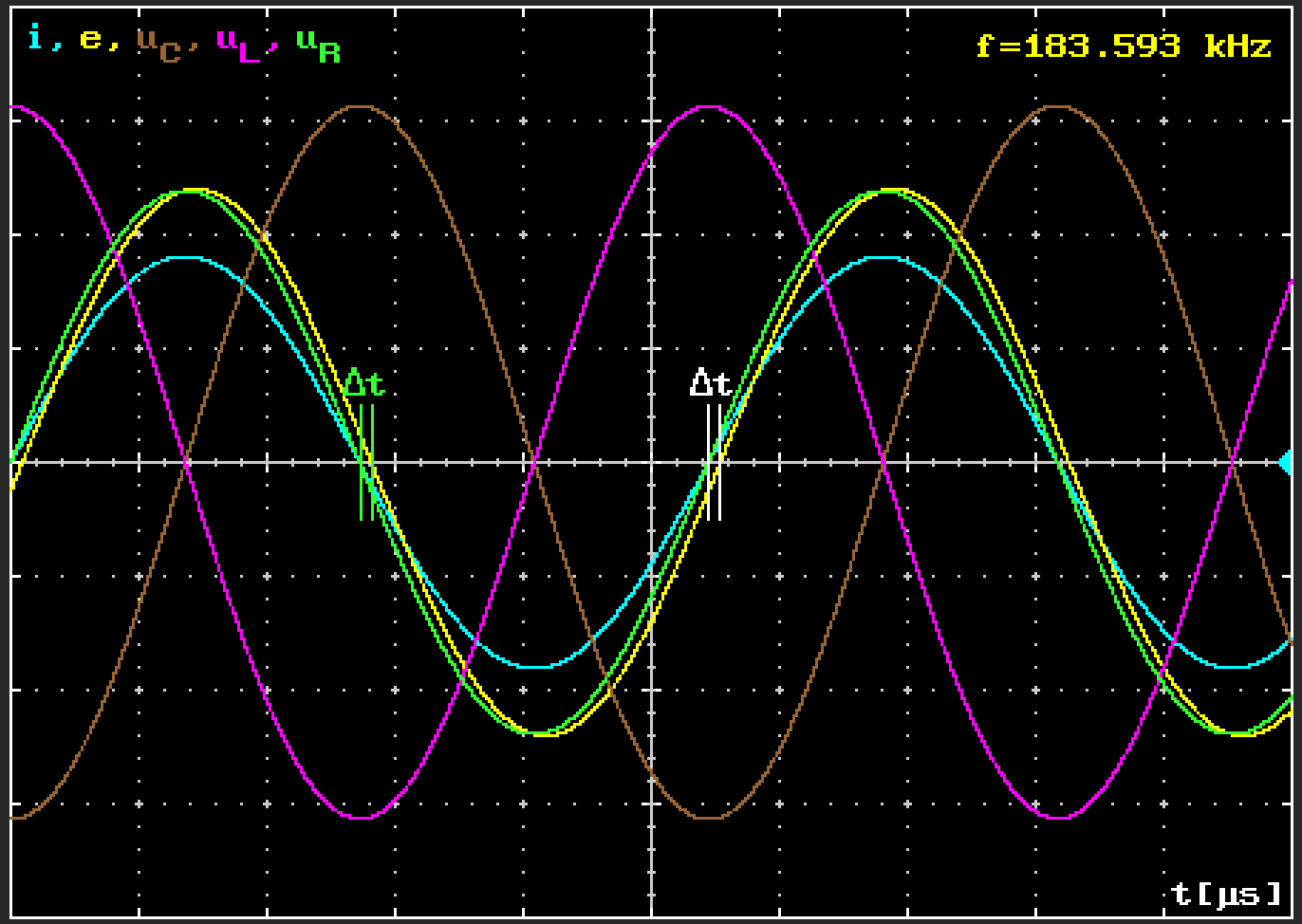
20

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.347 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

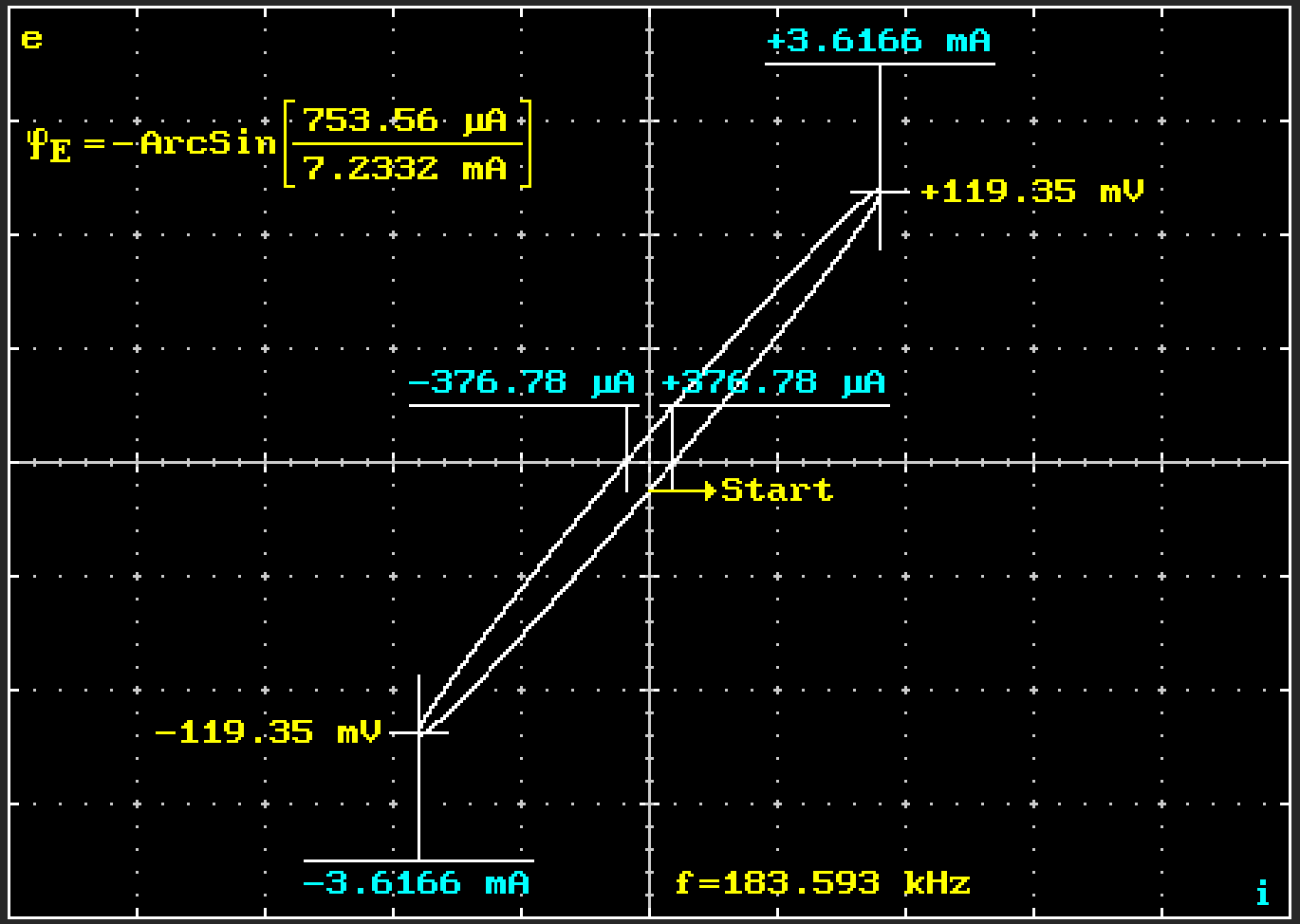
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.347 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

22

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája

f=183.776 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancián

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken fellépő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e azonos fázisban ($\Delta t=0$) van az i referenciaárammal.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör rezisztív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

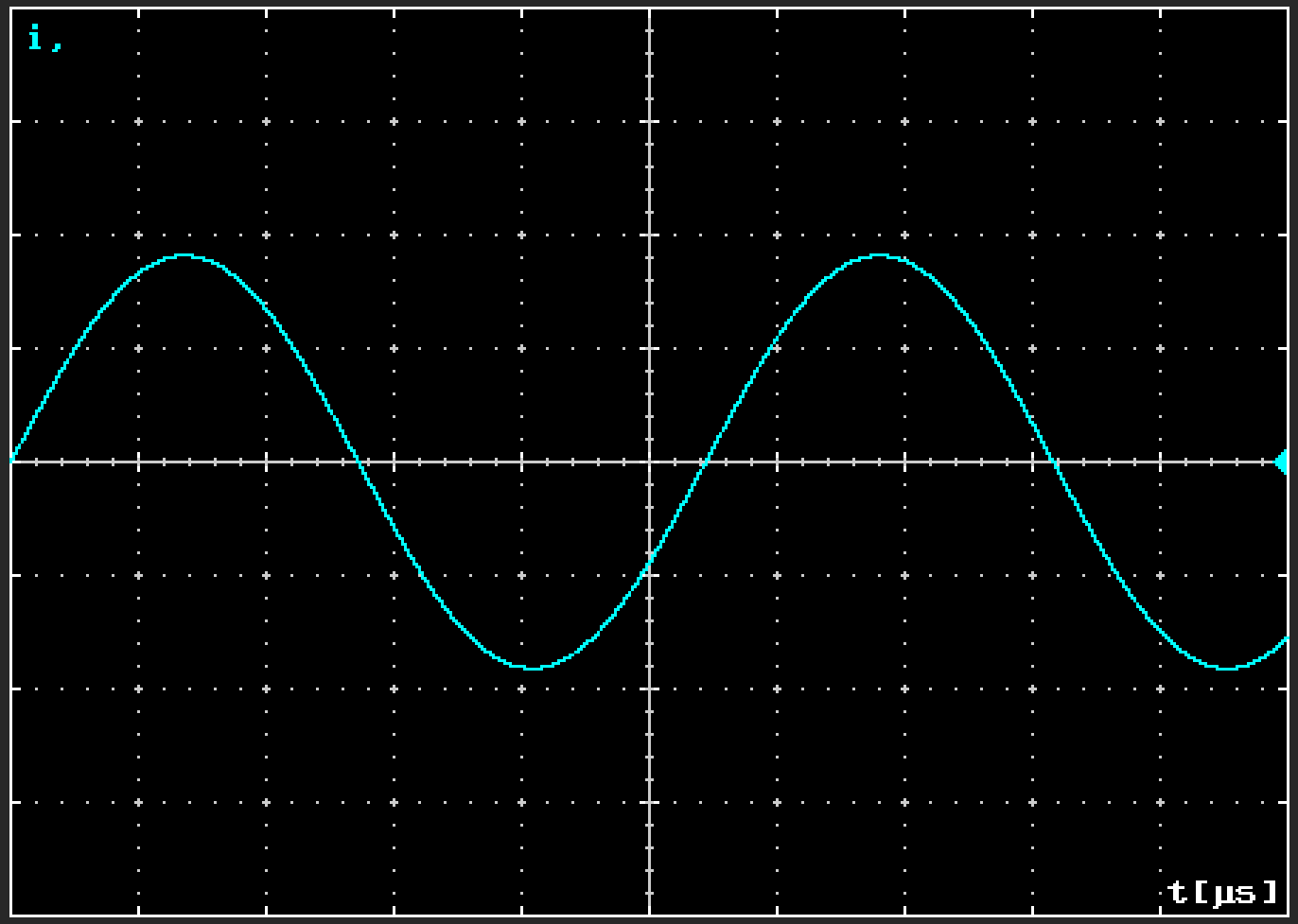
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

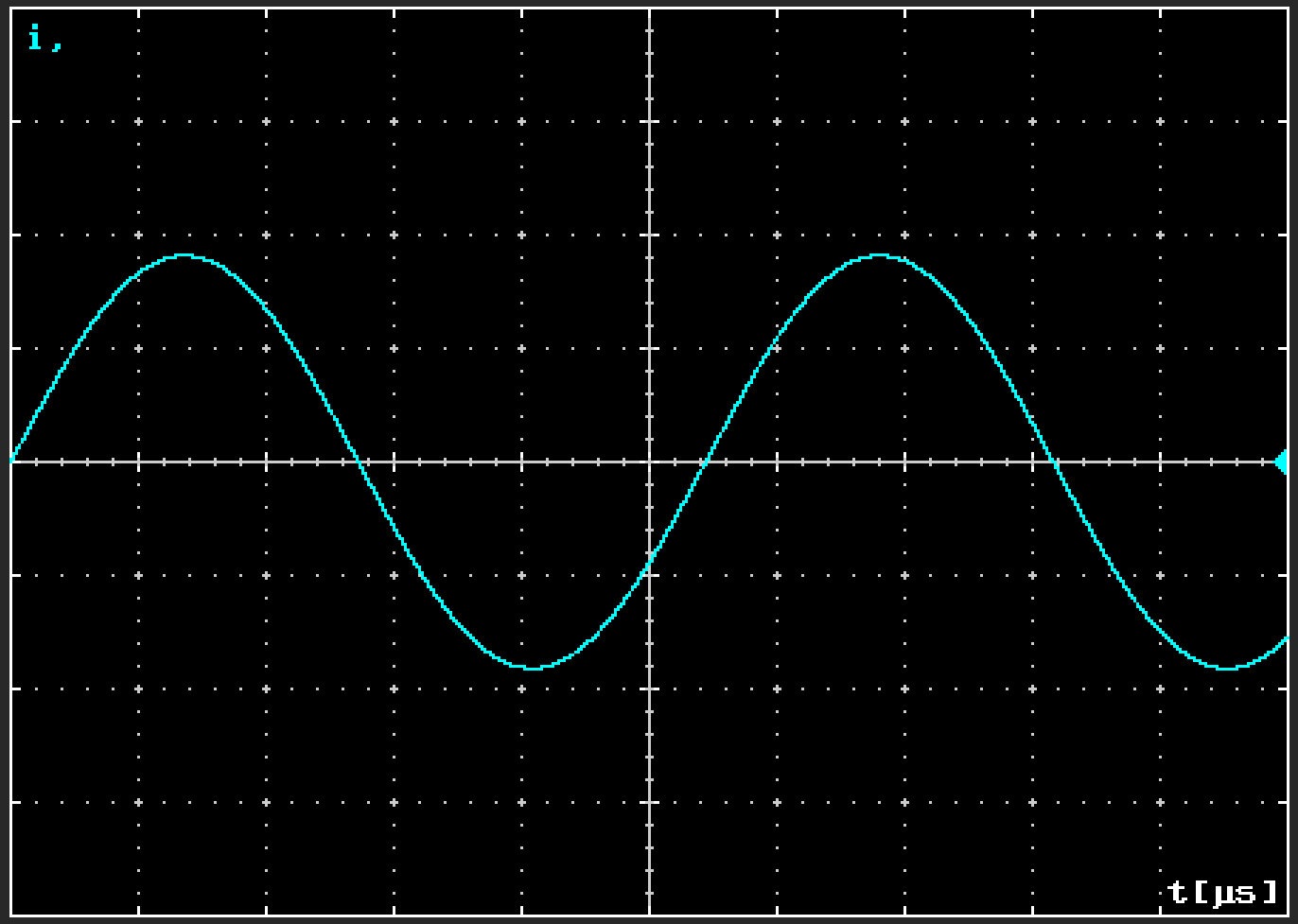
1 t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

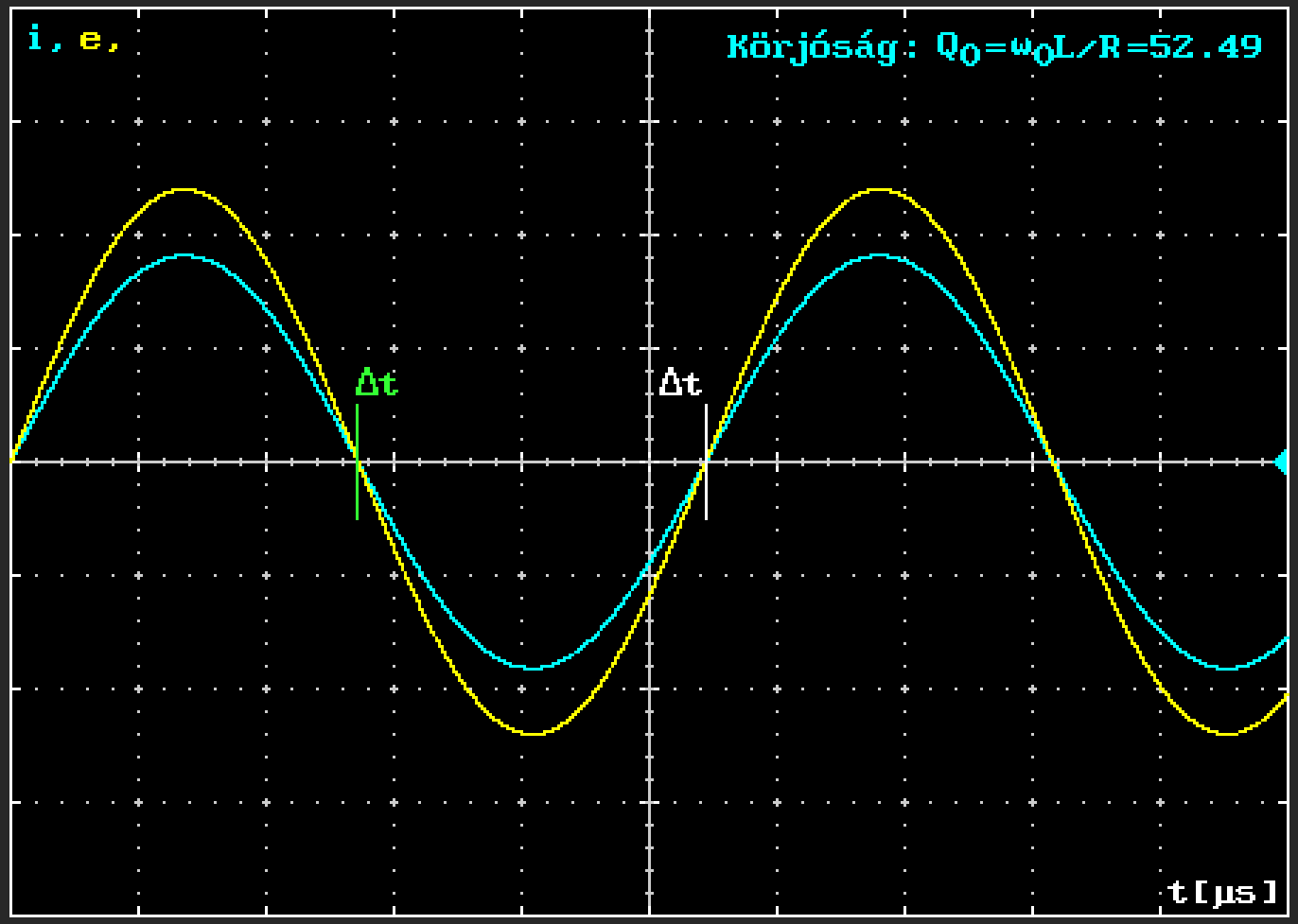
1 t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

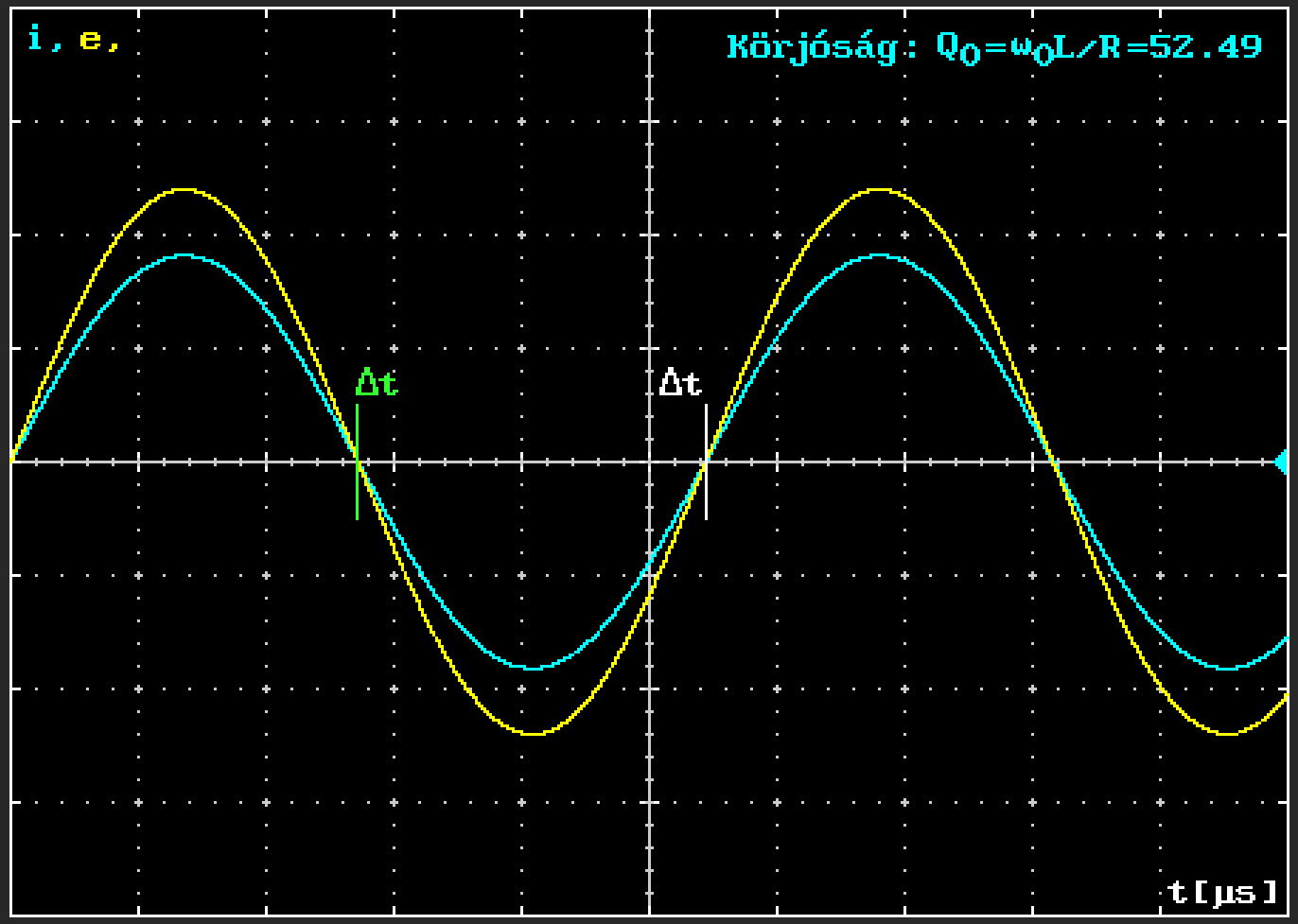
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

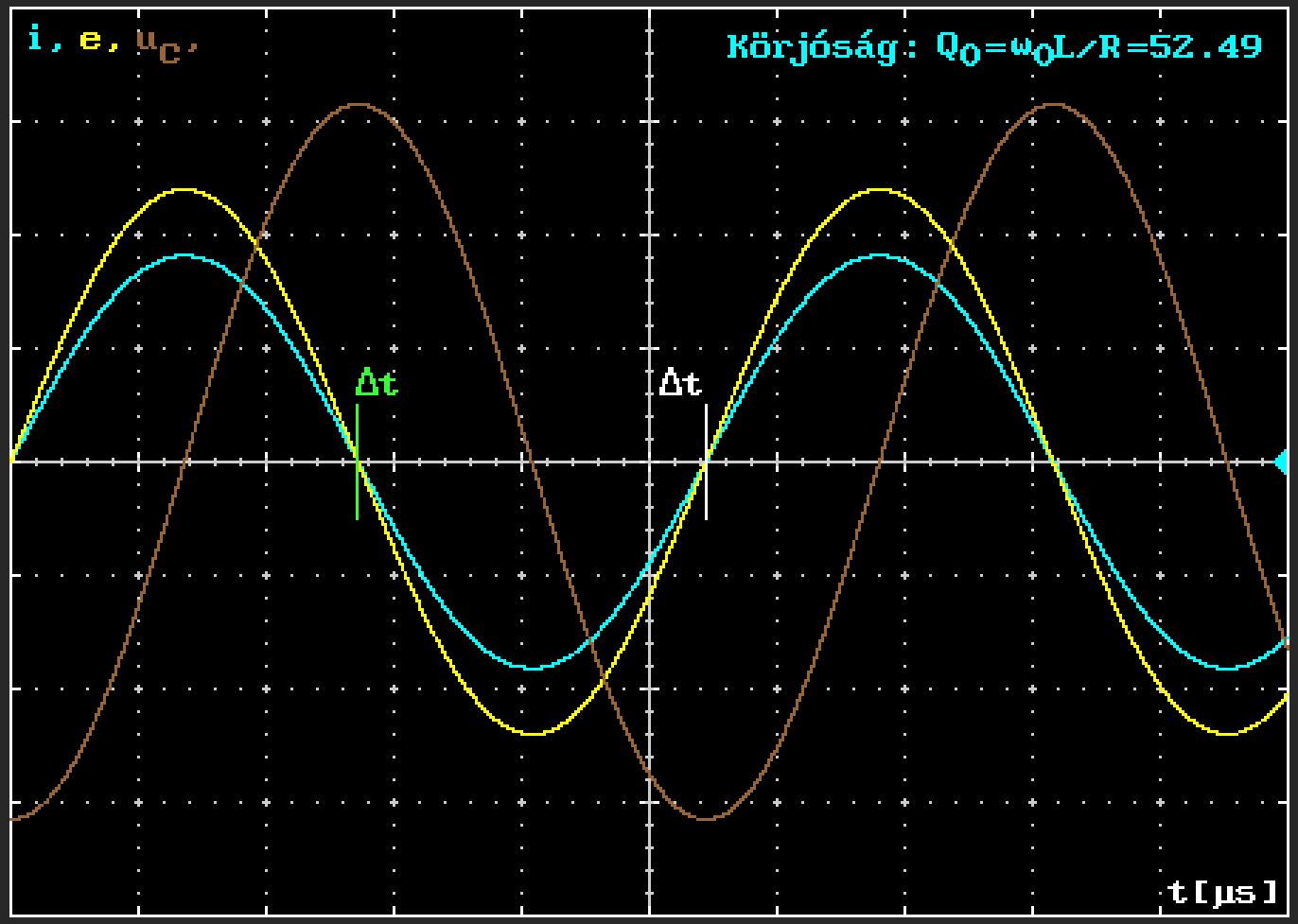
Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R
U_L
U_C 6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

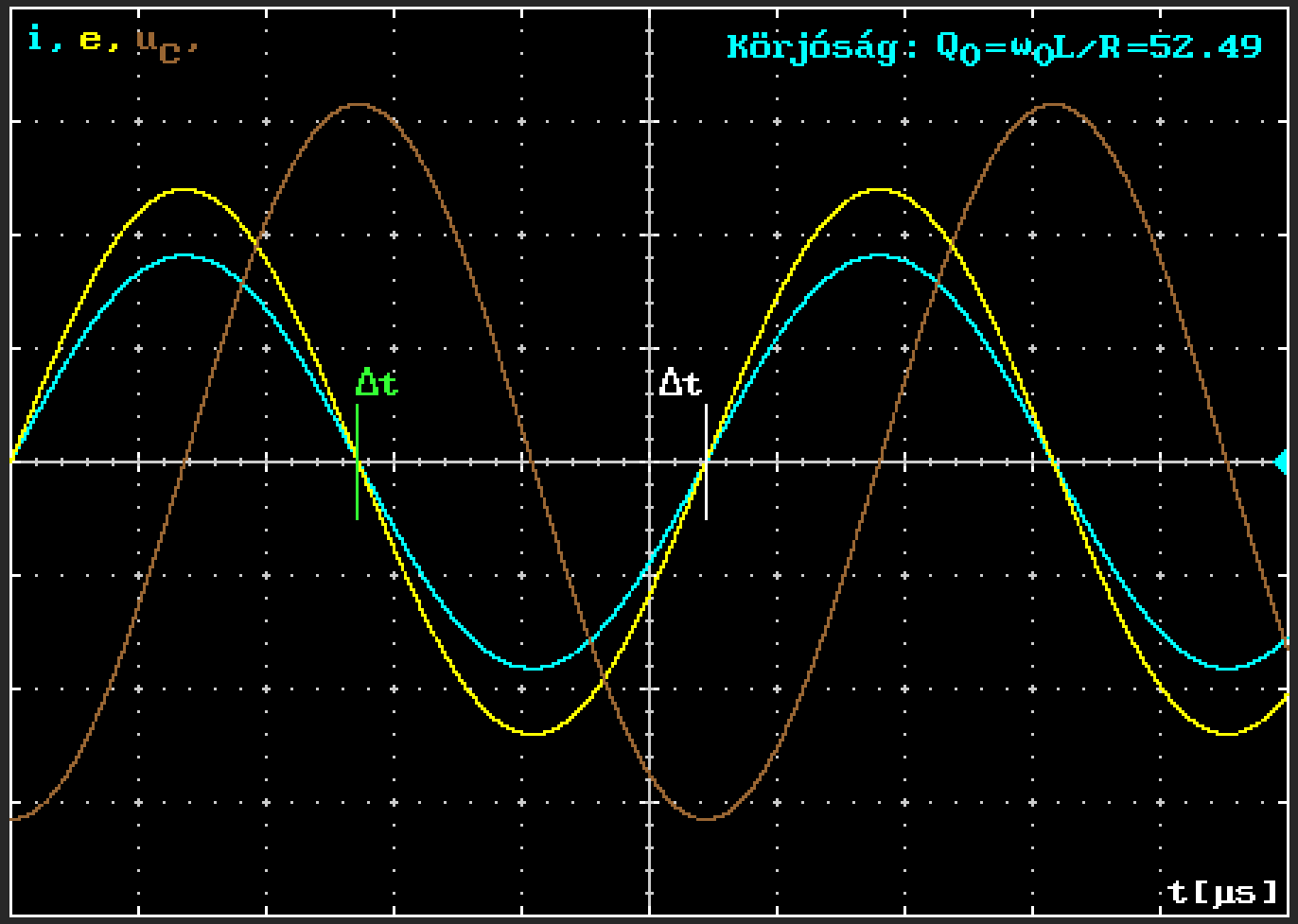
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.29837 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

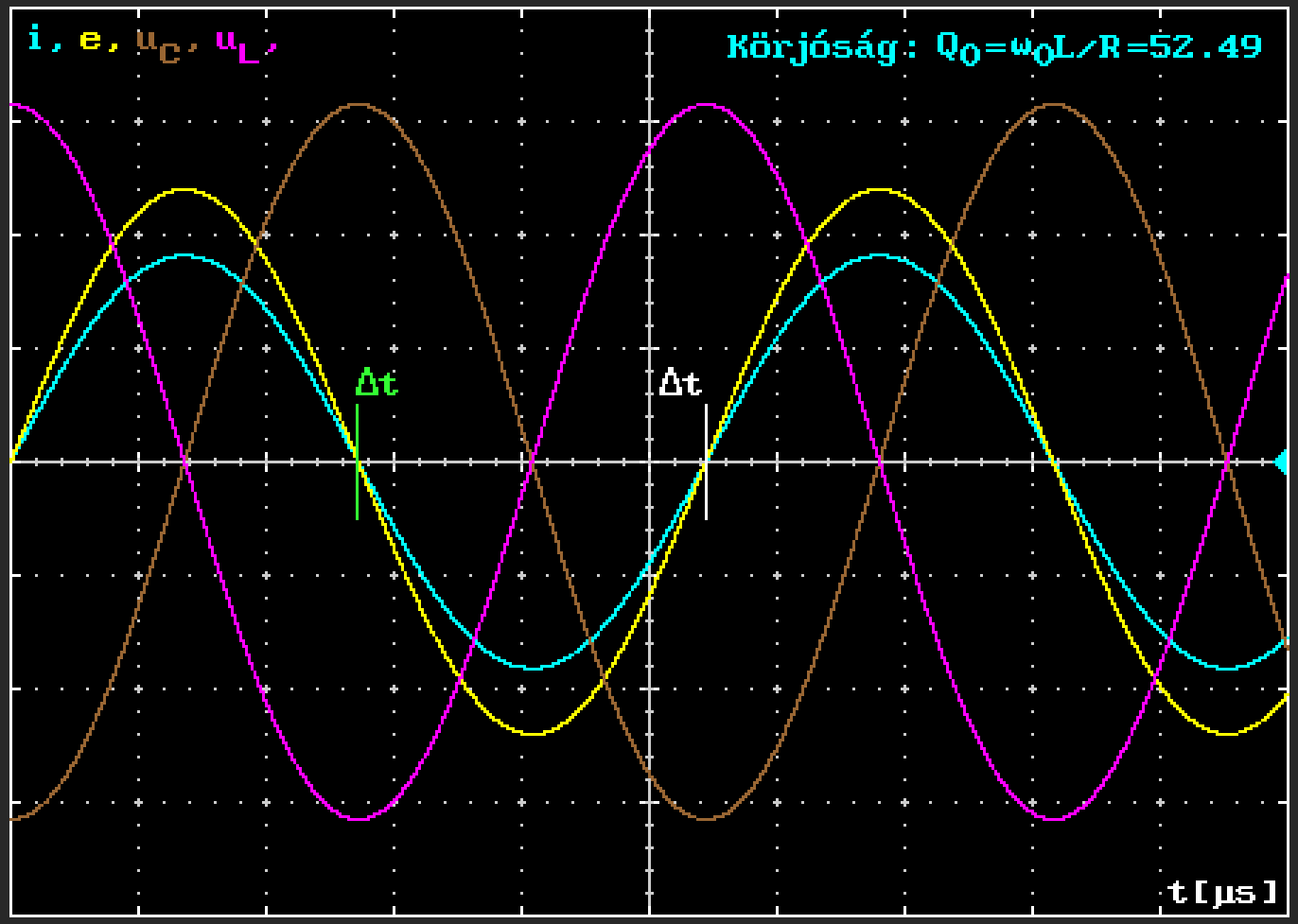
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

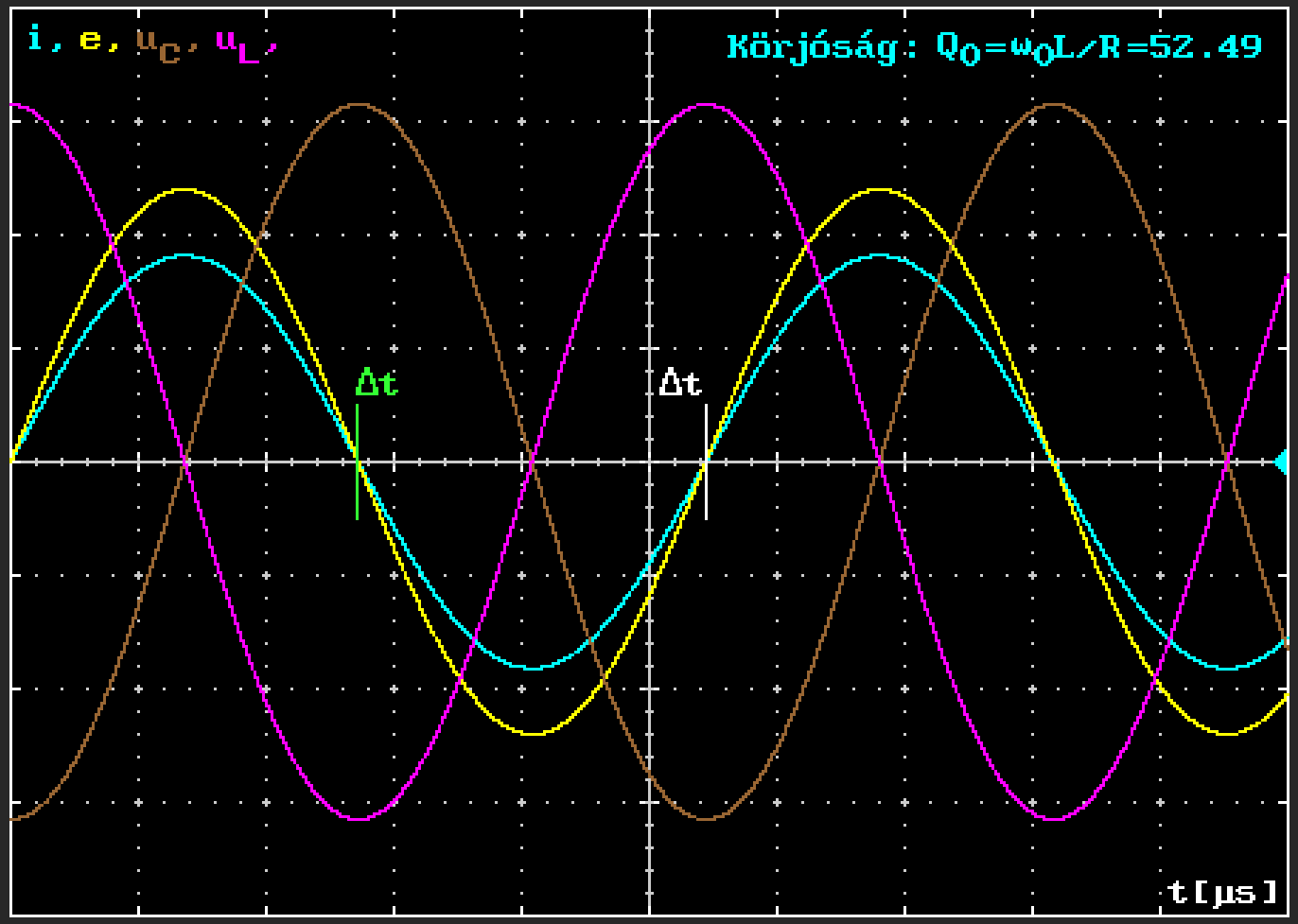
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

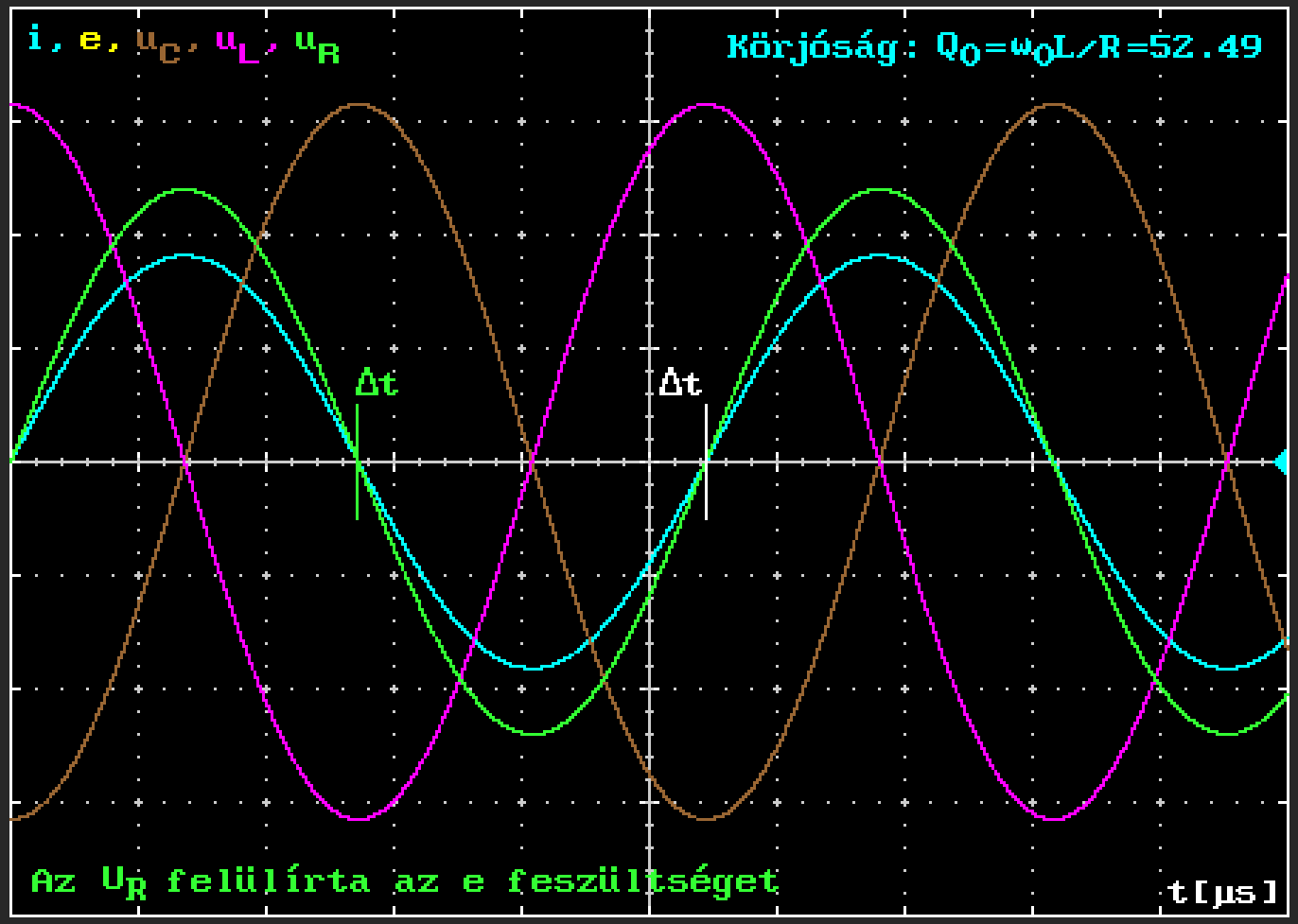
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	120.000 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

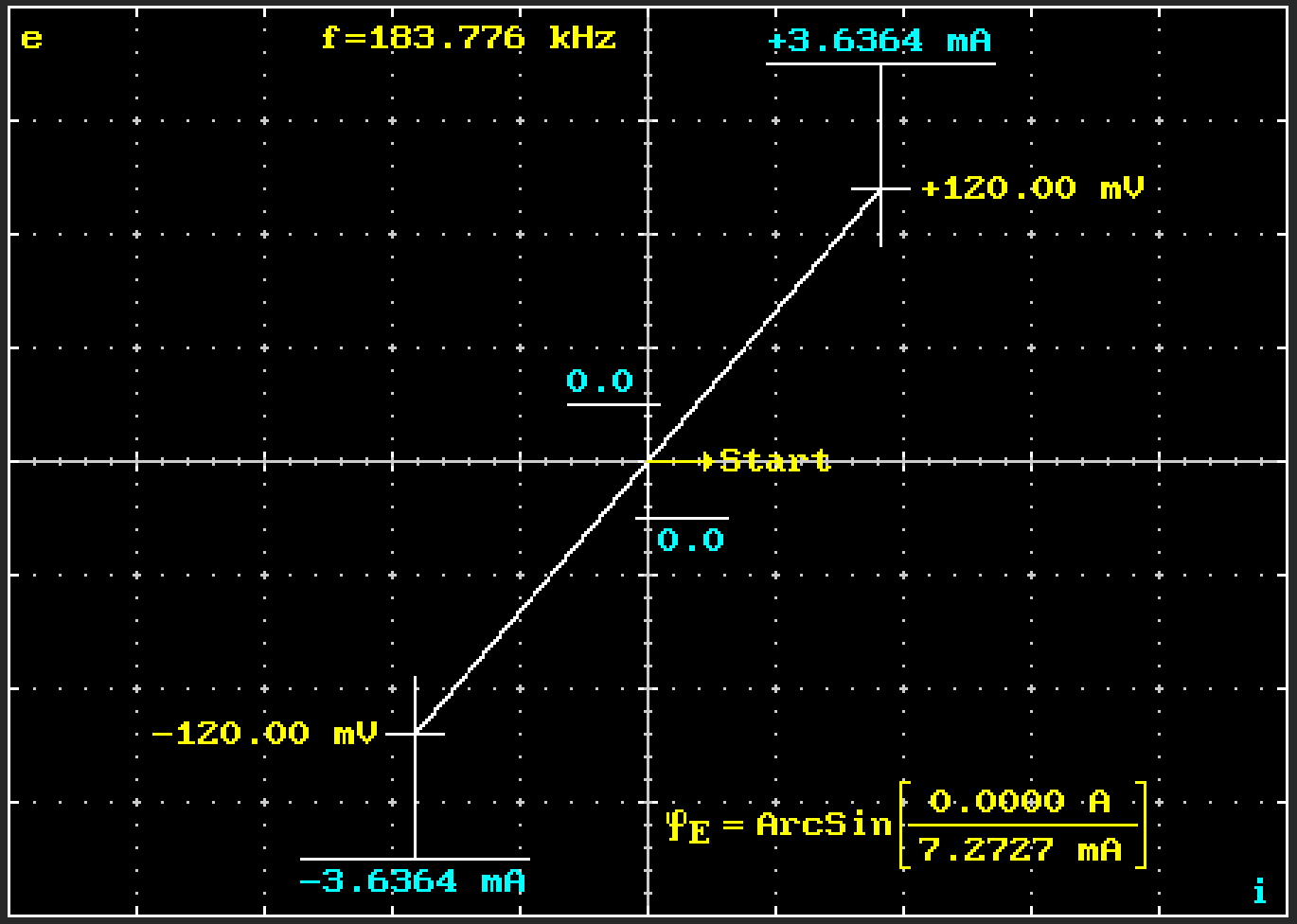
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.00 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	120.000 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

Végeredmény: az i és az e fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=183.960 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=90.41 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

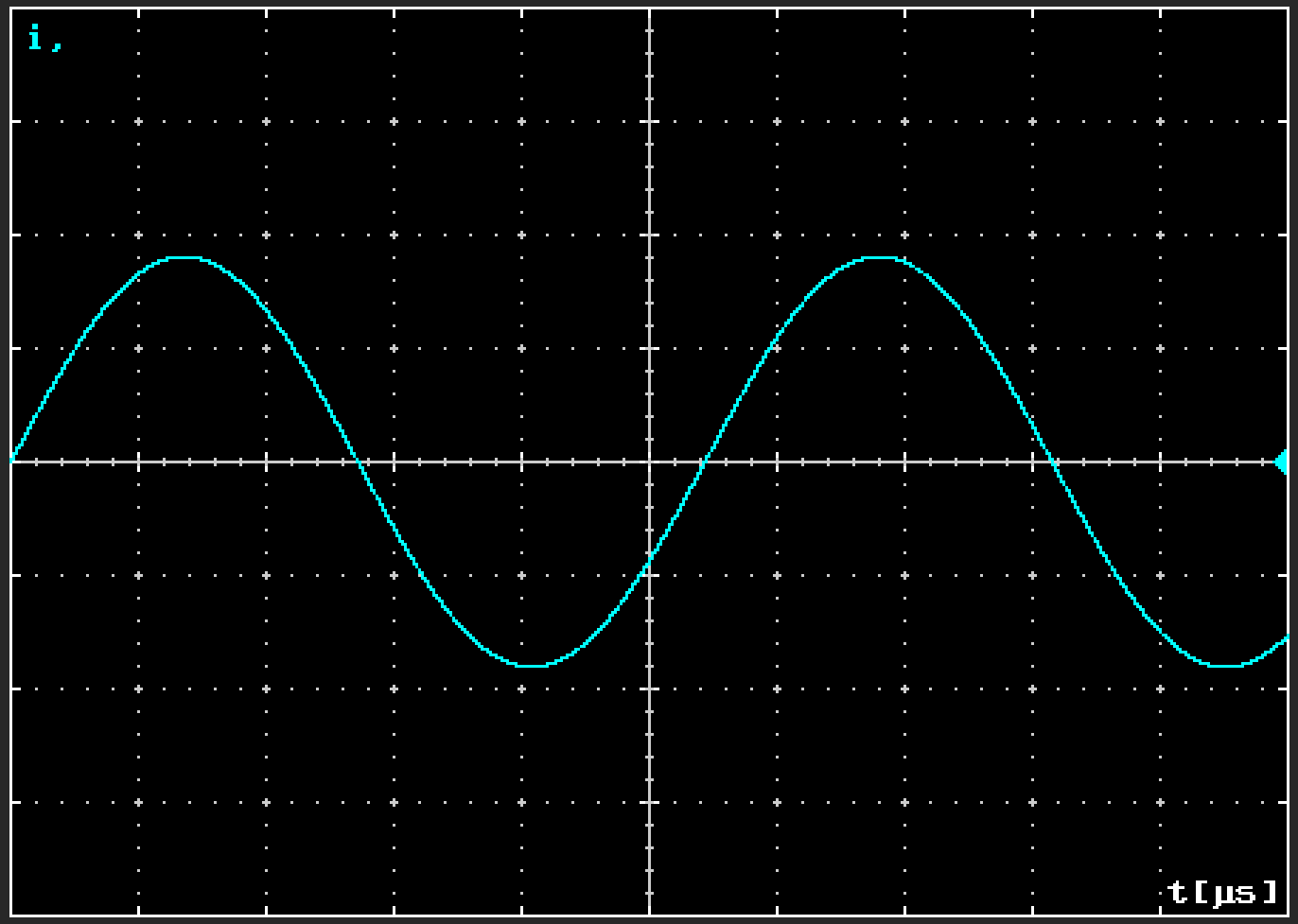
198

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

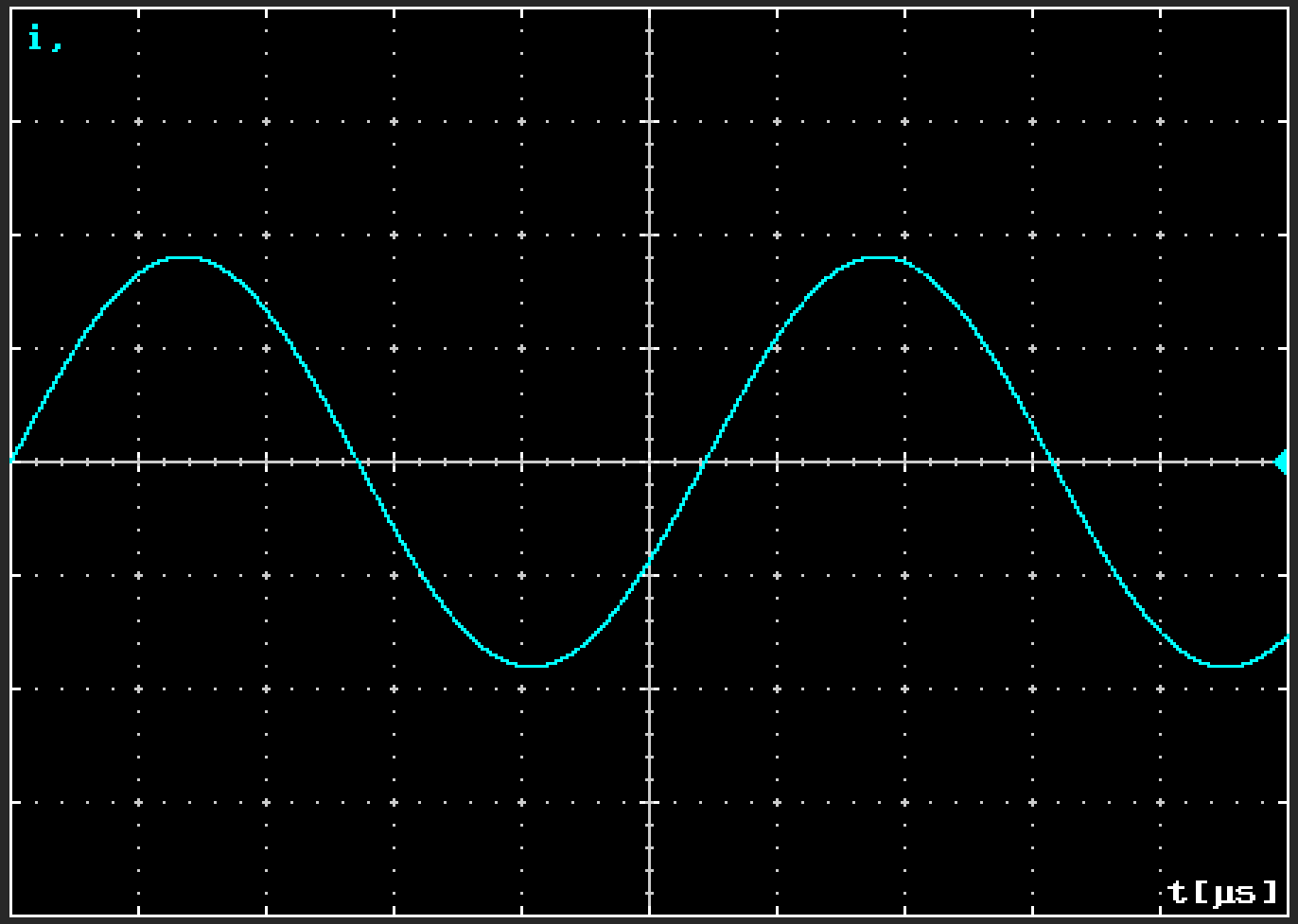
1 t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1 t[µs/div]

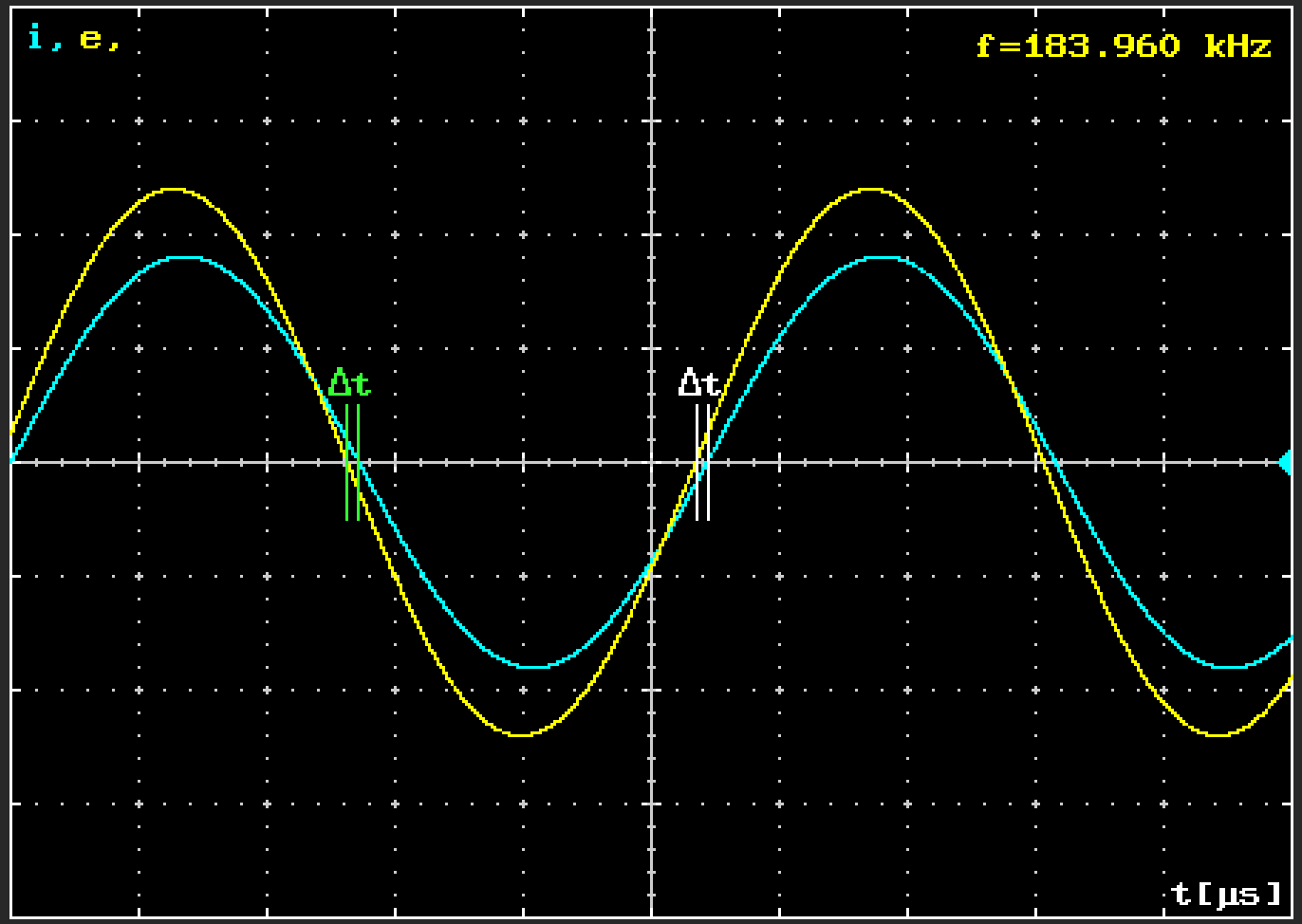
200

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

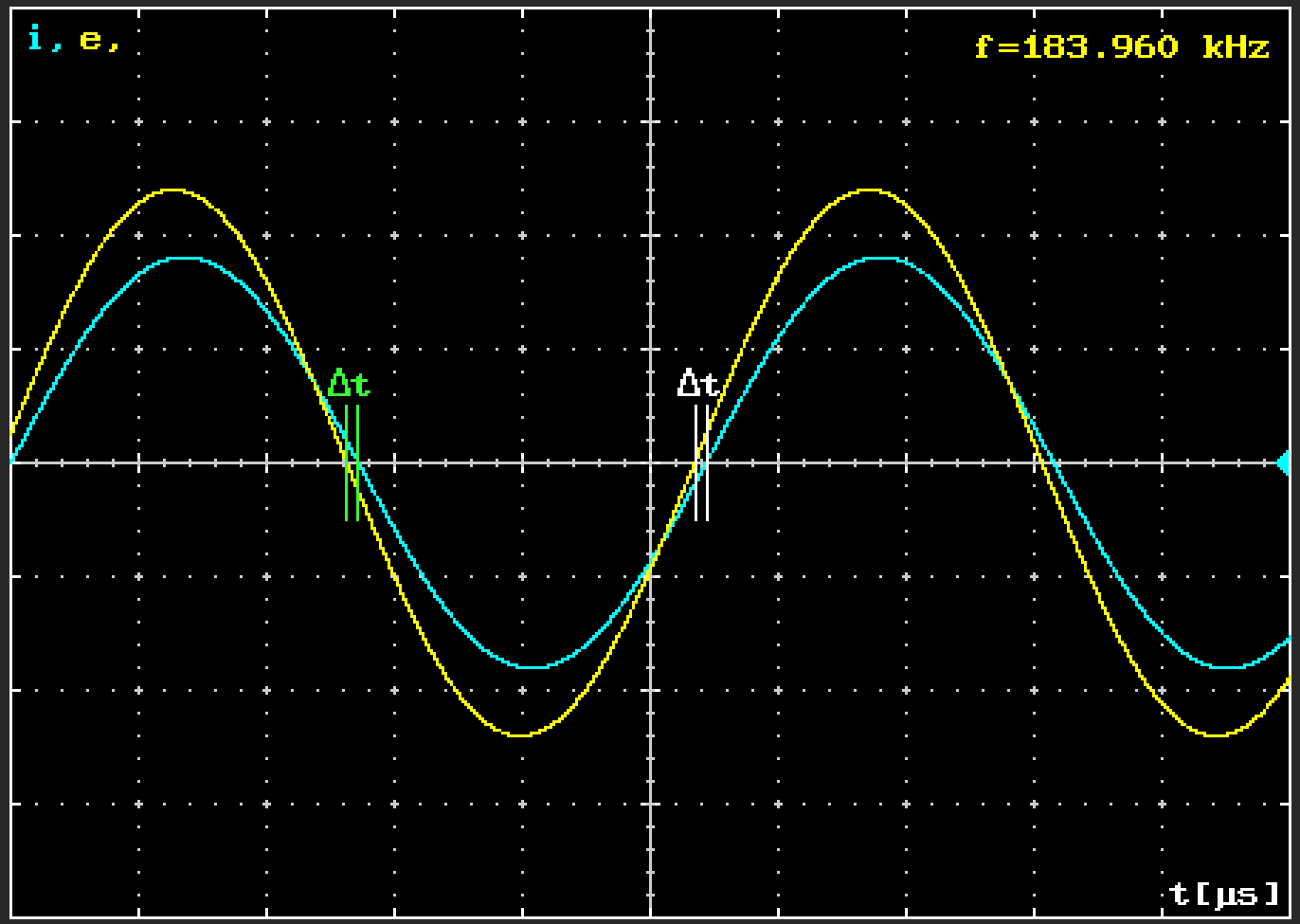
201

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

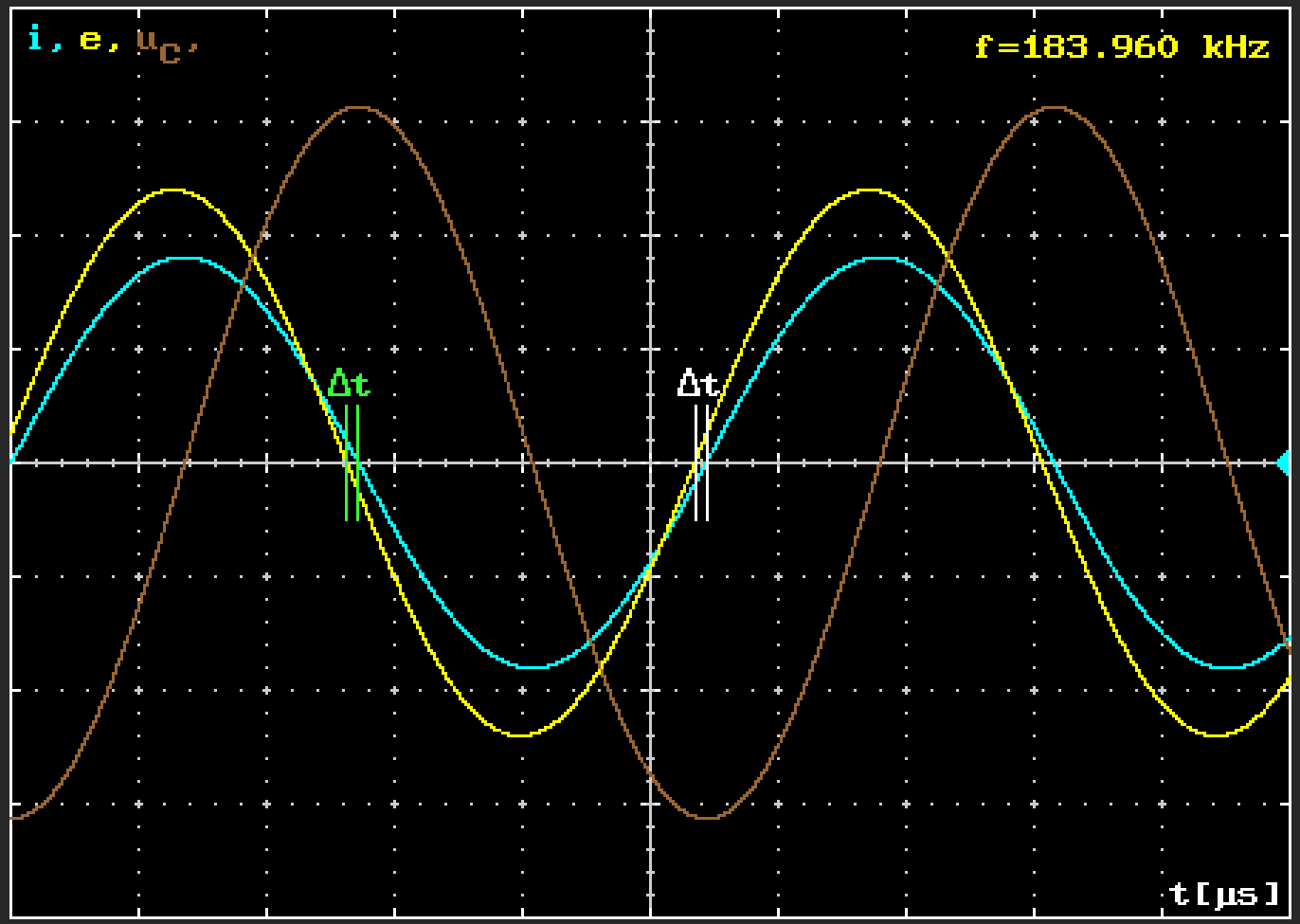
202

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.25776 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

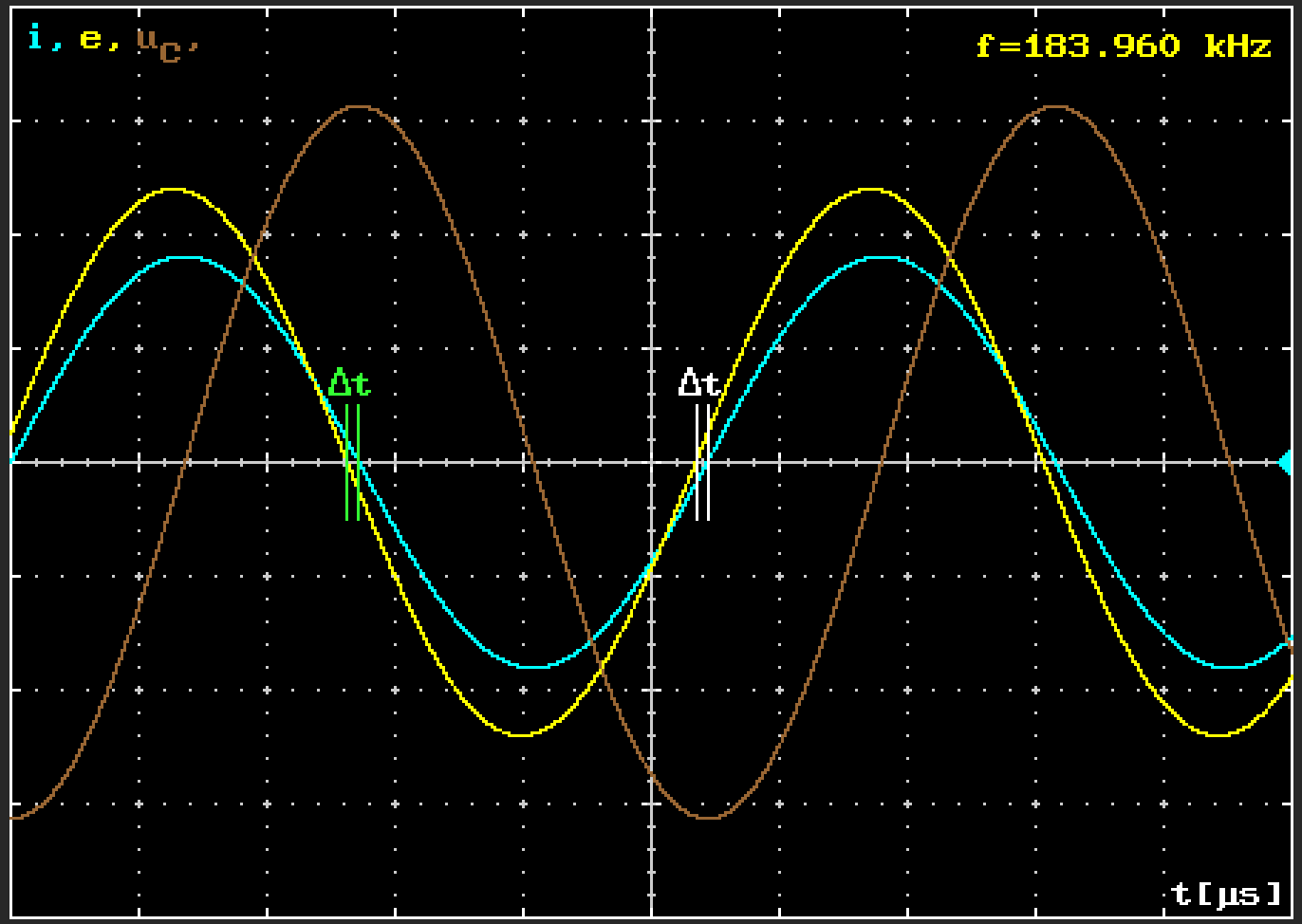
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.25776 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

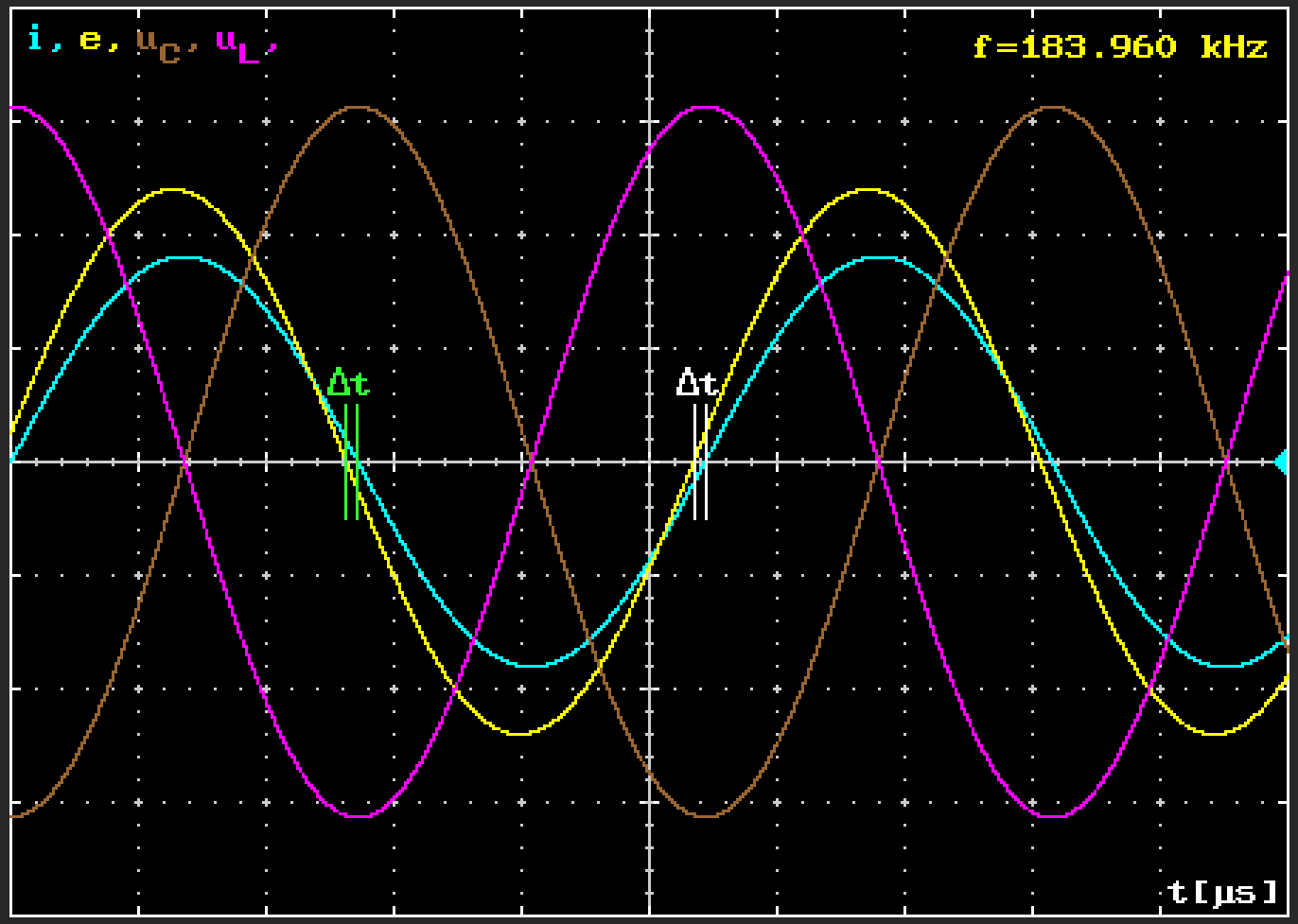
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

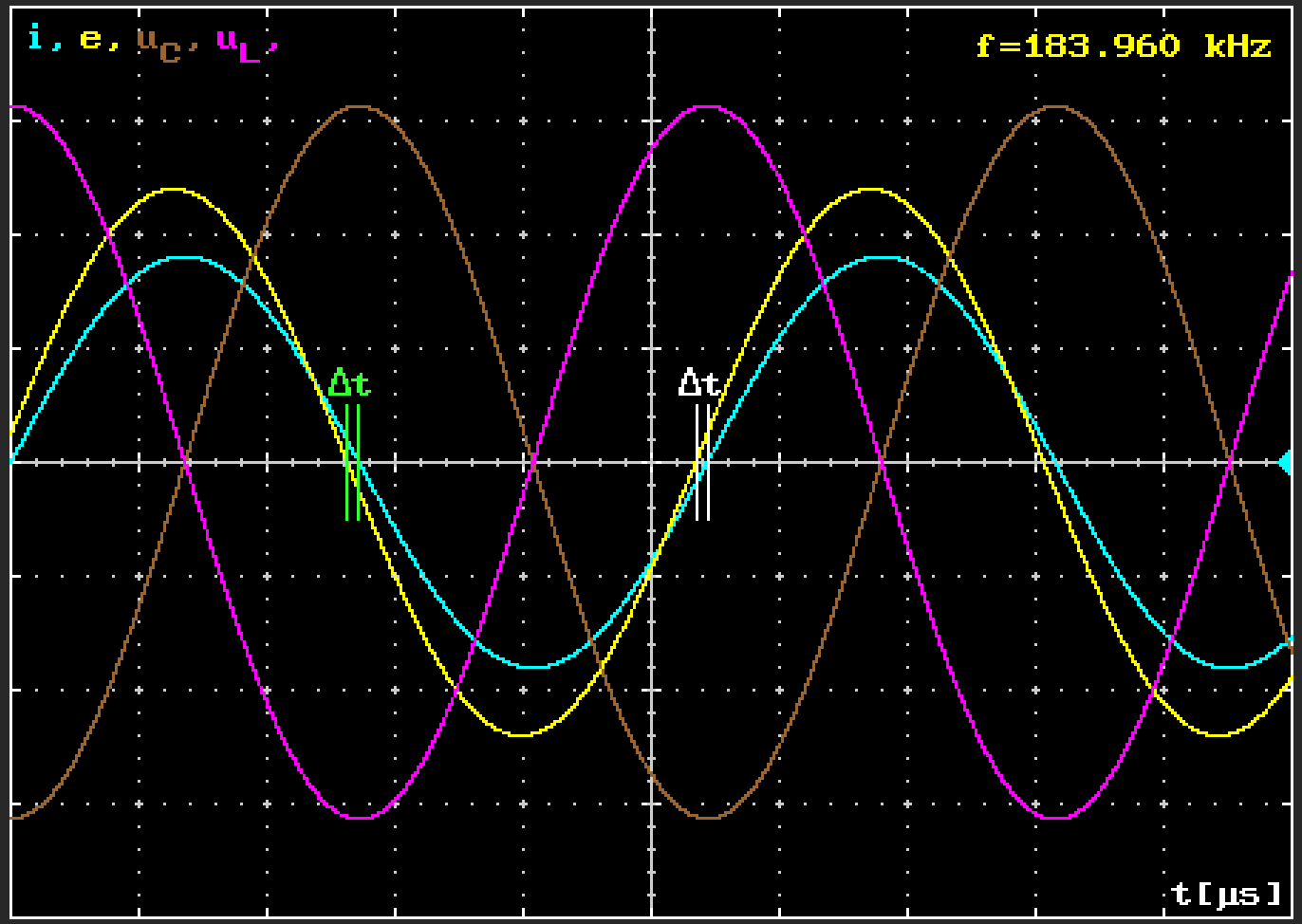
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

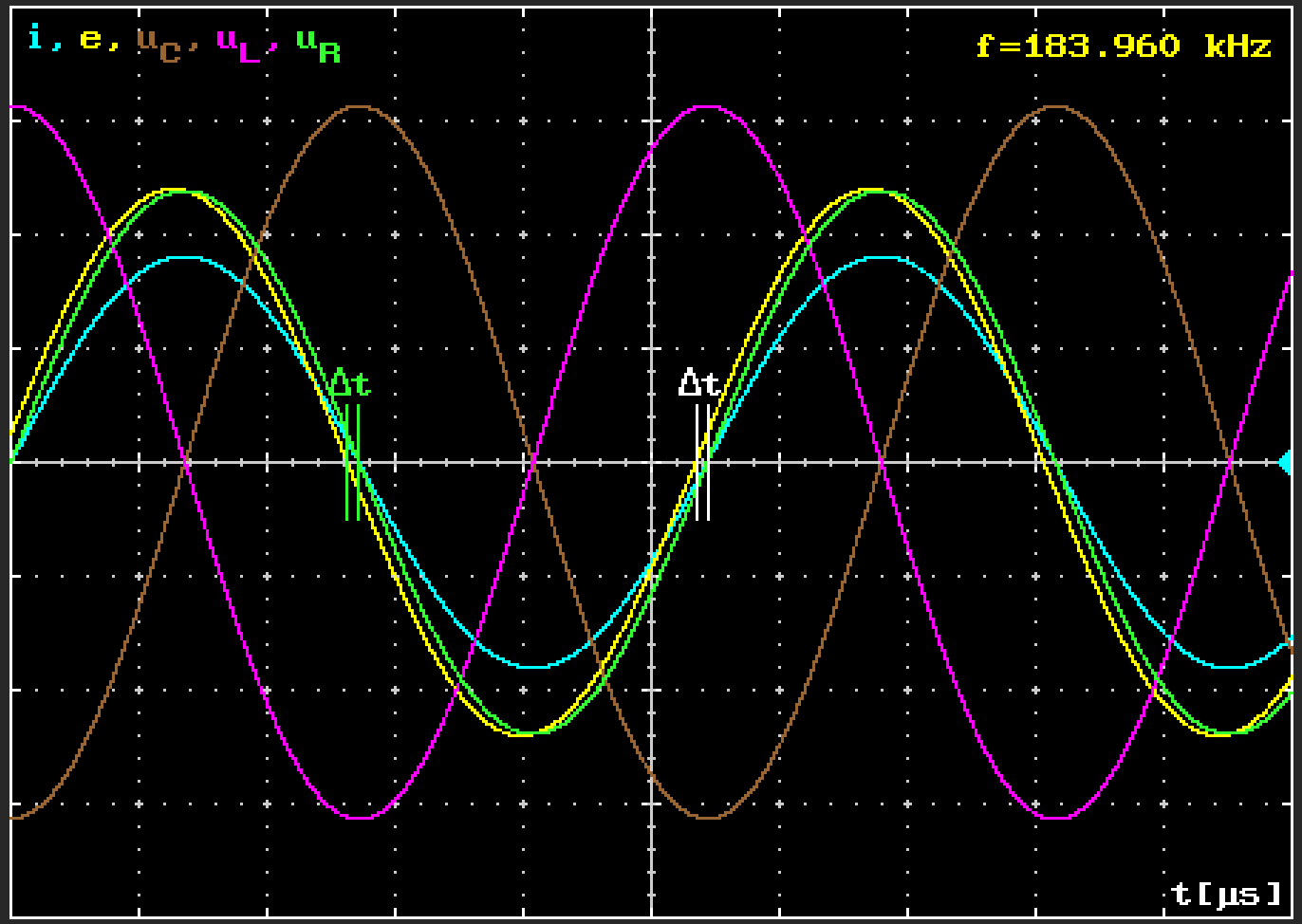
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.345 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

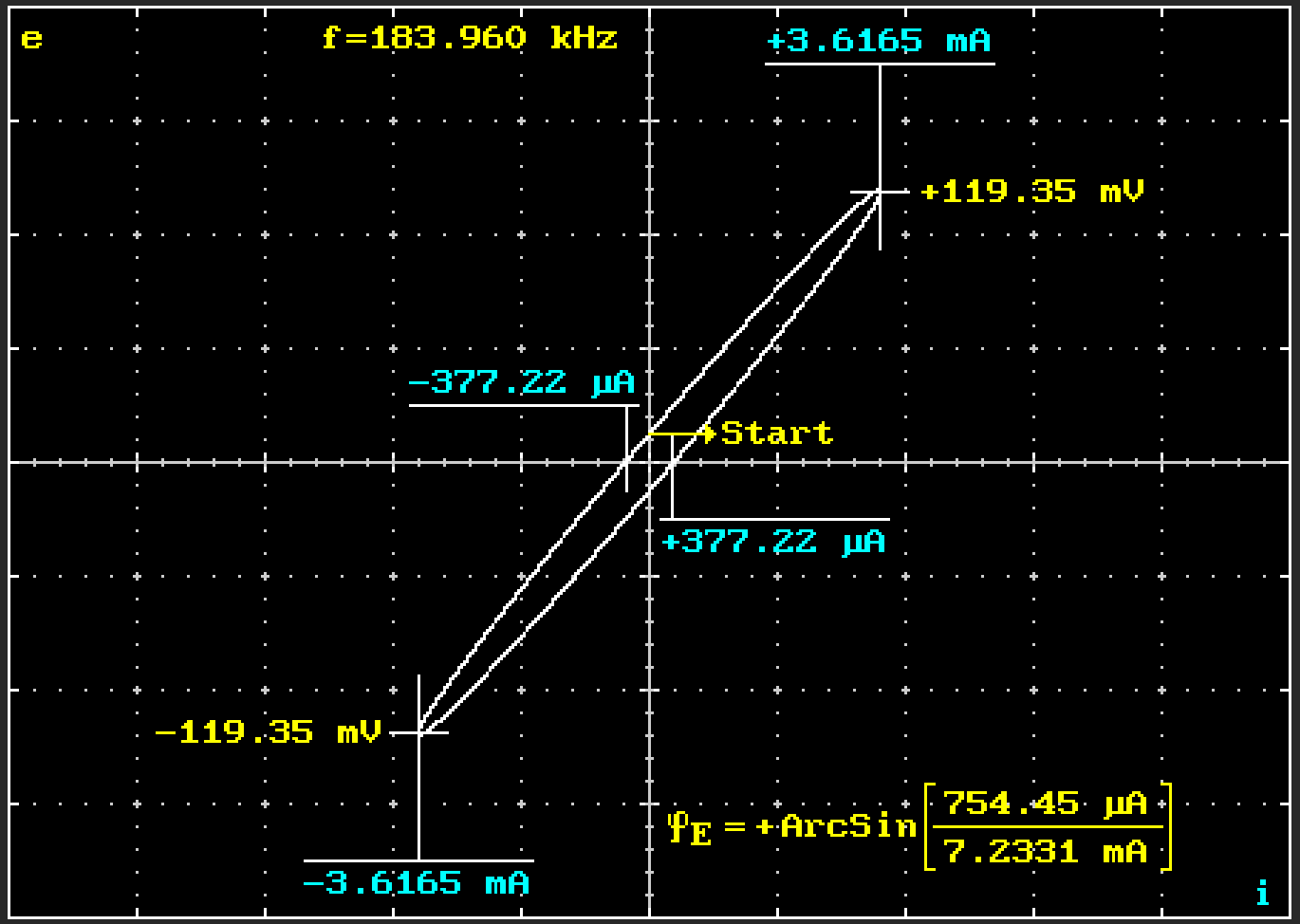
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.345 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=184.144 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=178.8 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

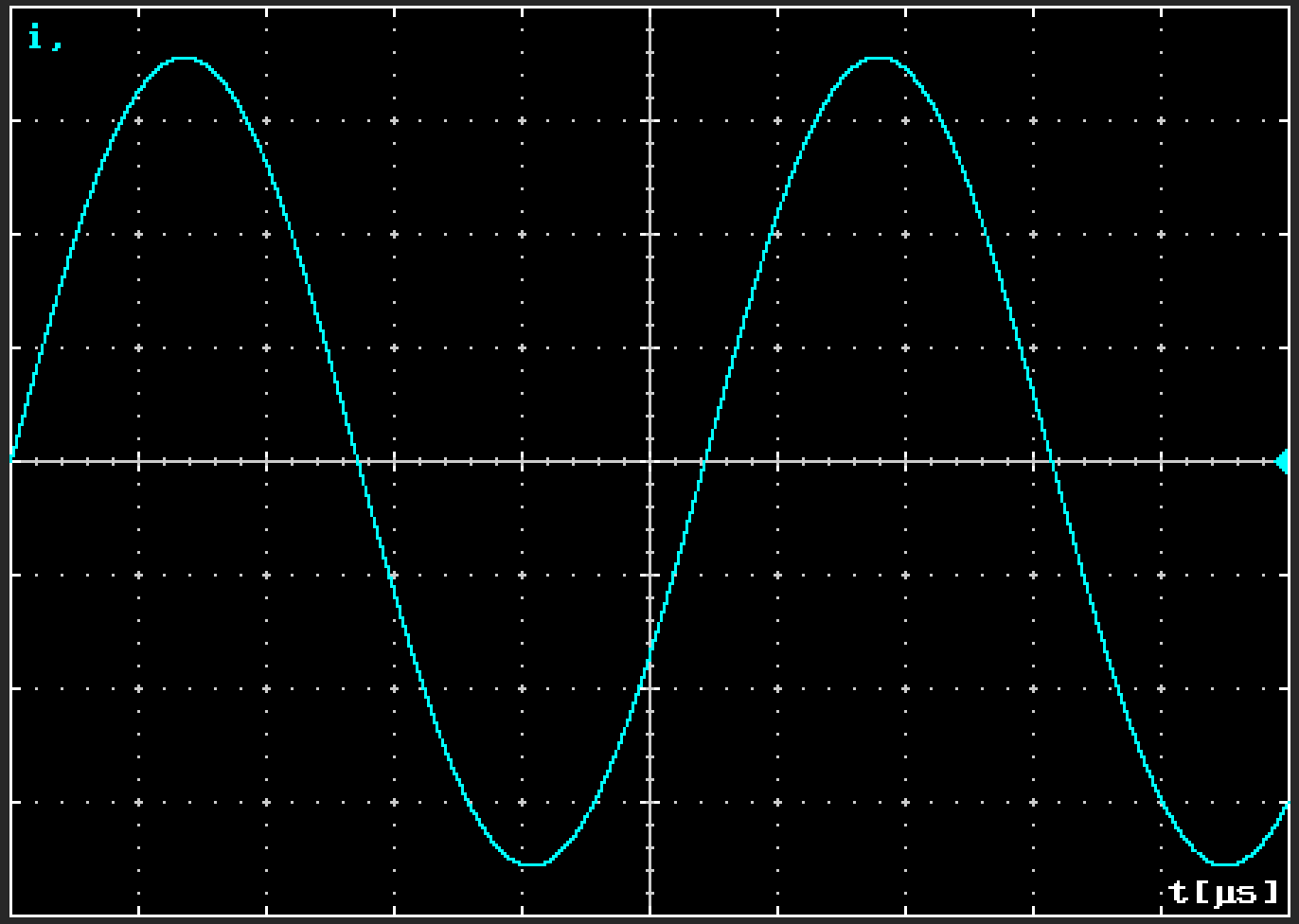
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

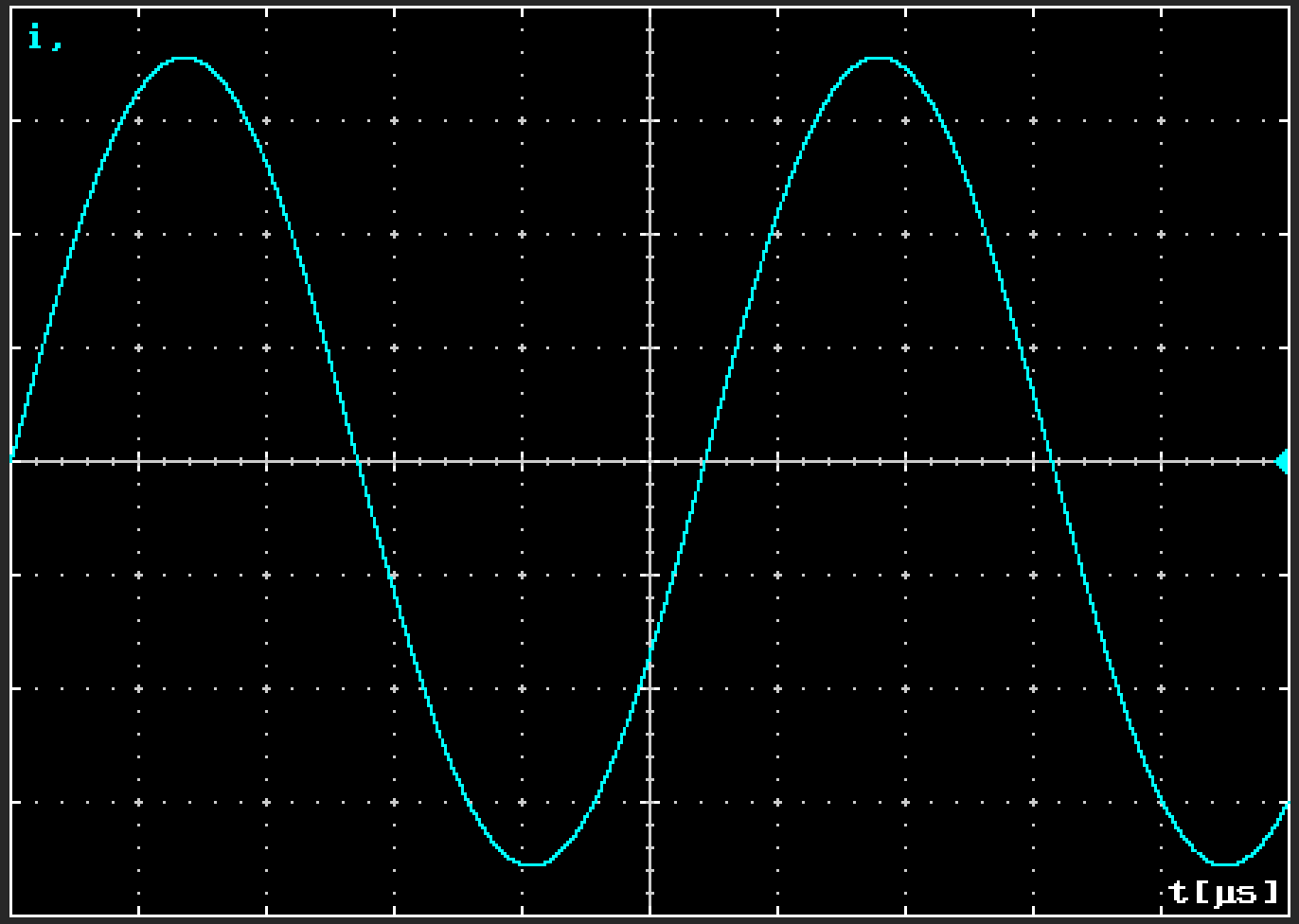
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

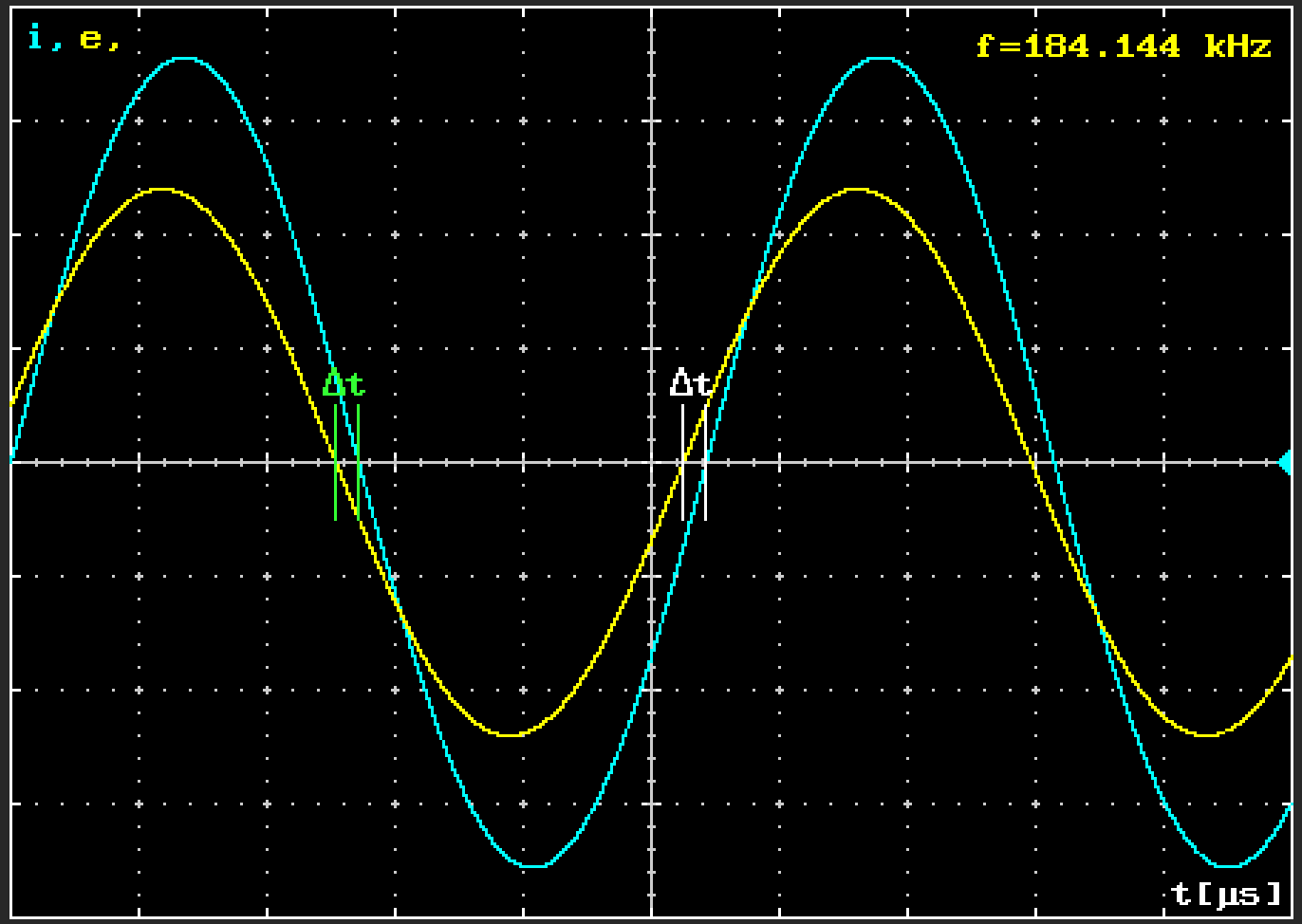
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

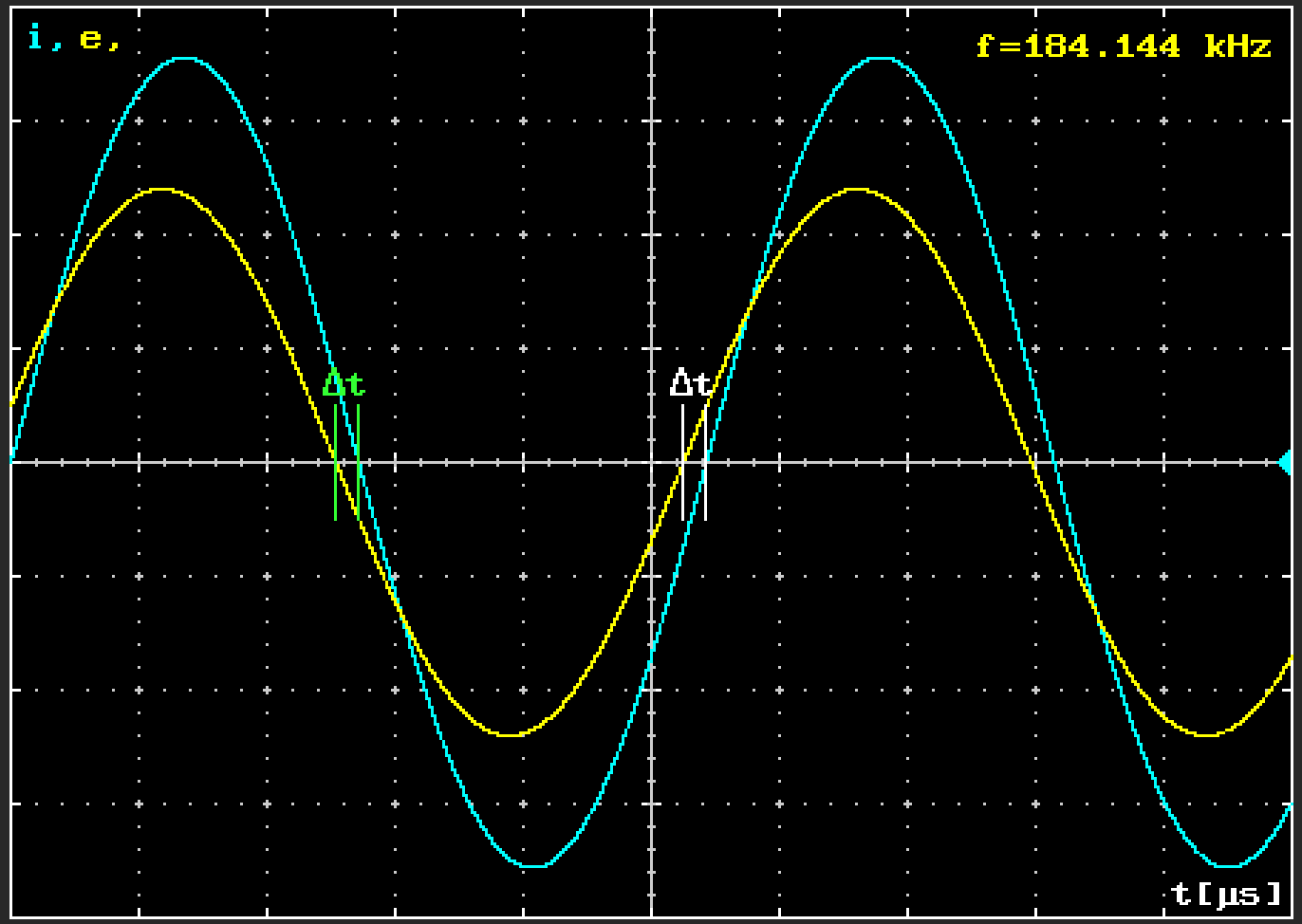
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

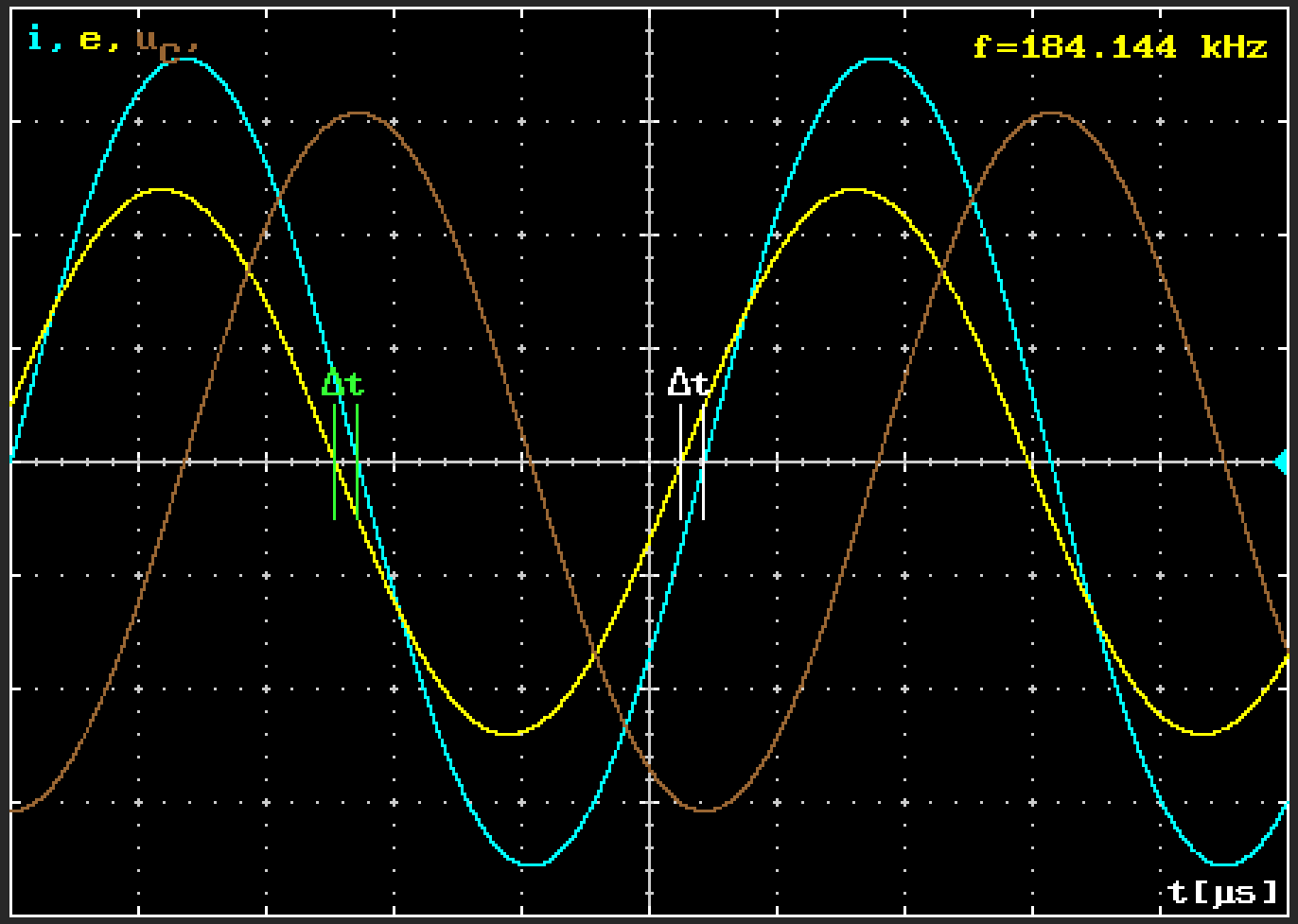
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.15183 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

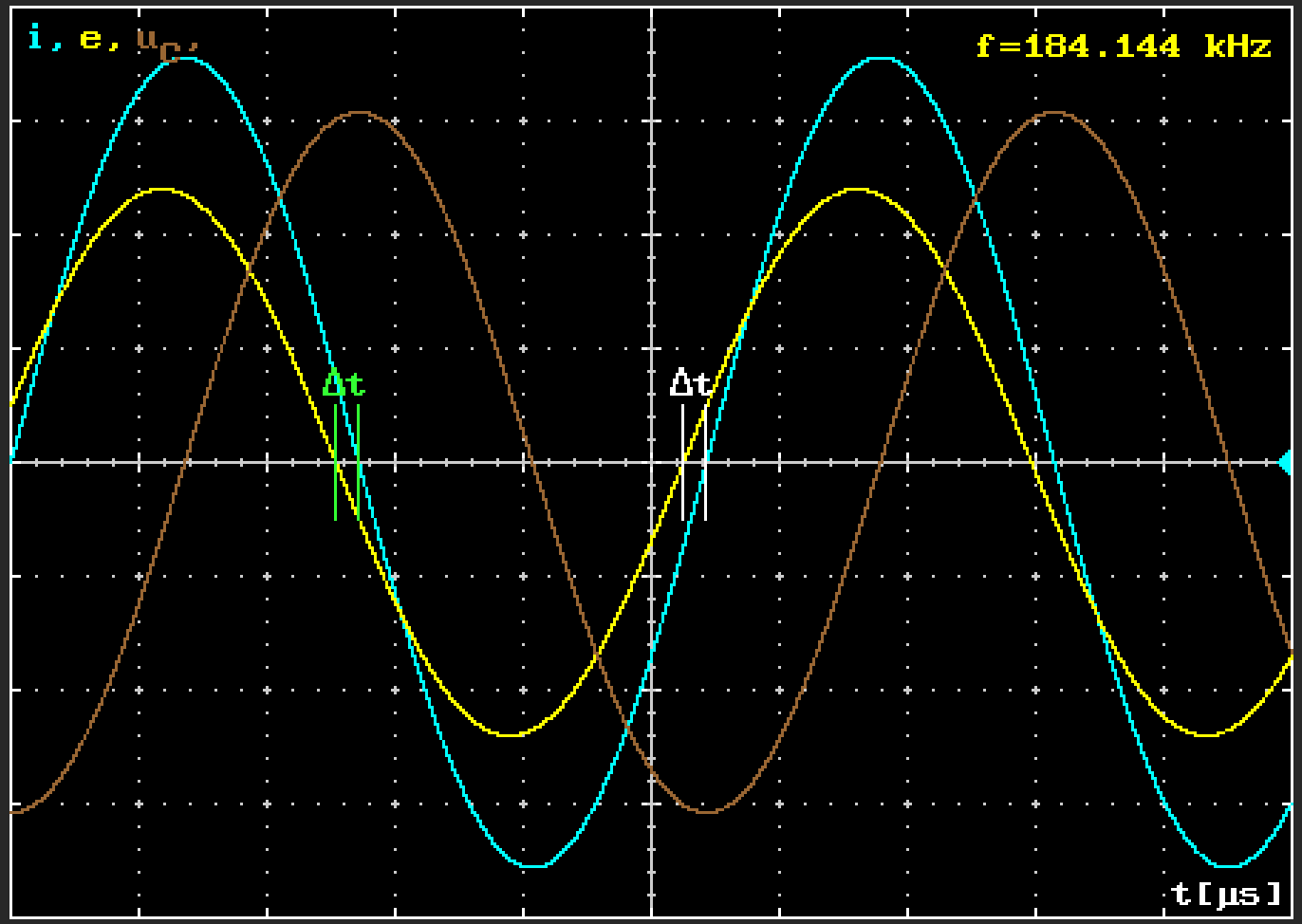
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.15183 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

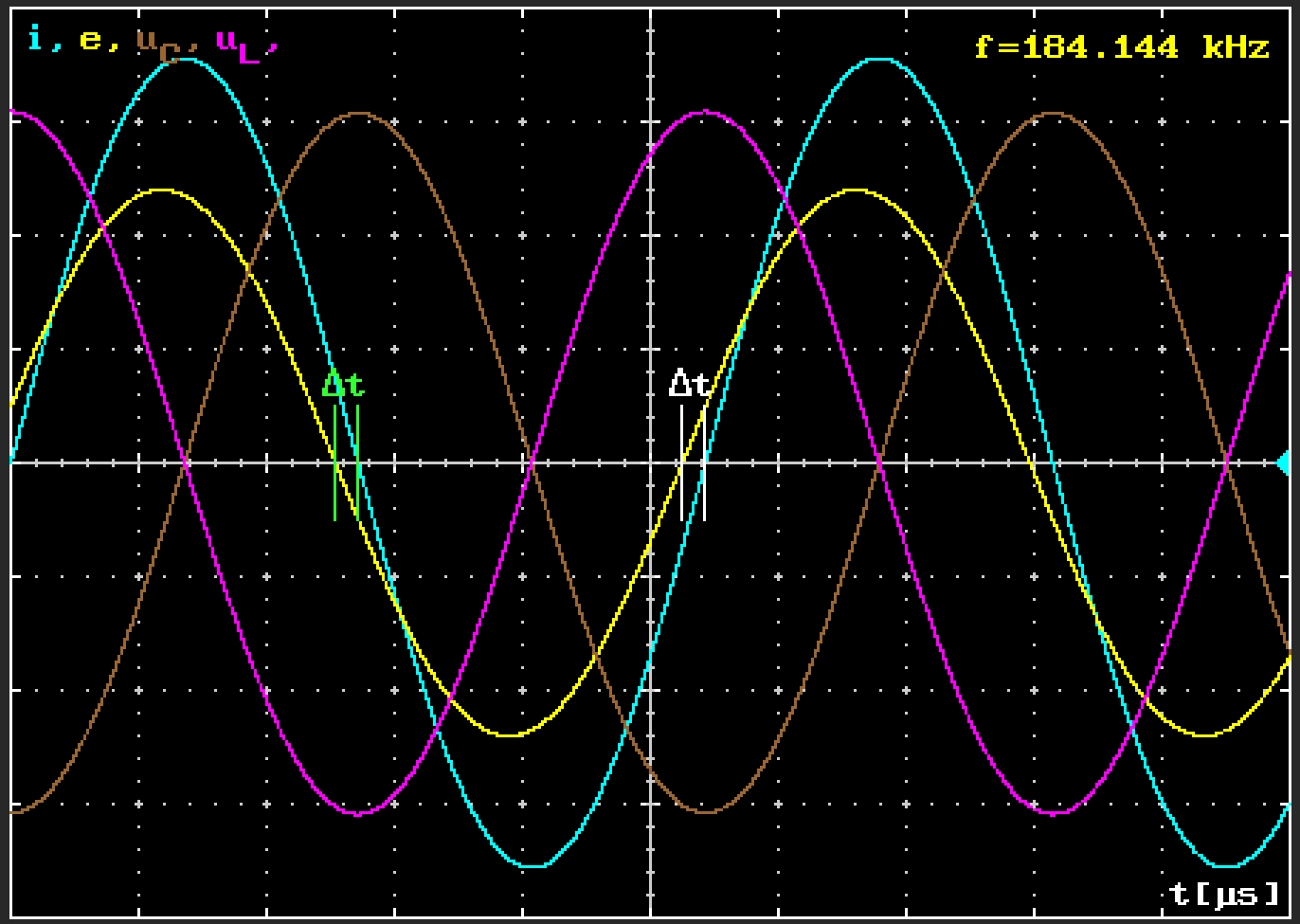
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	120 mV, állandó
R	33.0 Ω
L	1.50 mH
C	500 pF
Z	33.72 Ω
f_0	183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	+0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

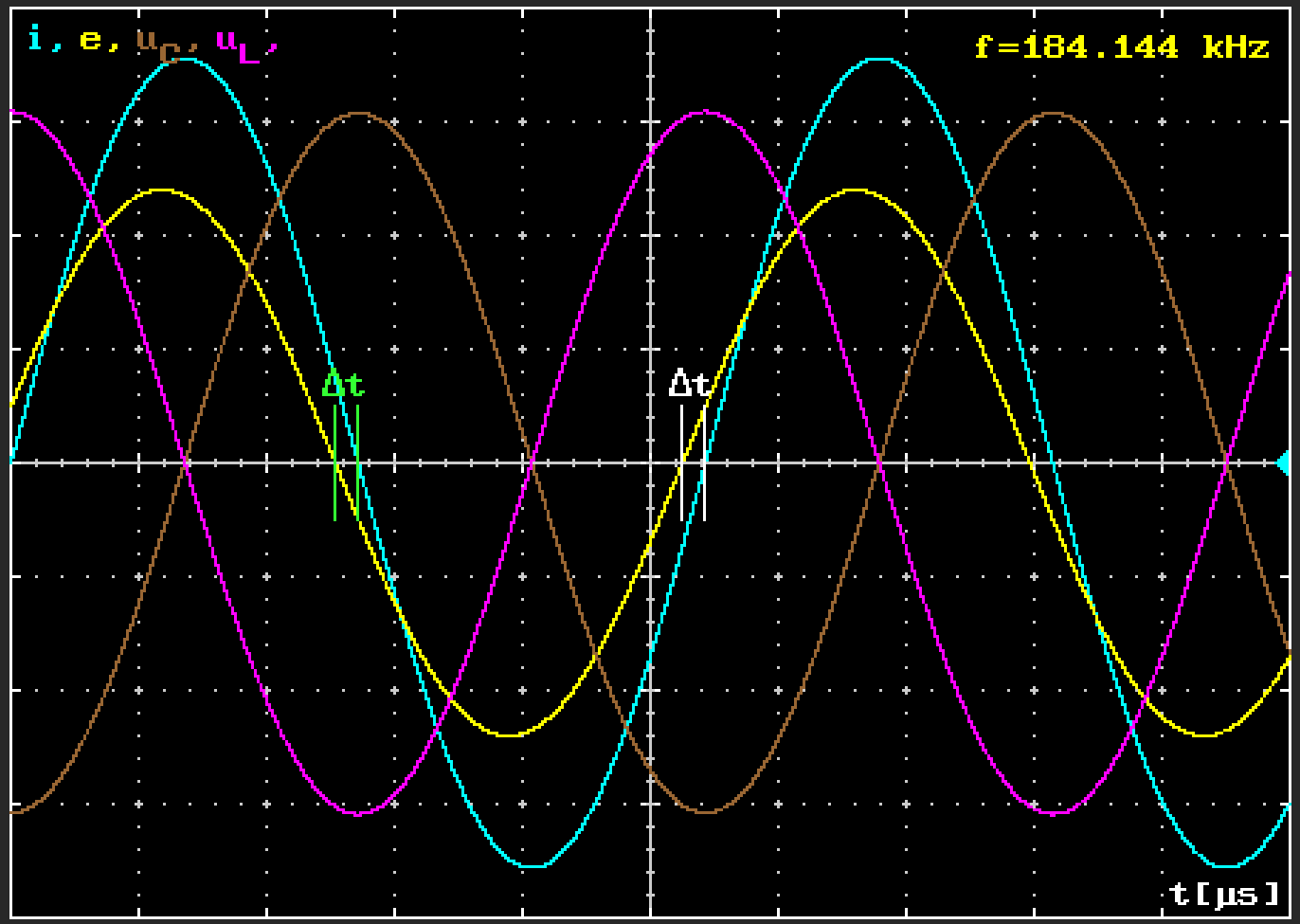
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

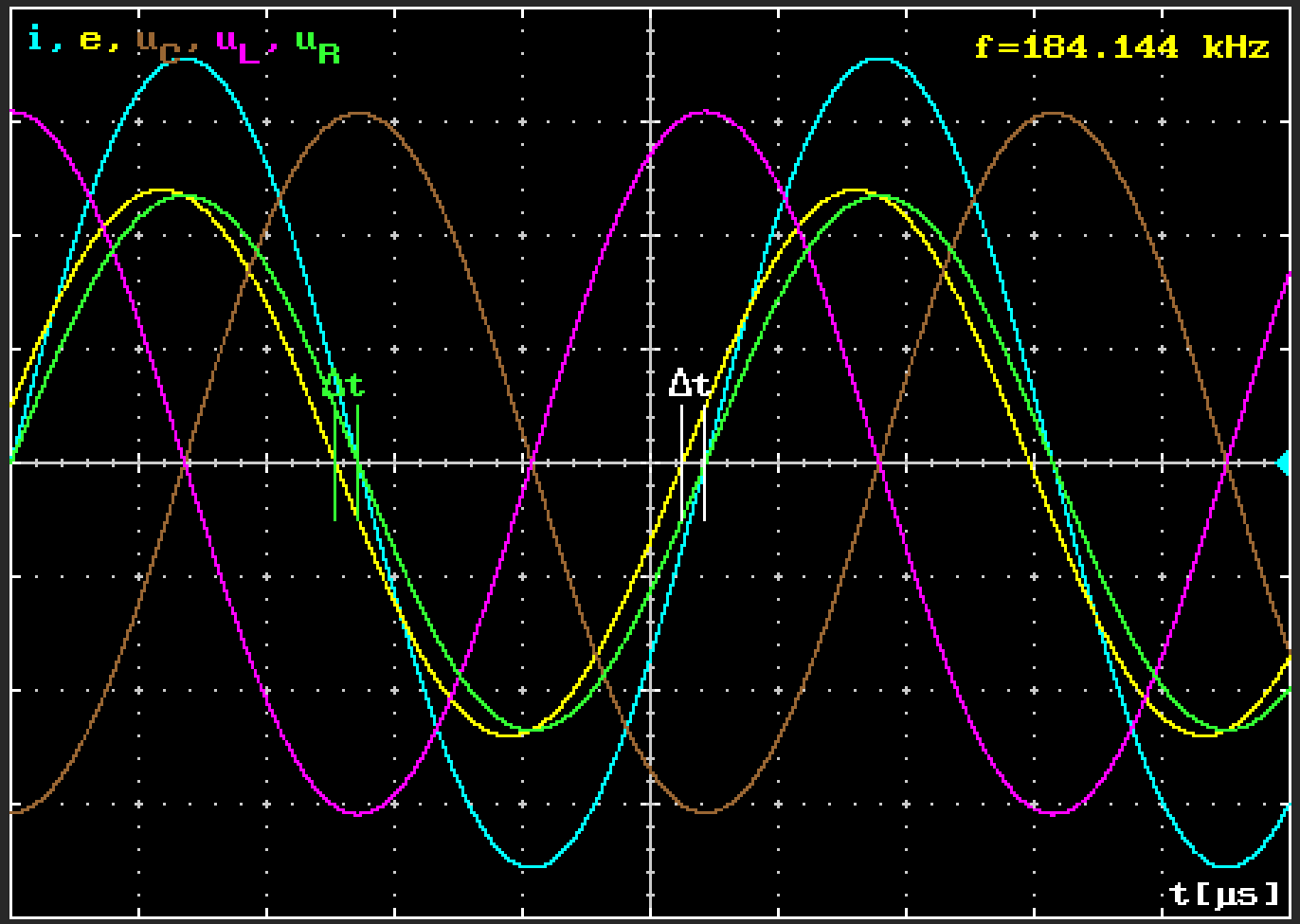
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.443 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

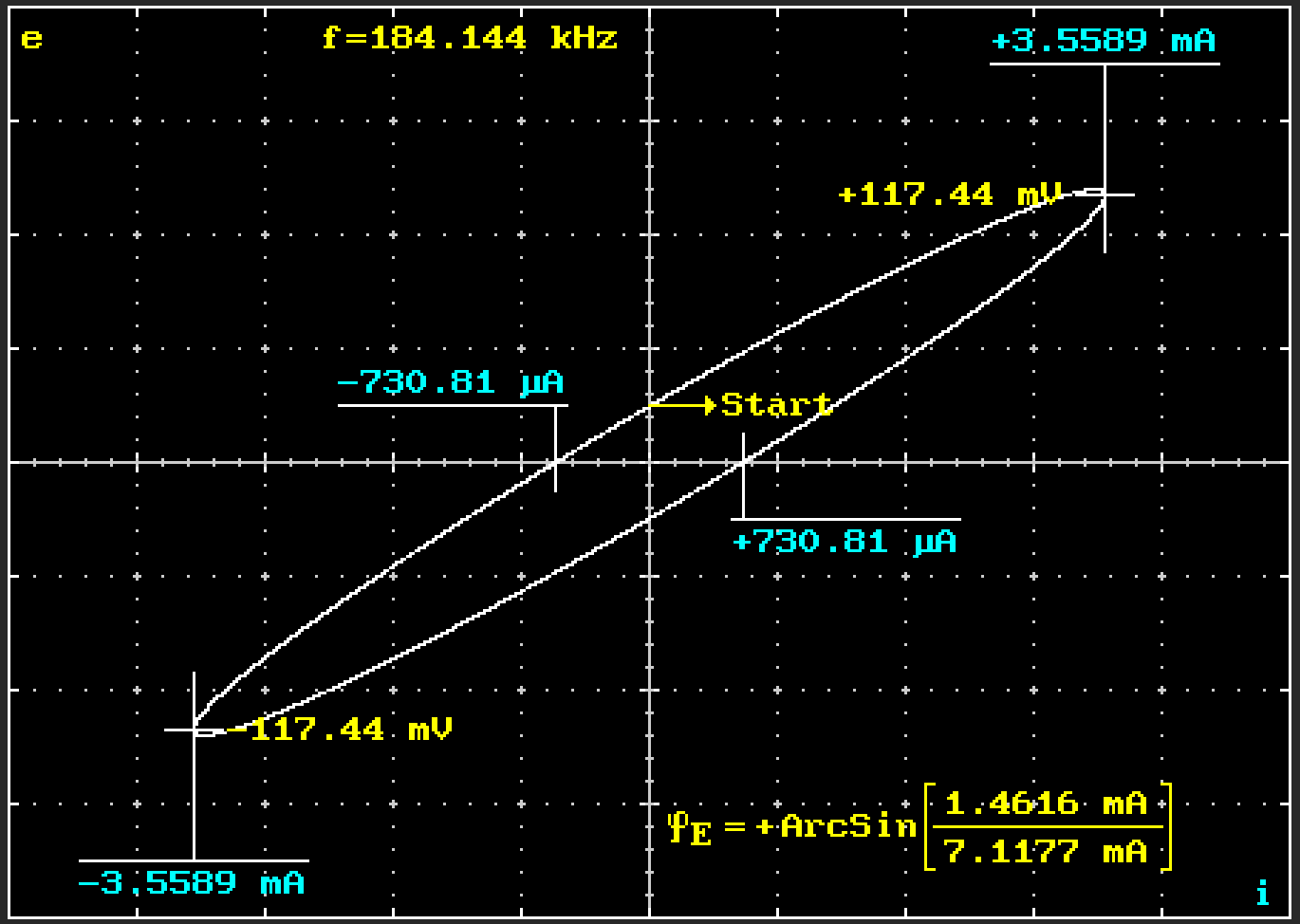
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC05

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	120 mV, állandó
R	33.0 Ω
L	1.50 mH
C	500 pF
Z	33.72 Ω
f_0	183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	+0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.443 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

Egy párhuzamos RLC áramkör (f_0 = 171.621 kHz)

vizsgálata öt $(1 \pm p[\%]/100)\times f_0$ frekvencián:

-0.20%, -0.10% *(rezonancia előtt)*

0,0%, *(az áramkörön fellépő feszültség rezonanciája)*

+0.10%, +0.20% *(rezonancia után)*

Főcímlap + 5x11 = 55 oszcillogram - [220..275]

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ =

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=171.278 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az **e** feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=155.5 ns-ot késik az **e** referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az **e** pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.20%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E | I_R | I_L | I_C | I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4
5	50	2	2	50
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]

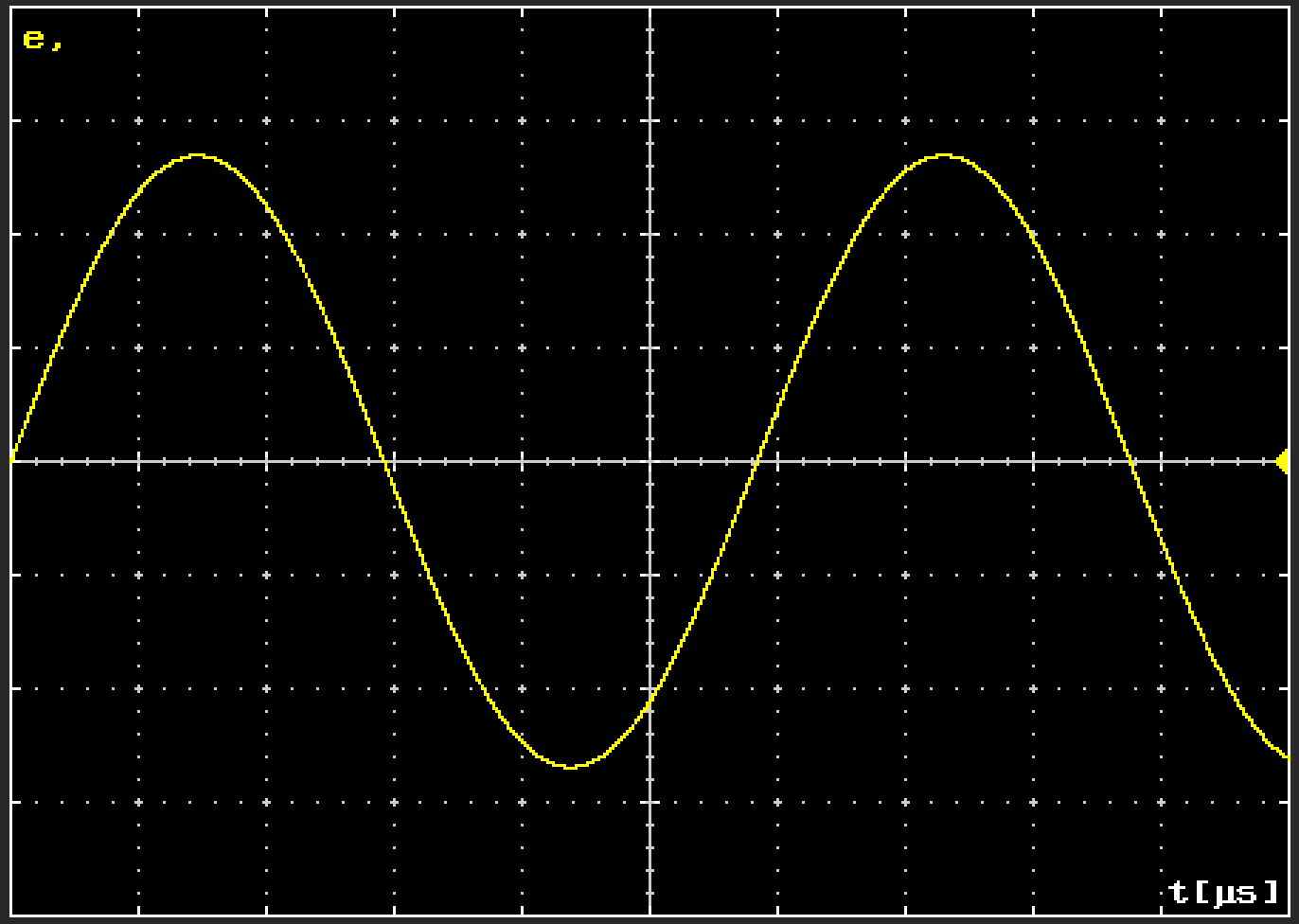
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

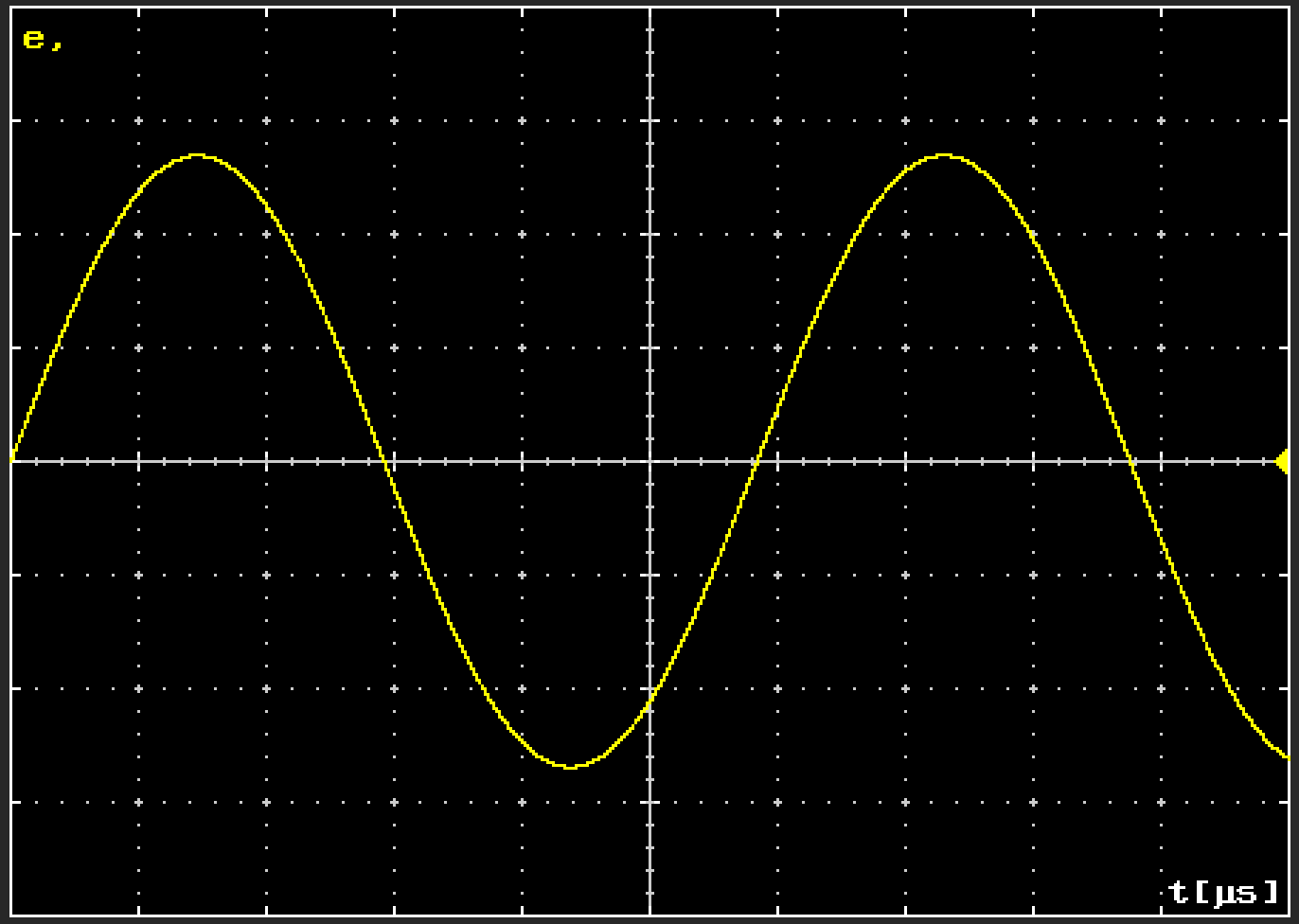
2

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

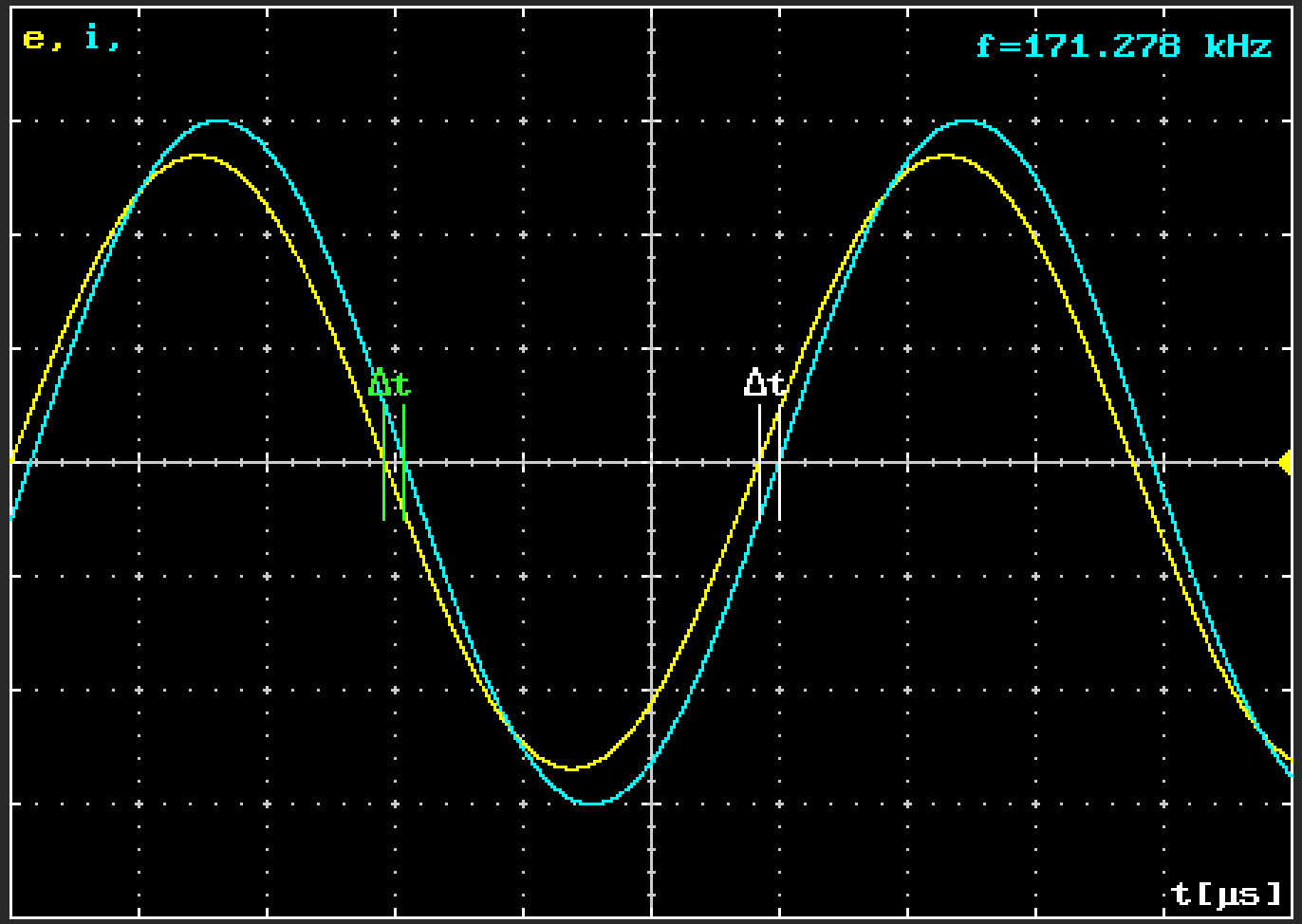
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

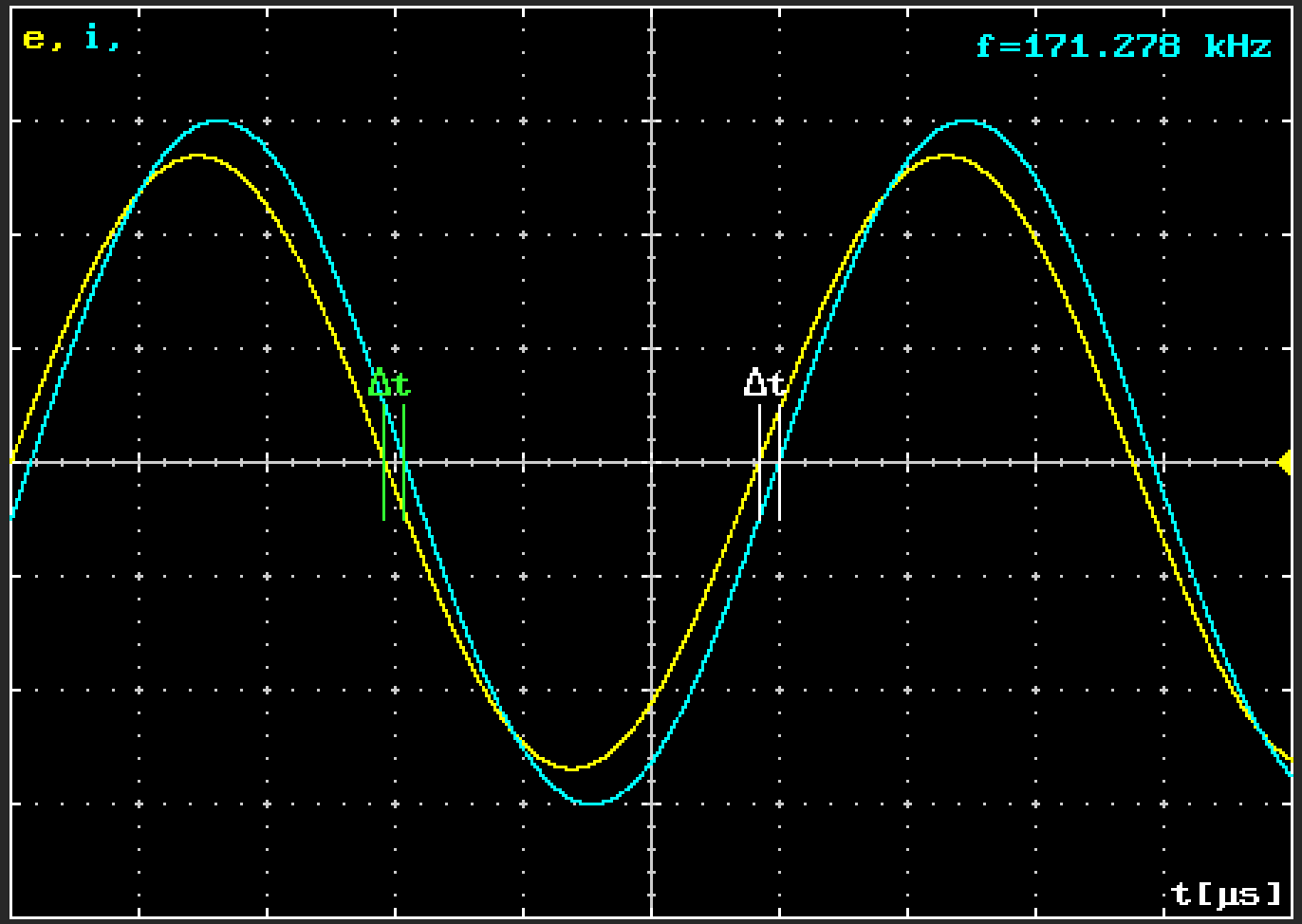
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

224

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 μA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

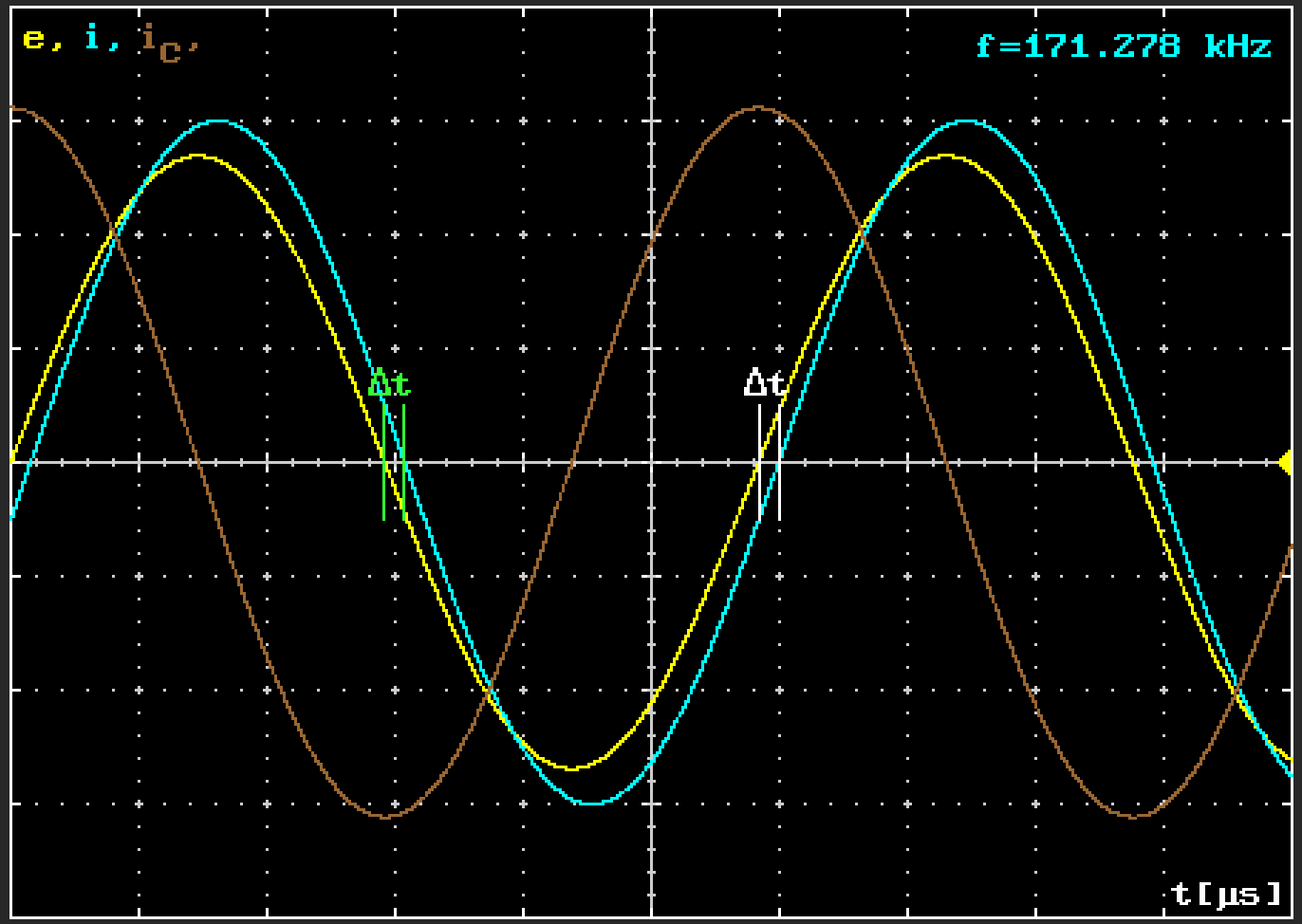
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

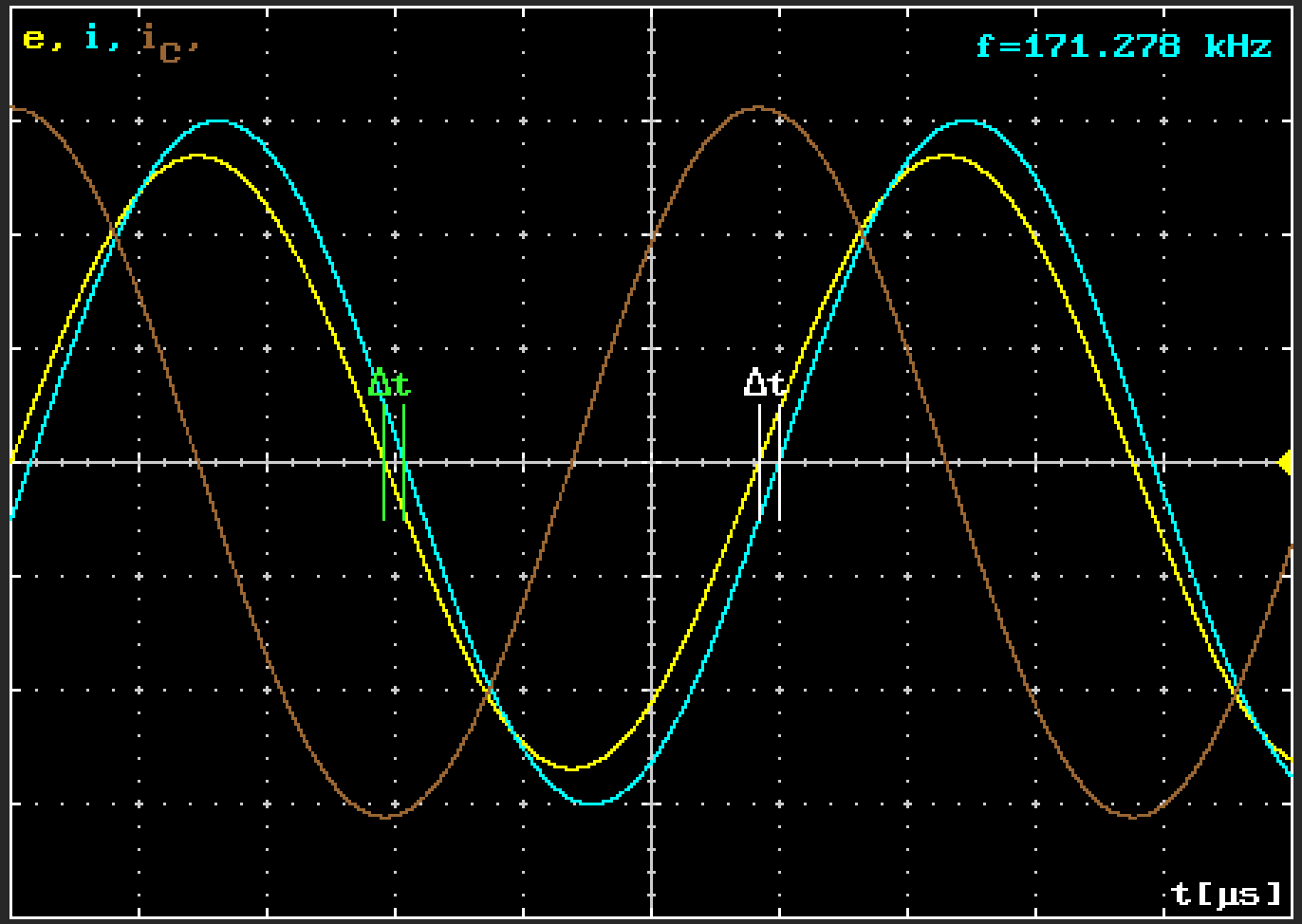
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

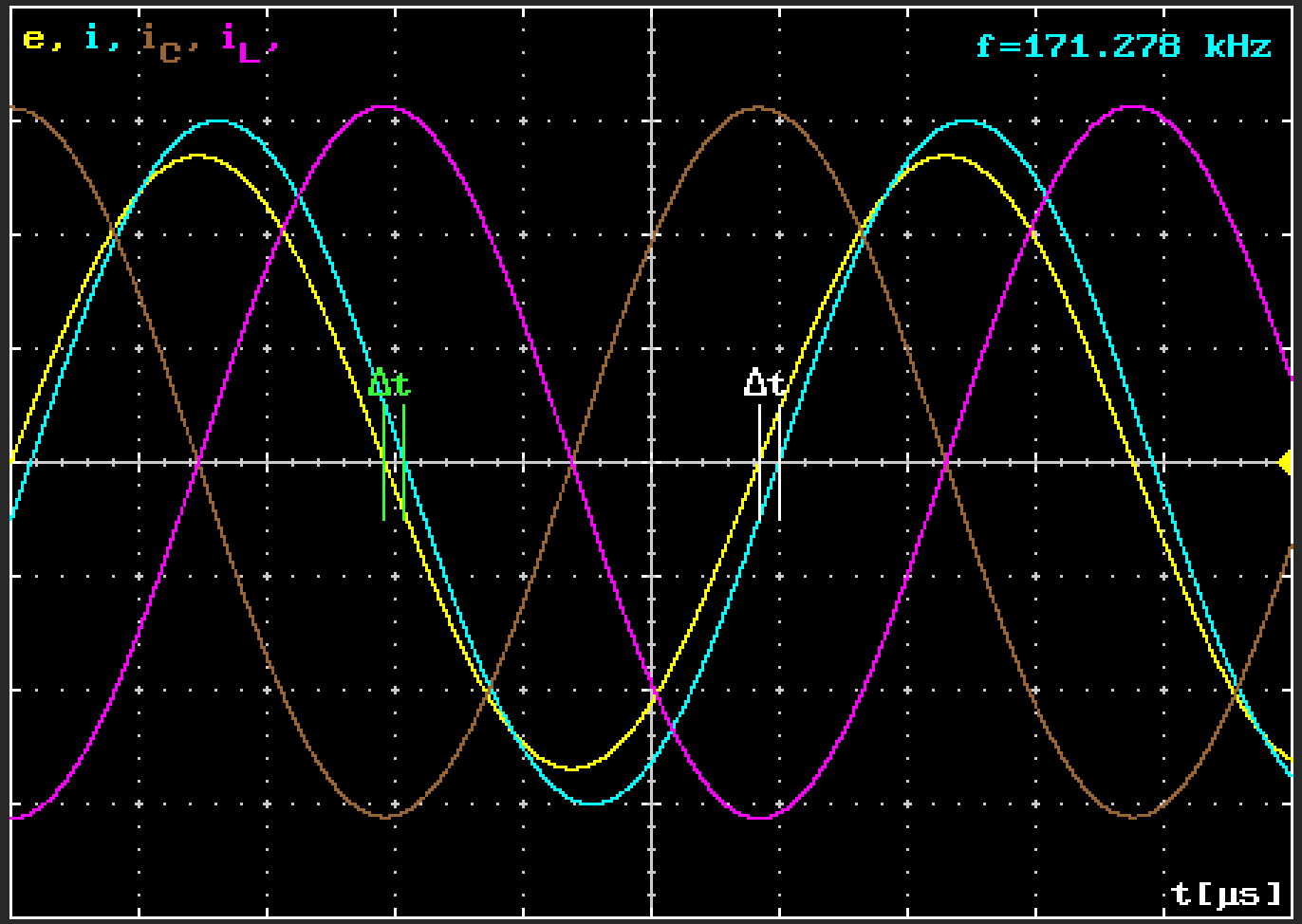
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.25334 mA; φ_L=−90°
I_C	6.22835 mA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=−9.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

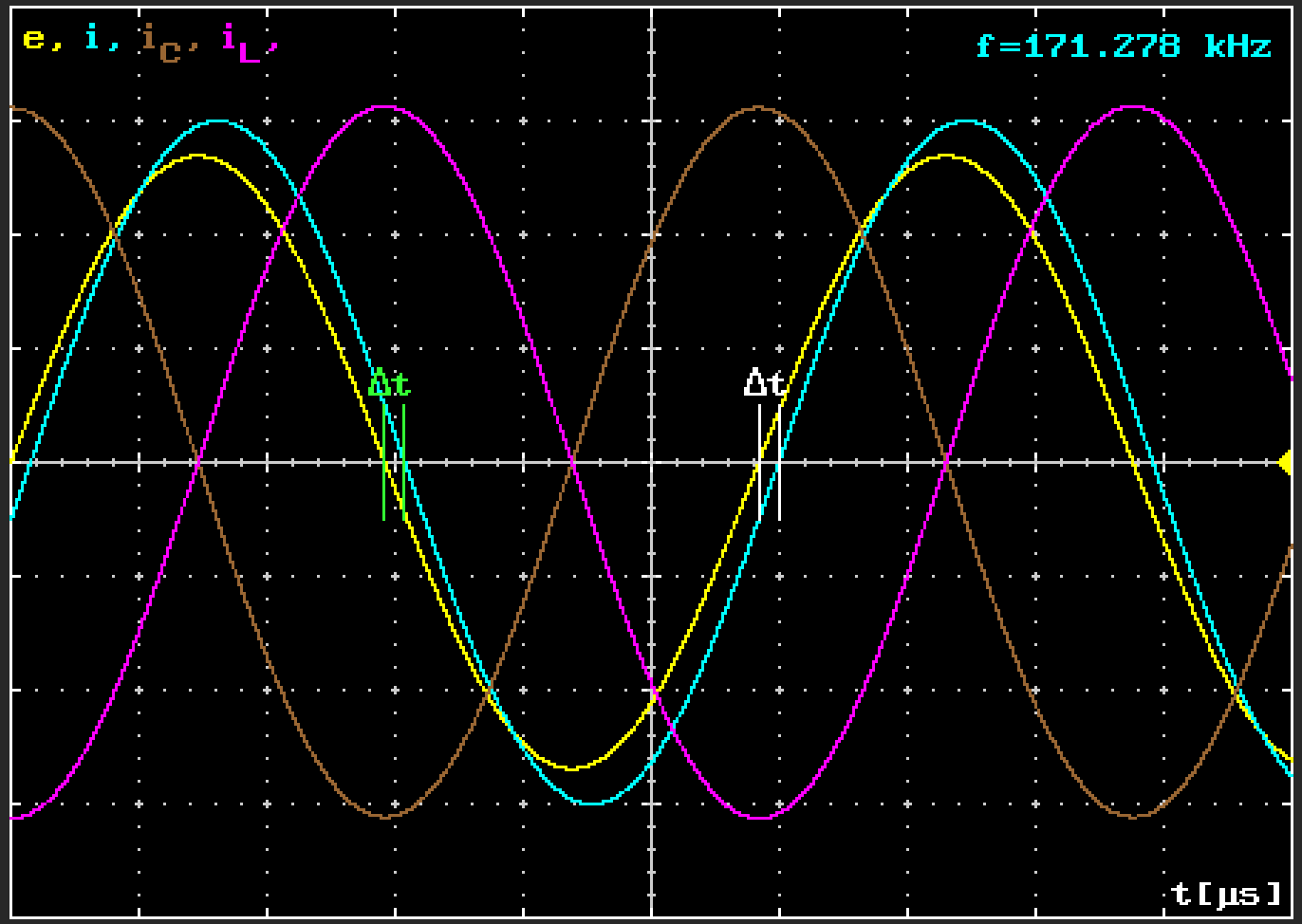
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	6.25334 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

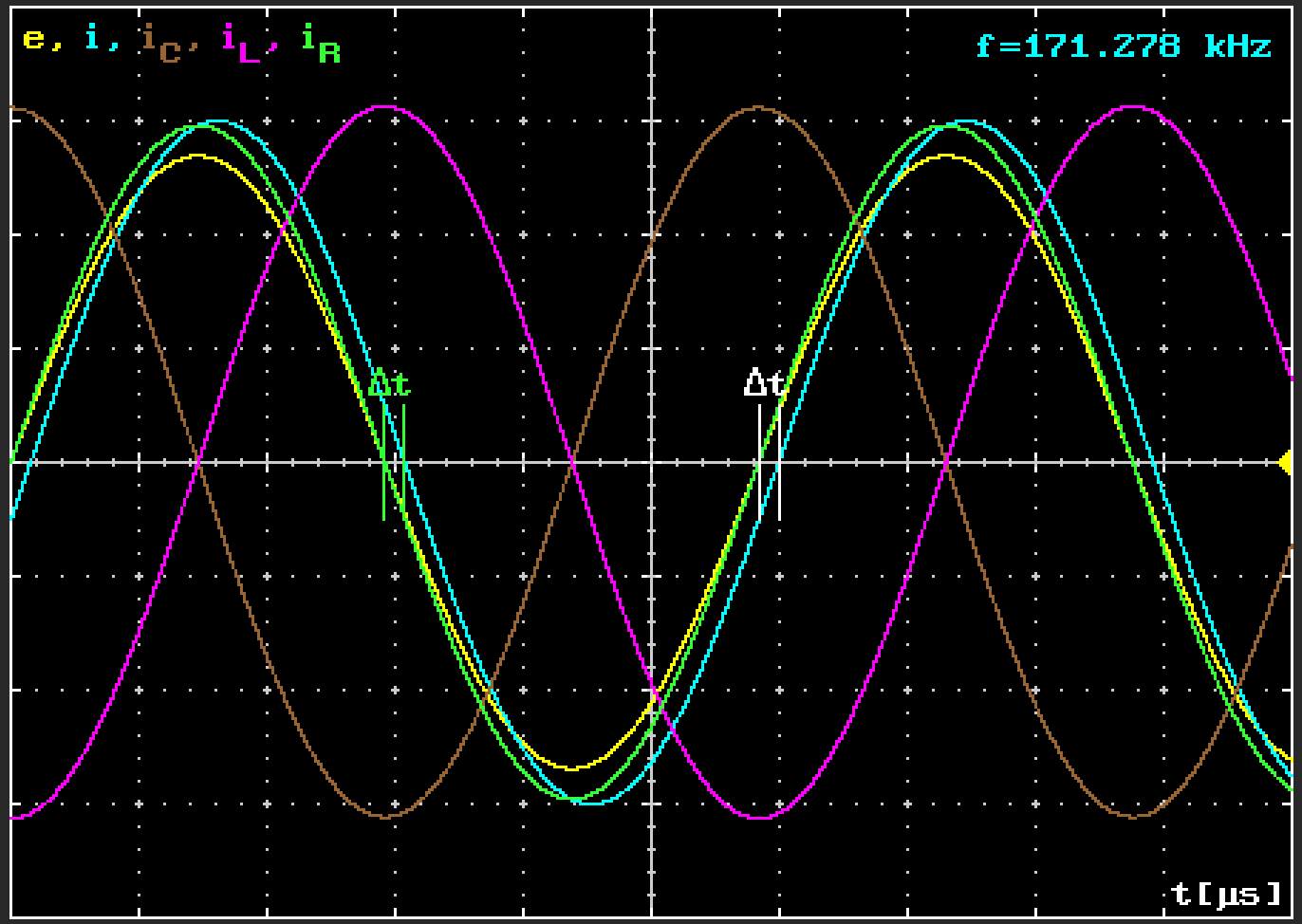
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.905 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.25334 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

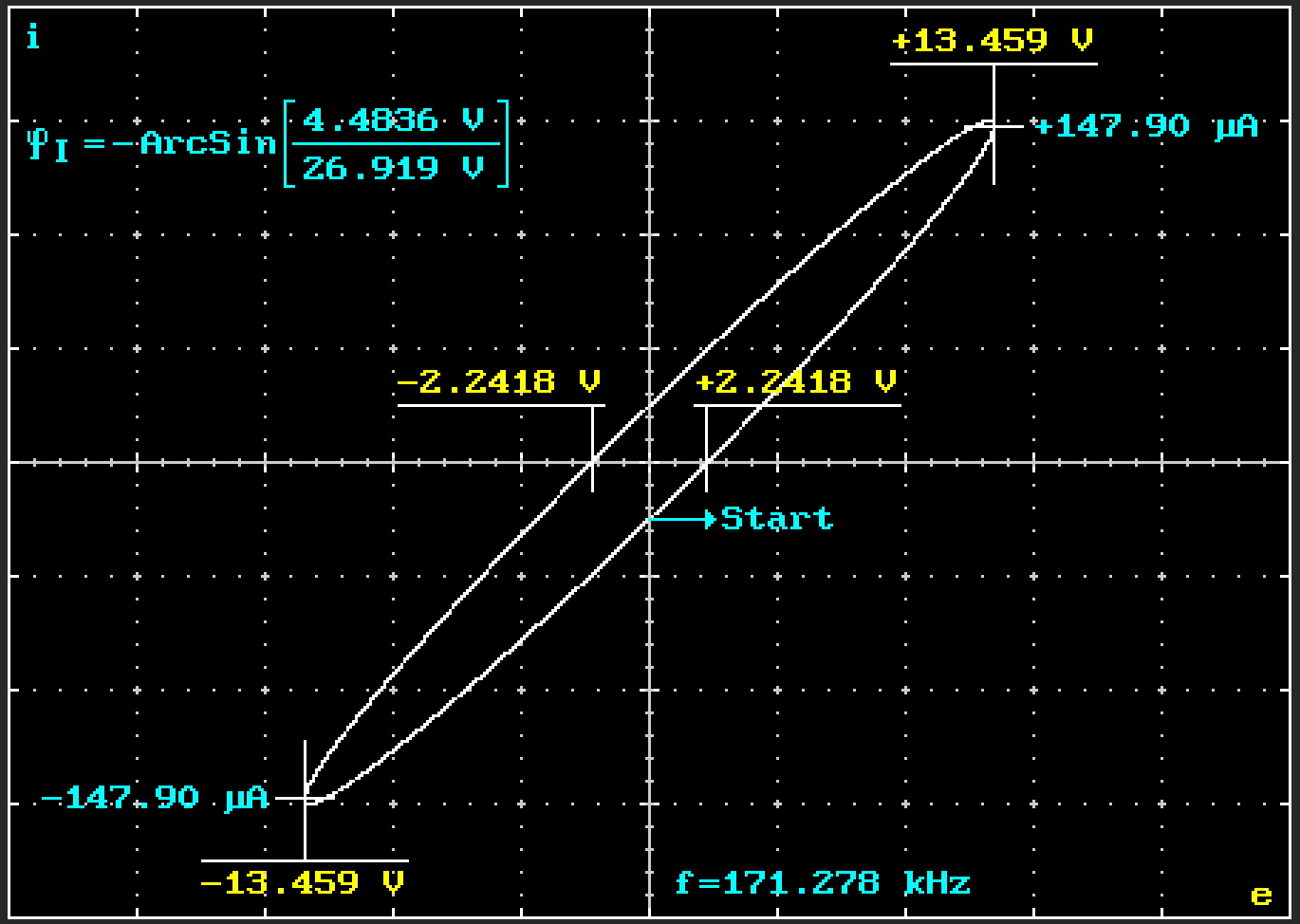
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.905 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.25334 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-9.59°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=171.450 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=78.00 ns-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

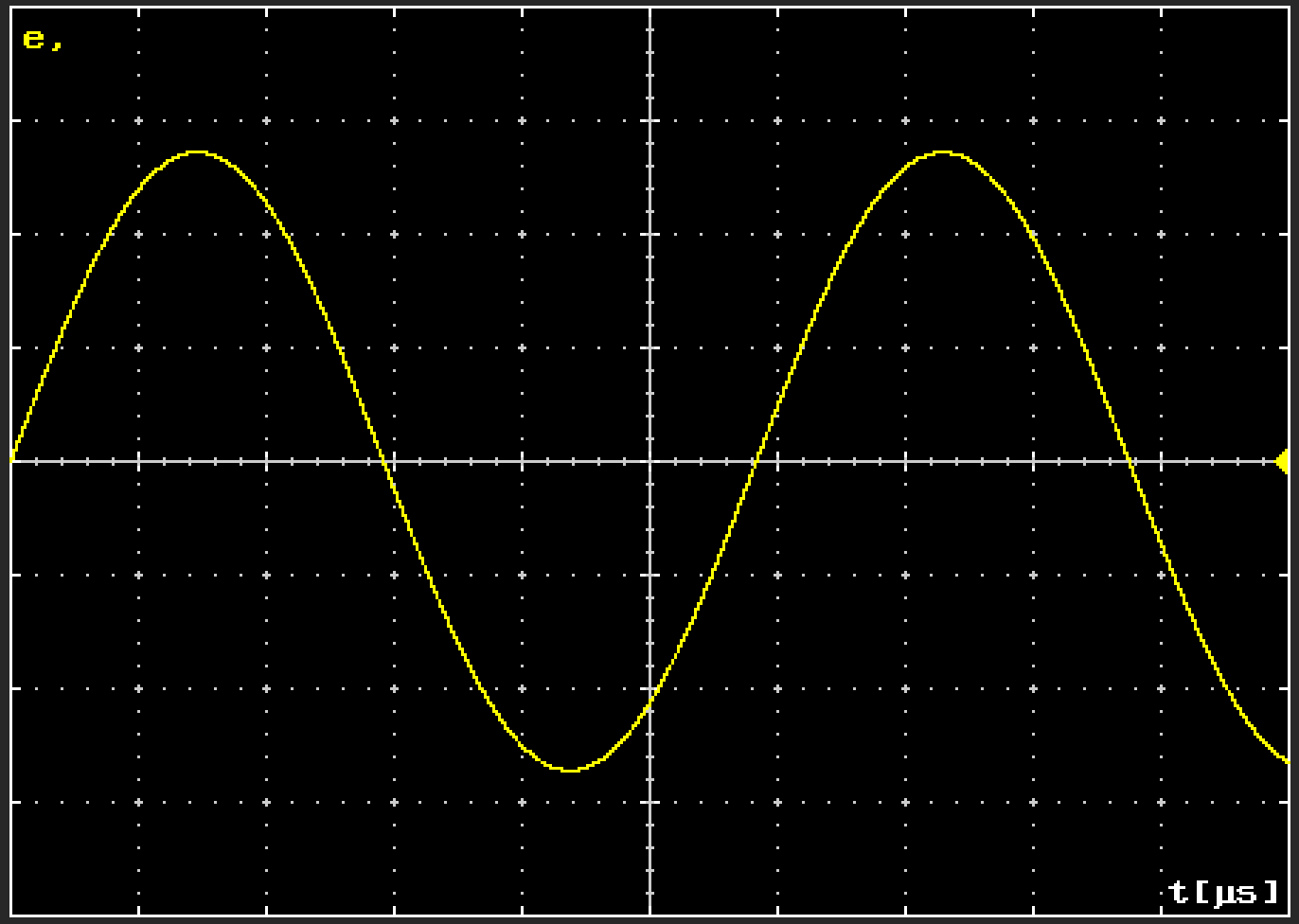
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

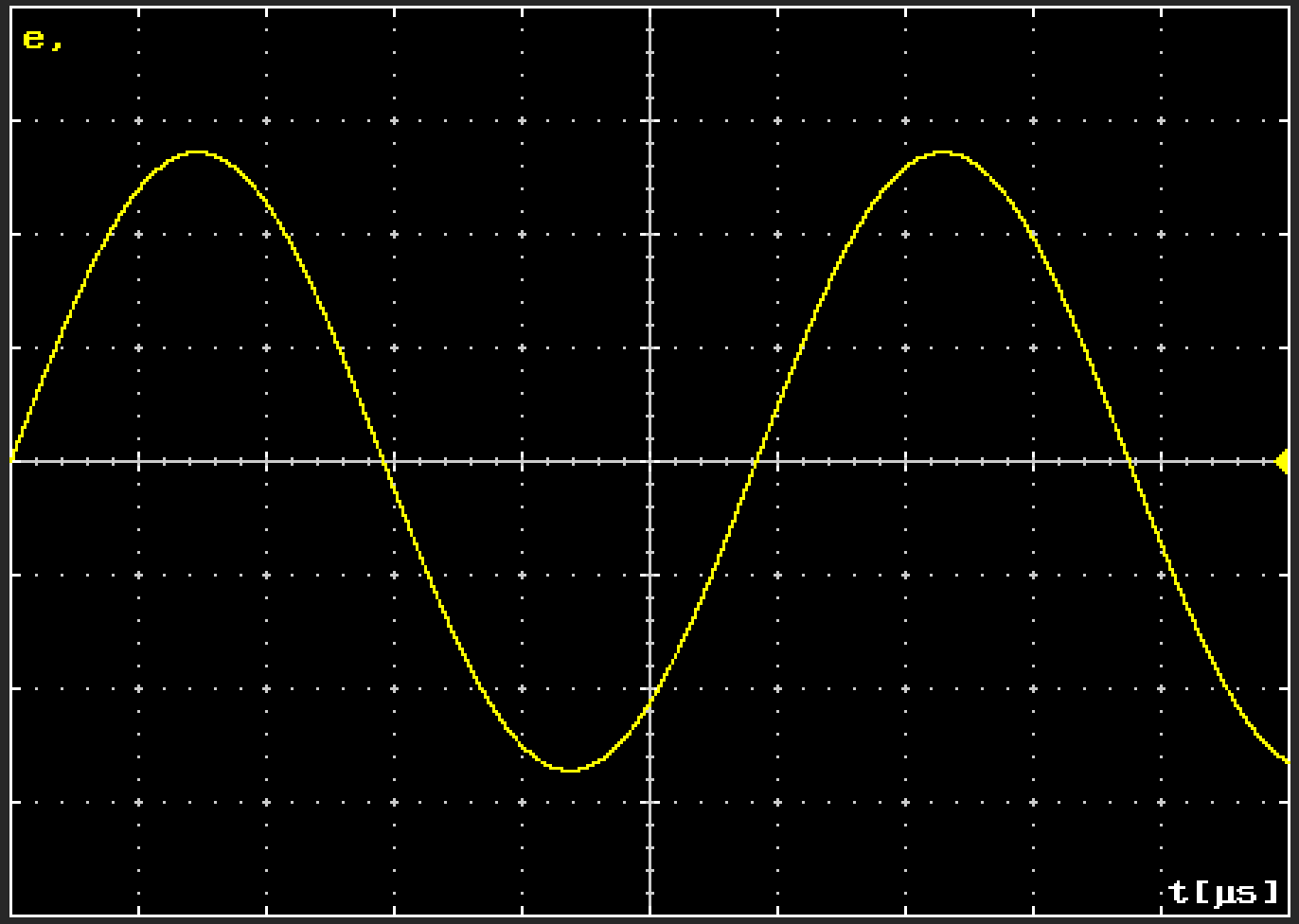
233

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

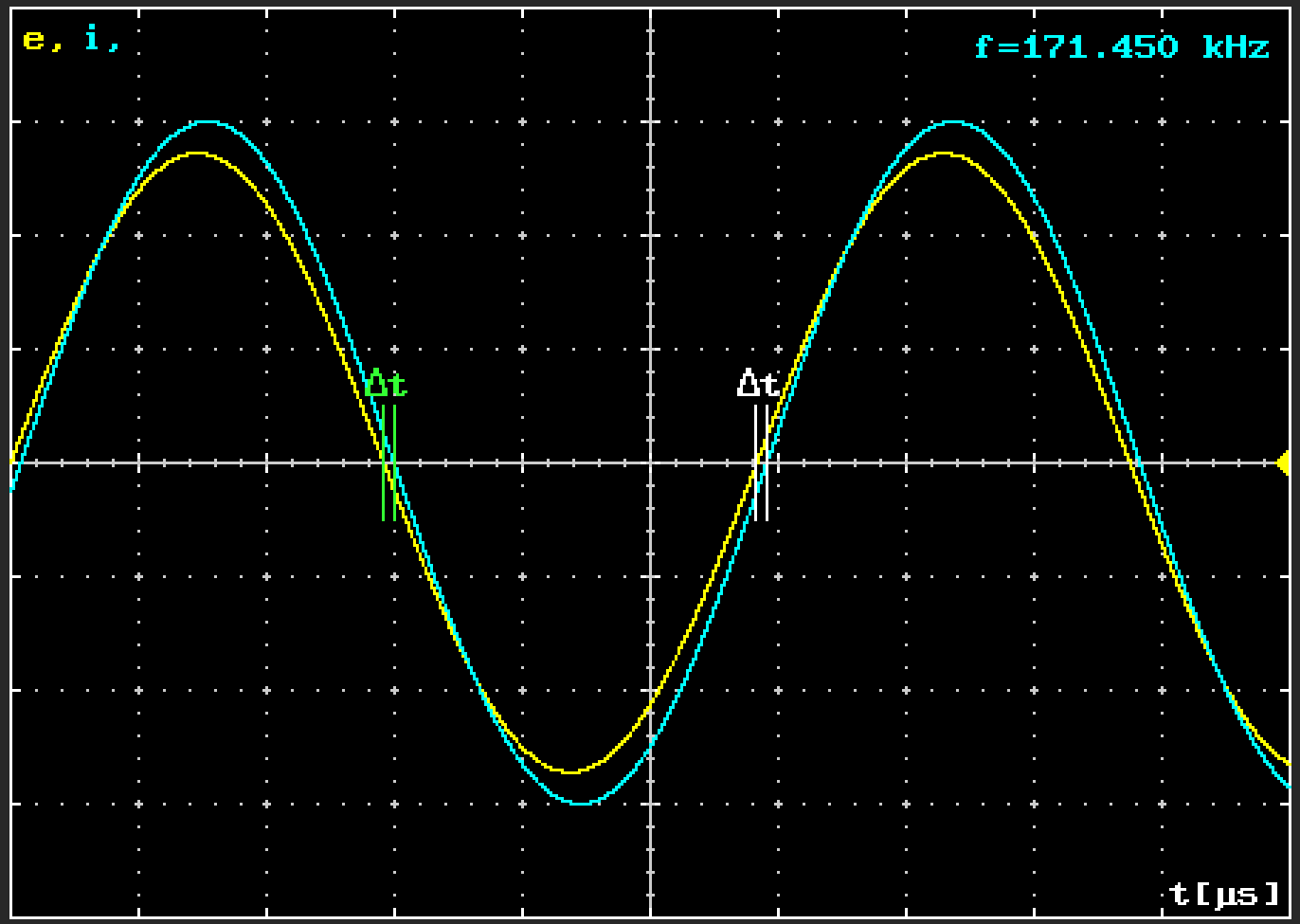
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 μS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_O 150 μA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

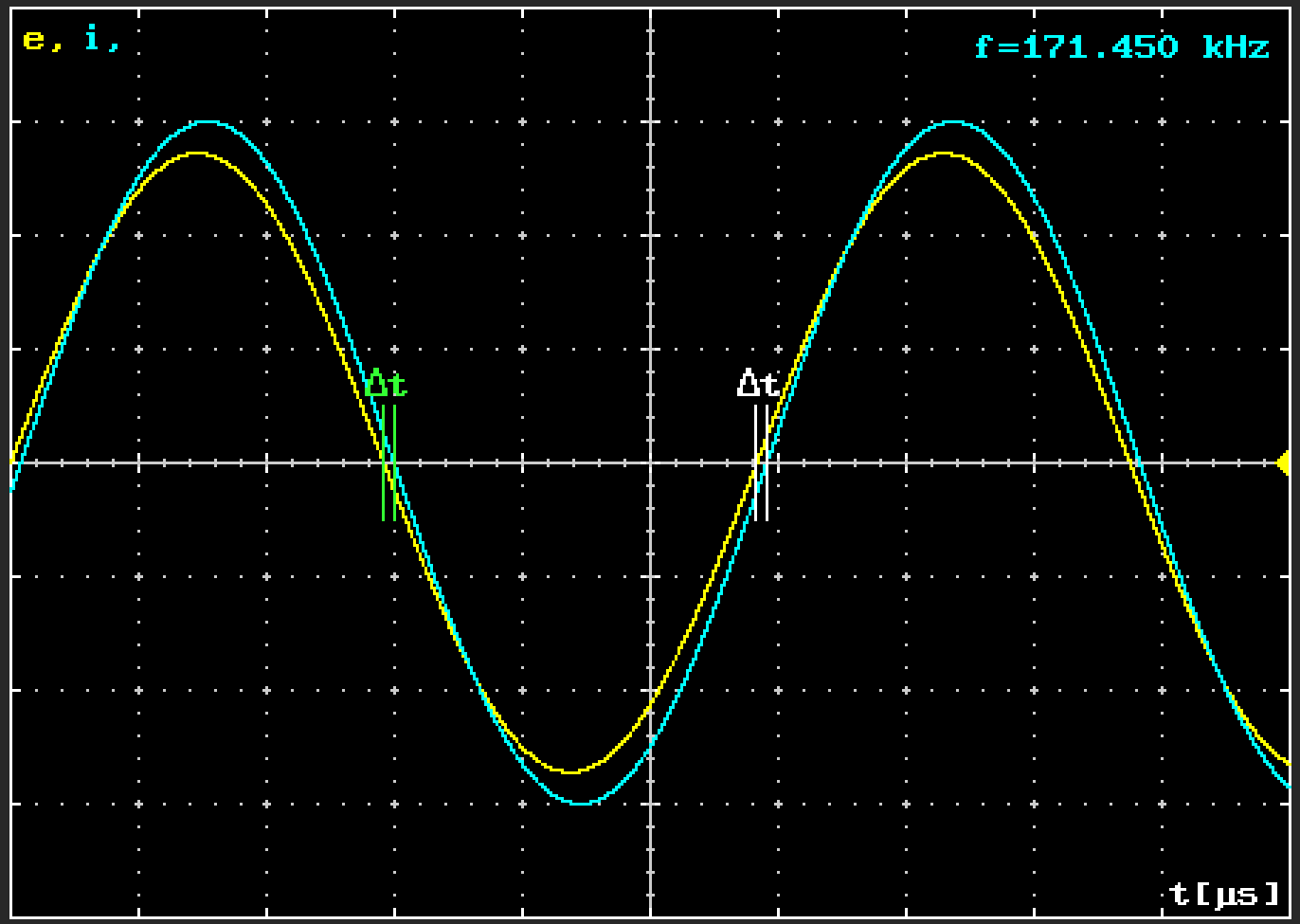
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

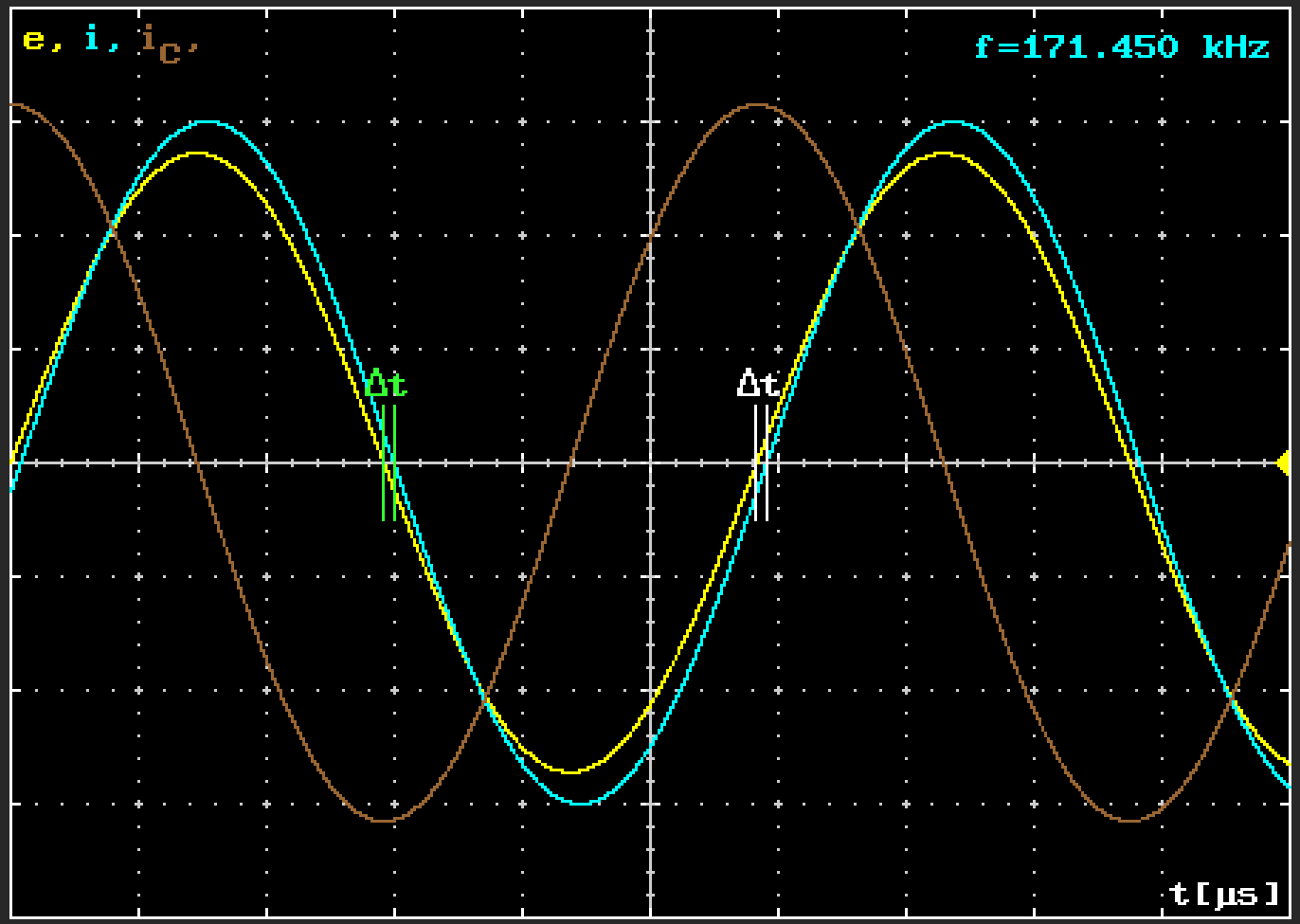
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

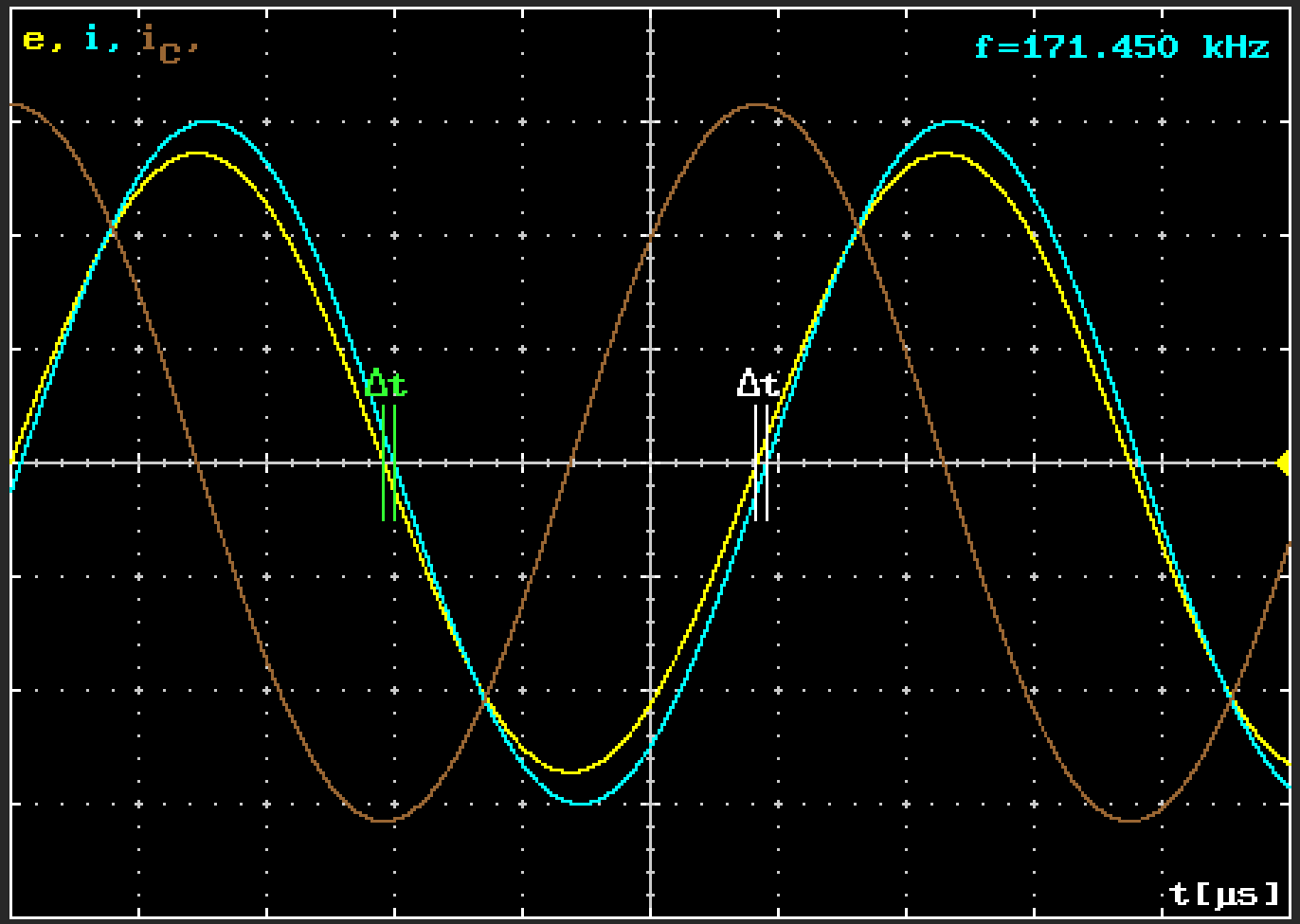
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

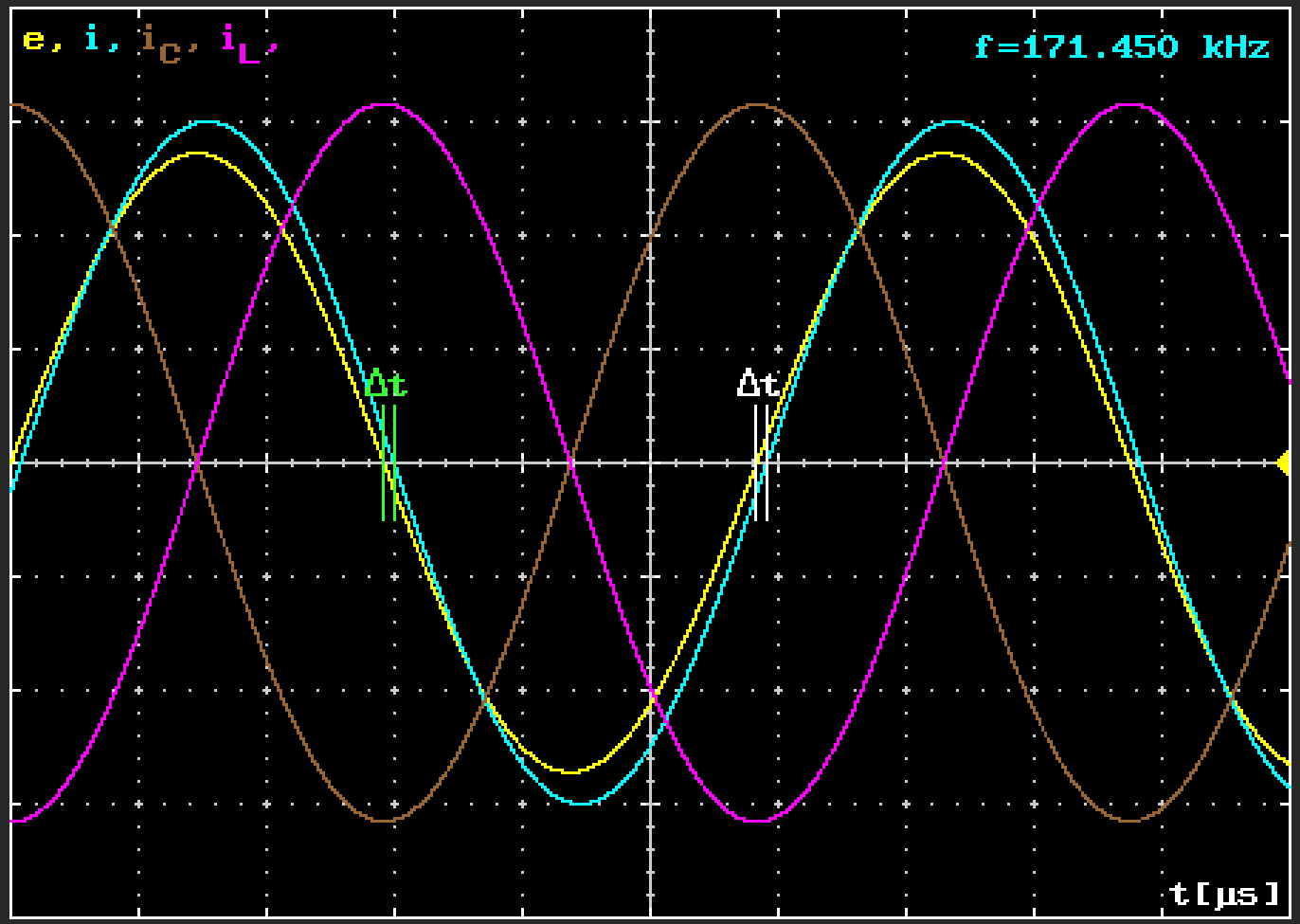
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

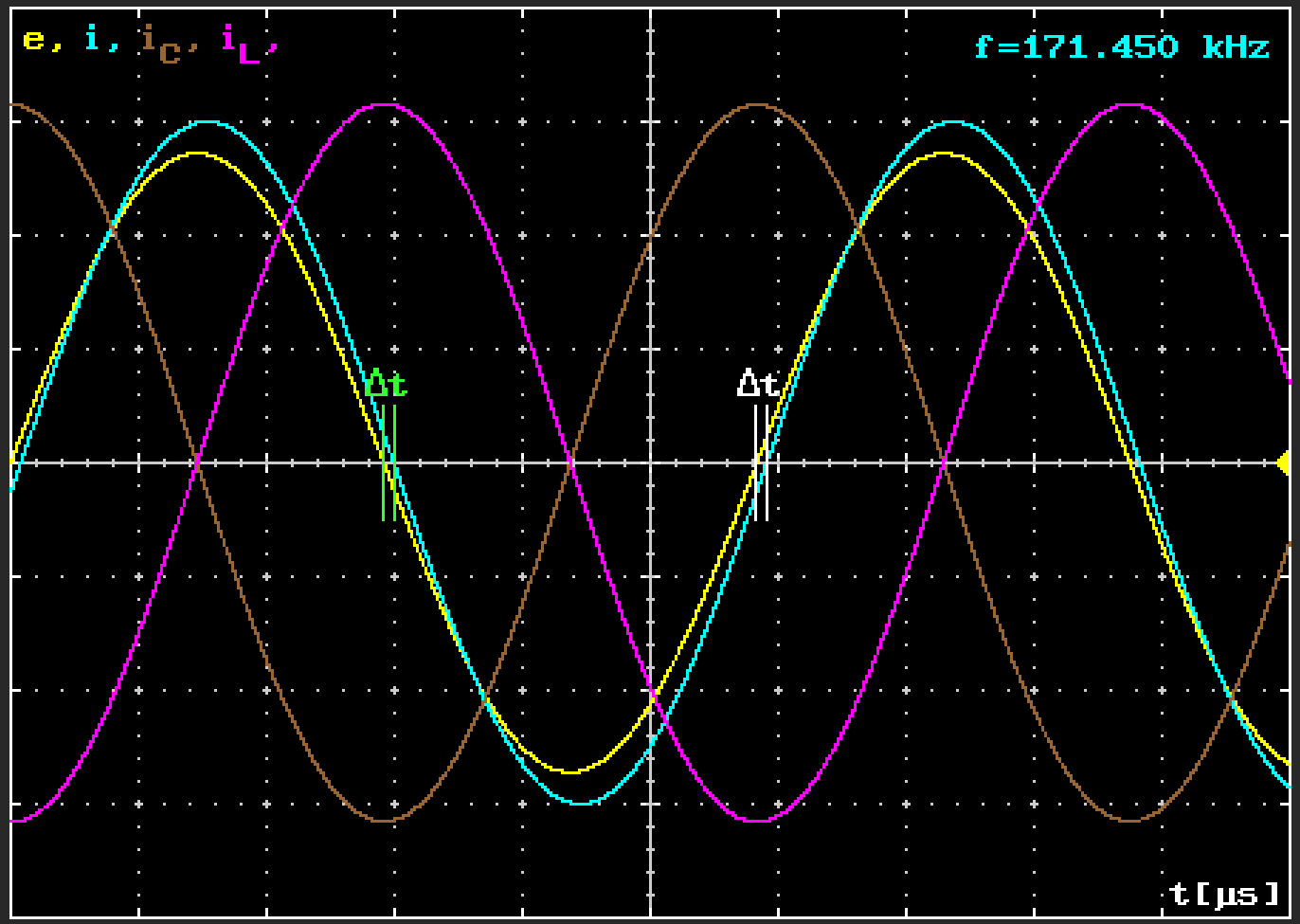
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

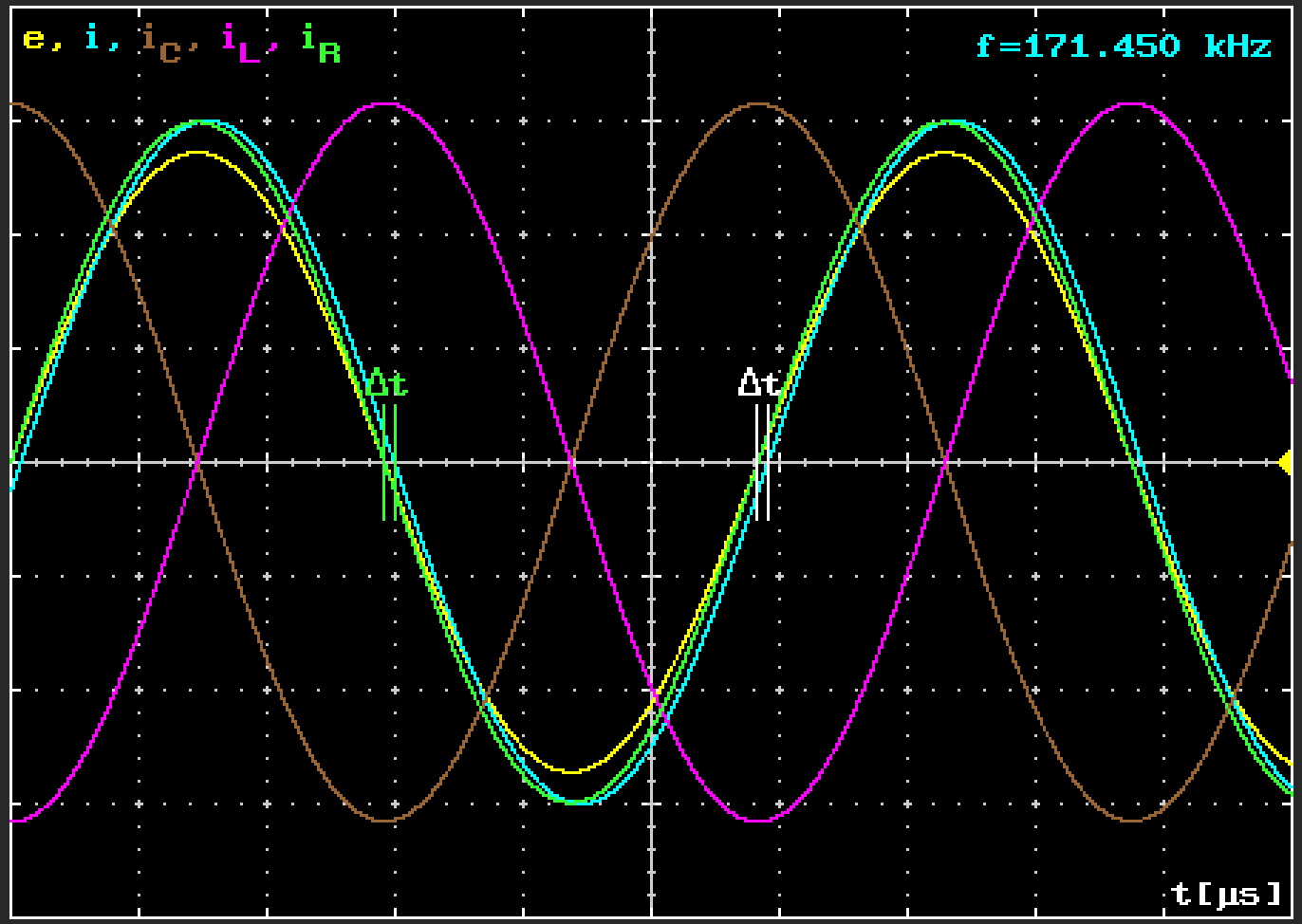
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.471 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

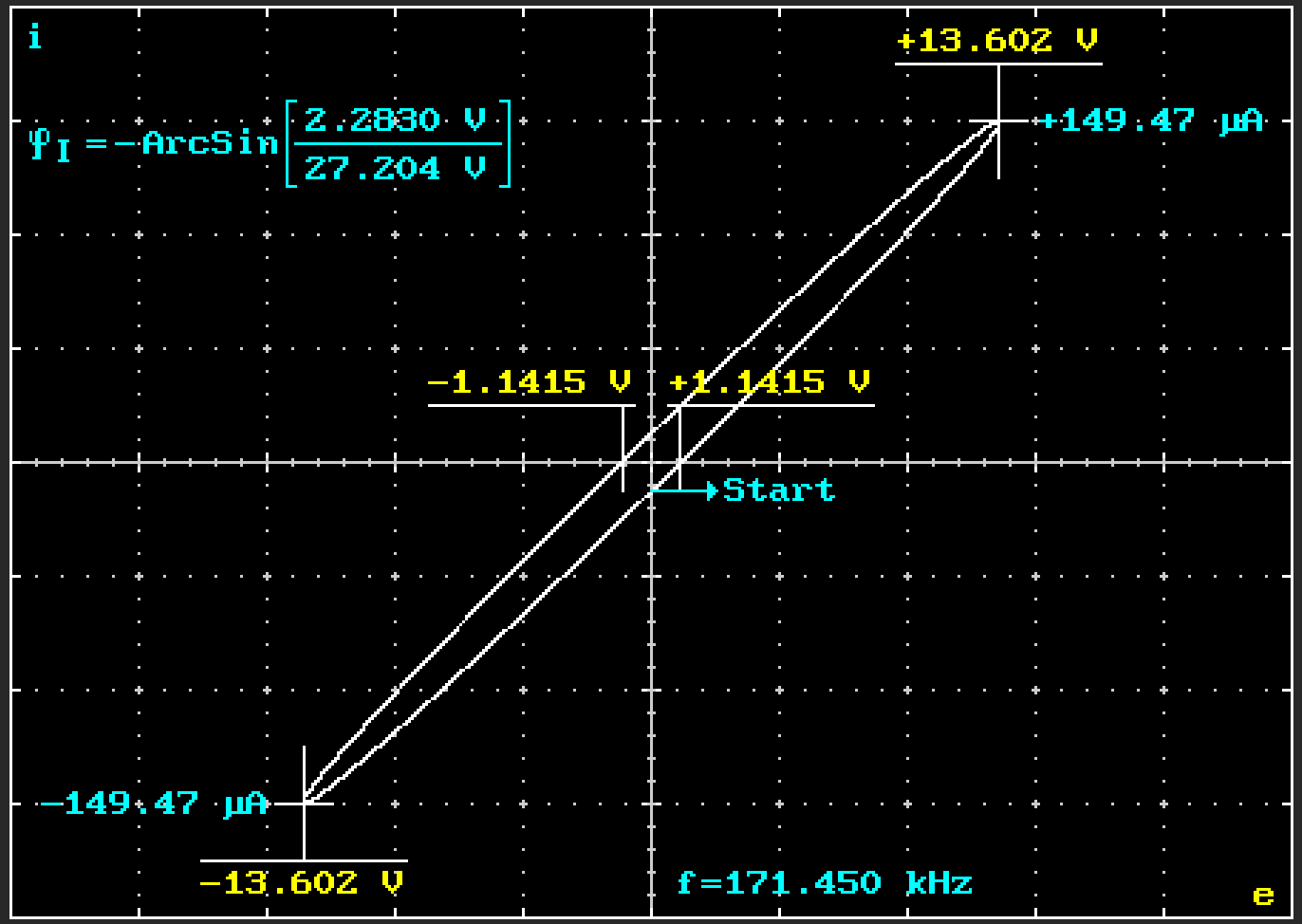
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= -0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.471 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája

f=171.621 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancián

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát Megállapítjuk, hogy az i azonos fázisban ($\Delta t=0$) van az e referenciafeszültséggel.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör rezisztív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

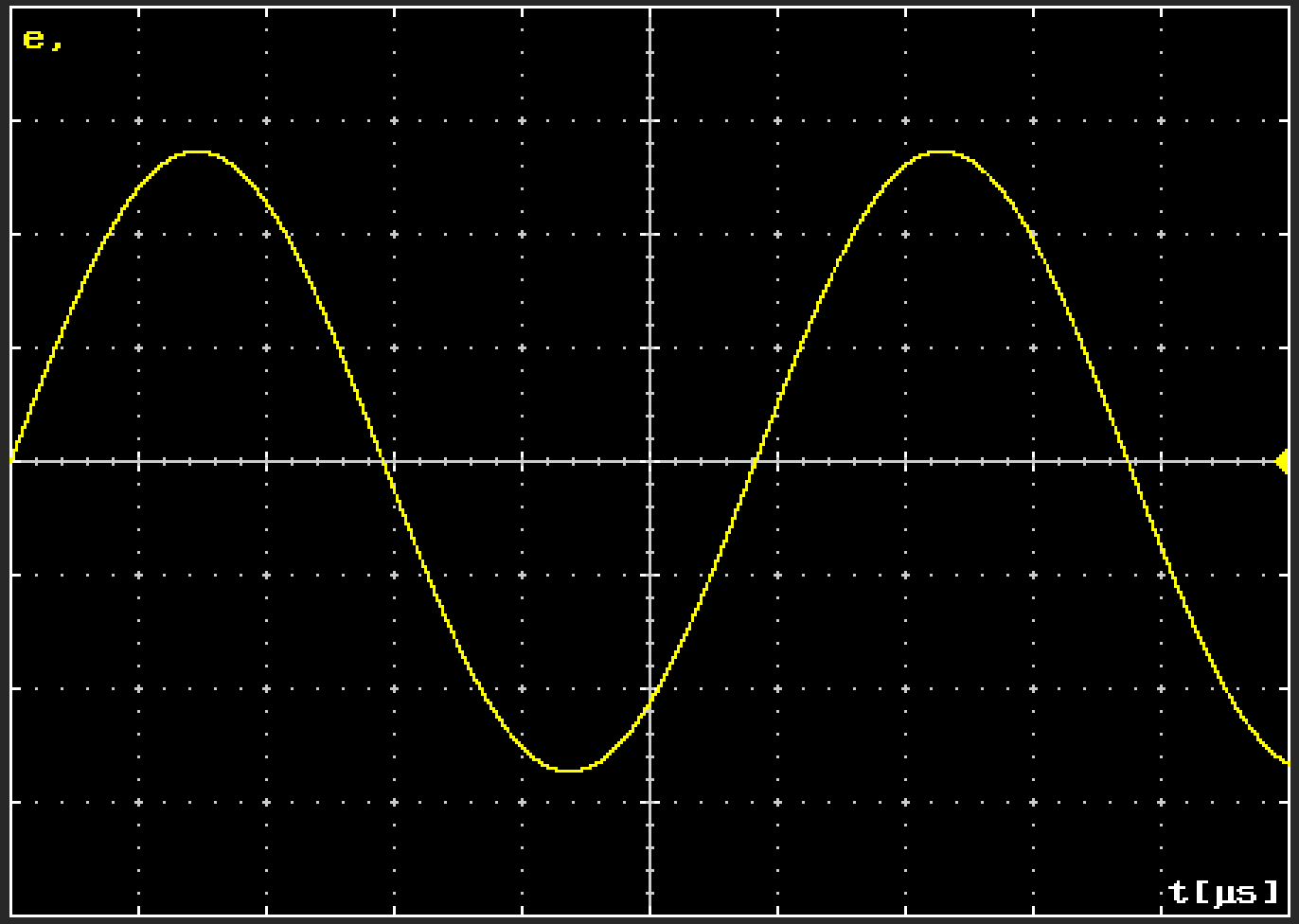
A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C
I_O

LH Trigger

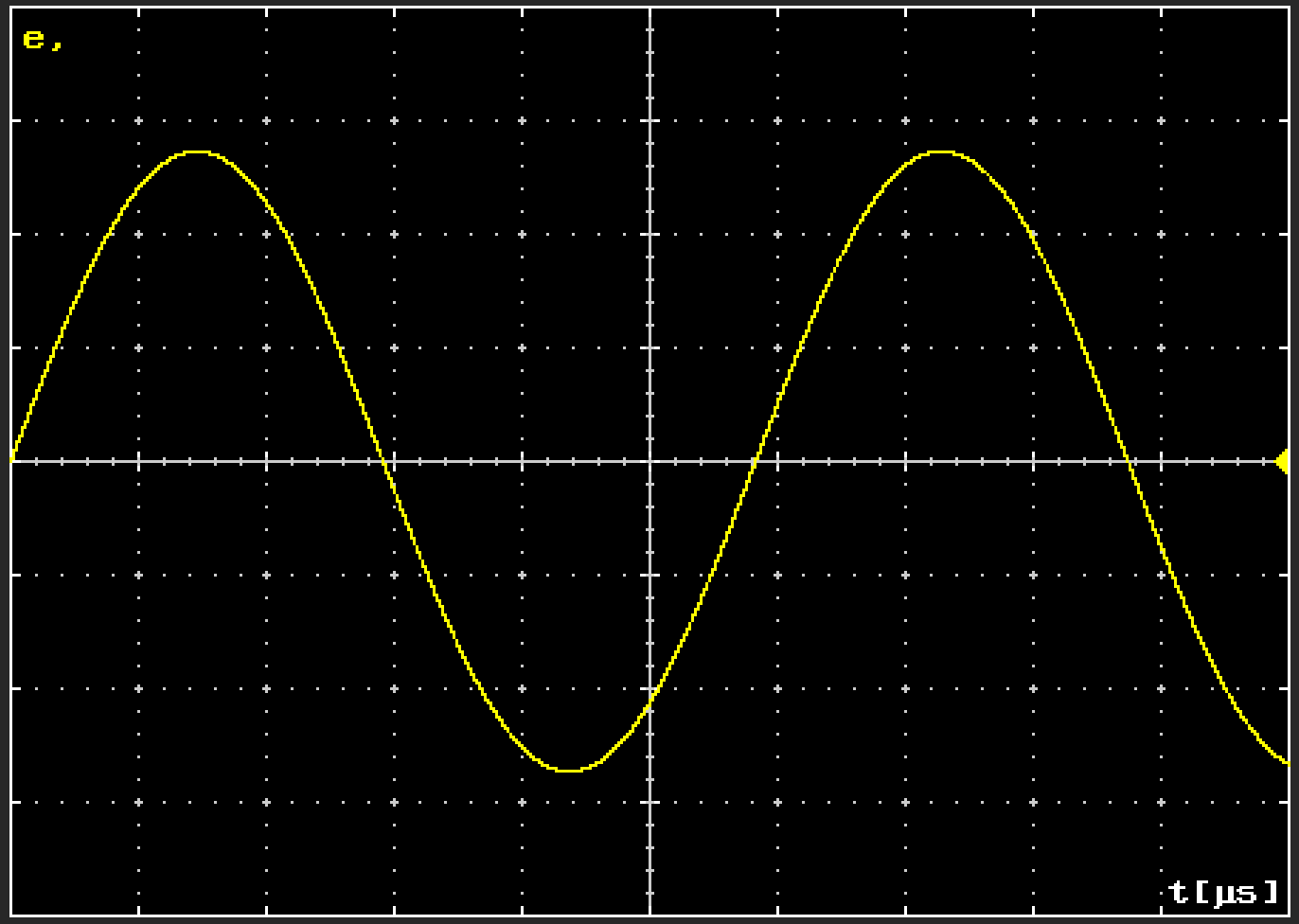
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



LH Trigger

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

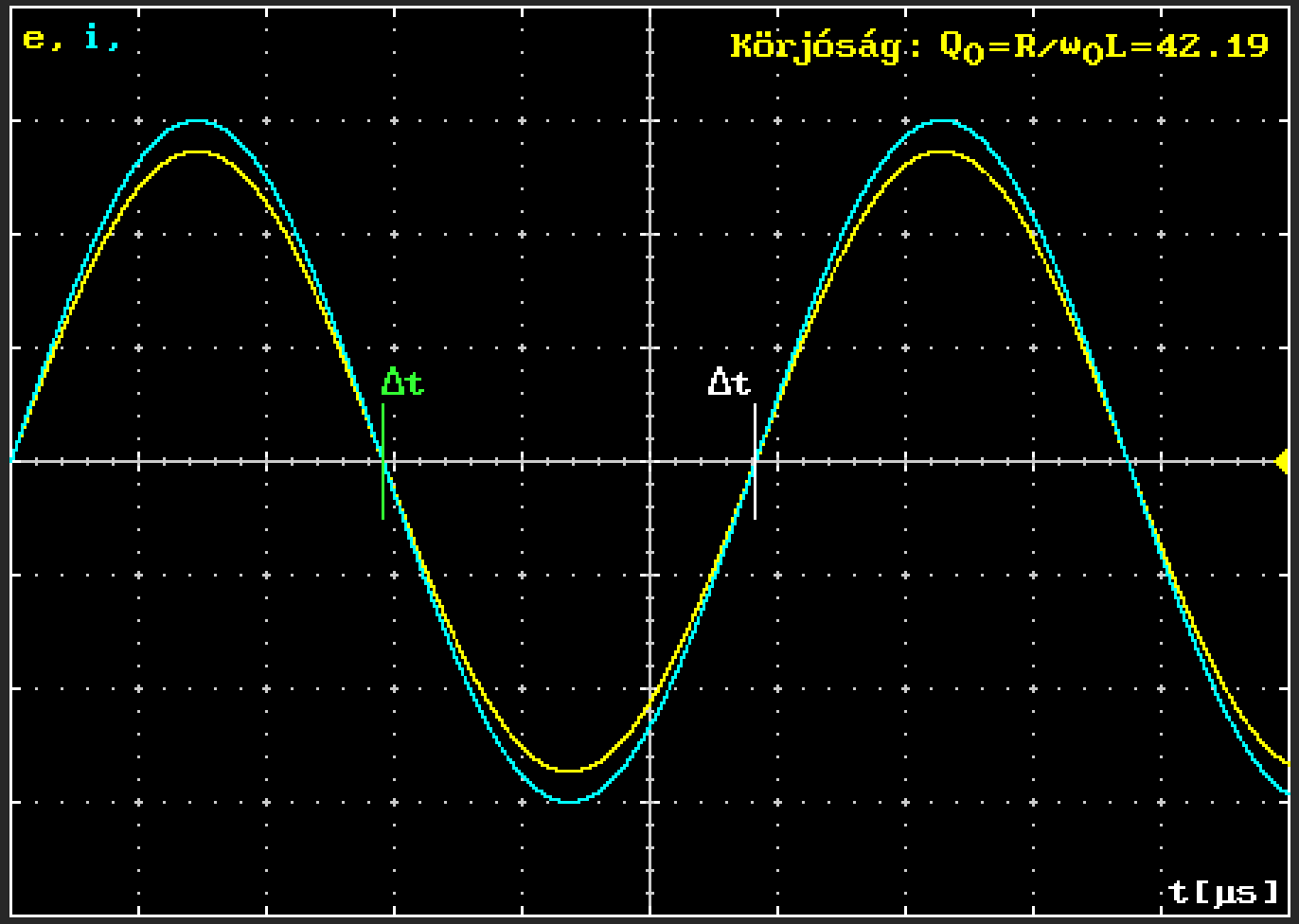
I_0

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

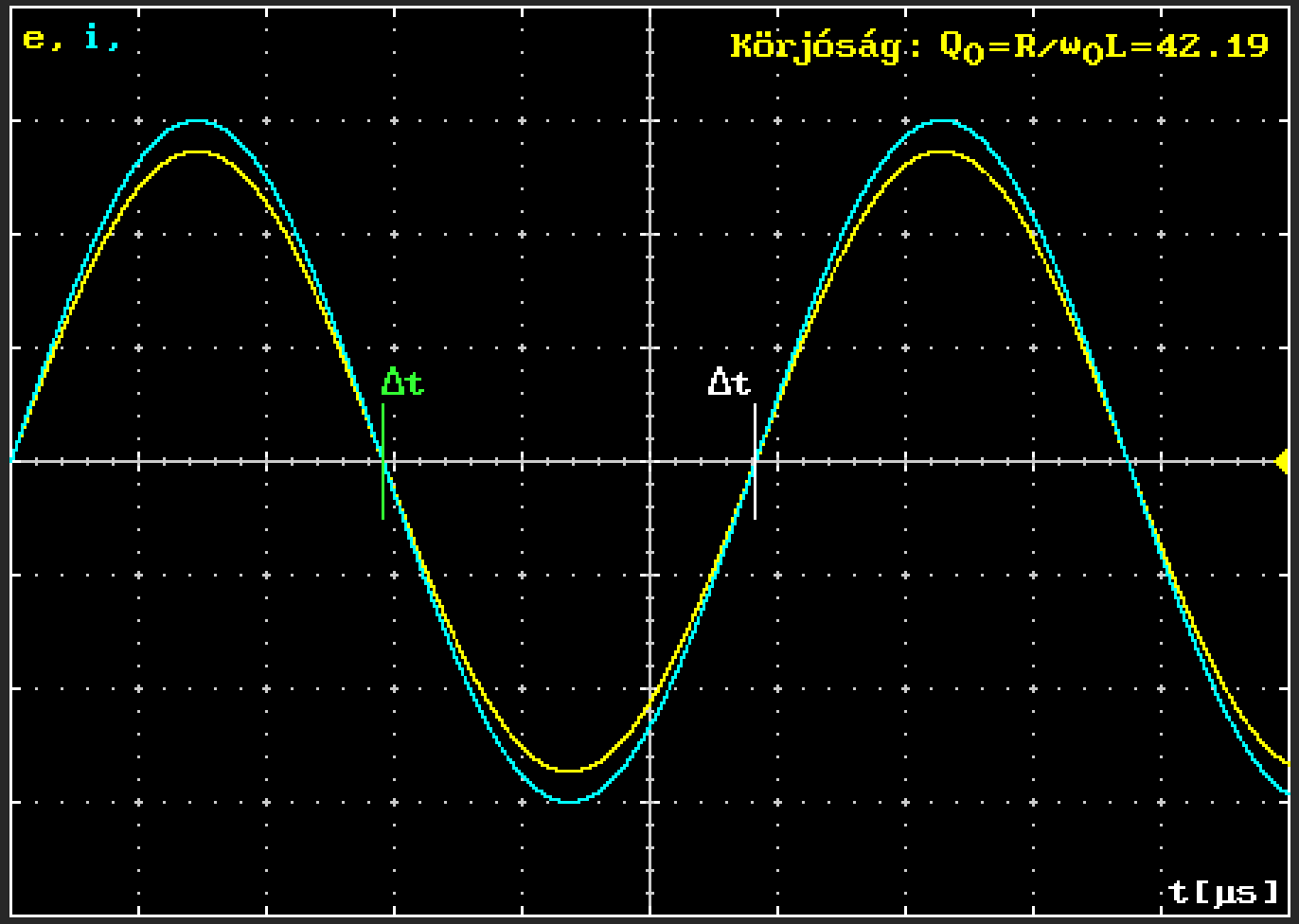
Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

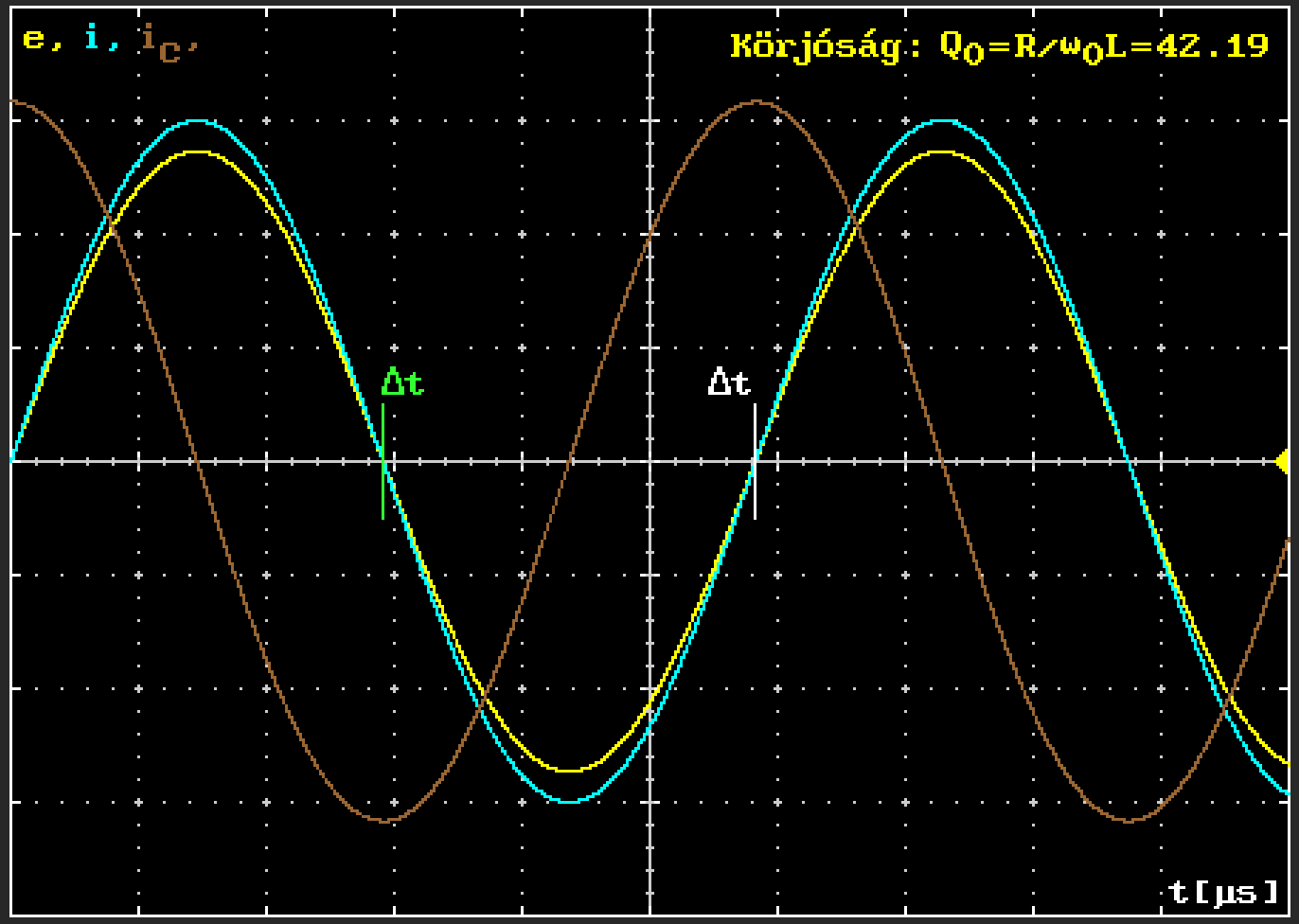
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

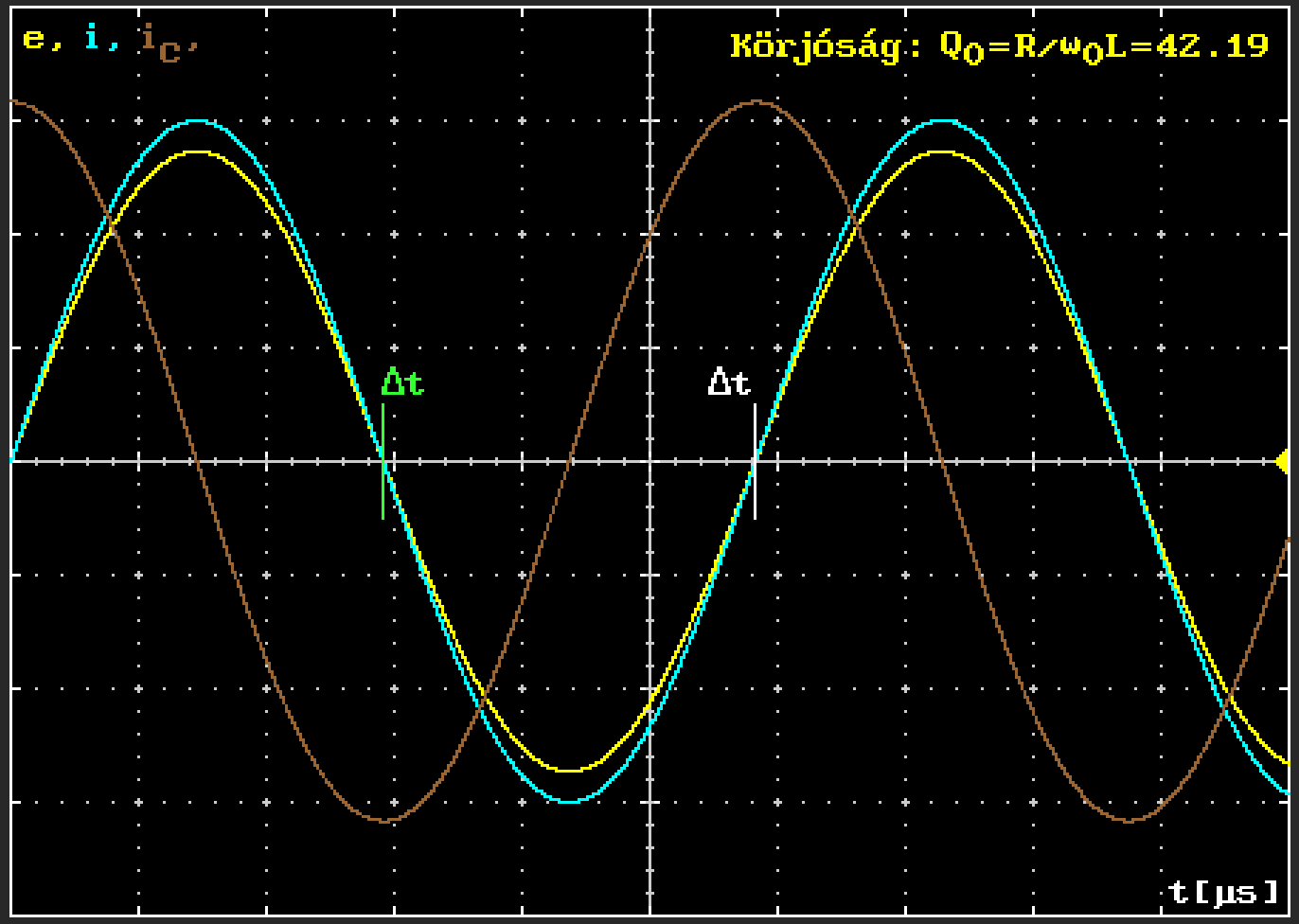
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

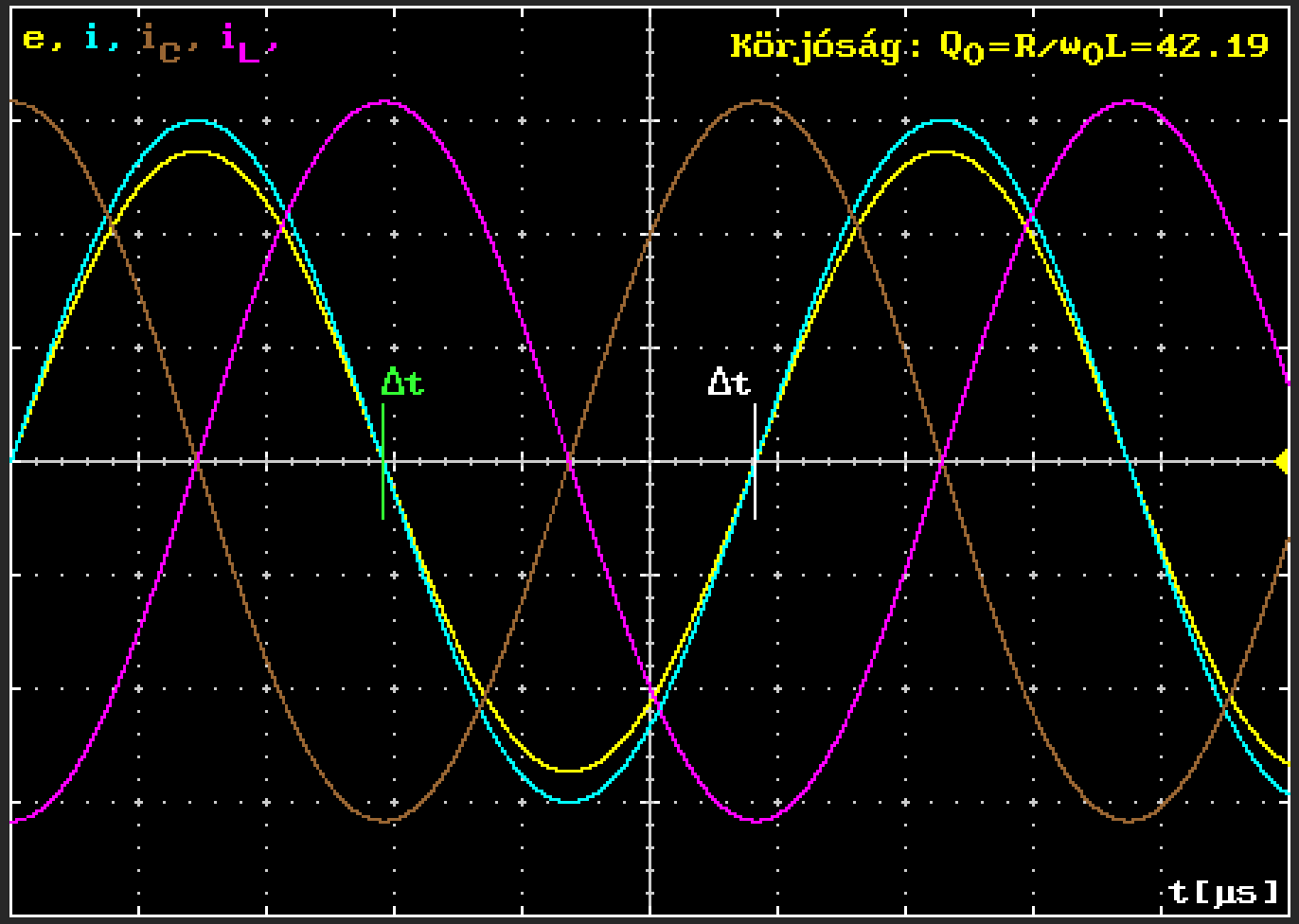
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$

I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

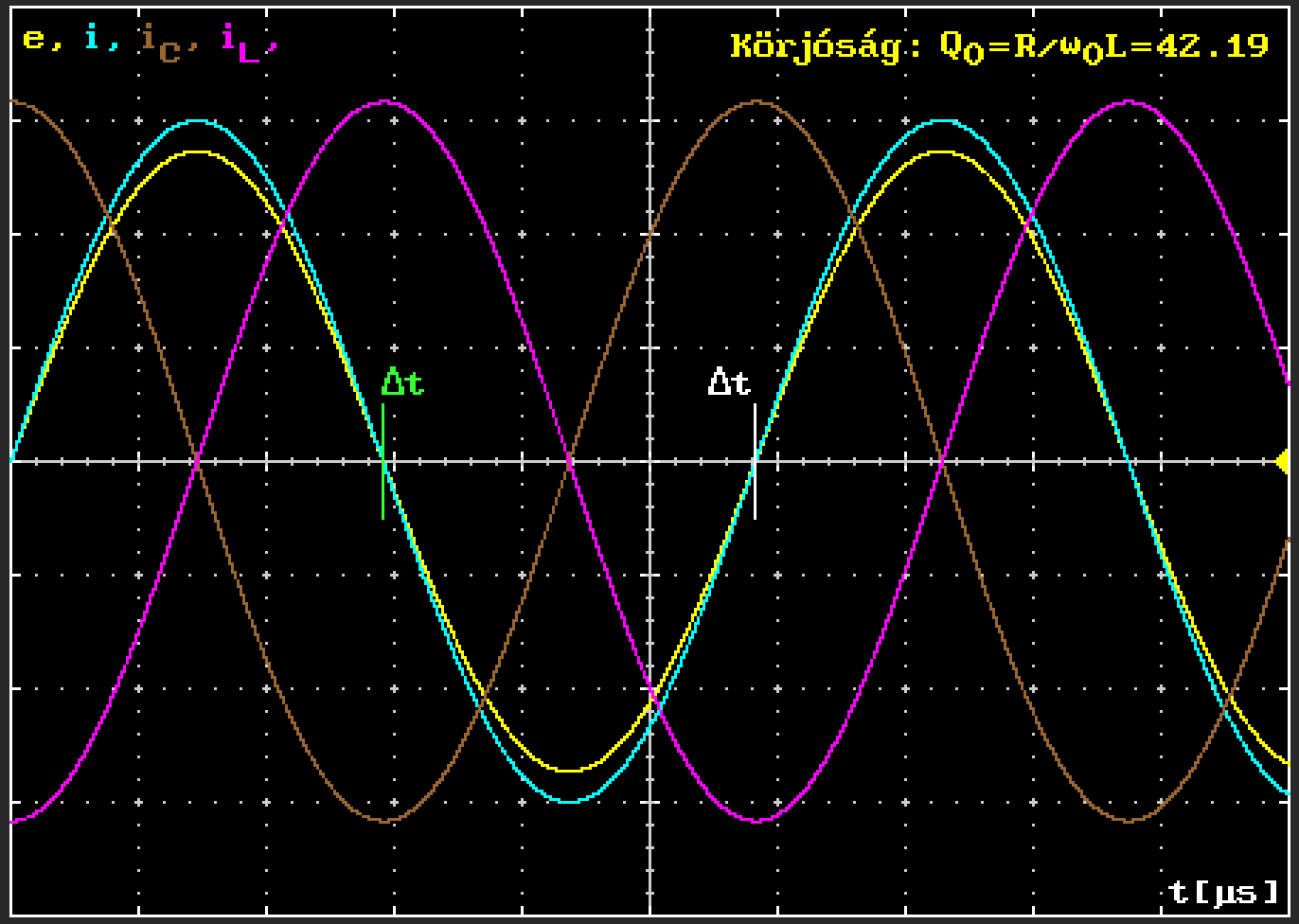
250

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$

I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

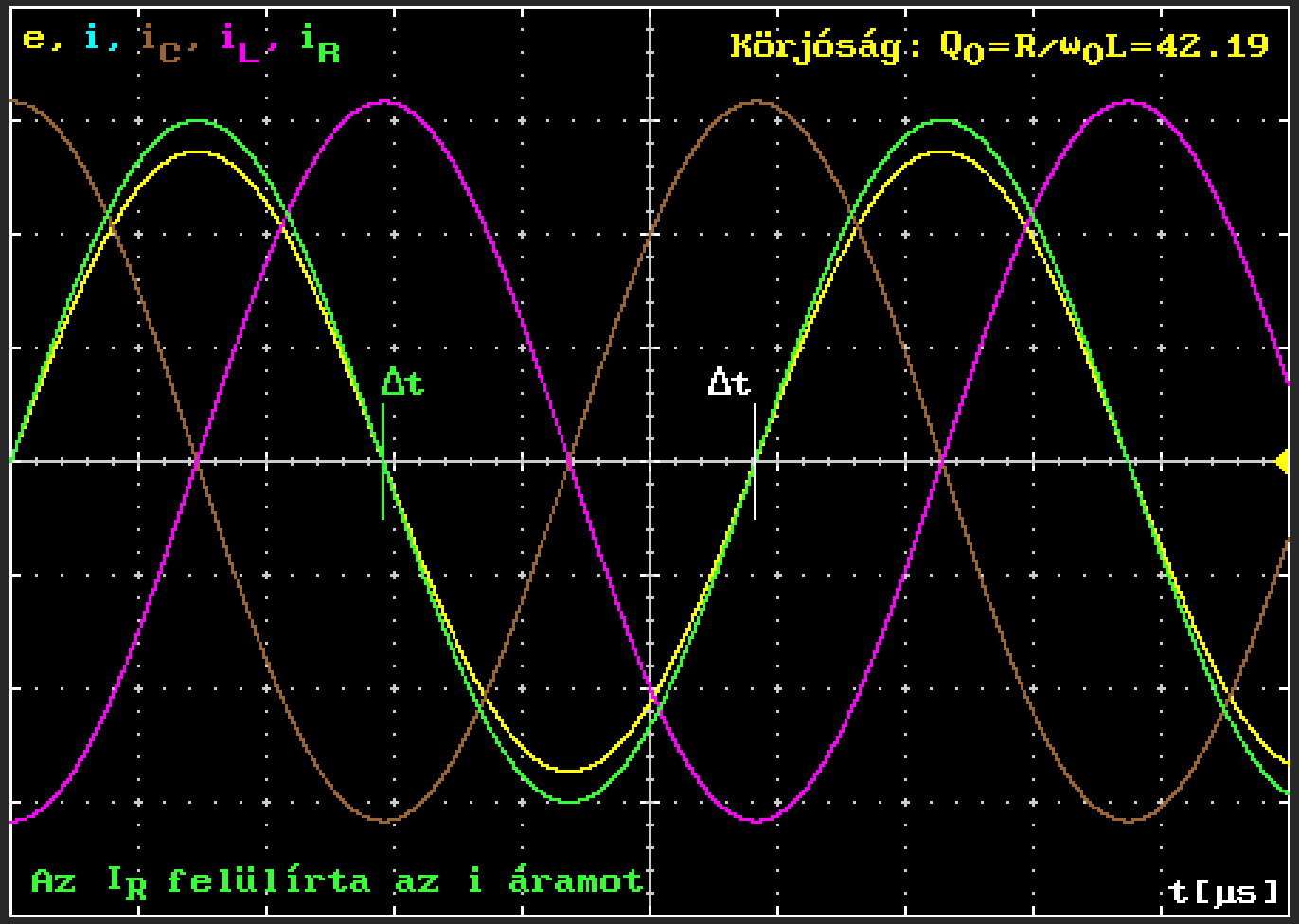
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 10.99 μS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	150.000 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

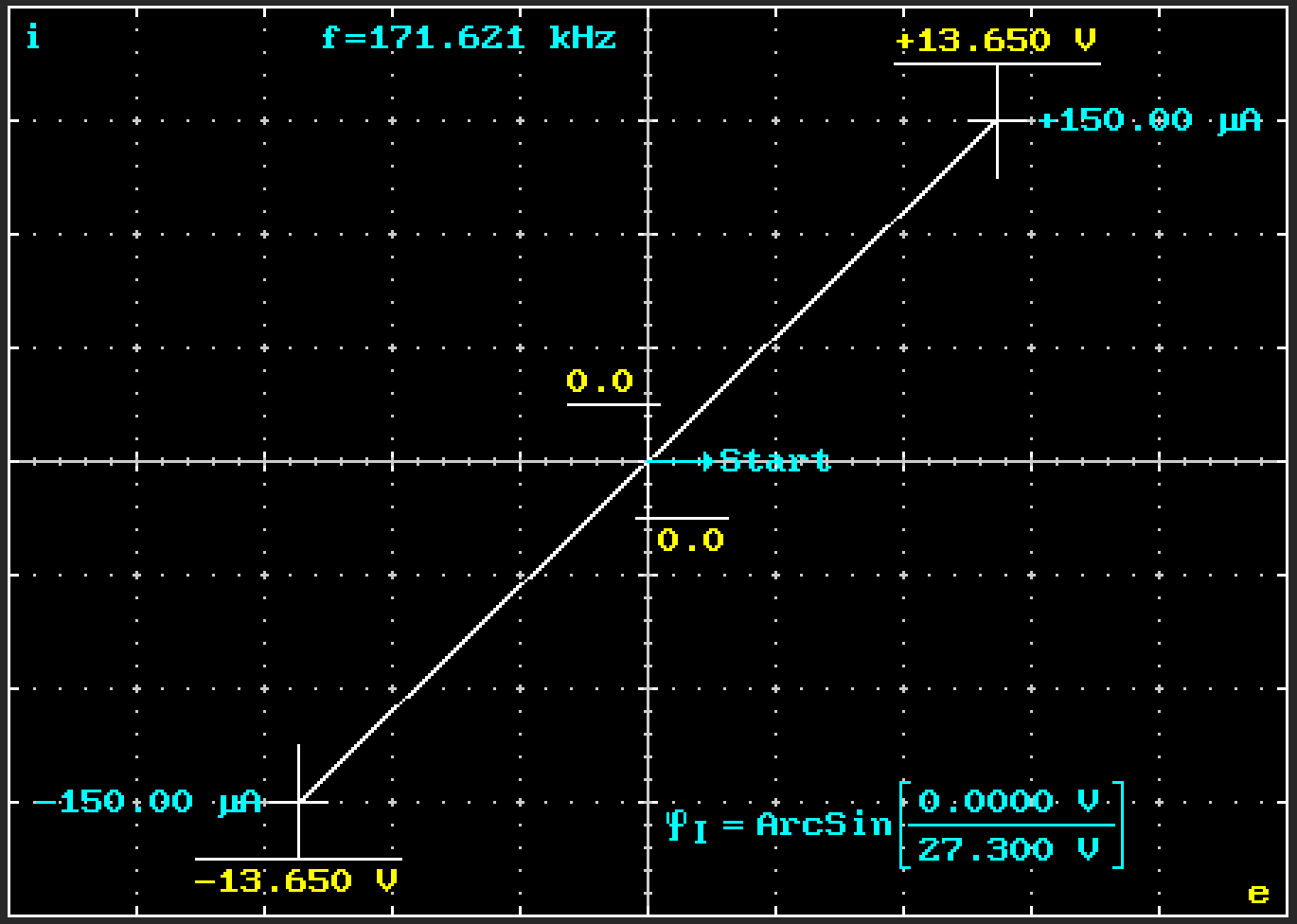
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	150.000 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=0°$

Végeredmény: az e és az i fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=171.793 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=78.04 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

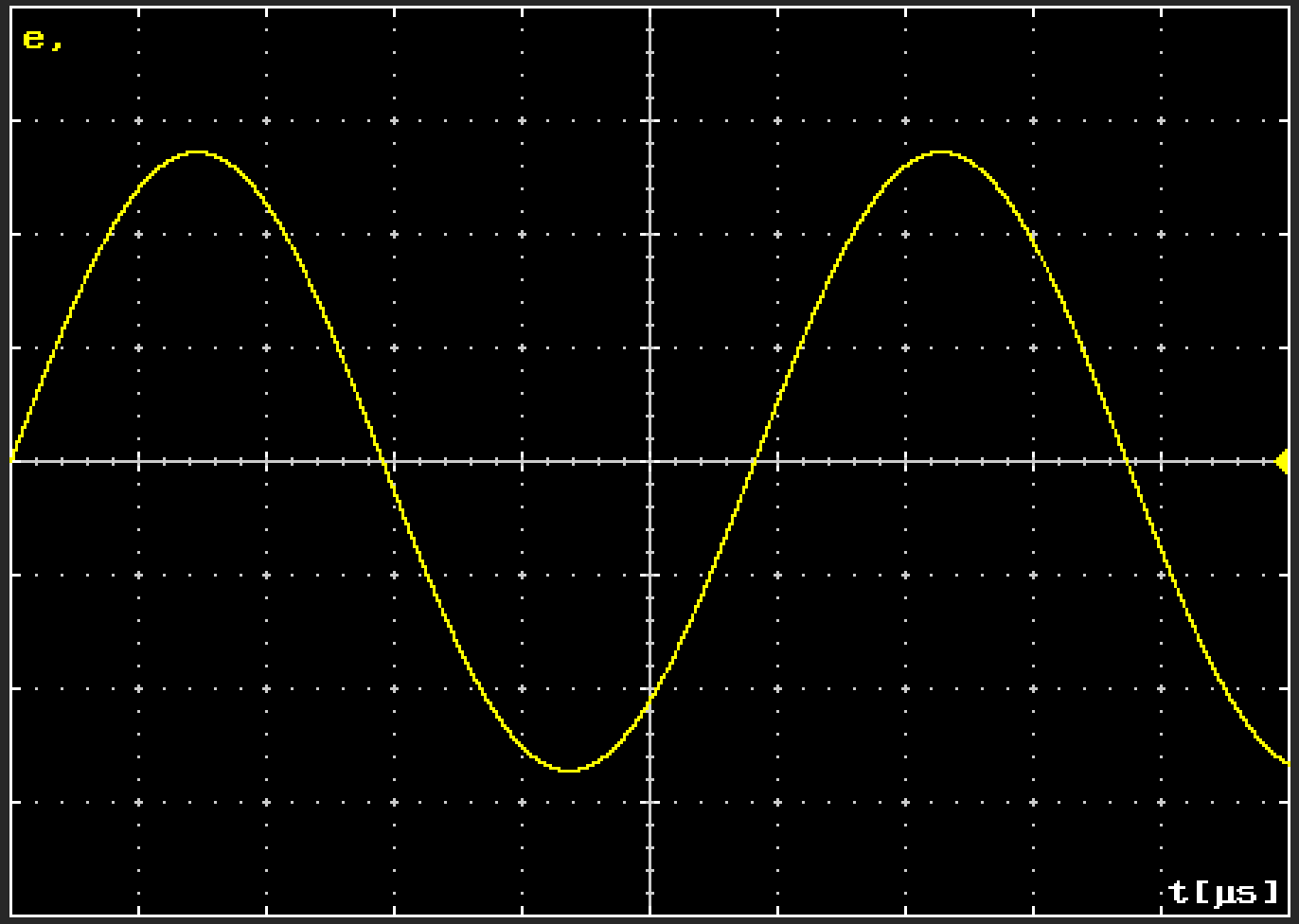
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

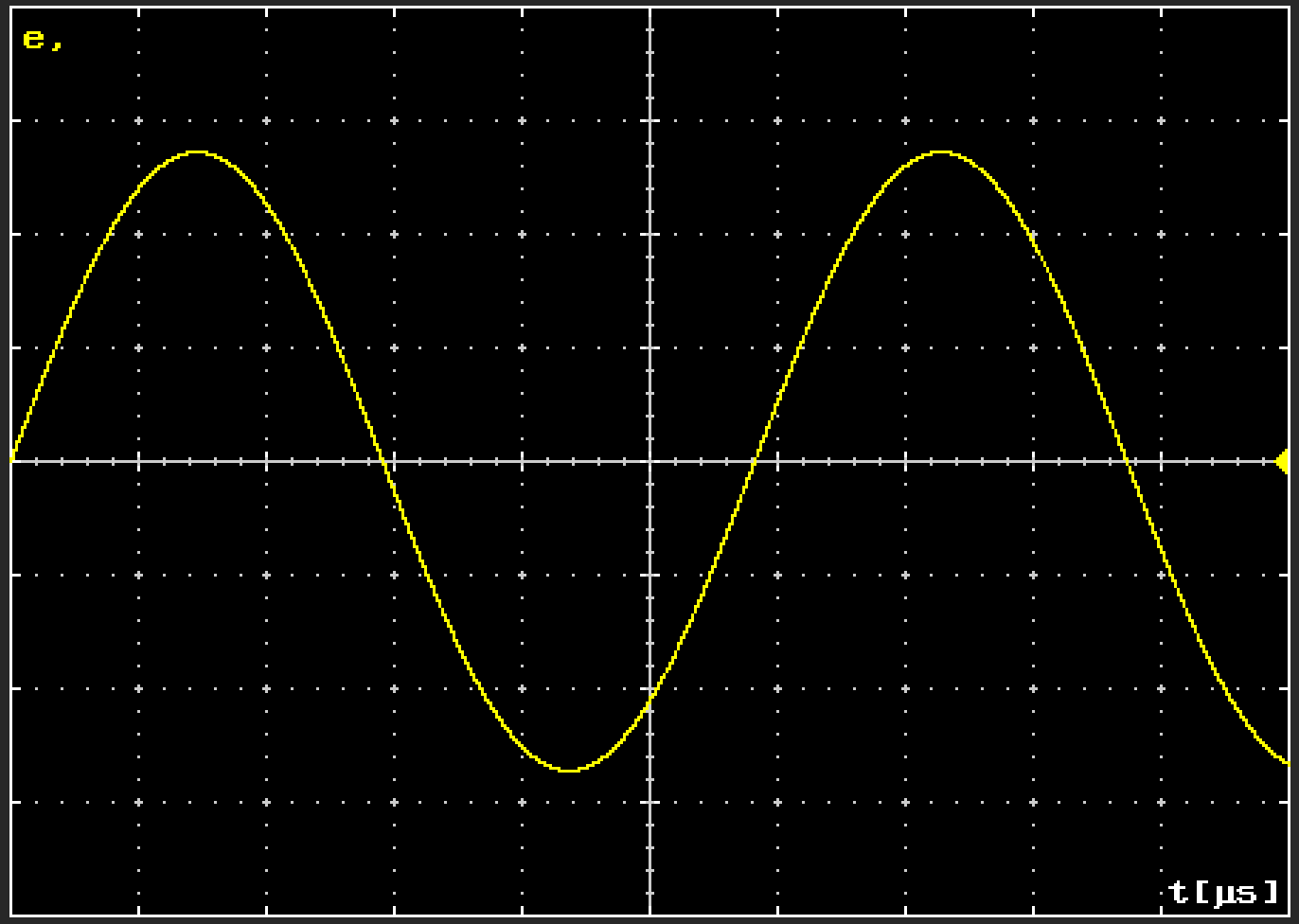
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	2	i_L[mA/div]
3	2	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	6.31311 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+4.83°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C 6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0 150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

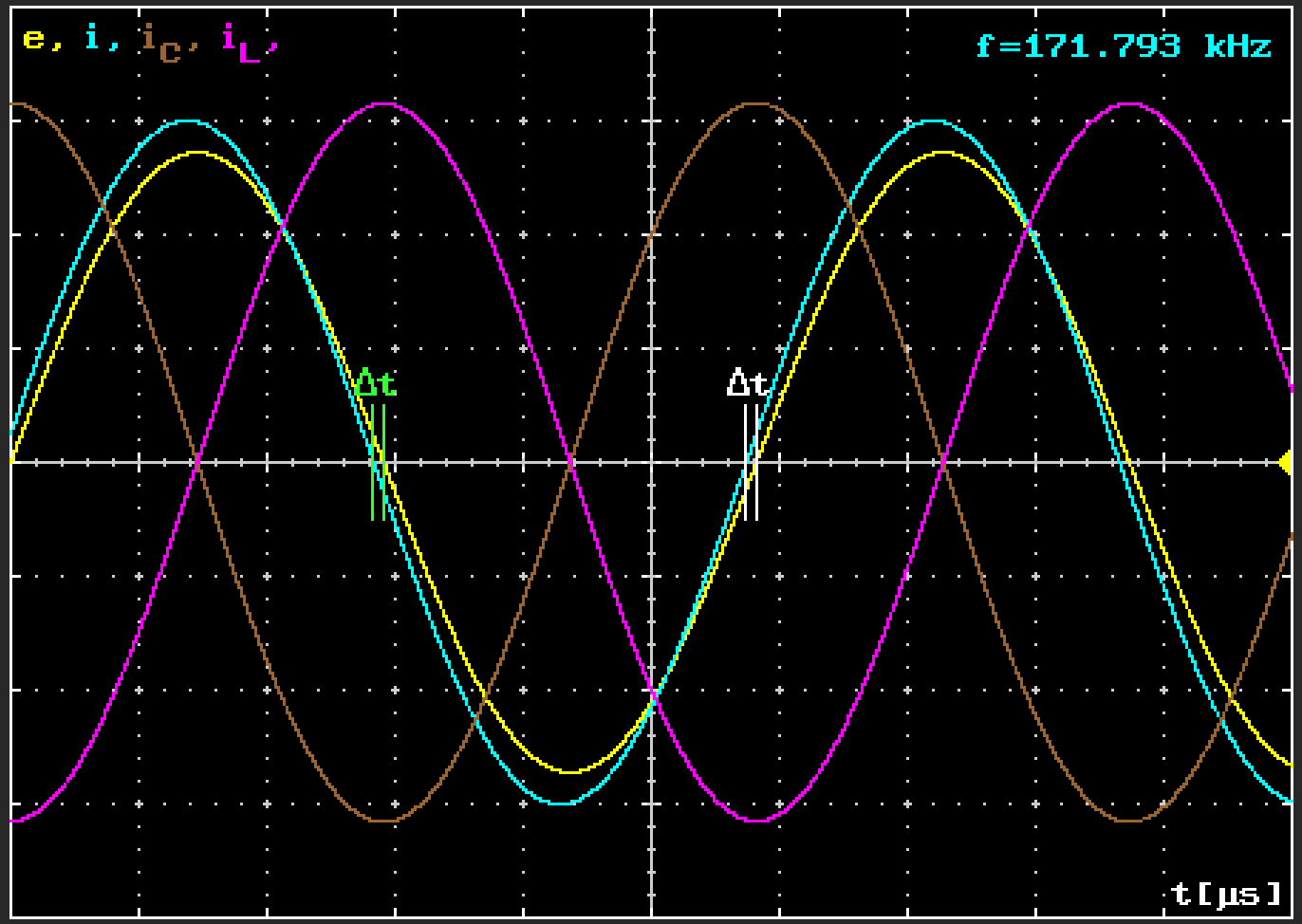
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	6.30049 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

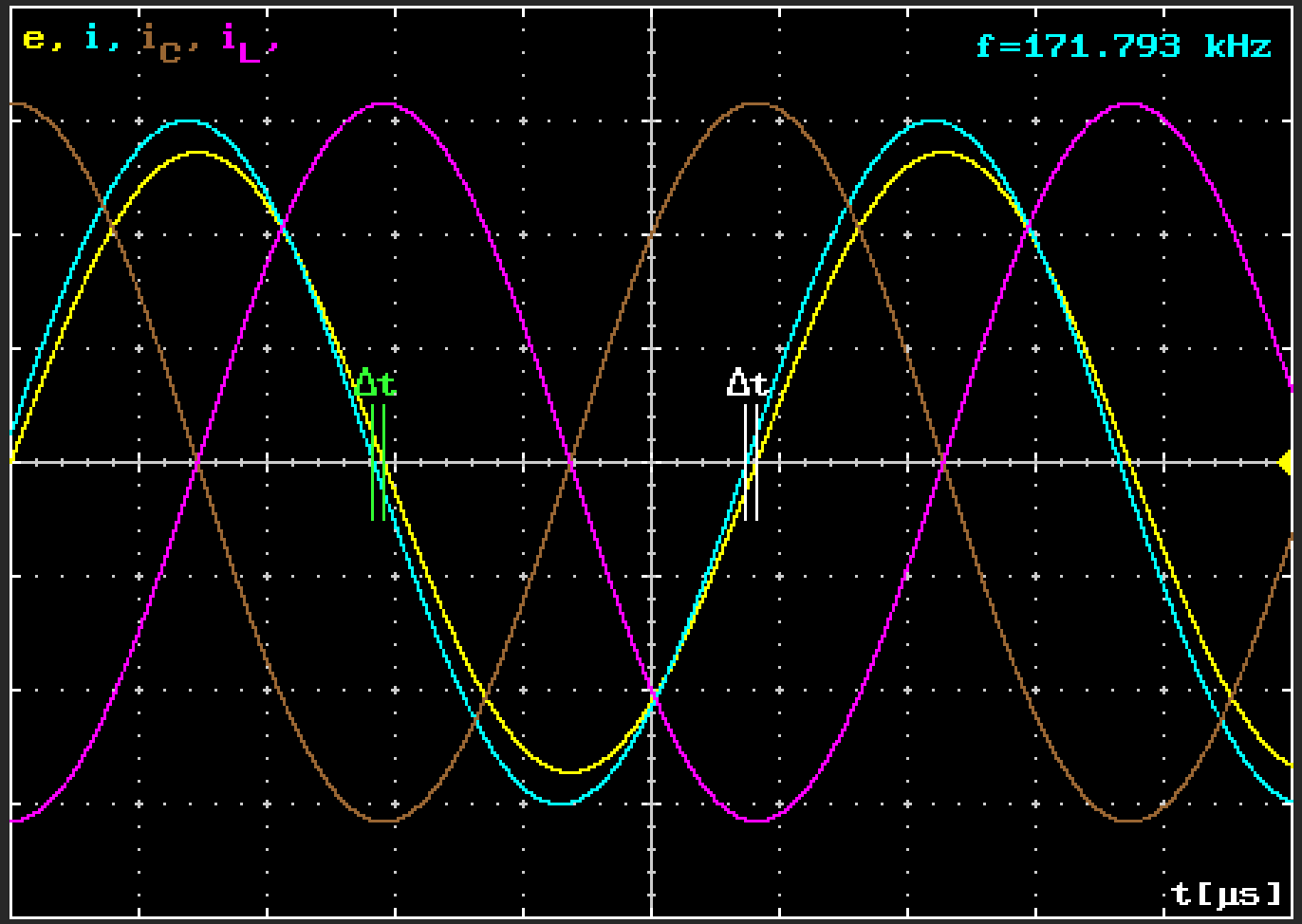
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.30049 mA; φ_L=−90°
I_C	6.31311 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+4.83°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

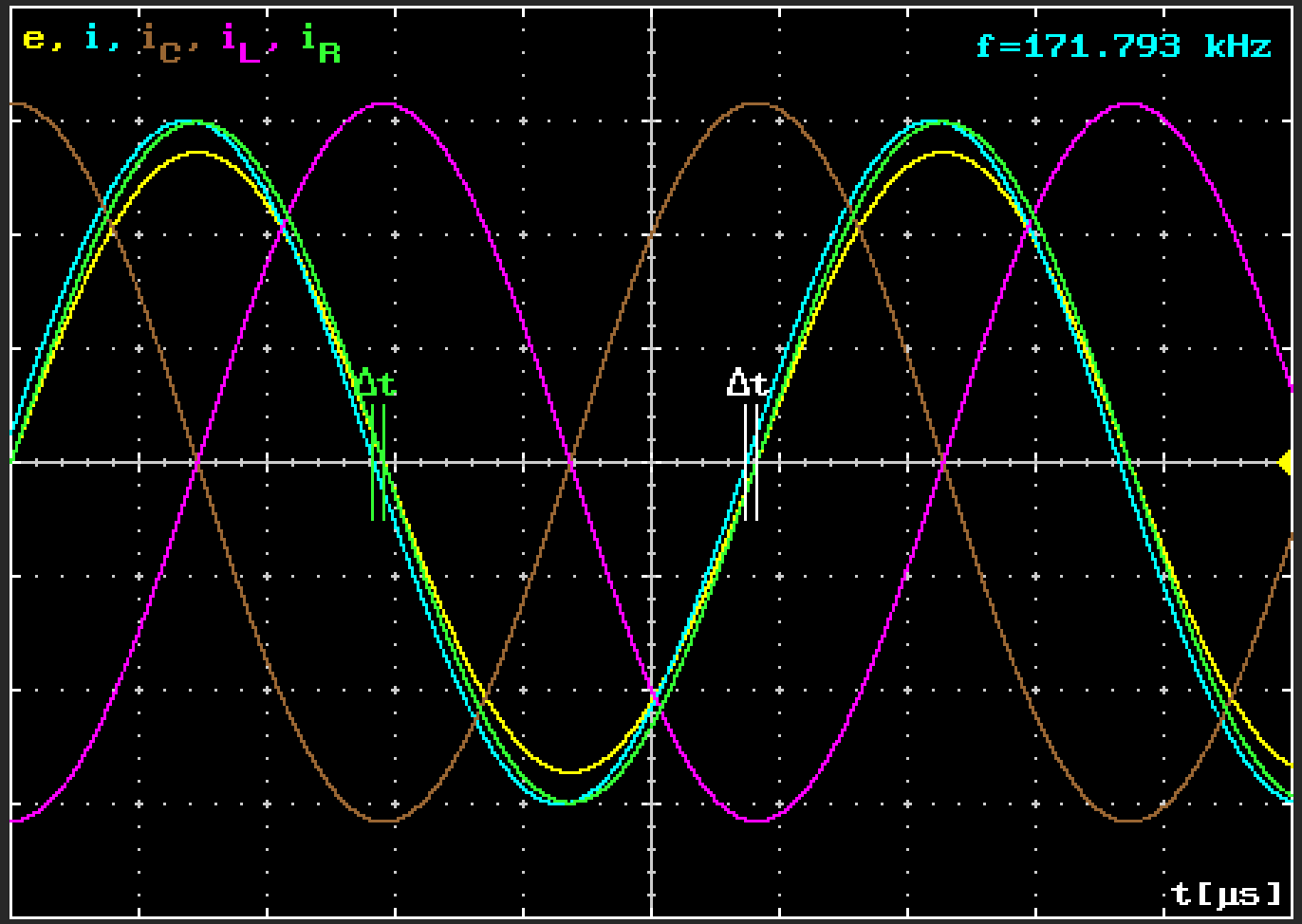
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.468 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.30049 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

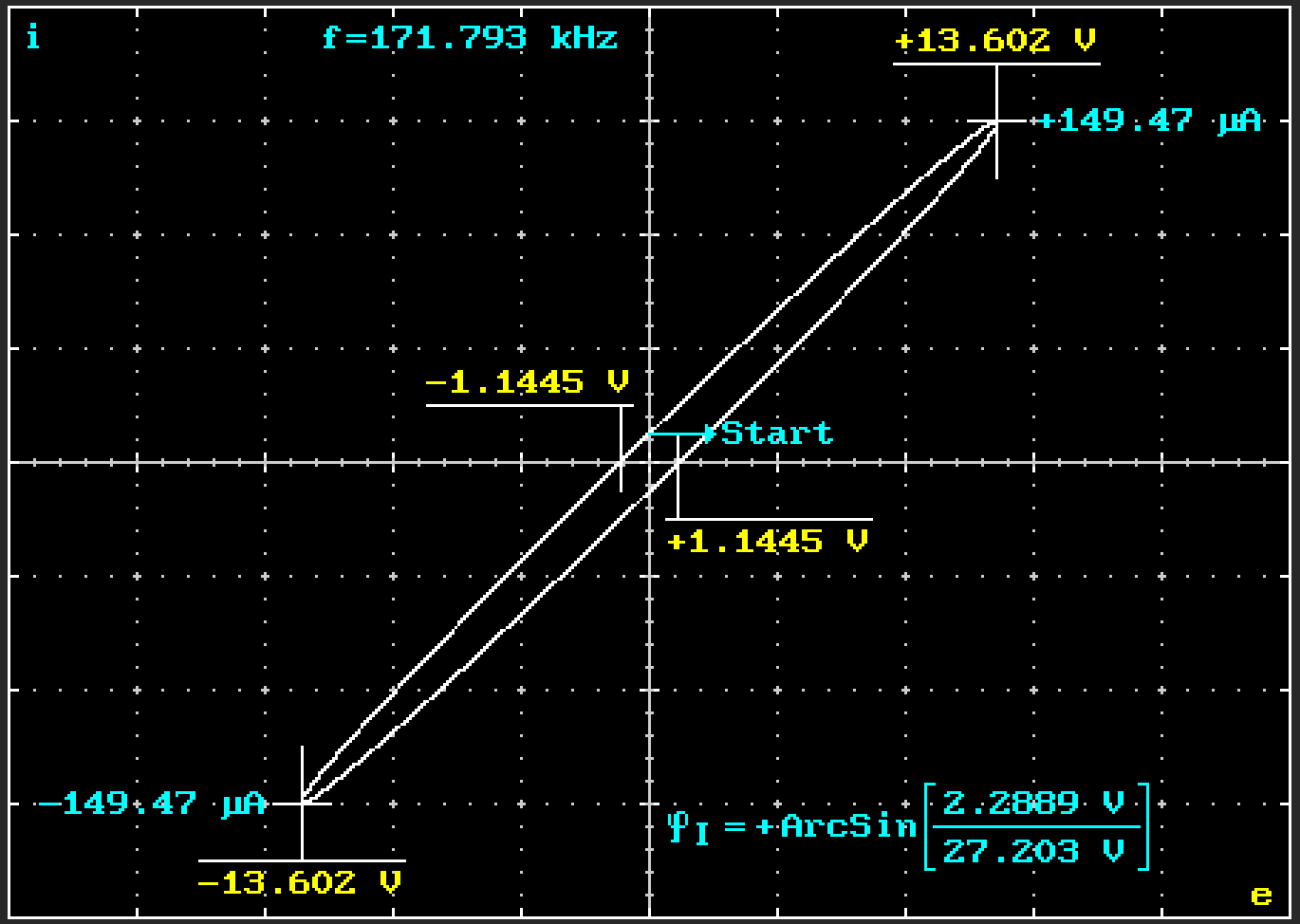
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.468 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.30049 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=171.964 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=154.4 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

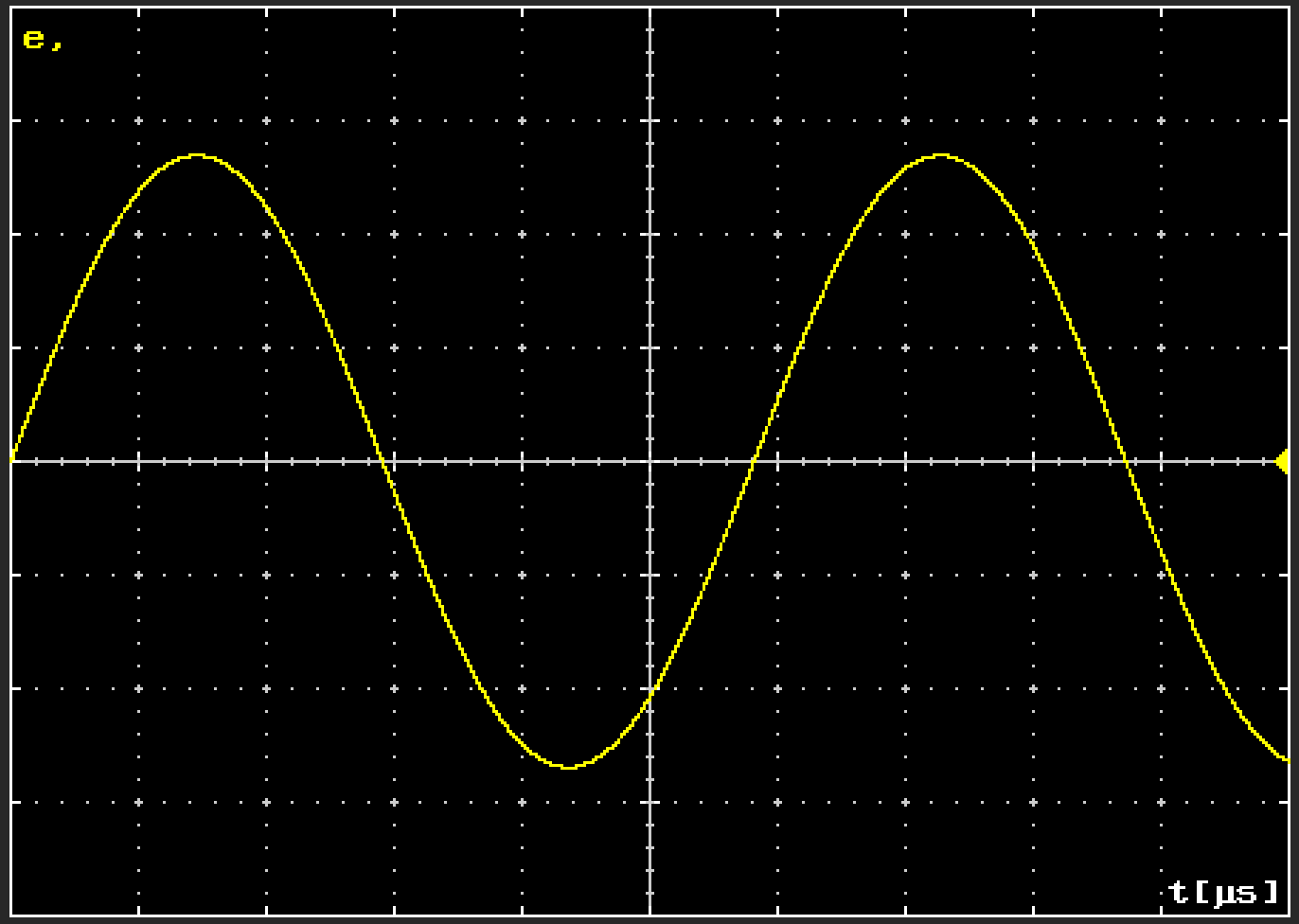
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

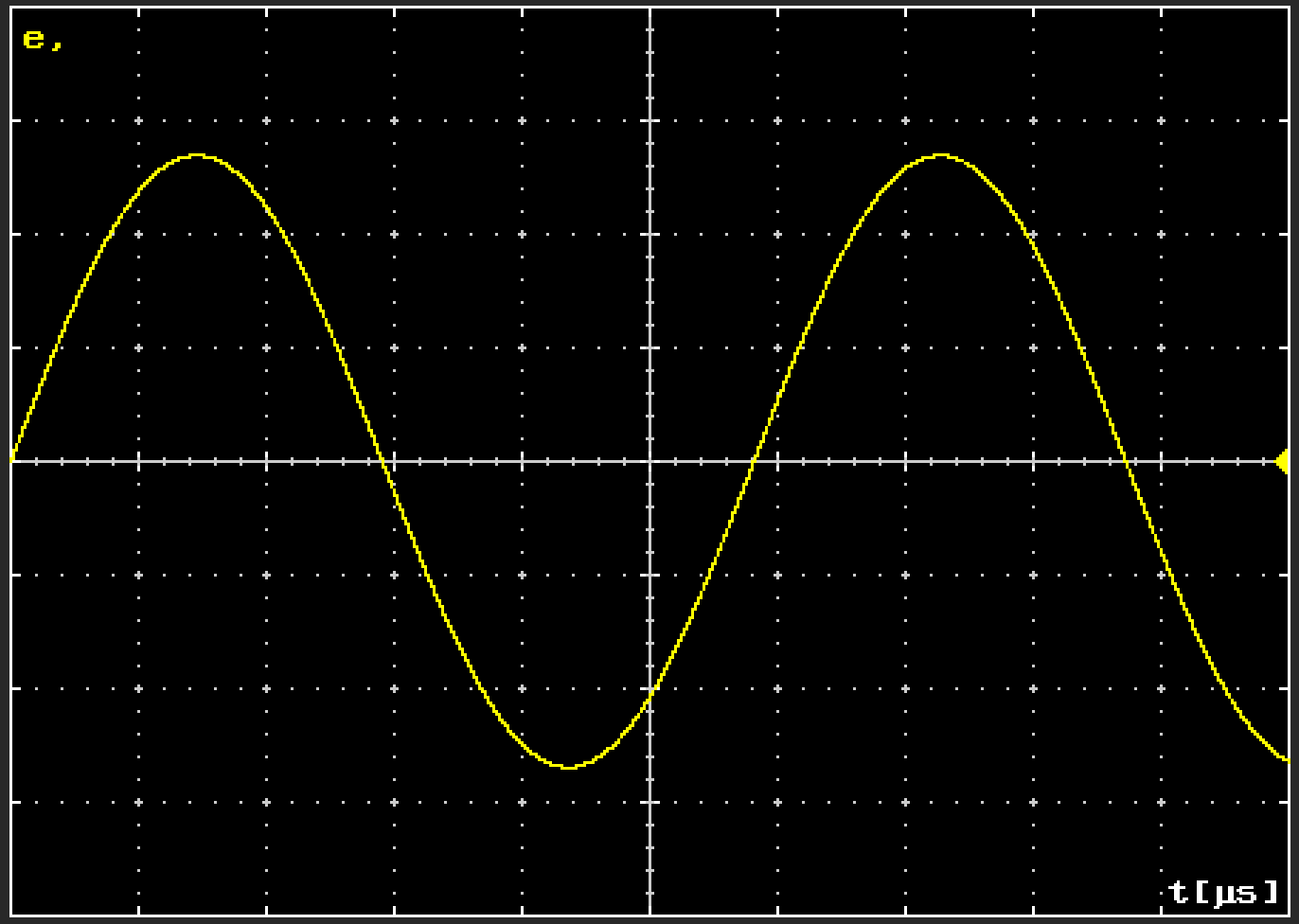
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

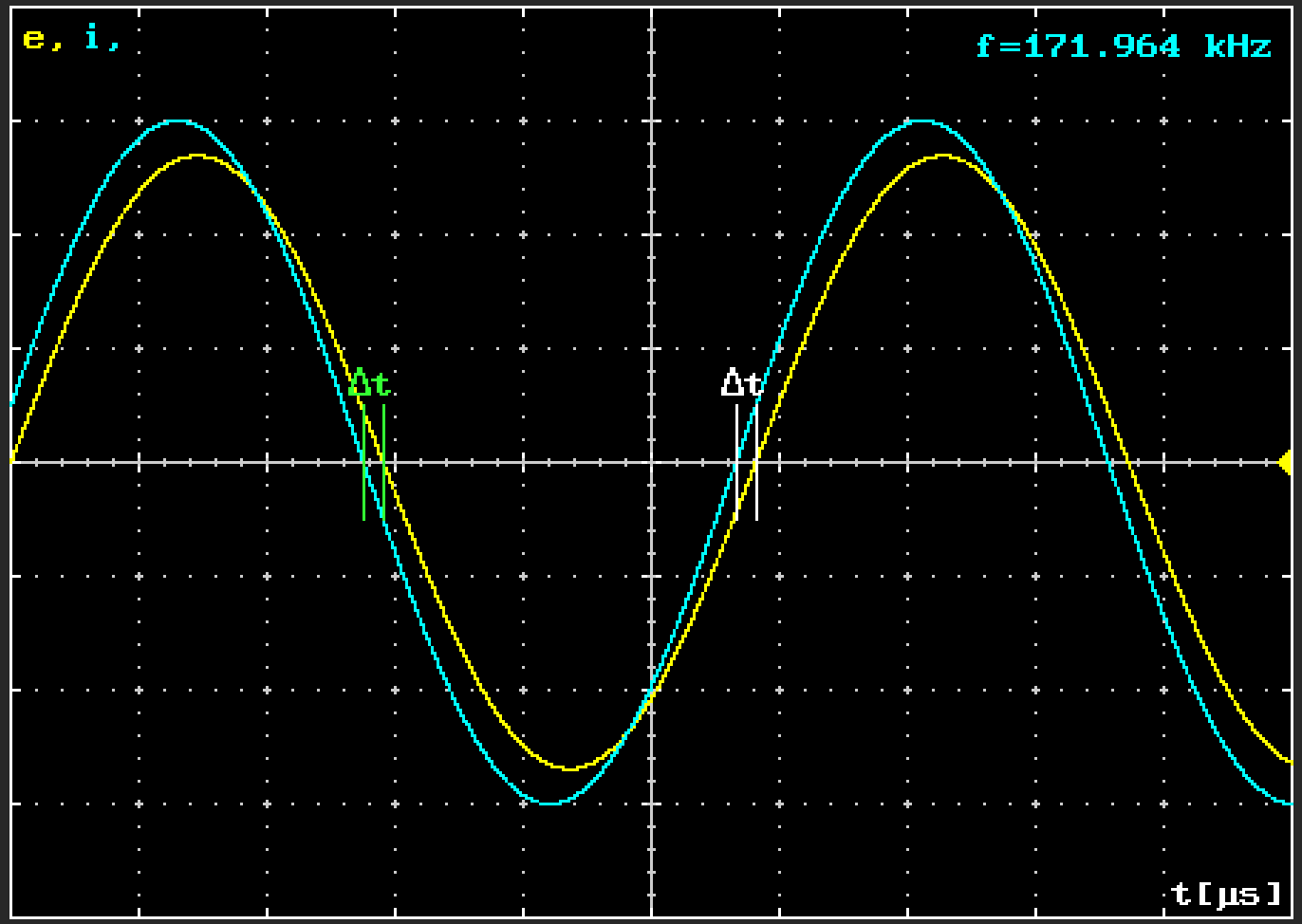
LH Trigger

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+9.56°$

LH Trigger

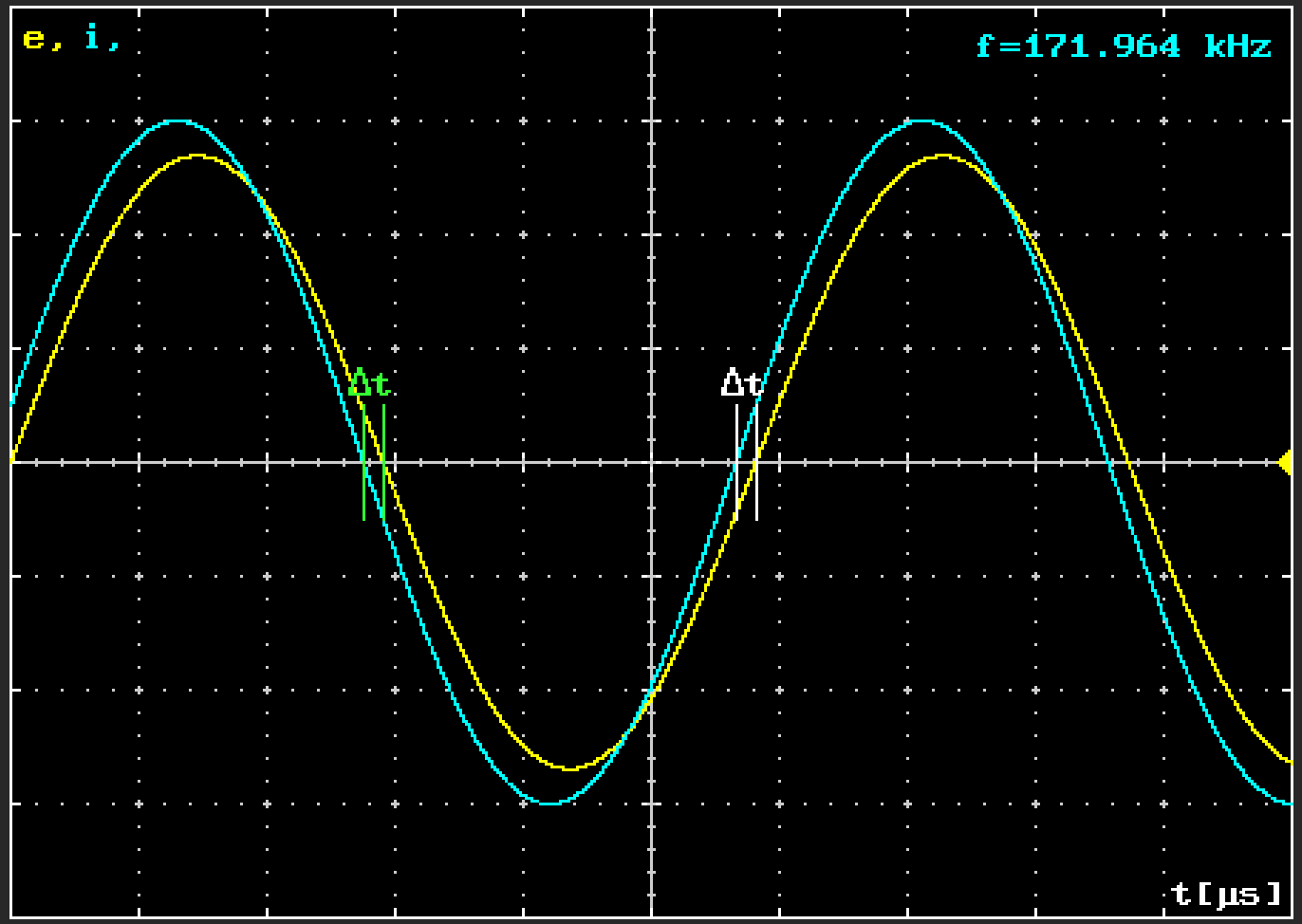
Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 µA; $\varphi_I=+9.56°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	6.25383 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+9.56°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

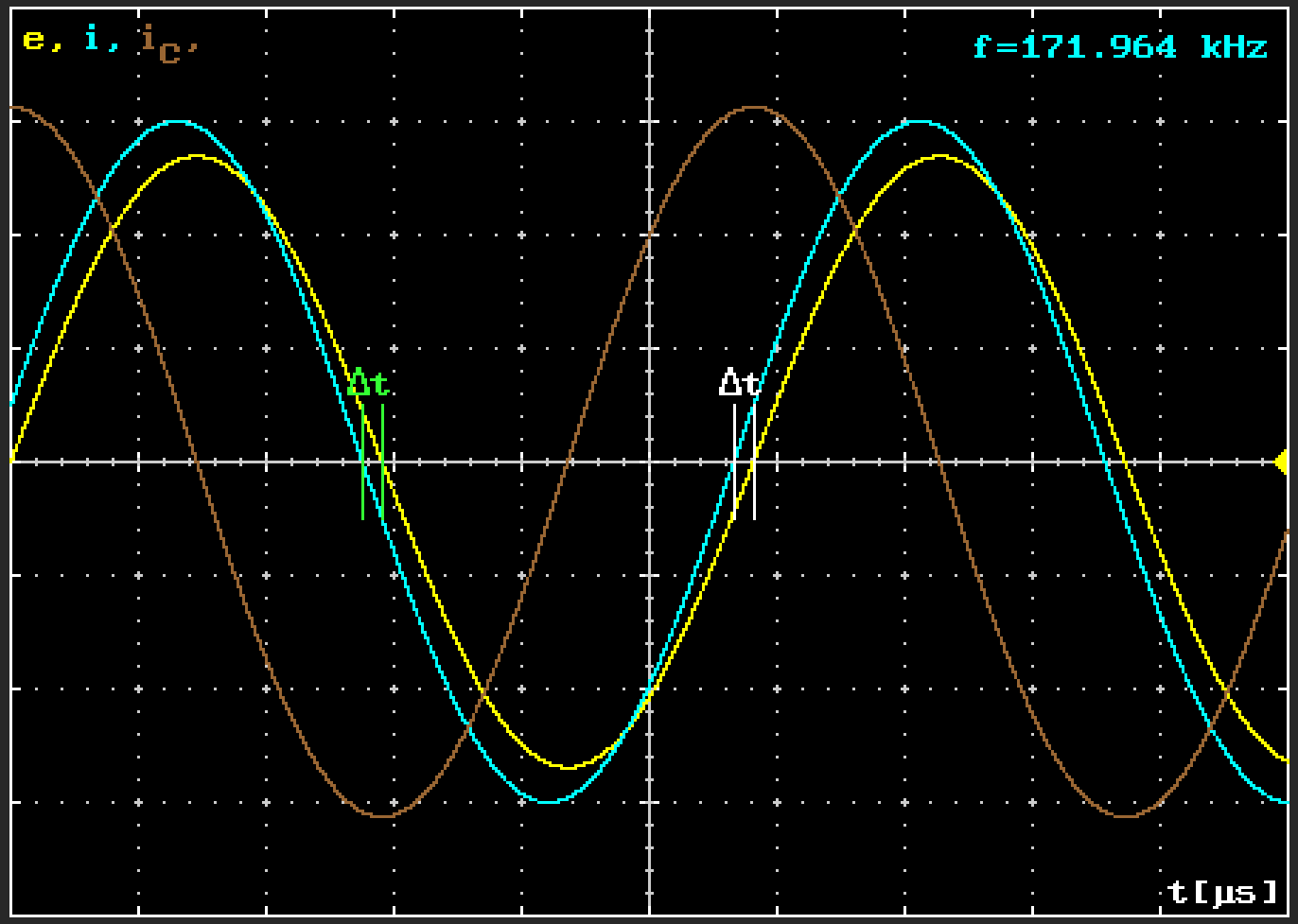
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C 6.25383 mA; φ_C=+90°

I_0 150 µA; φ_I=+9.56°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

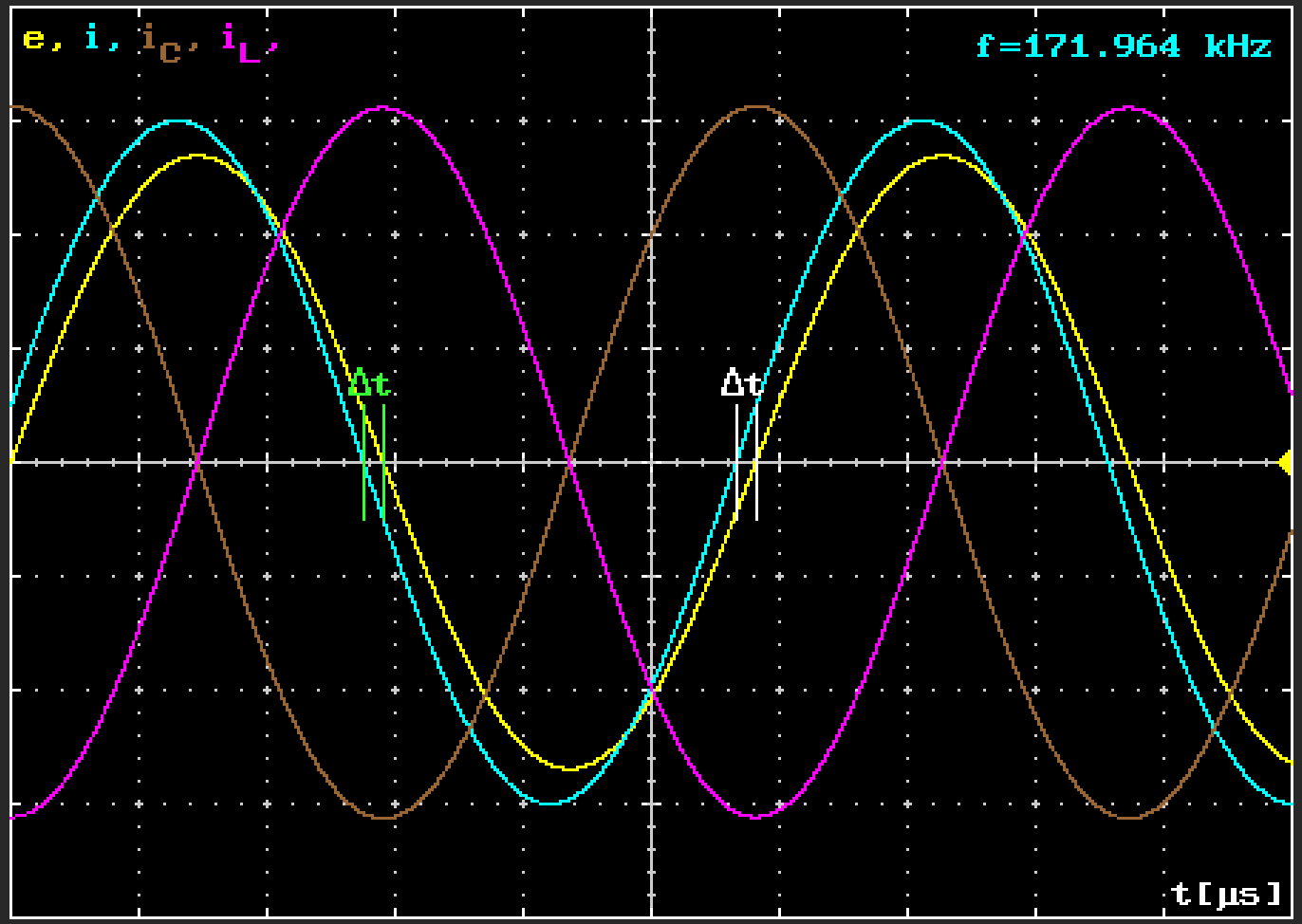
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.22892 mA; φ_L=−90°
I_C	6.25383 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+9.56°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

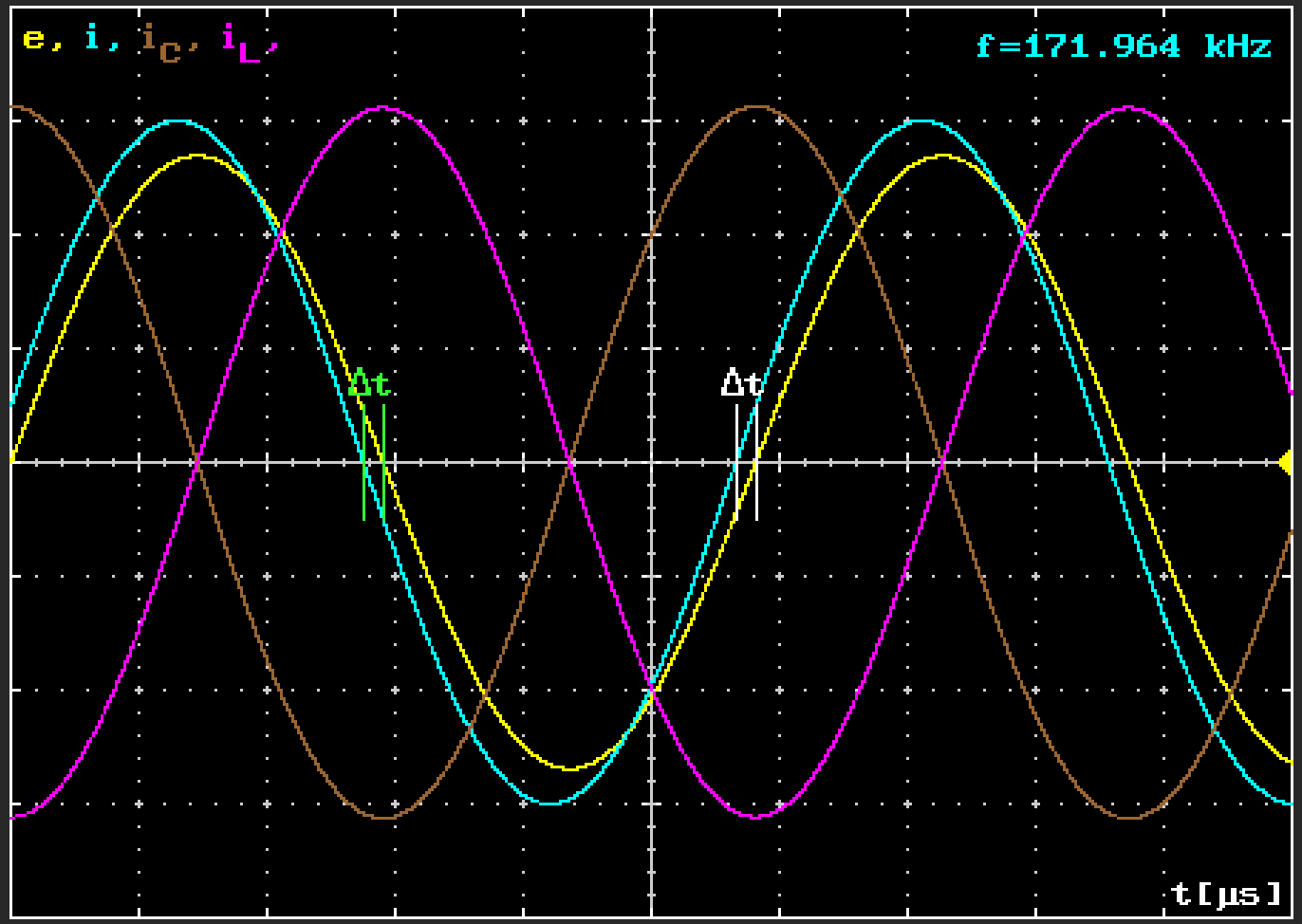
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.22892 mA; φ_L=−90°
I_C	6.25383 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+9.56°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

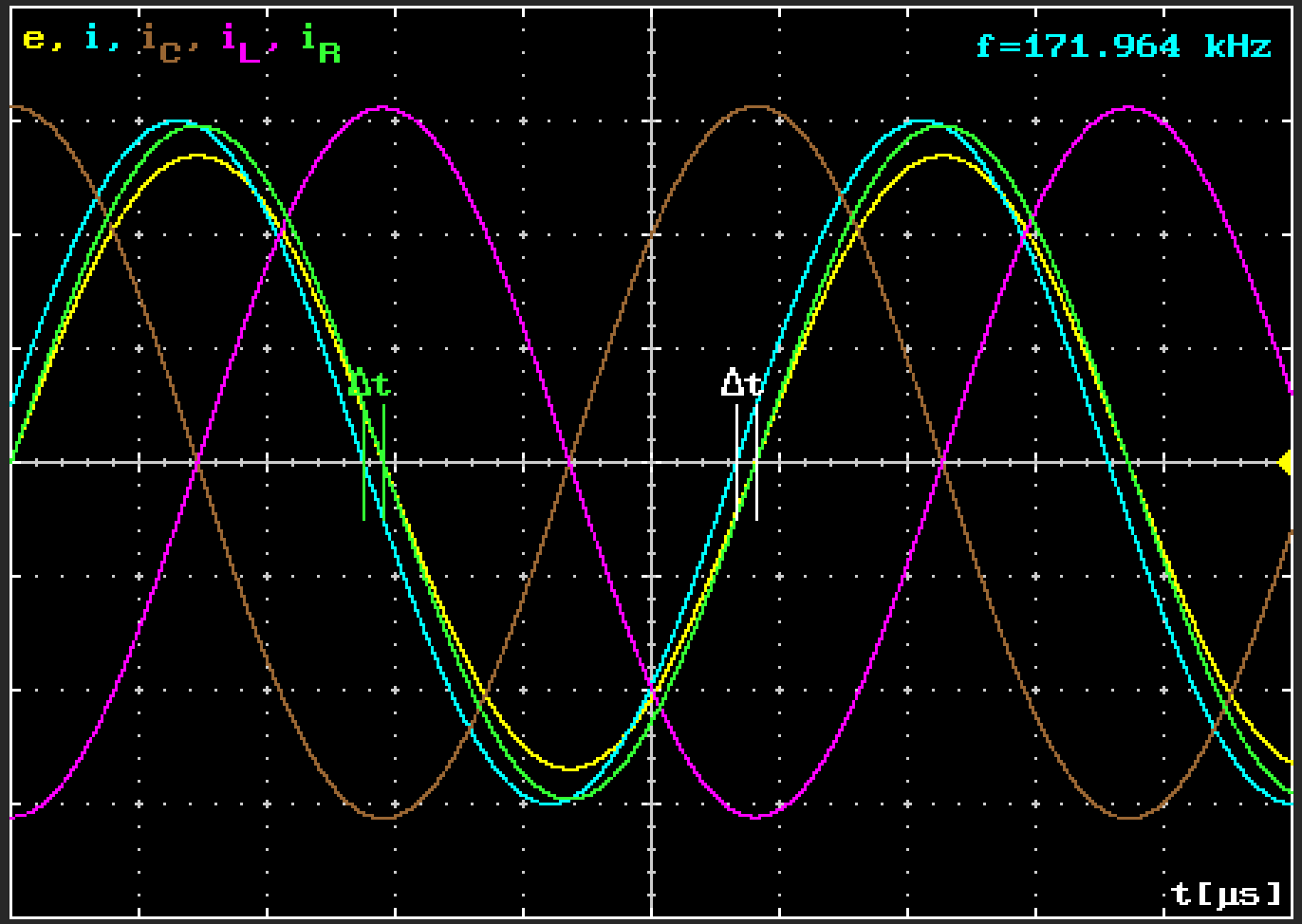
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.917 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.22892 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.25383 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+9.56°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

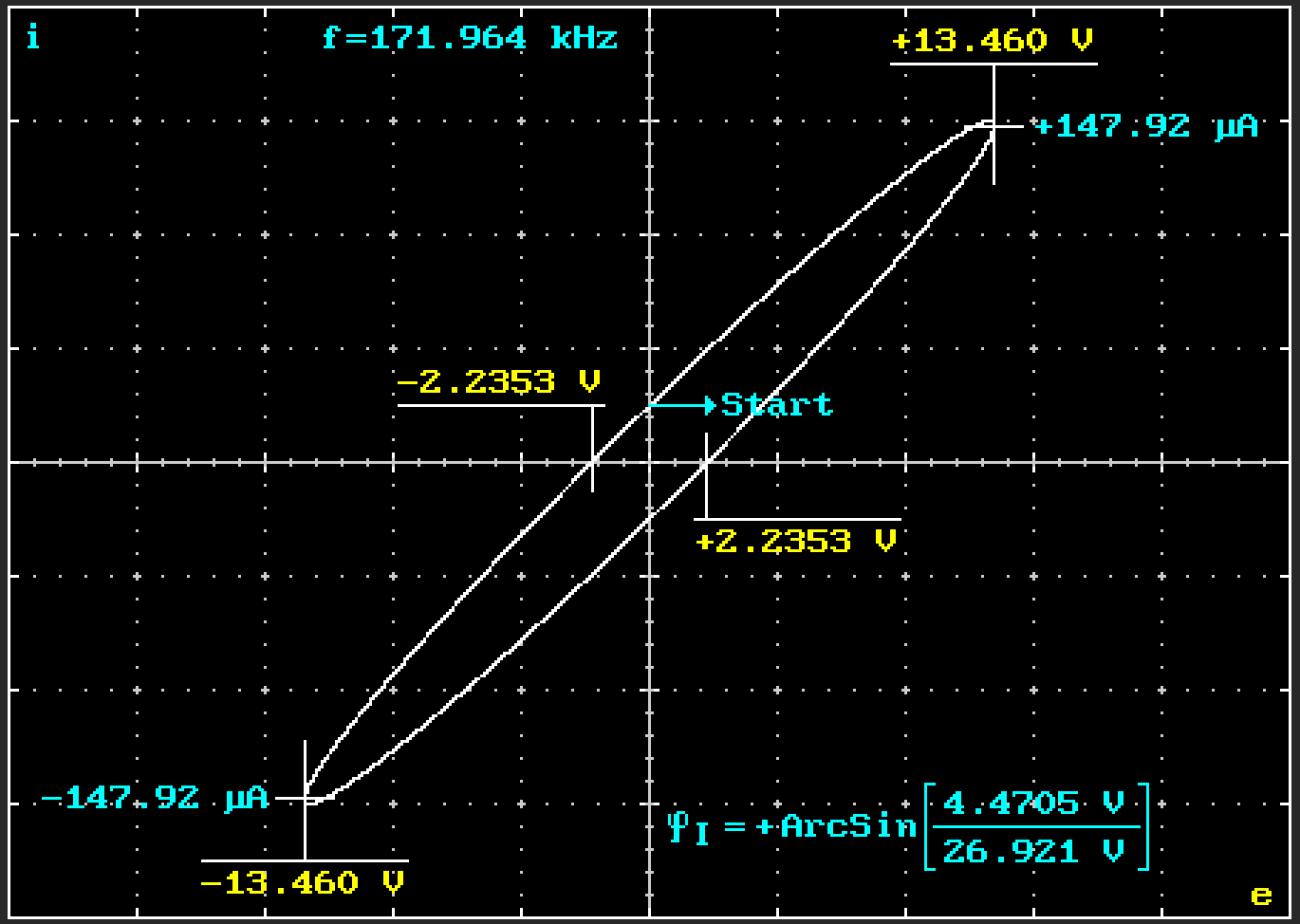
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC05

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.917 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.22892 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.25383 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+9.56°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ =

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

A soros RLC áramkör (f_0 = 183.776 kHz)

vizsgálata kilenc $(1 \pm p[\%]/100)\times f_0$ frekvencián:

-10.0%, -2.00%, -0.50%, -0.10%, *(rezonancia előtt)*

0,0%, *(az RLC áramkör által felvett áram rezonanciája)*

+0.10%, +0.50%, +2.00%, +10.0%, *(rezonancia után)*

Főcímlap + 9x11 = 99 oszcillogram - [276..375]

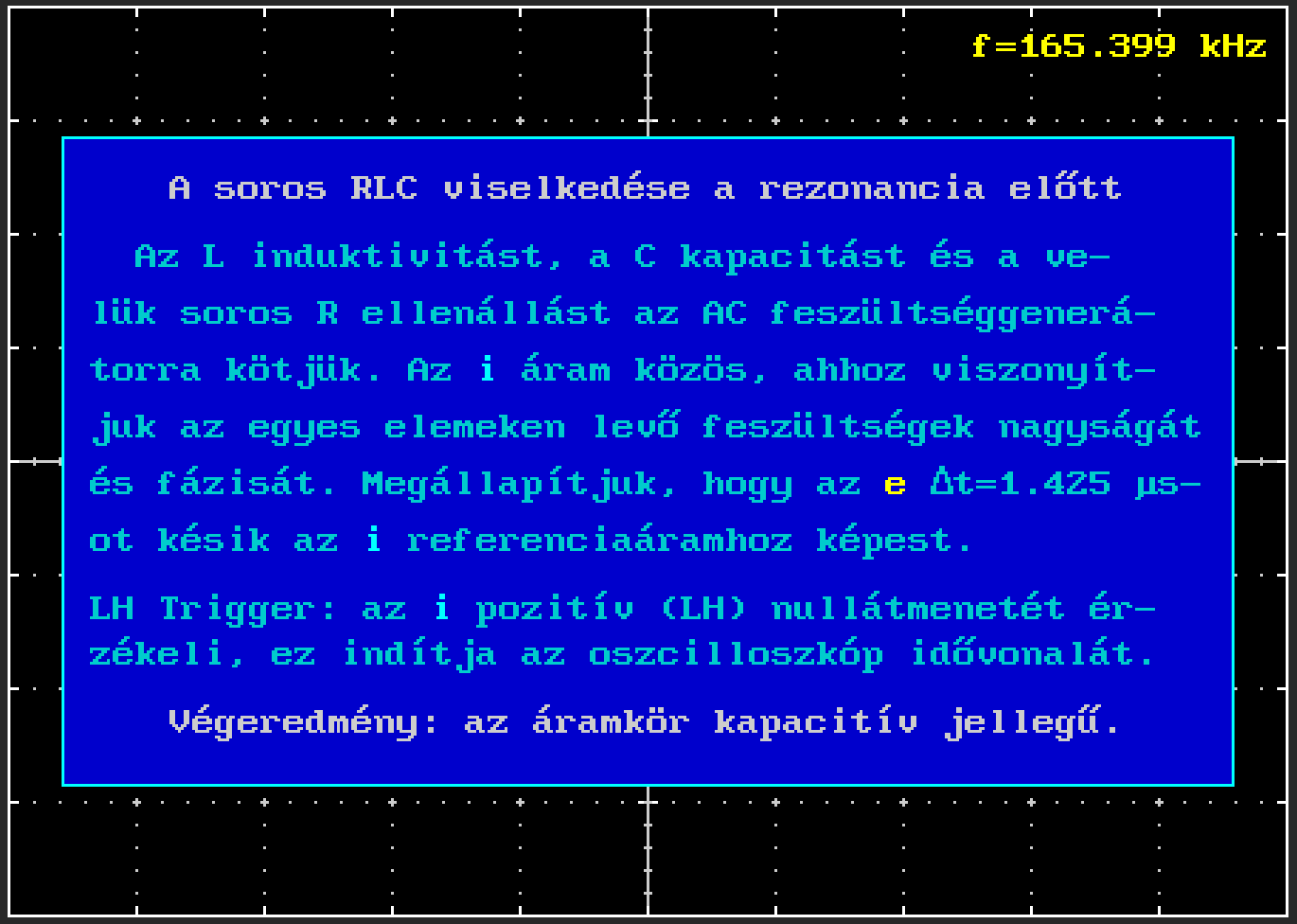
0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4
0.1	5	0.2	0.2	50
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]

1
t[µs/div]

277

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

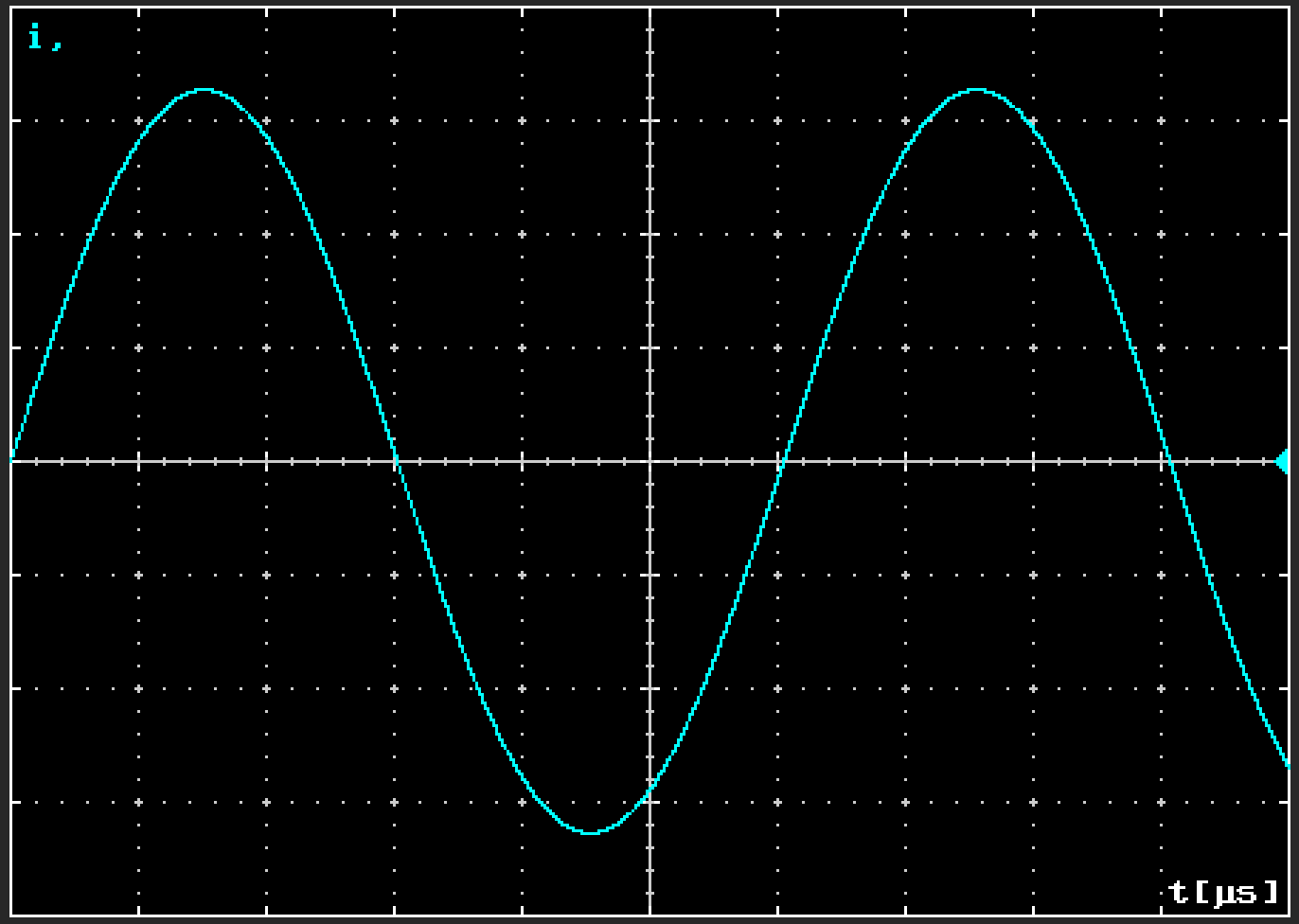
1

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

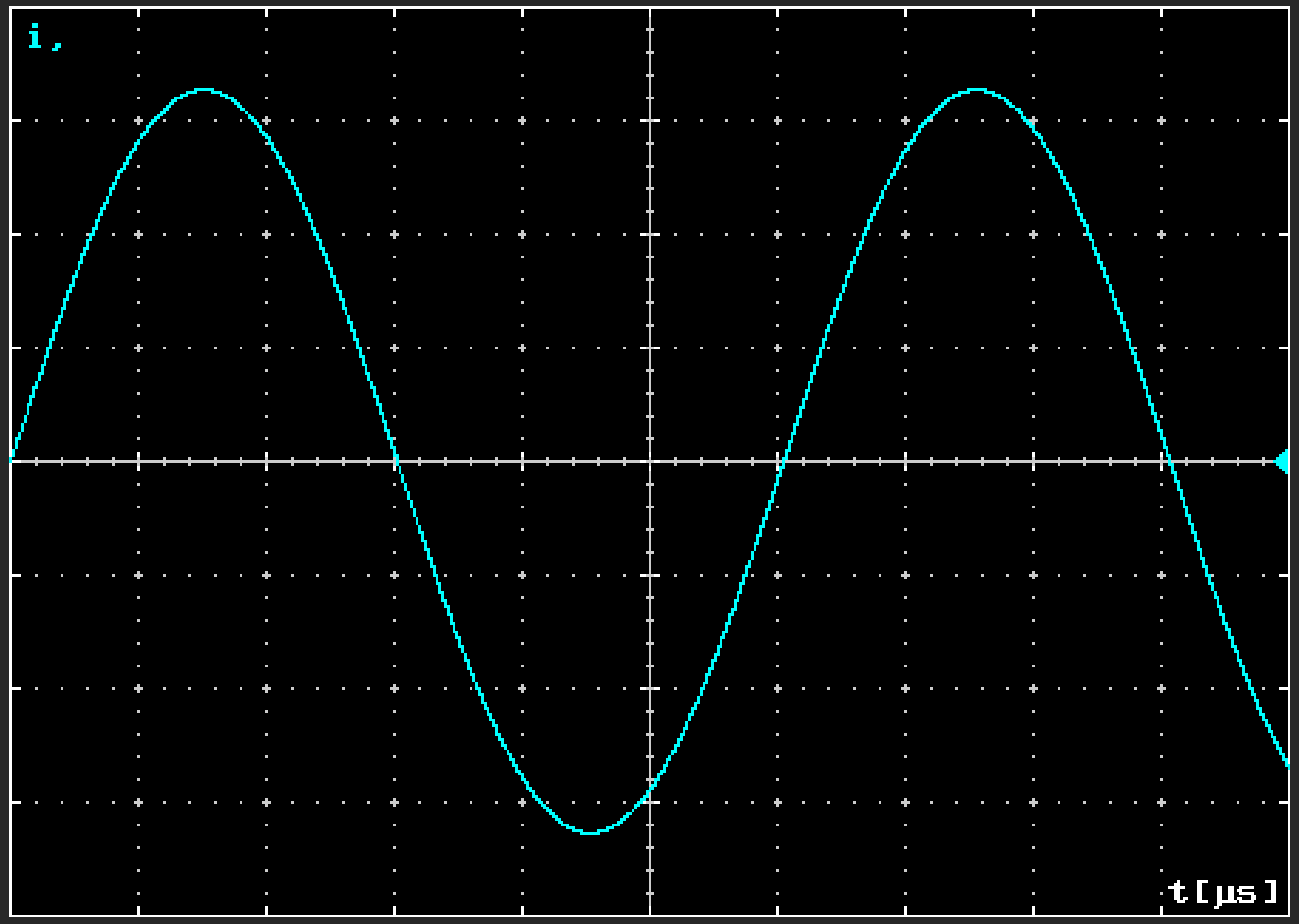
0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

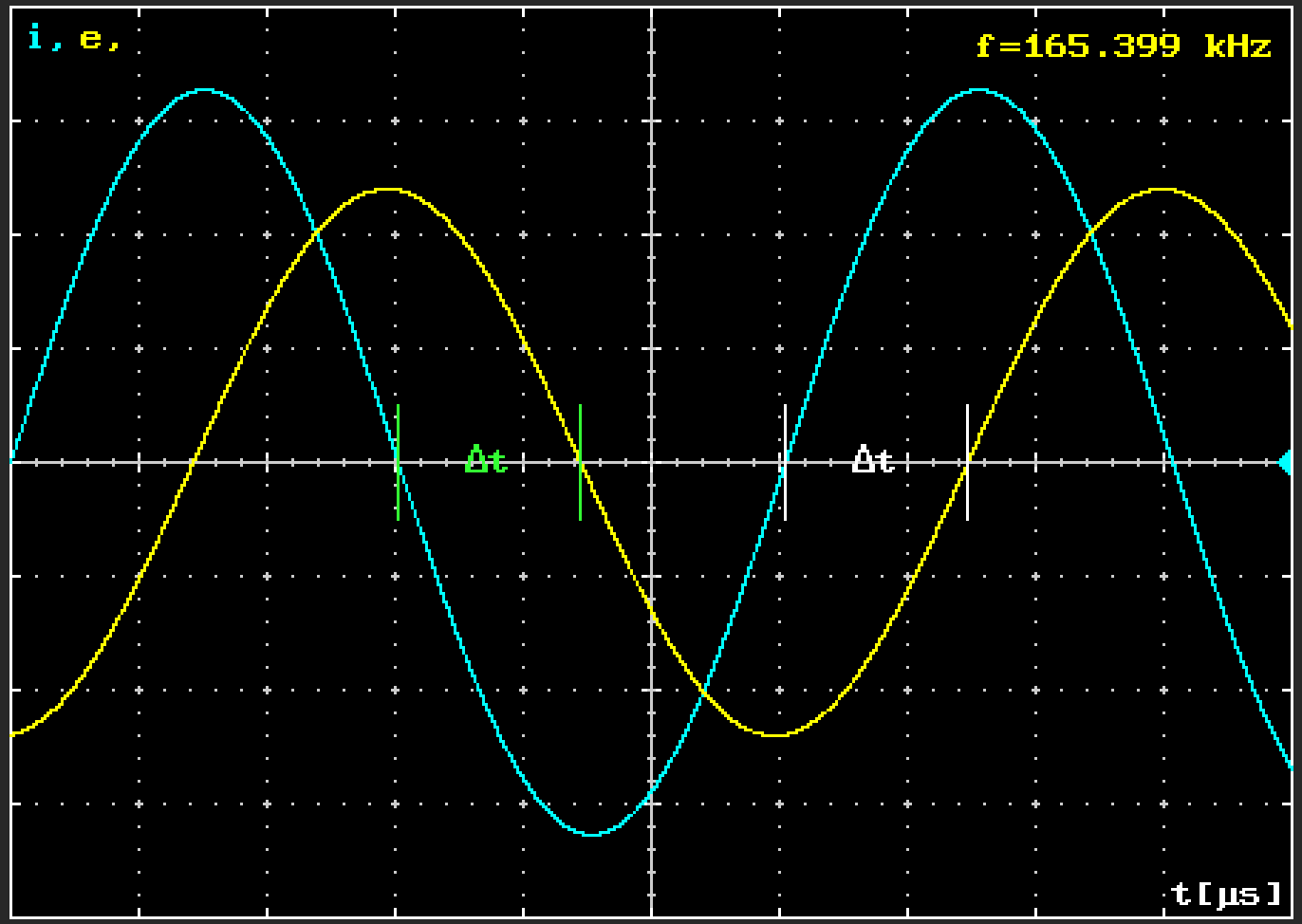
0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=−84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

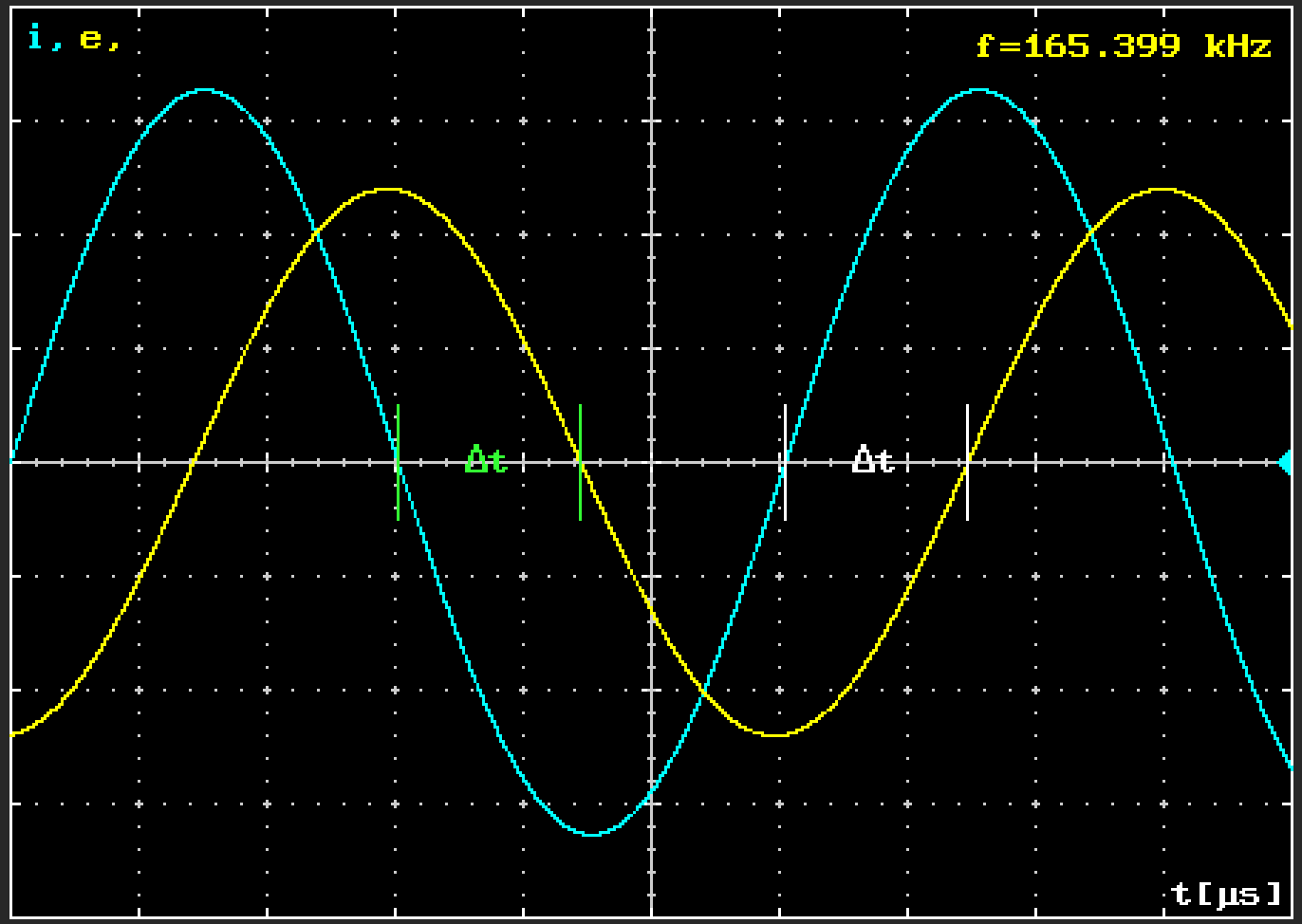
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=−84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

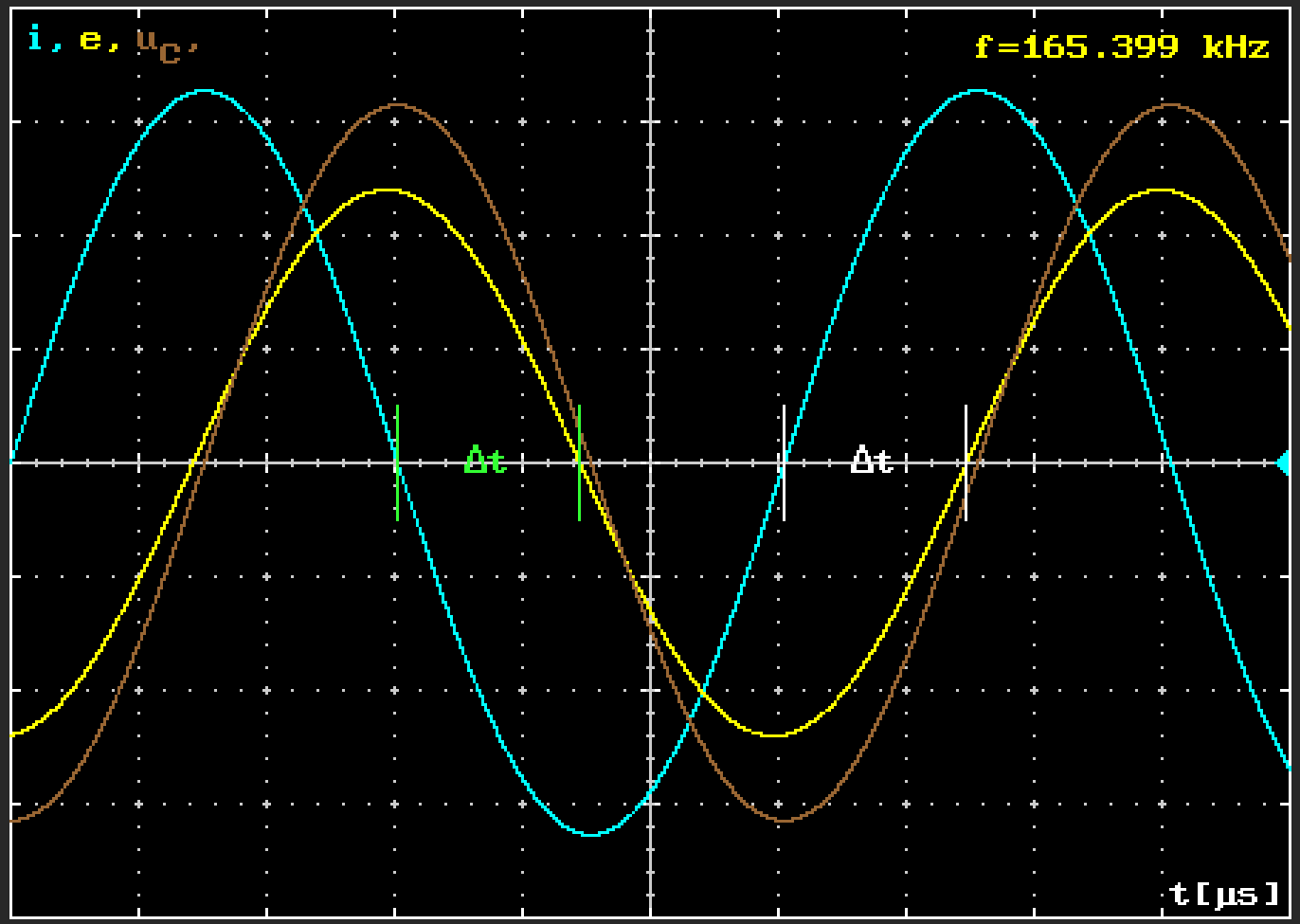
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 367.1 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	
U_C	629.033 mV; φ_C=-90°
E_0	120 mV; φ_E=-84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

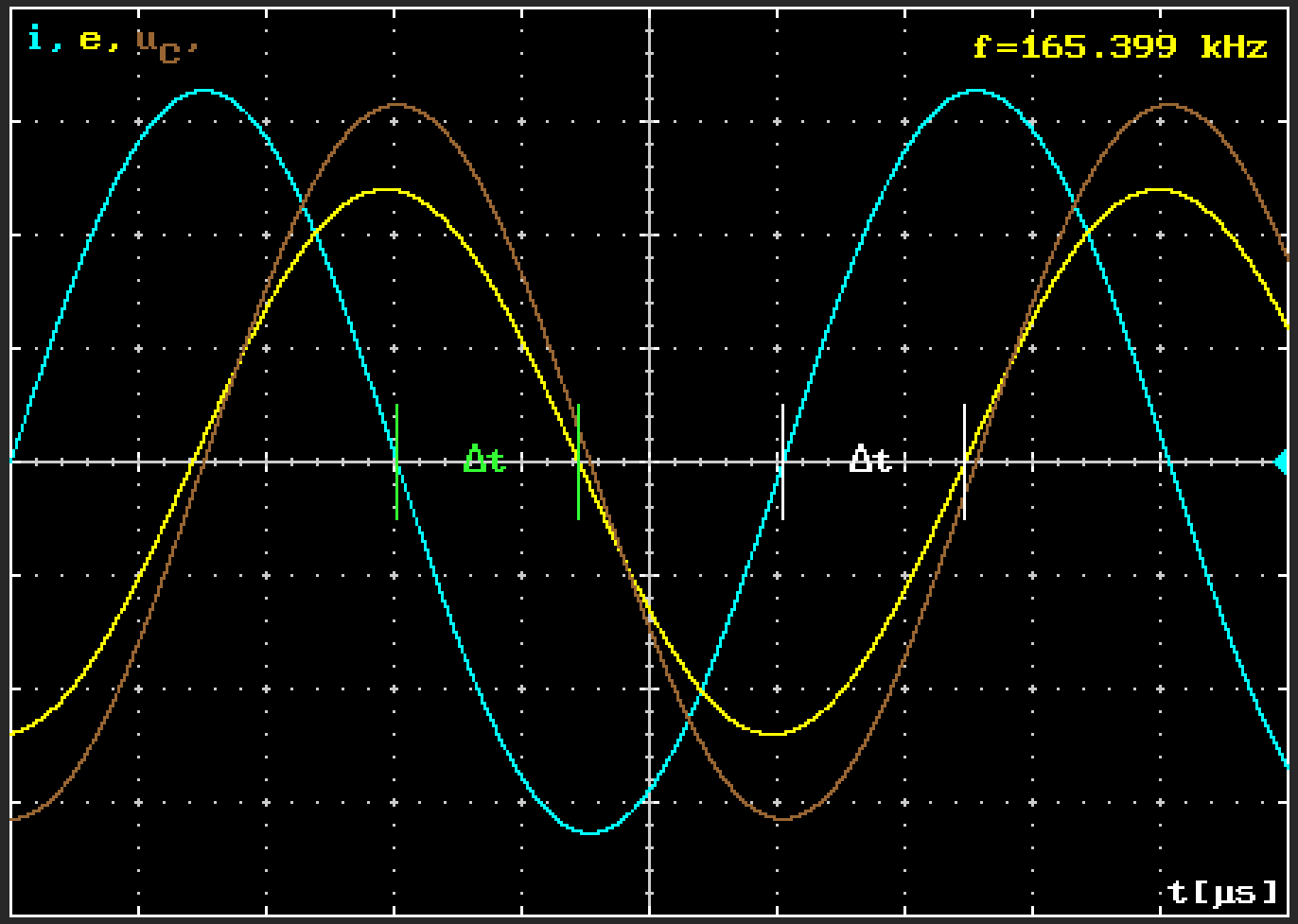
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C 629.033 mV; φ_C=-90°

E_0 120 mV; φ_E=-84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

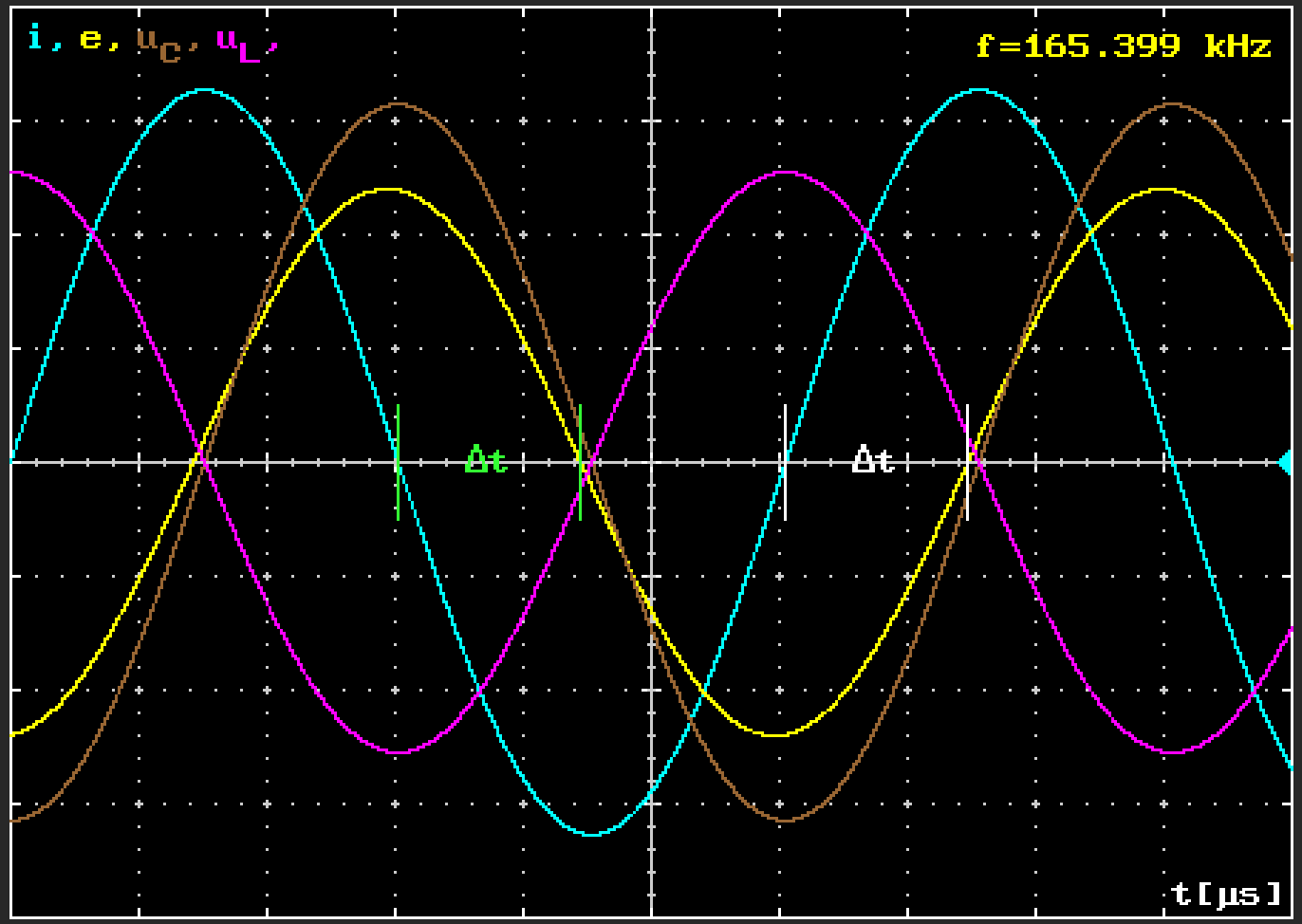
0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	509.519 mV; φ_L=+90°
U_C	629.033 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=−84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

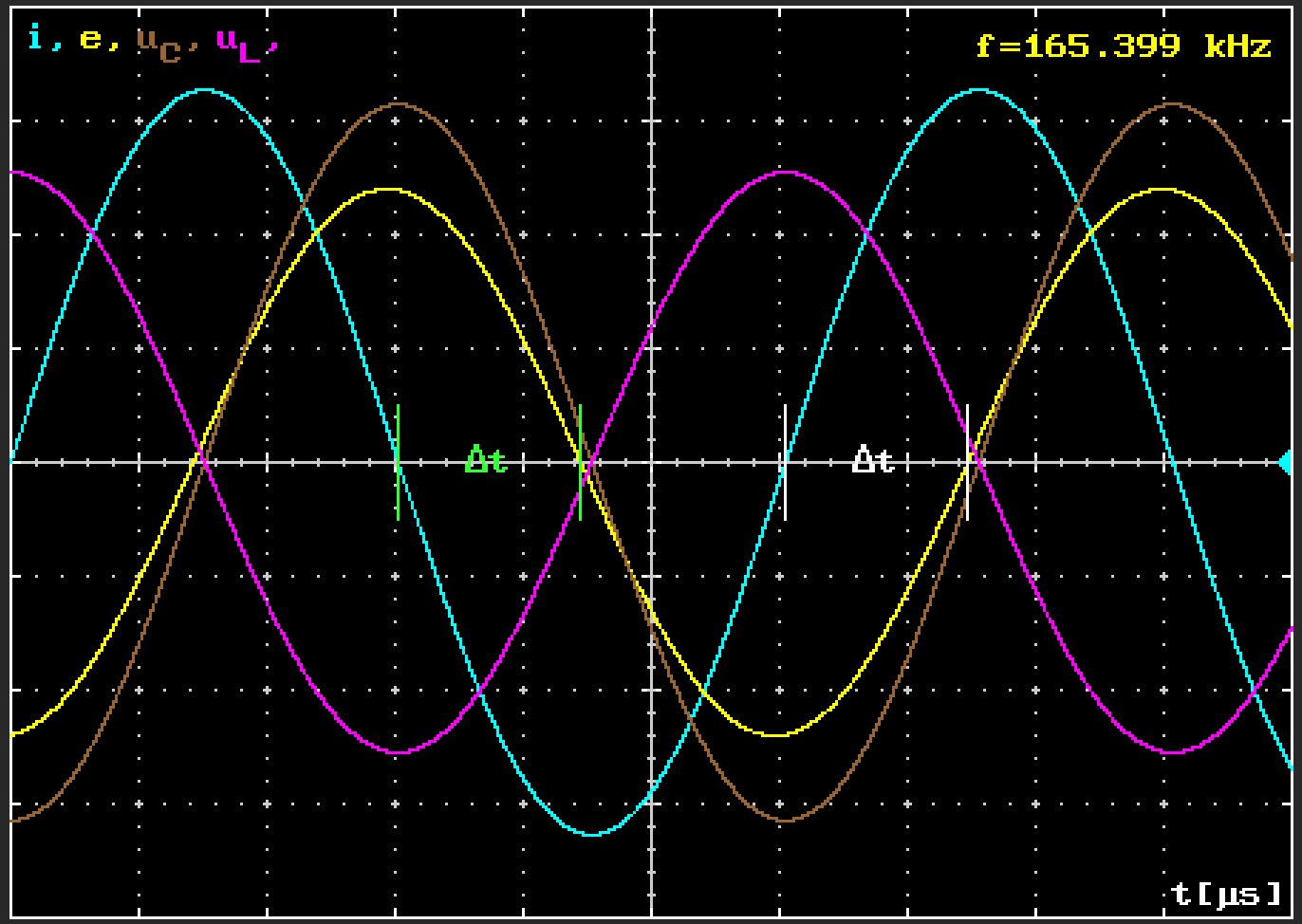
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	509.519 mV; φ_L=+90°
U_C	629.033 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=−84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

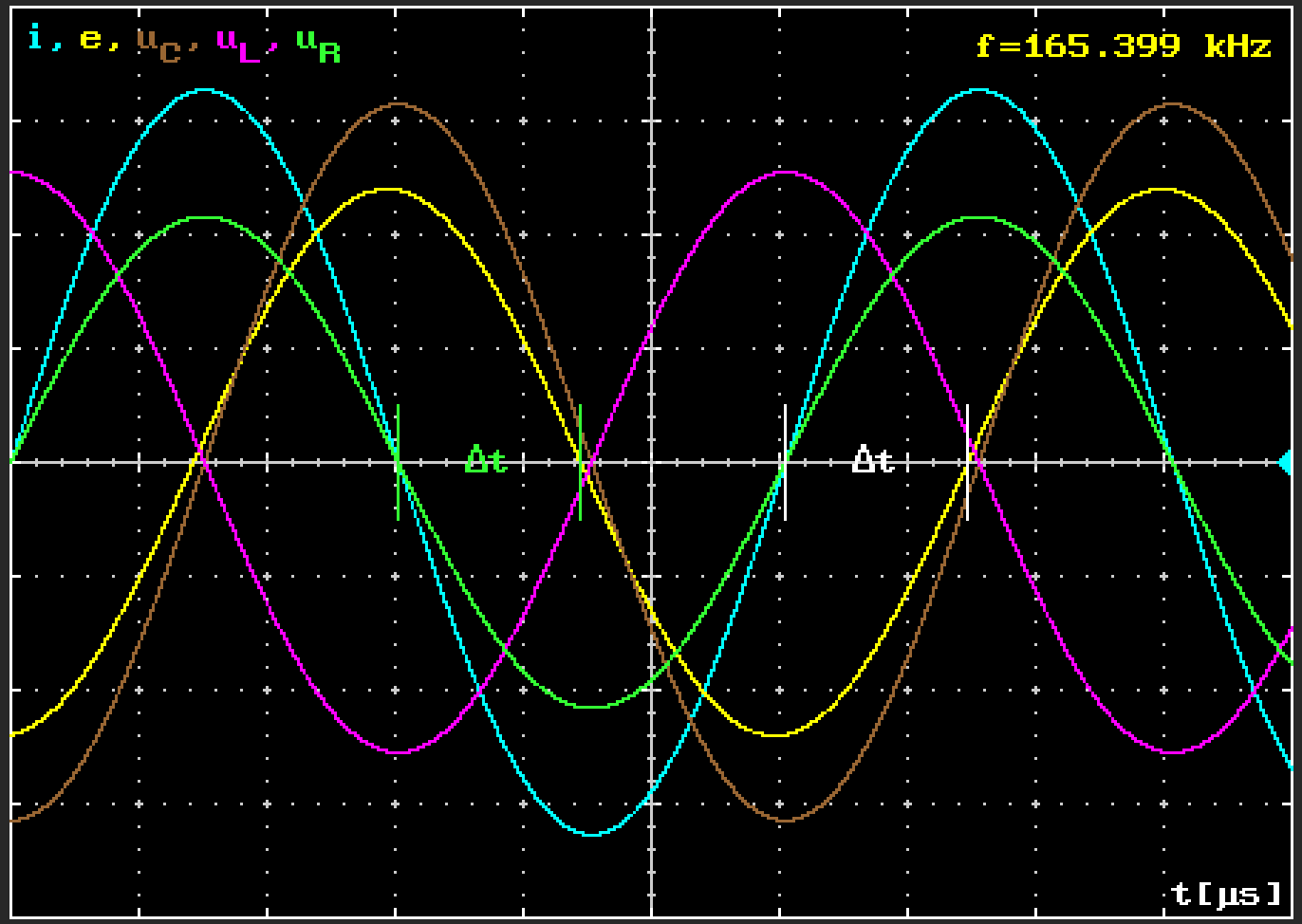
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	10.7862 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	509.519 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	629.033 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-84.84°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

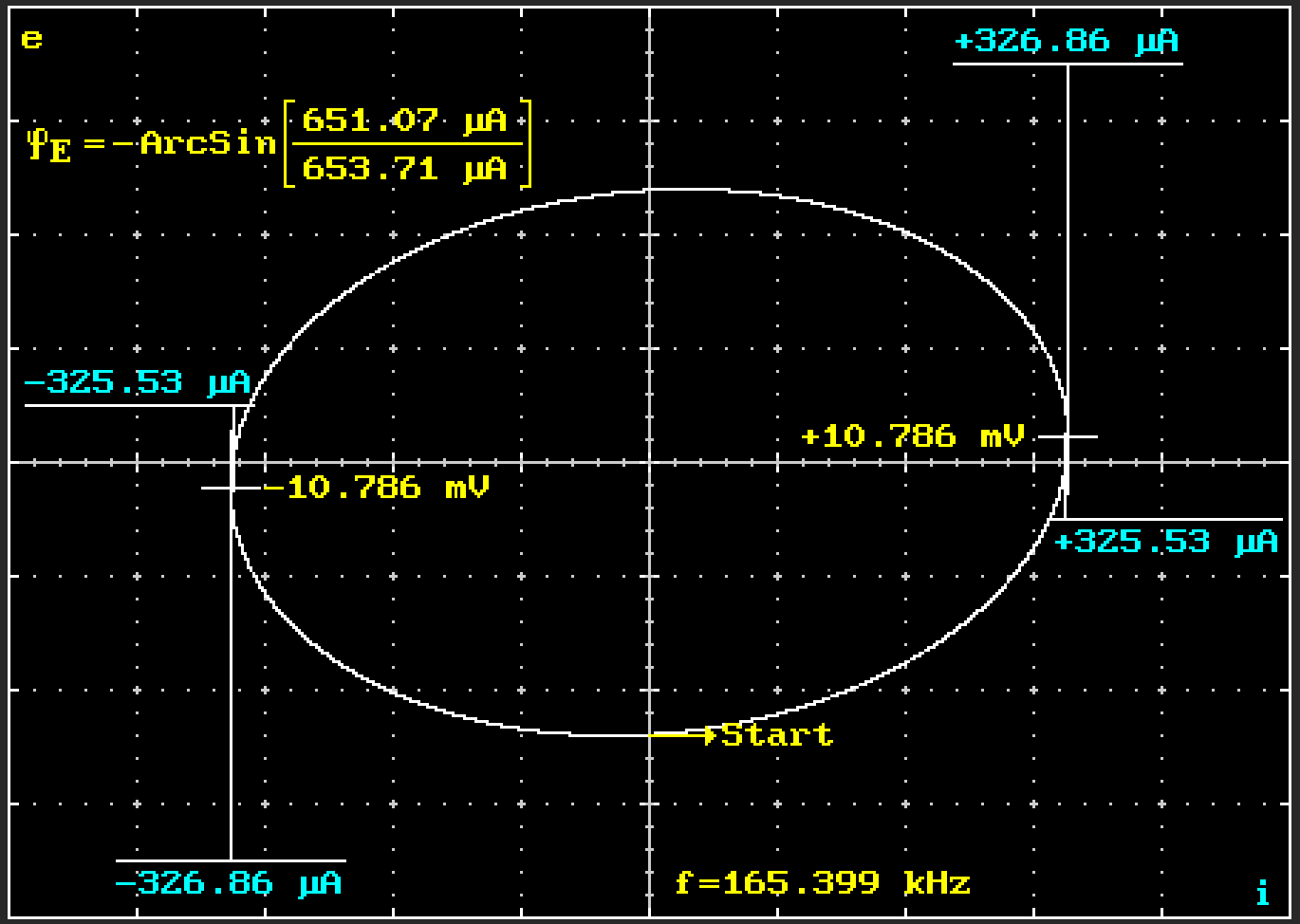
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	10.7862 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	509.519 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	629.033 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-84.84°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=180.101 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=998.7 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

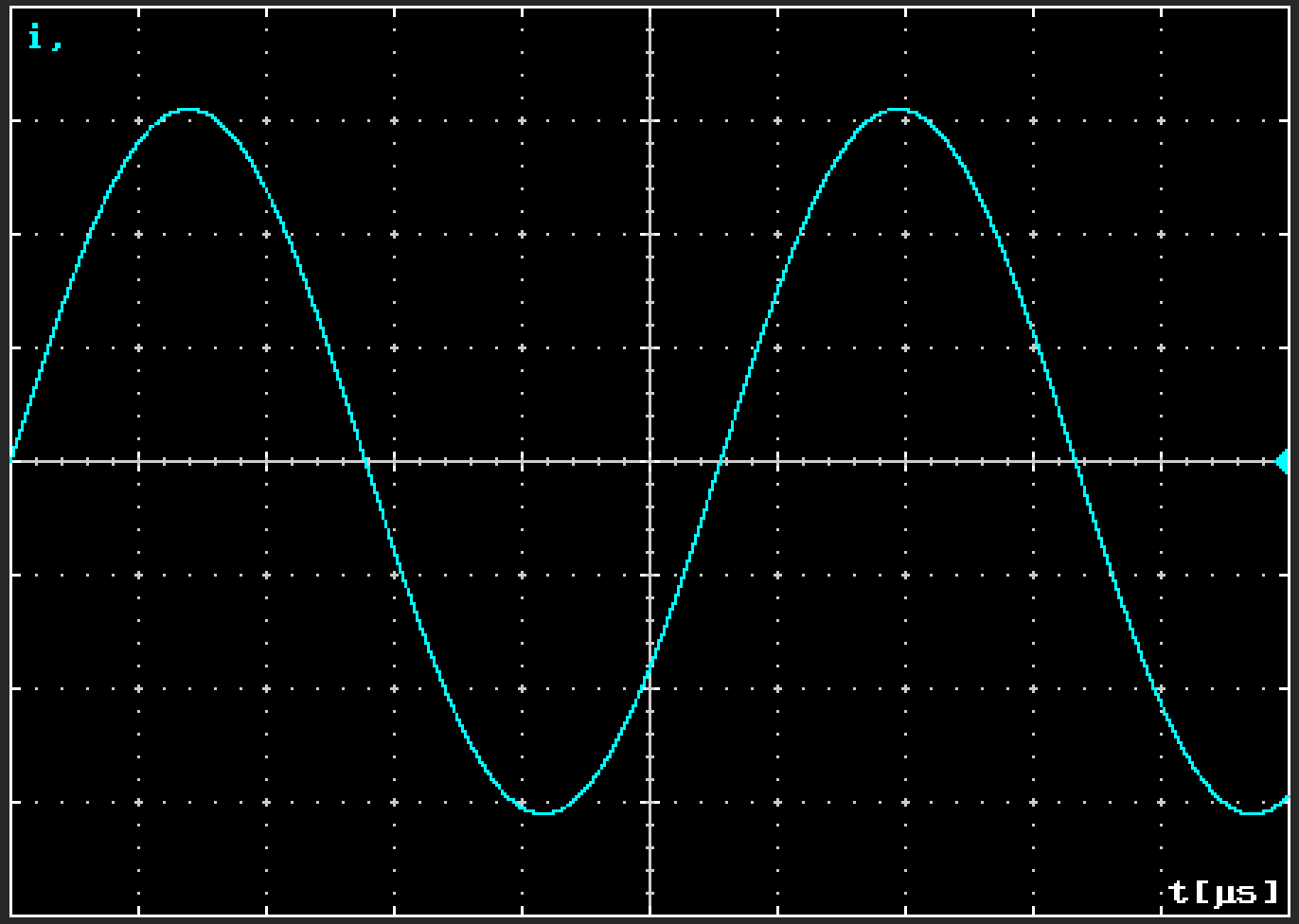
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

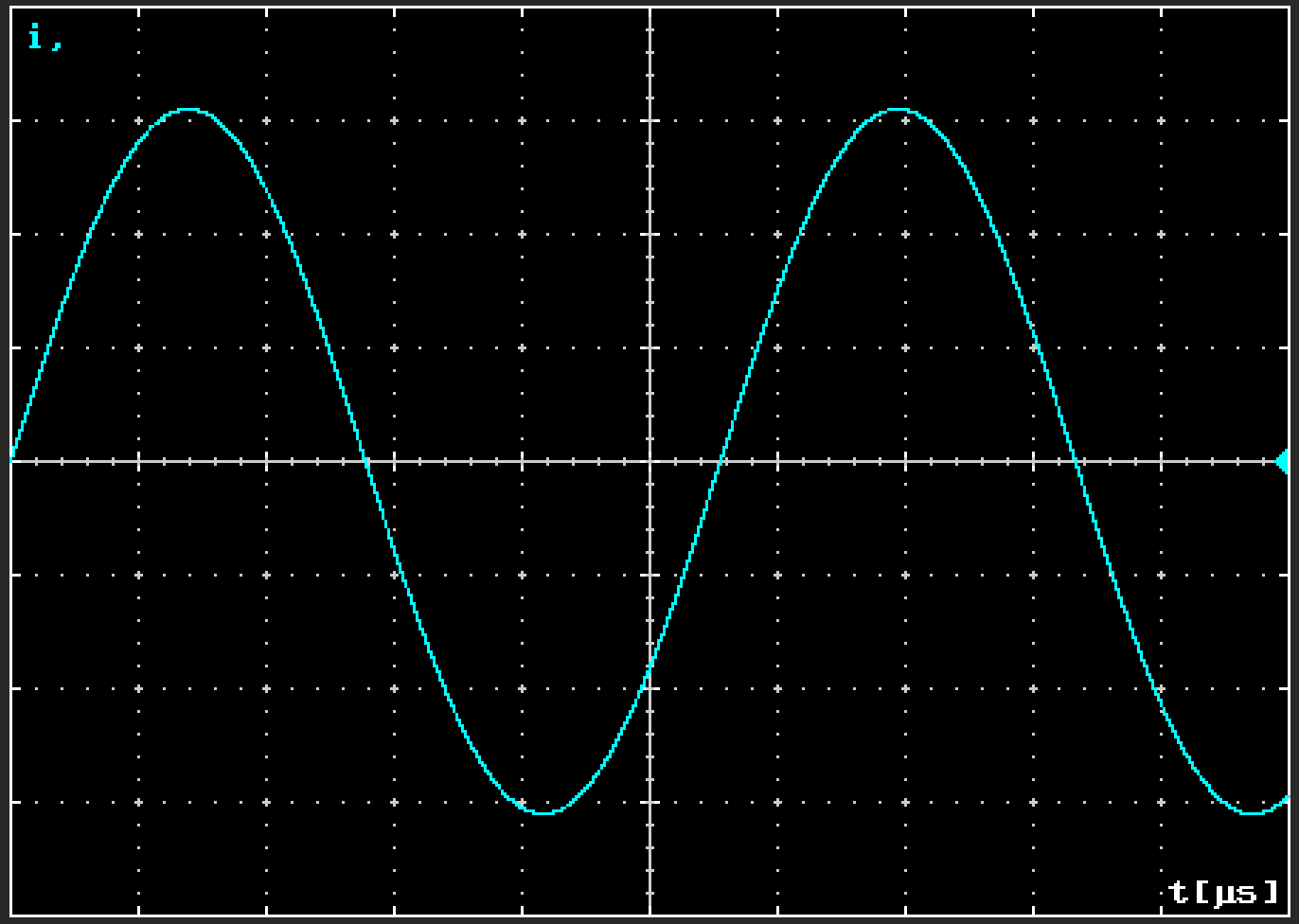
289

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

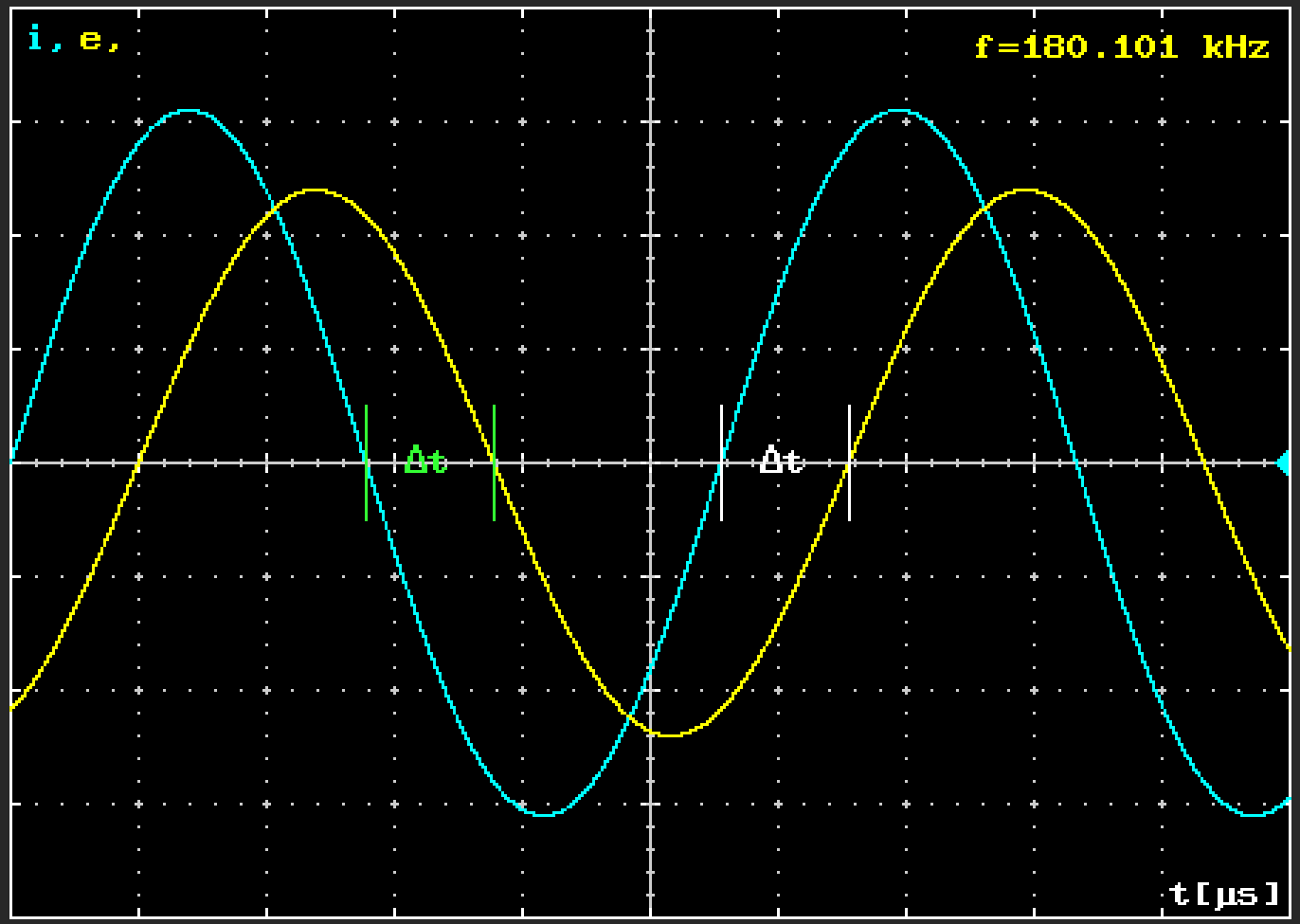
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

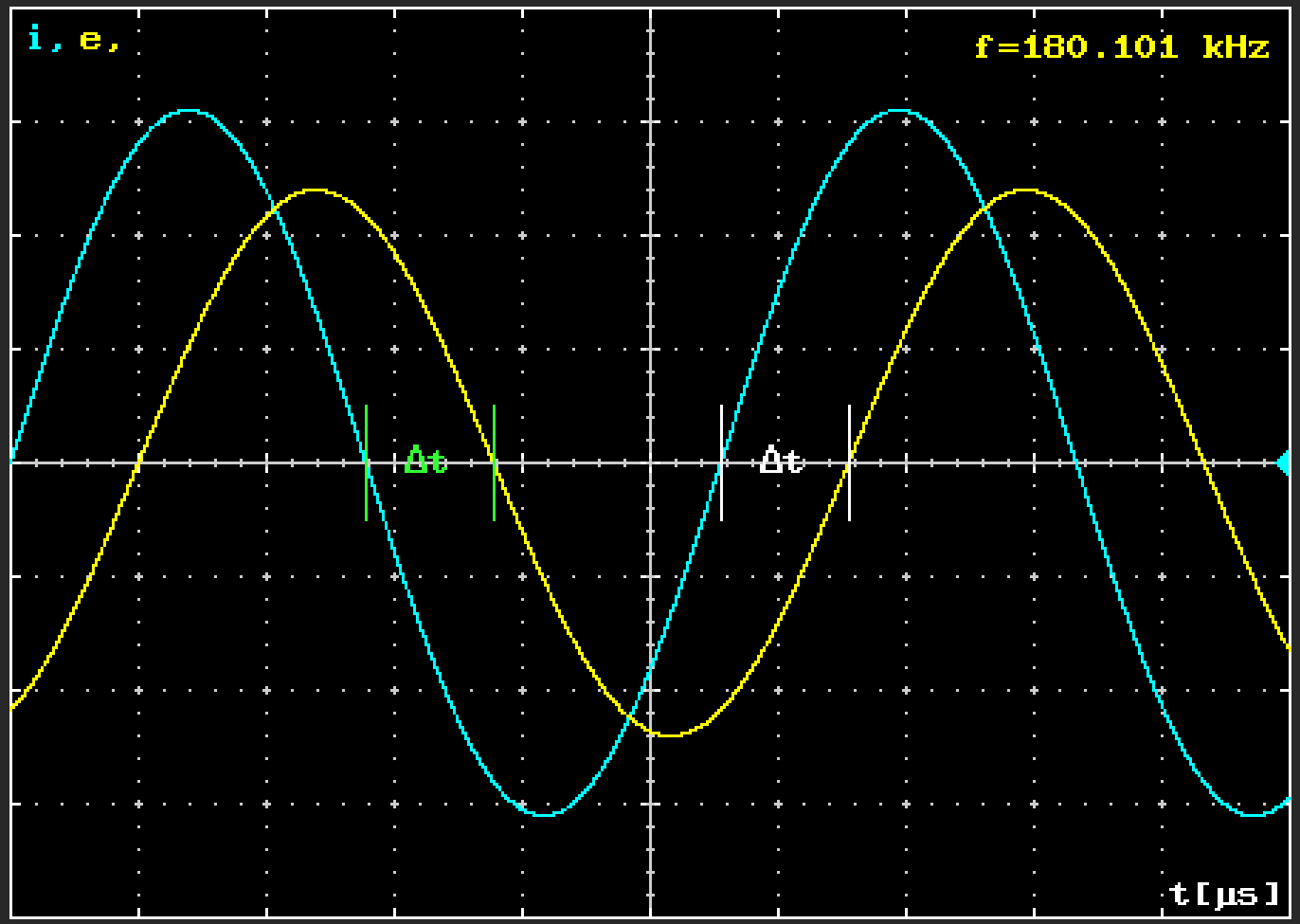
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

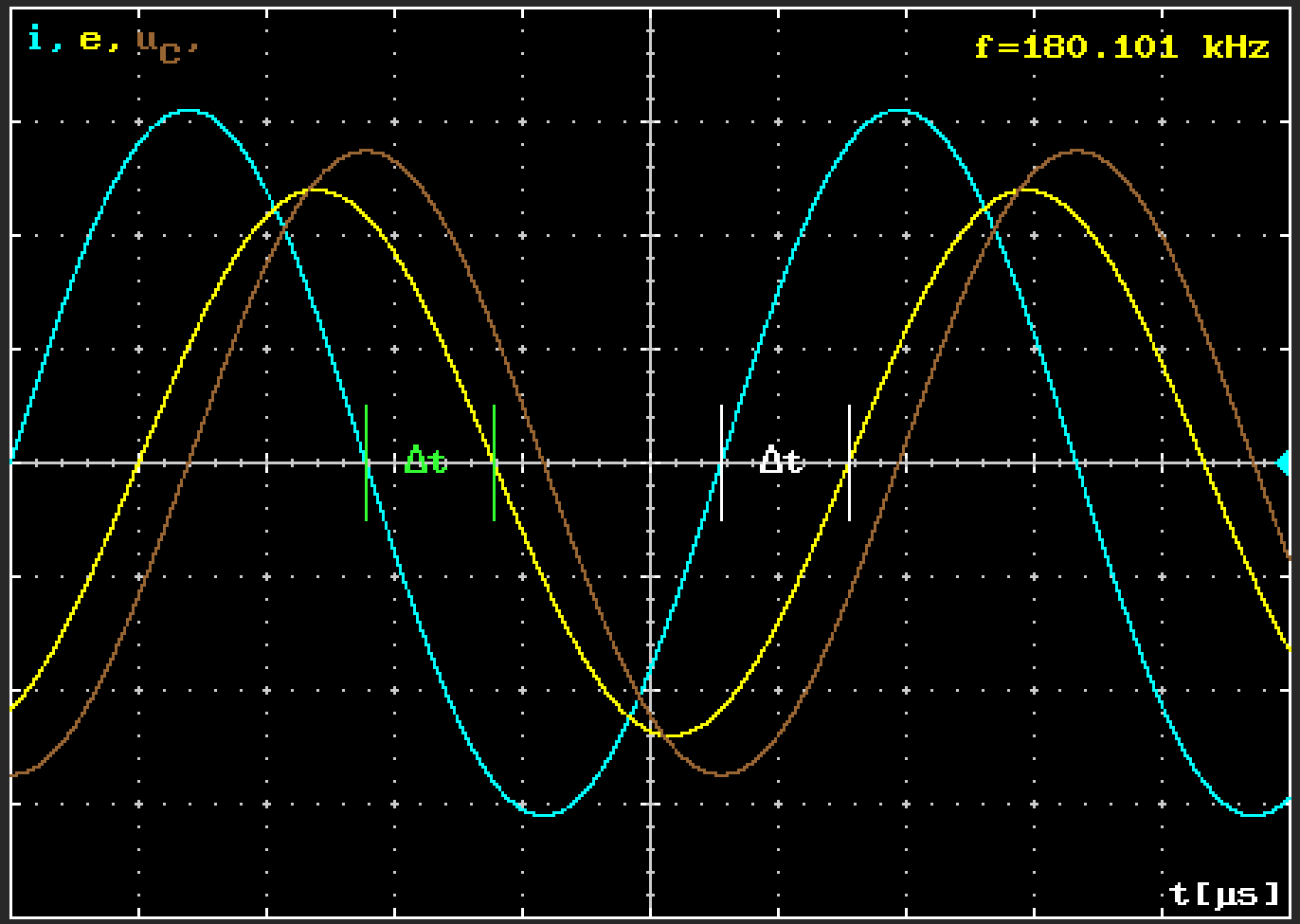
0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 2.74105 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

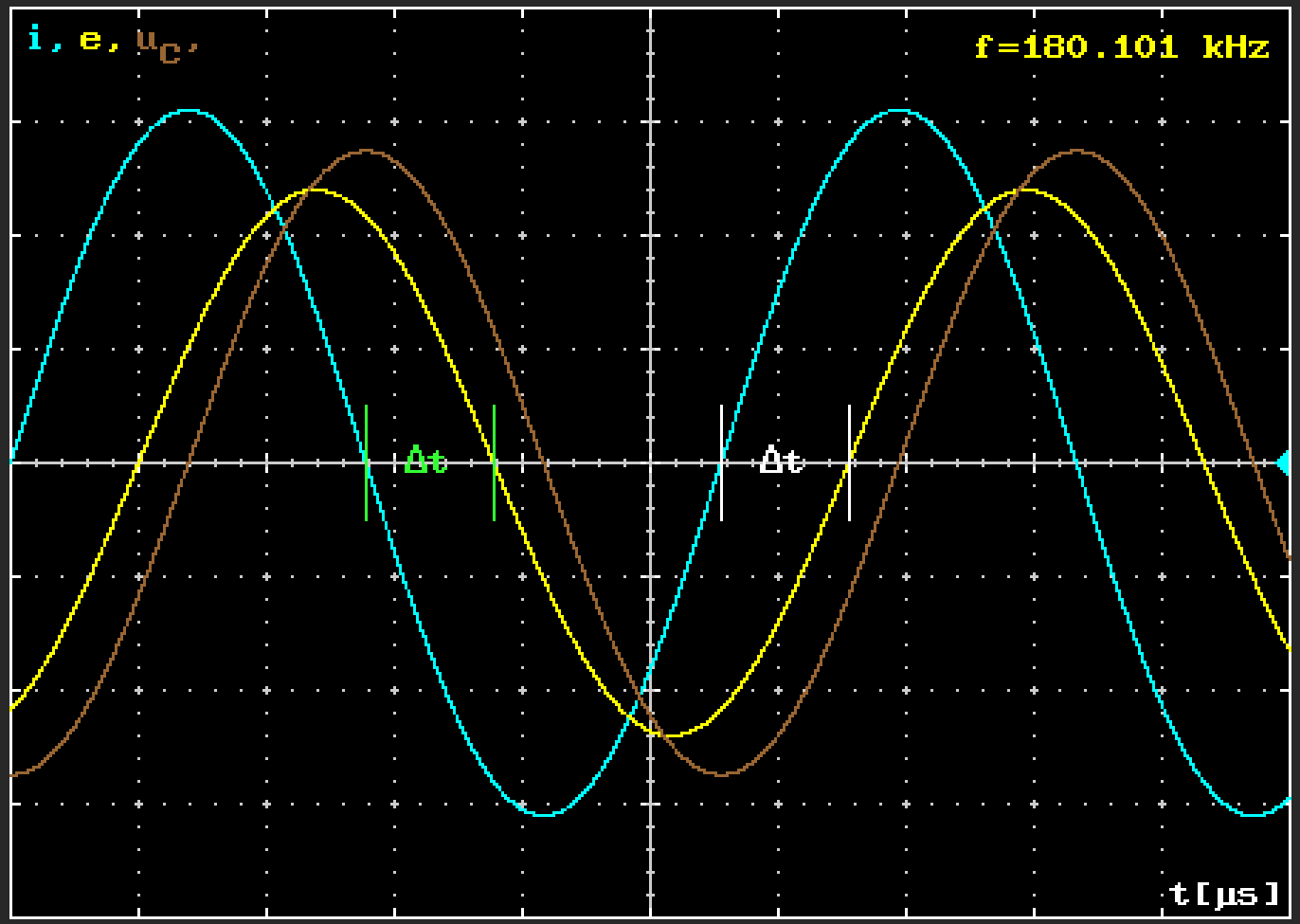
0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 2.74105 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

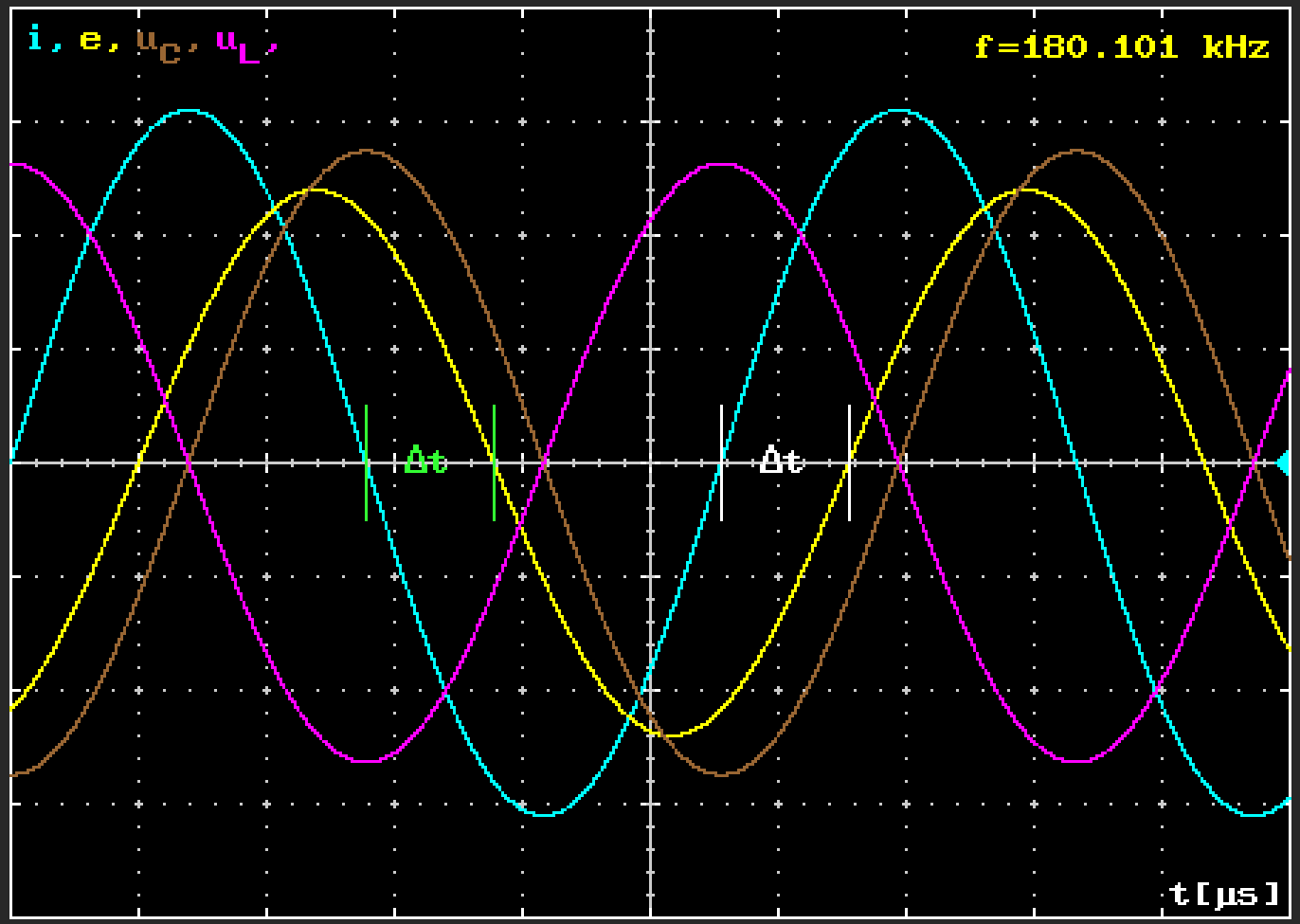
0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	2.63251 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.74105 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

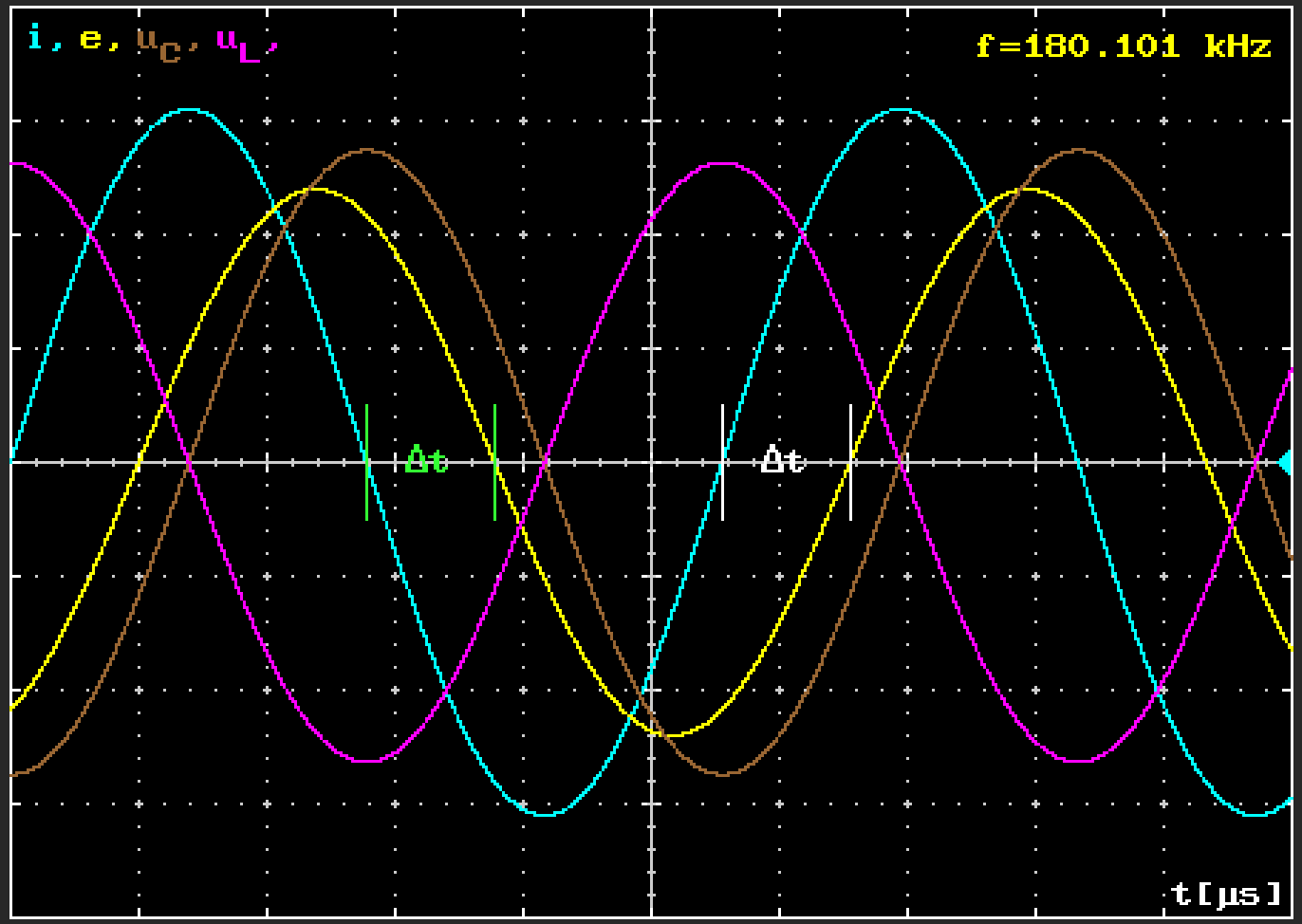
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L 2.63251 V; $\varphi_L=+90°$

U_C 2.74105 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

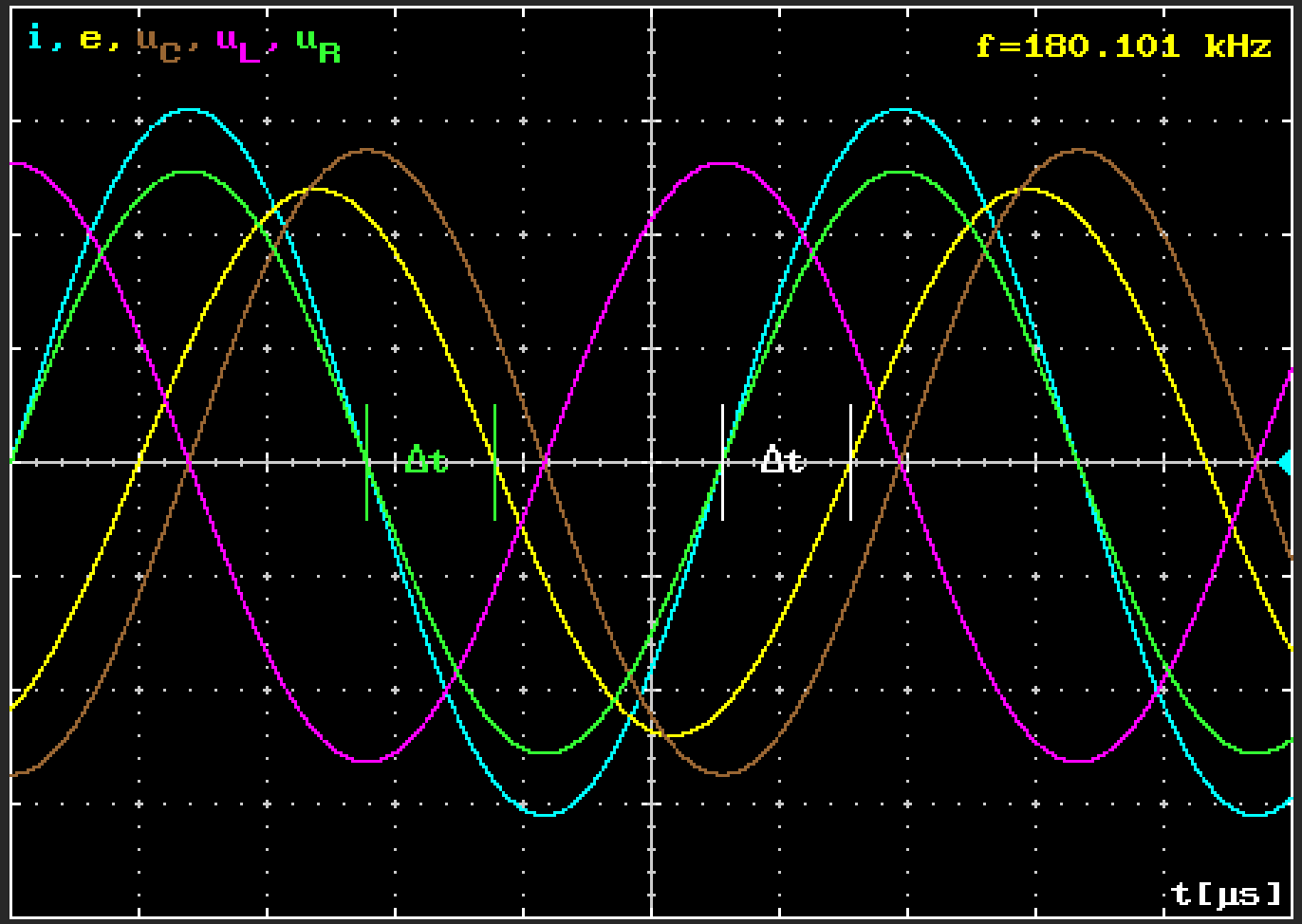
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	51.1795 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.63251 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.74105 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

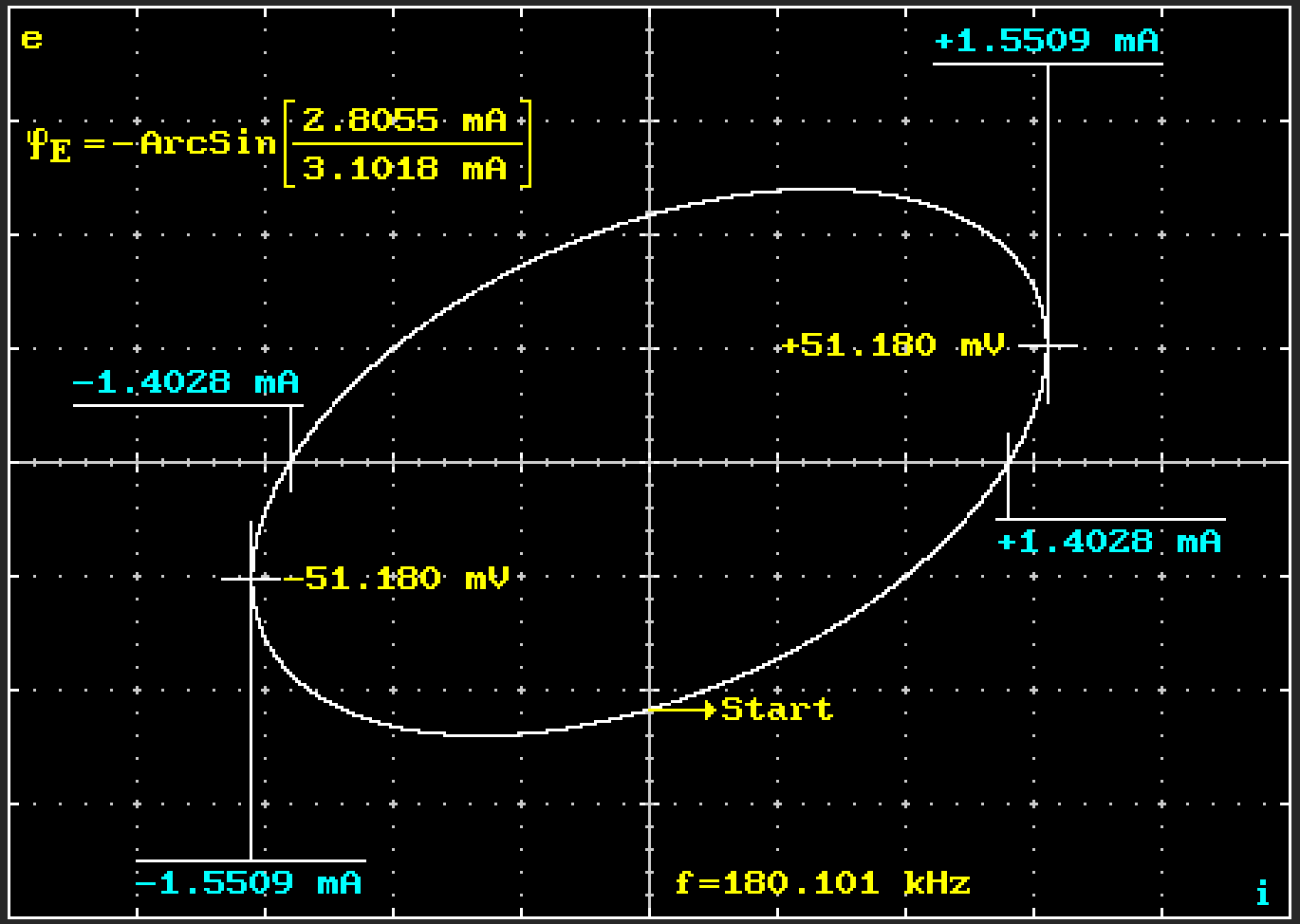
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	51.1795 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.63251 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.74105 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=182.857 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=421.8 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

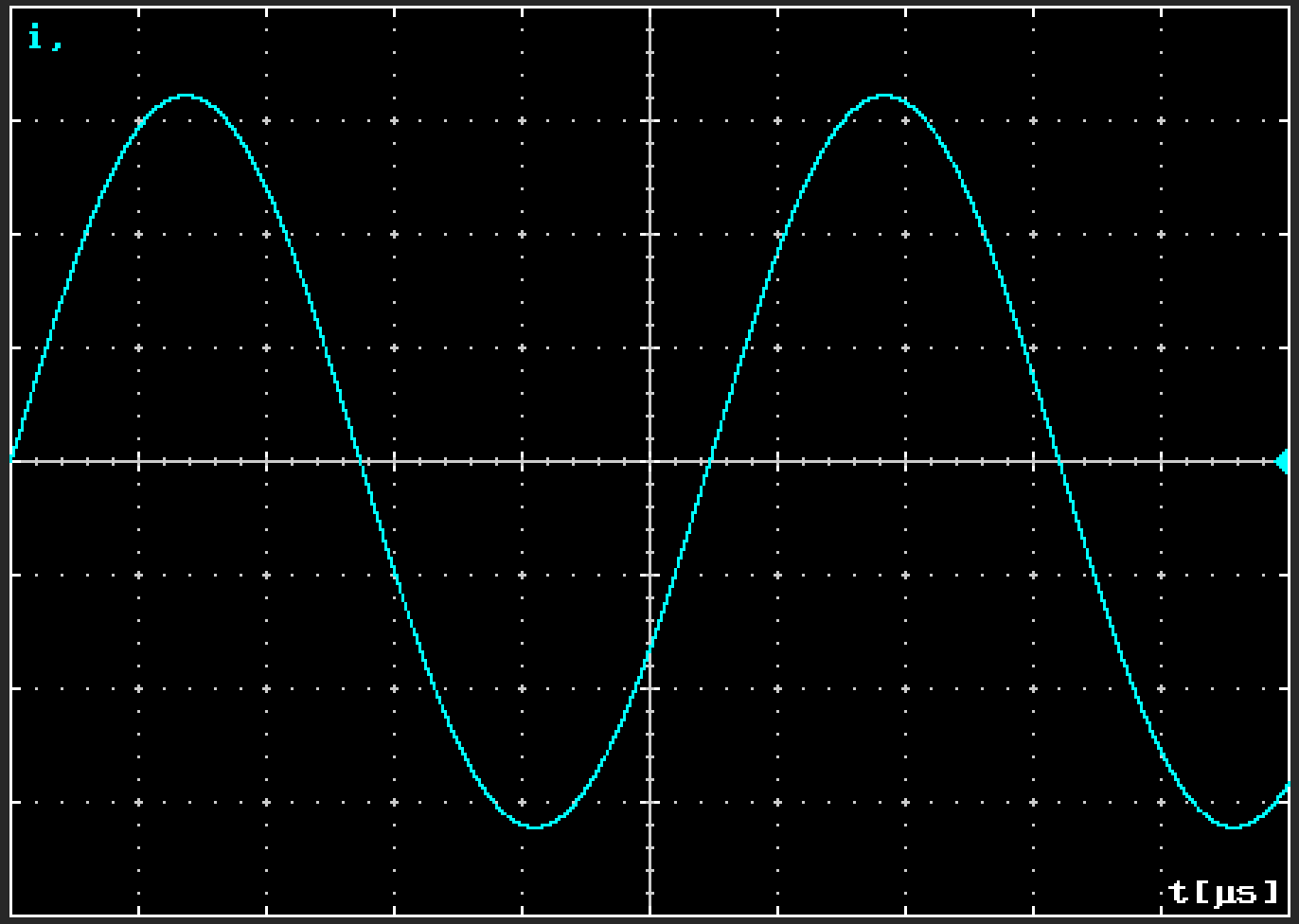
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

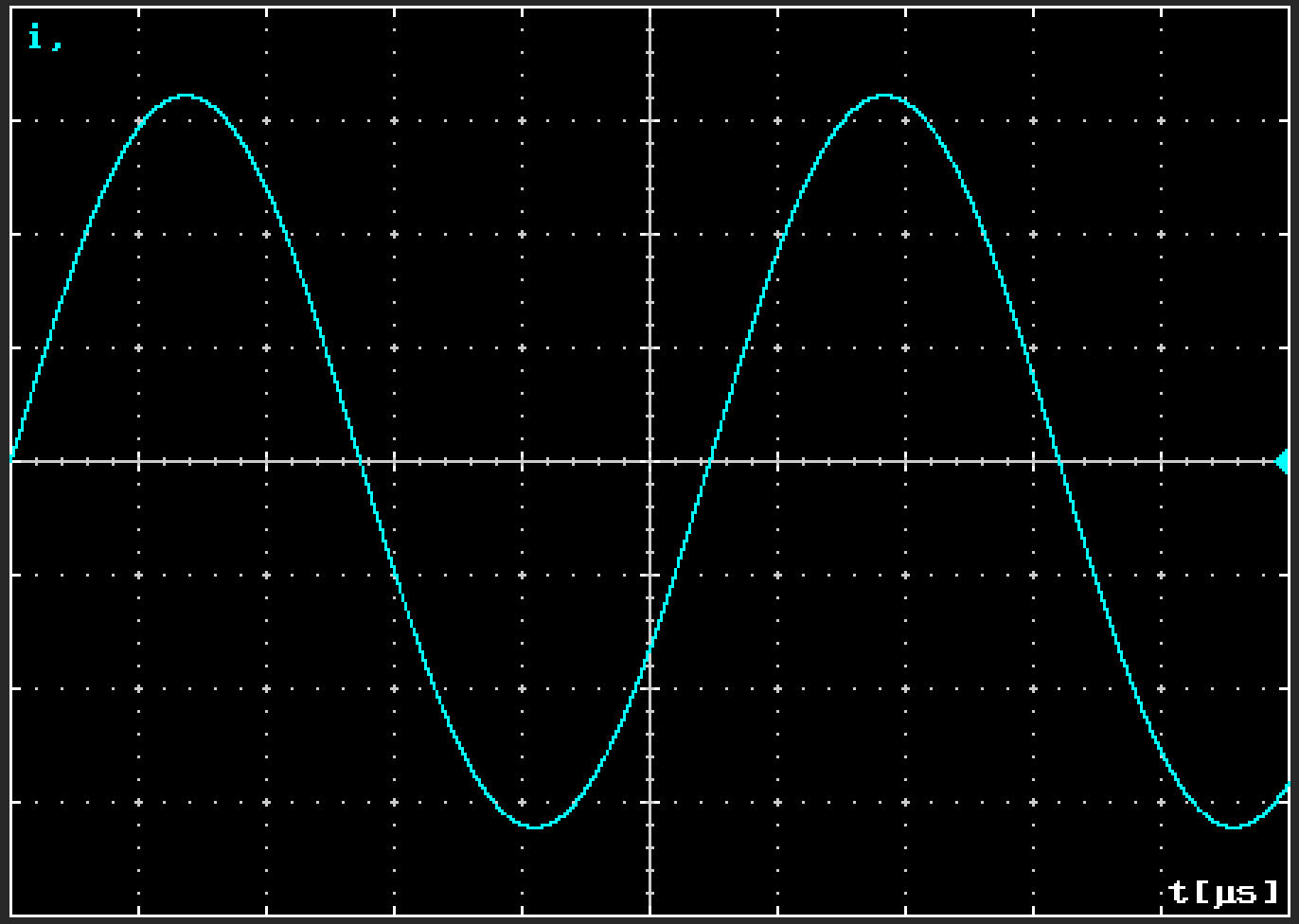
300

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

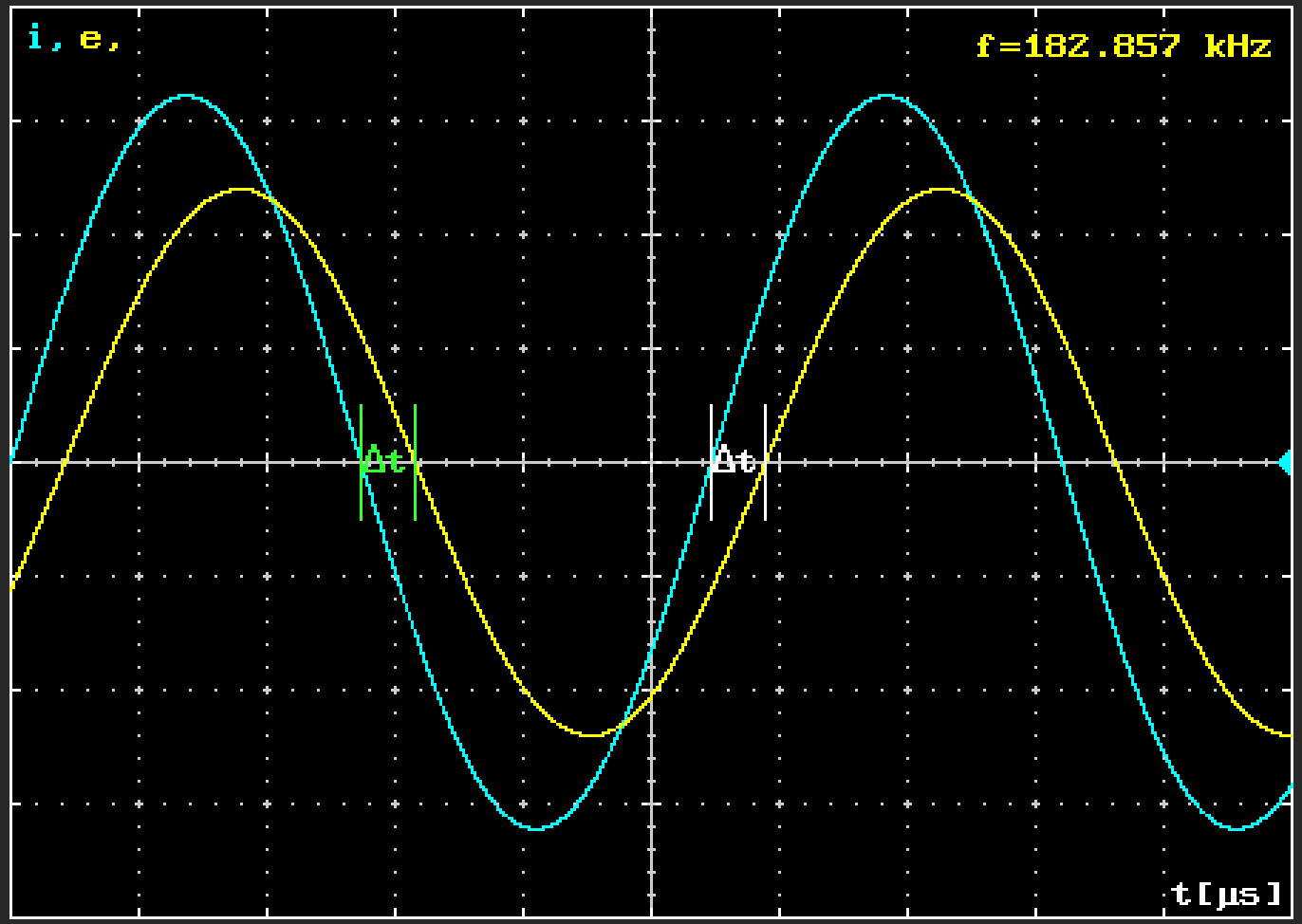
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

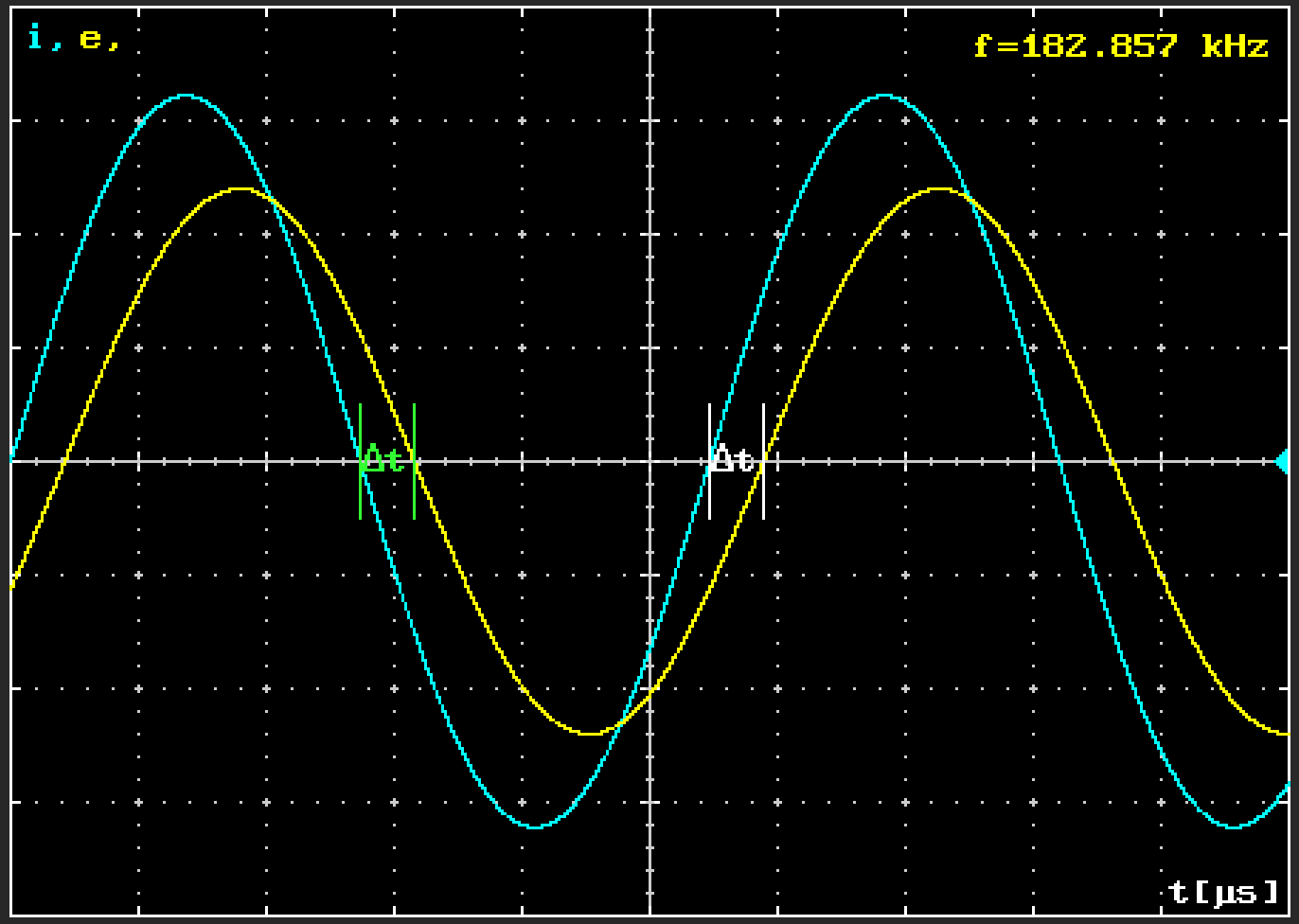
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

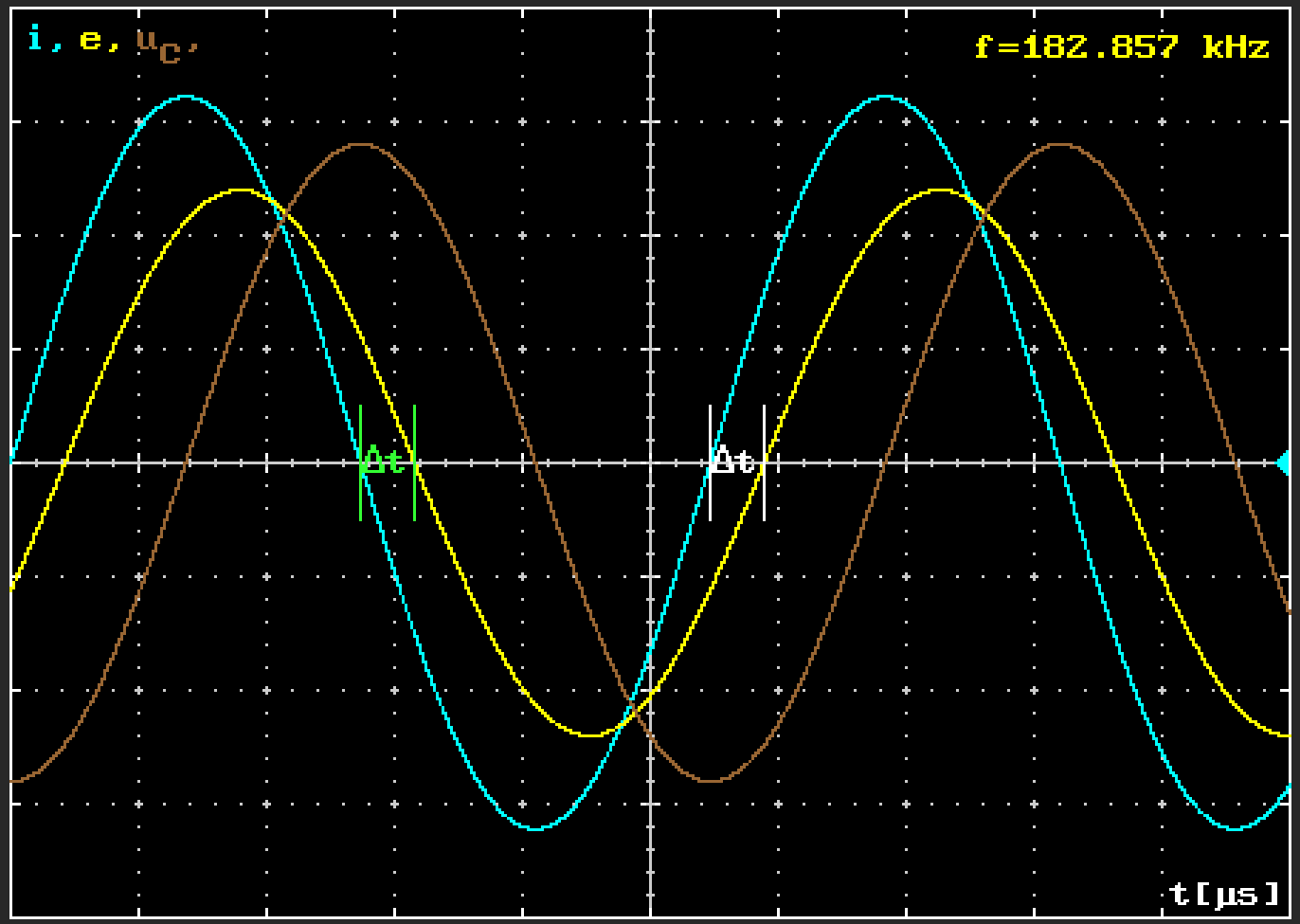
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 37.29 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

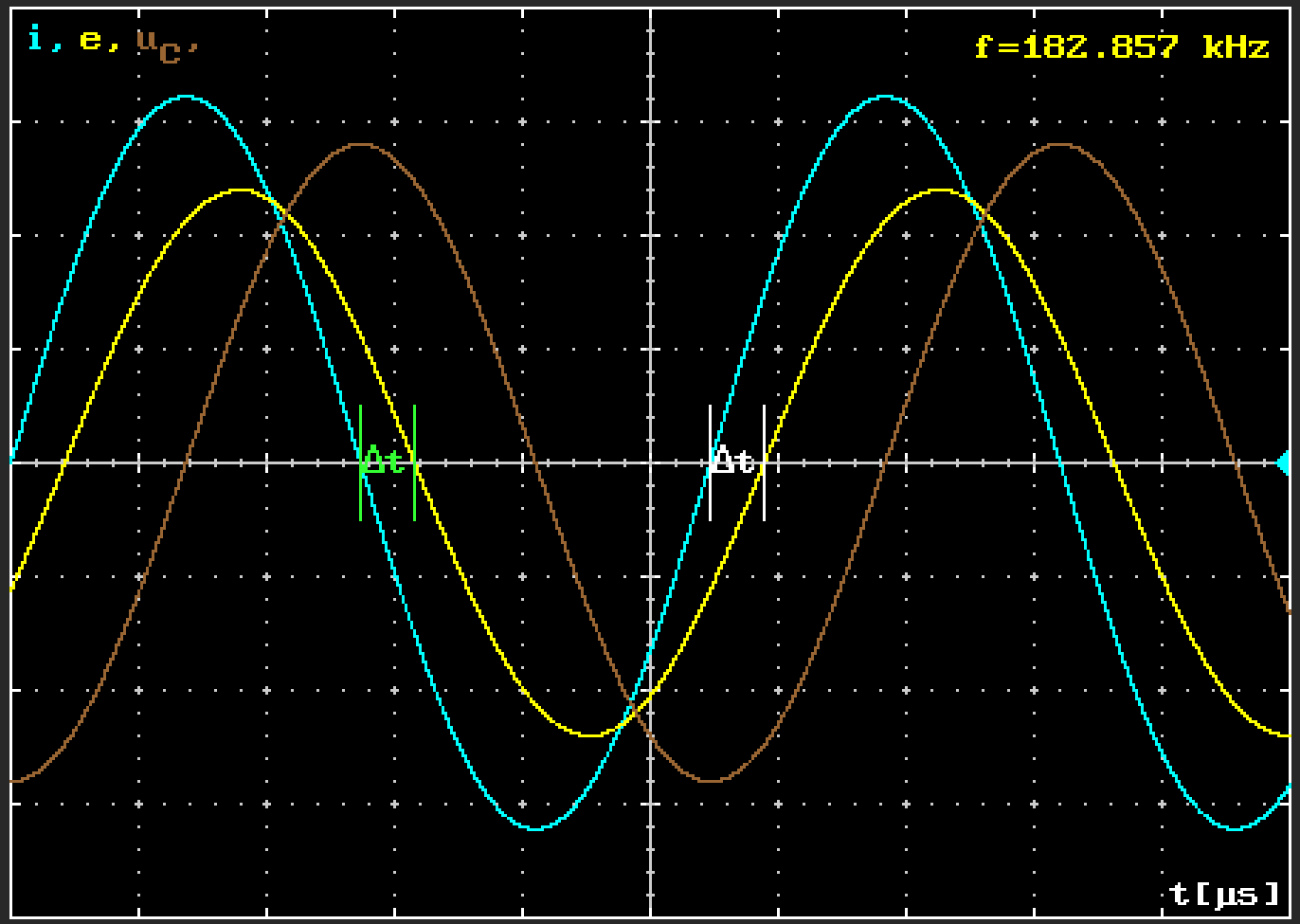
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 37.29 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

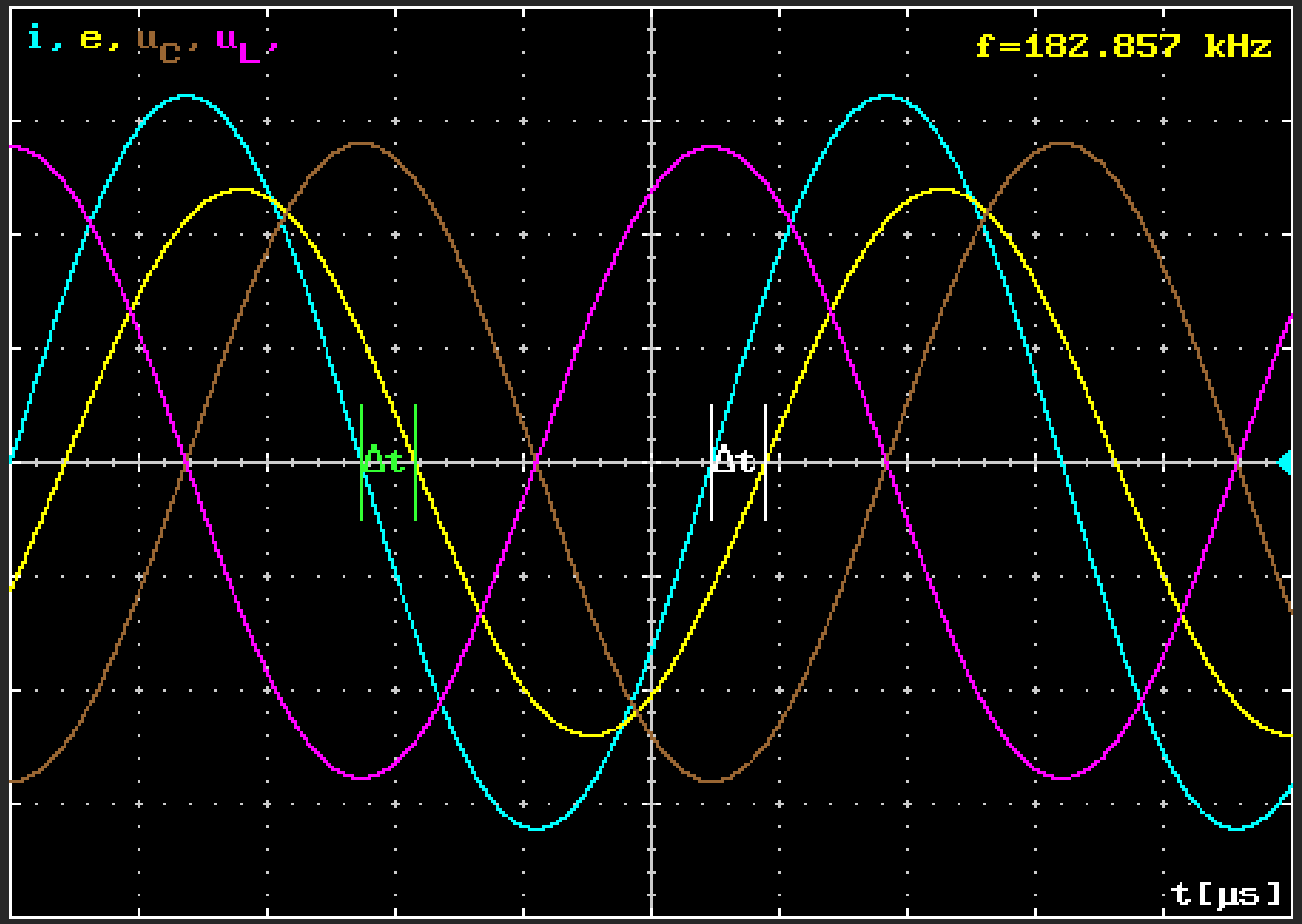
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 37.29 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

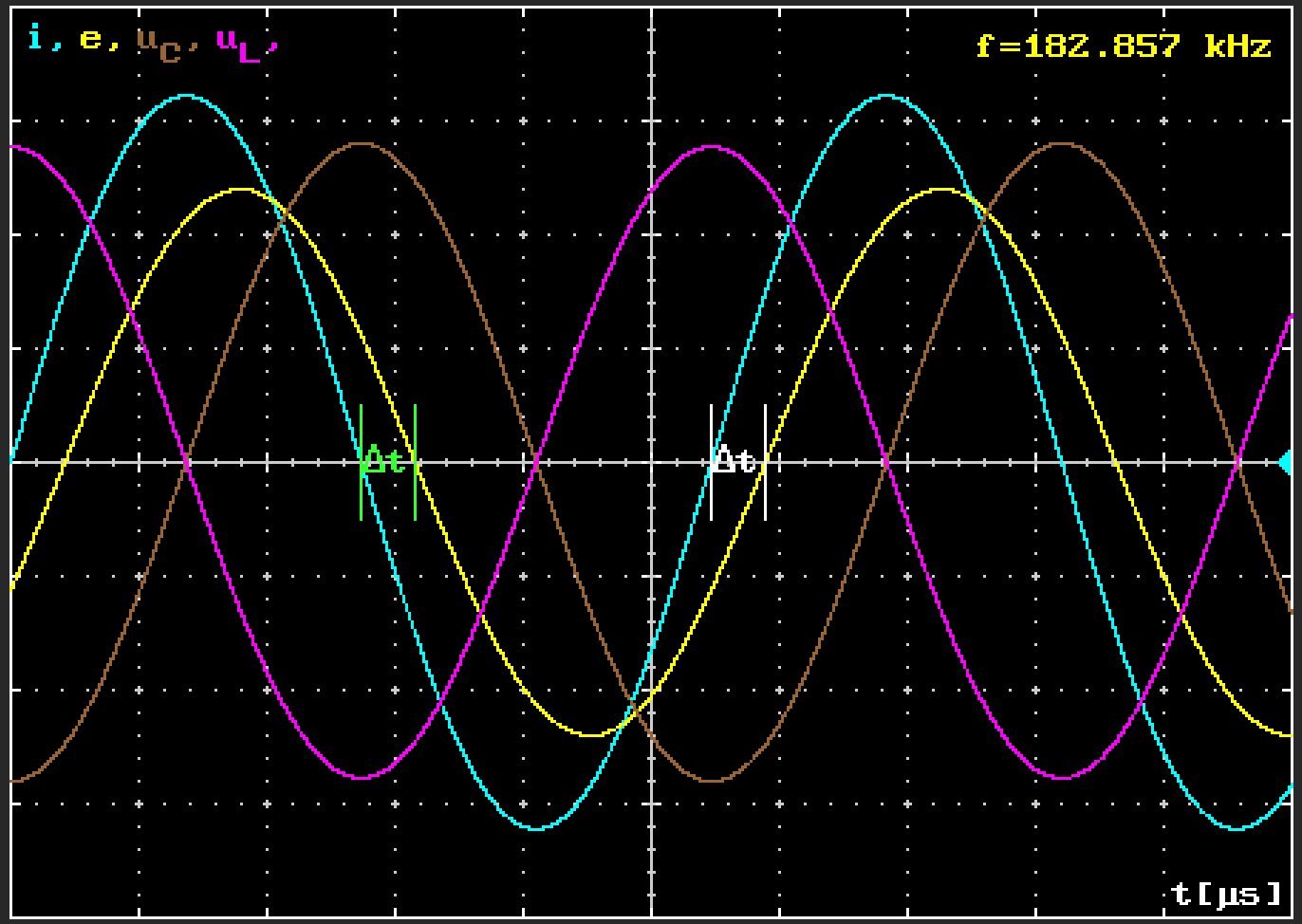
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 37.29 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

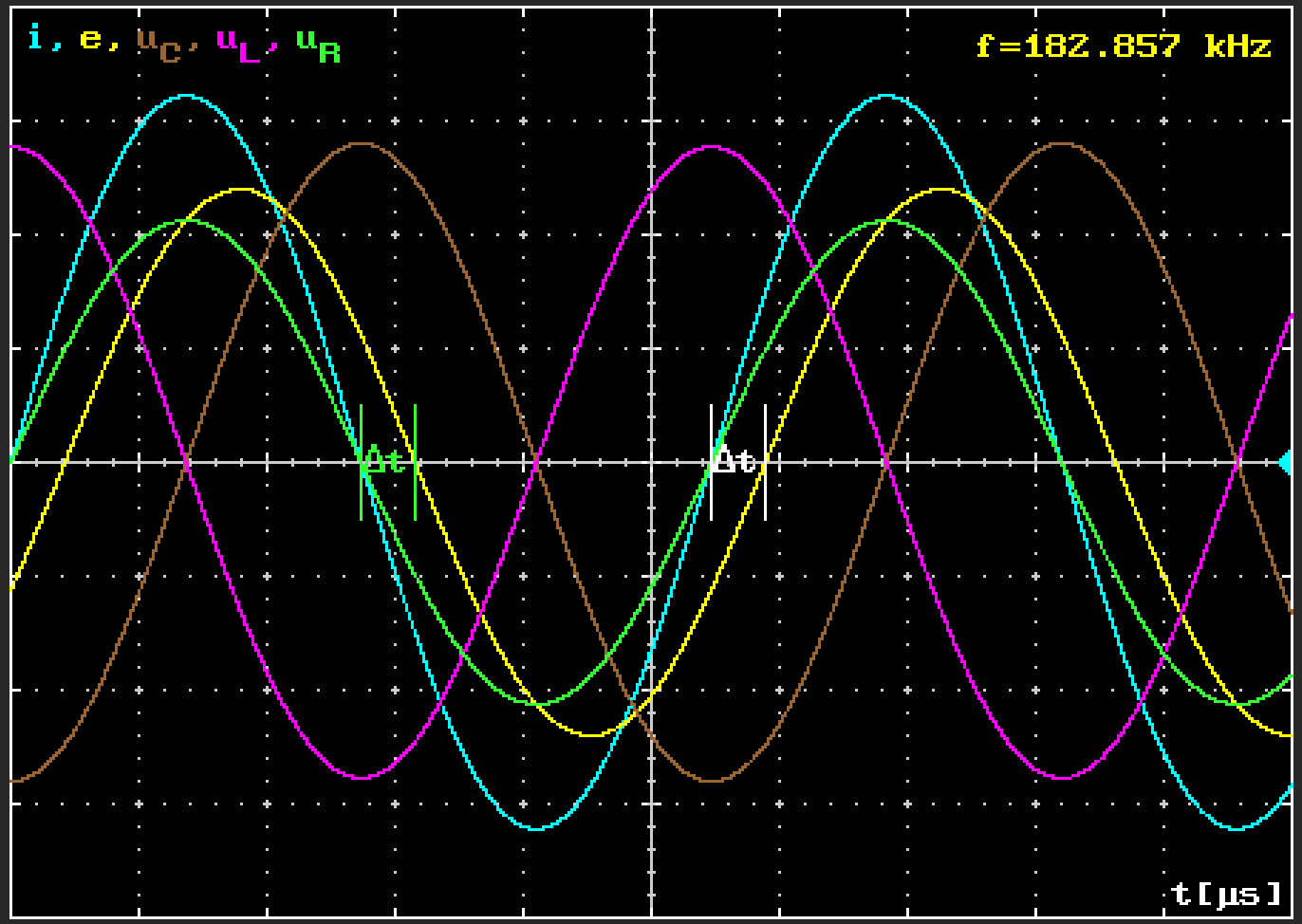
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.186 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

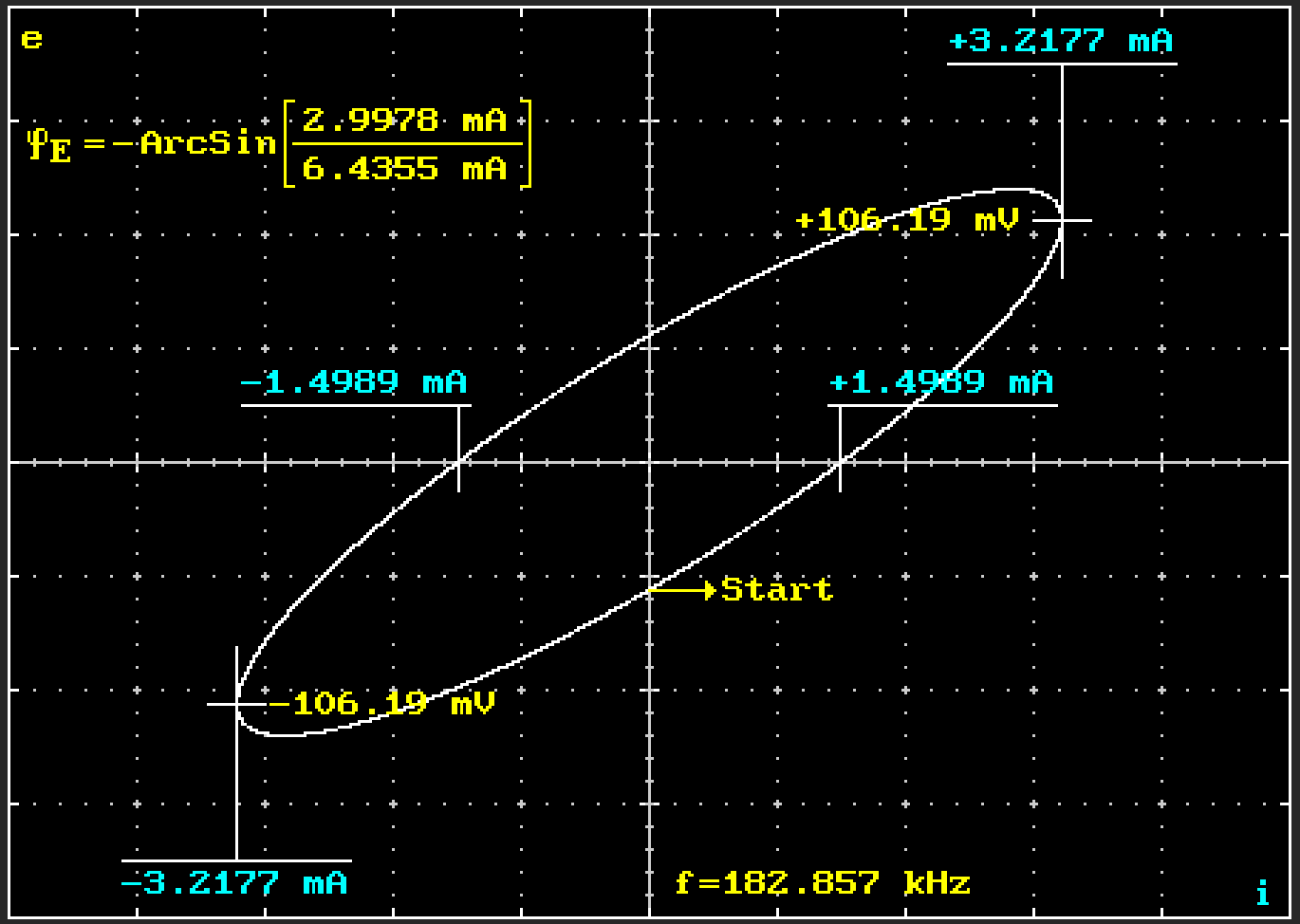
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.186 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=183.593 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=90.48 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

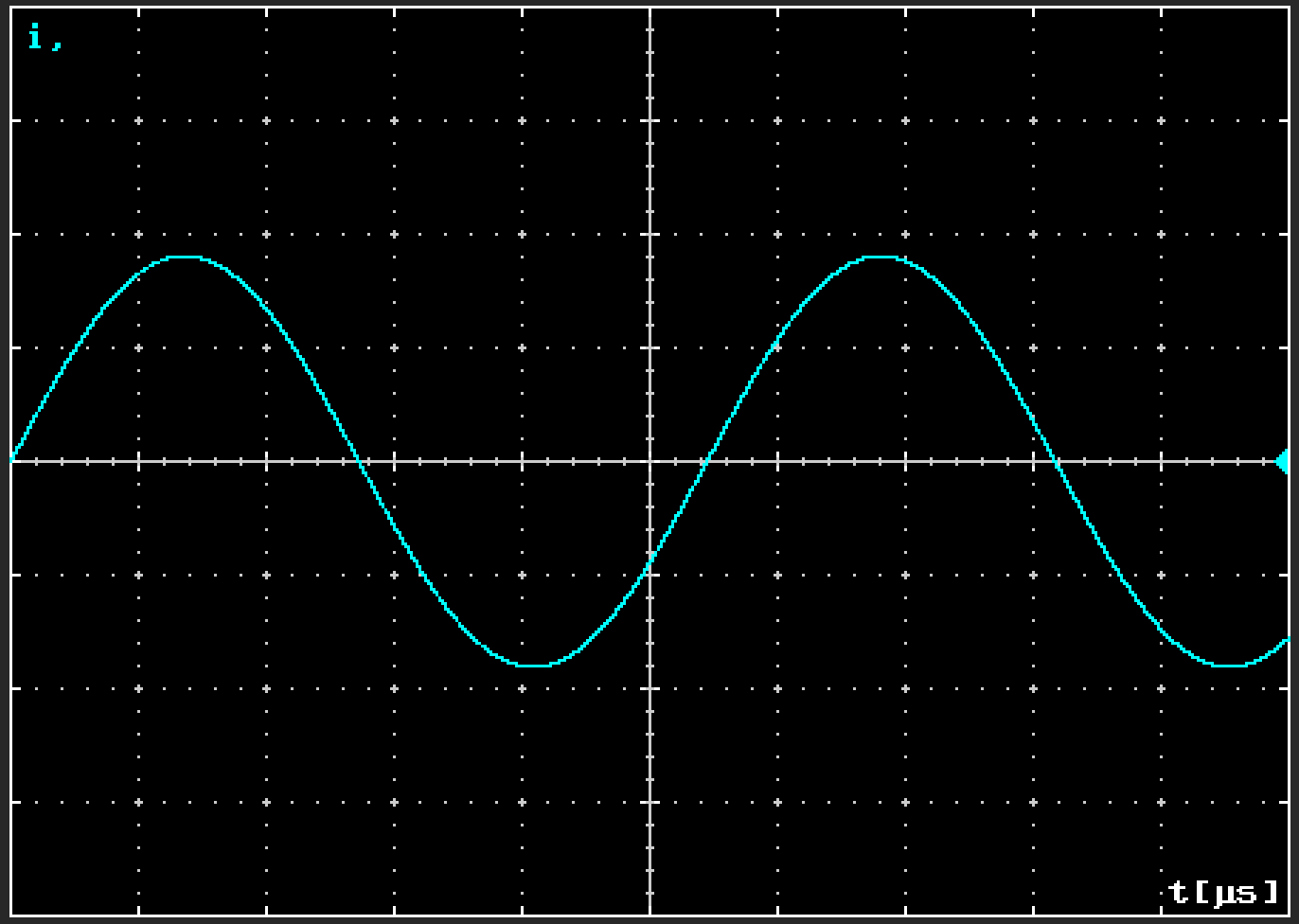
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

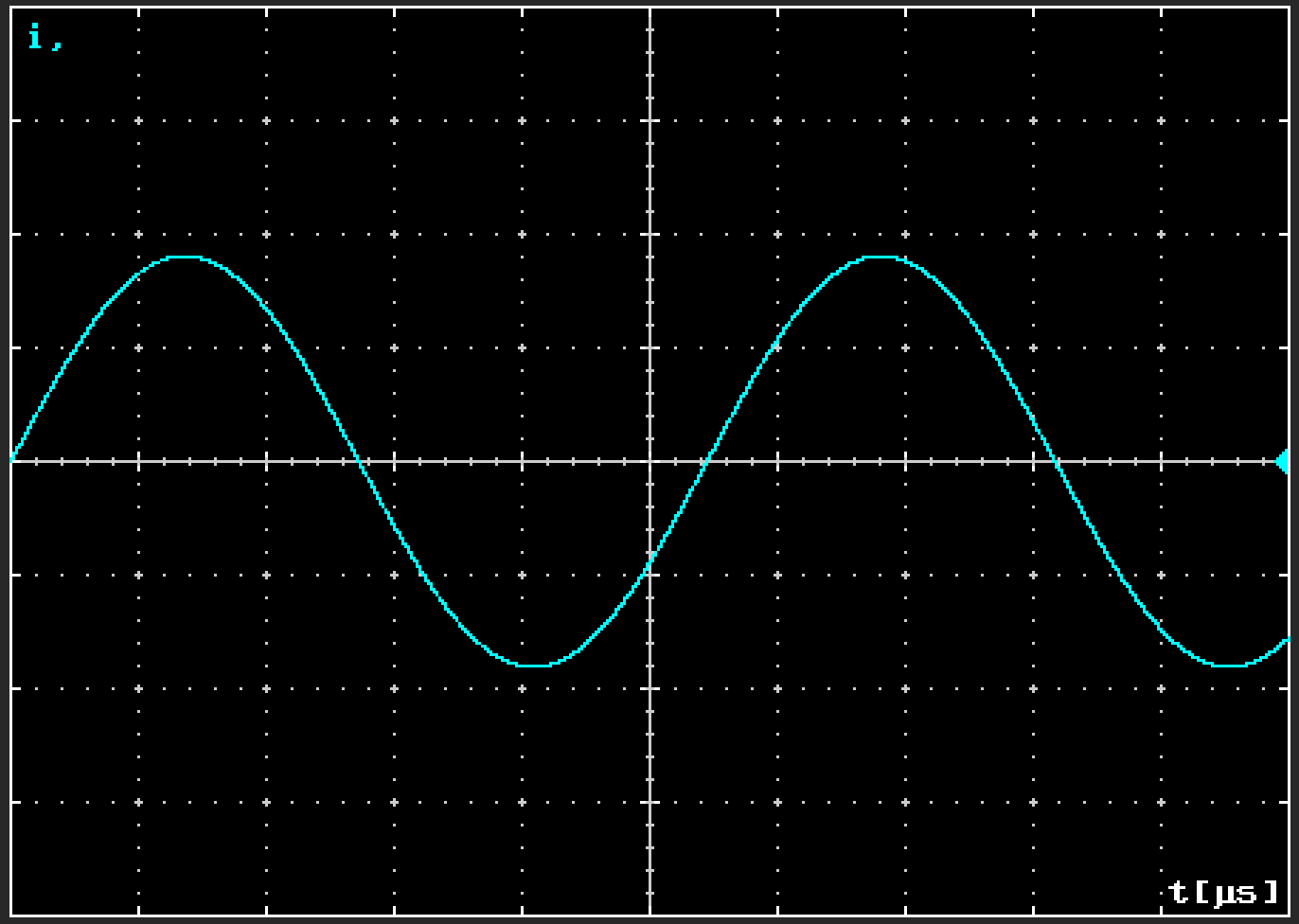
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

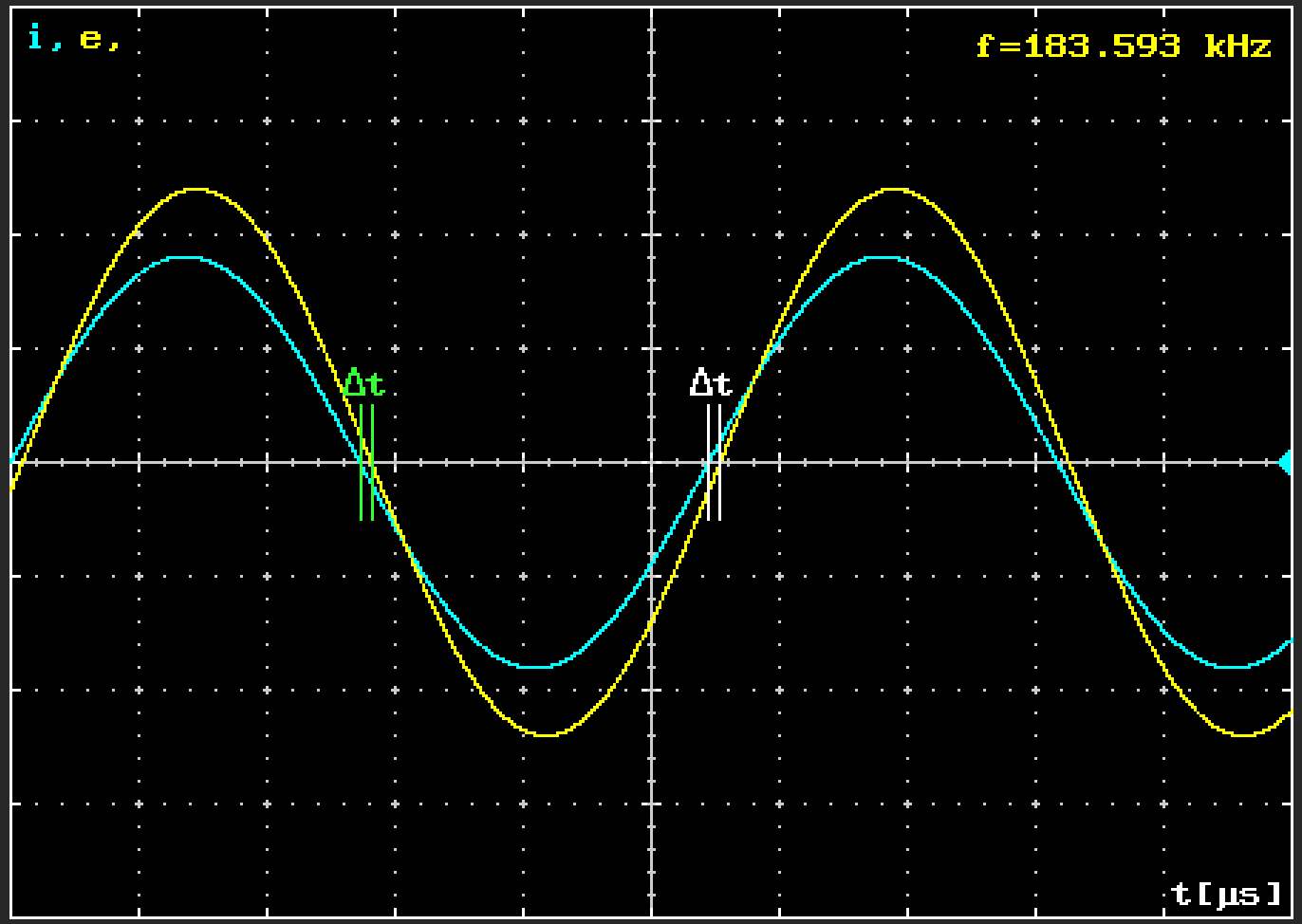
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

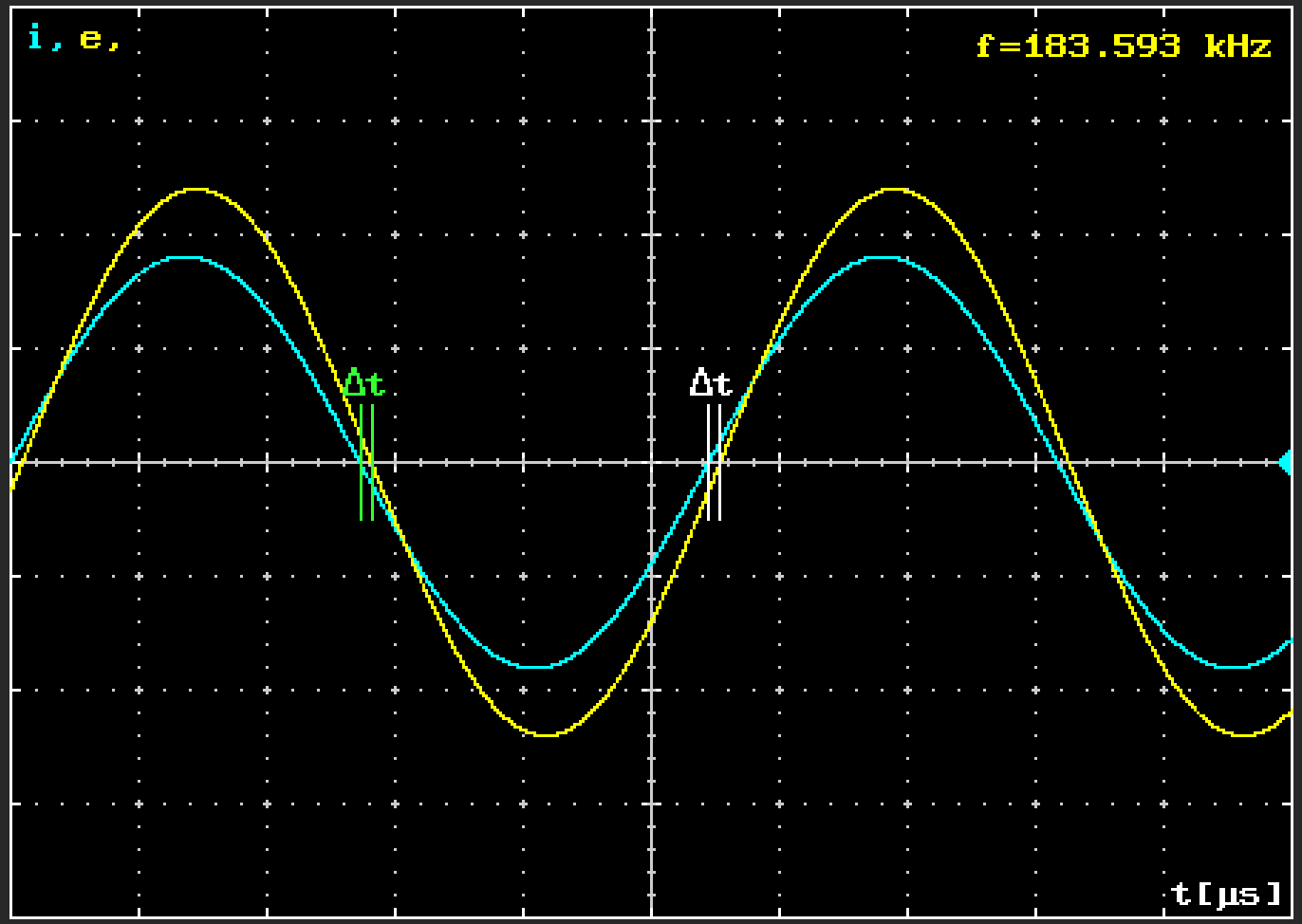
313

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

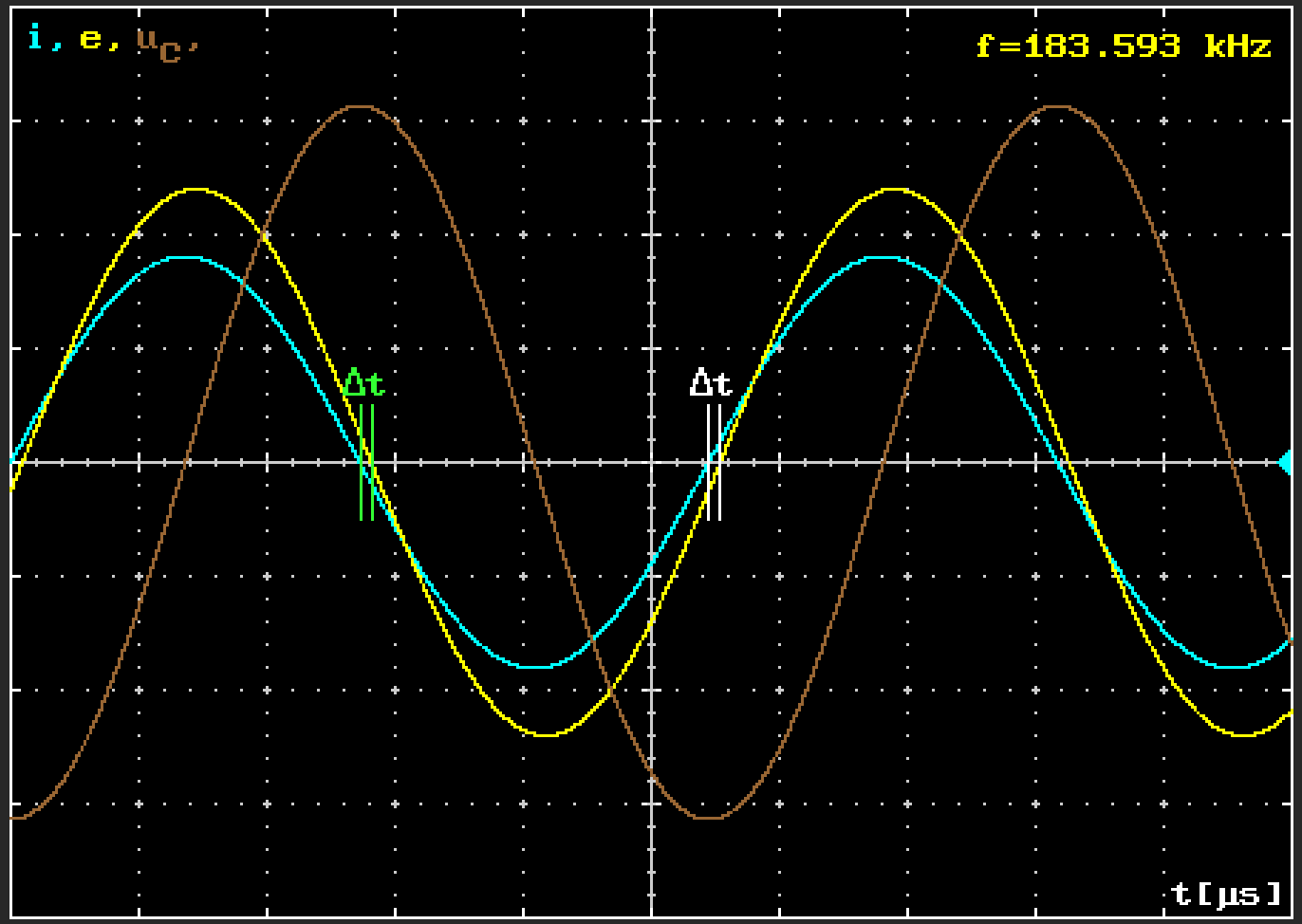
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

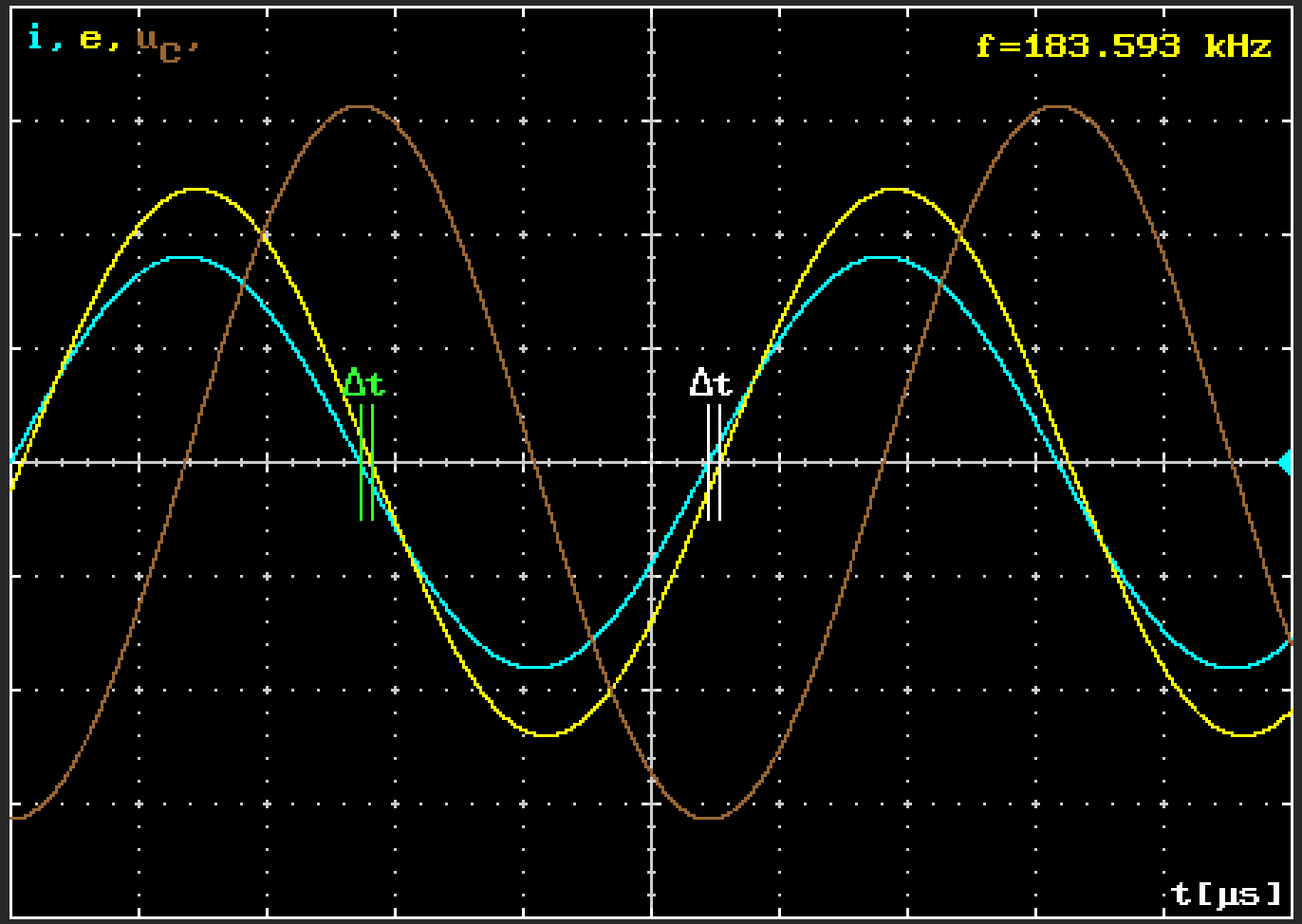
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

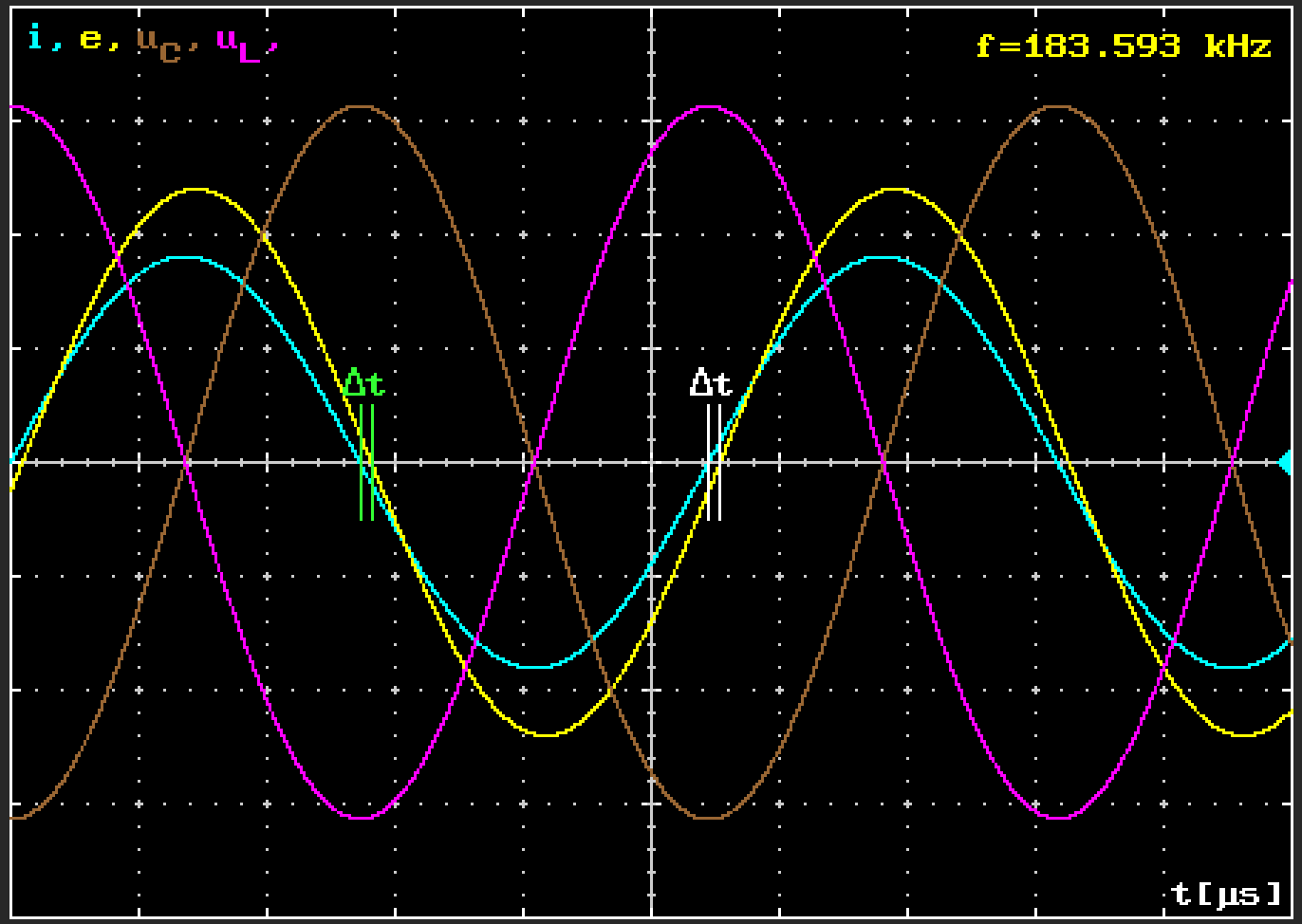
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	120 mV, állandó
R	33.0 Ω
L	1.50 mH
C	500 pF
Z	33.18 Ω
f_0	183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	−0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

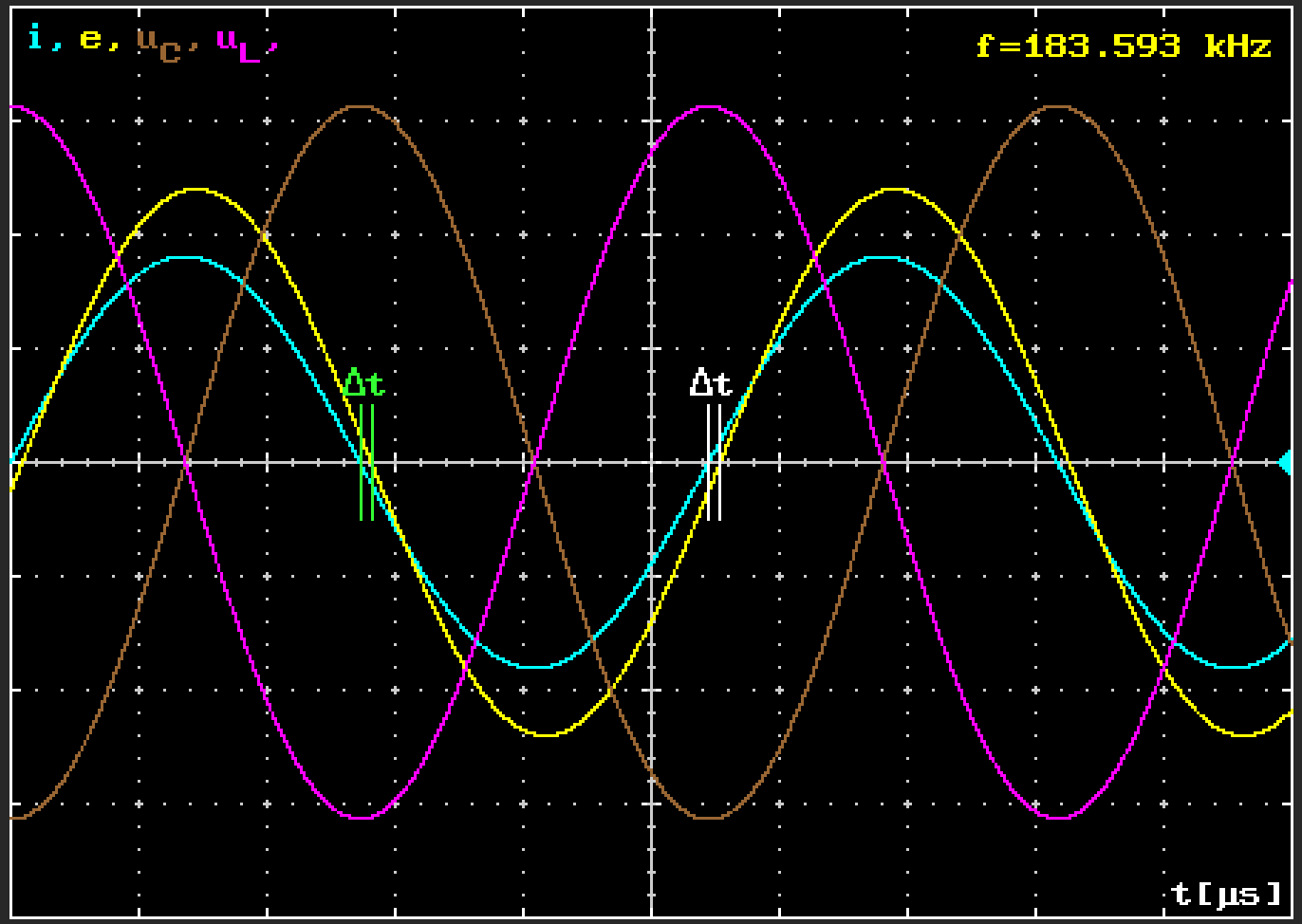
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

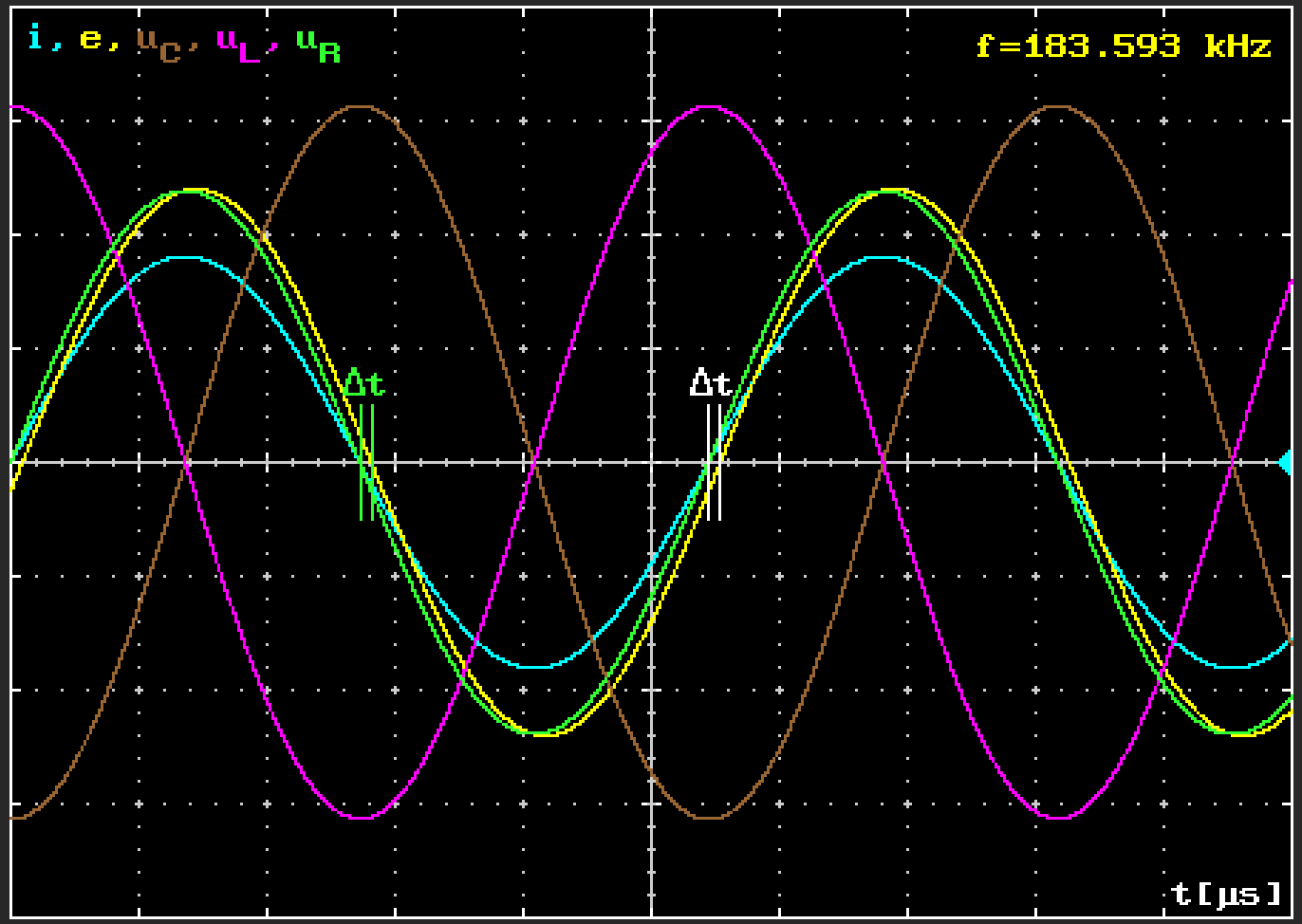
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.347 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

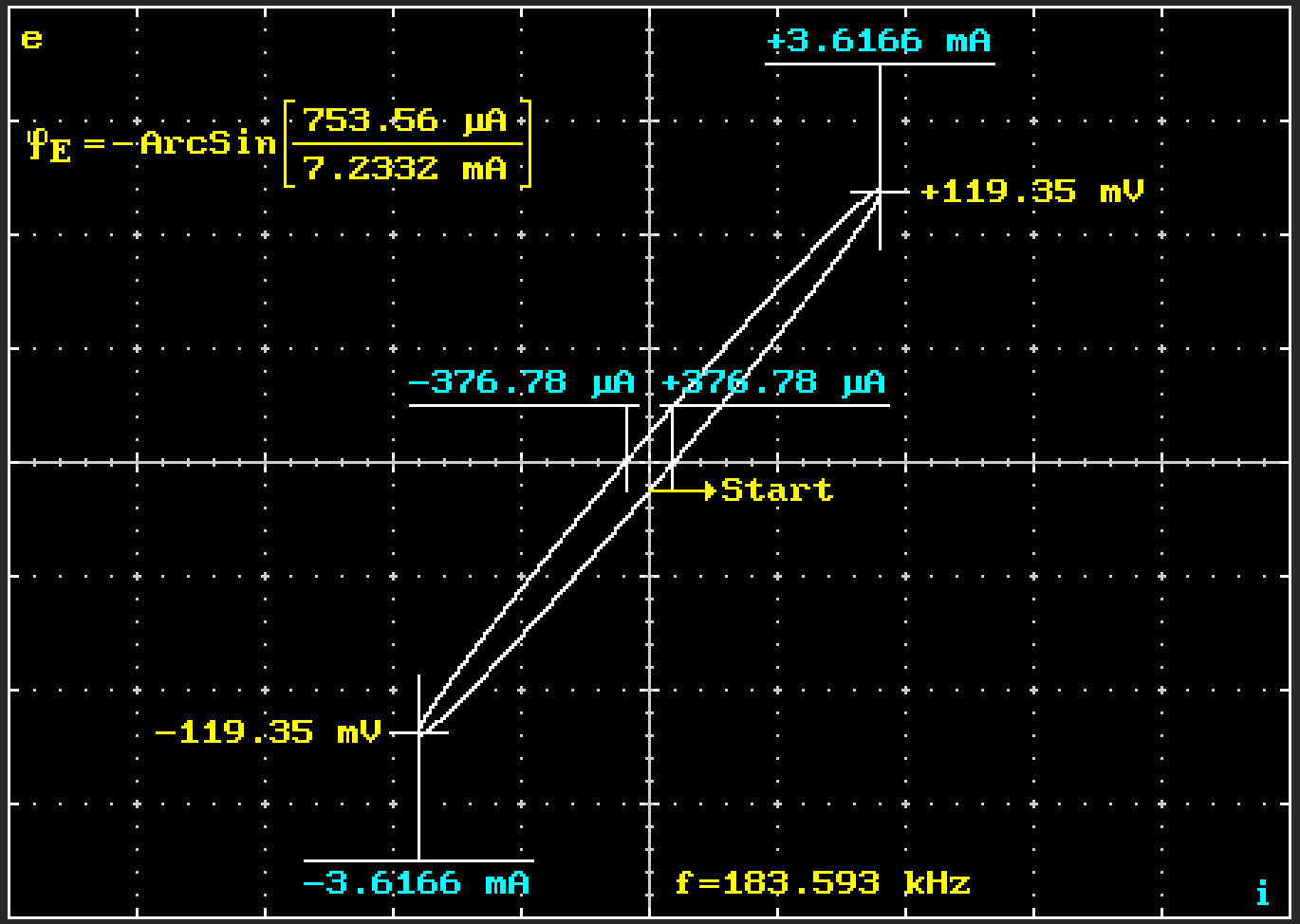
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.347 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája

f=183.776 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancián

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken fellépő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e azonos fázisban ($\Delta t=0$) van az i referenciaárammal.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör rezisztív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

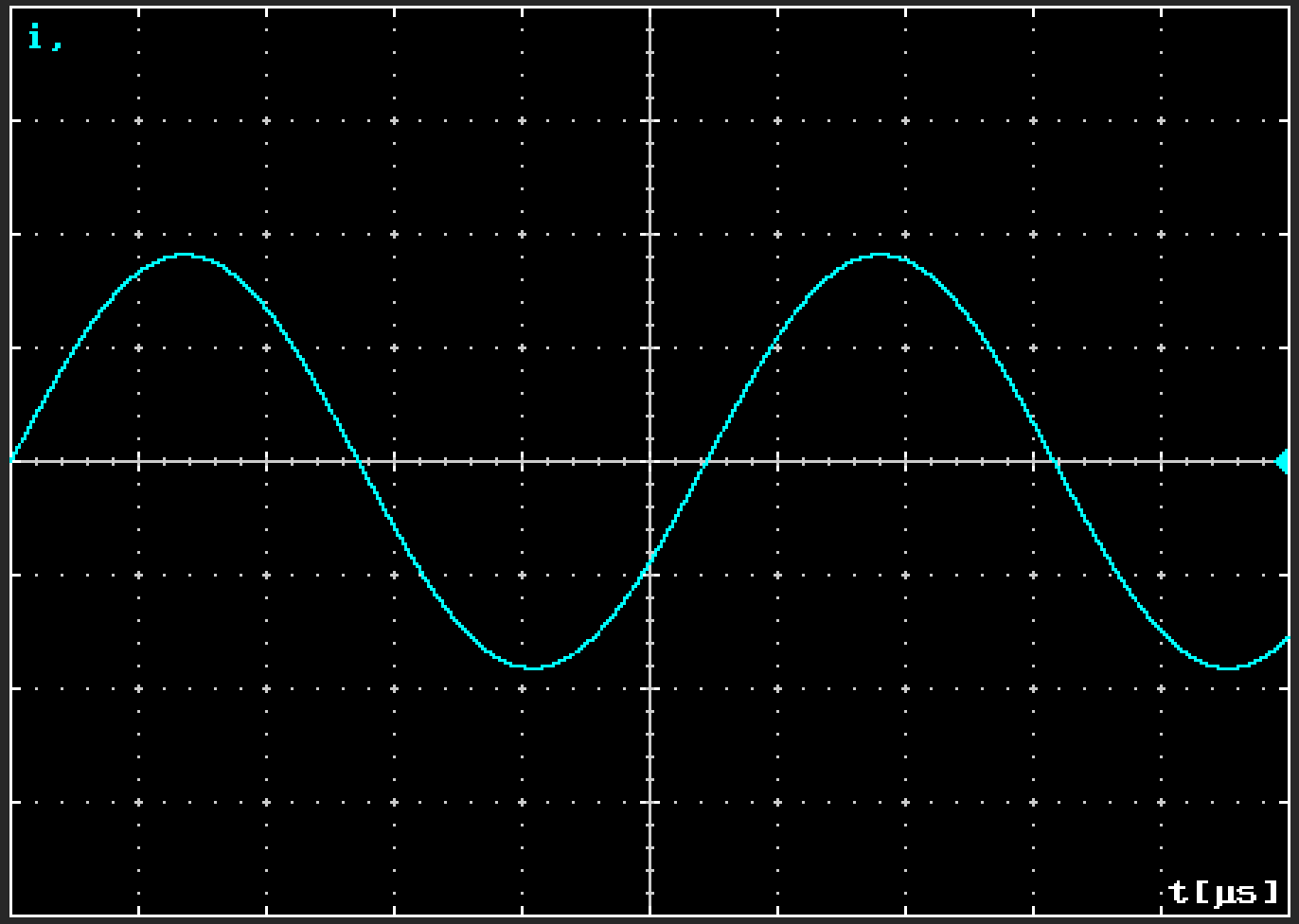
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



LH Trigger

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

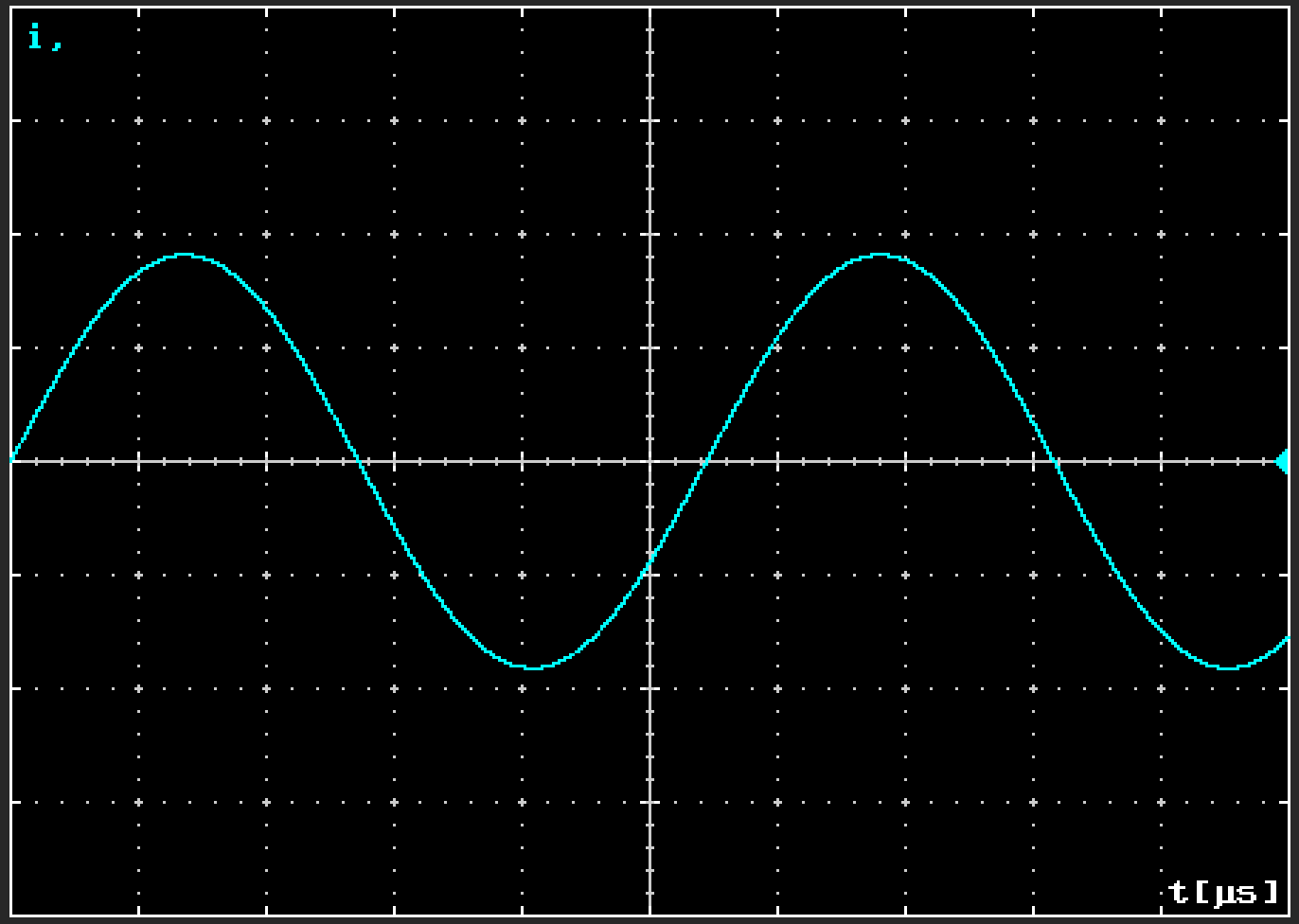
1 t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



LH Trigger

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

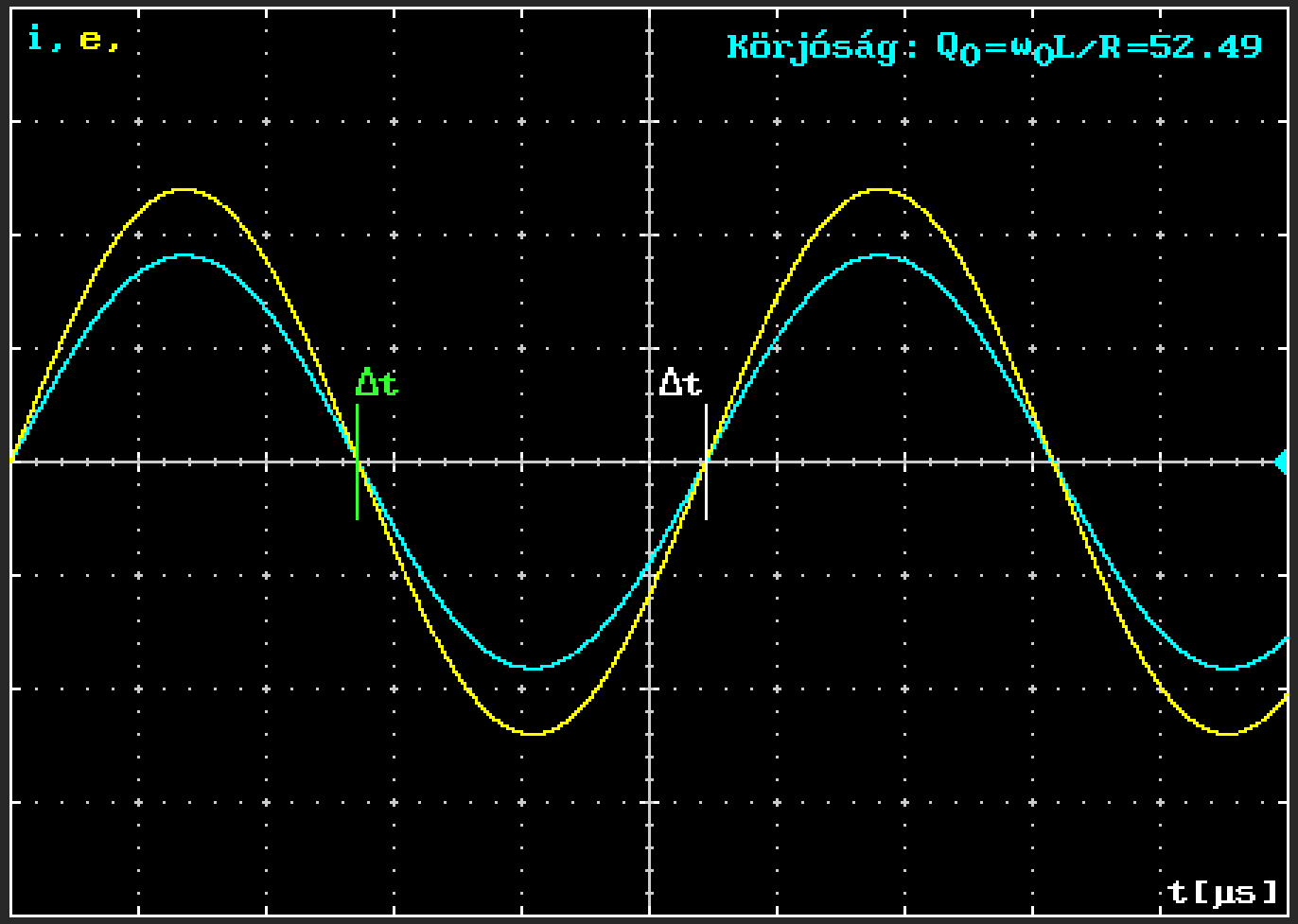
1 t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

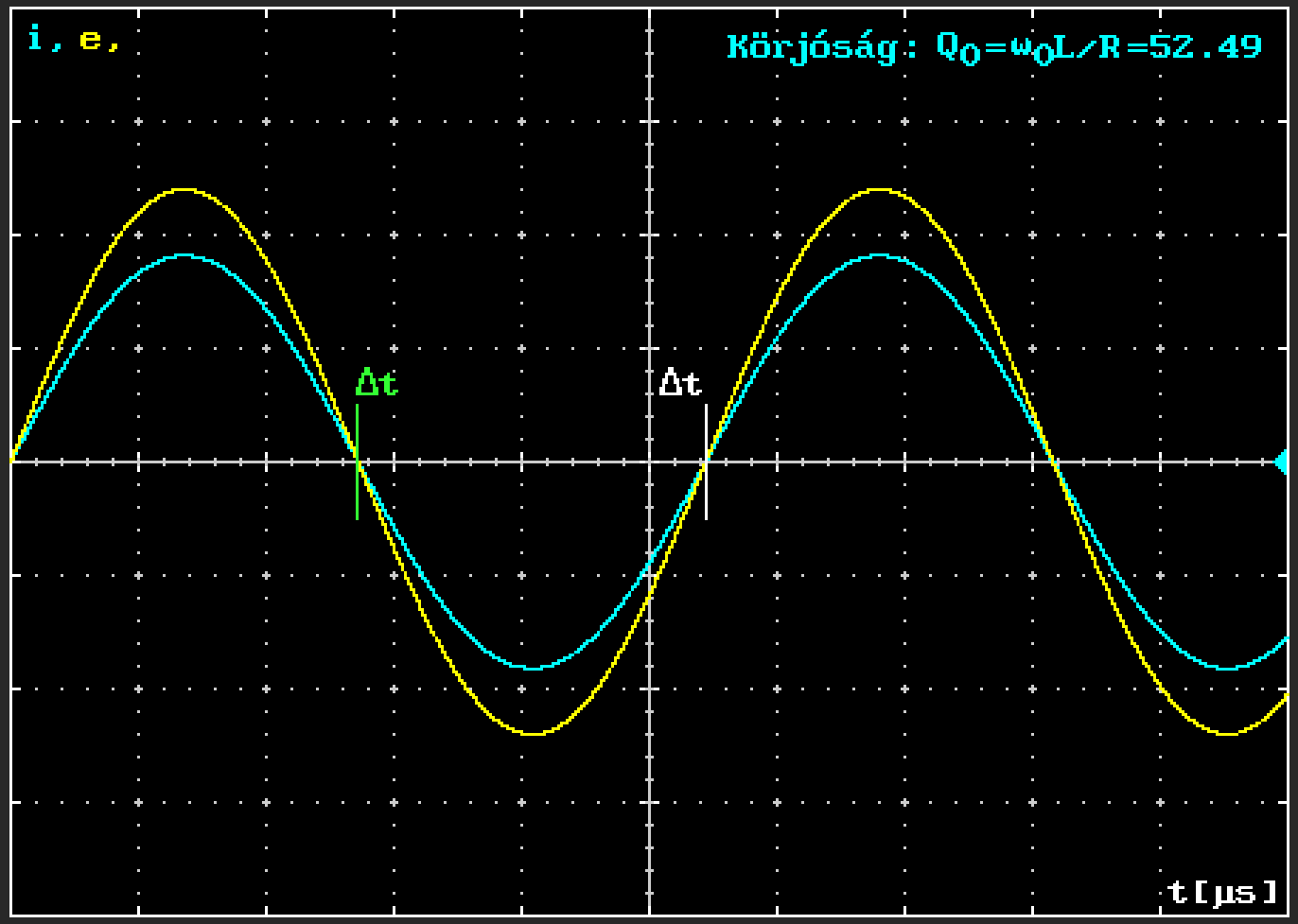
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

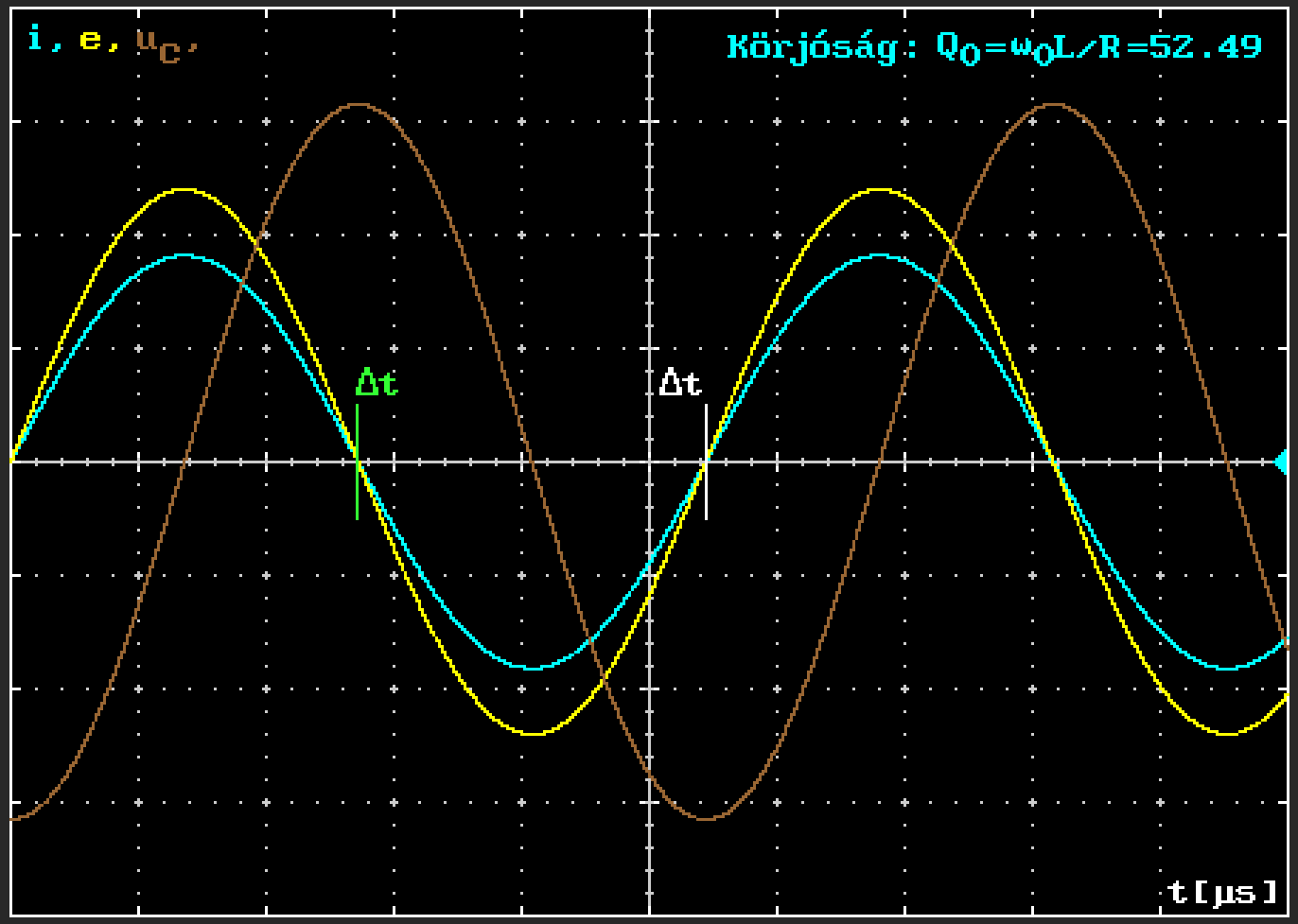
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.29837 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

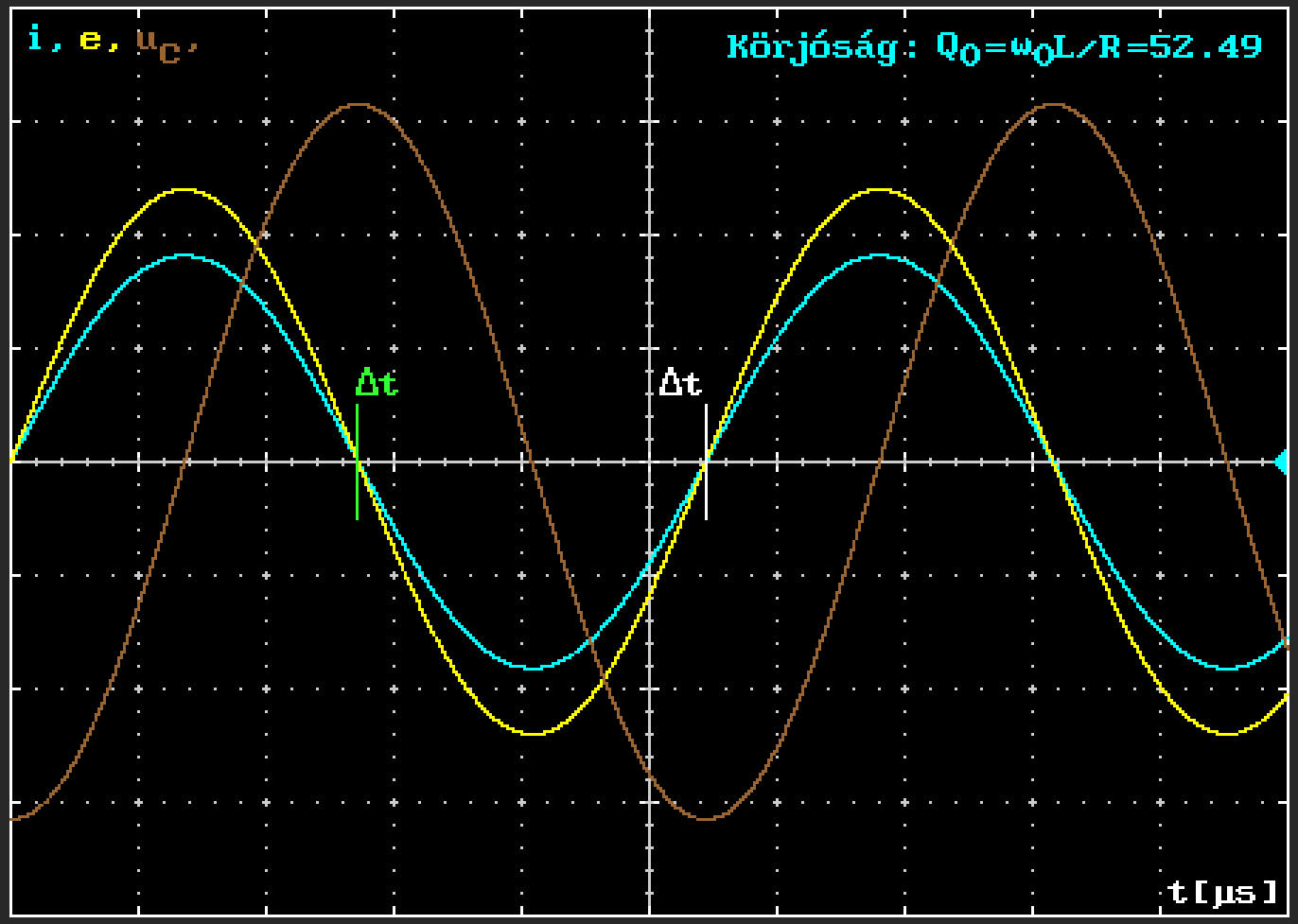
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.29837 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

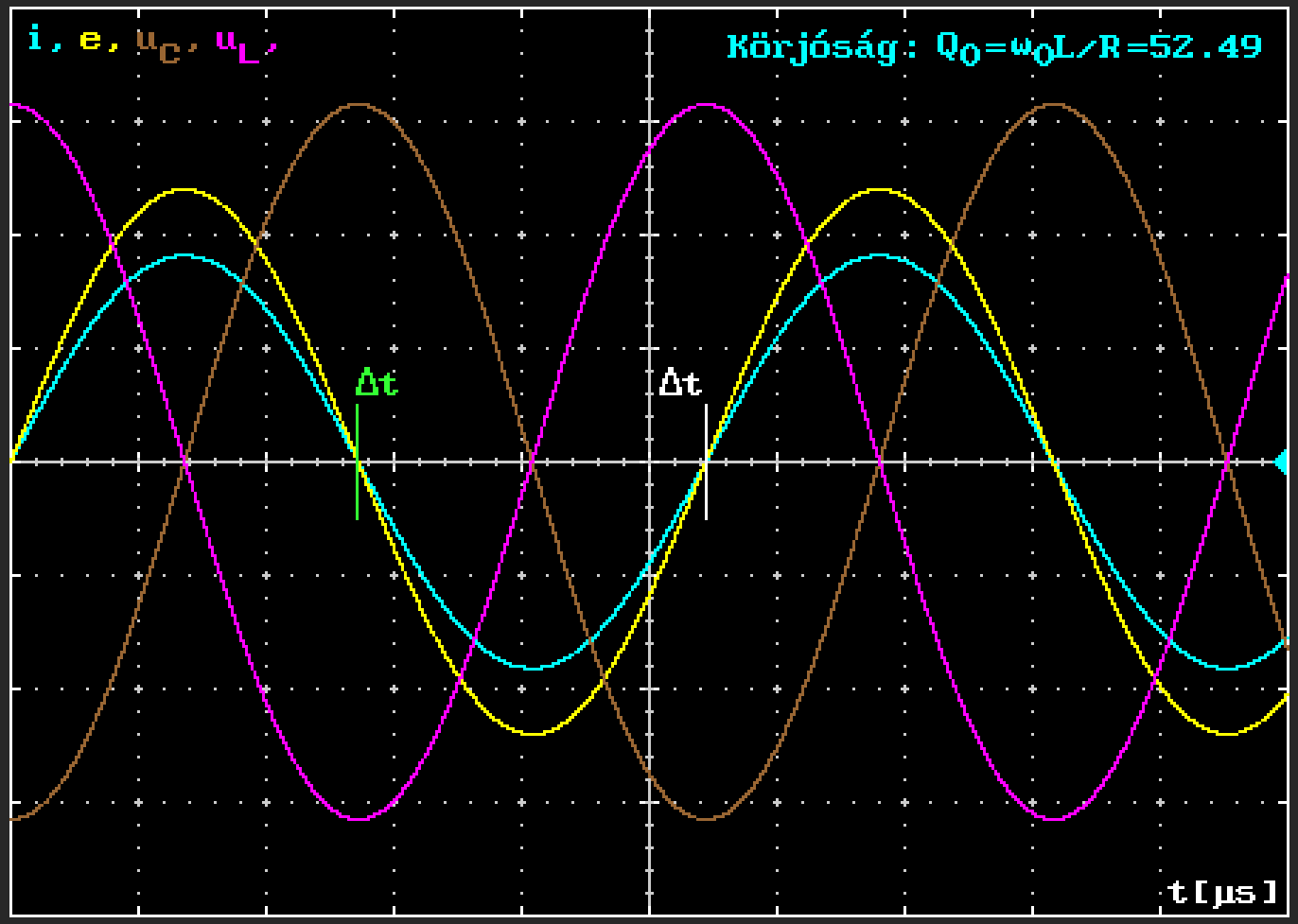
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

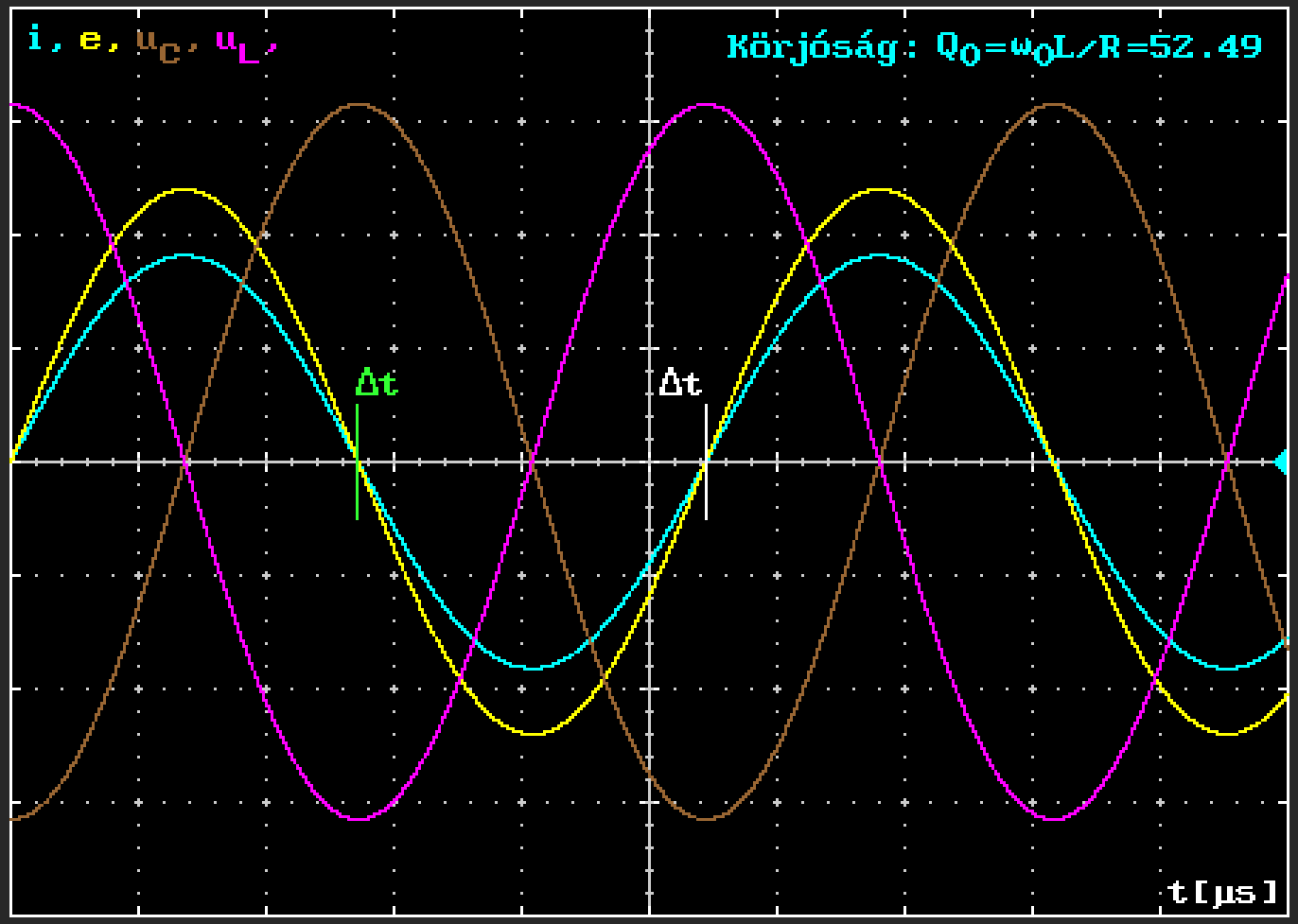
Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

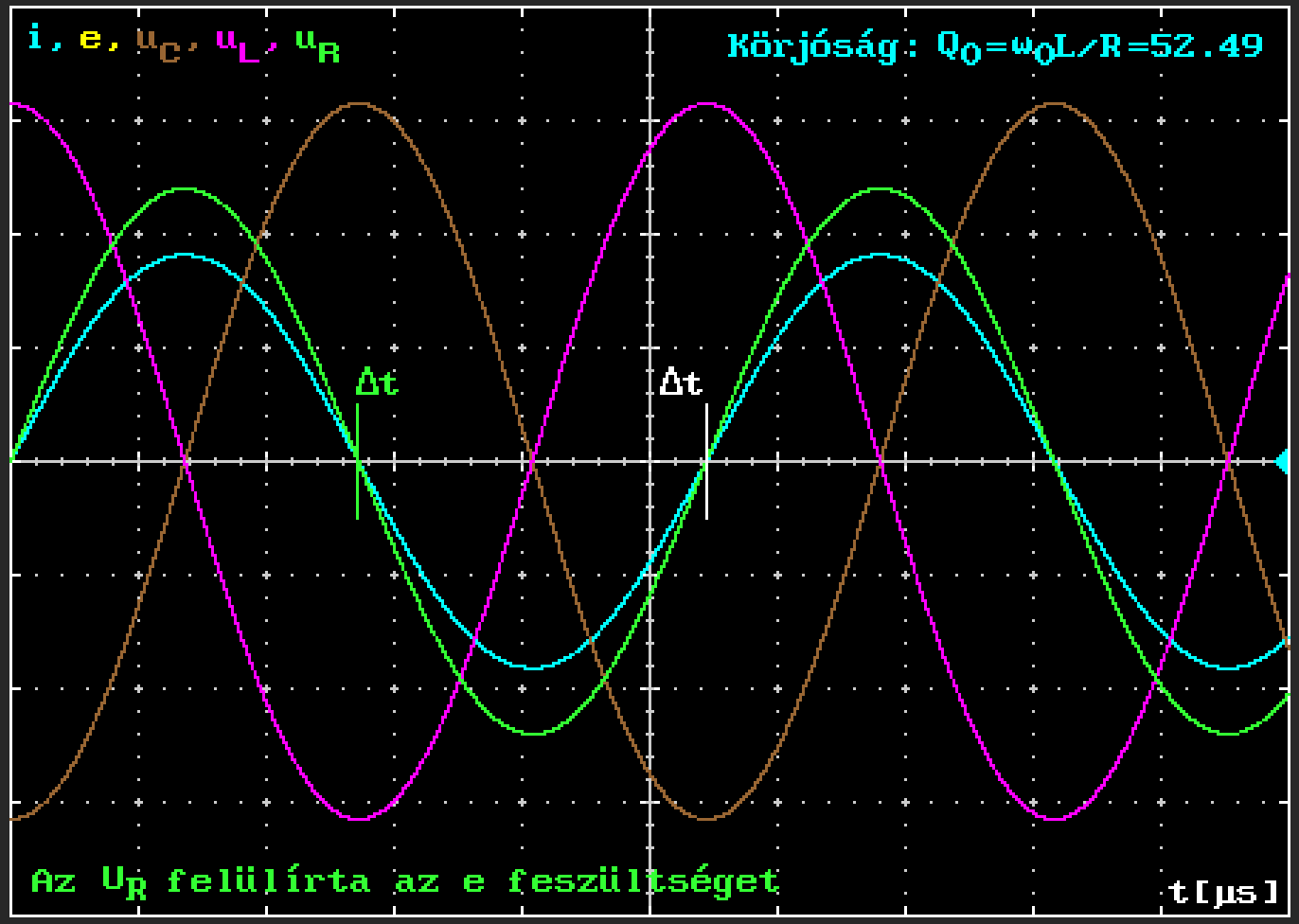
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	120.000 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

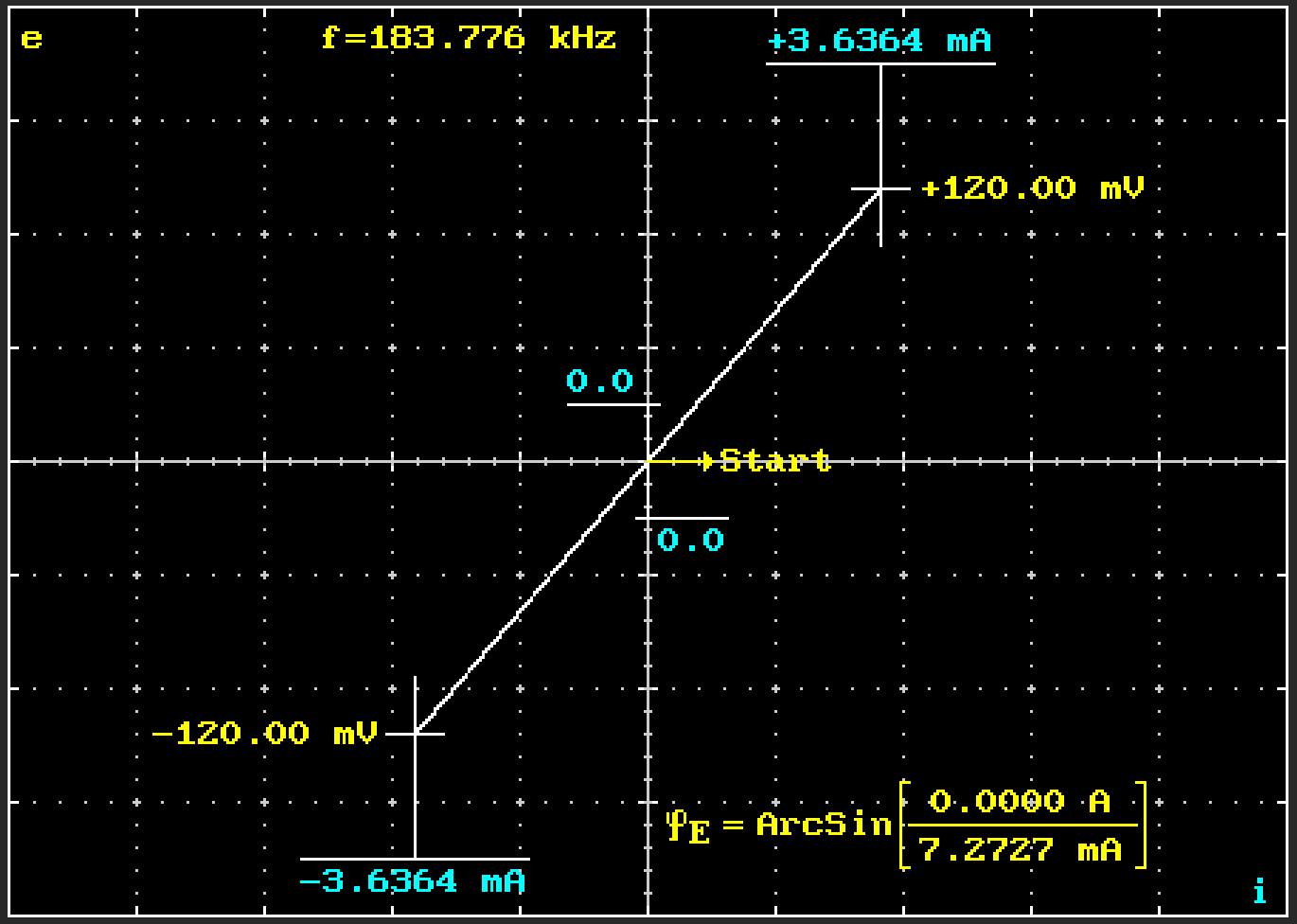
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	120.000 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

Végeredmény: az i és az e fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=183.960 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=90.41 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

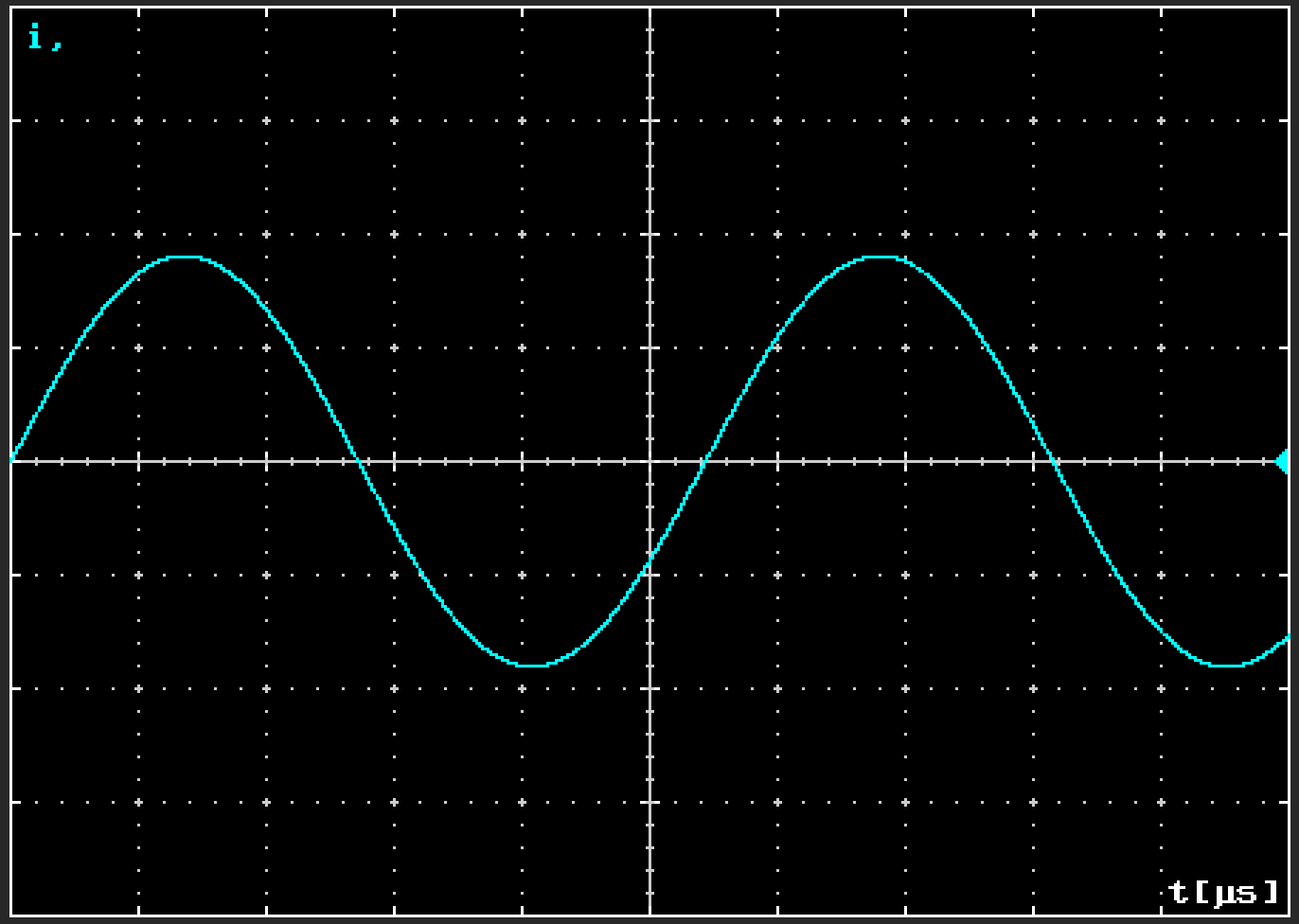
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

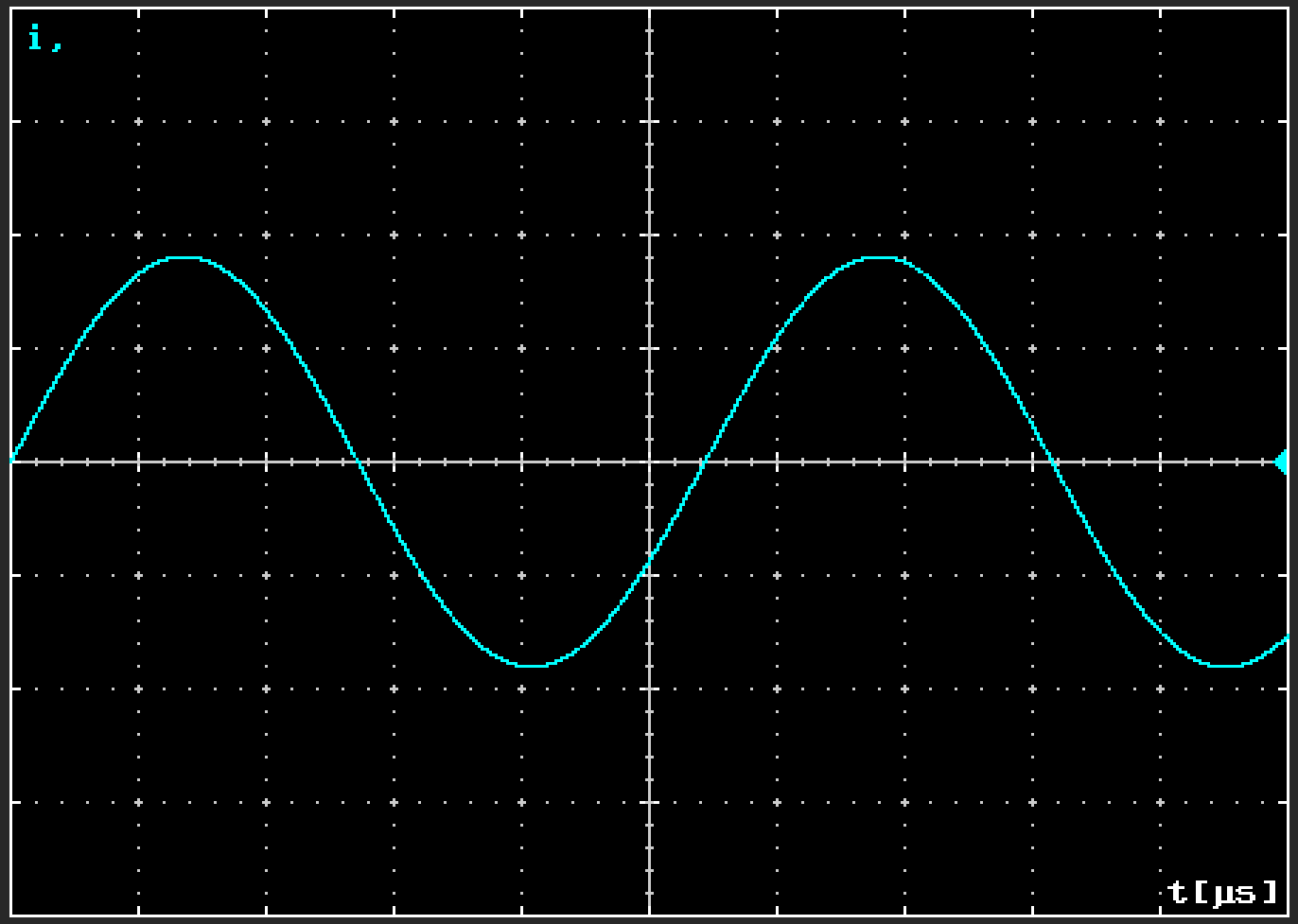
333

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

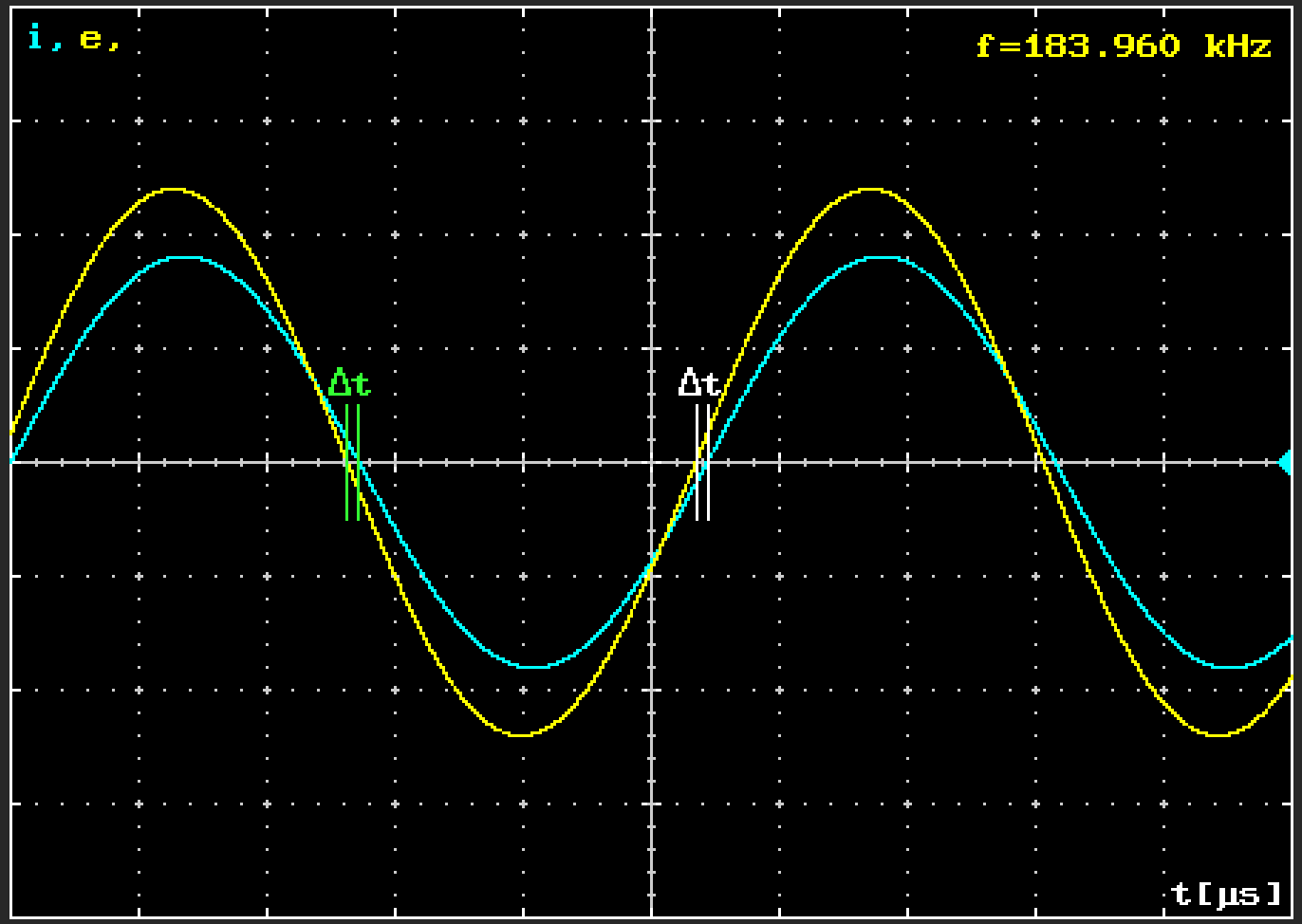
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

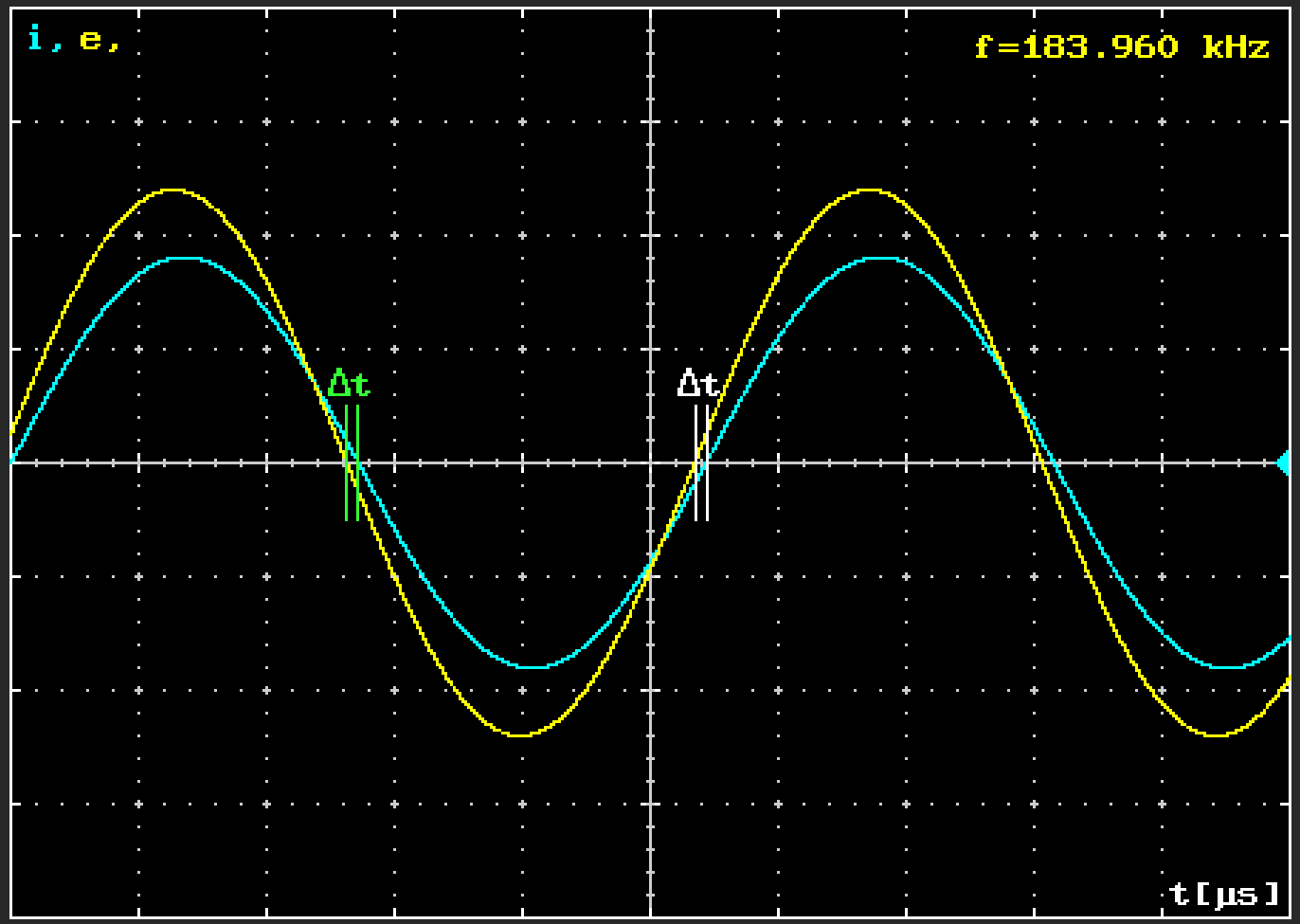
335

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

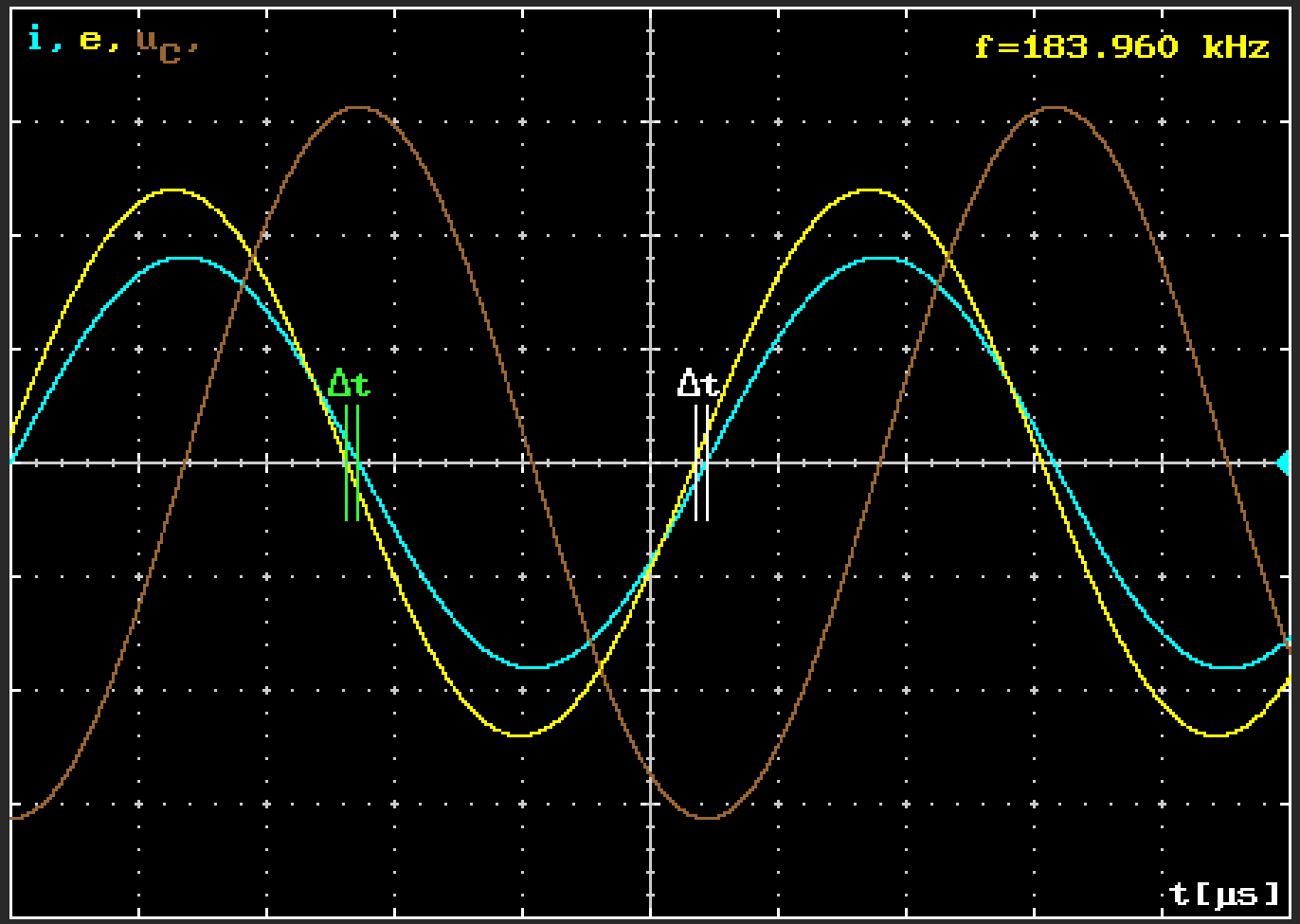
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	120 mV, állandó
R	33.0 Ω
L	1.50 mH
C	500 pF
Z	33.18 Ω
f_0	183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	+0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

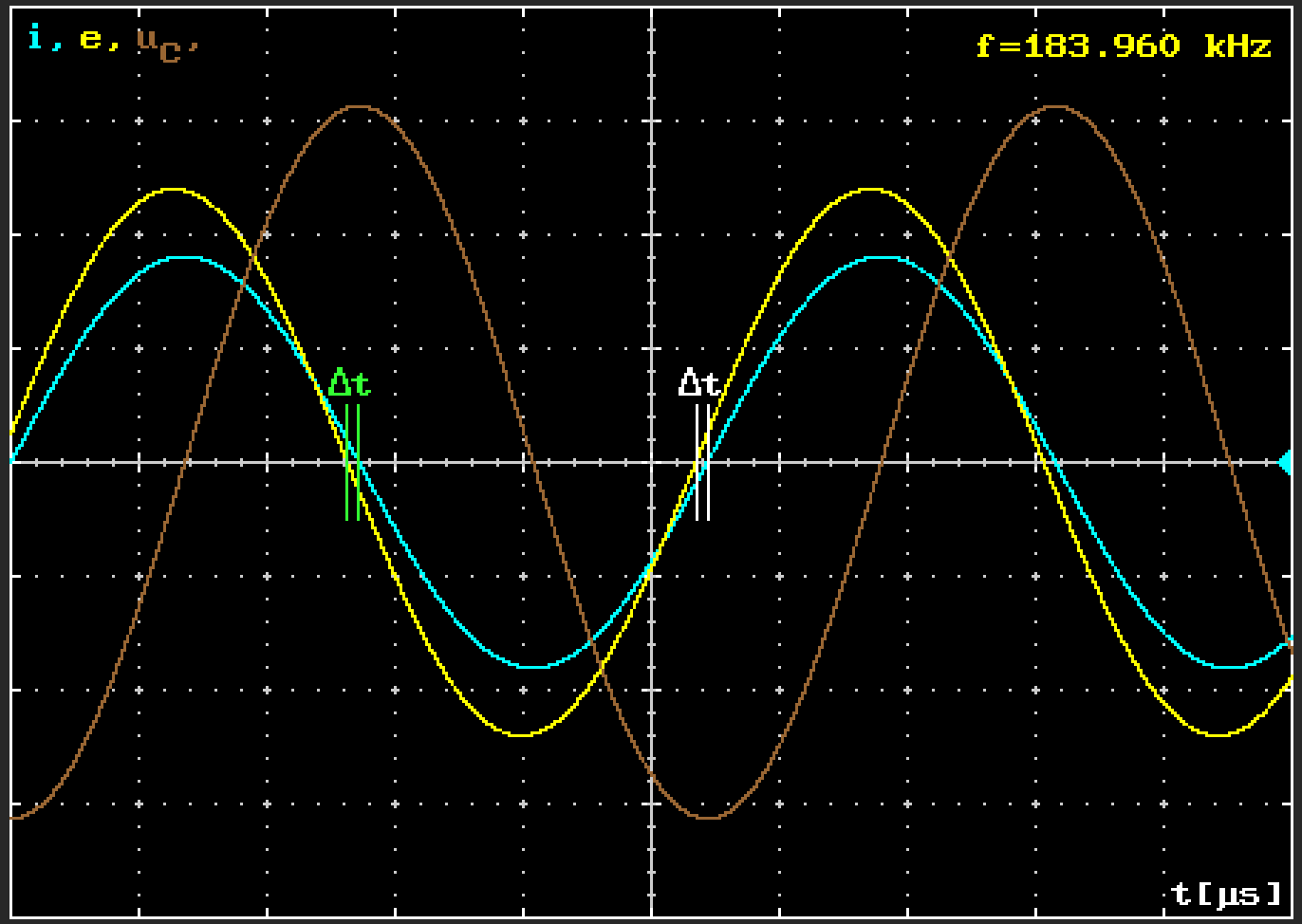
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

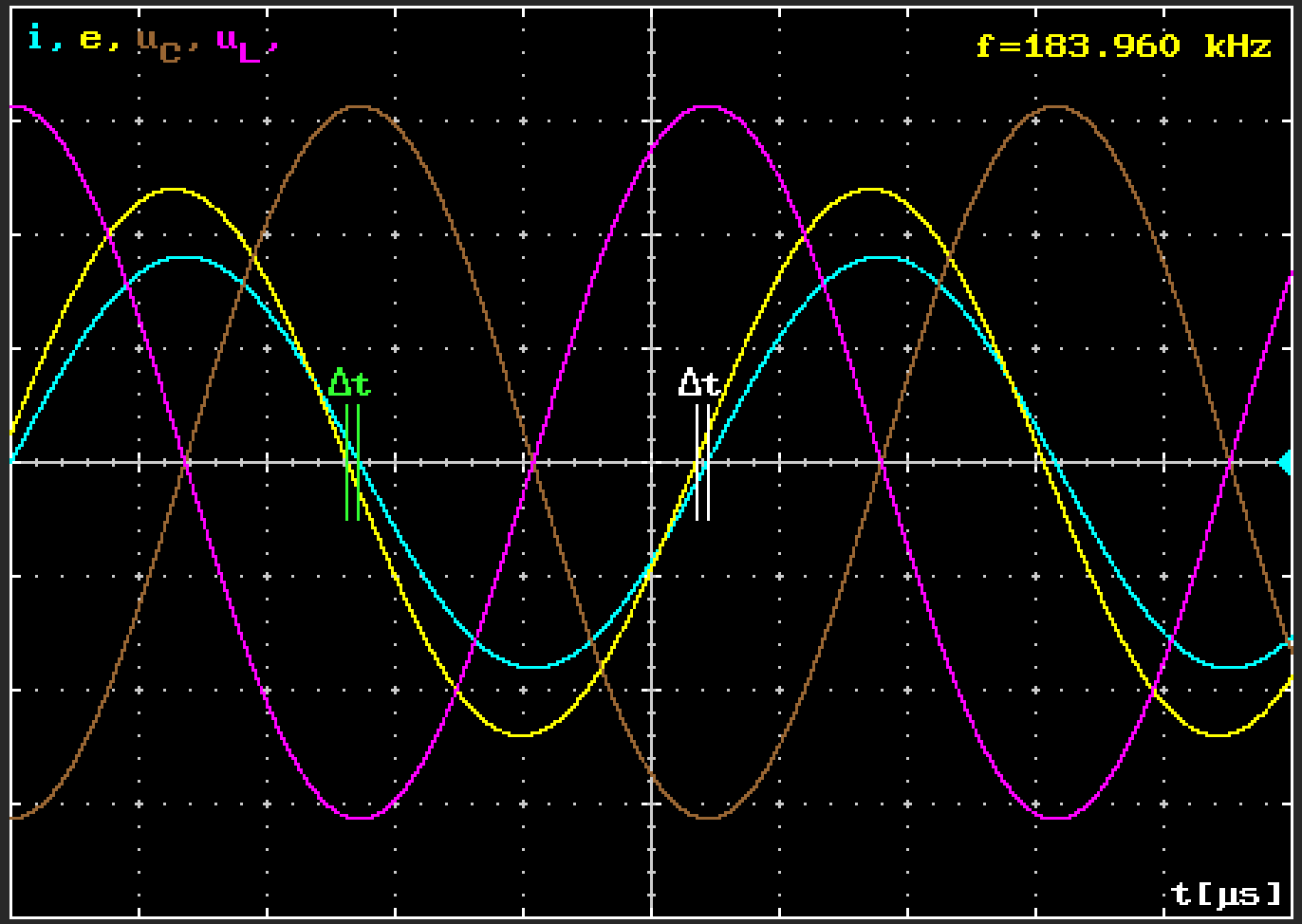
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

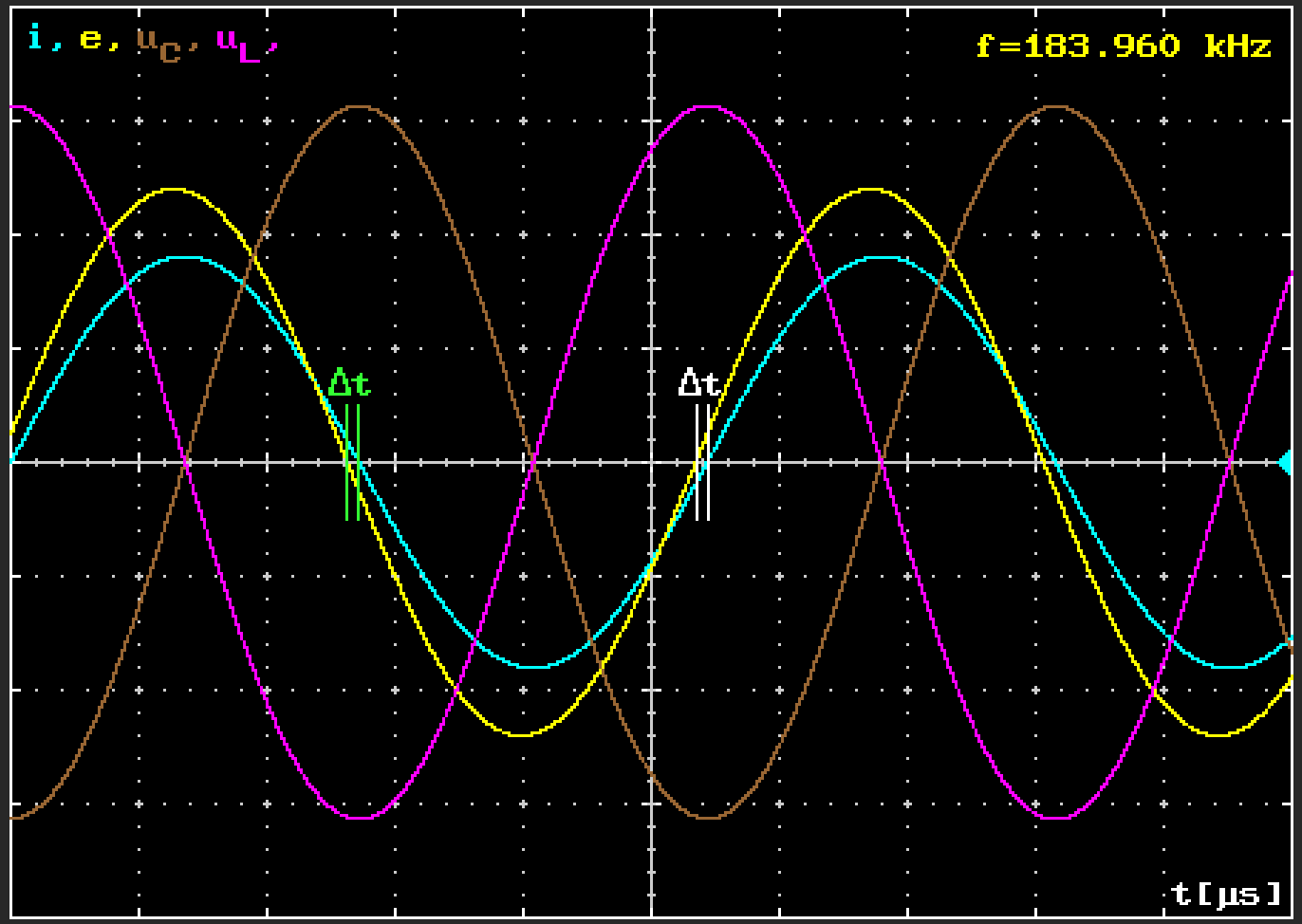
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

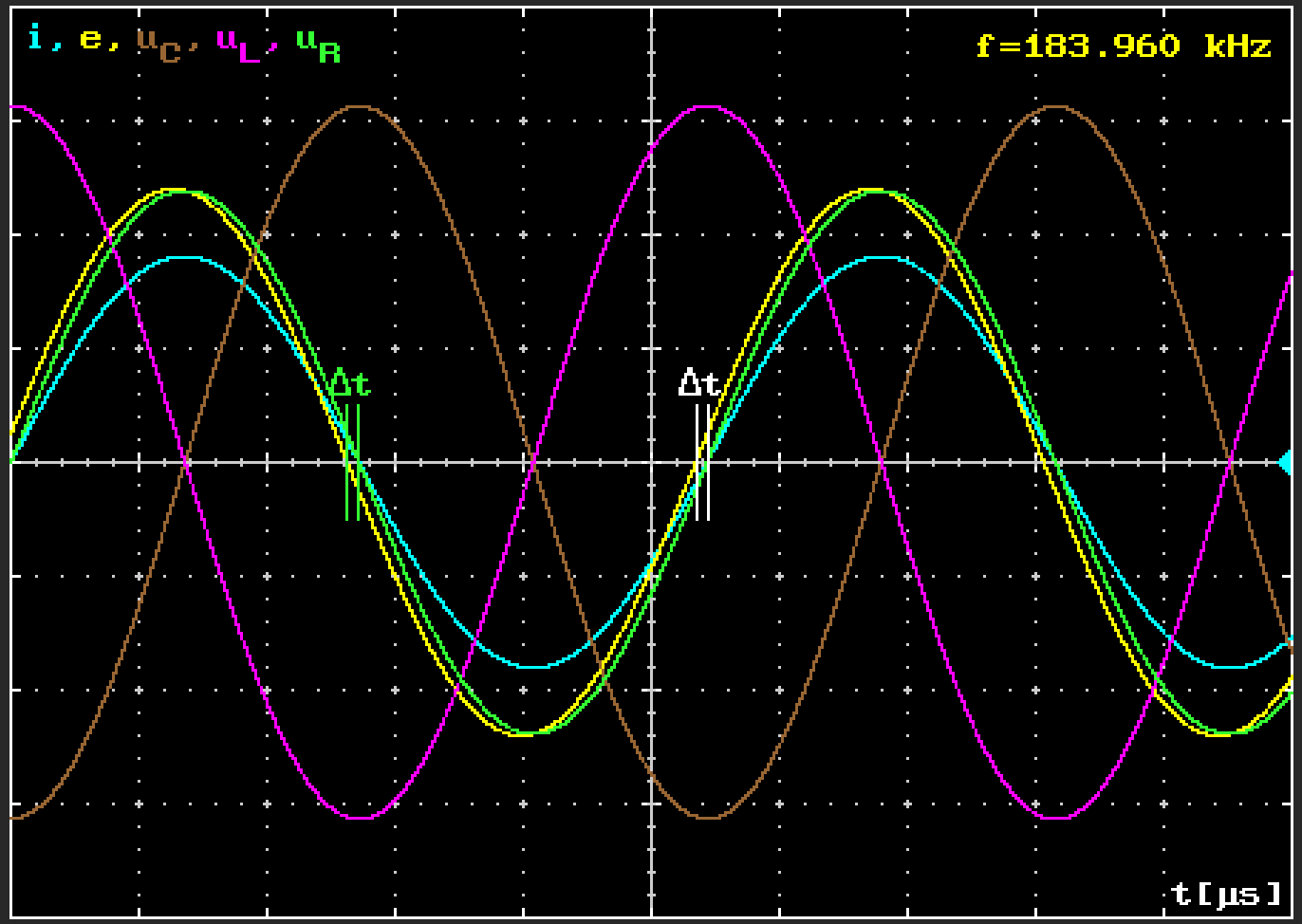
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.345 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

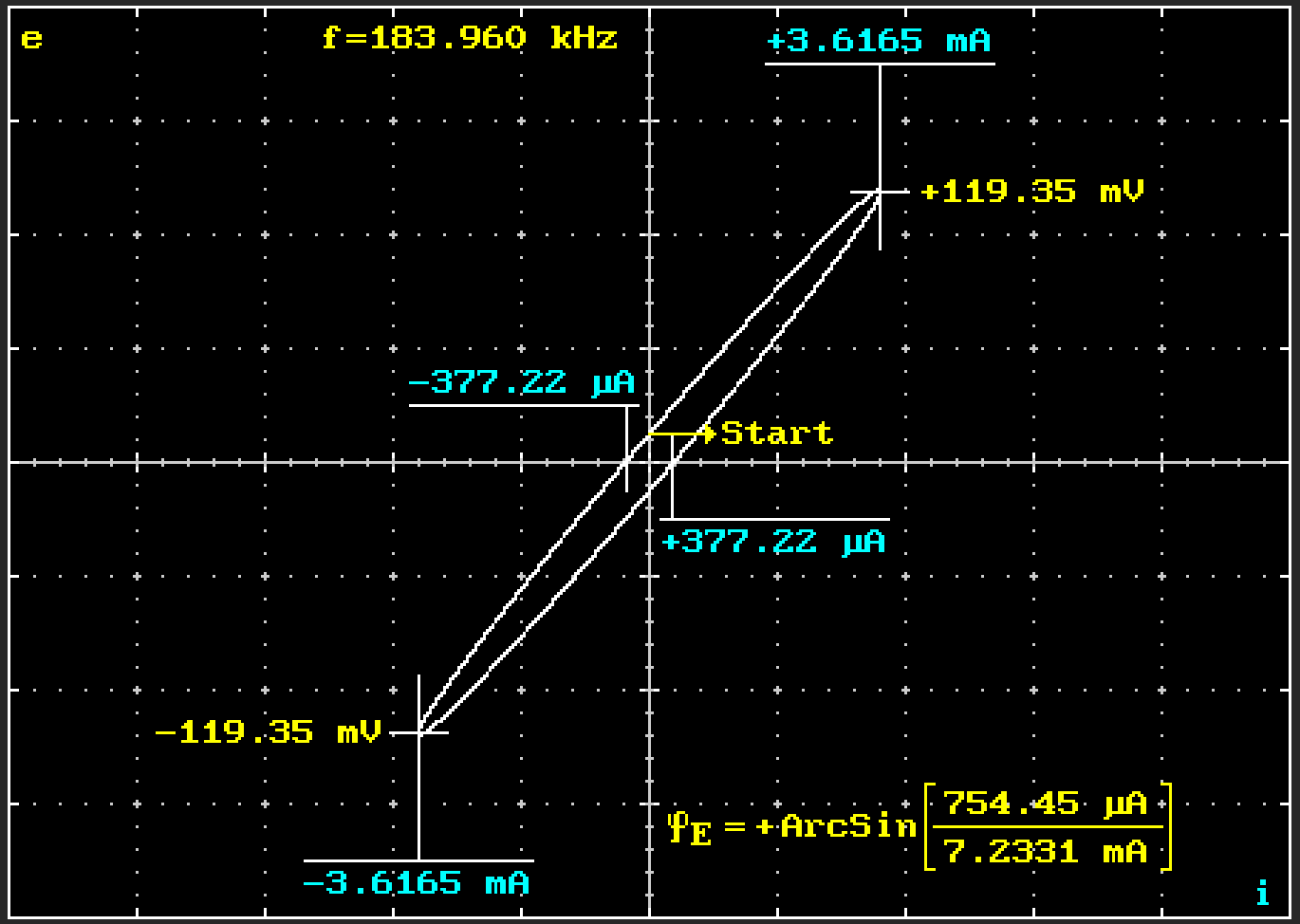
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.345 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=184.695 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=415.6 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

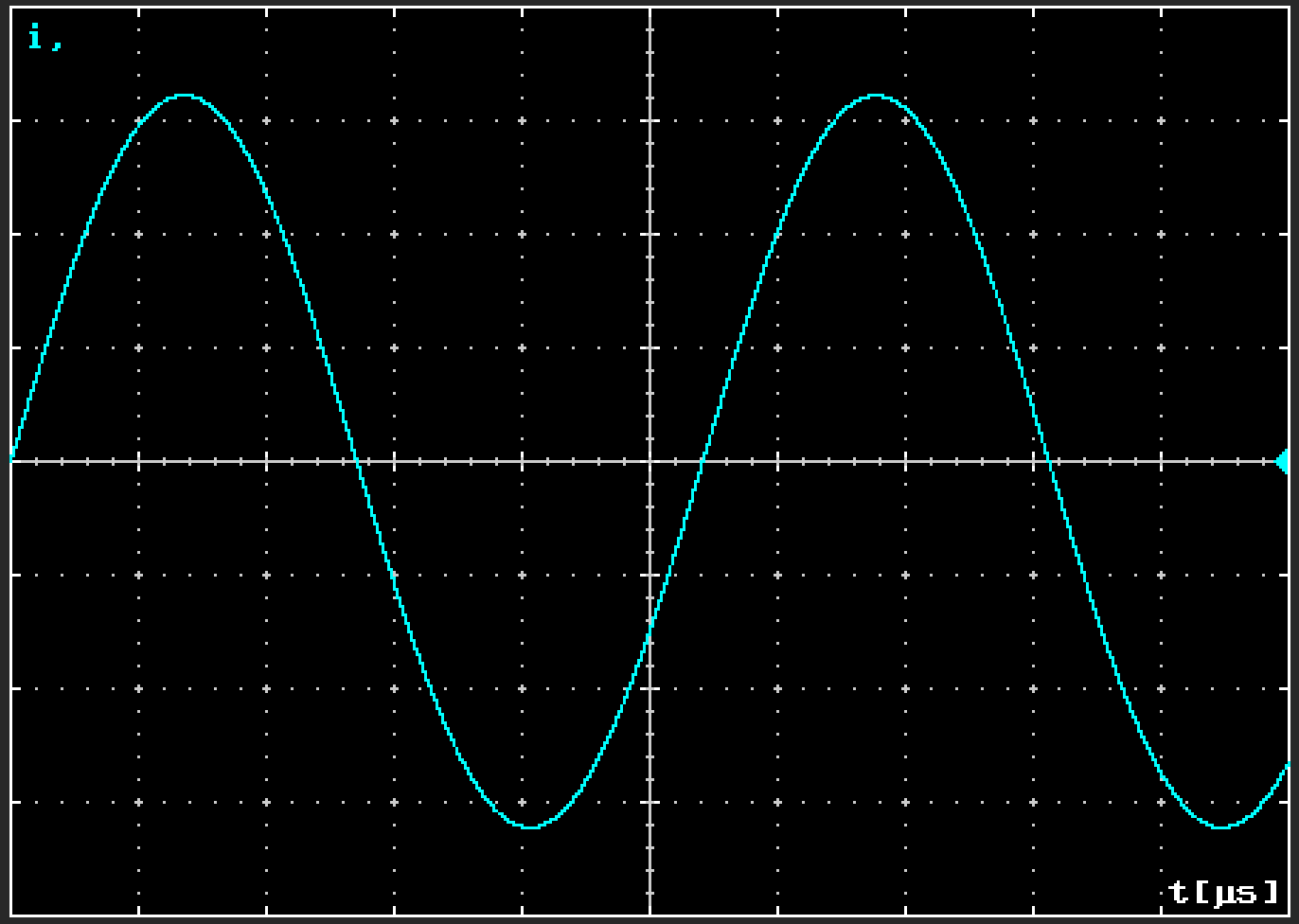
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

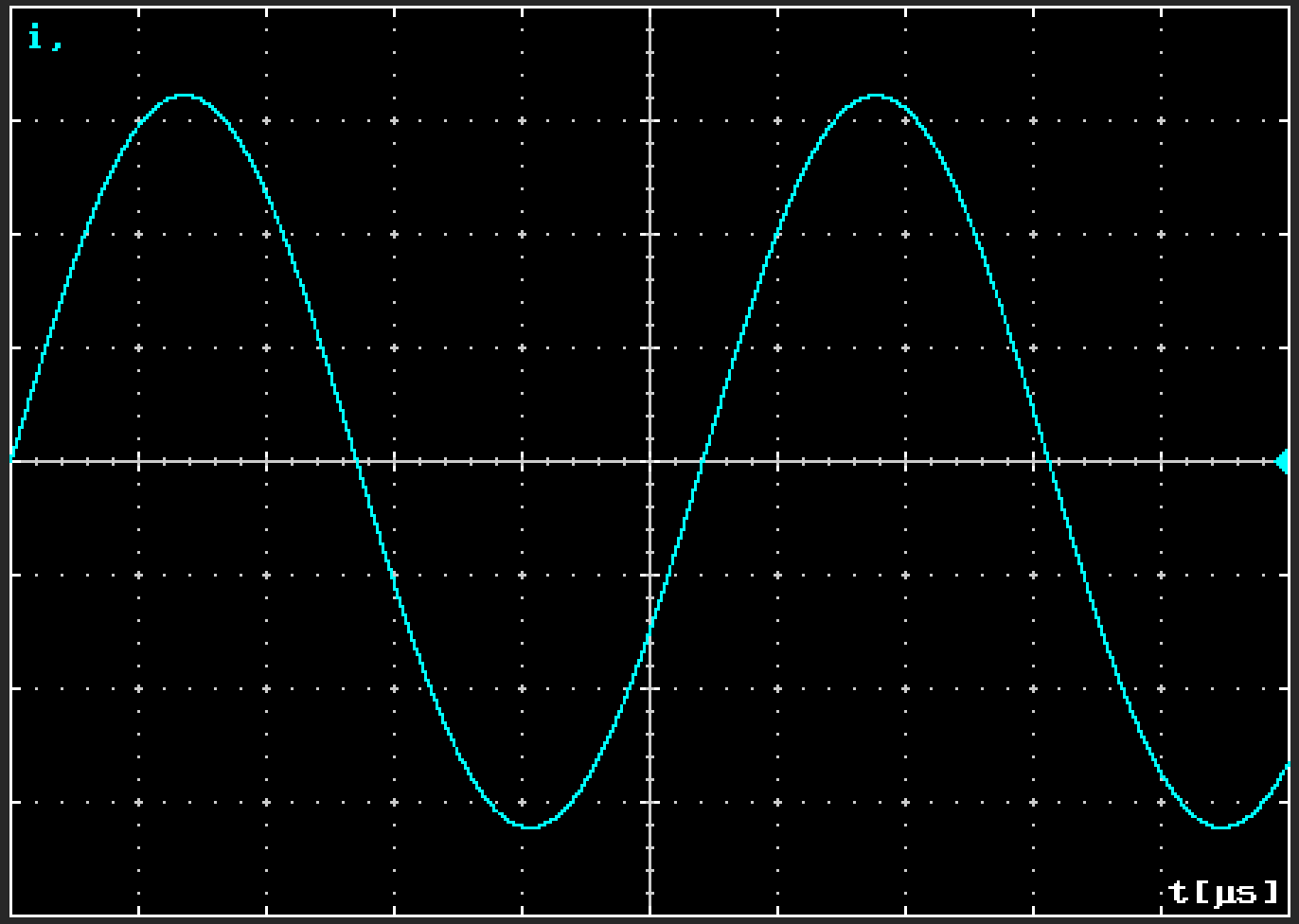
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

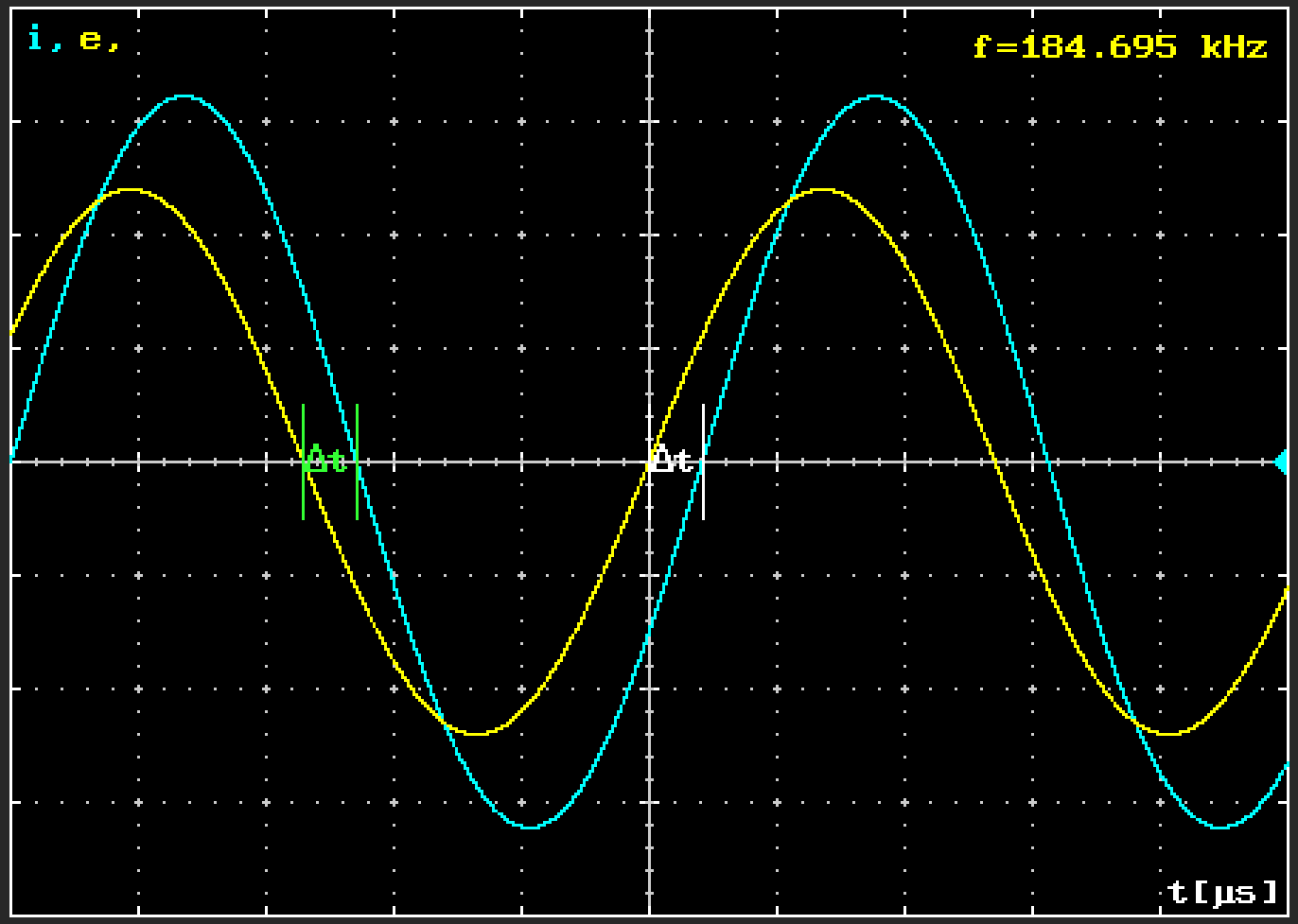
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

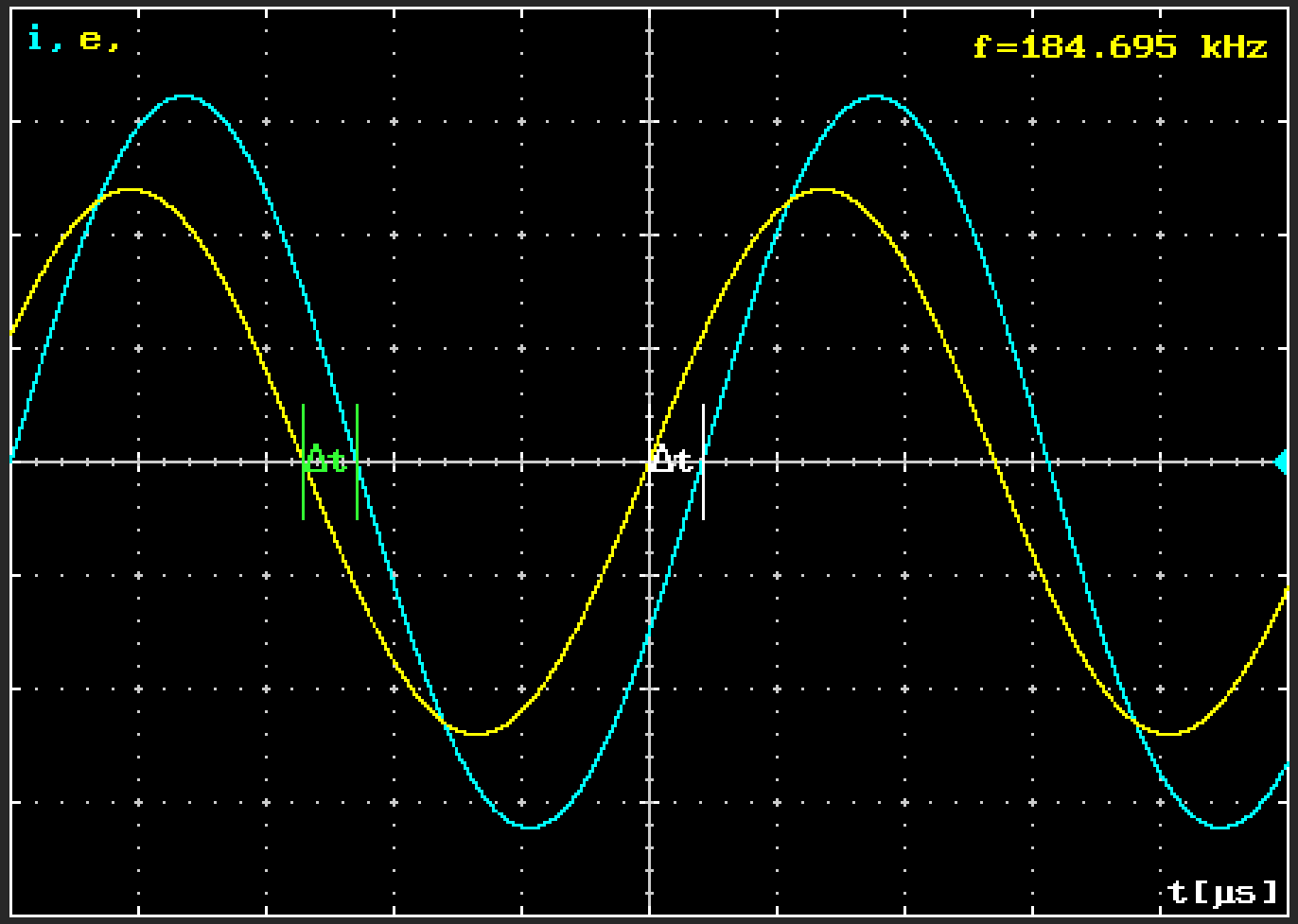
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

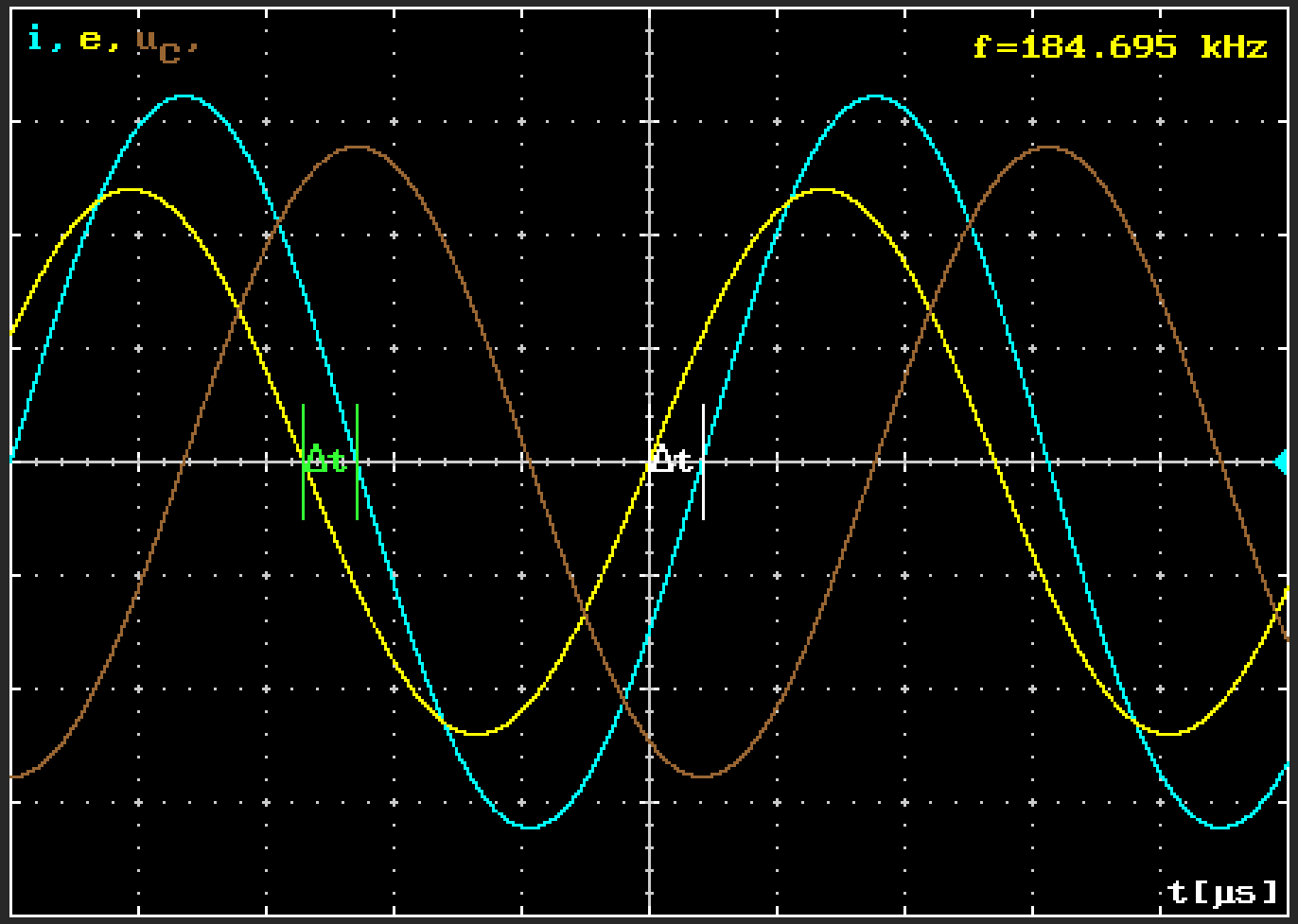
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 5.55235 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

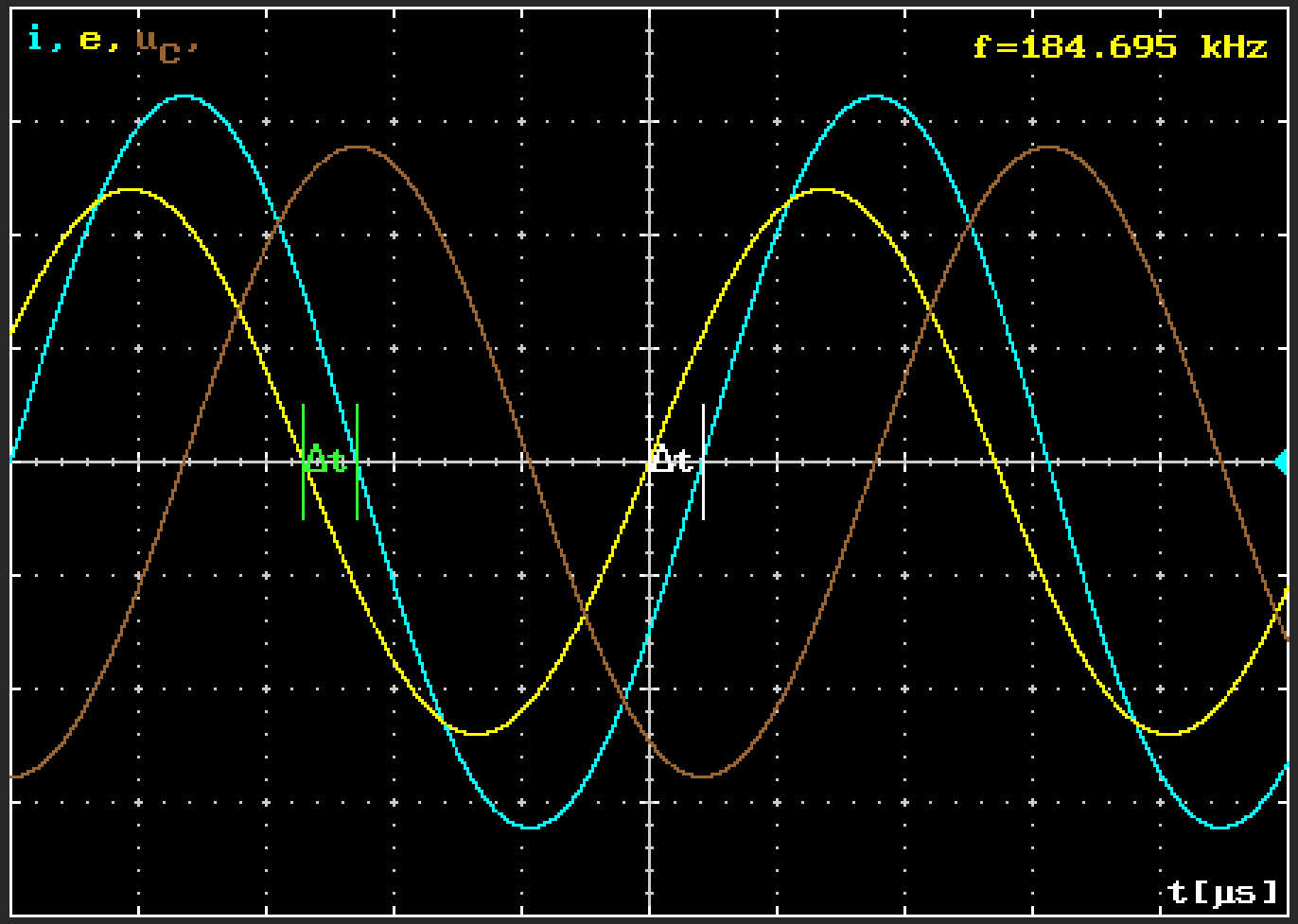
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 5.55235 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

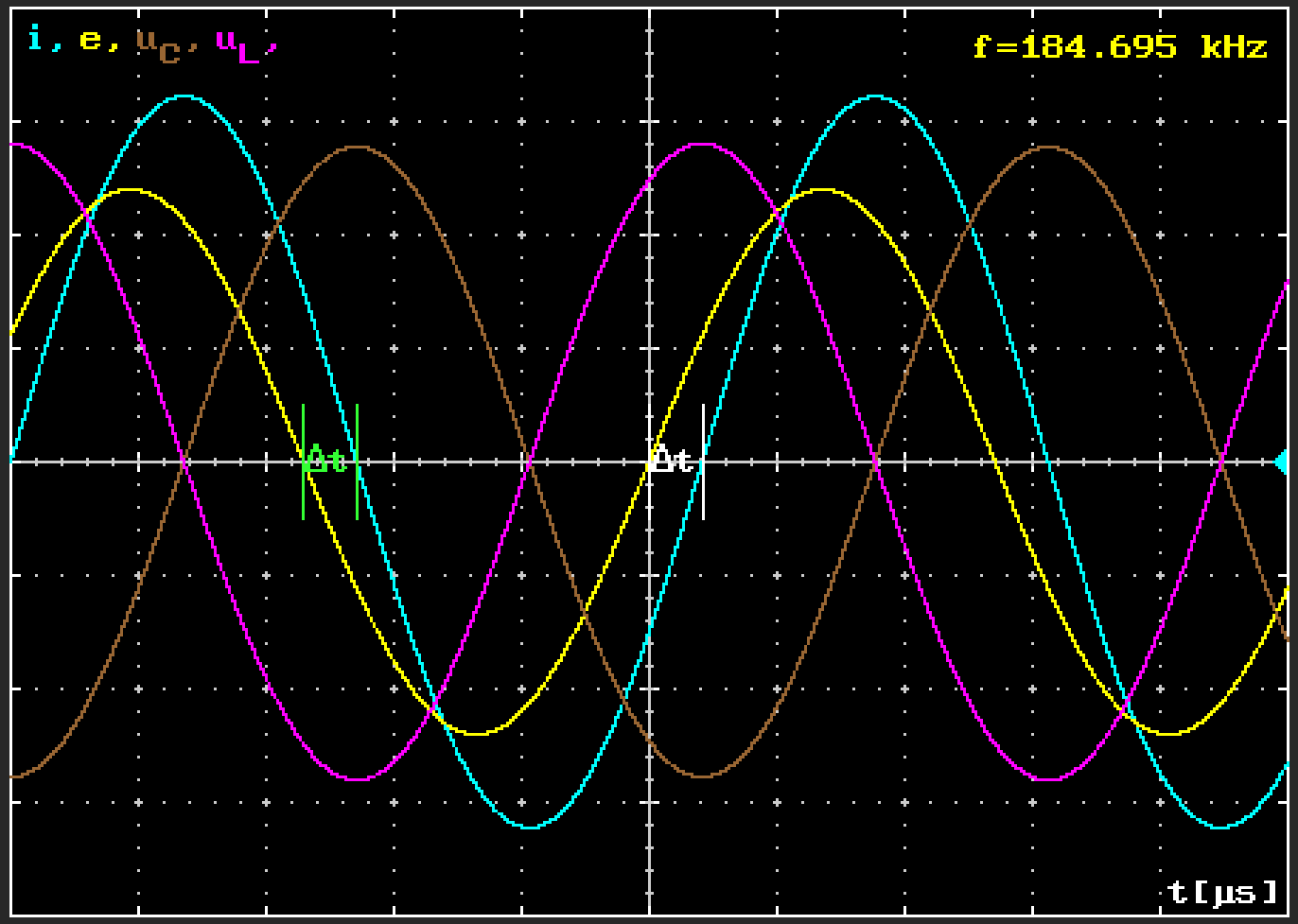
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	5.60800 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.55235 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

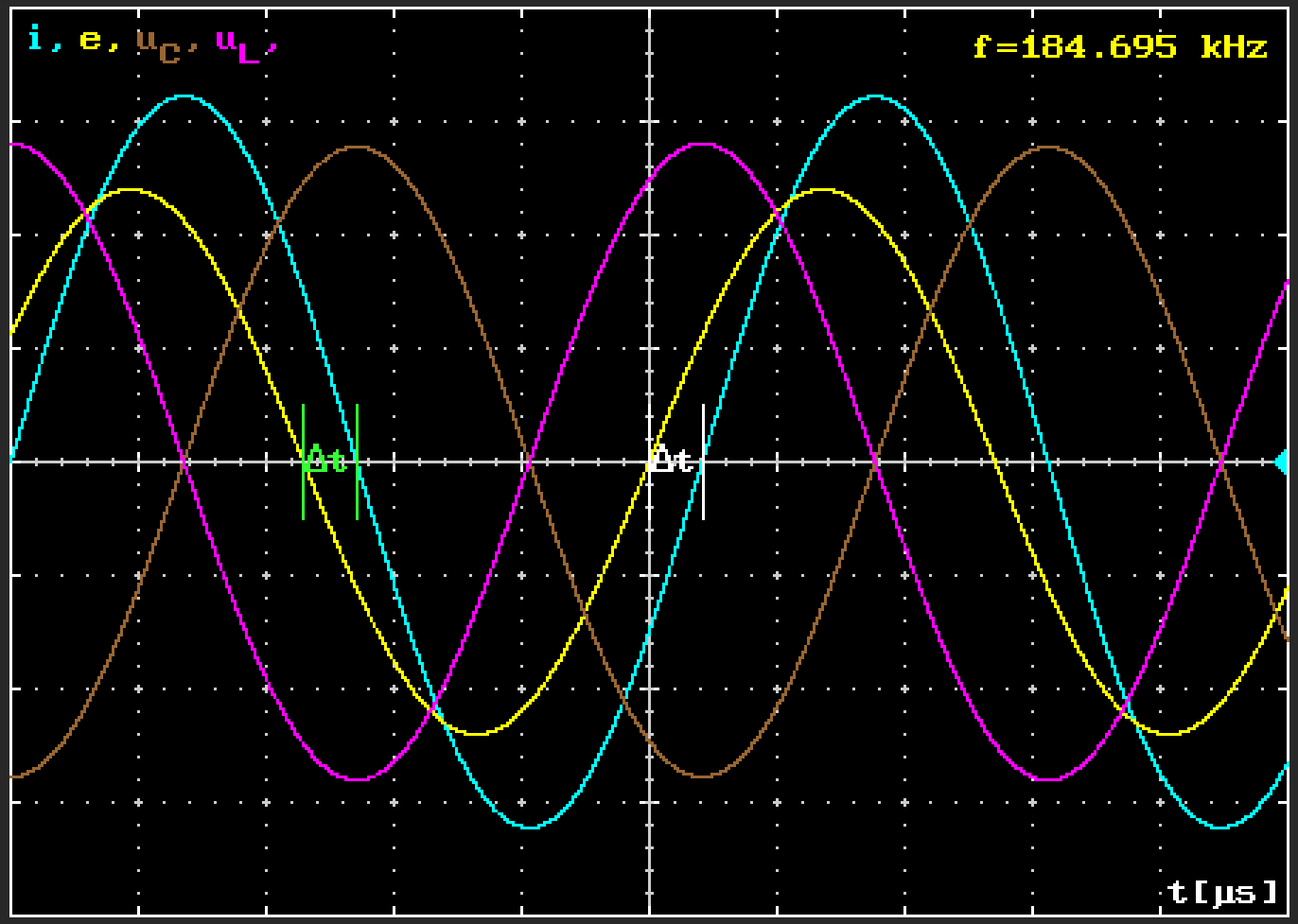
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 37.25 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	5.60800 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.55235 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

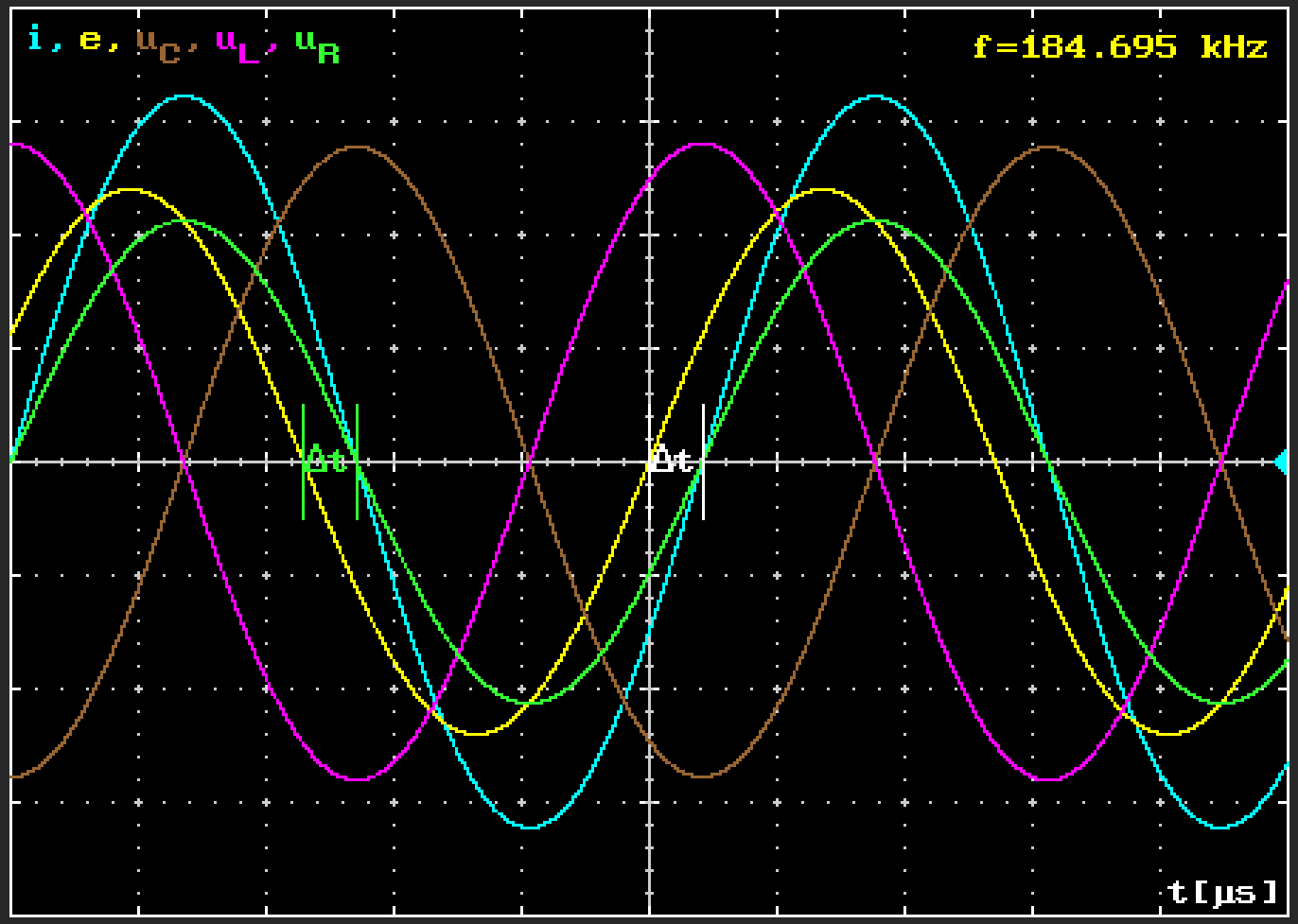
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 37.25 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; φ_{REF}=0°
U_R	106.315 mV; φ_R=0°
U_L	5.60800 V; φ_L=+90°
U_C	5.55235 V; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+27.63°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

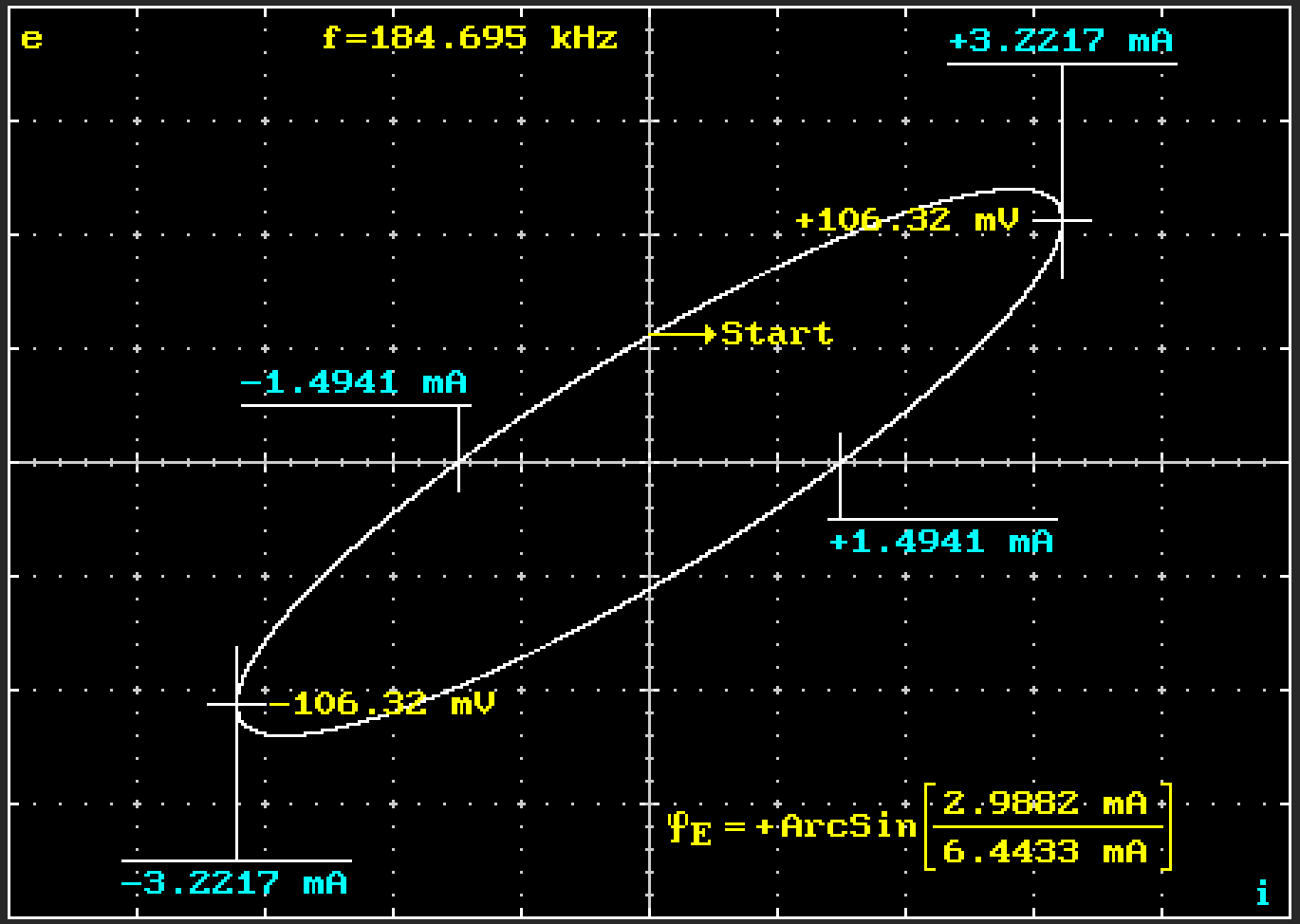
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.315 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.60800 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.55235 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=187.452 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=953.0 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

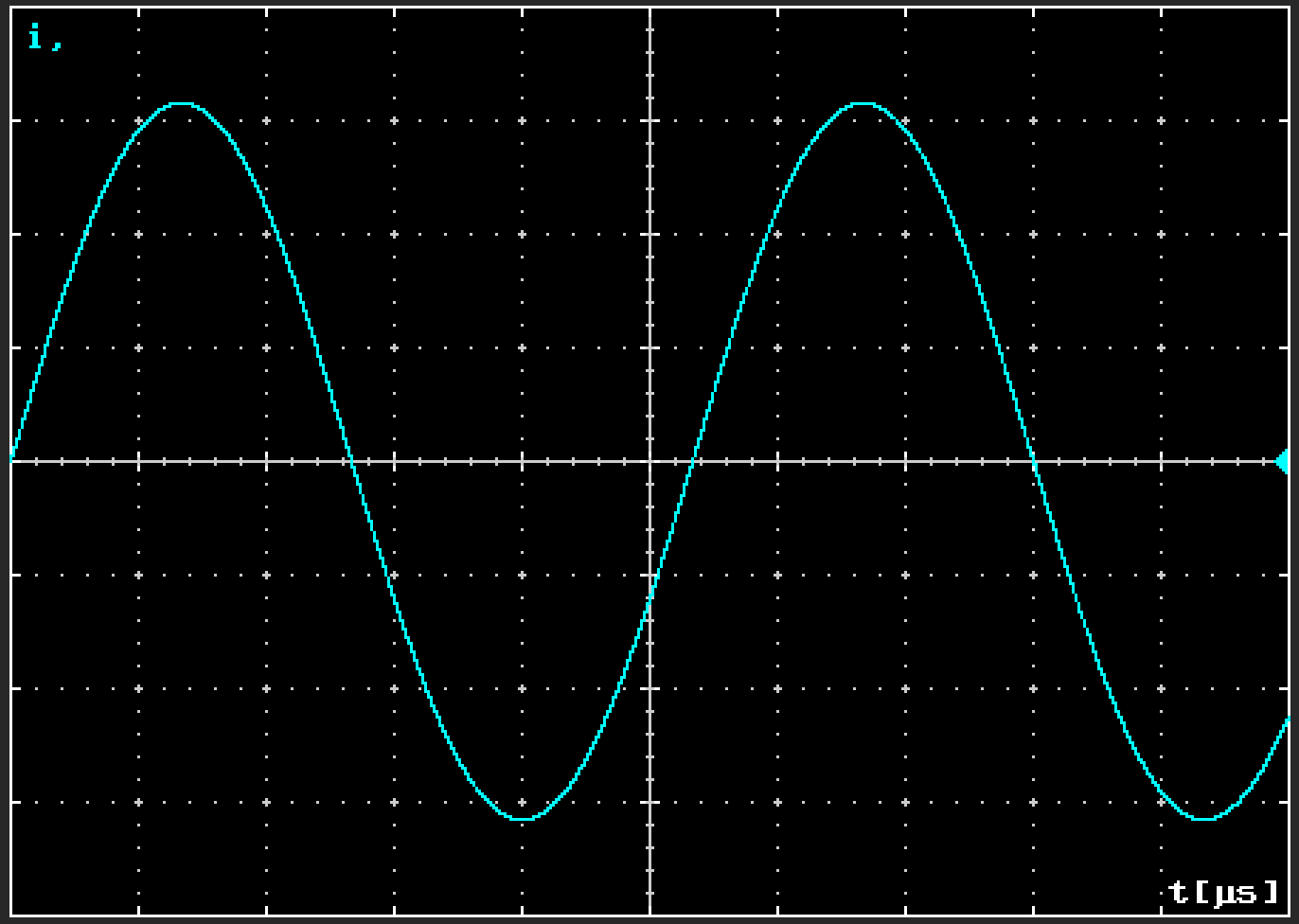
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

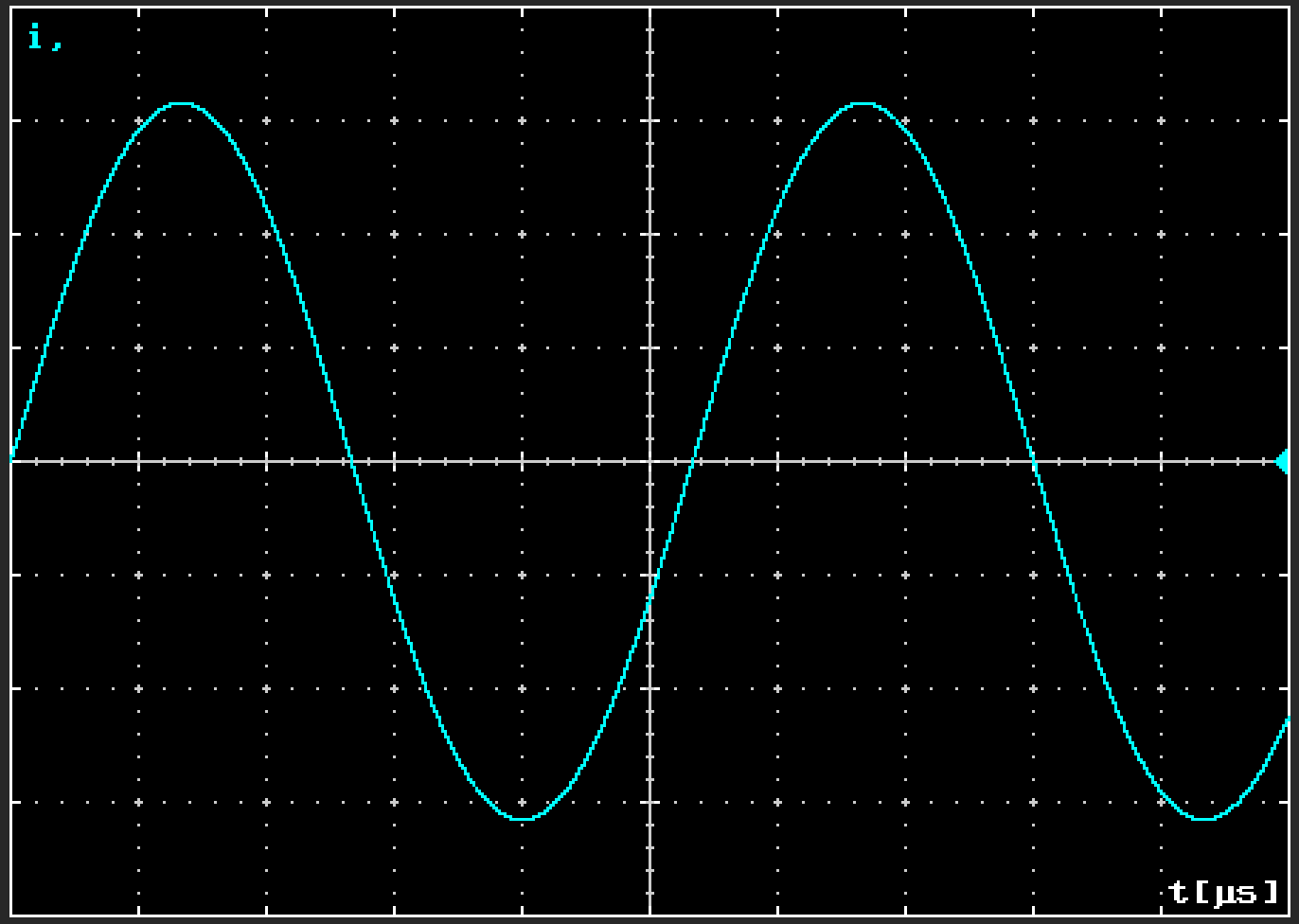
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.5	i[mA/div]
1	20	u_R[mV/div]
2	1	u_L[V/div]
3	1	u_C[V/div]
4	50	e[mV/div]

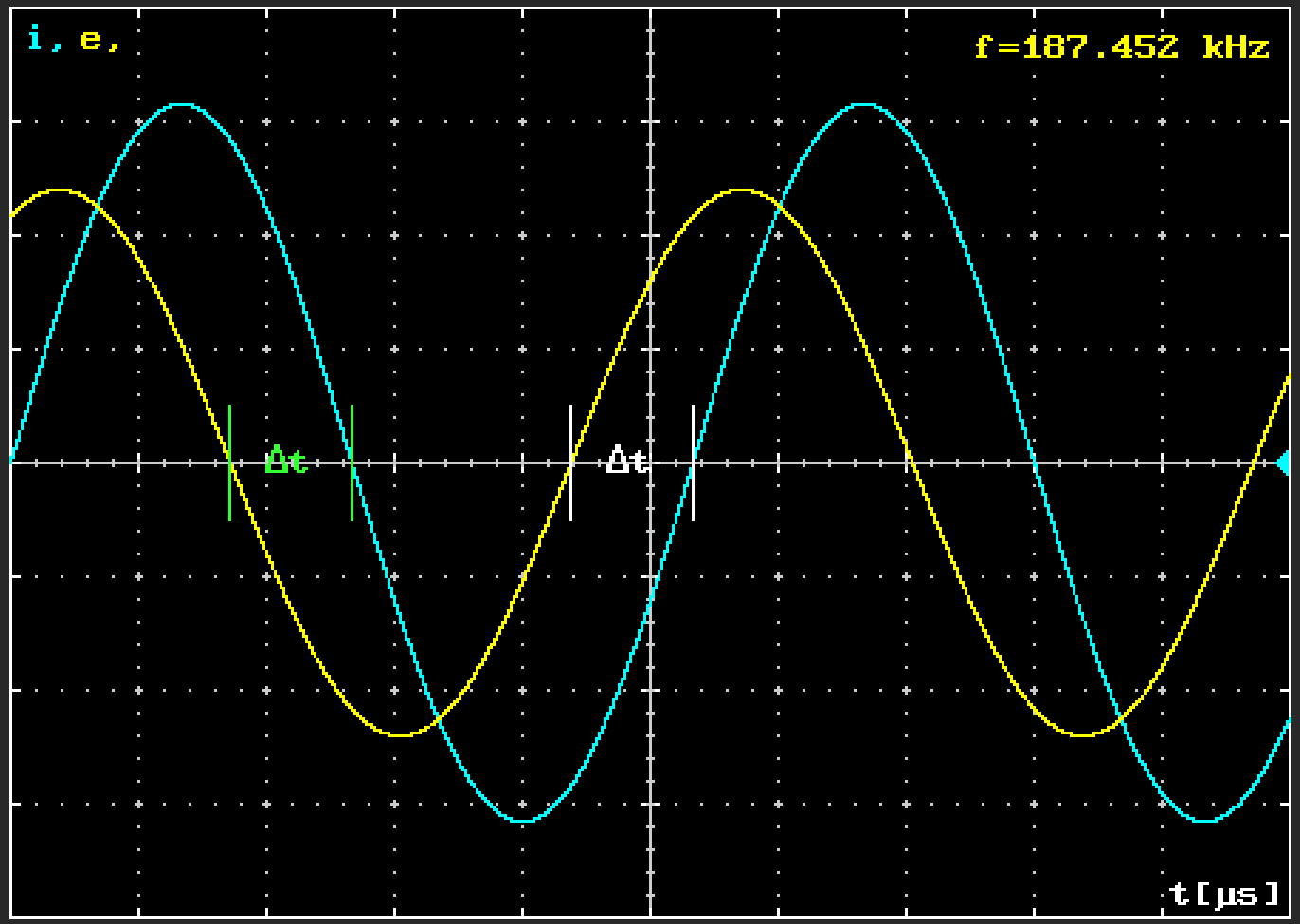
1	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

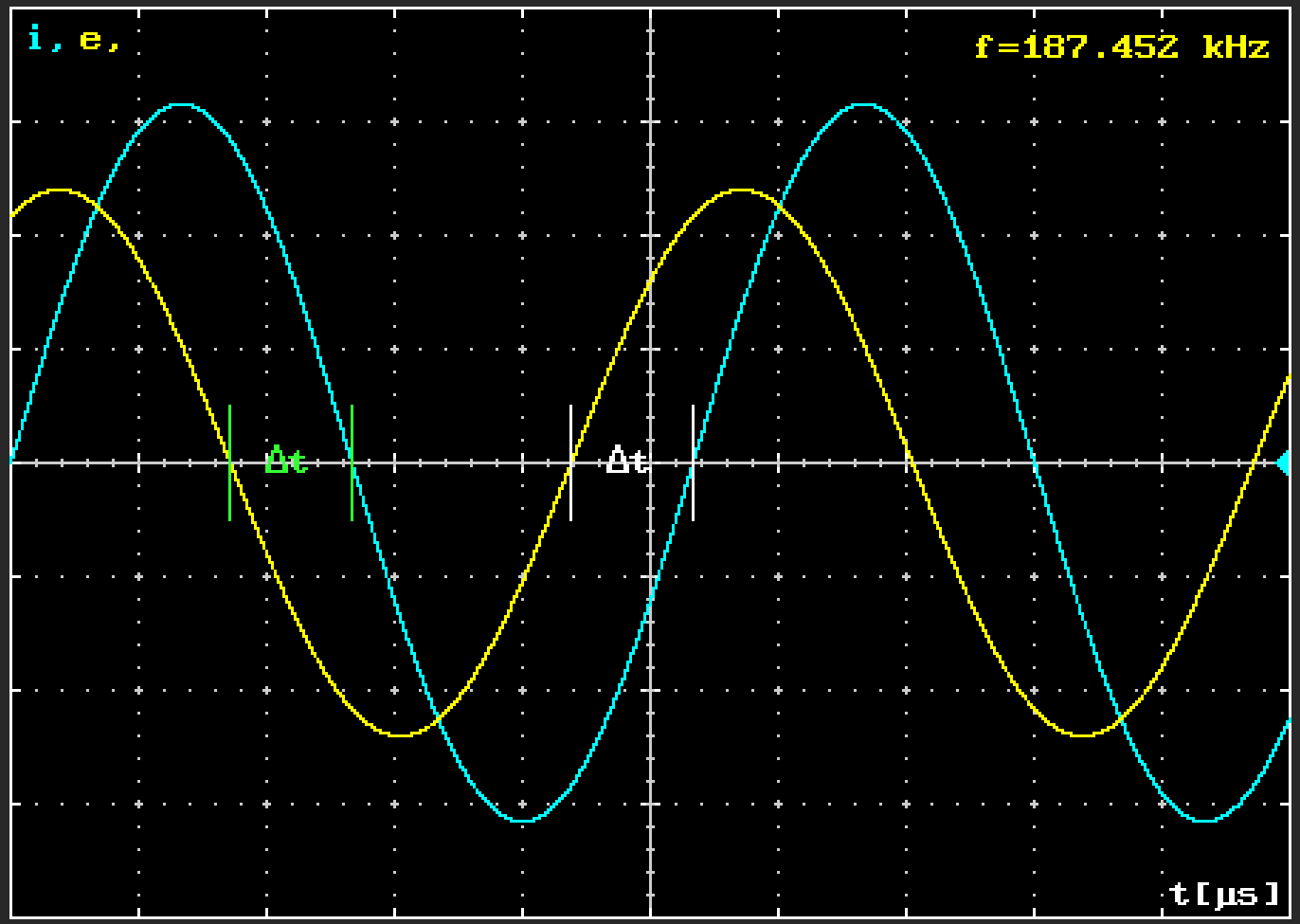
0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

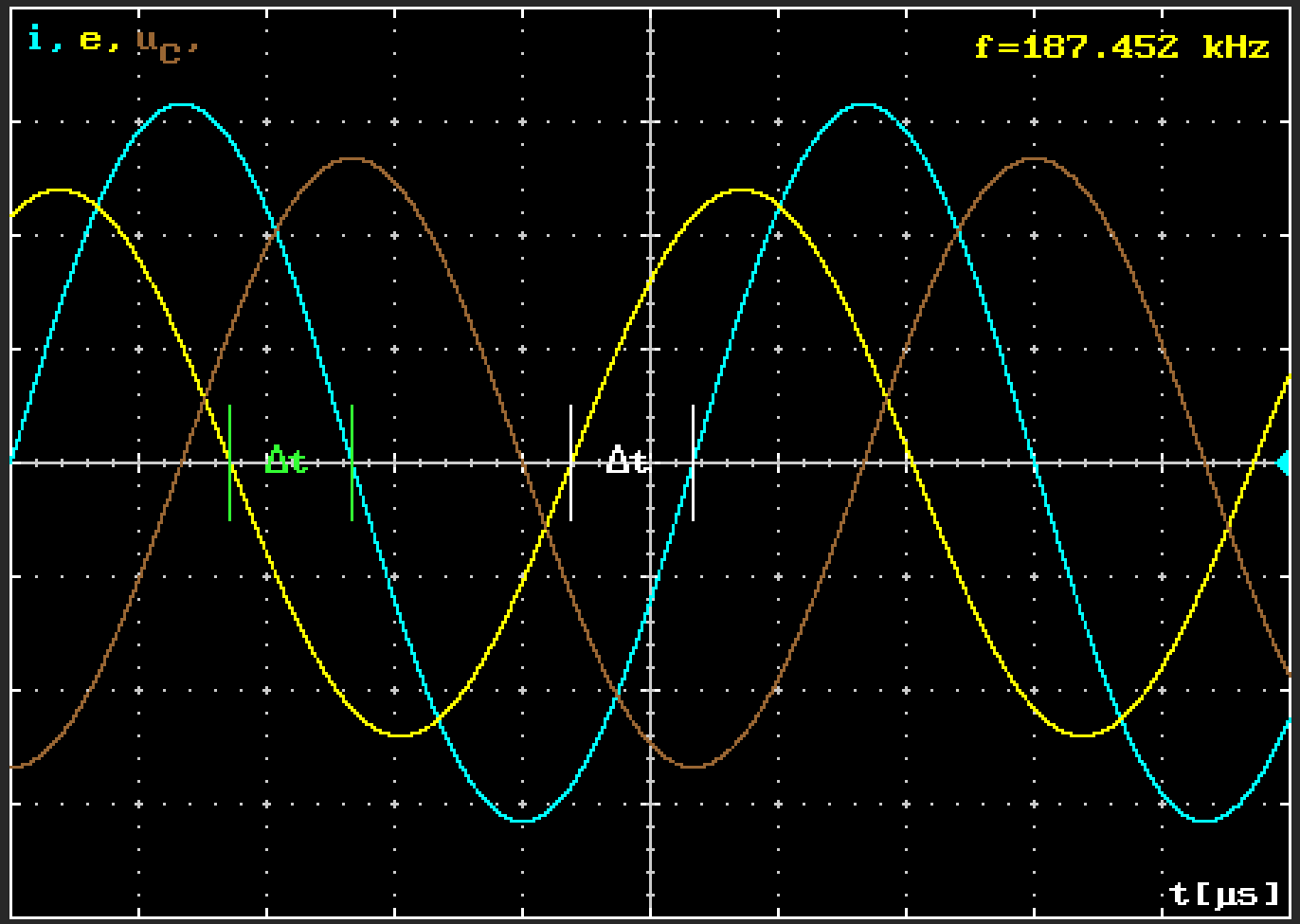
0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 2.67661 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

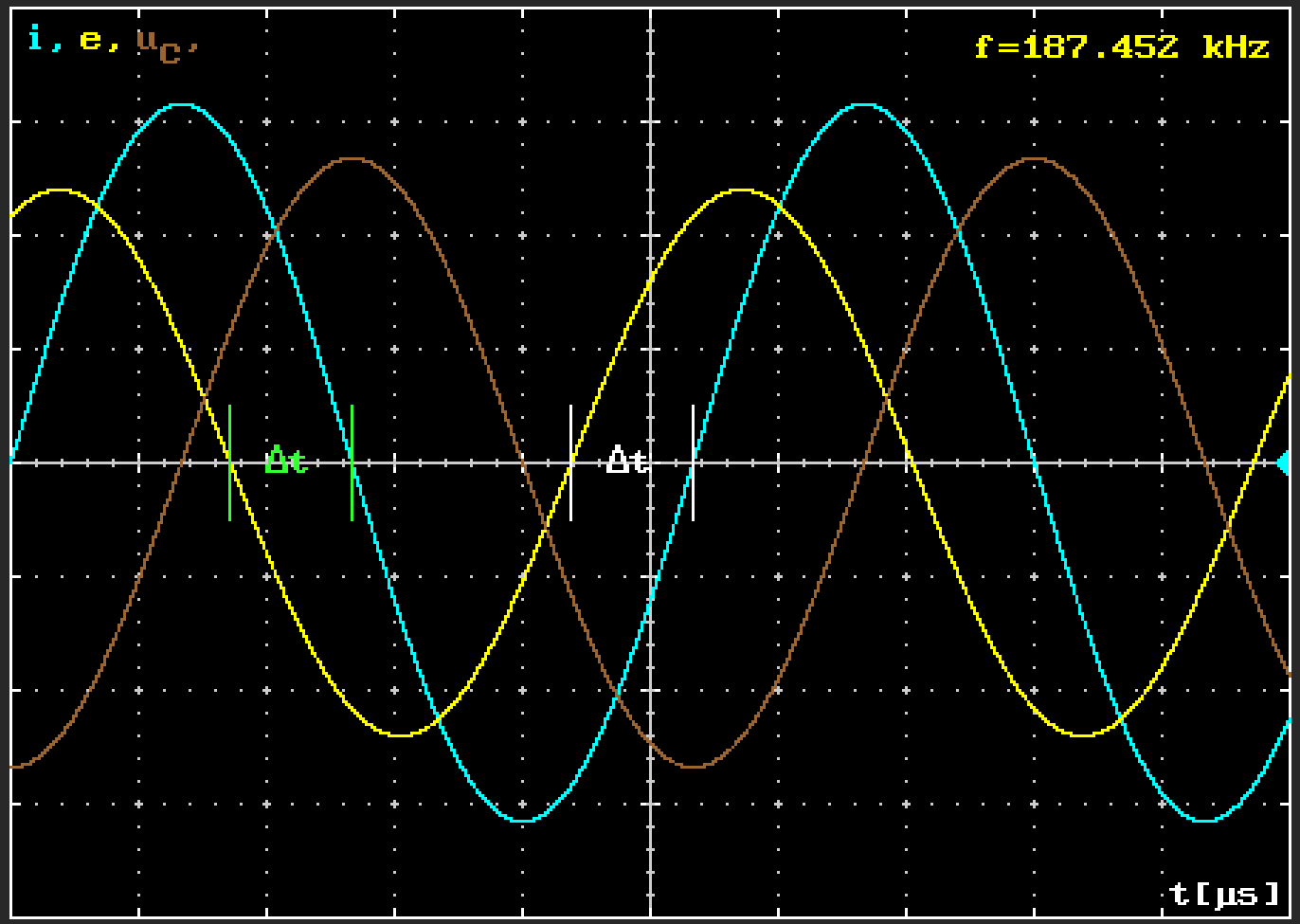
359

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 76.13 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

∫ LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

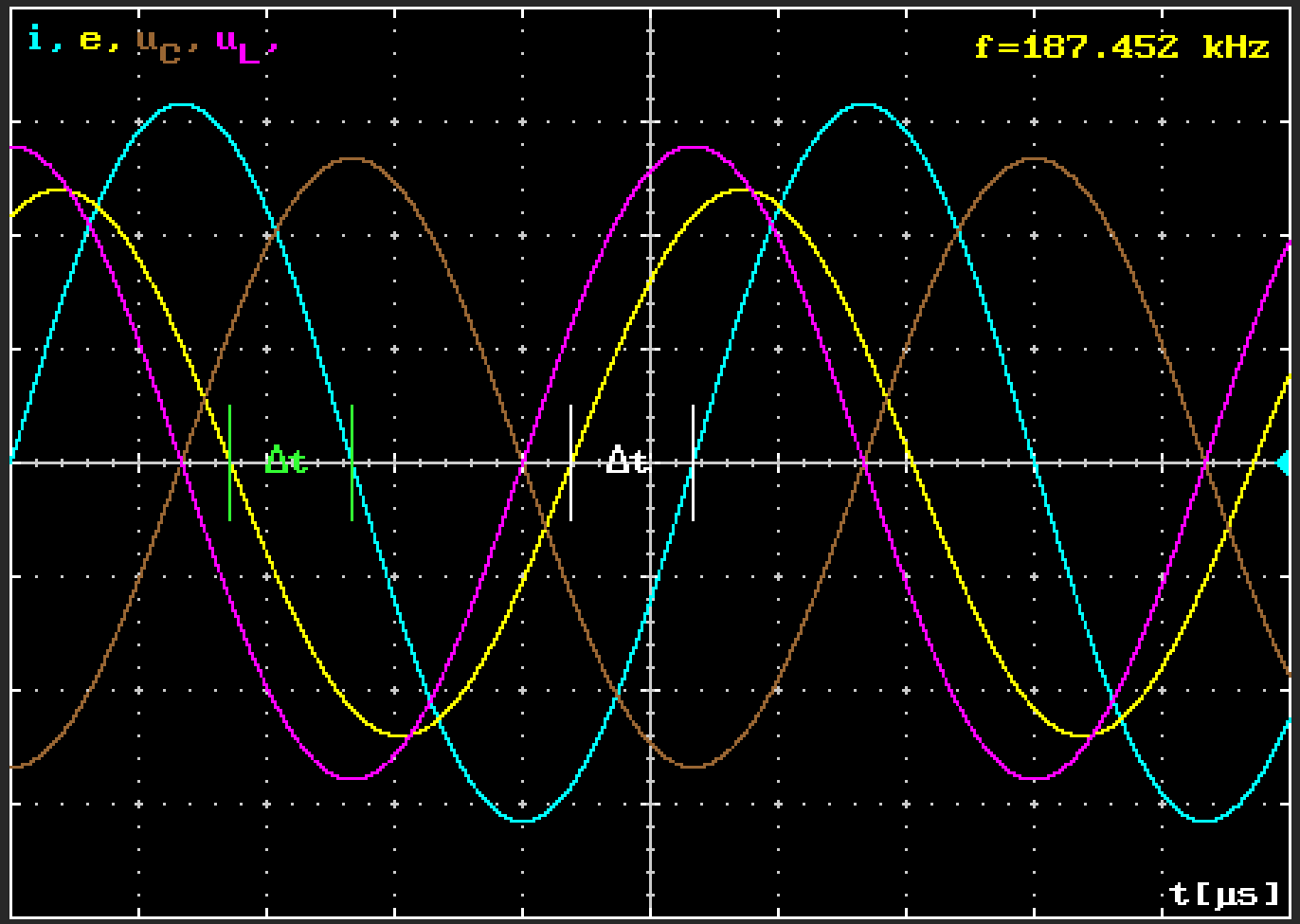
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 76.13 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

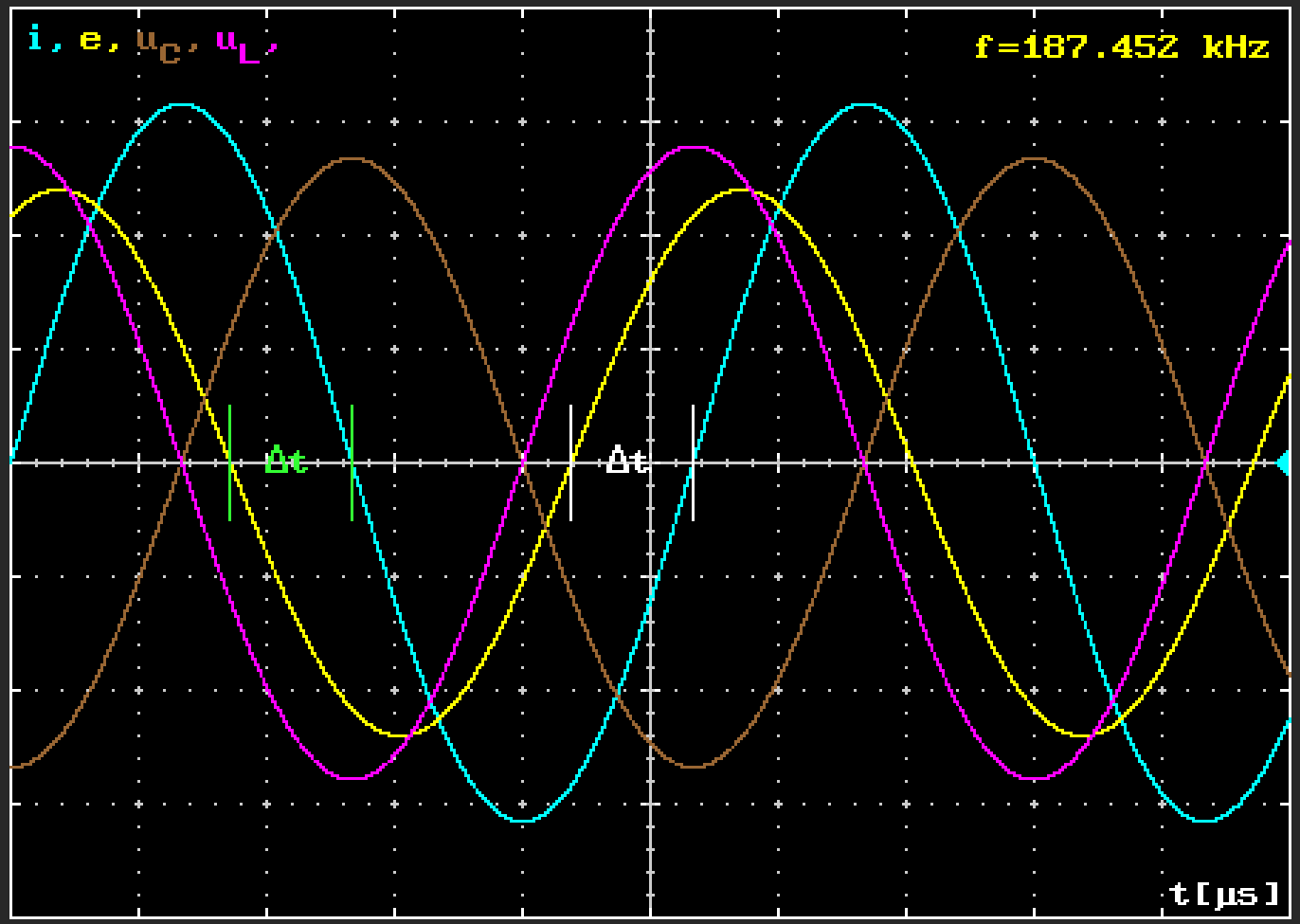
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

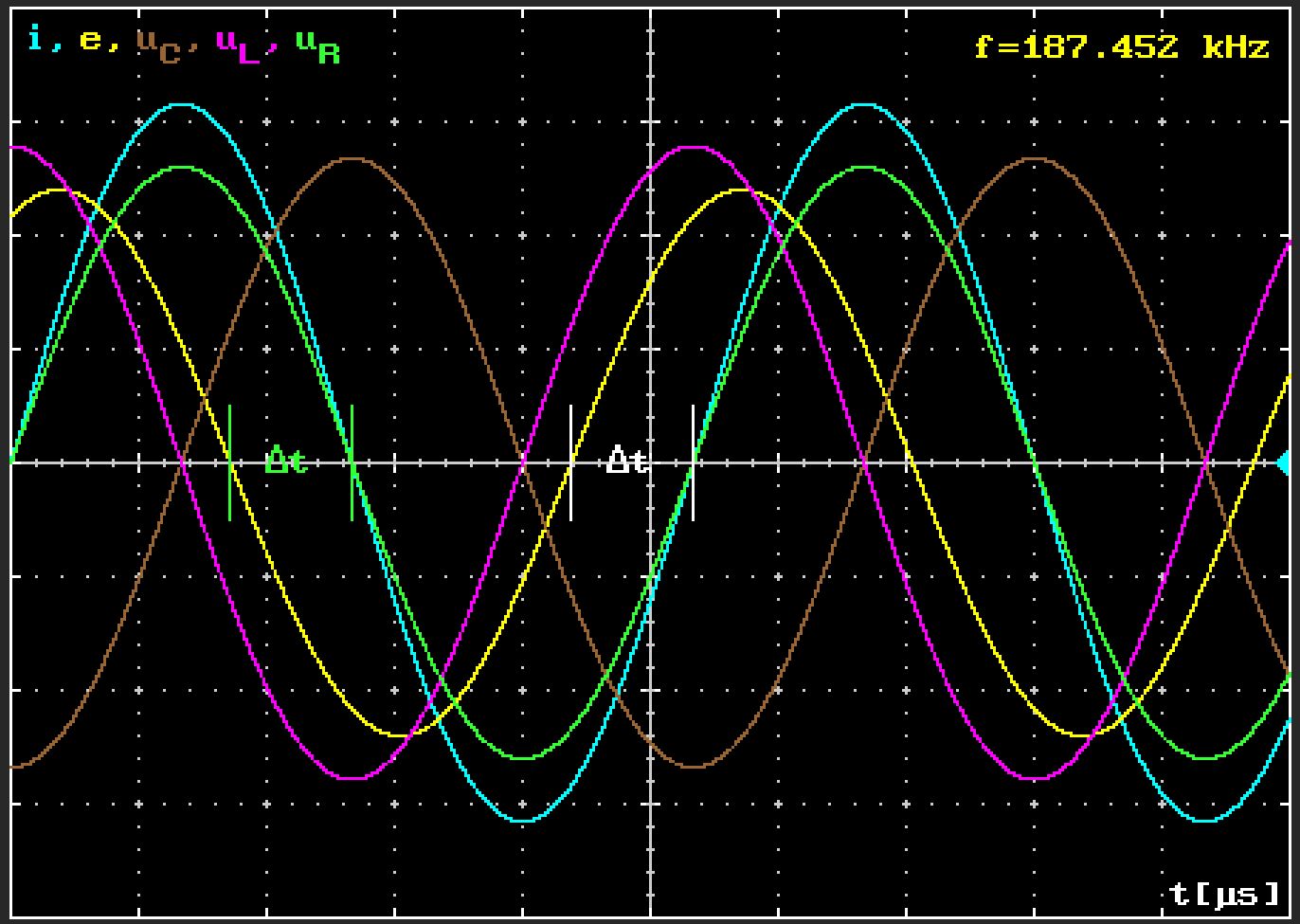
362

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 76.13 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	52.0162 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

∫ LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

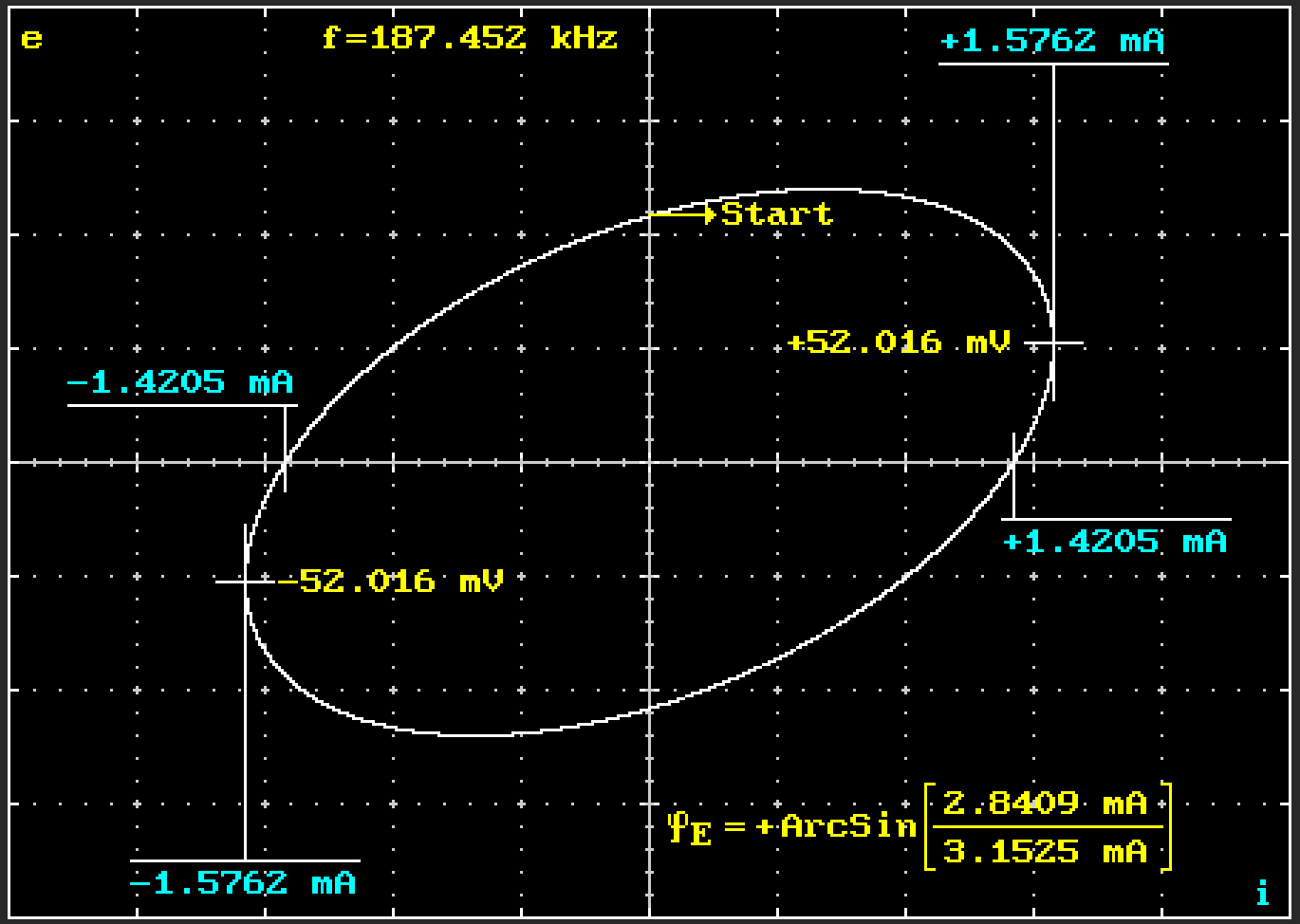
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	52.0162 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=202.154 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=1.158 µs-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

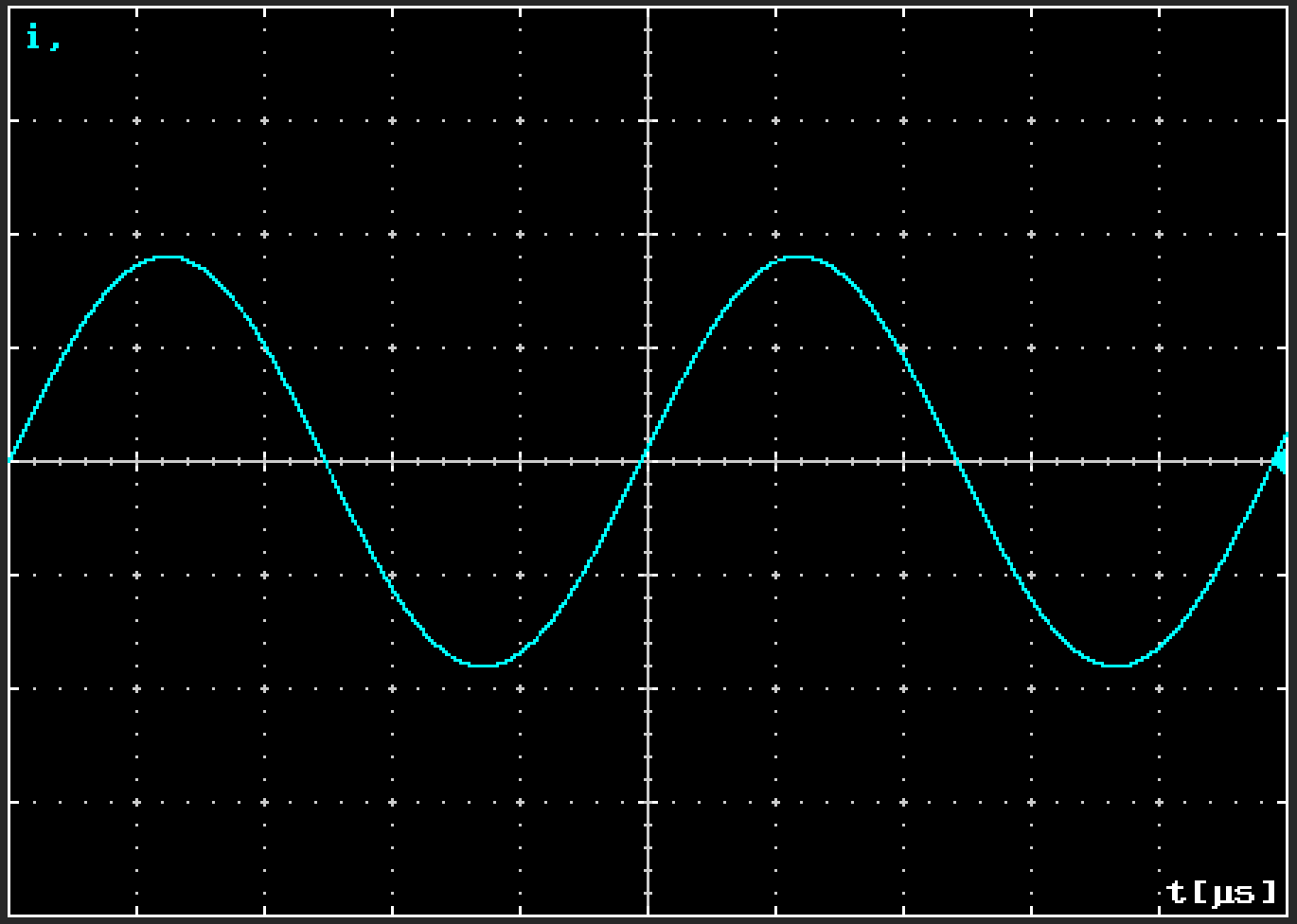
0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

366

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

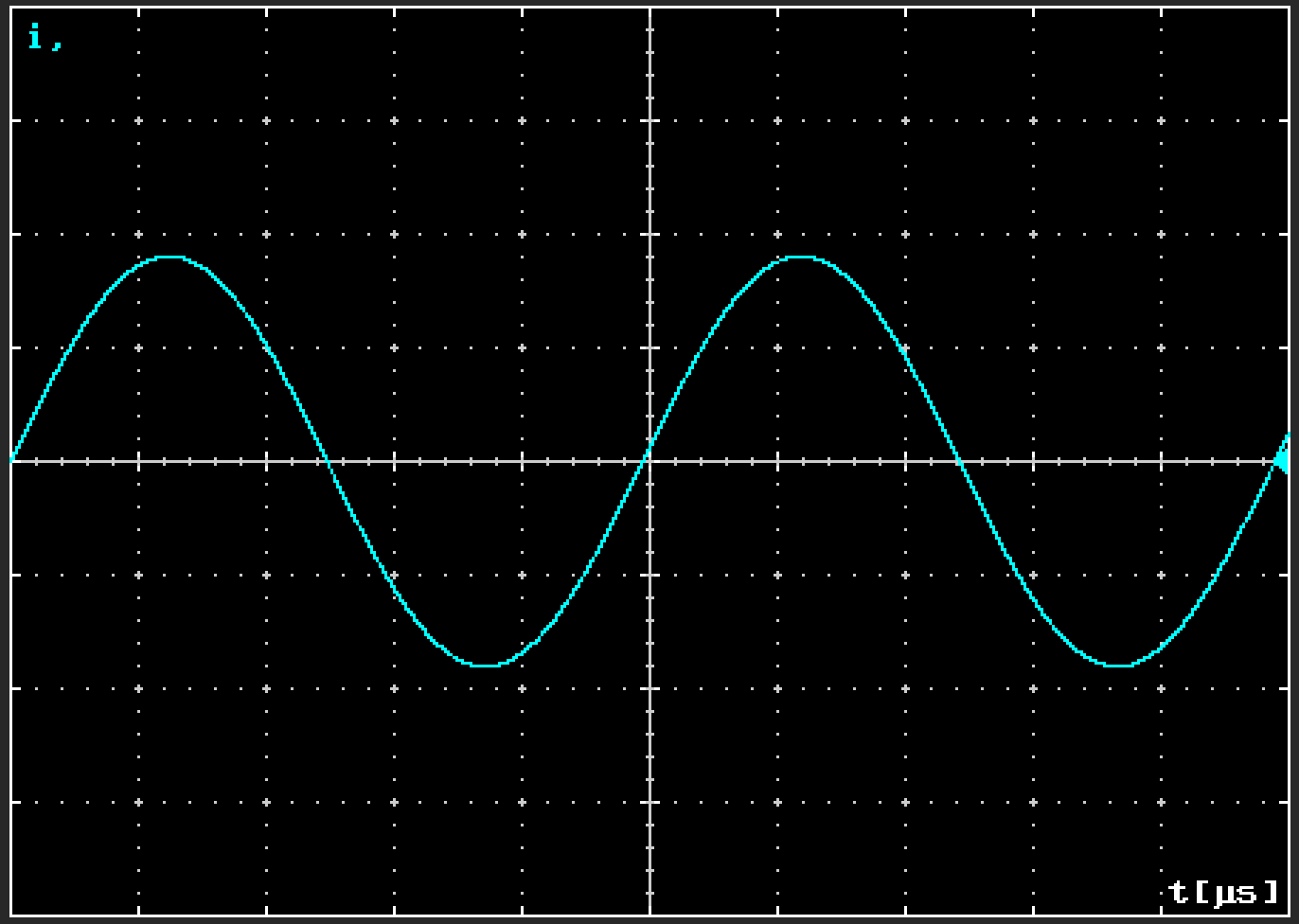
90

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

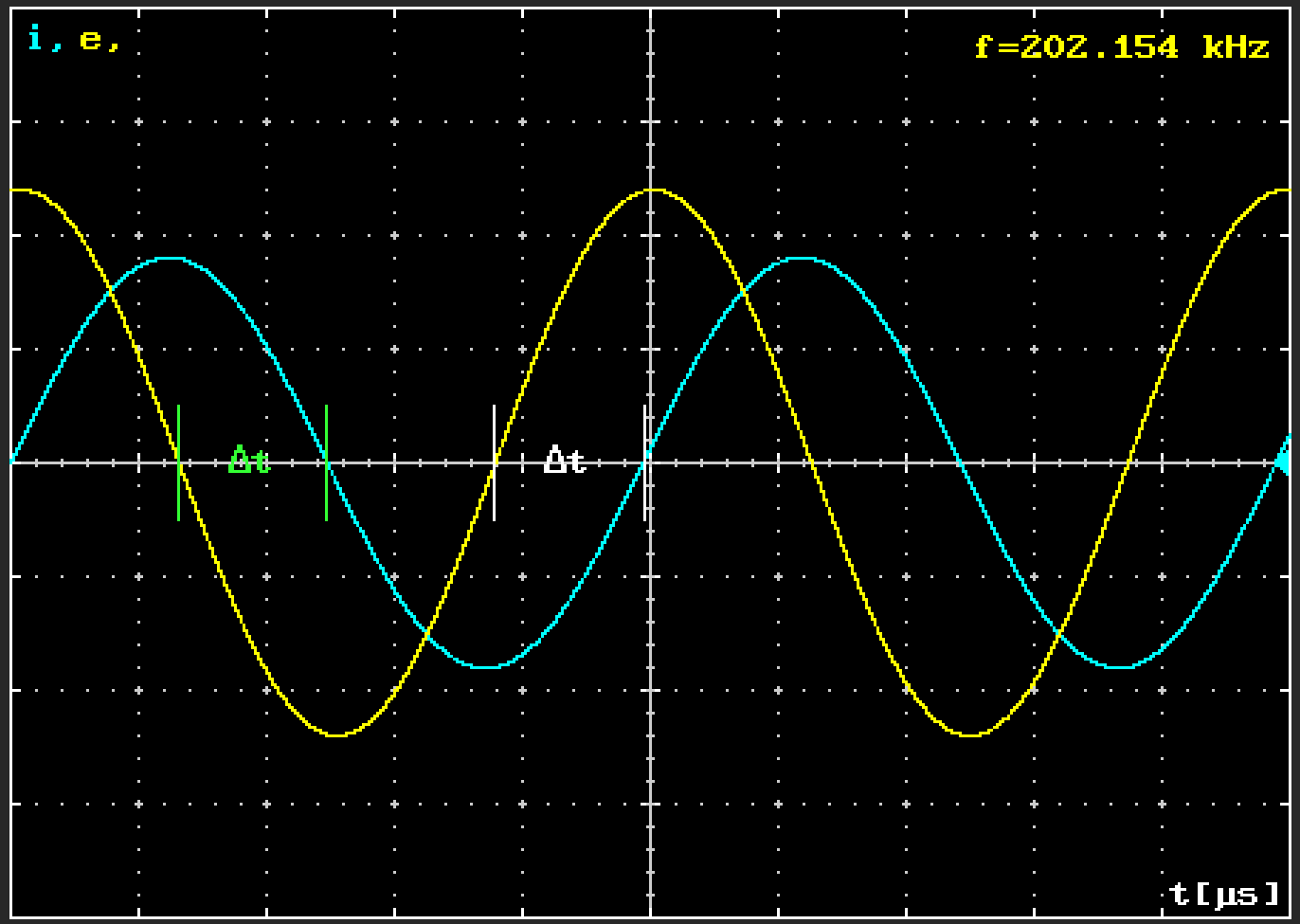
0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

368

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

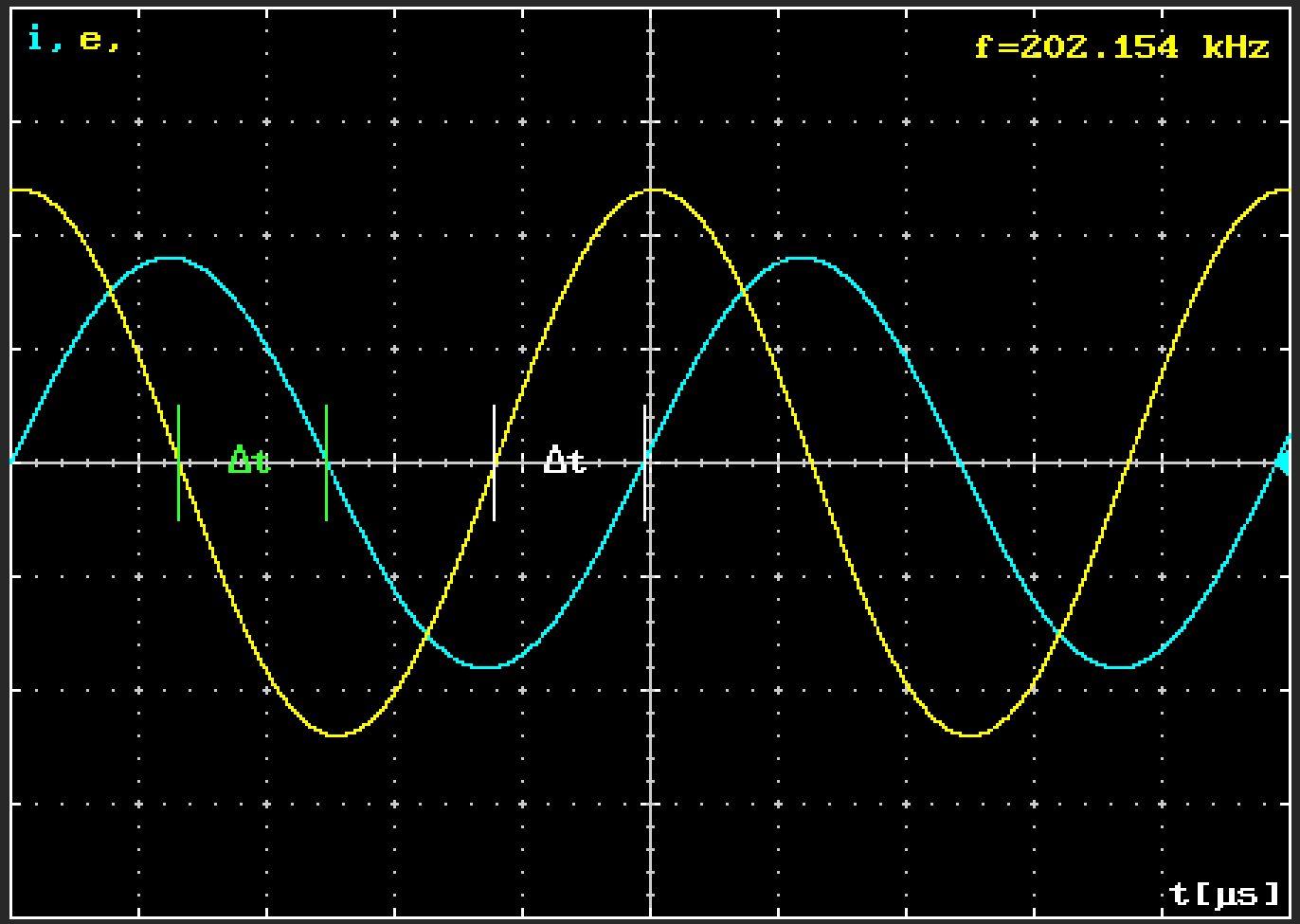
92

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

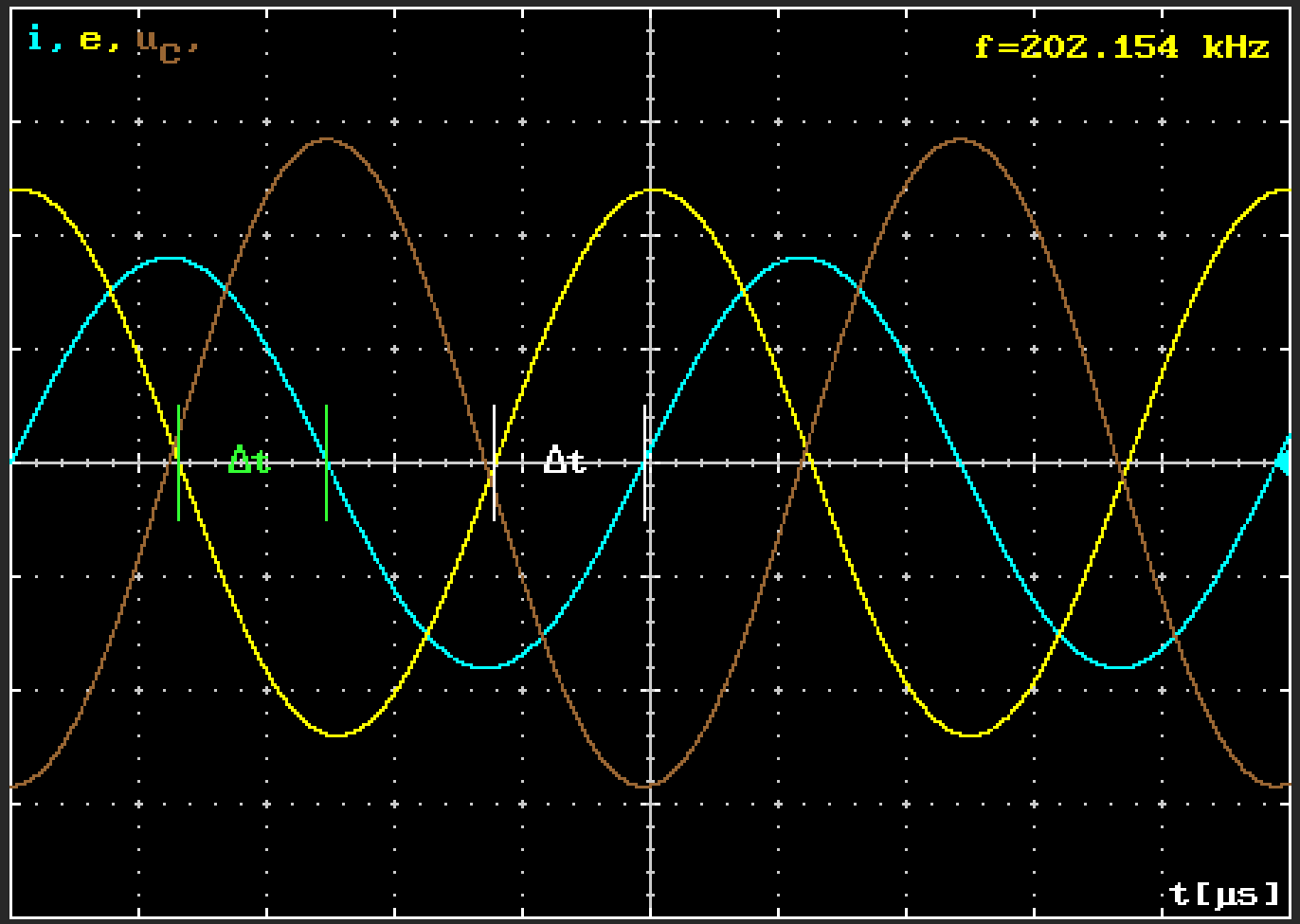
0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 568.602 mV; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+84.30°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

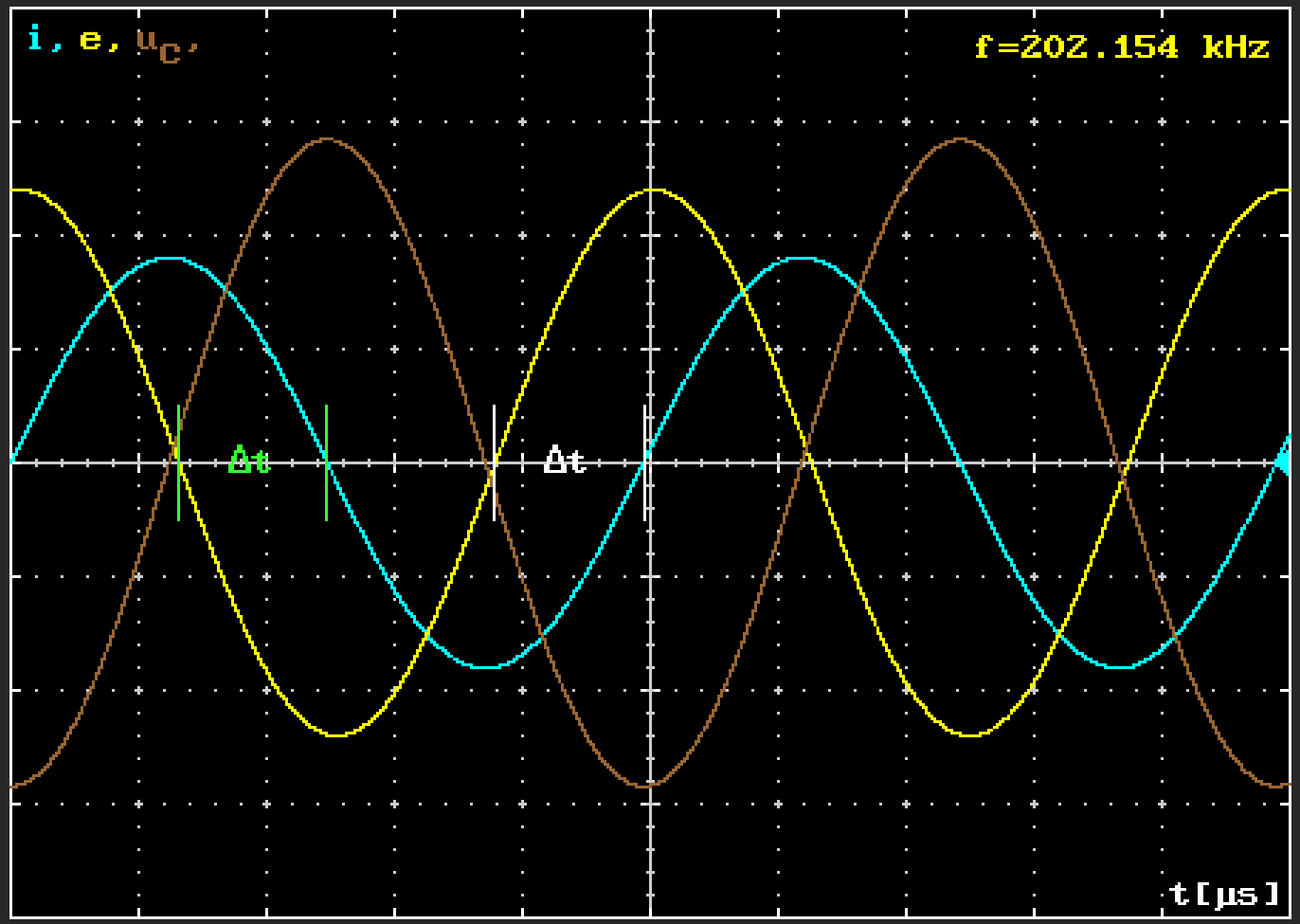
370

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 568.602 mV; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+84.30°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 µs-ot siet, az áramkör induktív

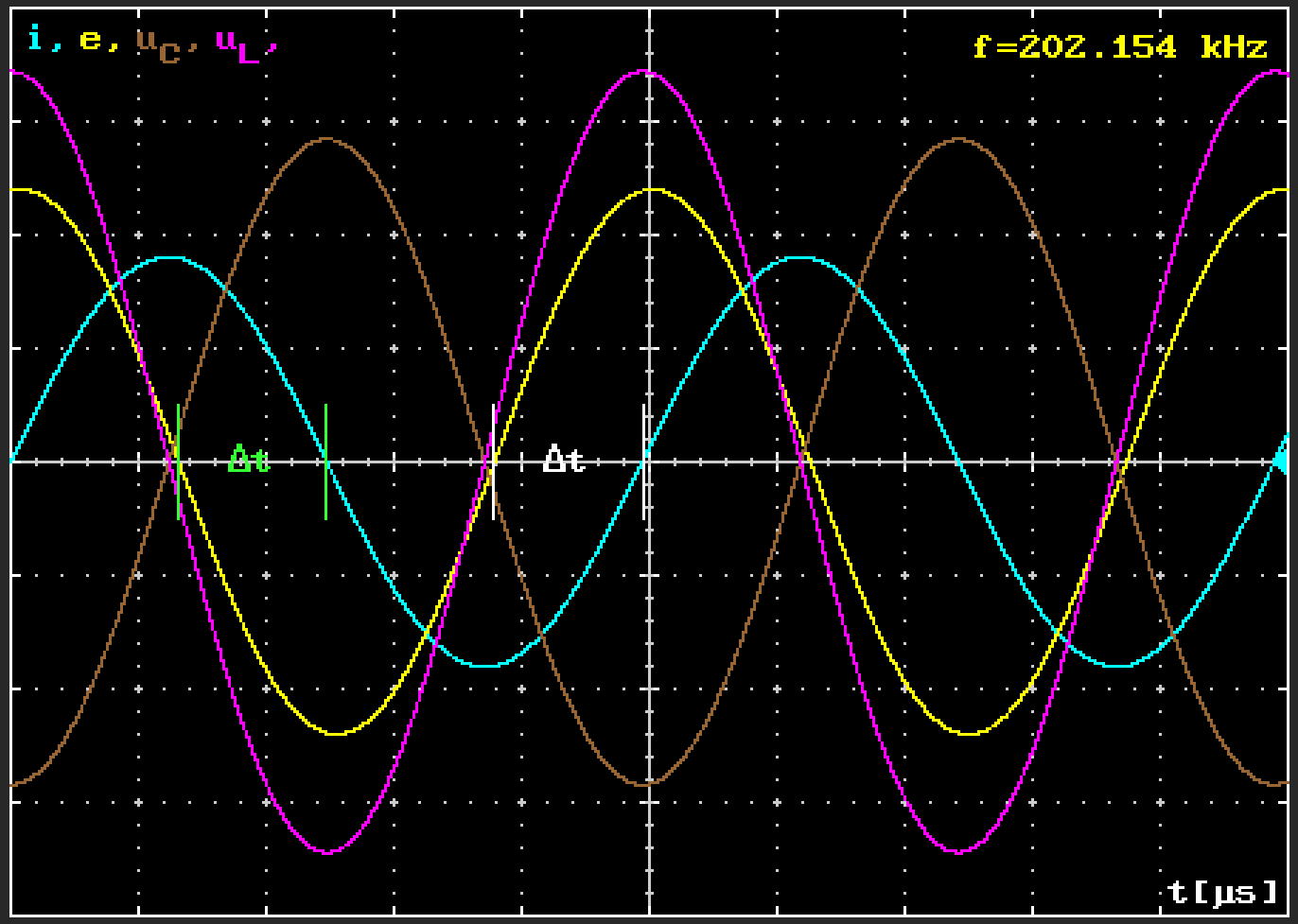
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 332.3 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 μA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	688.009 mV; φ_L=+90°
U_C	568.602 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

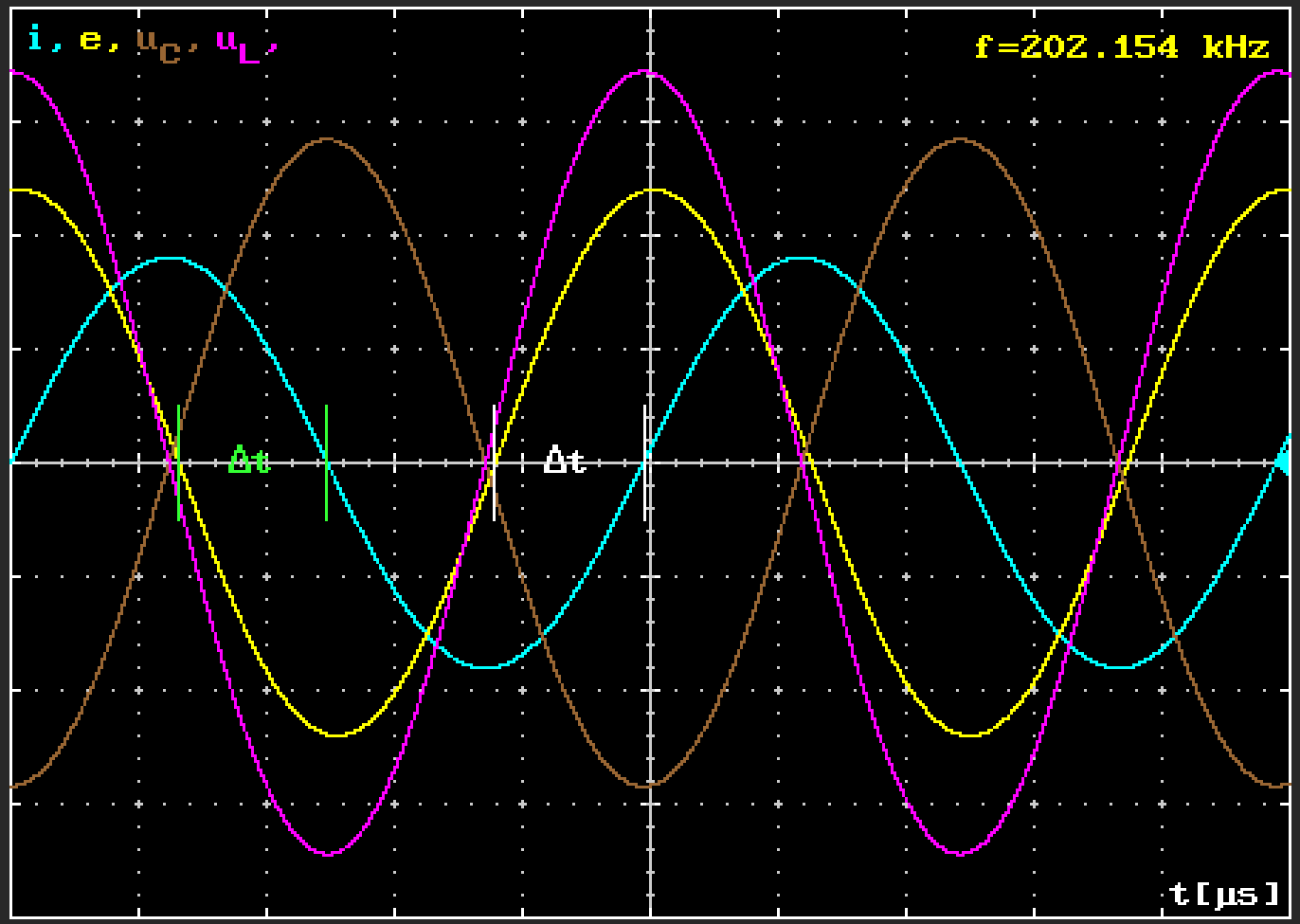
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 332.3 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	688.009 mV; φ_L=+90°
U_C	568.602 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 µs-ot siet, az áramkör induktív

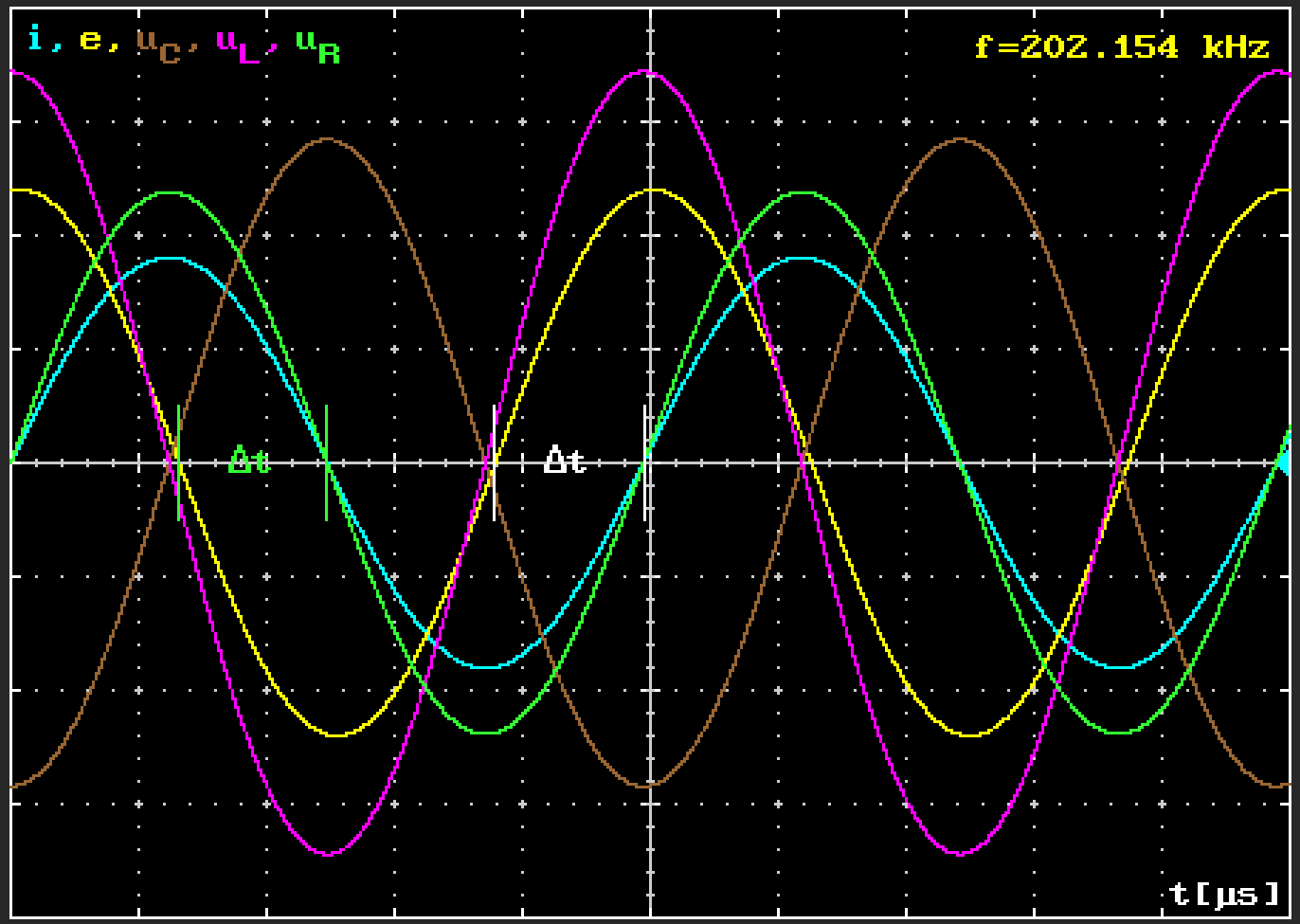
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 332.3 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 µA; φ_{REF}=0°
U_R	11.9167 mV; φ_R=0°
U_L	688.009 mV; φ_L=+90°
U_C	568.602 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 µs-ot siet, az áramkör induktív

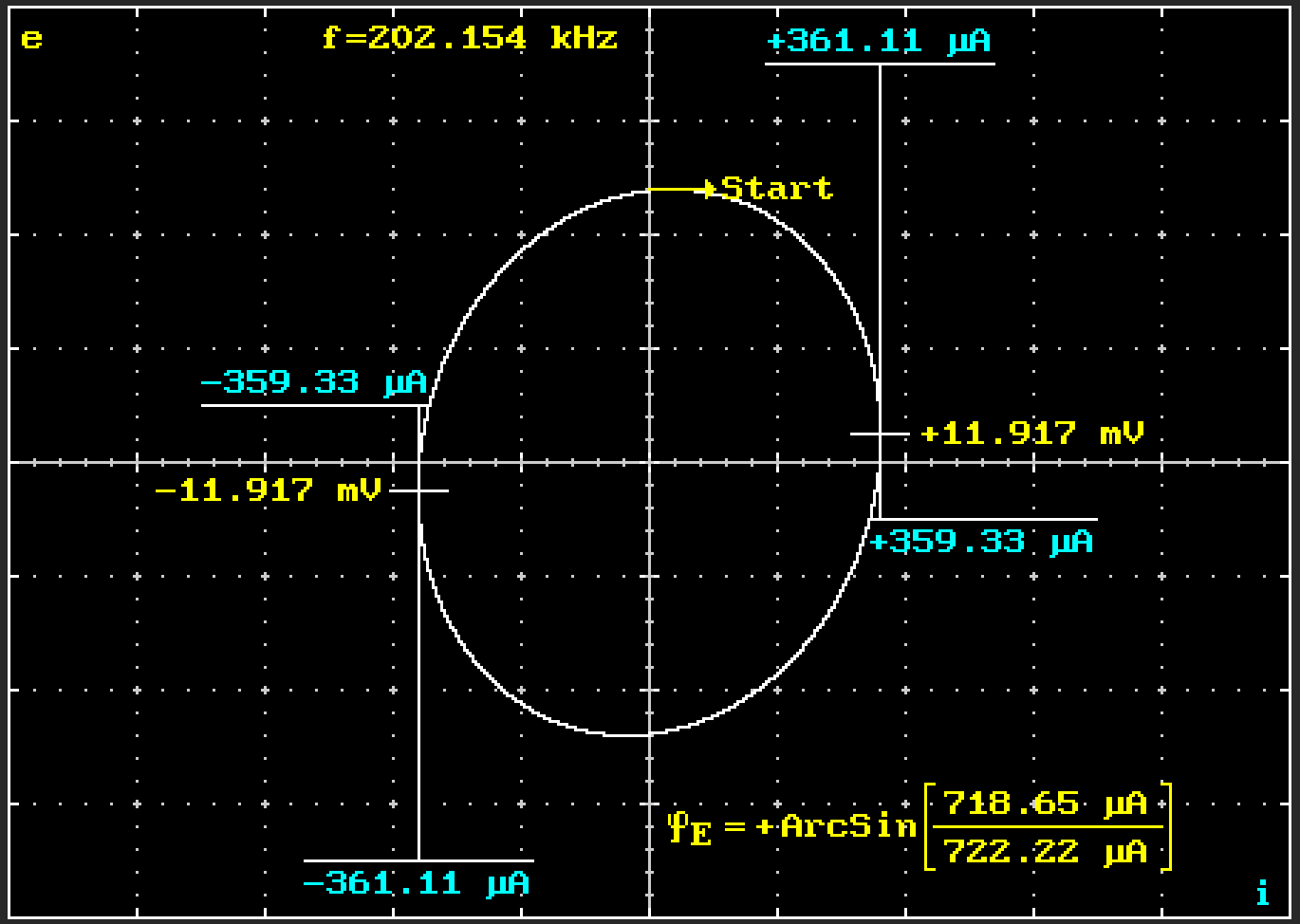
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC09

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	11.9167 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	688.009 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	568.602 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+84.30°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.158 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ =

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

A párhuzamos RLC áramkör (f_0 = 171.621 kHz) vizsgálata kilenc $(1 \pm p[\%]/100)\times f_0$ frekvencián:

-10.0%, -2.00%, -0.50%, -0.10%, *(rezonancia előtt)*

0.0%, *(az RLC áramkörön fellépő feszültség rezonanciája)*

+0.10%, +0.50%, +2.00%, +10.0%, *(rezonancia után)*

Főcímlap + 9x11 = 99 oszcillogram - [376..475]

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4
0.5	5	0.5	0.2	50
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]

t[µs/div]: 1

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=154.459 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=1.503 µs-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

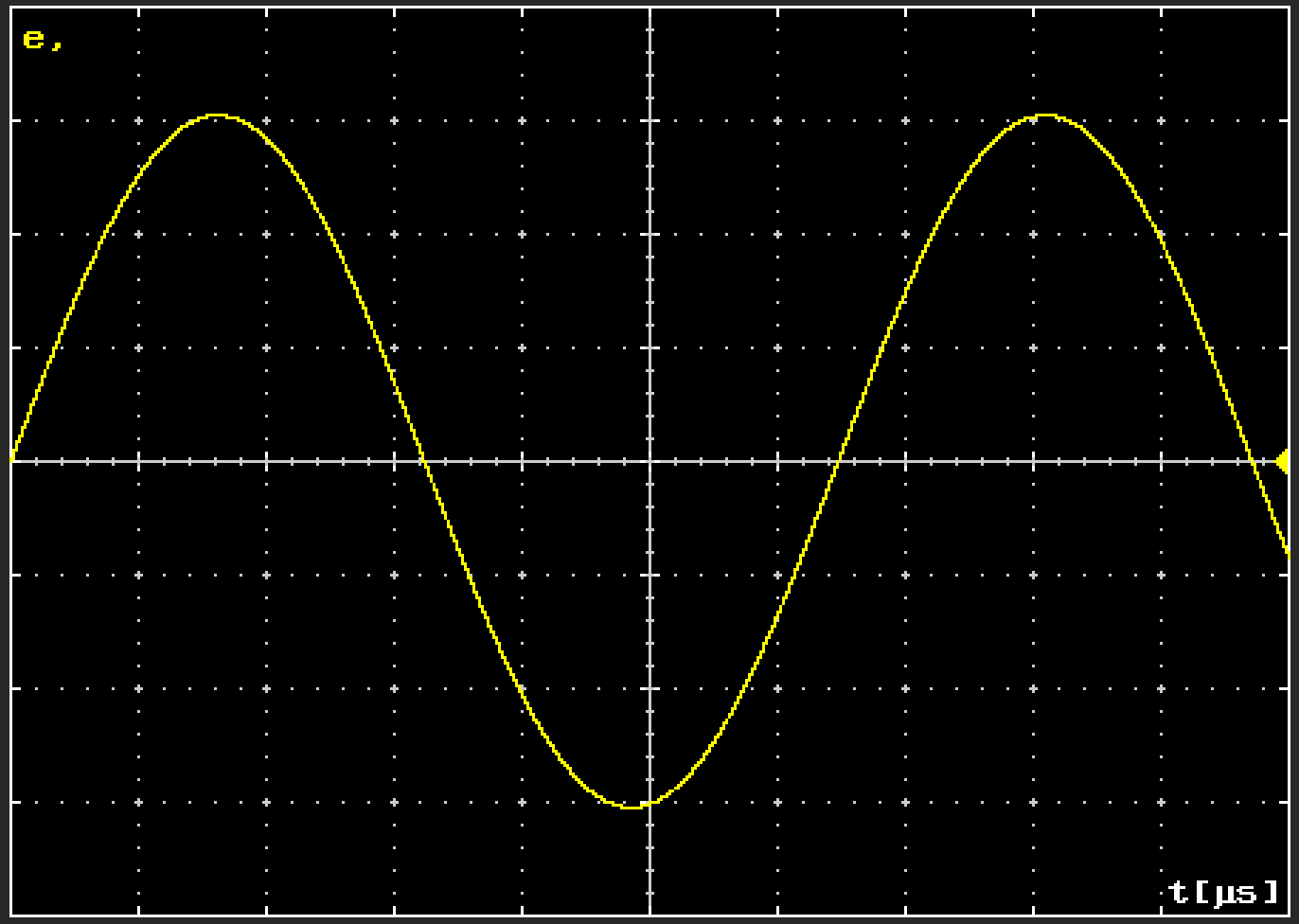
0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

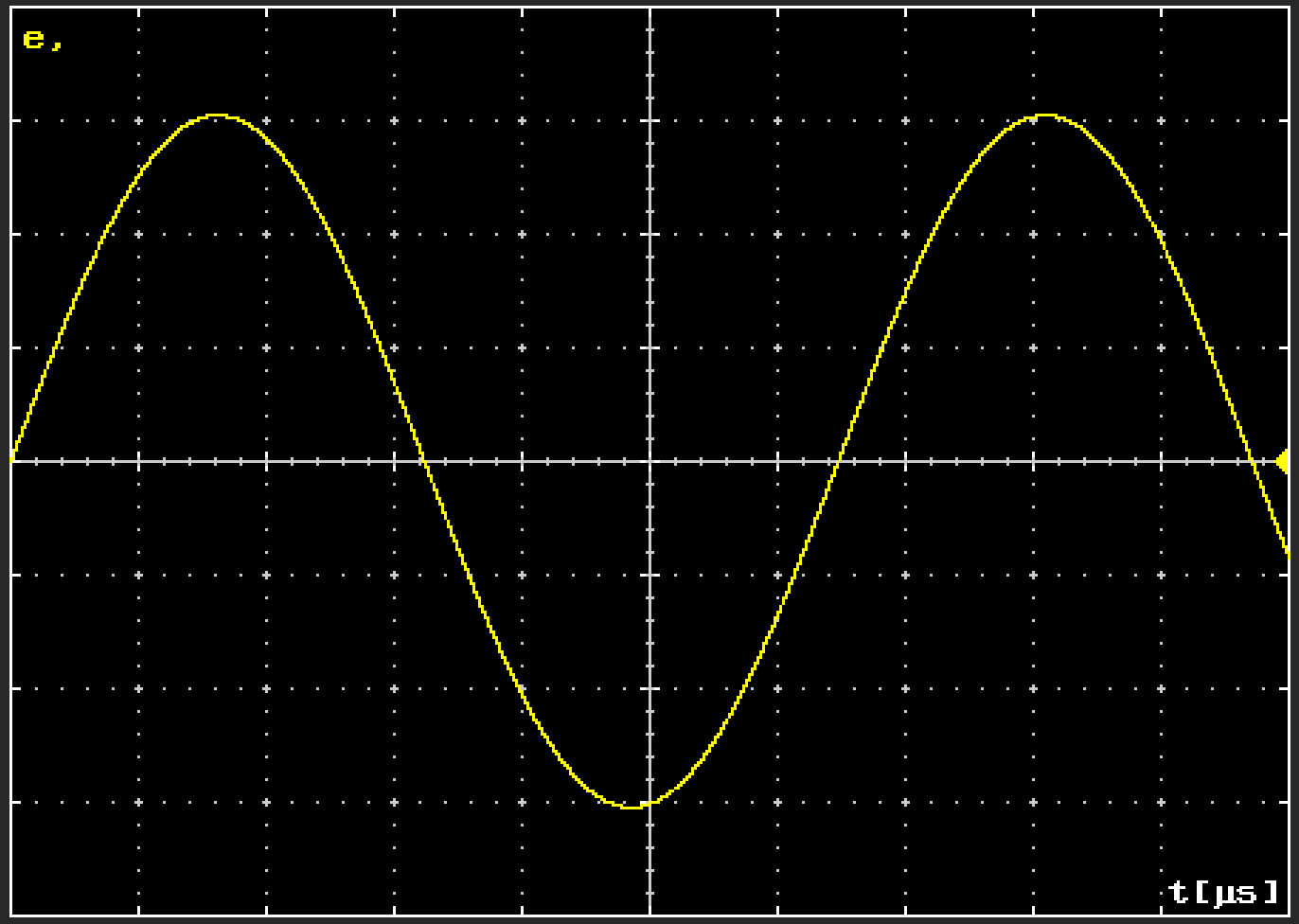
0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

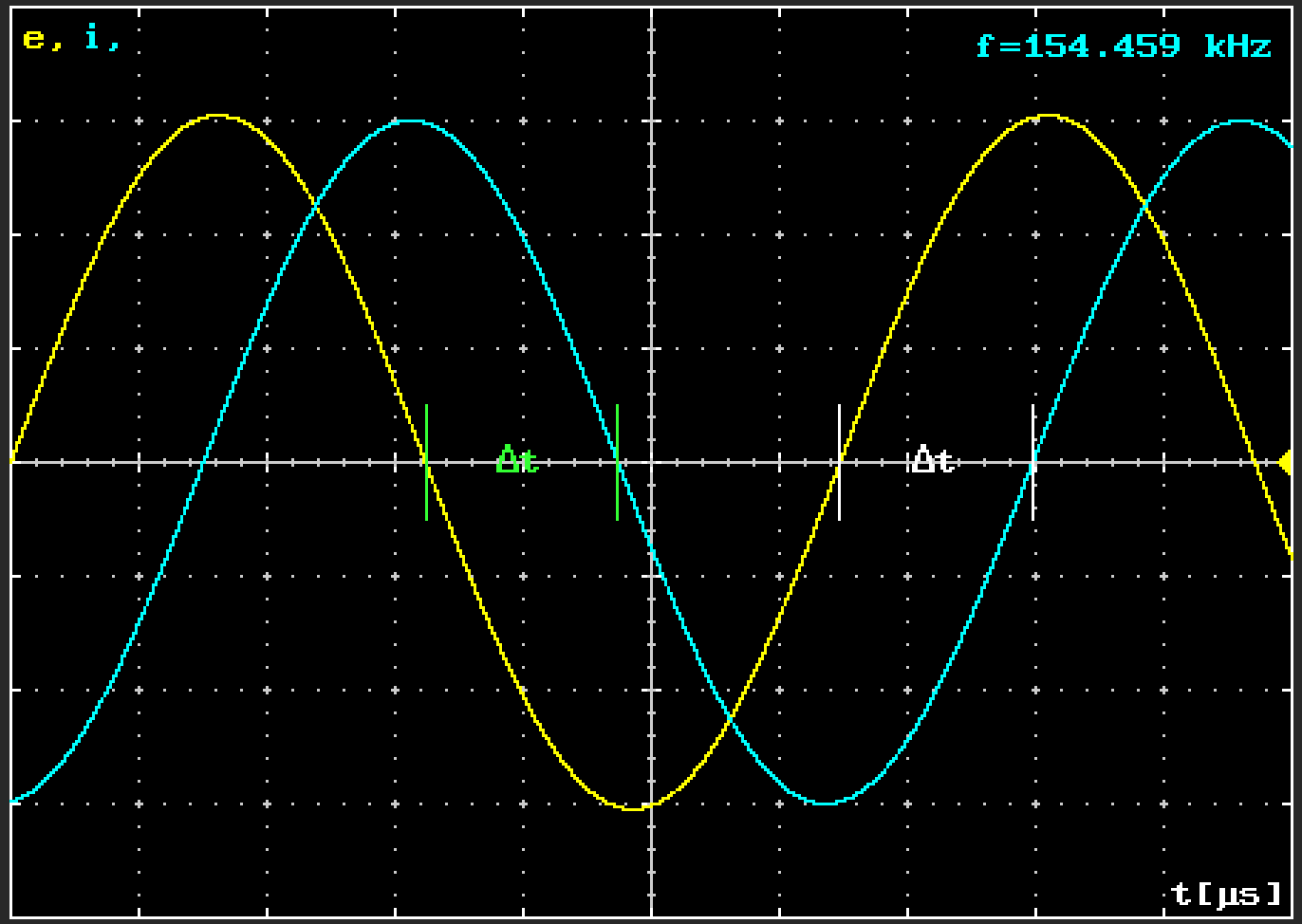
0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O 150 µA; φ_I=−83.59°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

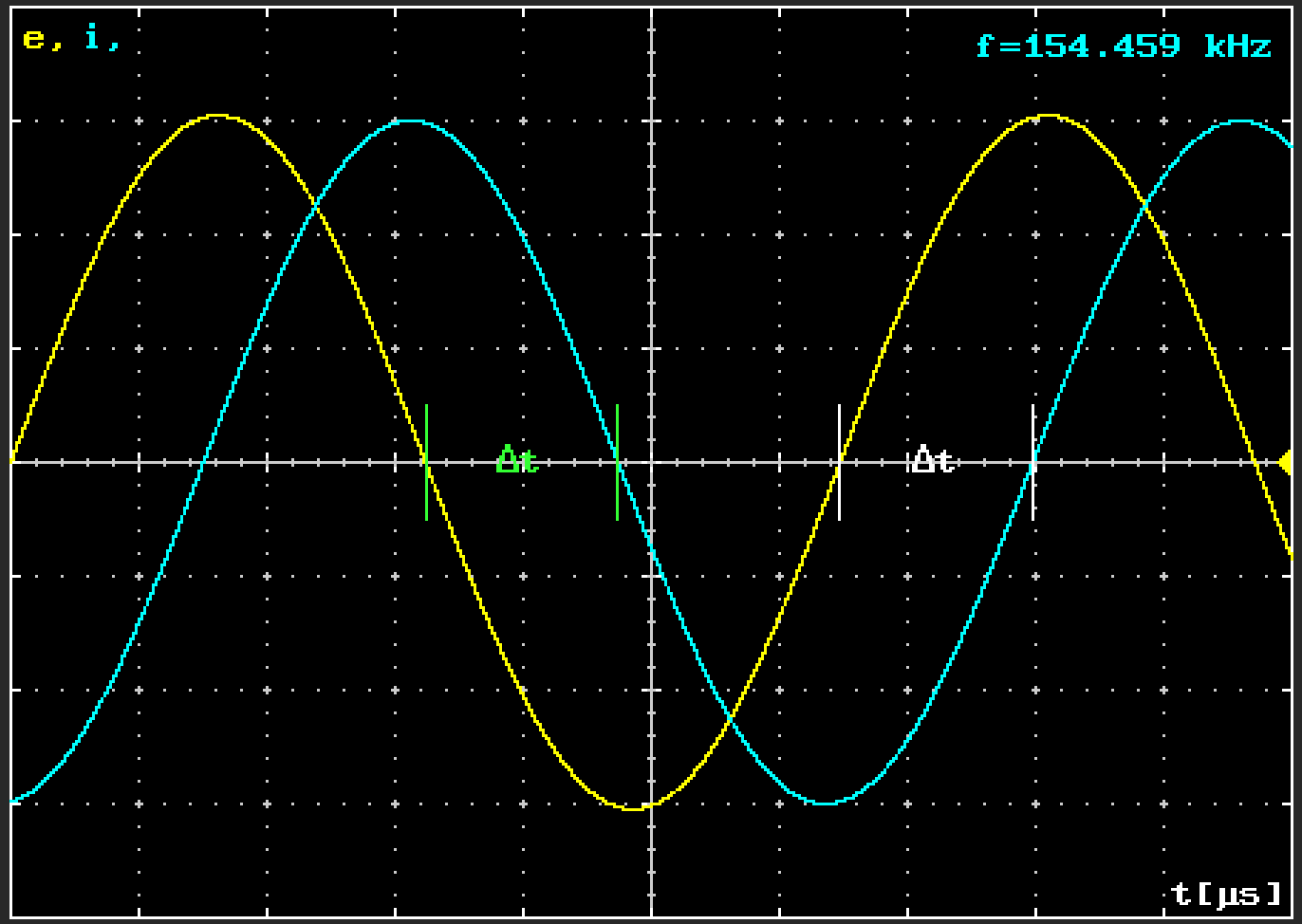
0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; φ_I=−83.59°

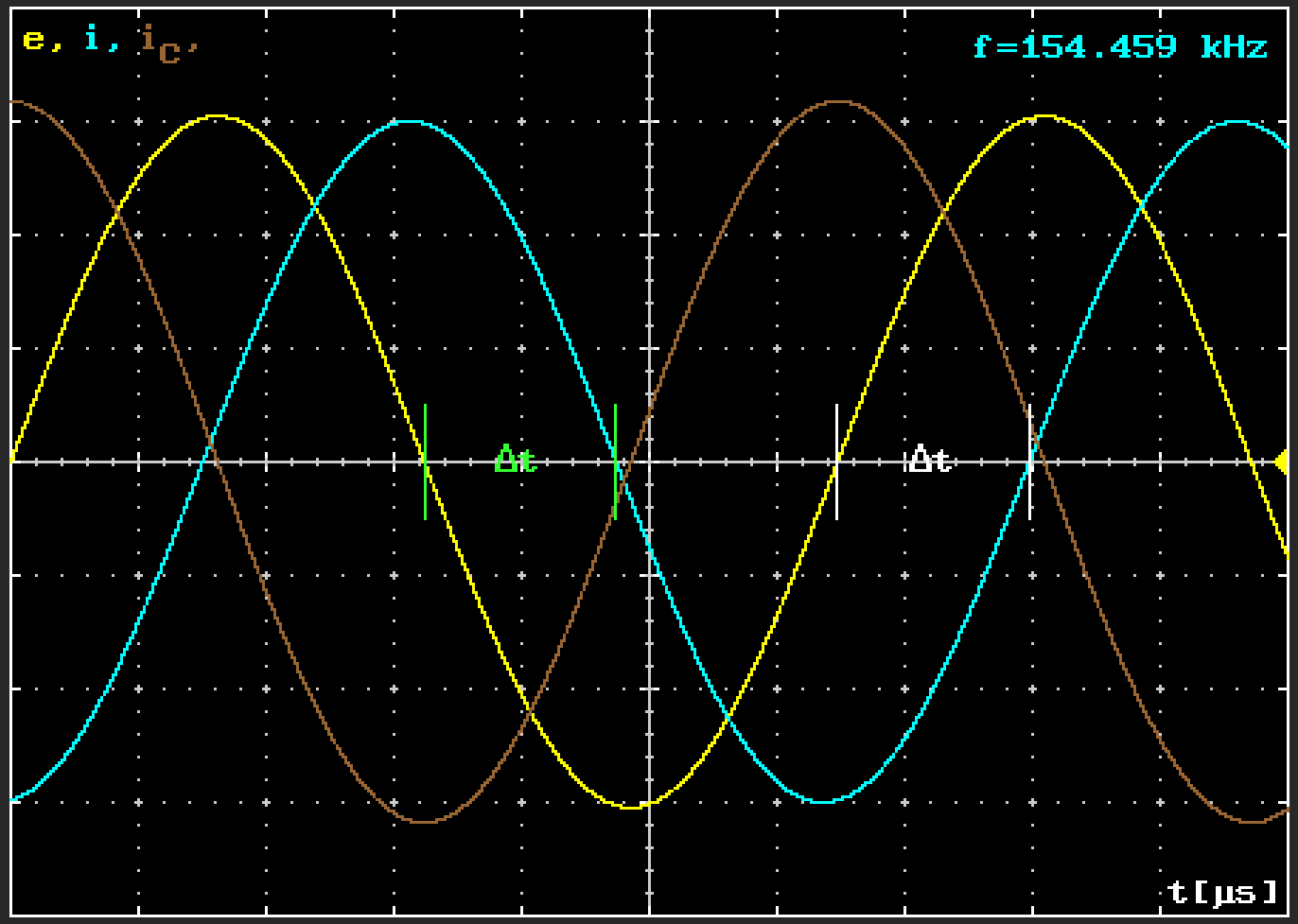
LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	0.5	e[V/div]
1	5	i_R[µA/div]
2	0.5	i_L[mA/div]
3	0.2	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]
	1	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 98.50 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	635.479 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−83.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

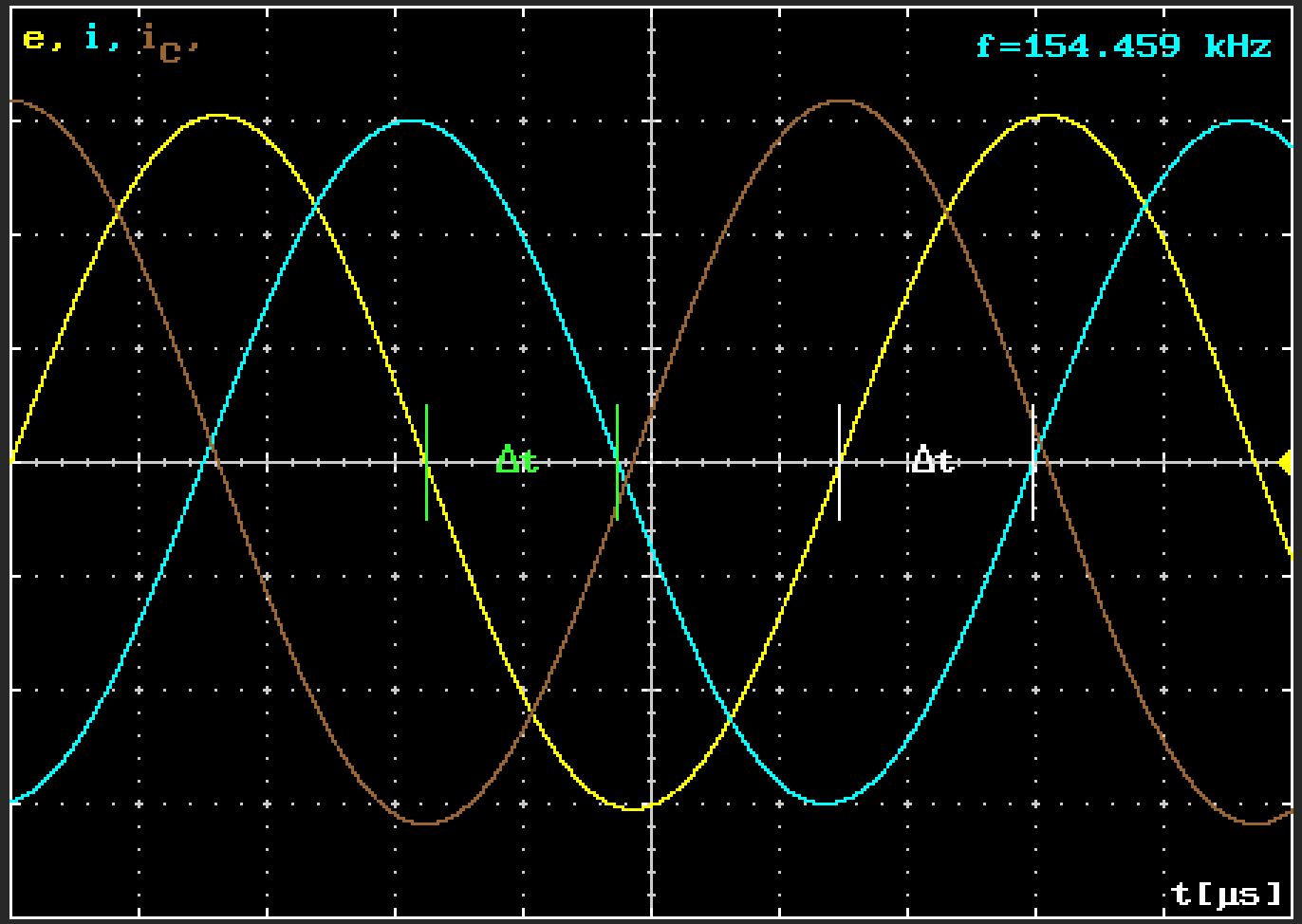
0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 98.50 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	635.479 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−83.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

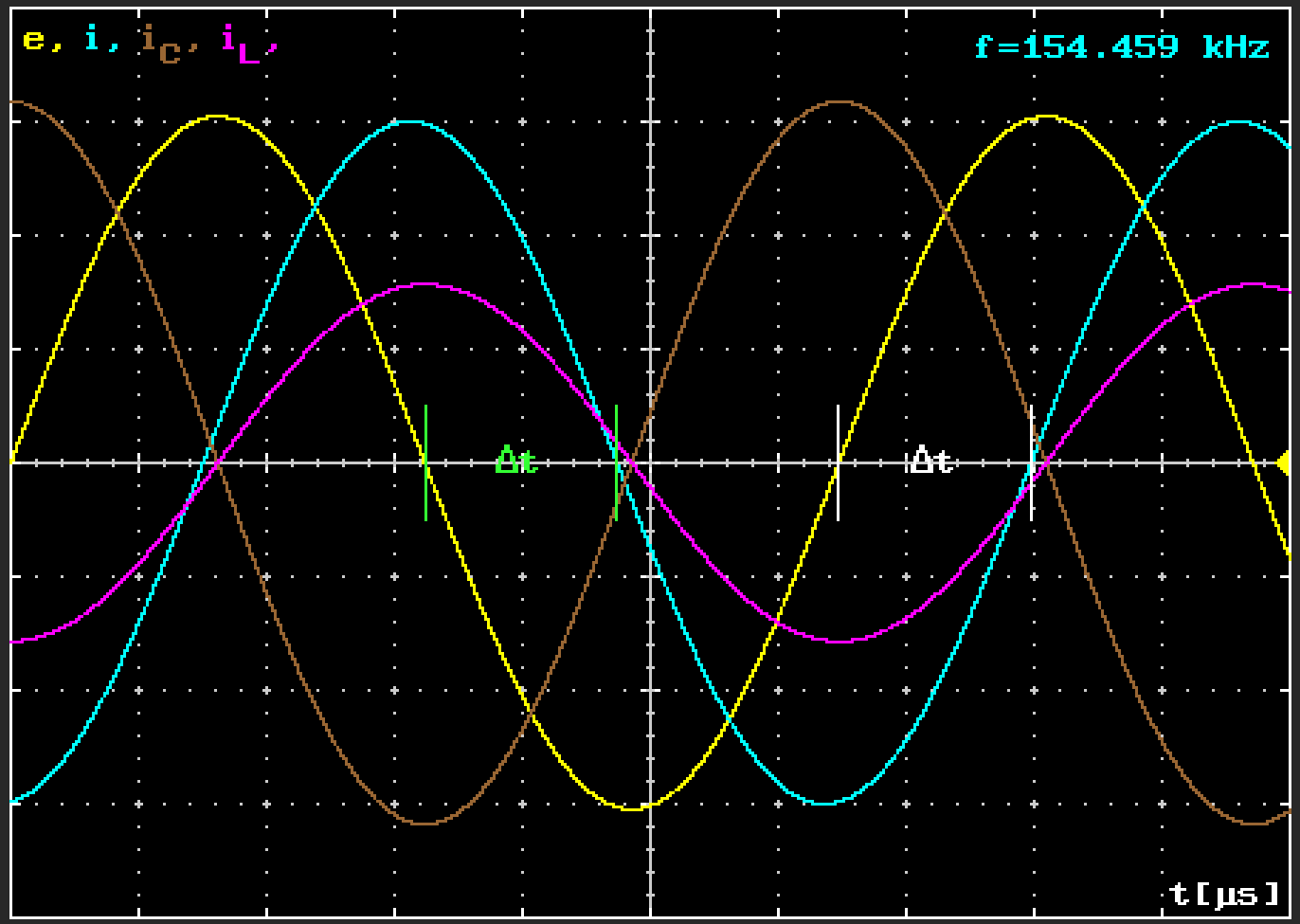
0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	784.543 μA; φ_L=−90°
I_C	635.479 μA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=−83.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 μs-ot késik, az áramkör induktív

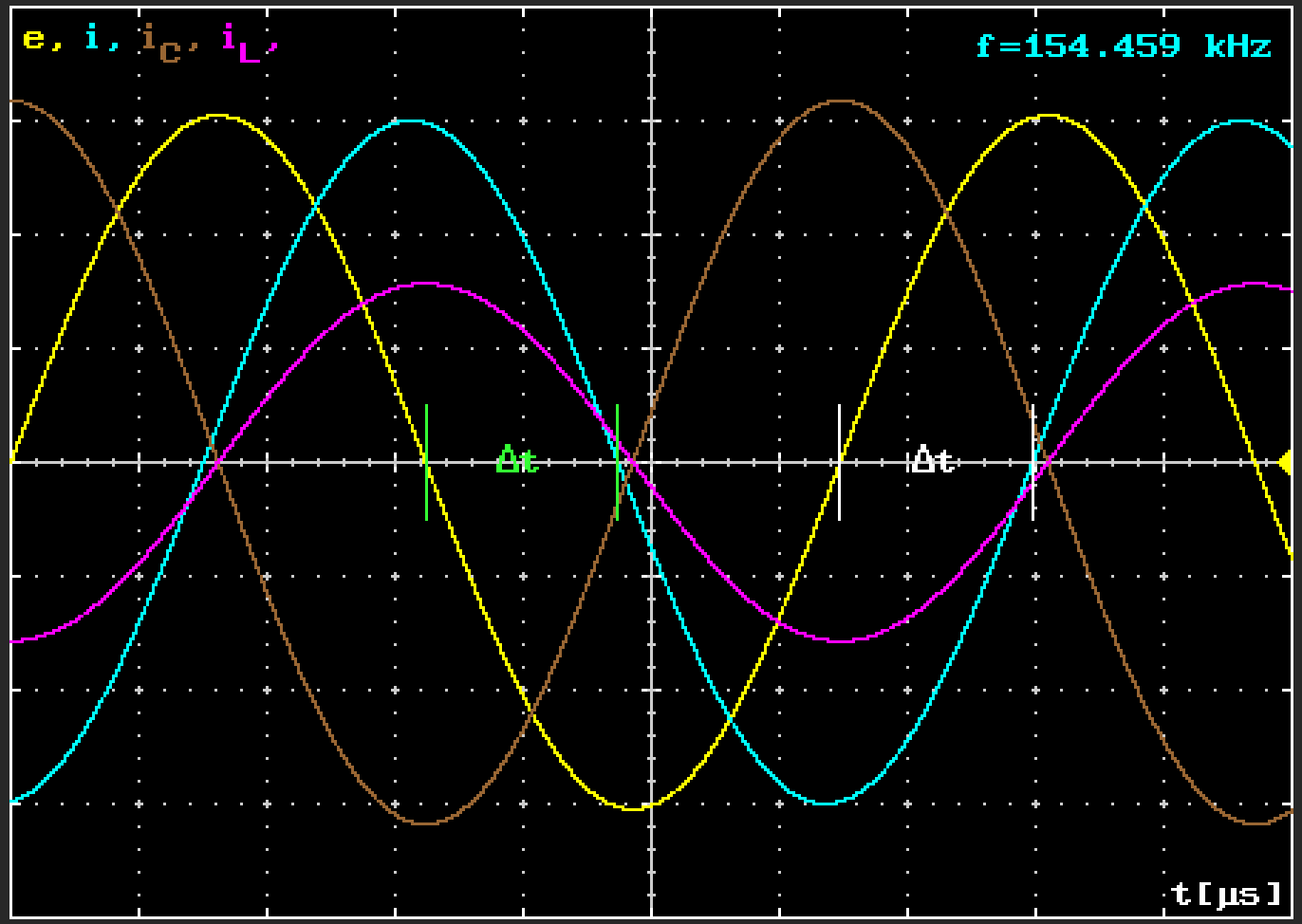
0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 98.50 μS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	784.543 μA; φ_L=−90°
I_C	635.479 μA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=−83.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 μs-ot késik, az áramkör induktív

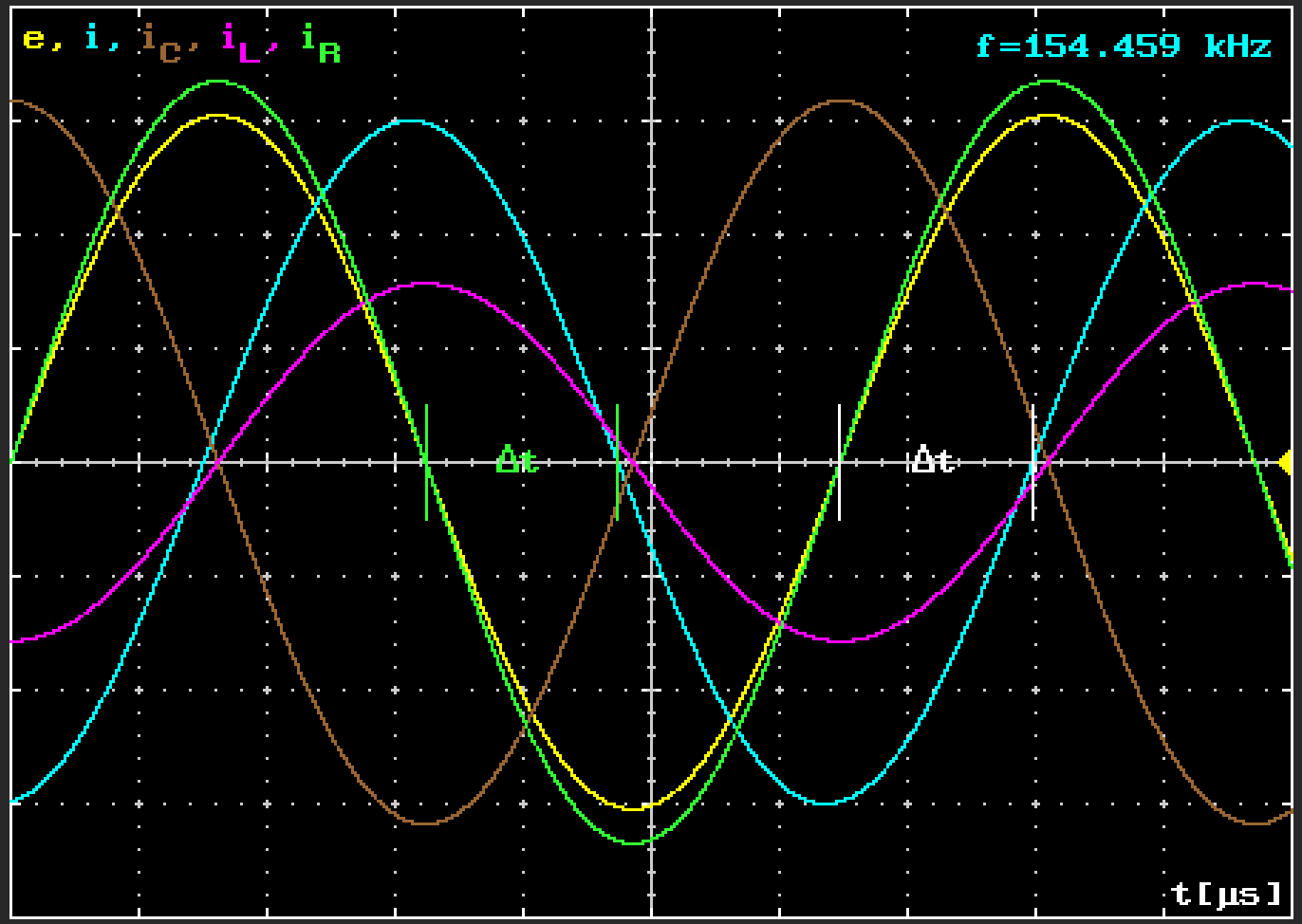
0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 μS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; φ_{REF}=0°
I_R	16.7339 μA; φ_R=0°
I_L	784.543 μA; φ_L=−90°
I_C	635.479 μA; φ_C=+90°
I_O	150 μA; φ_I=−83.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 μs-ot késik, az áramkör induktív

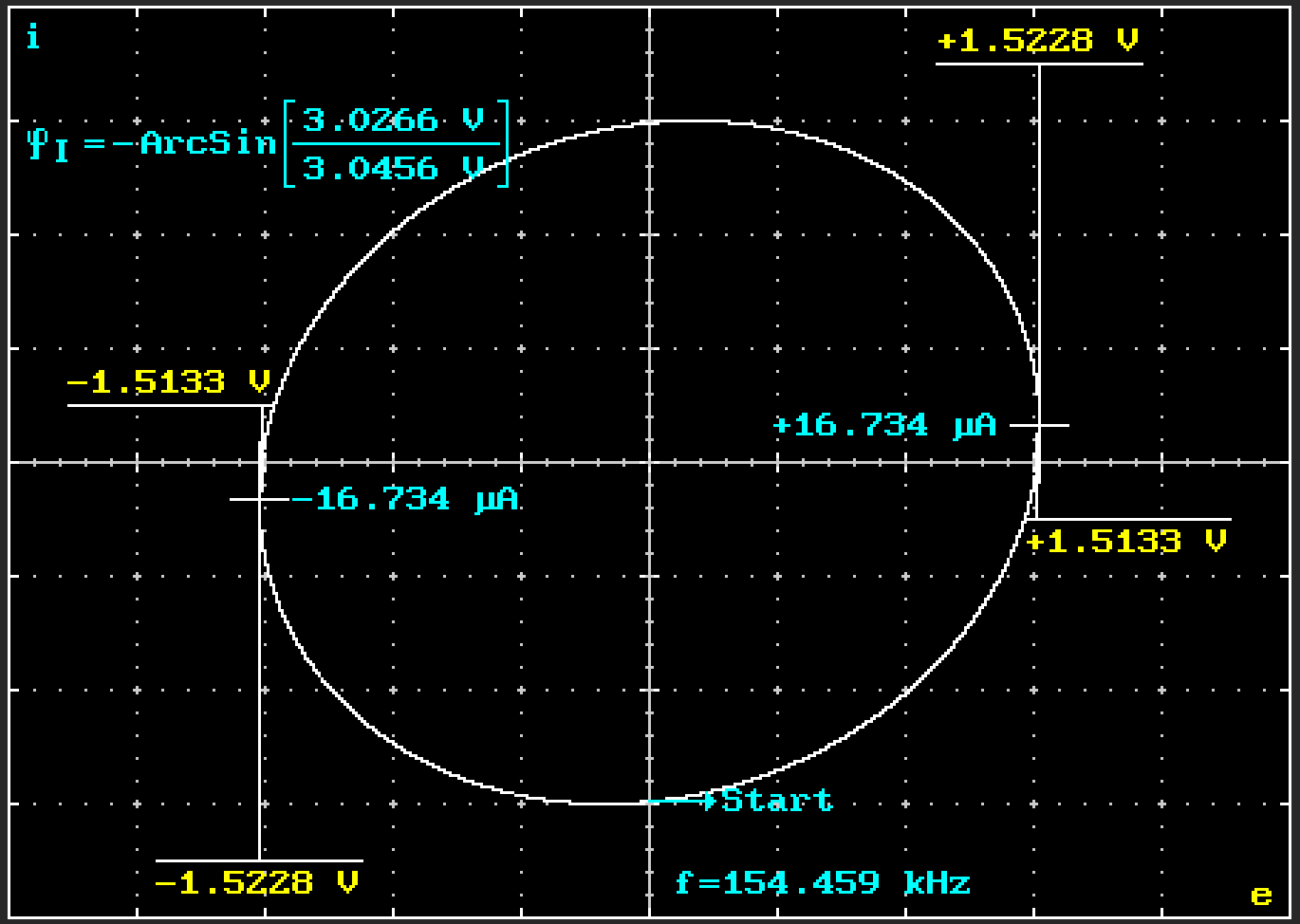
0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 98.50 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	16.7339 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	784.543 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	635.479 µA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-83.59°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=168.189 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=984.5 ns-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

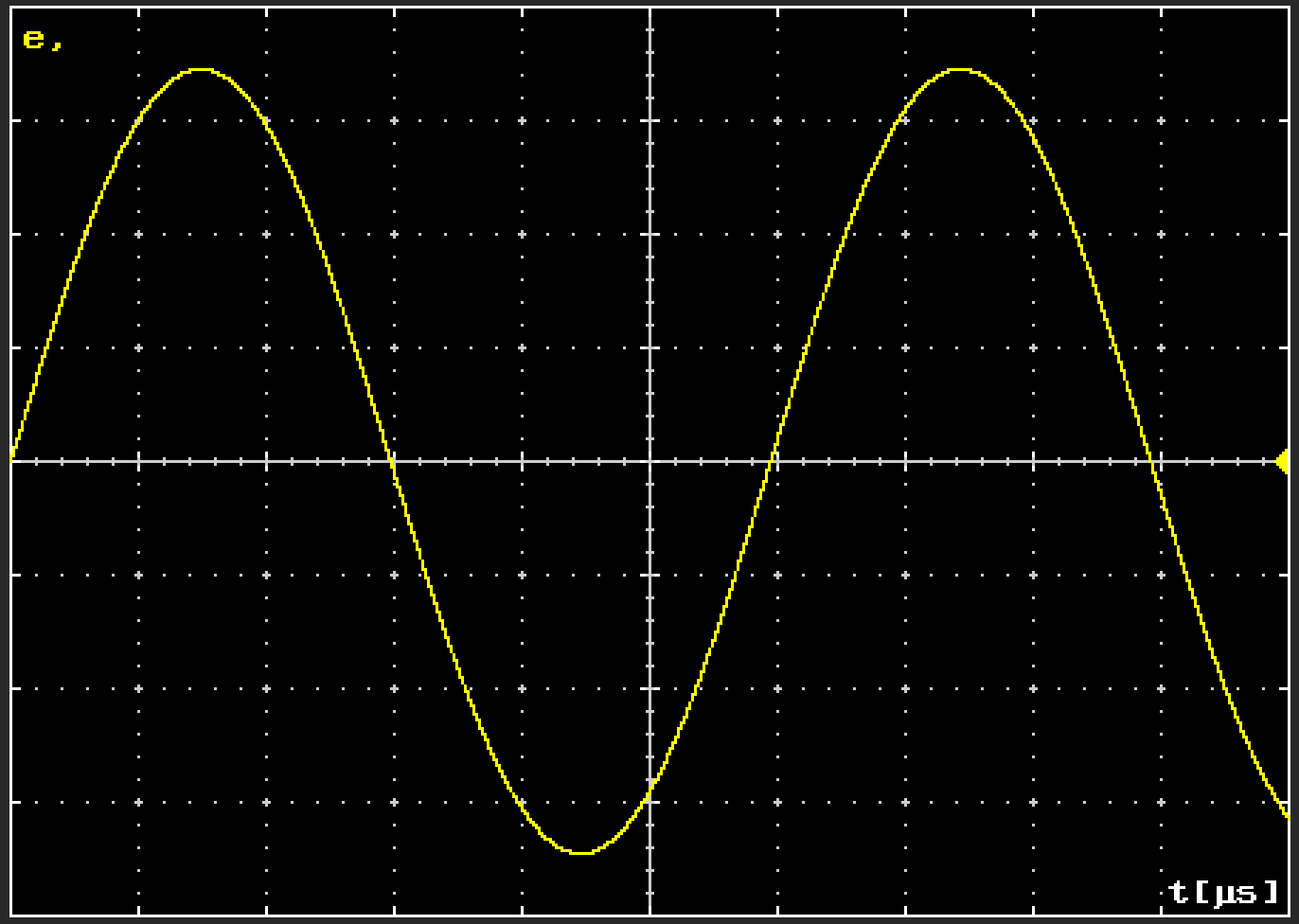
388

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]	

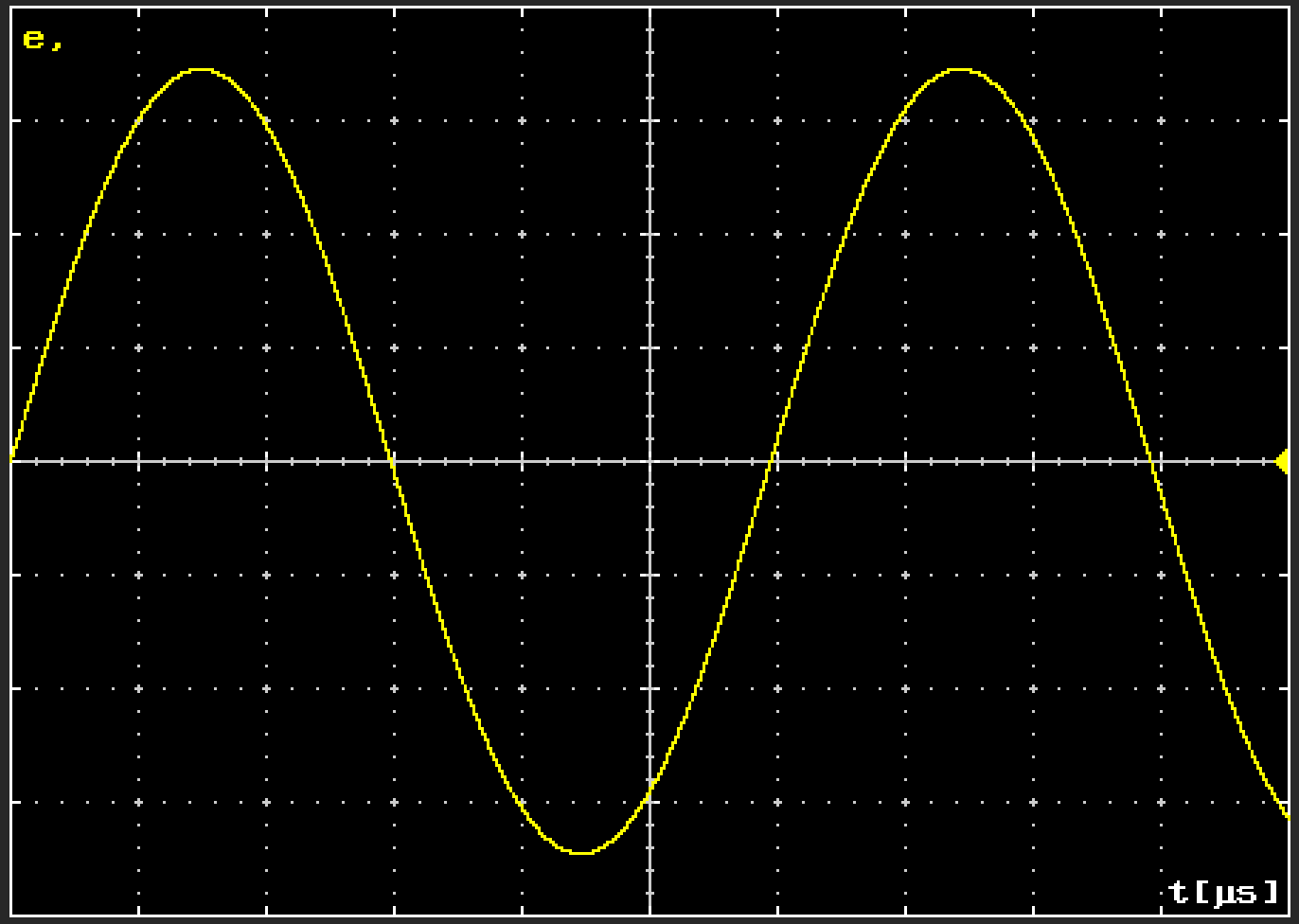
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1	t[µs/div]

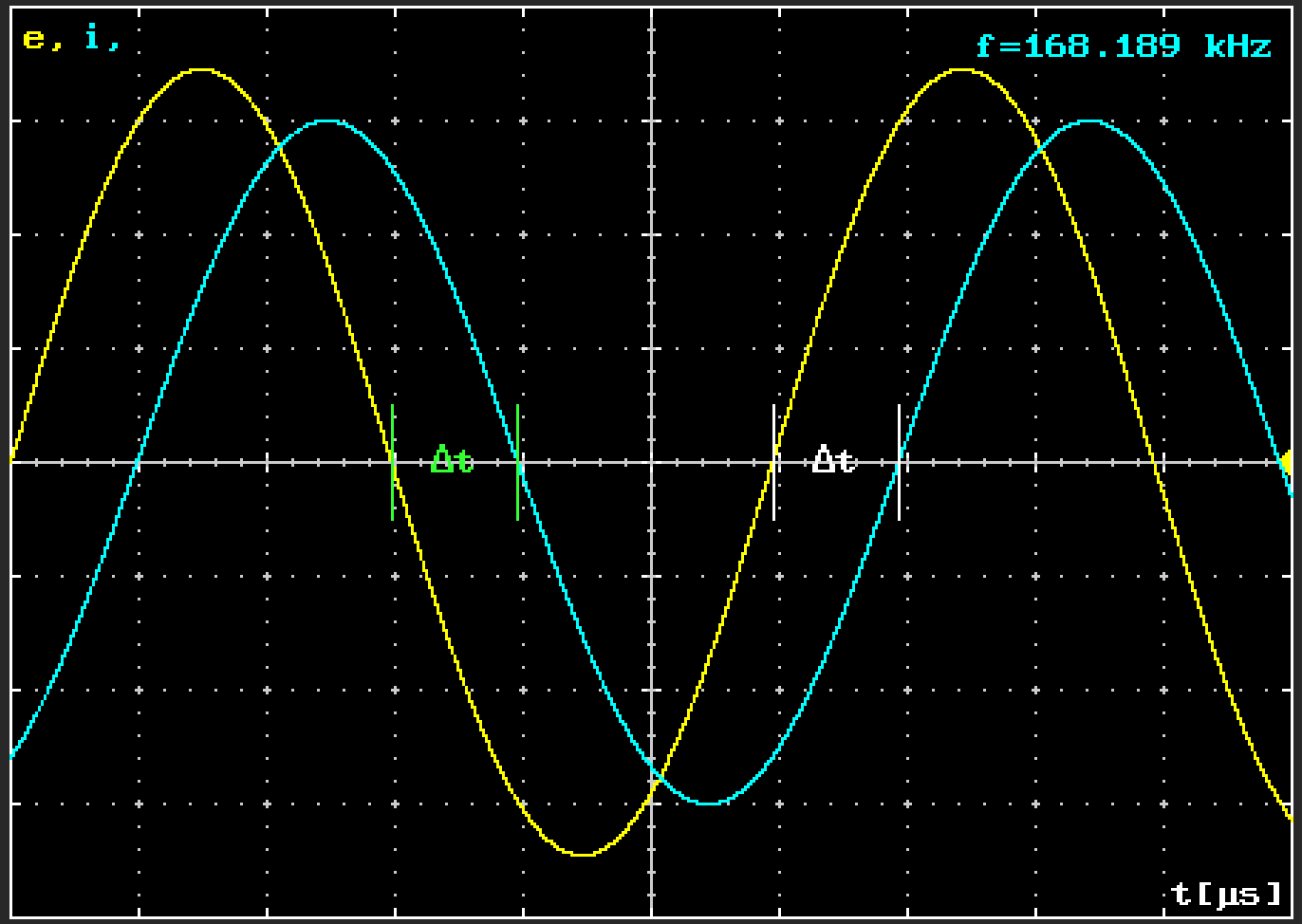
390

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[μA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[μA/div]
	1	t[μs/div]

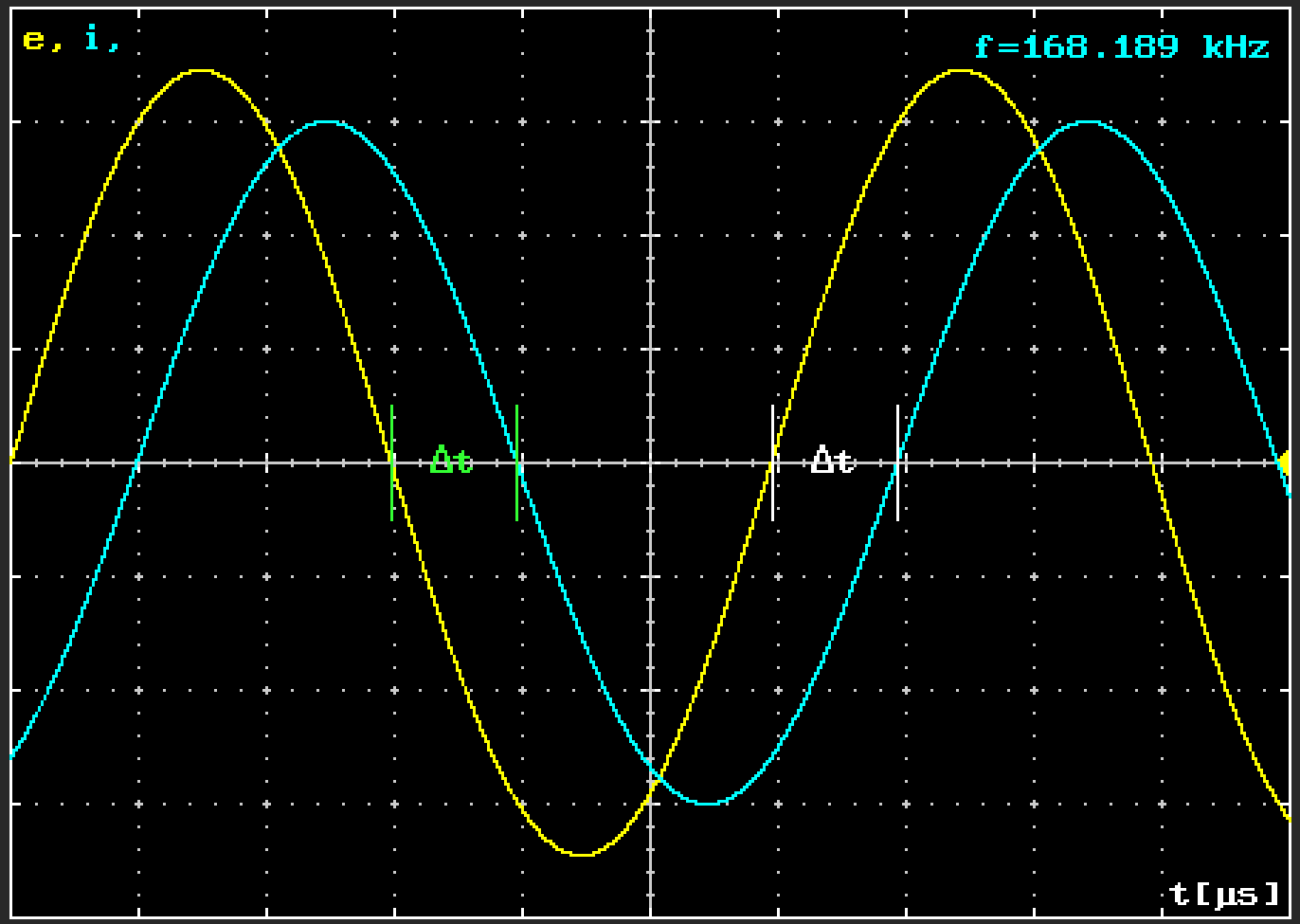
391

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

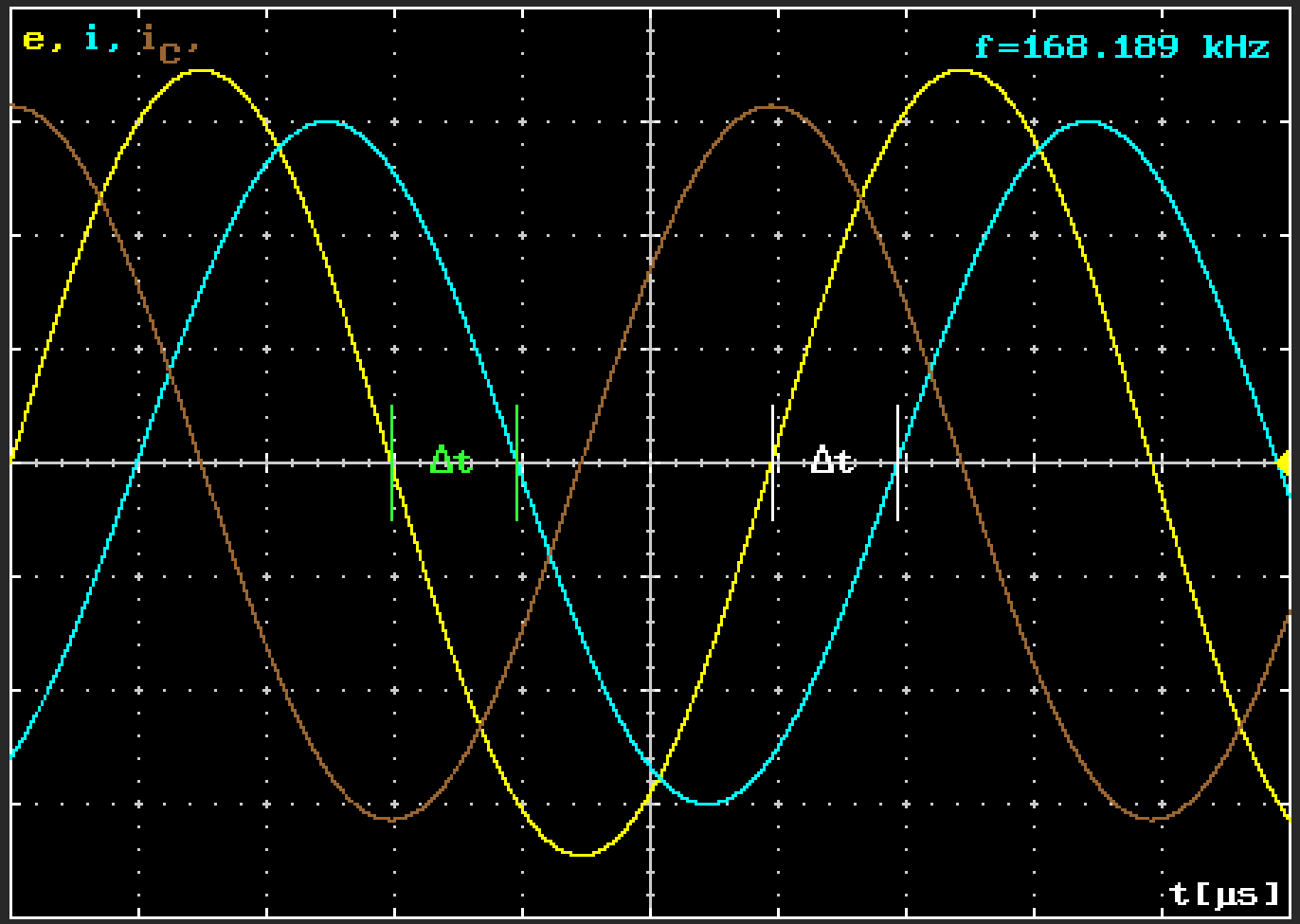
392

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 3.13815 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

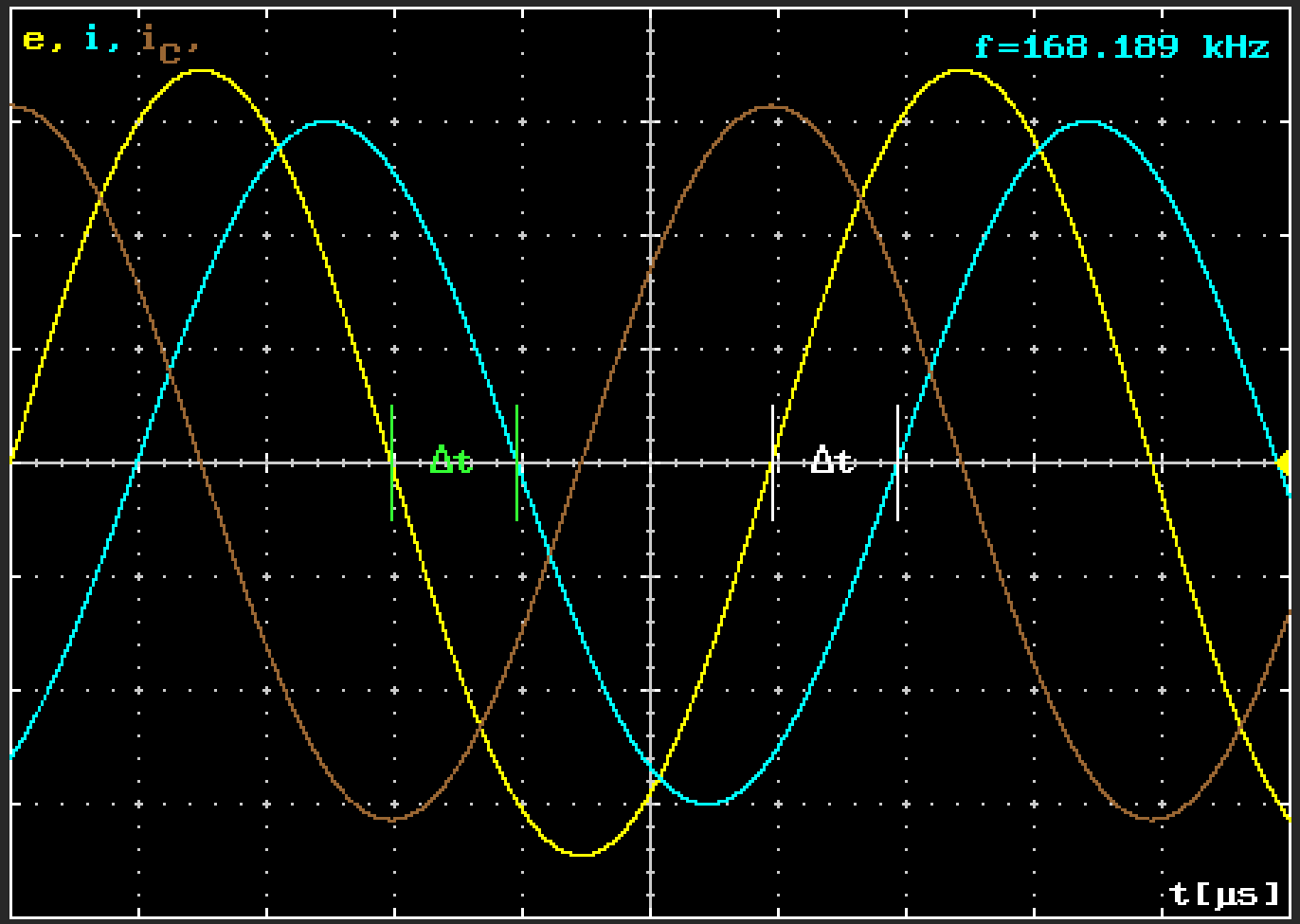
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 3.13815 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger

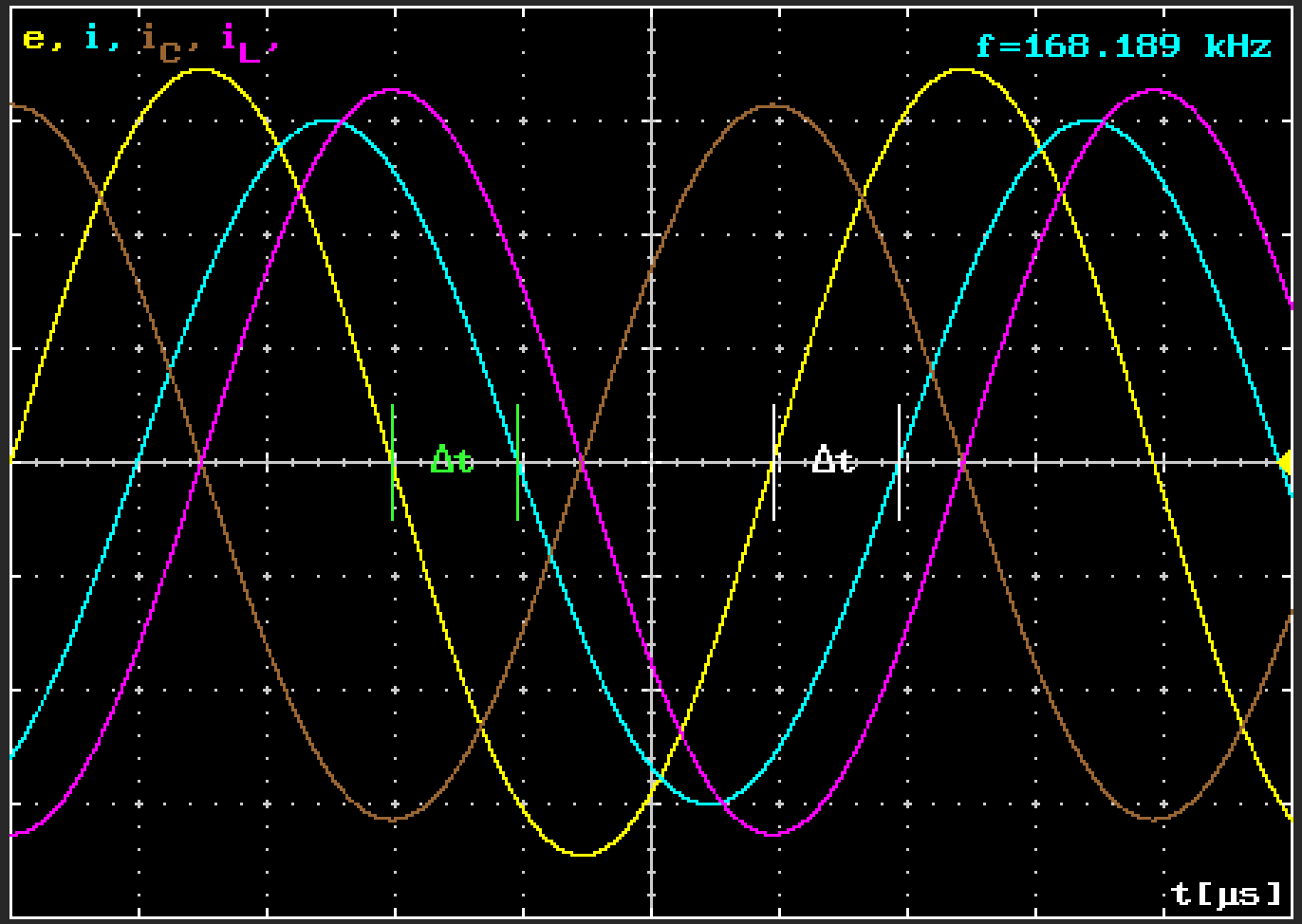
Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	3.26754 mA; φ_L=−90°
I_C	3.13815 mA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=−59.61°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

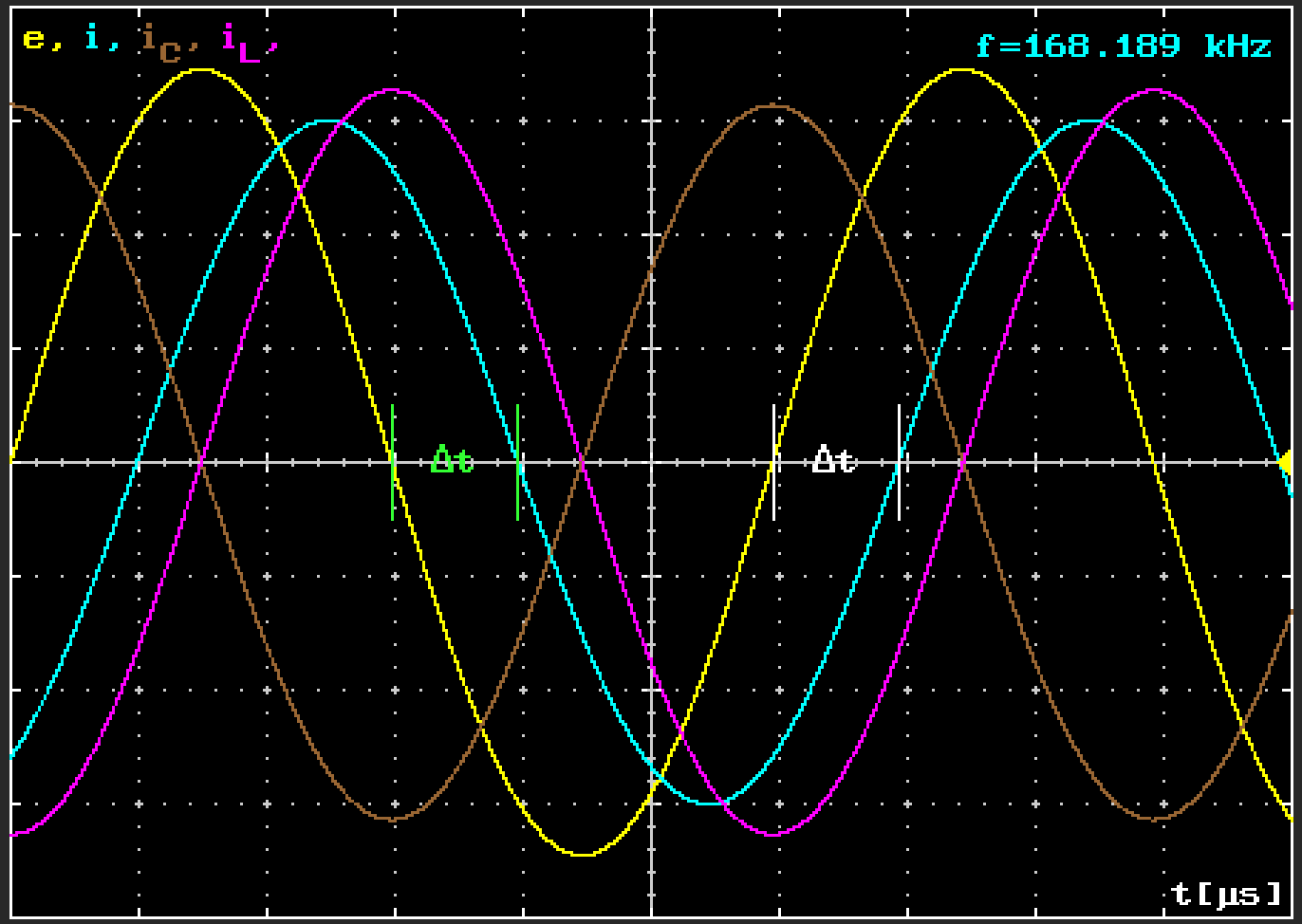
0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	3.26754 mA; φ_L=−90°
I_C	3.13815 mA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=−59.61°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

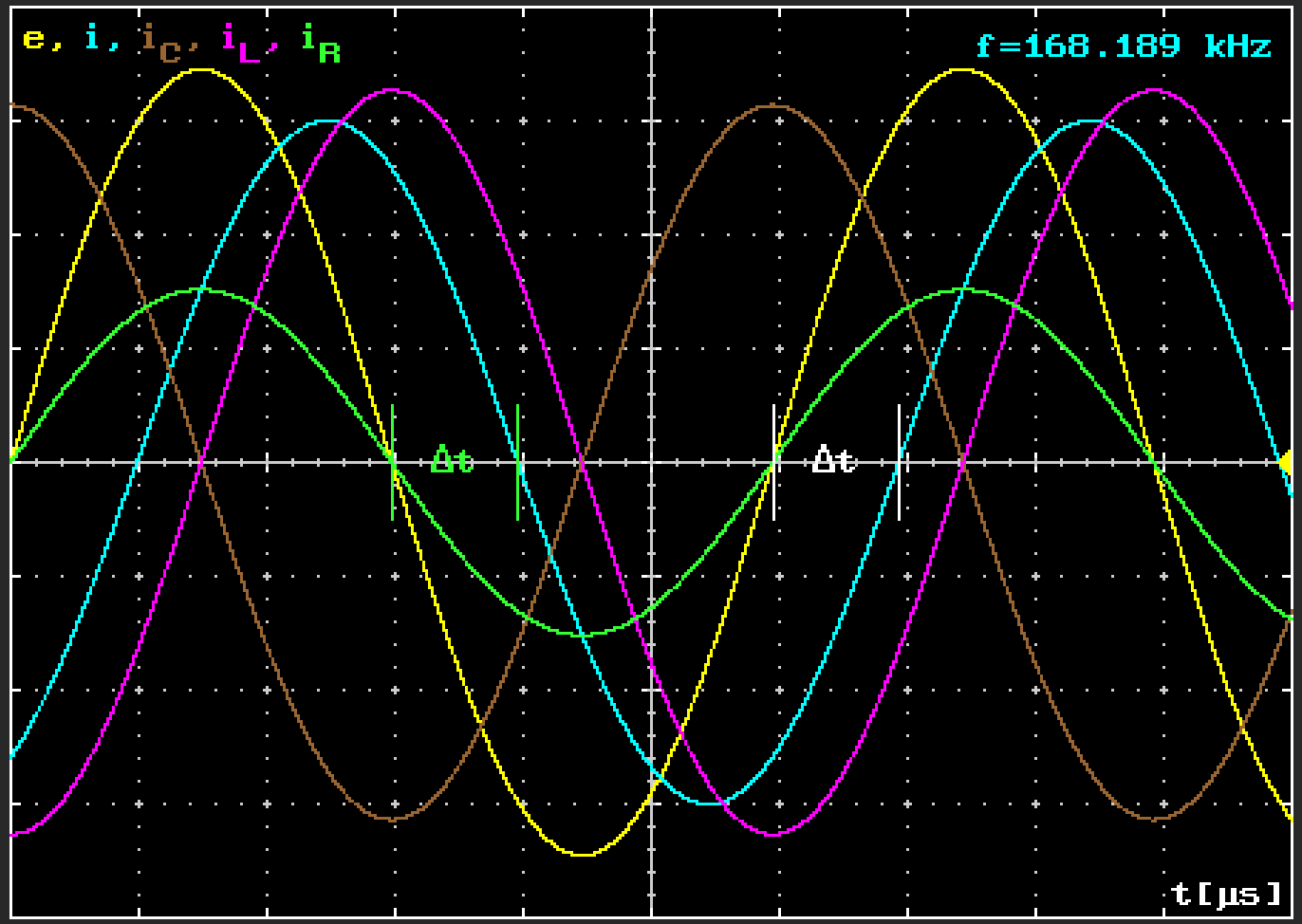
20

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	75.8903 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	3.26754 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	3.13815 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

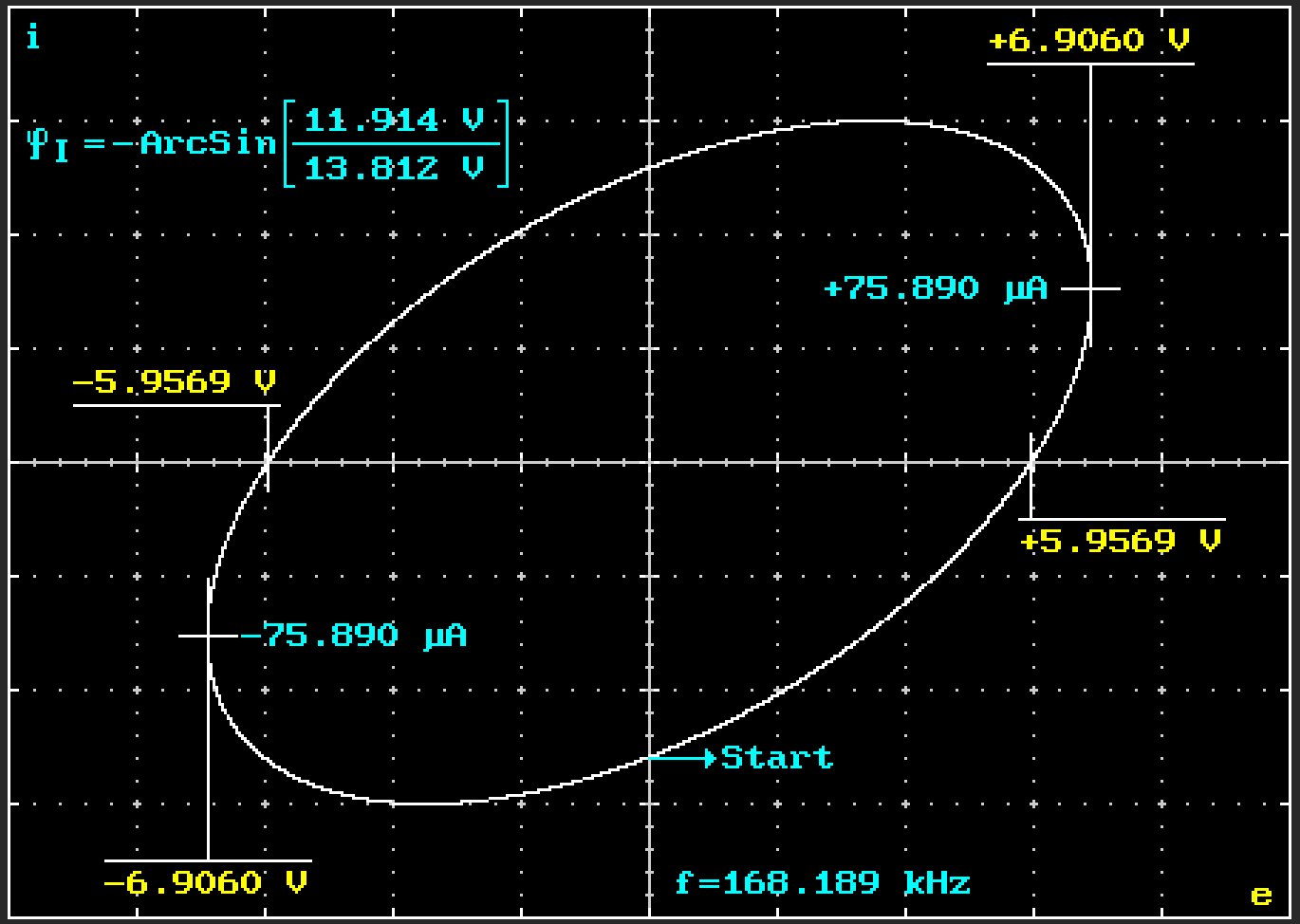
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 21.72 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	75.8903 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	3.26754 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	3.13815 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-59.61°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=170.763 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=373.0 ns-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

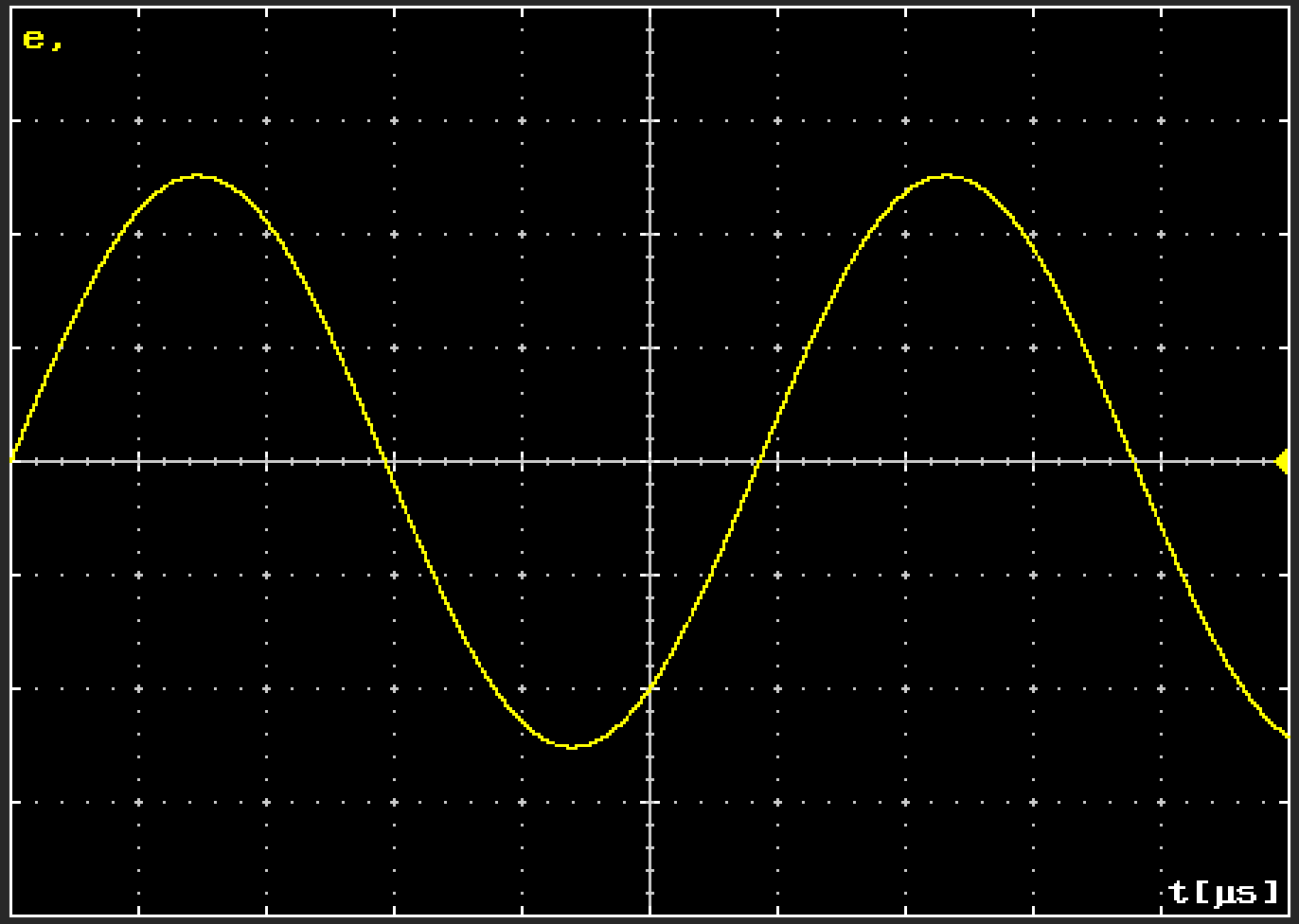
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]	

1 t[µs/div]

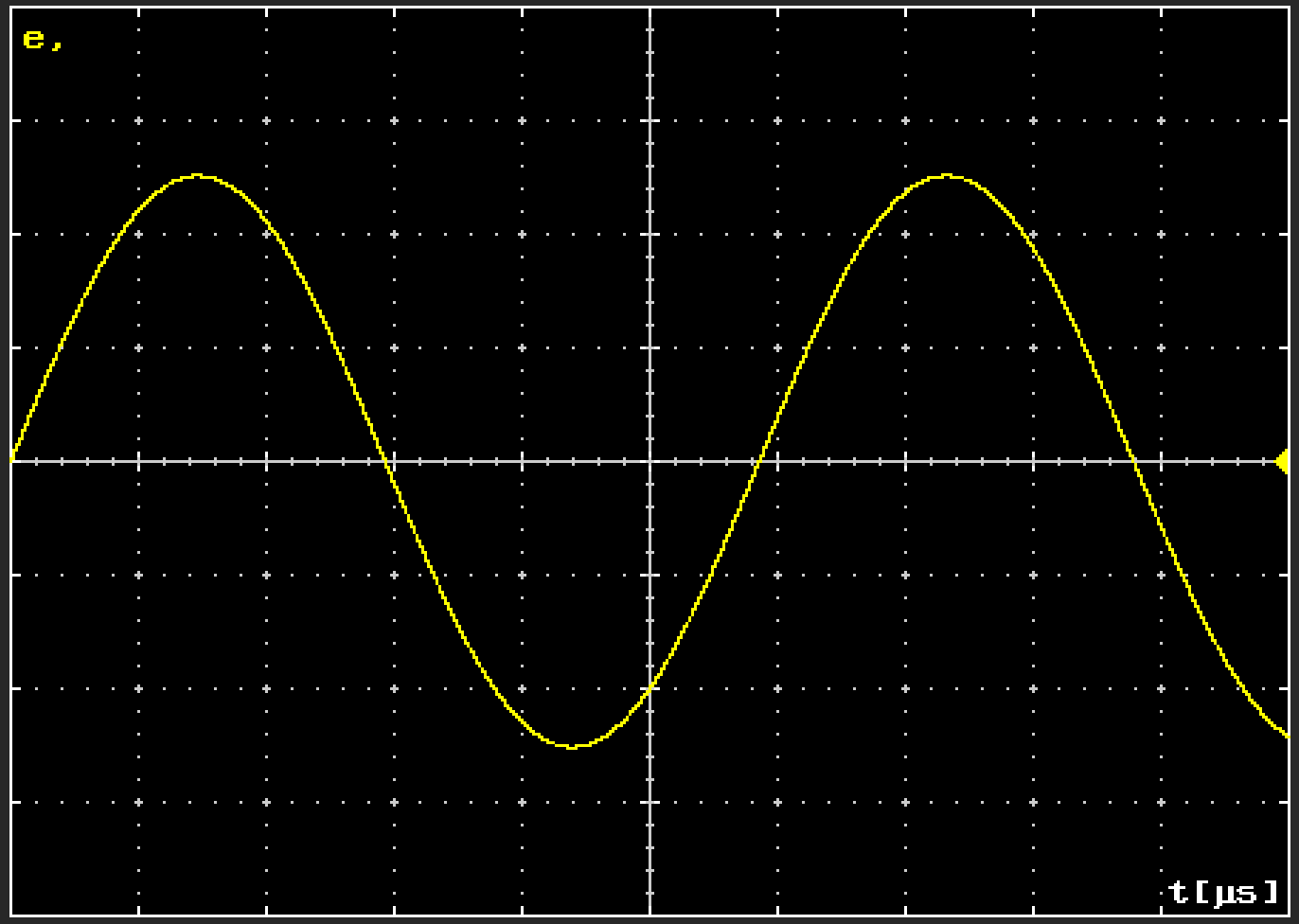
400

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]	

1 t[µs/div]

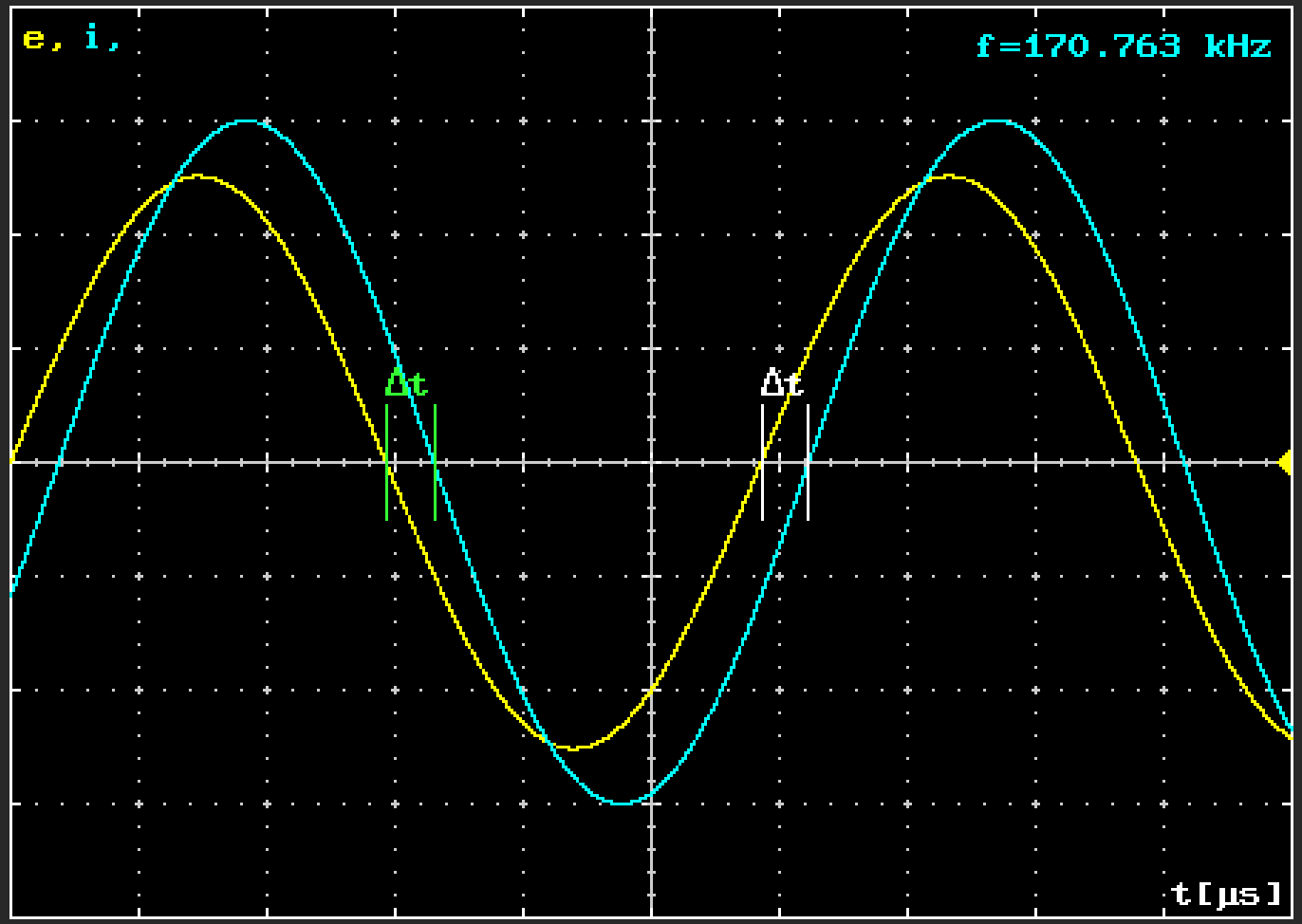
401

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

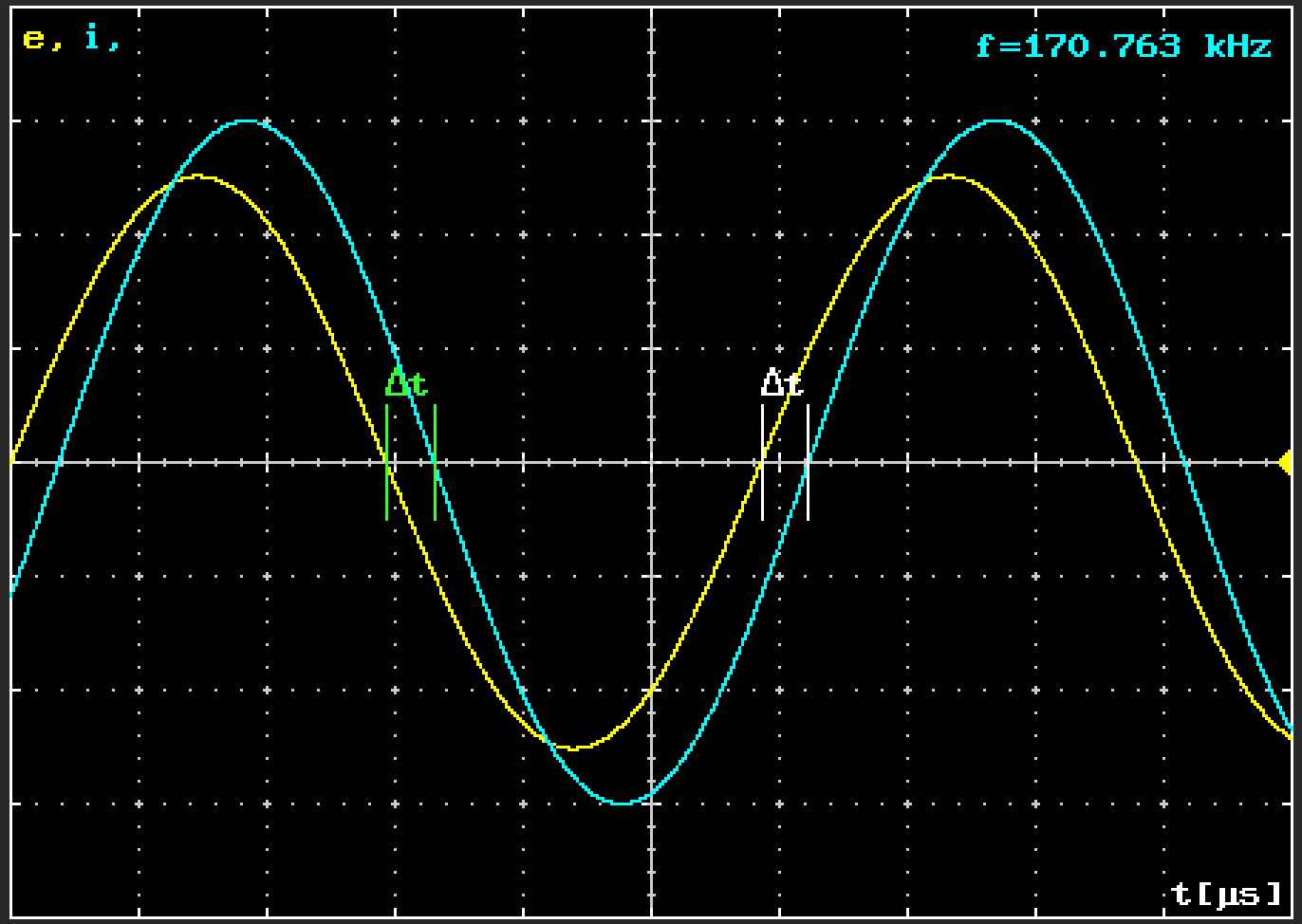
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

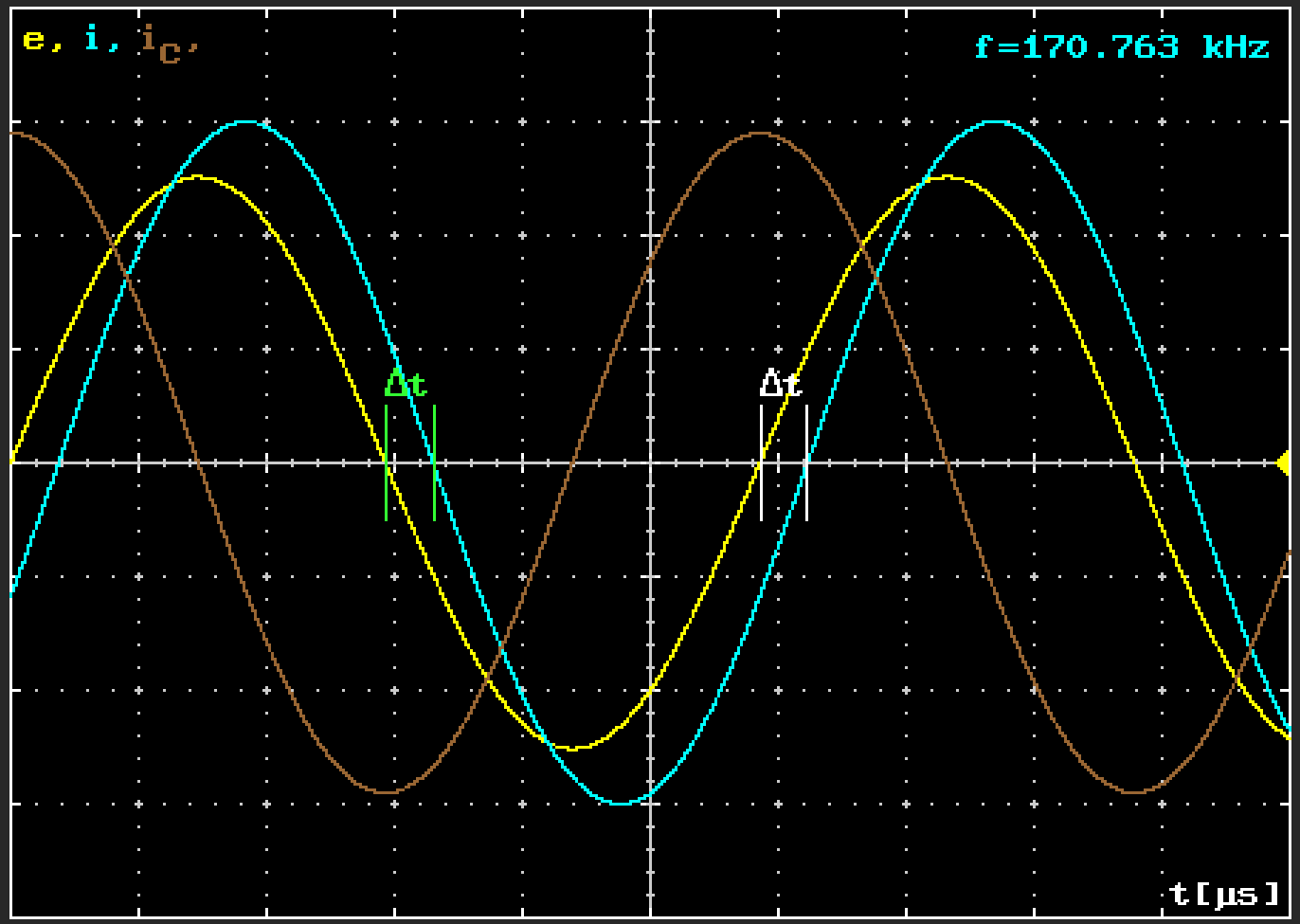
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 5.79993 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

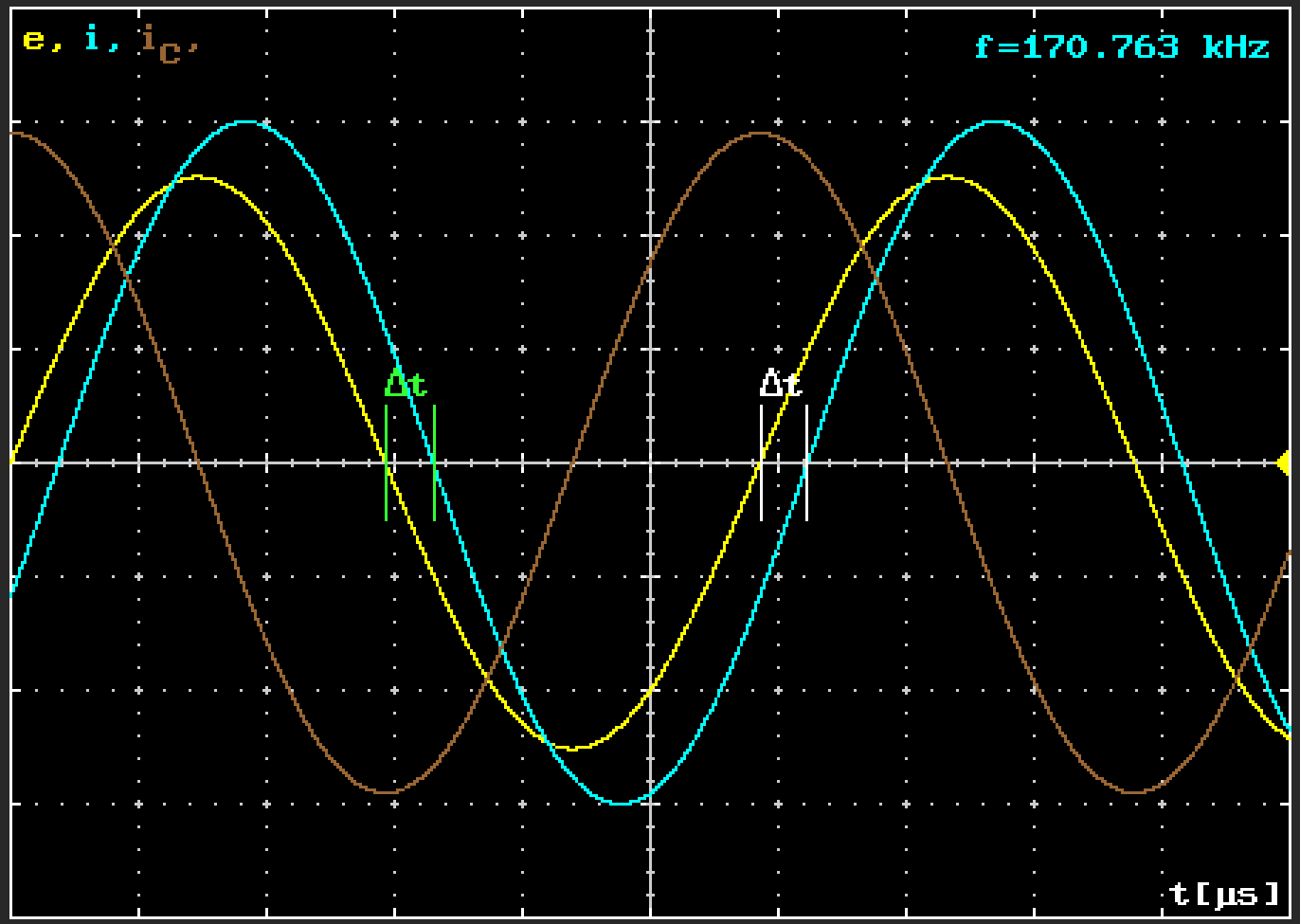
404

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.93 μS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.50%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_C	5.79993 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

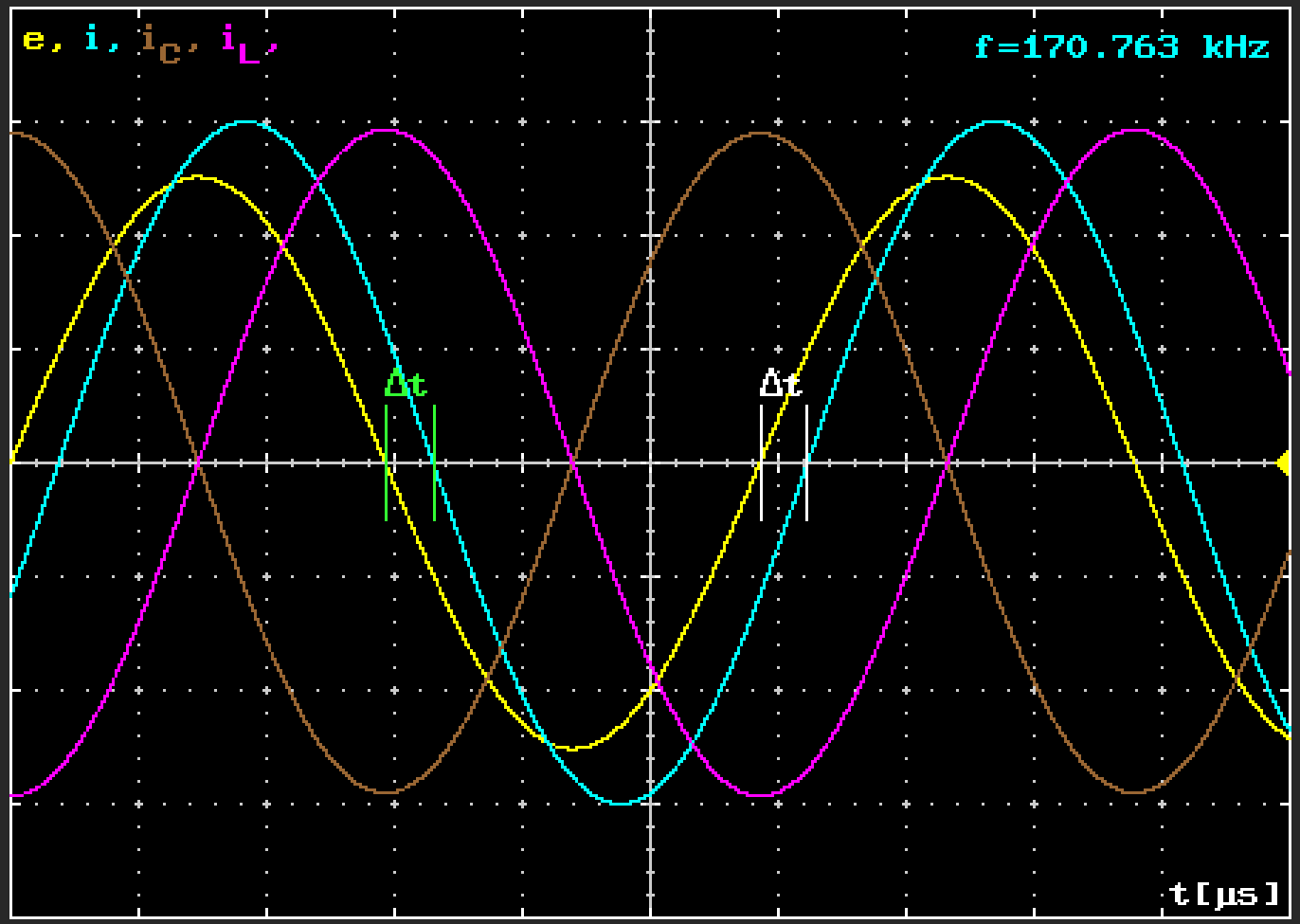
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L 5.85838 mA; φ_L=−90°

I_C 5.79993 mA; φ_C=+90°

I_0 150 µA; φ_I=−22.93°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

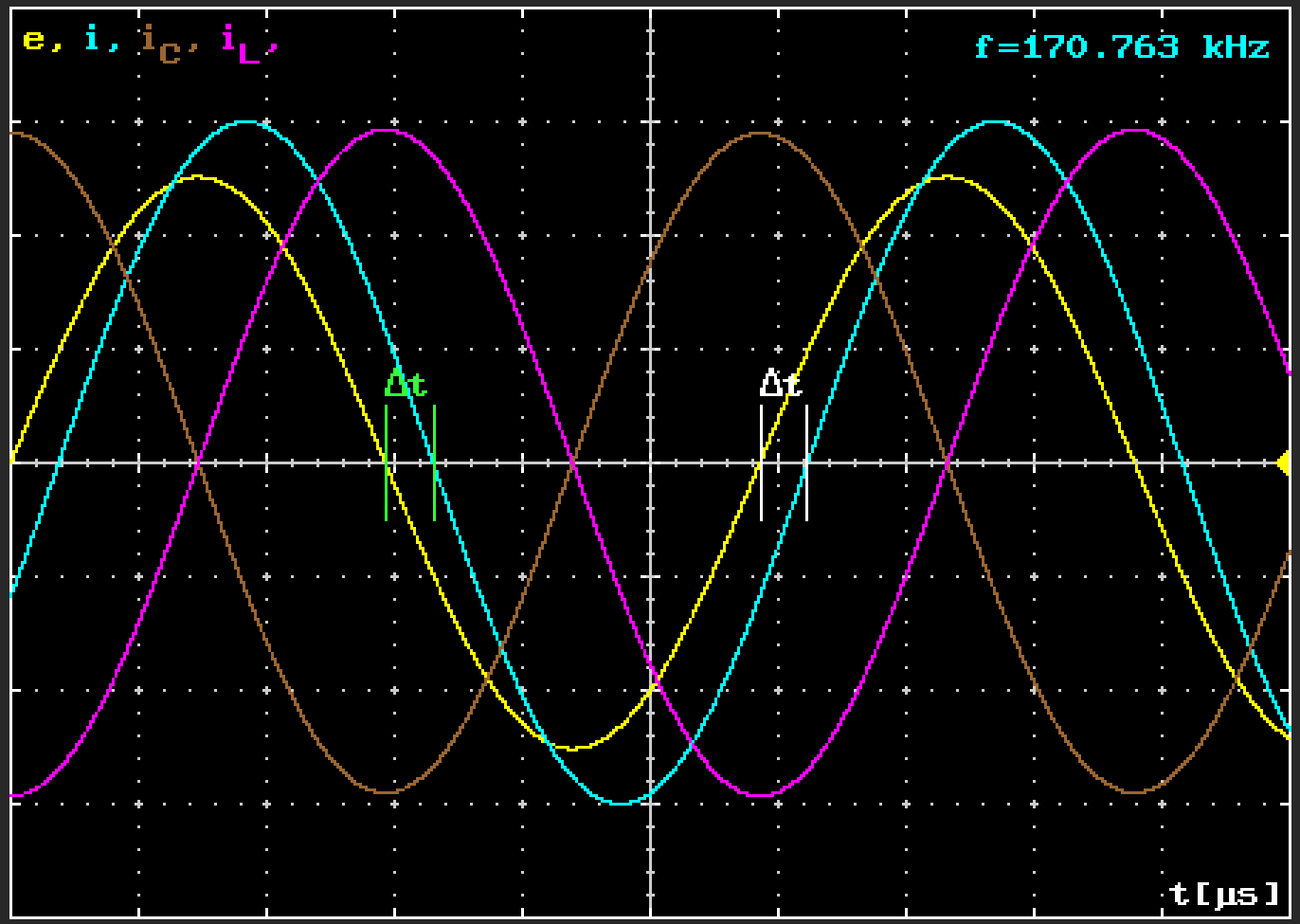
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L 5.85838 mA; φ_L=−90°

I_C 5.79993 mA; φ_C=+90°

I_0 150 μA; φ_I=−22.93°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

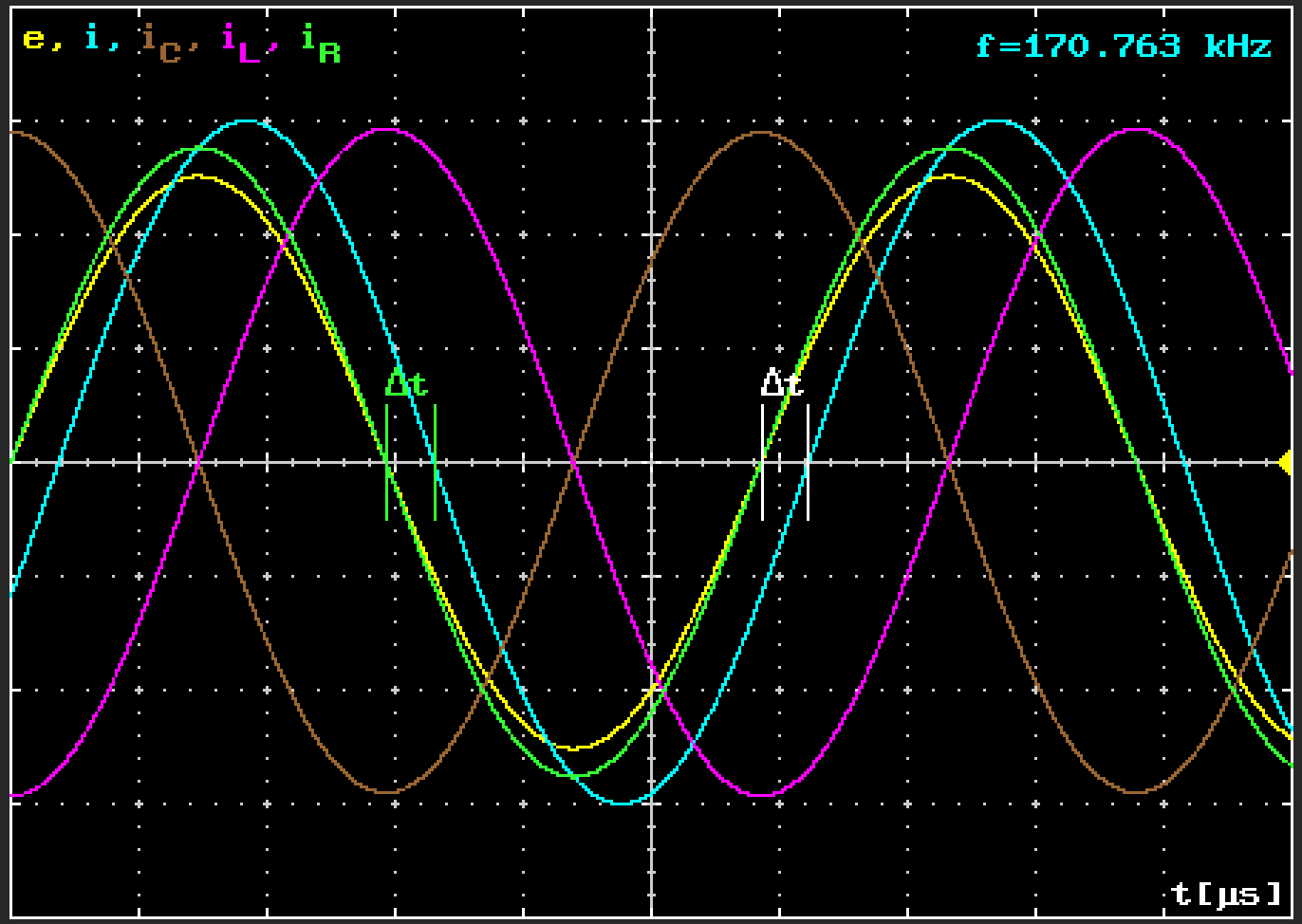
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	138.146 µA; φ_R=0°
I_L	5.85838 mA; φ_L=−90°
I_C	5.79993 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−22.93°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

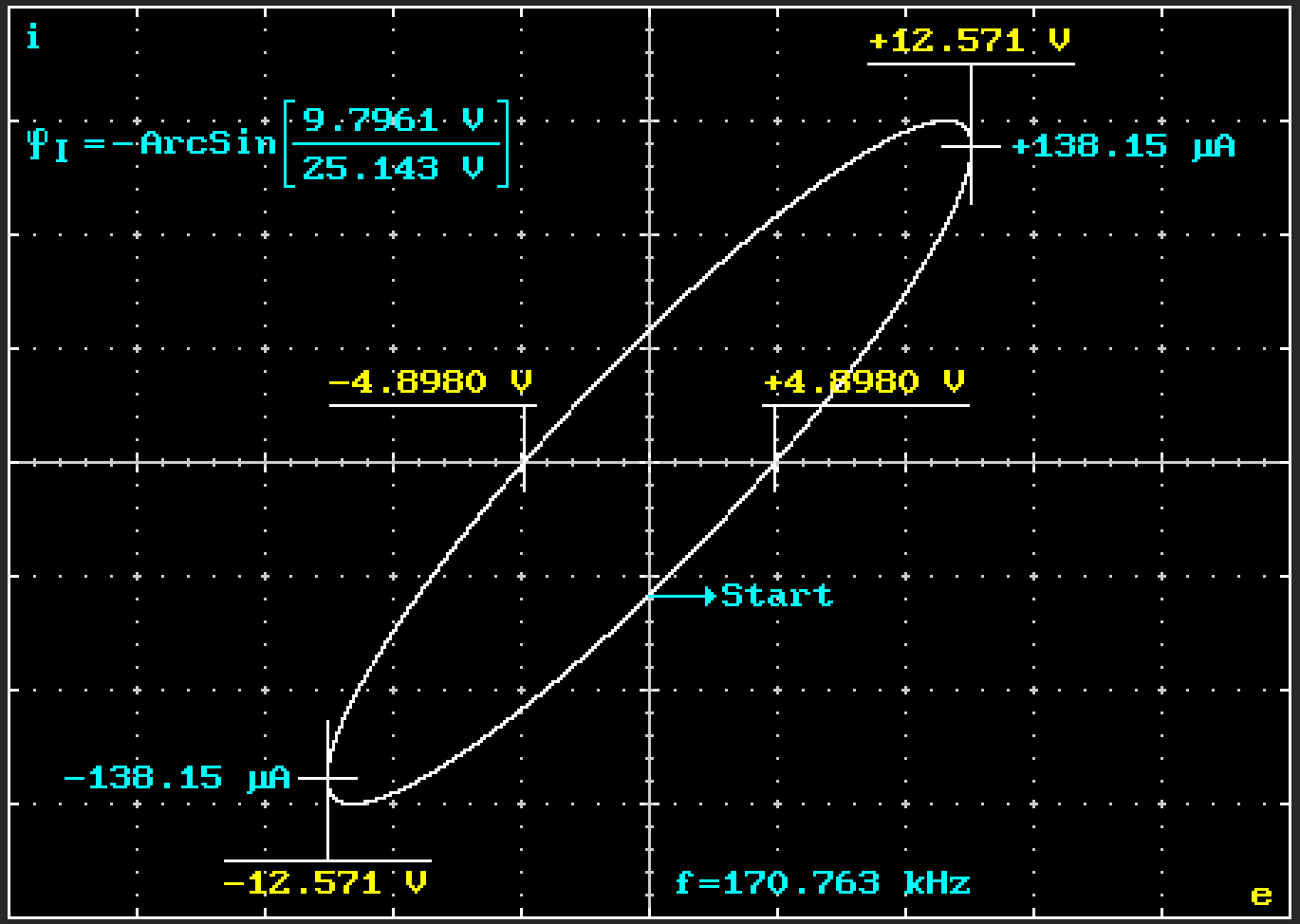
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.93 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= -0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	138.146 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	5.85838 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	5.79993 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-22.93°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=171.450 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=78.00 ns-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

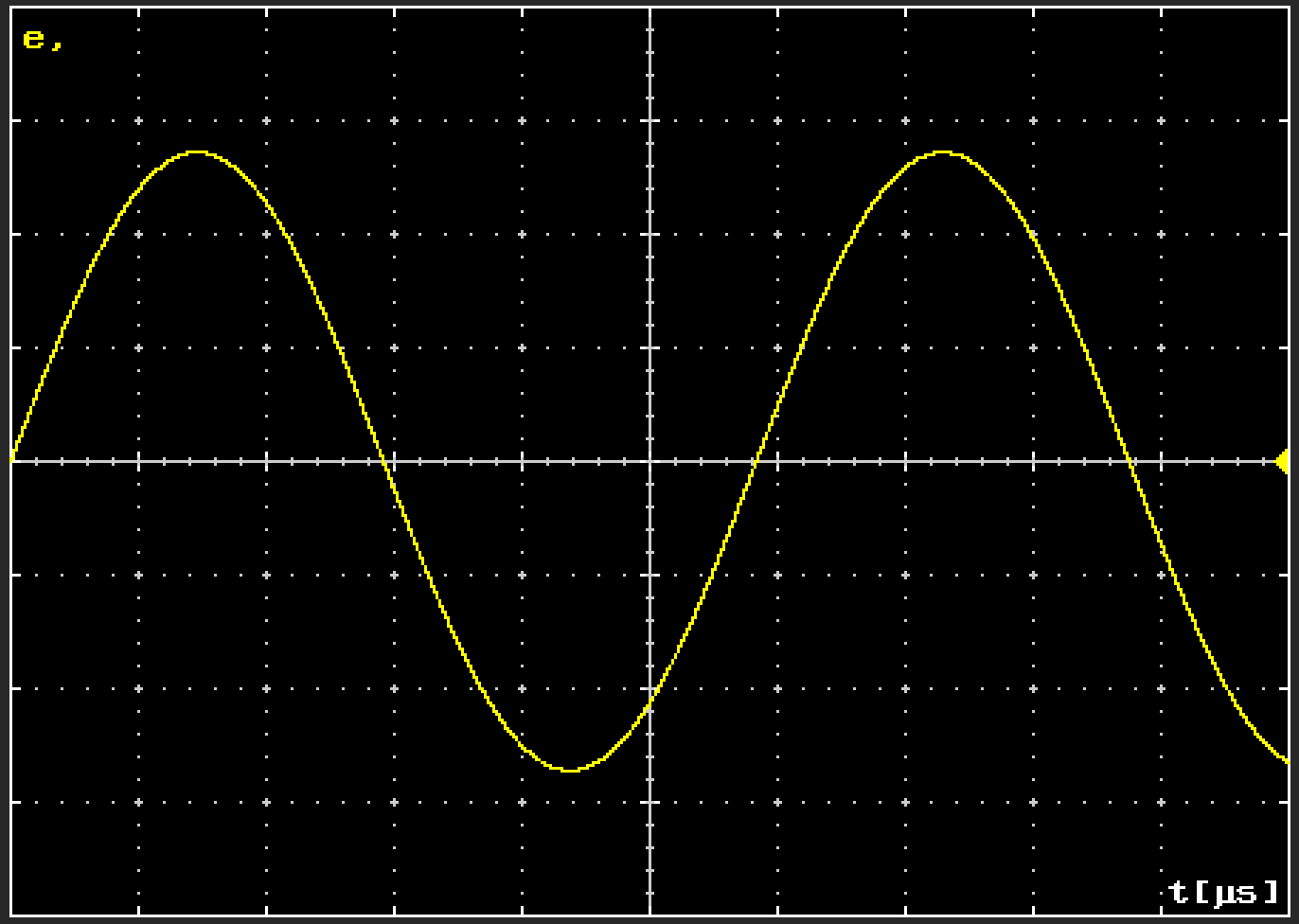
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

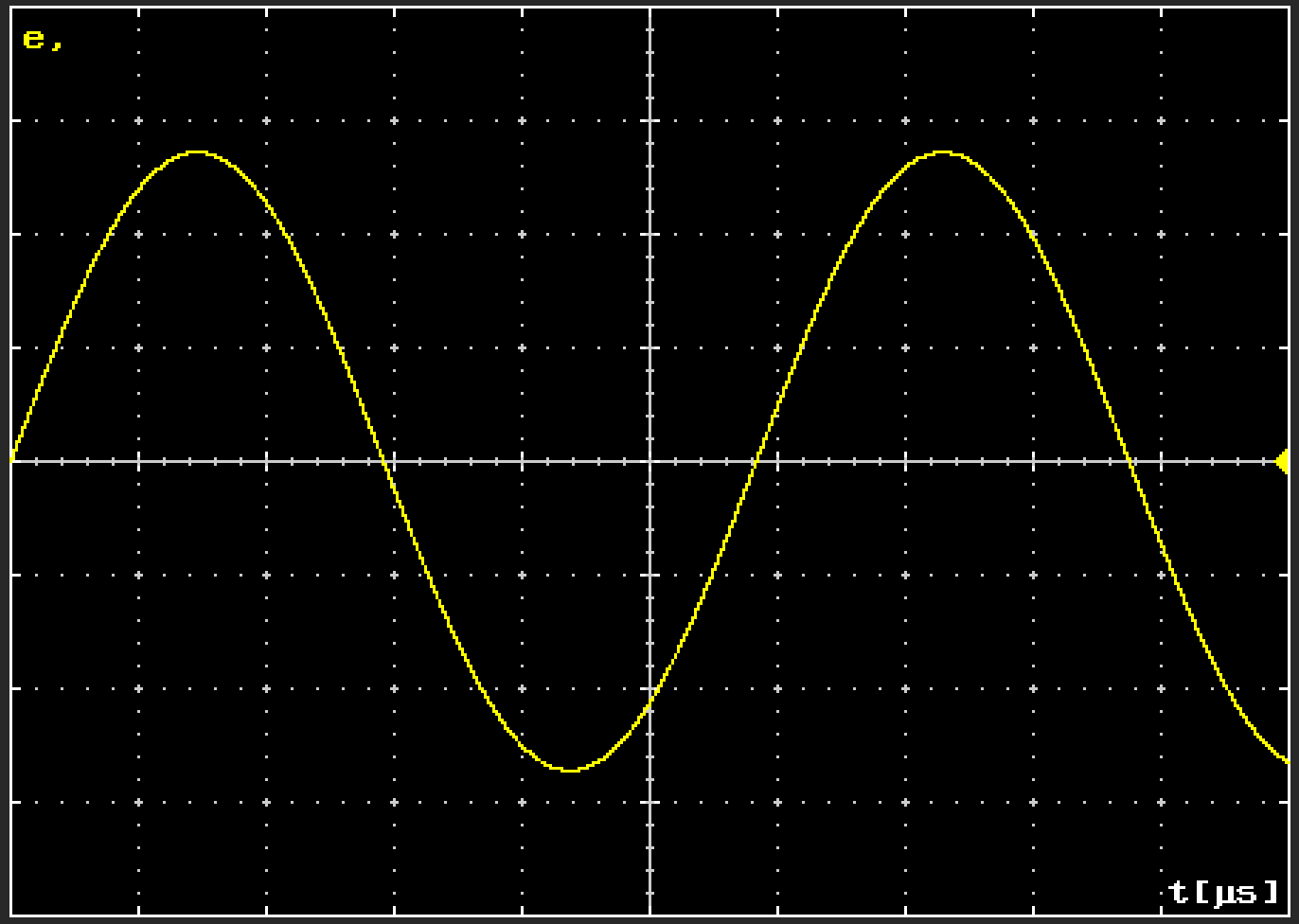
411

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	2	i_L[mA/div]
3	2	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1	t[µs/div]

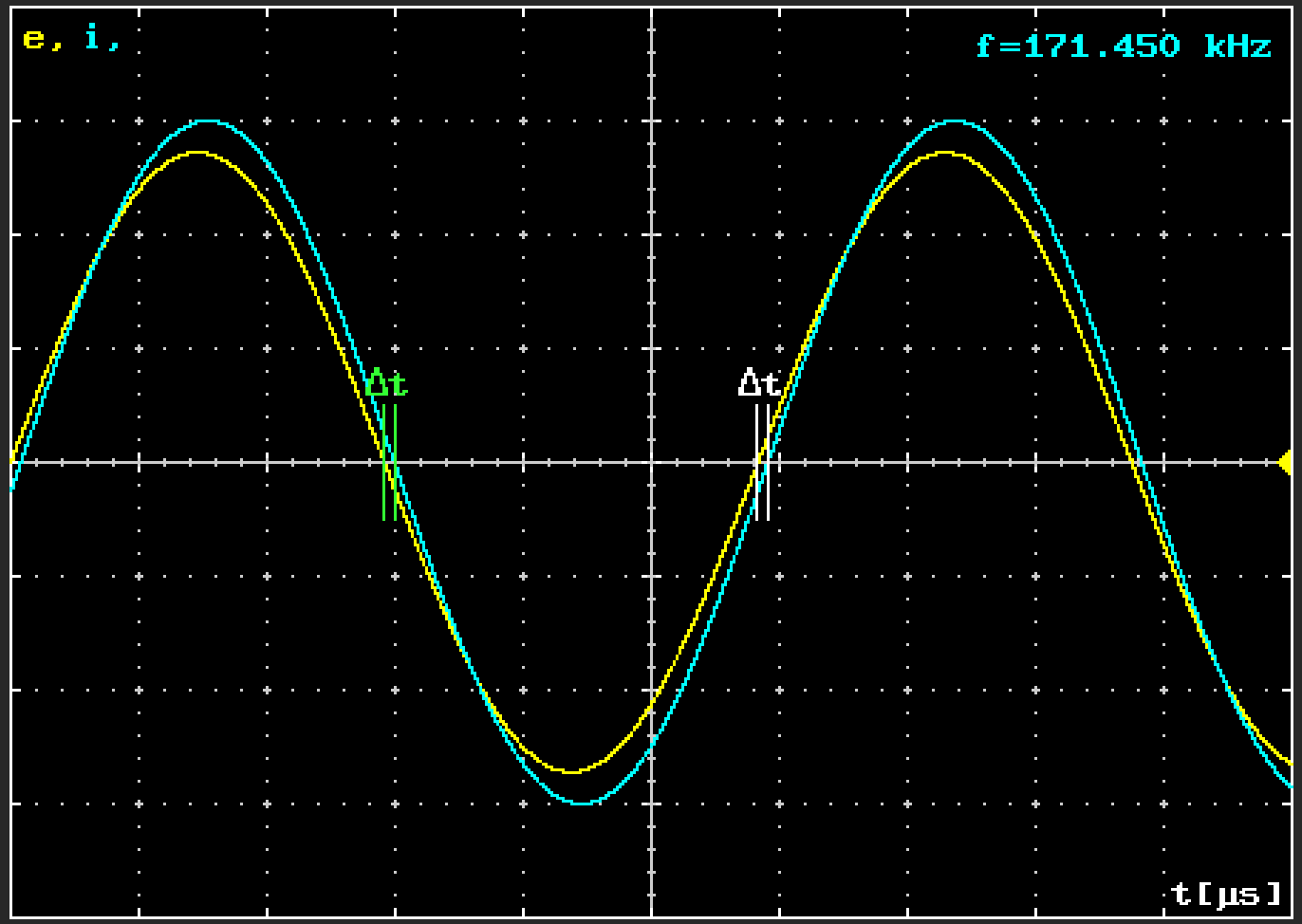
412

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

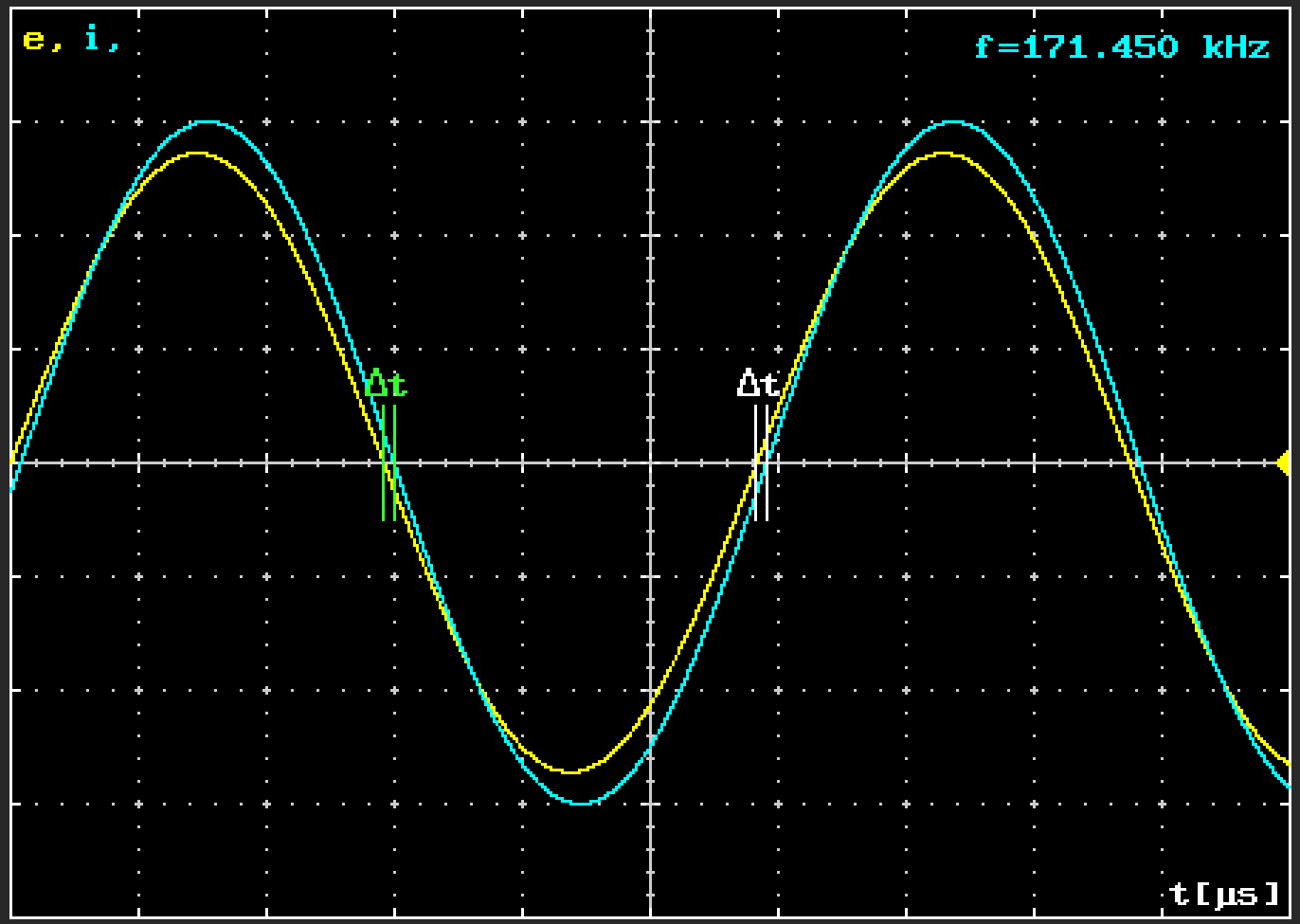
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

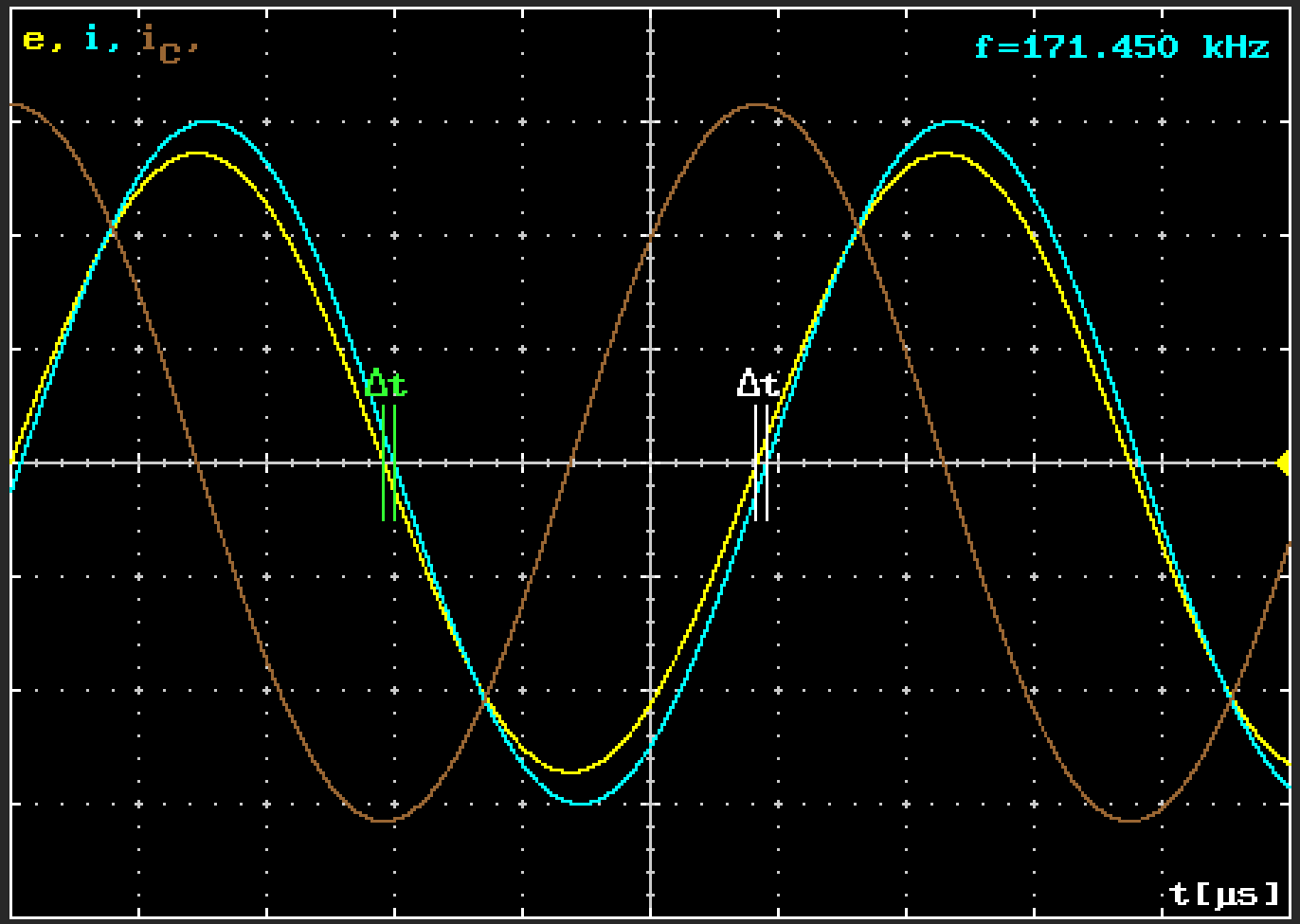
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

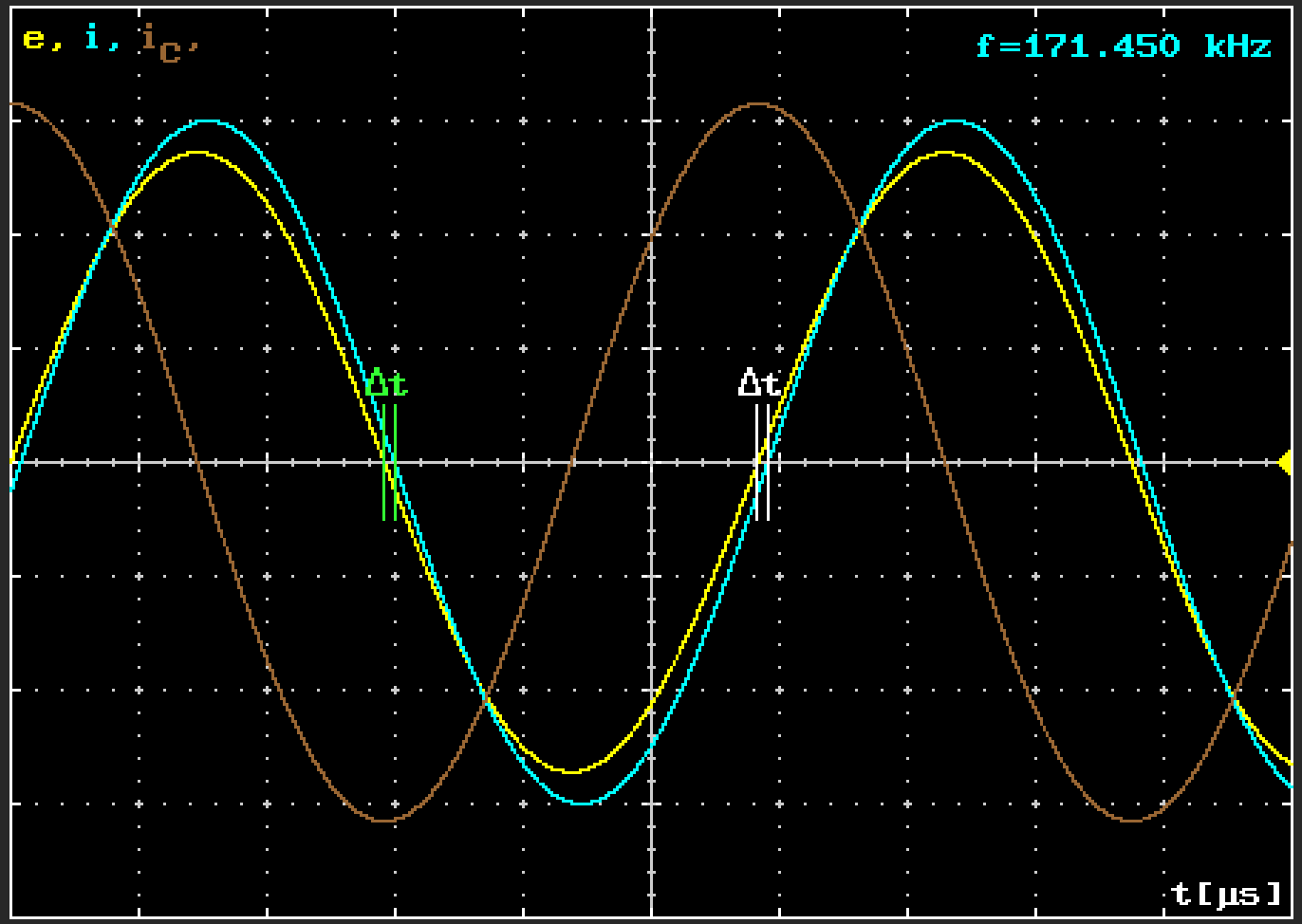
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-4.81°$

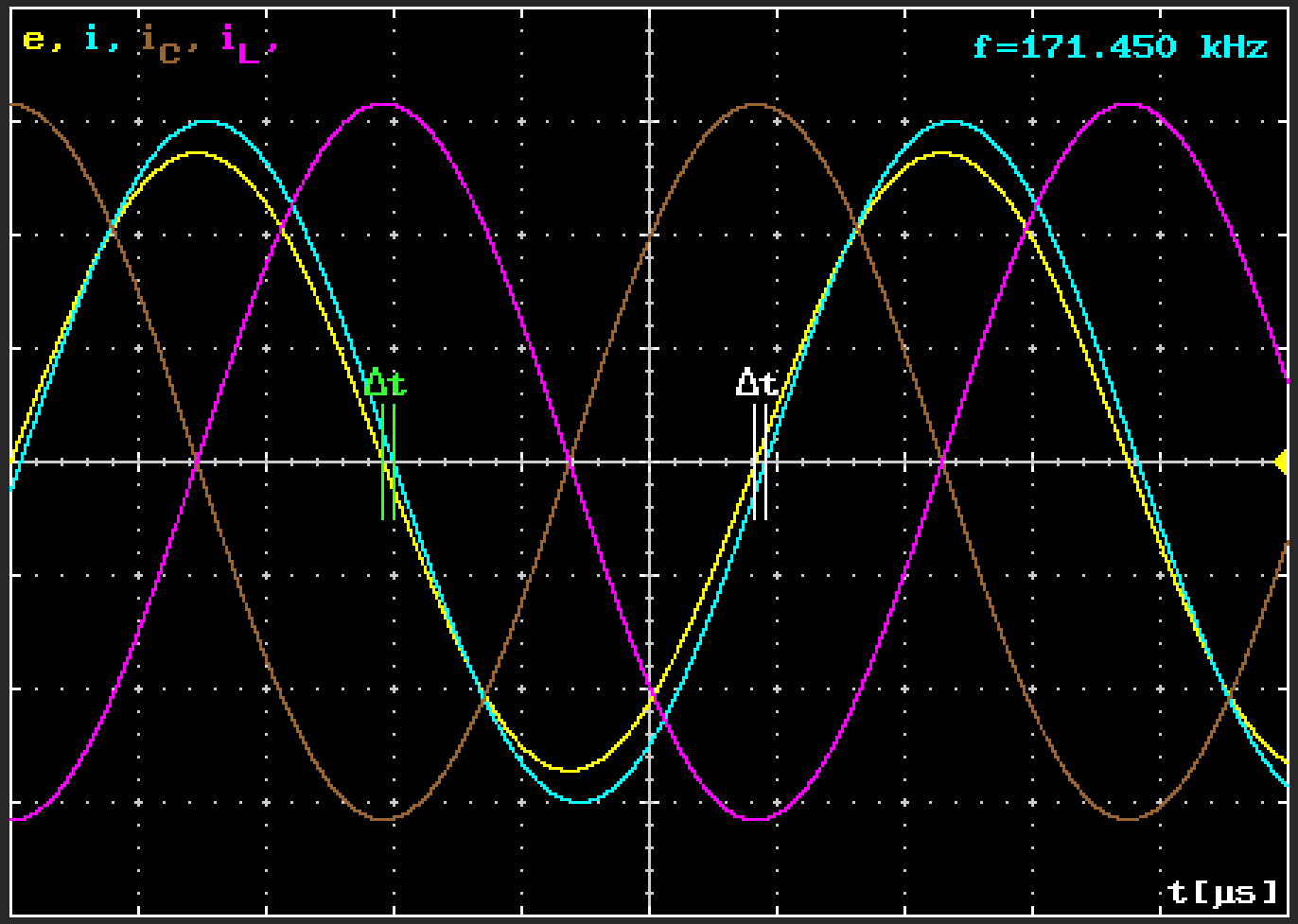
LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.31321 mA; φ_L=−90°
I_C	6.30063 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−4.81°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

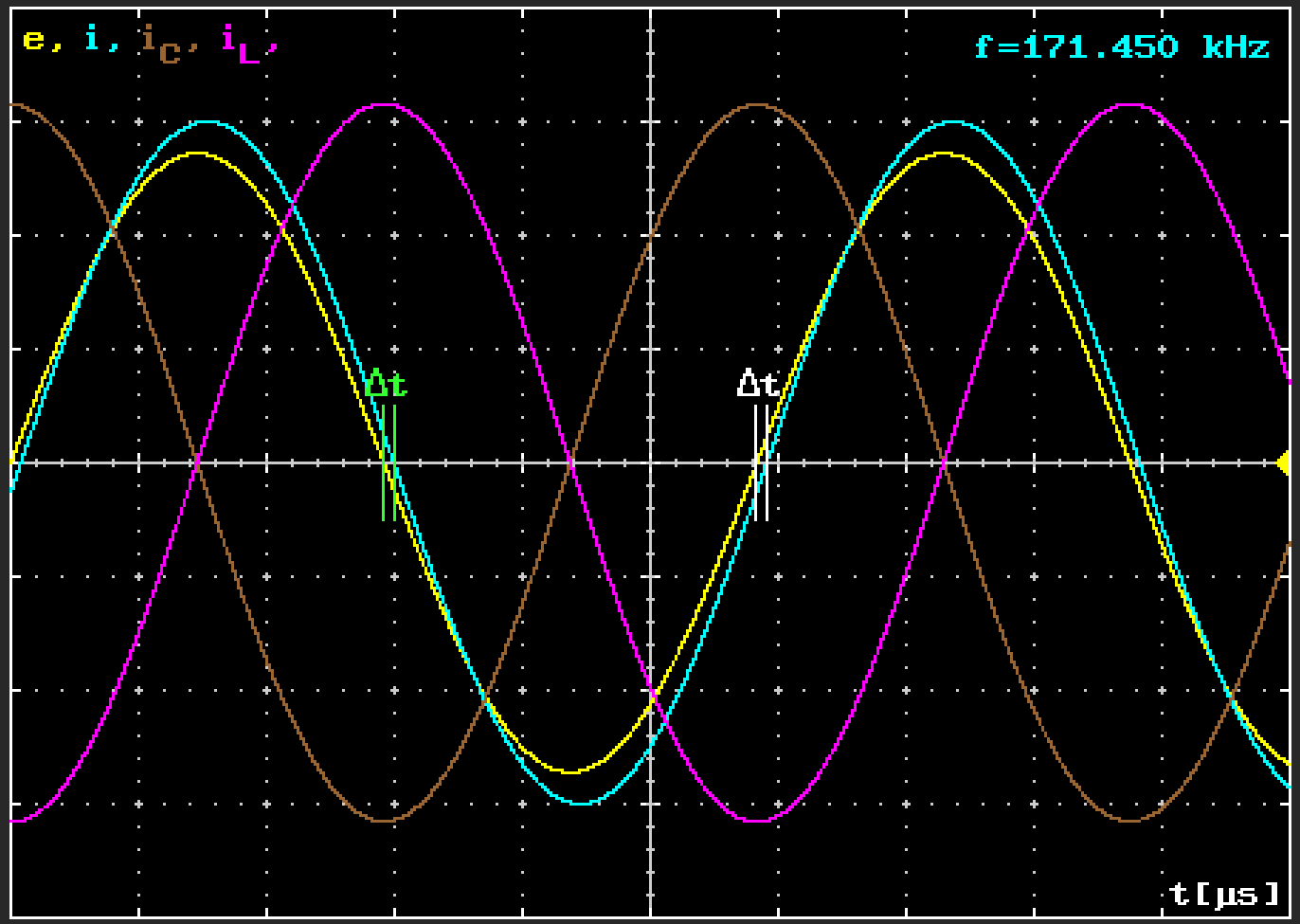
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

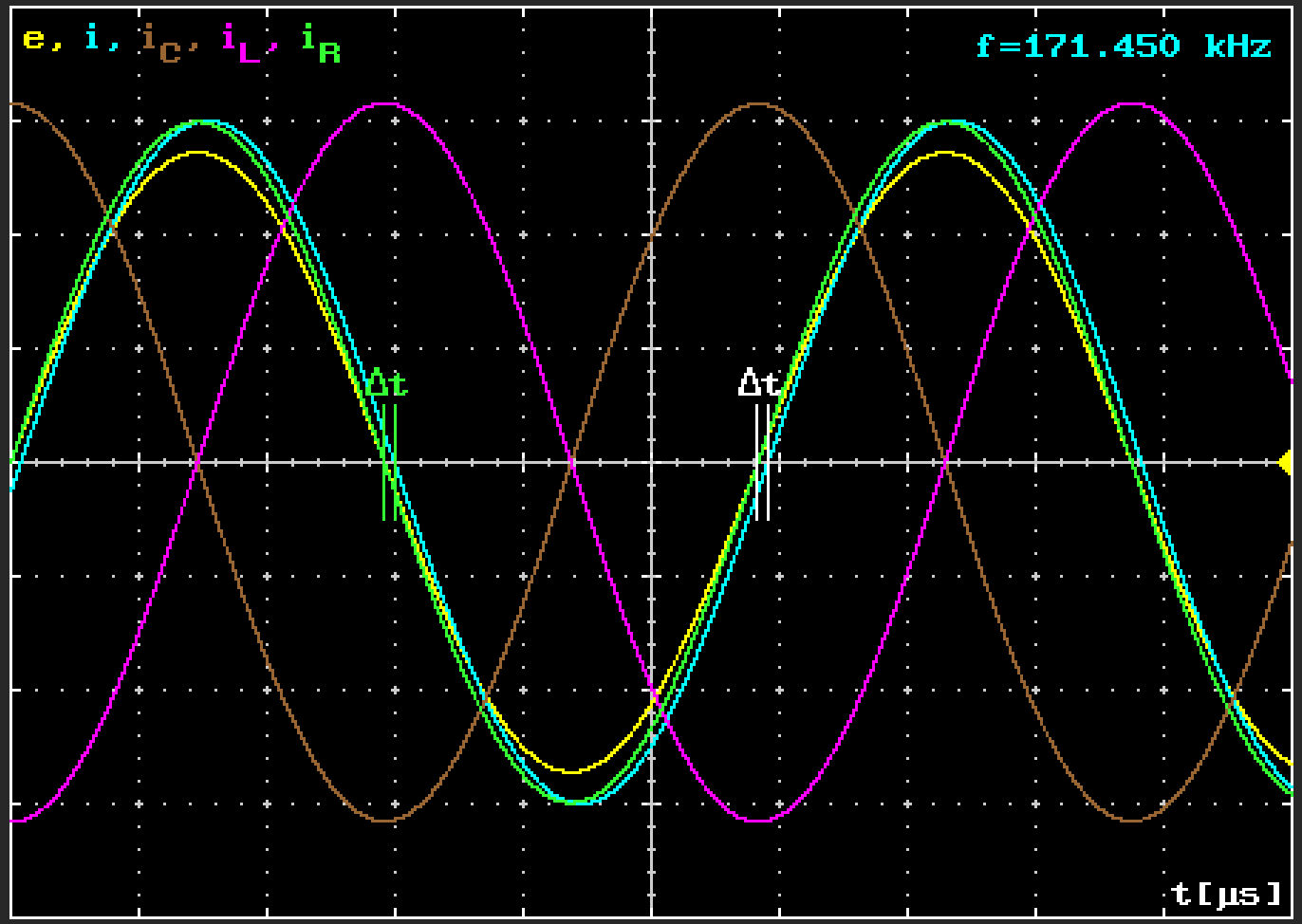
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.471 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

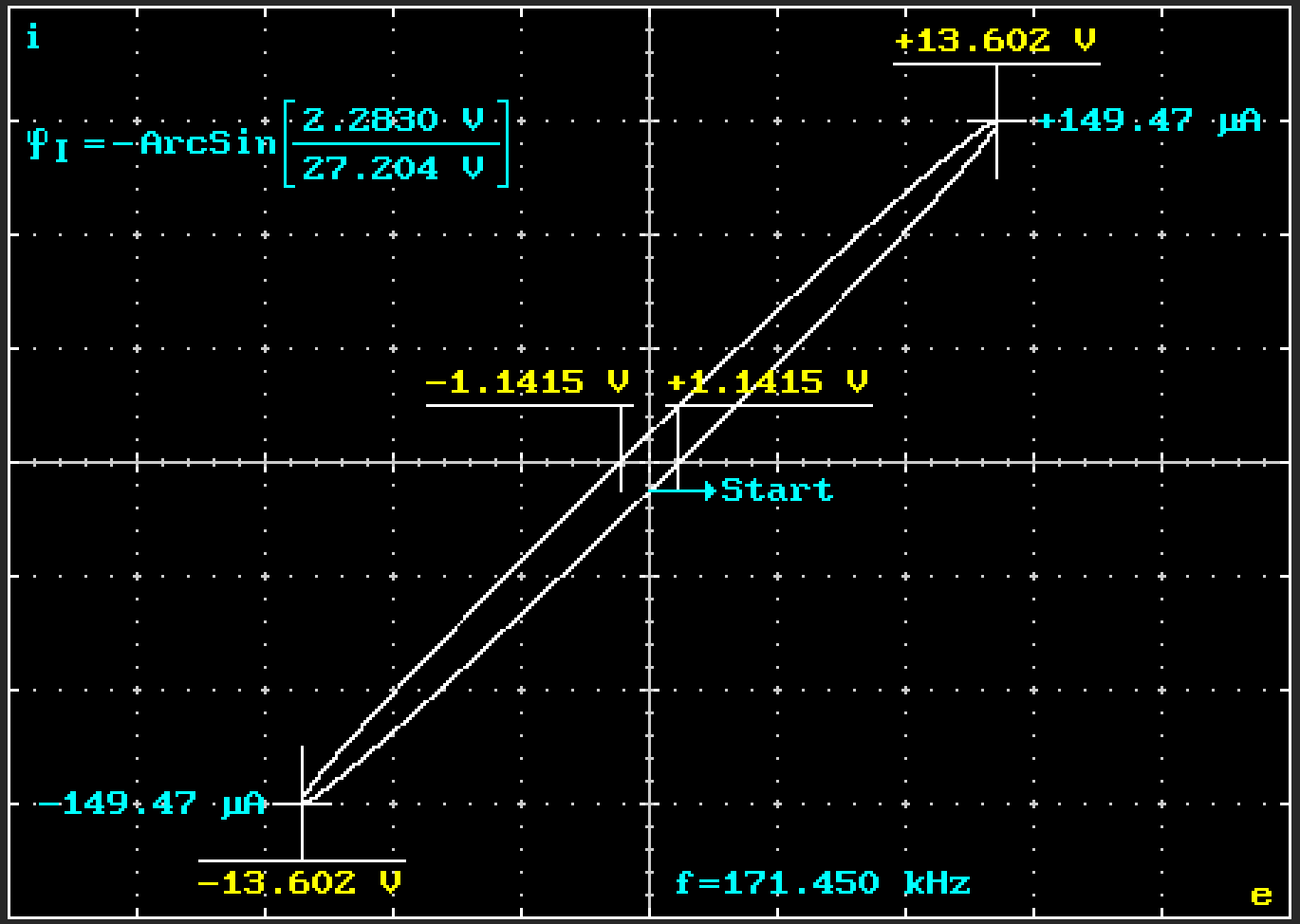
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = -0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.471 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája

f=171.621 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancián

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát Megállapítjuk, hogy az i azonos fázisban ($\Delta t=0$) van az e referenciafeszültséggel.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör rezisztív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

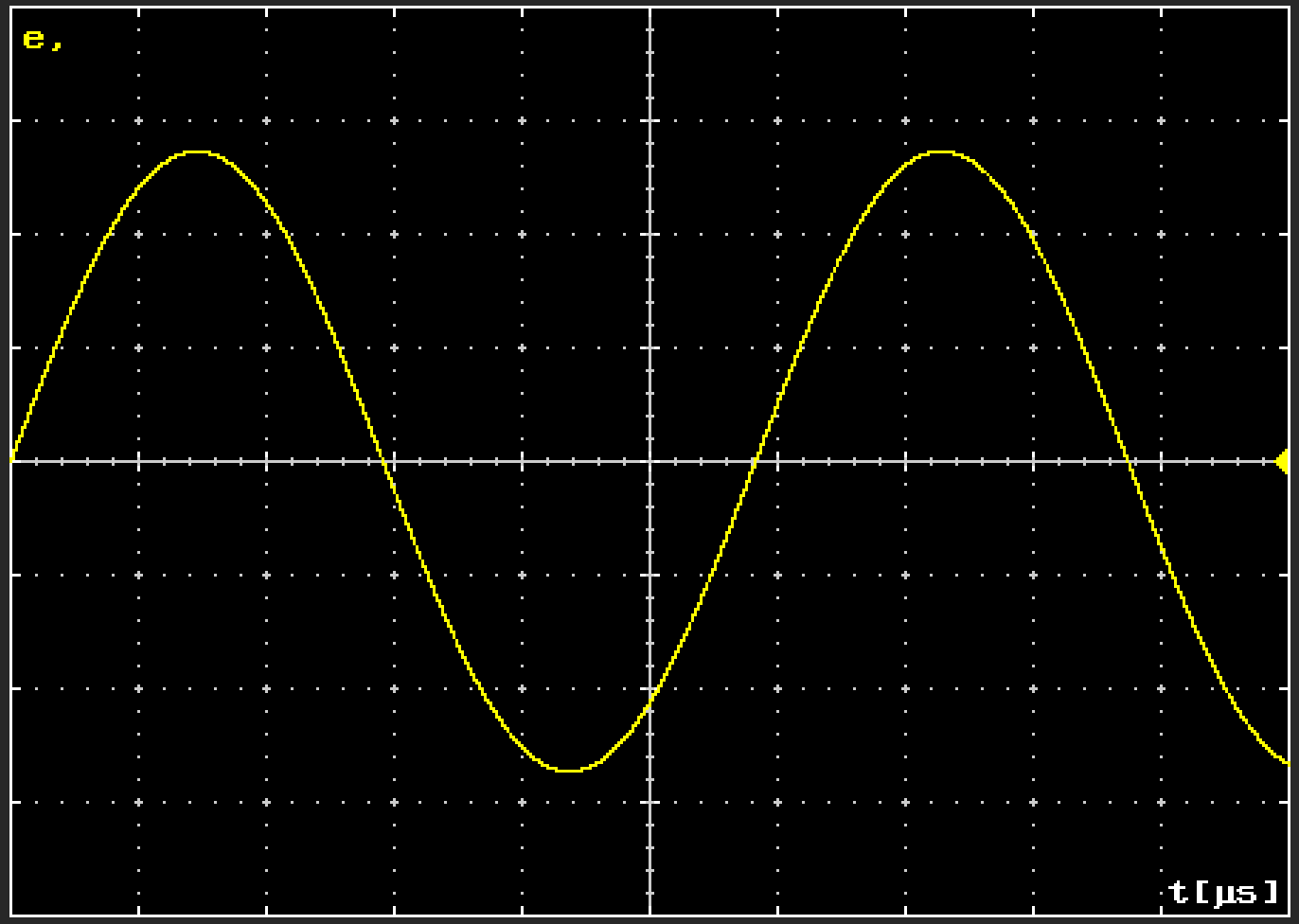
A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C
I_0

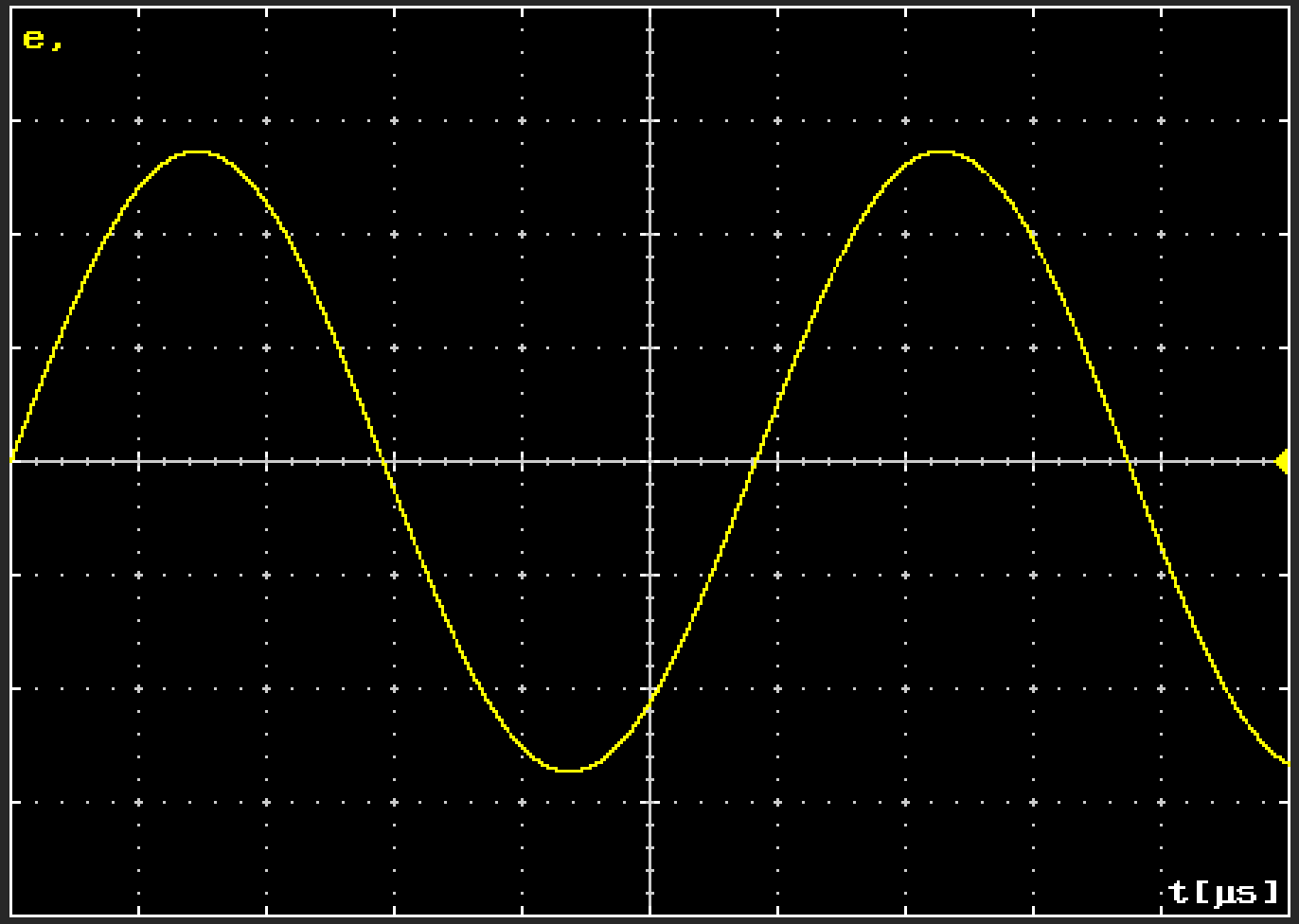
LH Trigger

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C
I_0

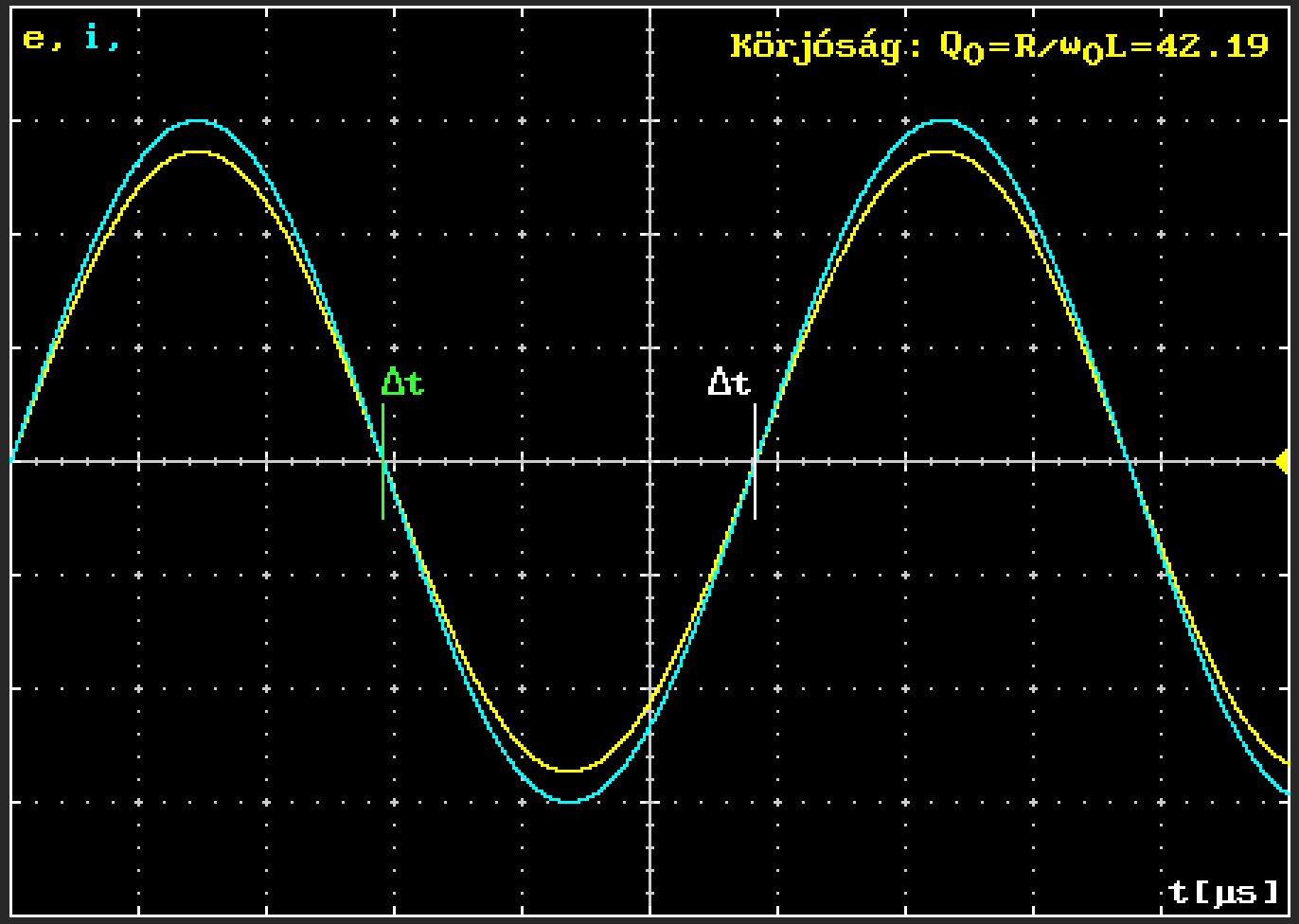
LH Trigger

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

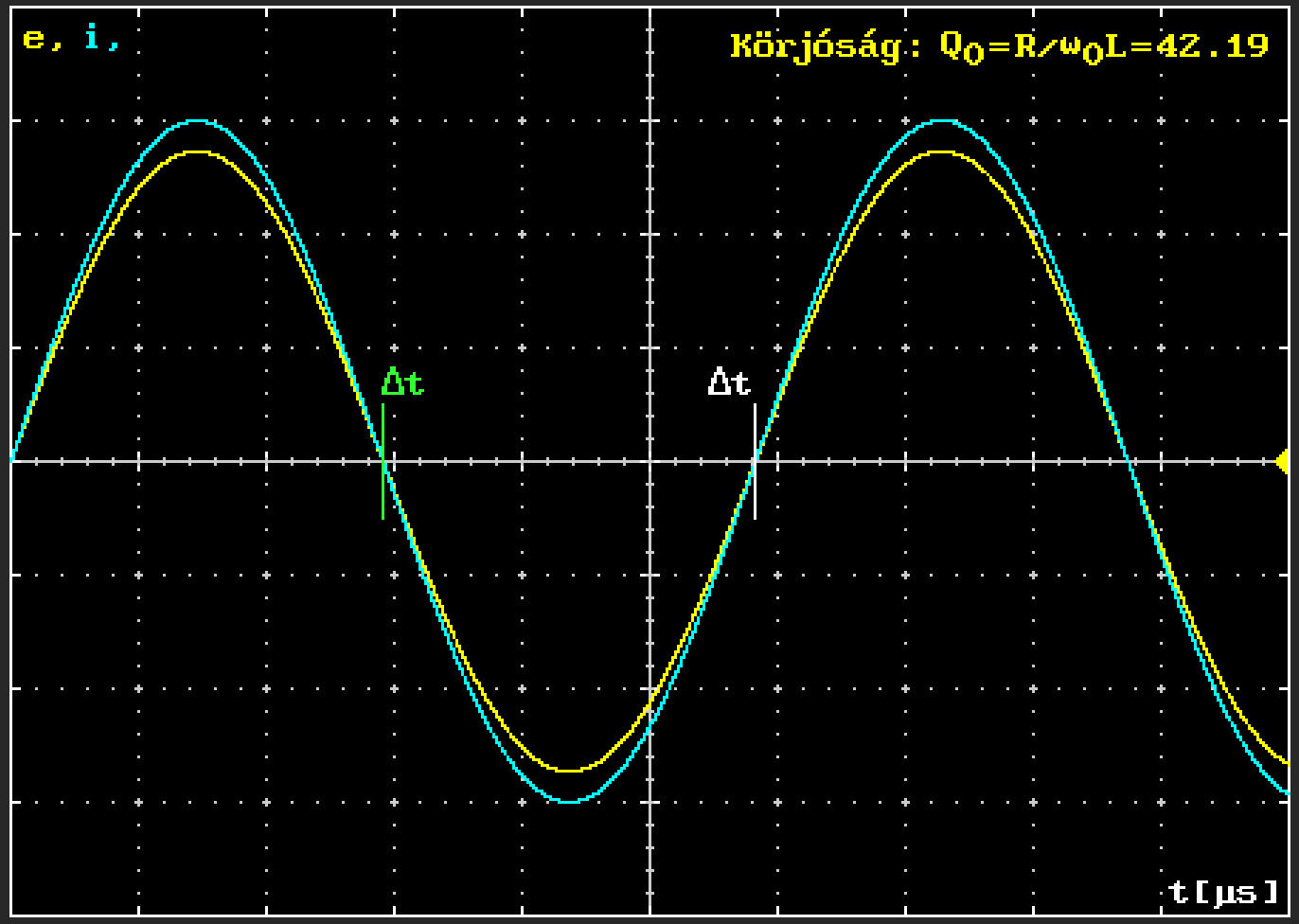
Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

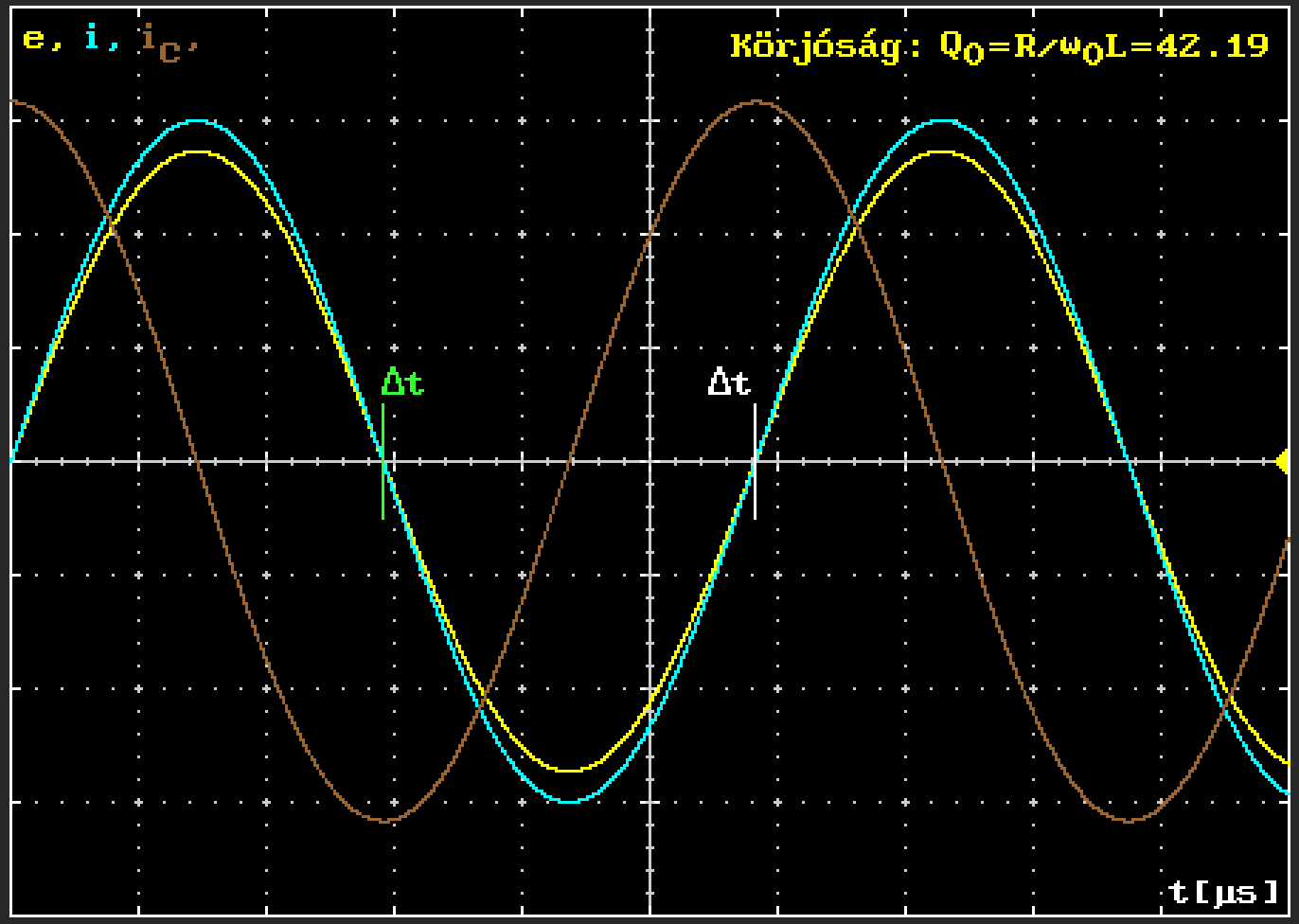
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

425

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

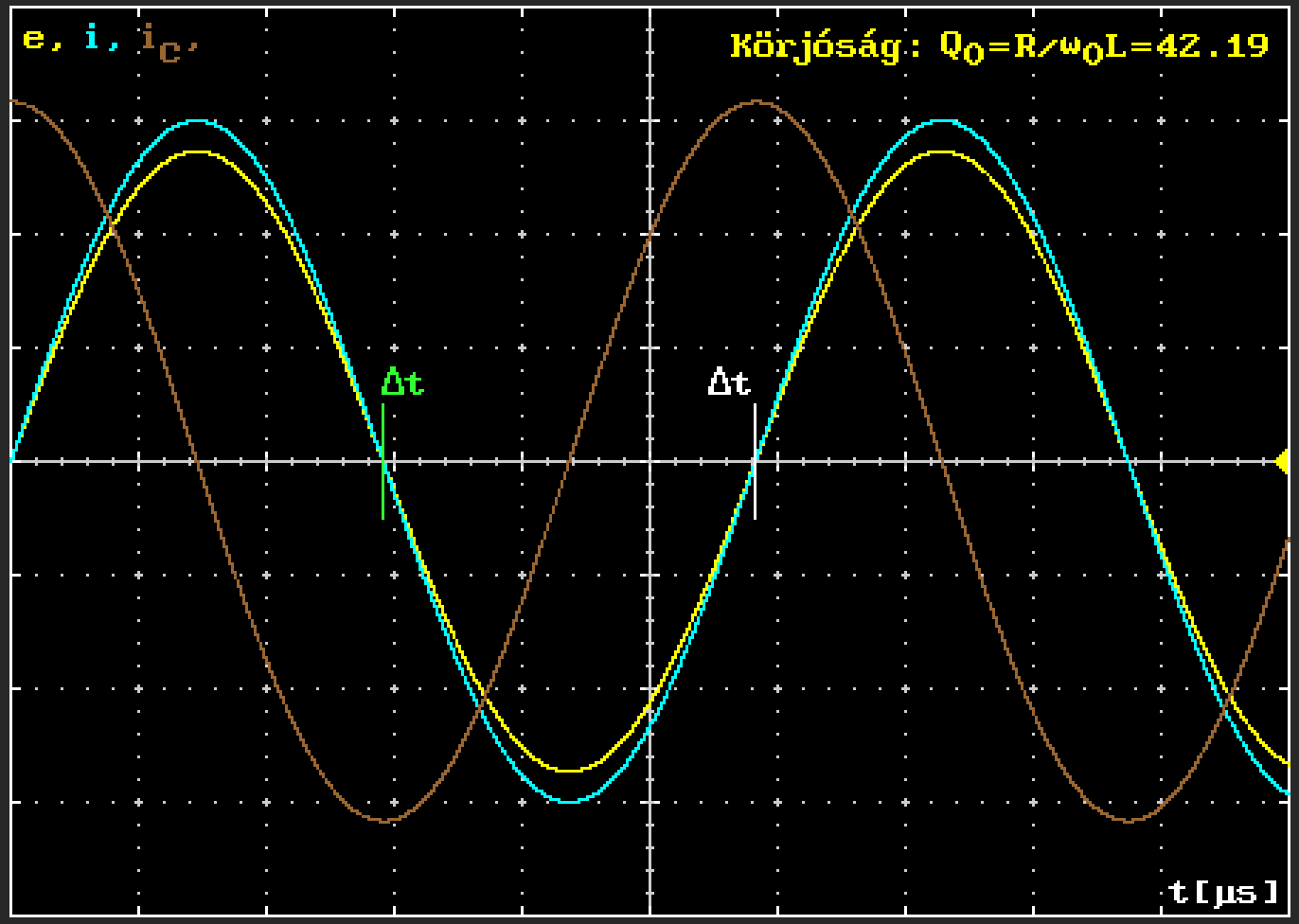
Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

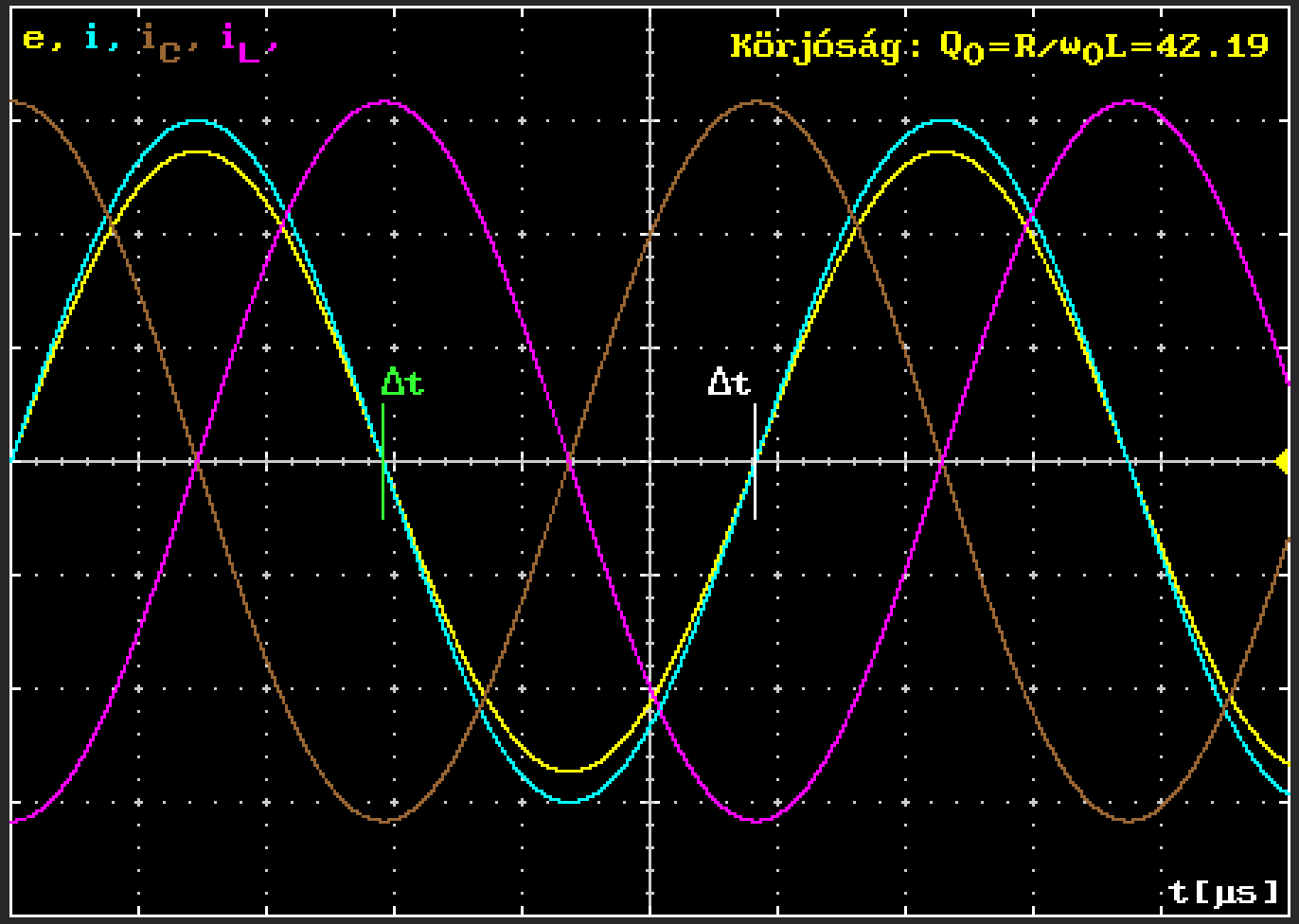
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$

I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

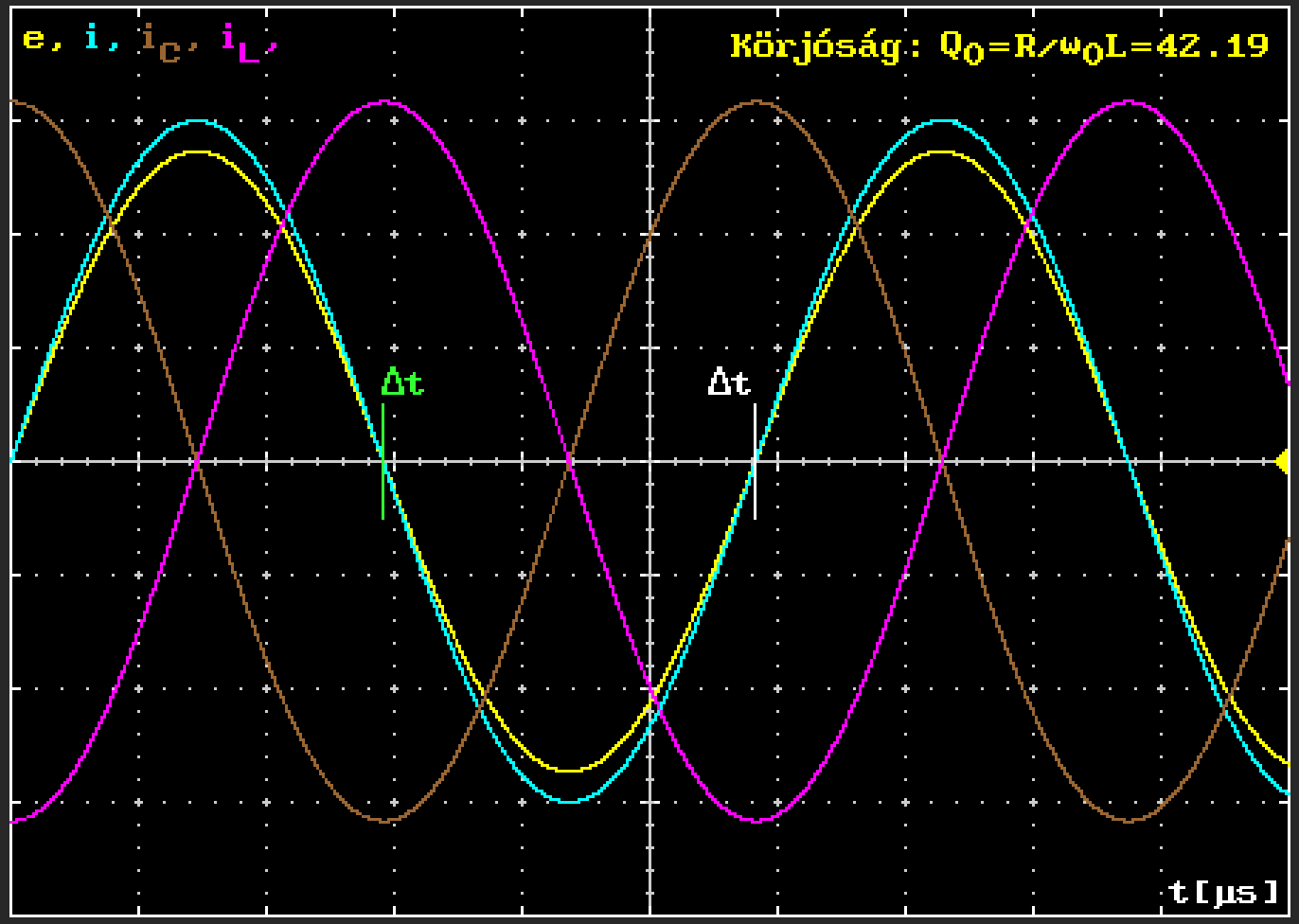
Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L 6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

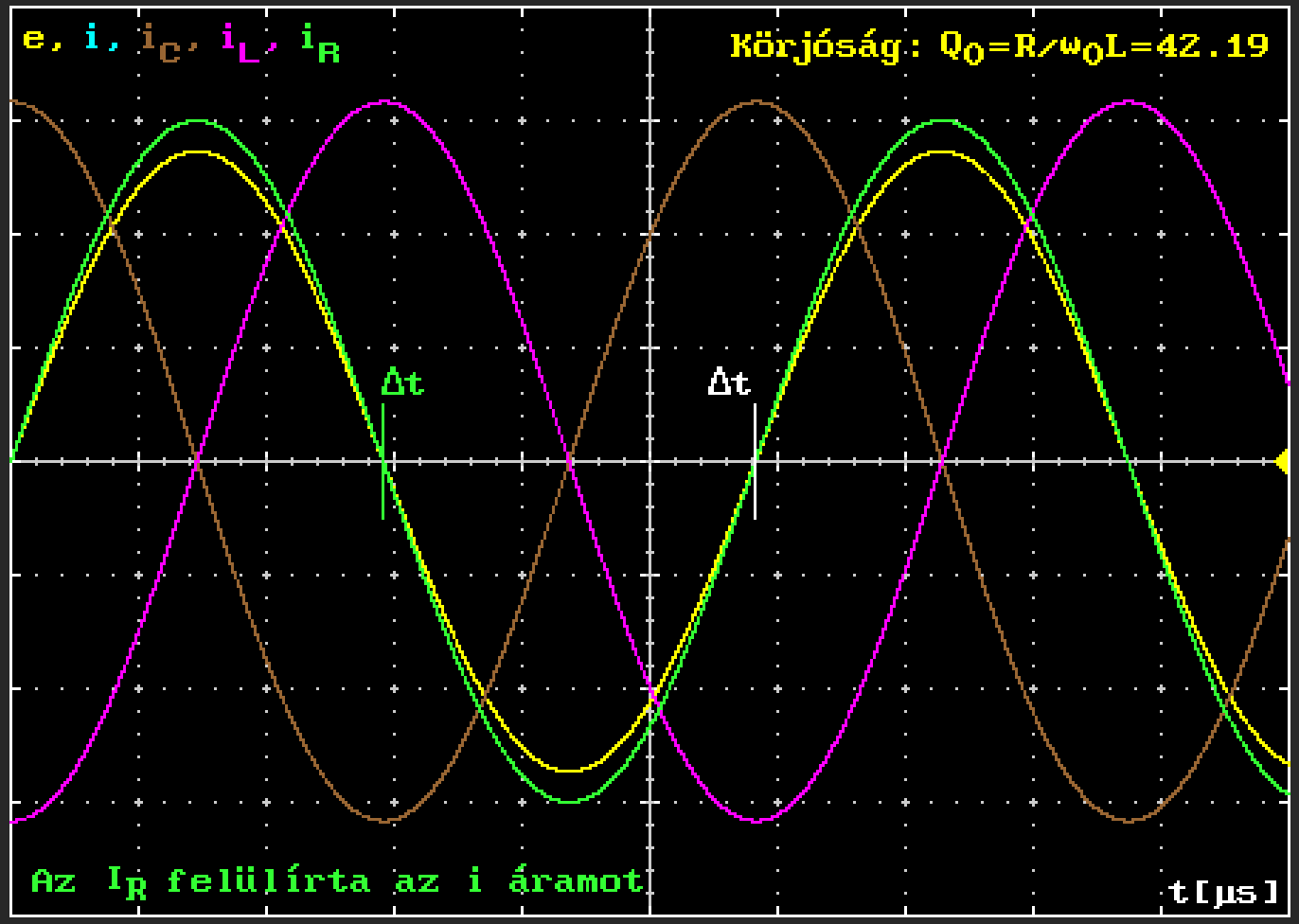
Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 10.99 μS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	150.000 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

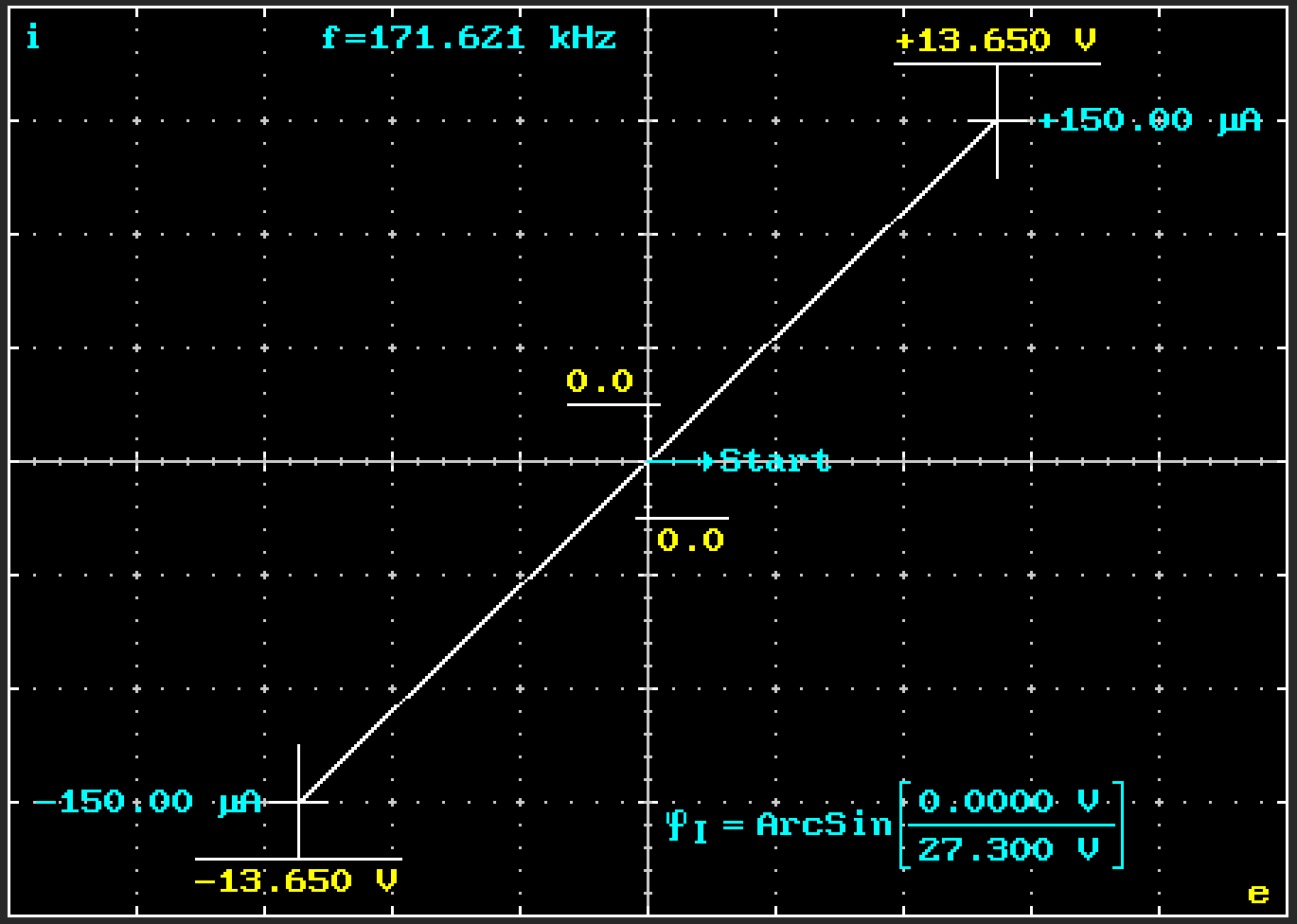
Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	150.000 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=0°$

Végeredmény: az e és az i fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=171.793 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=78.04 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

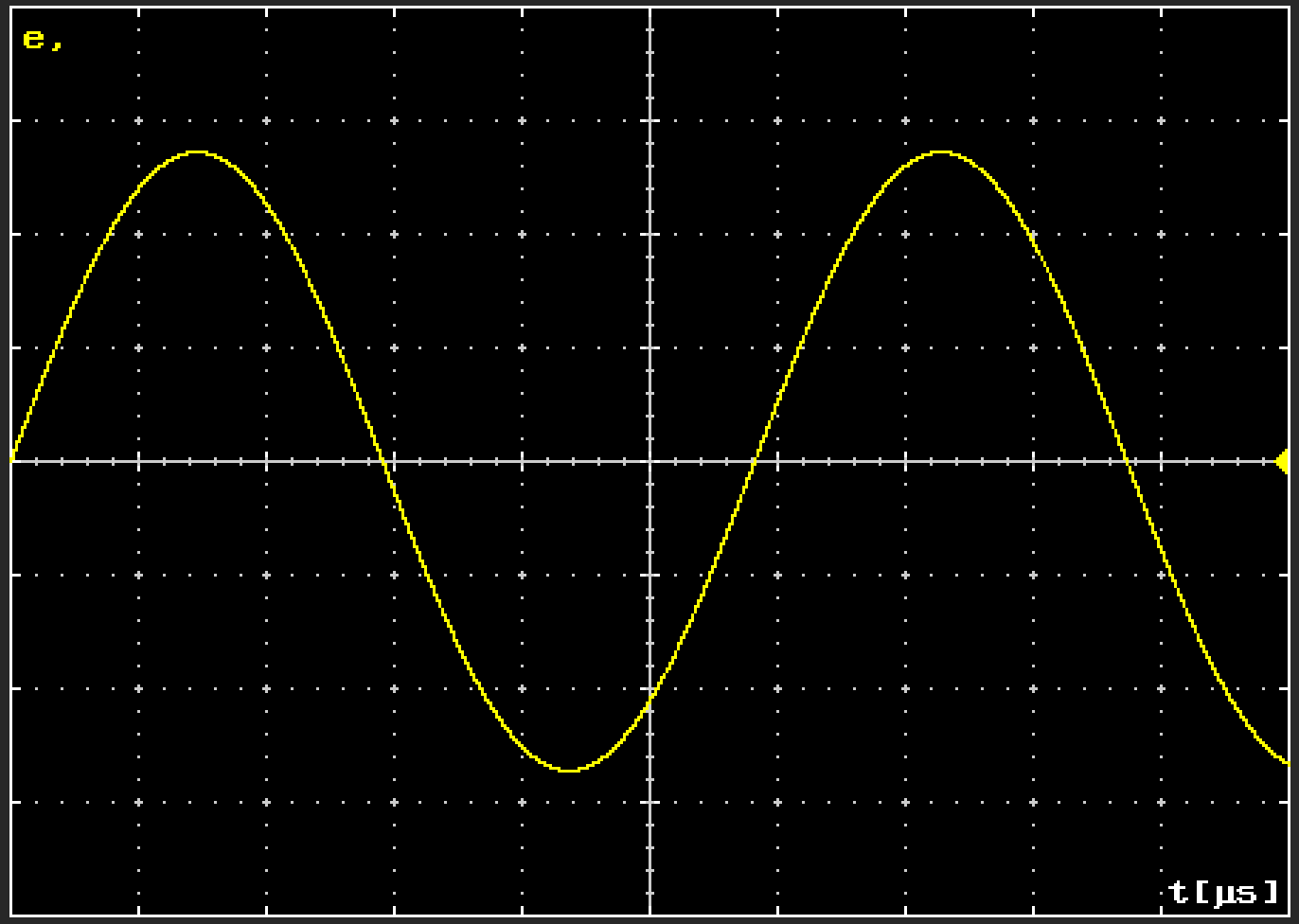
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

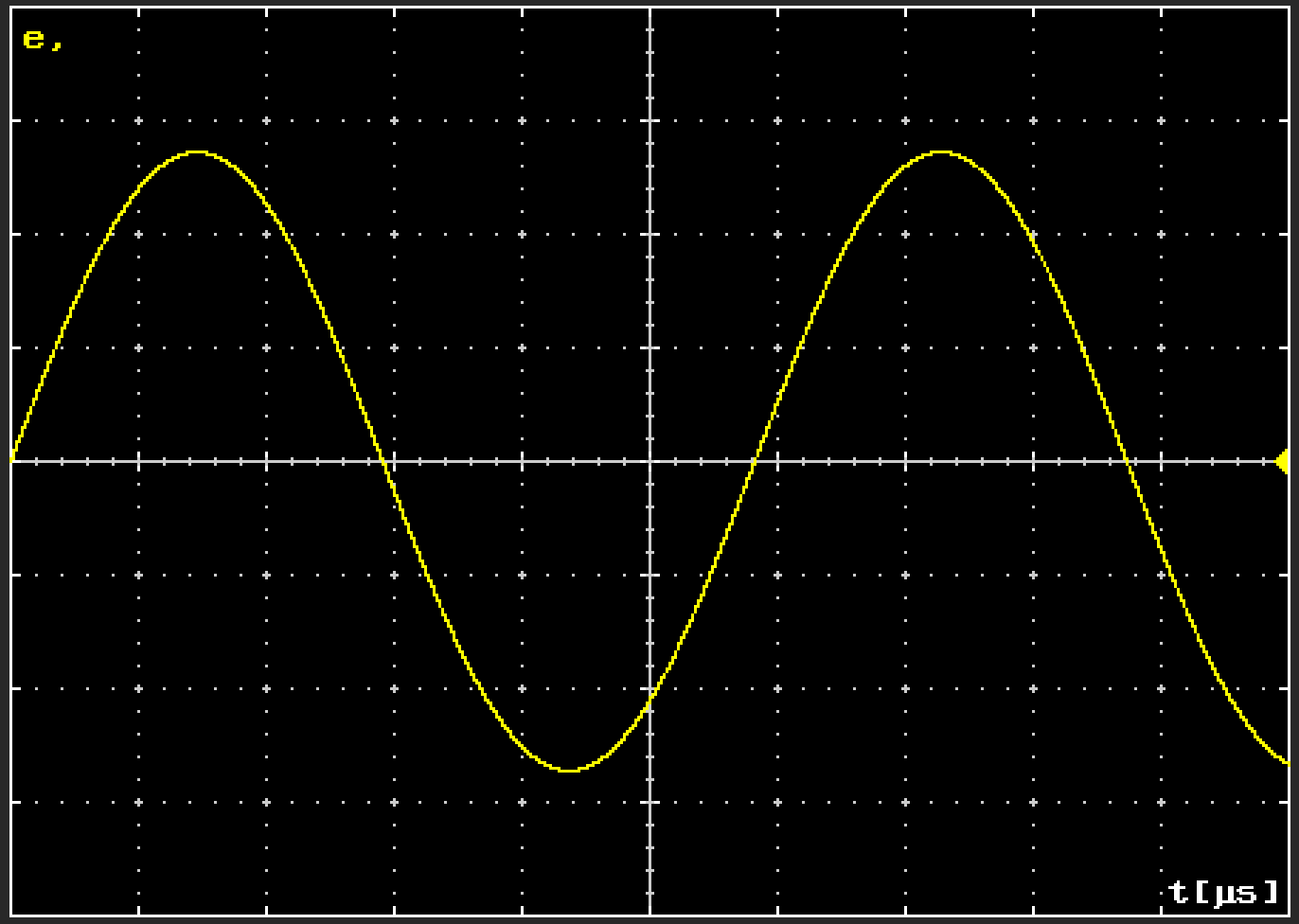
433

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

434

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	6.31311 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+4.83°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

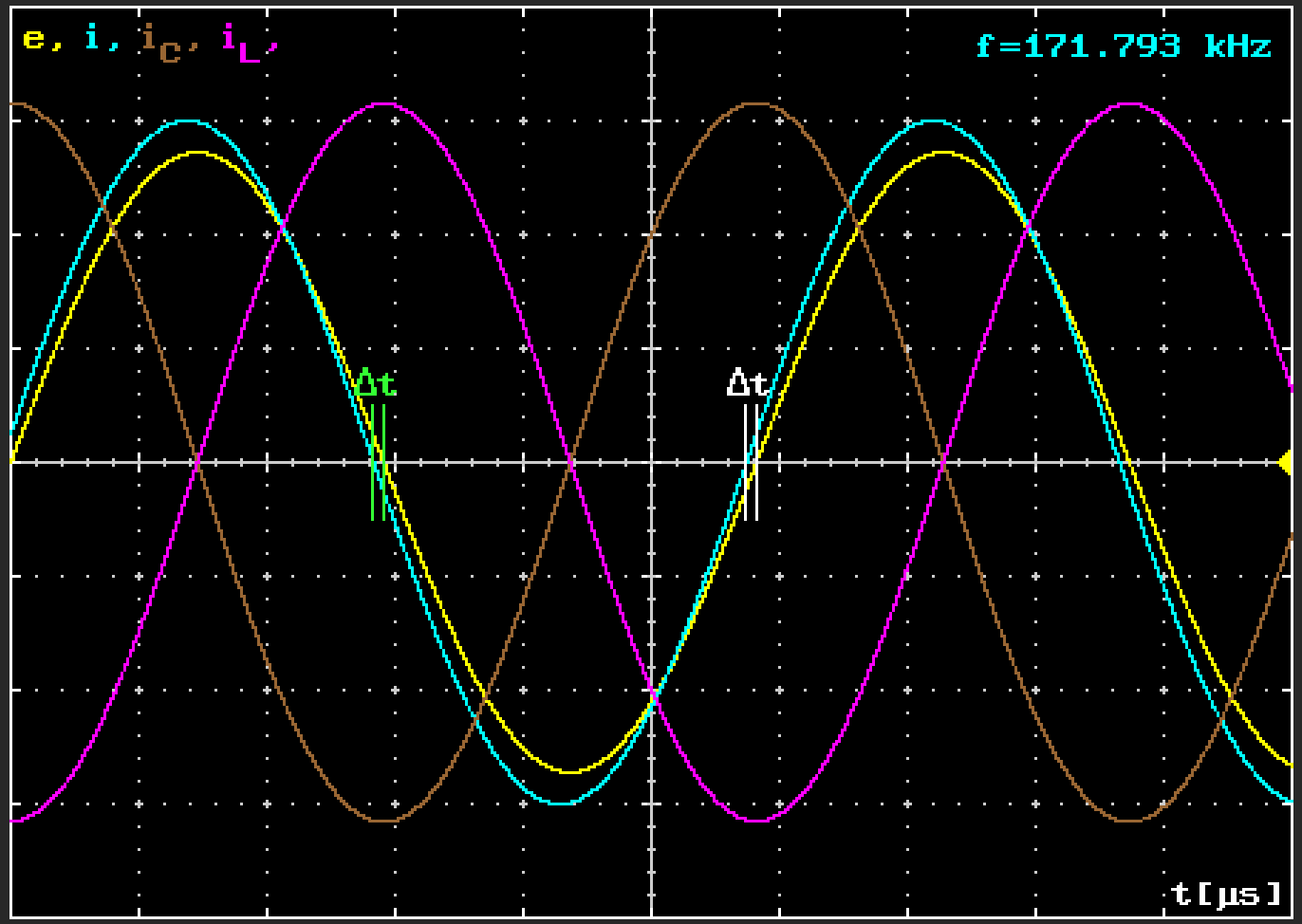
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	6.30049 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

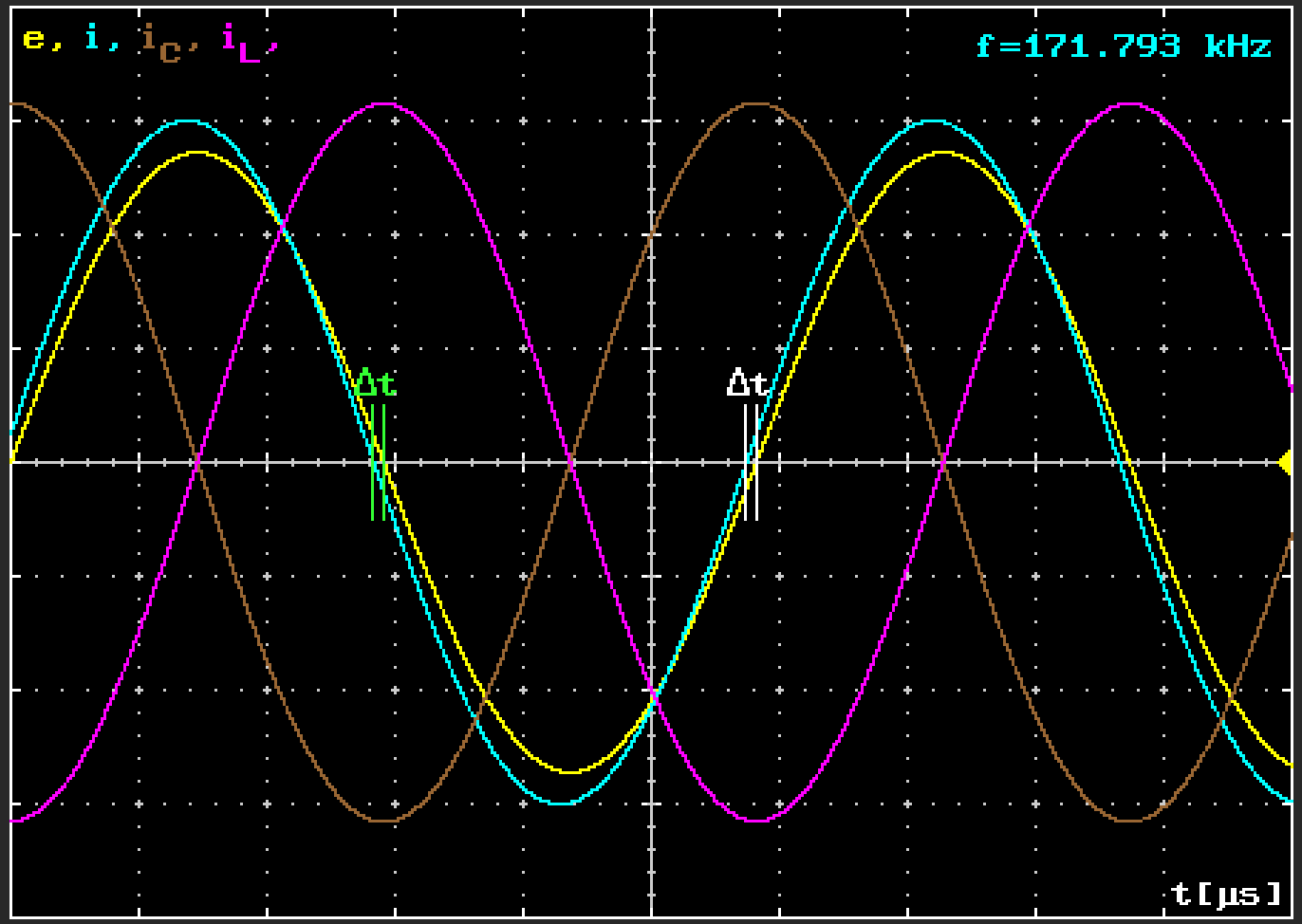
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.30049 mA; φ_L=−90°
I_C	6.31311 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+4.83°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

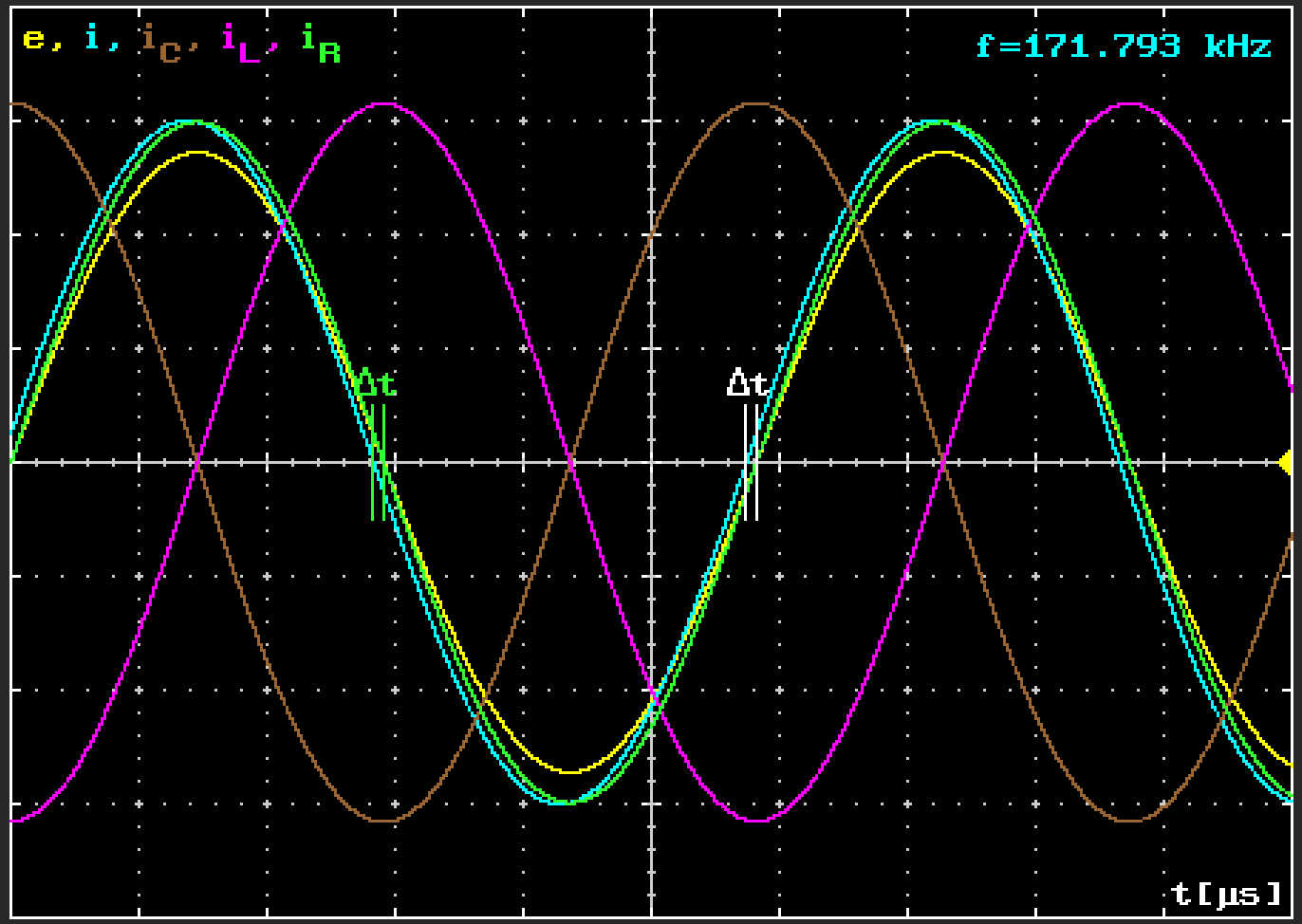
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.468 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.30049 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

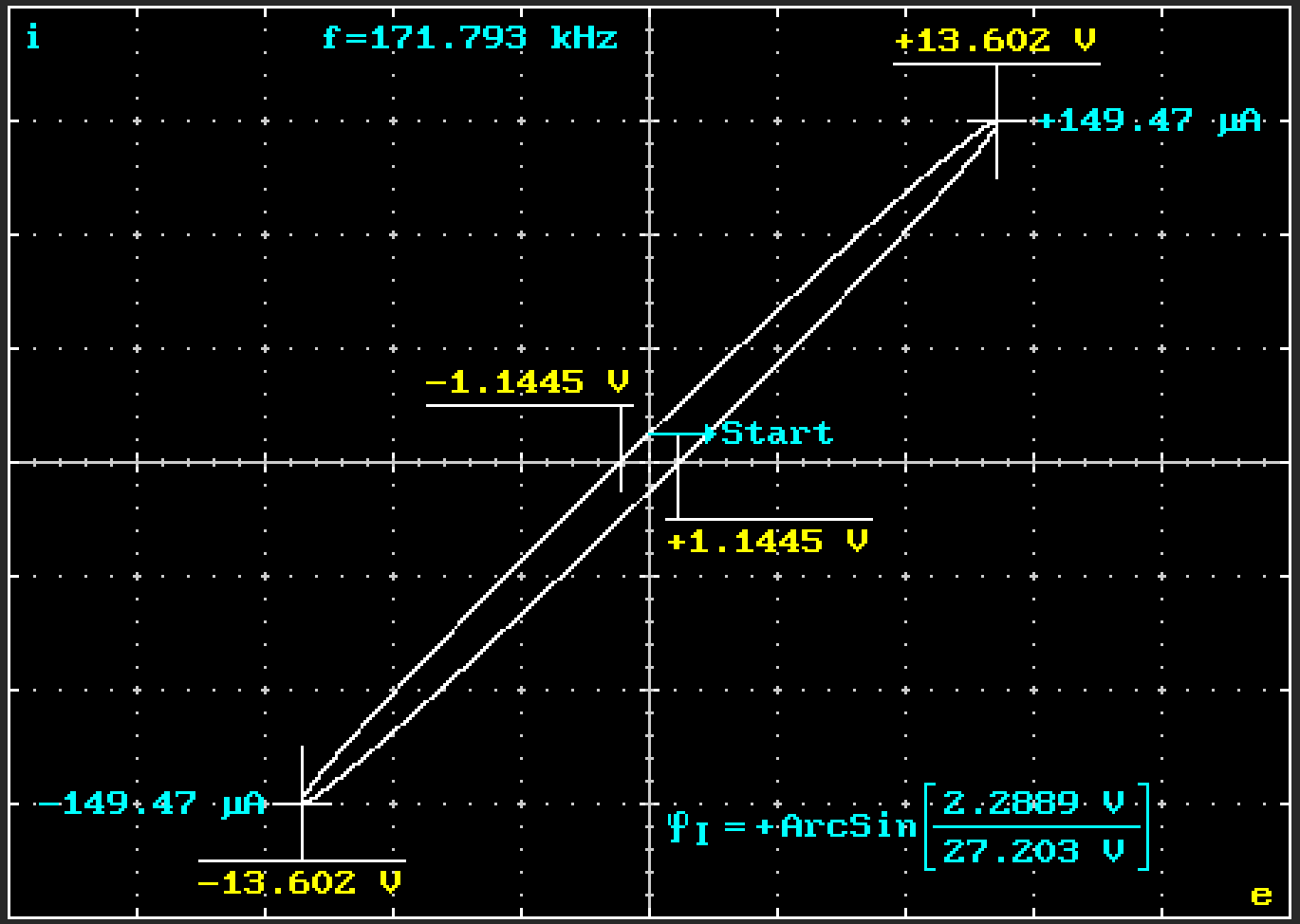
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.468 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.30049 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=172.479 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=367.5 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

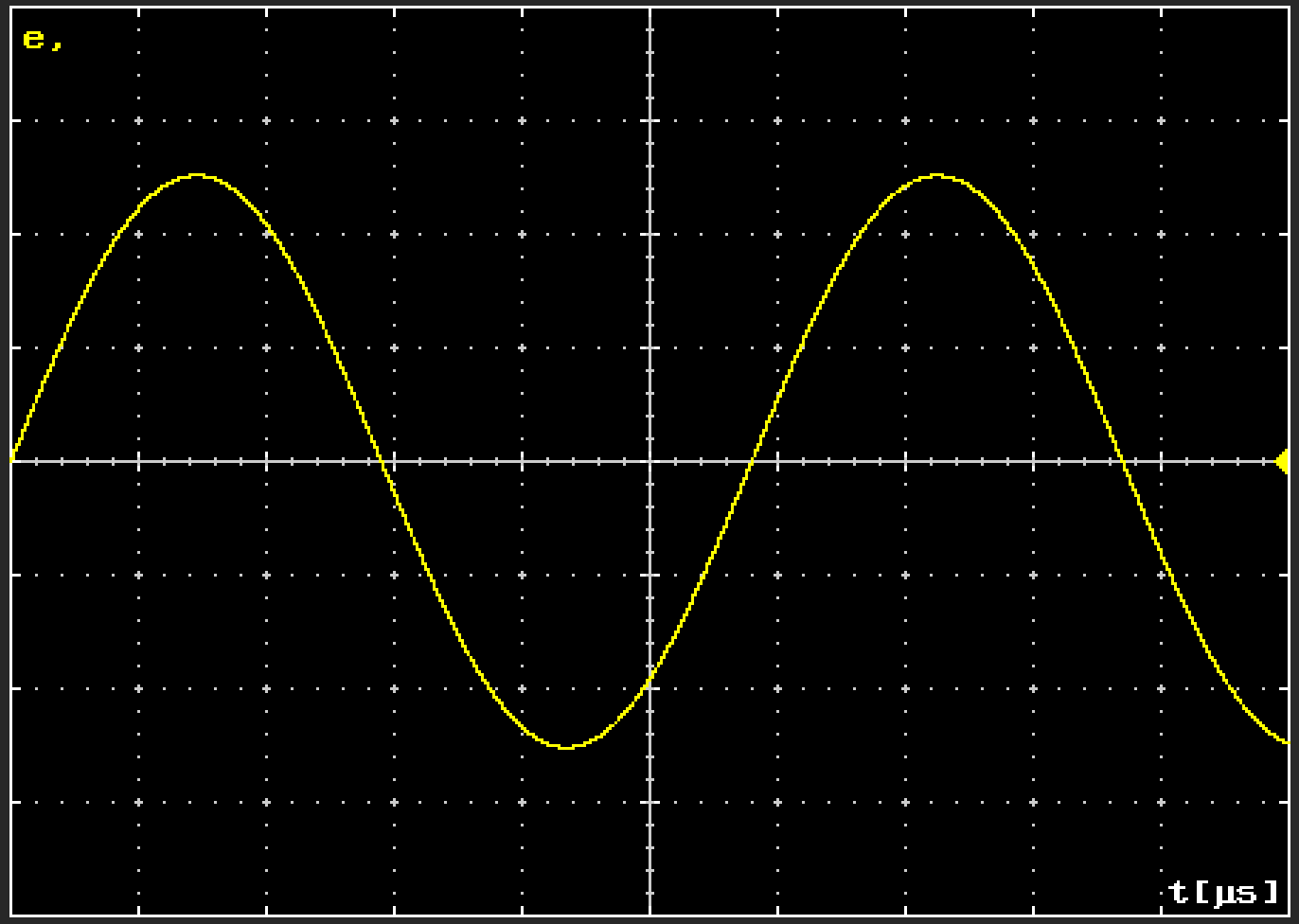
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	2	i_L[mA/div]
3	2	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1 t[µs/div]

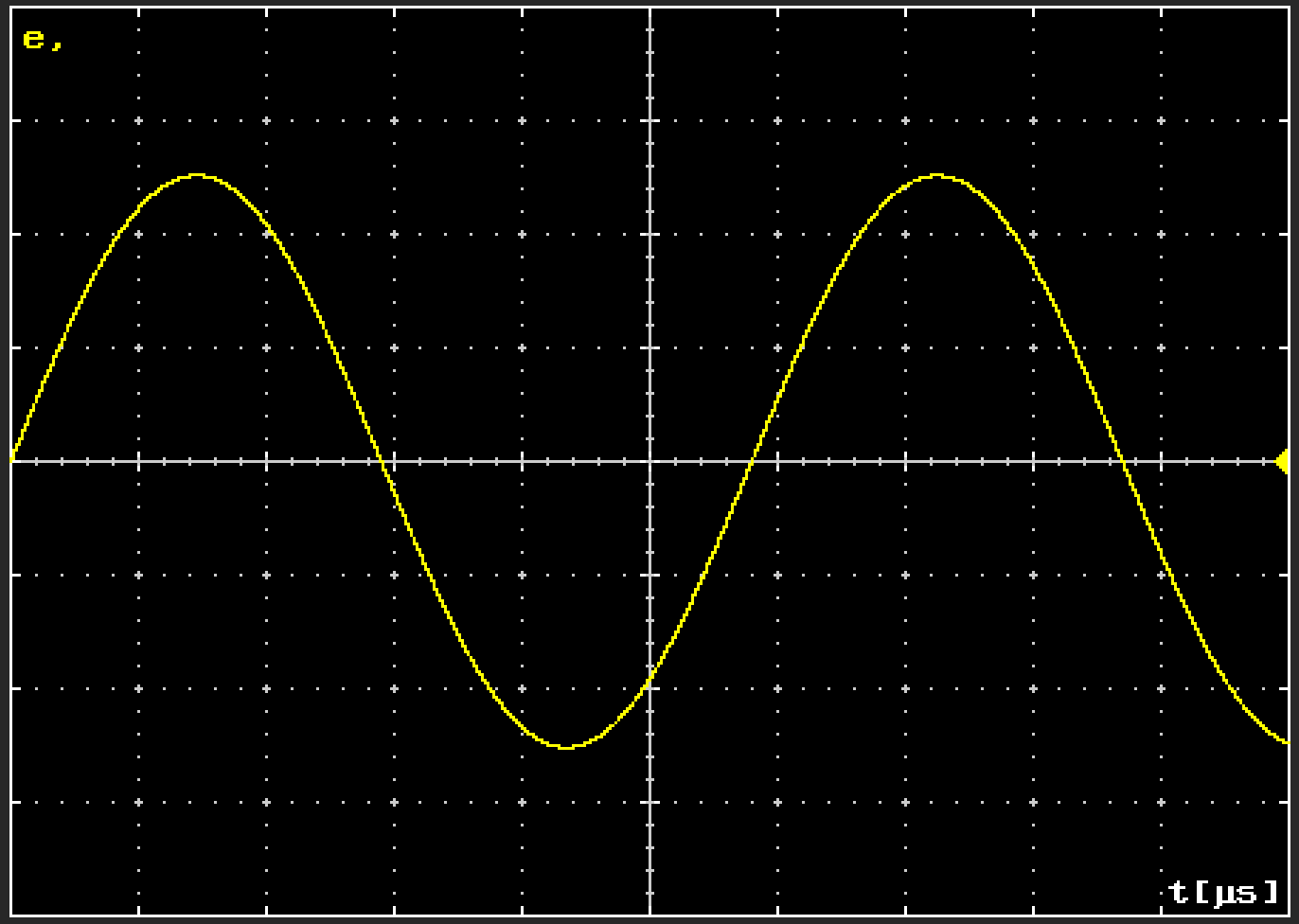
444

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]	

1 t[µs/div]

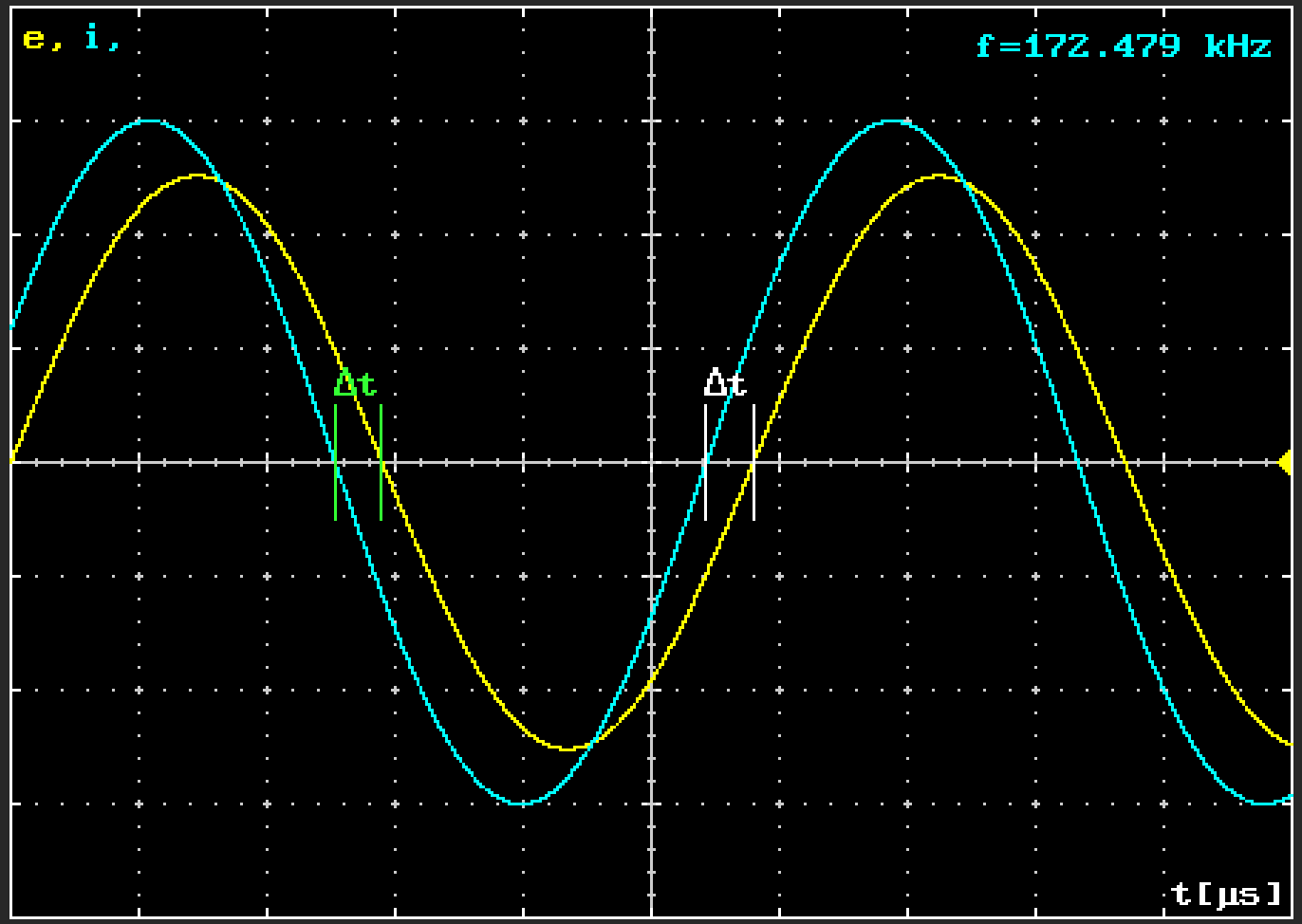
445

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

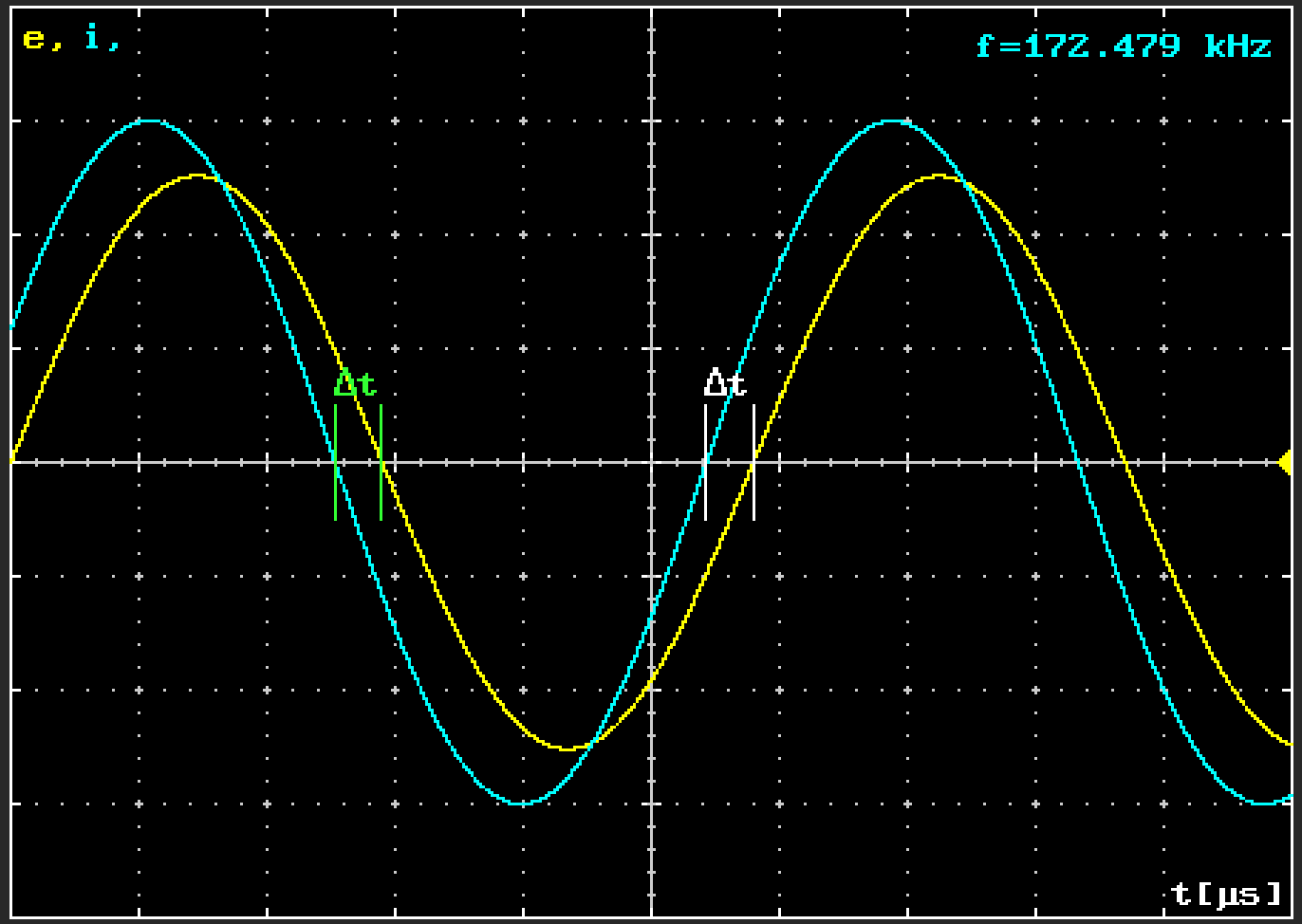
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+22.82°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C 5.86303 mA; φ_C=+90°

I_0 150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

448

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C 5.86303 mA; φ_C=+90°

I_0 150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

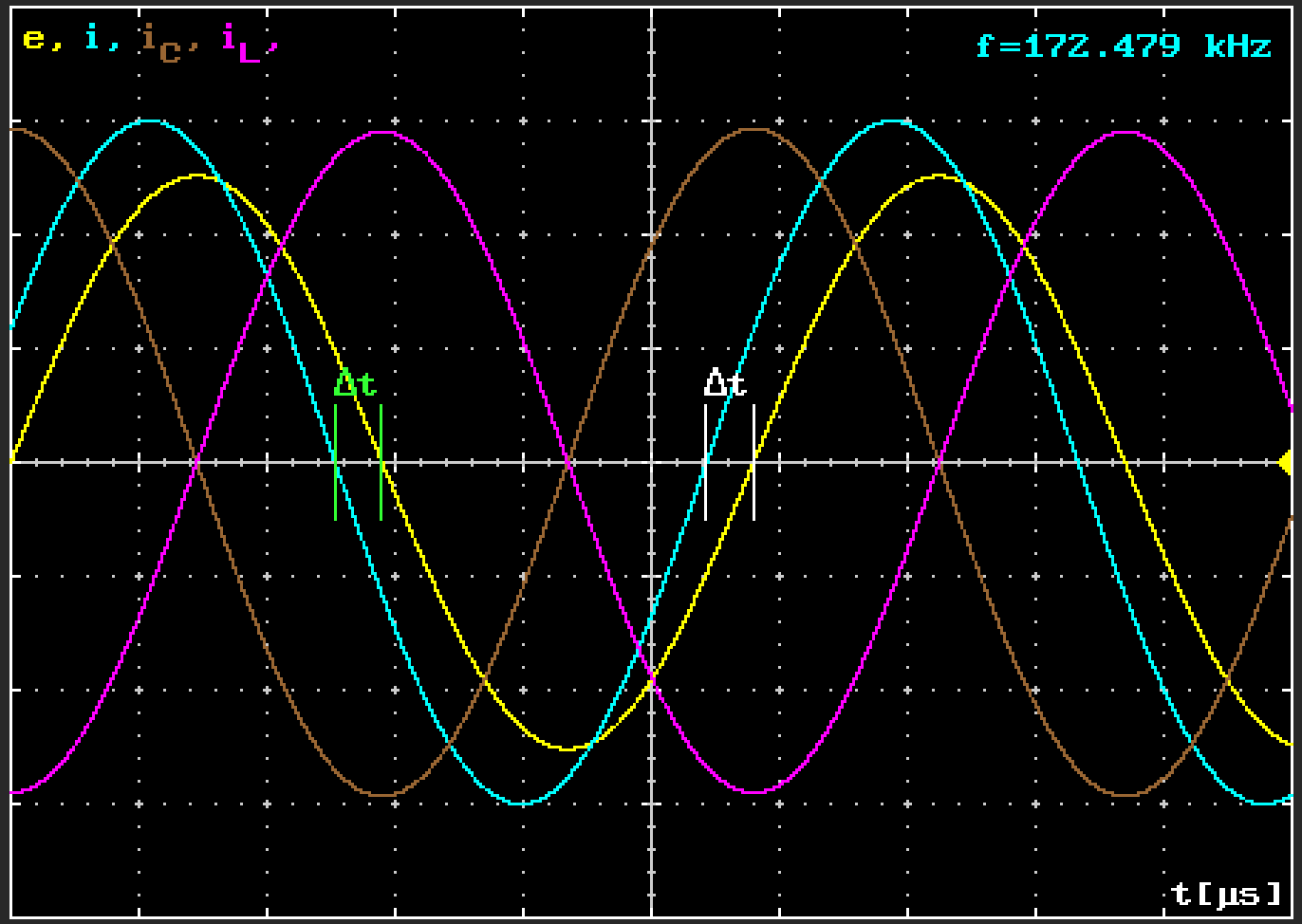
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	5.80486 mA; φ_L=−90°
I_C	5.86303 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

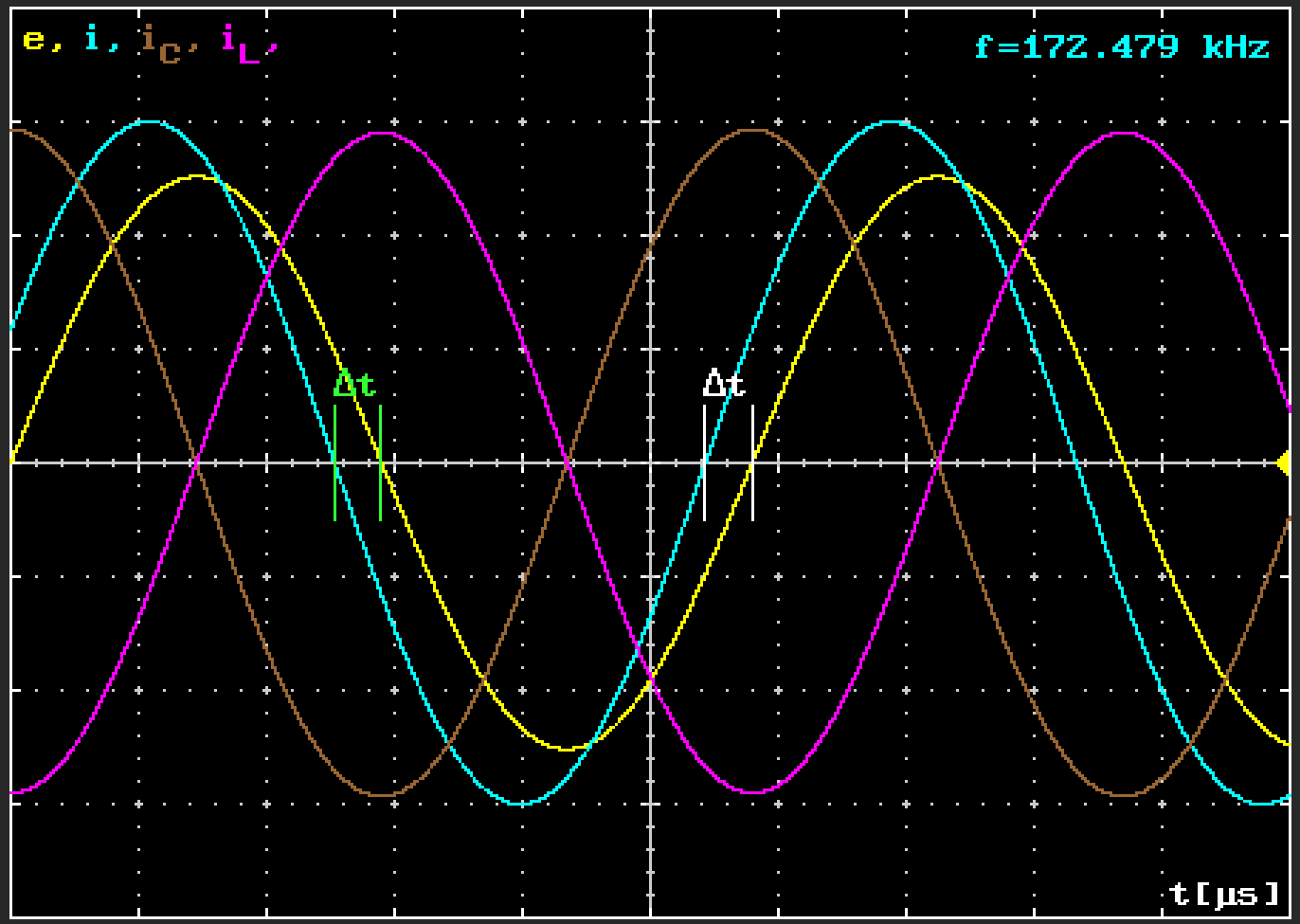
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	5.80486 mA; φ_L=−90°
I_C	5.86303 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

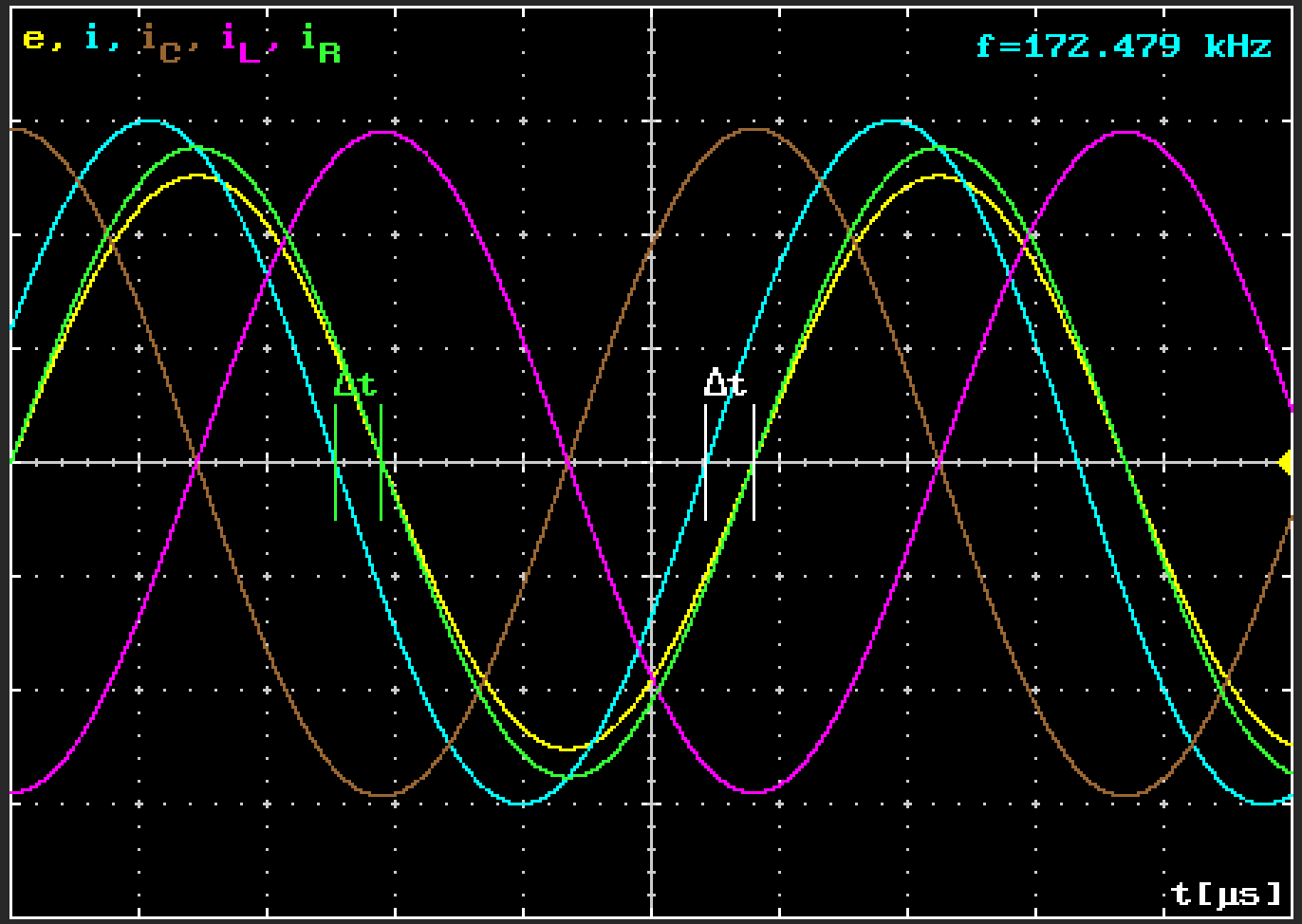
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	138.260 µA; φ_R=0°
I_L	5.80486 mA; φ_L=−90°
I_C	5.86303 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

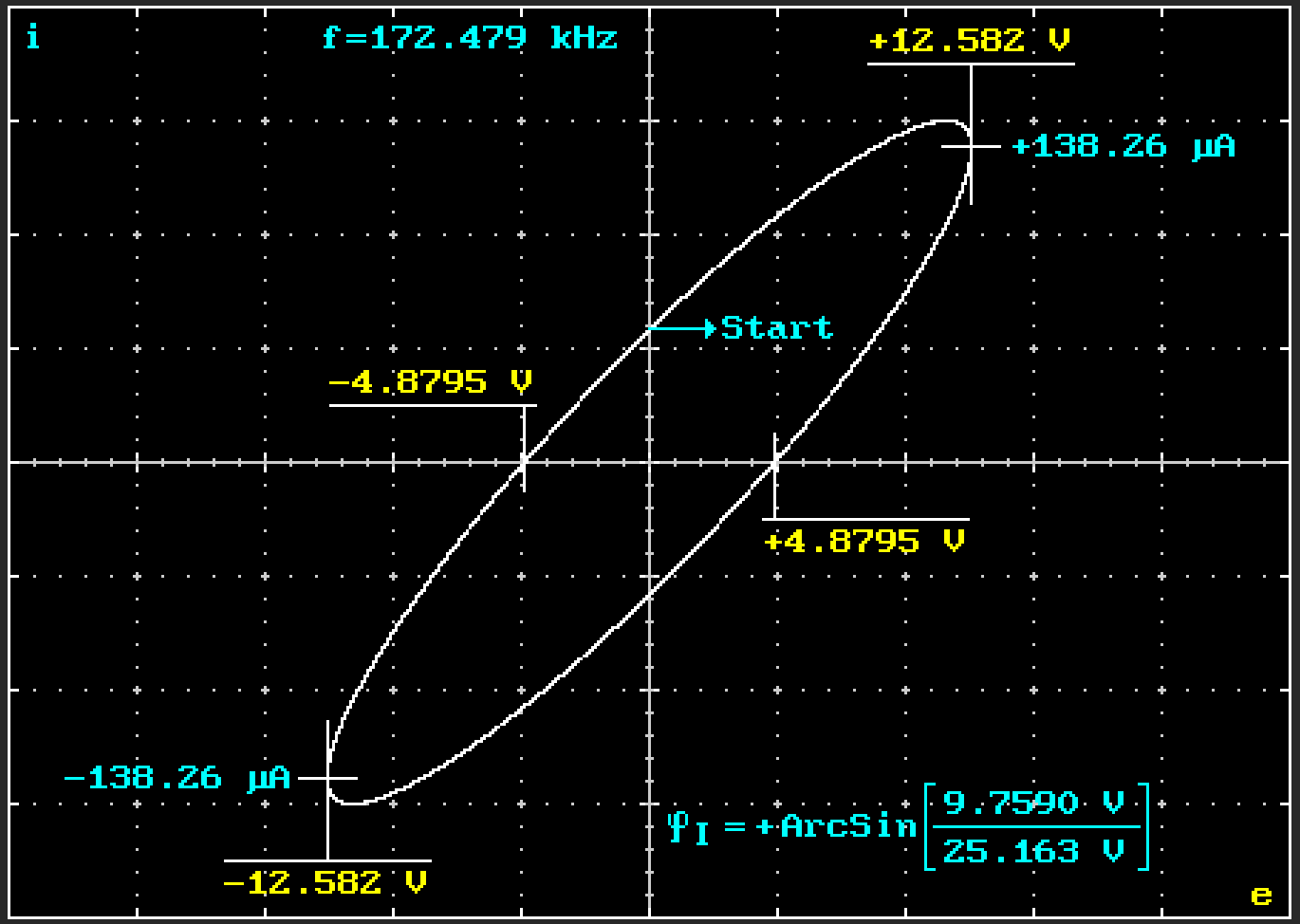
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	138.260 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	5.80486 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	5.86303 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+22.82°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=175.054 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=937.9 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

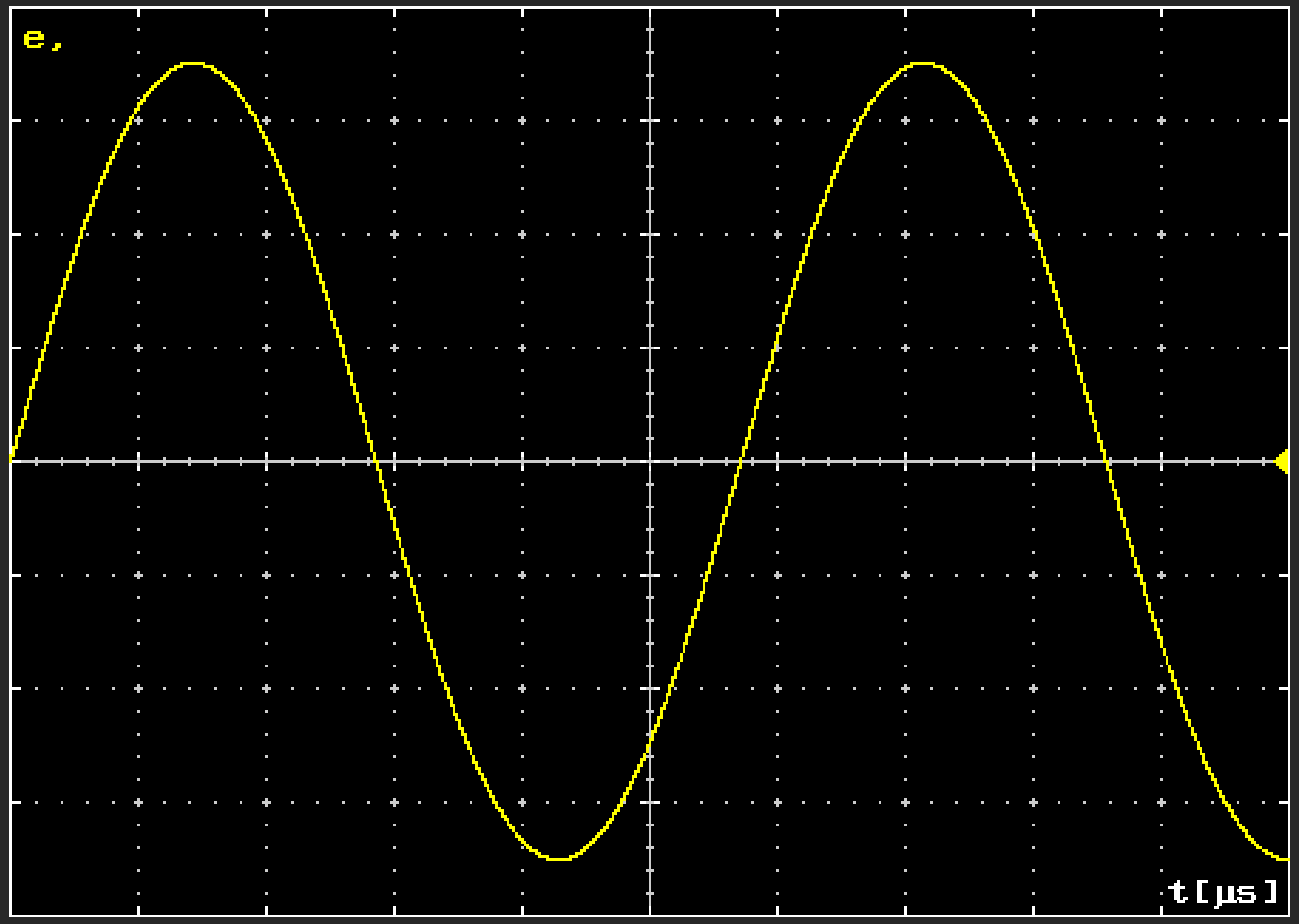
1 t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

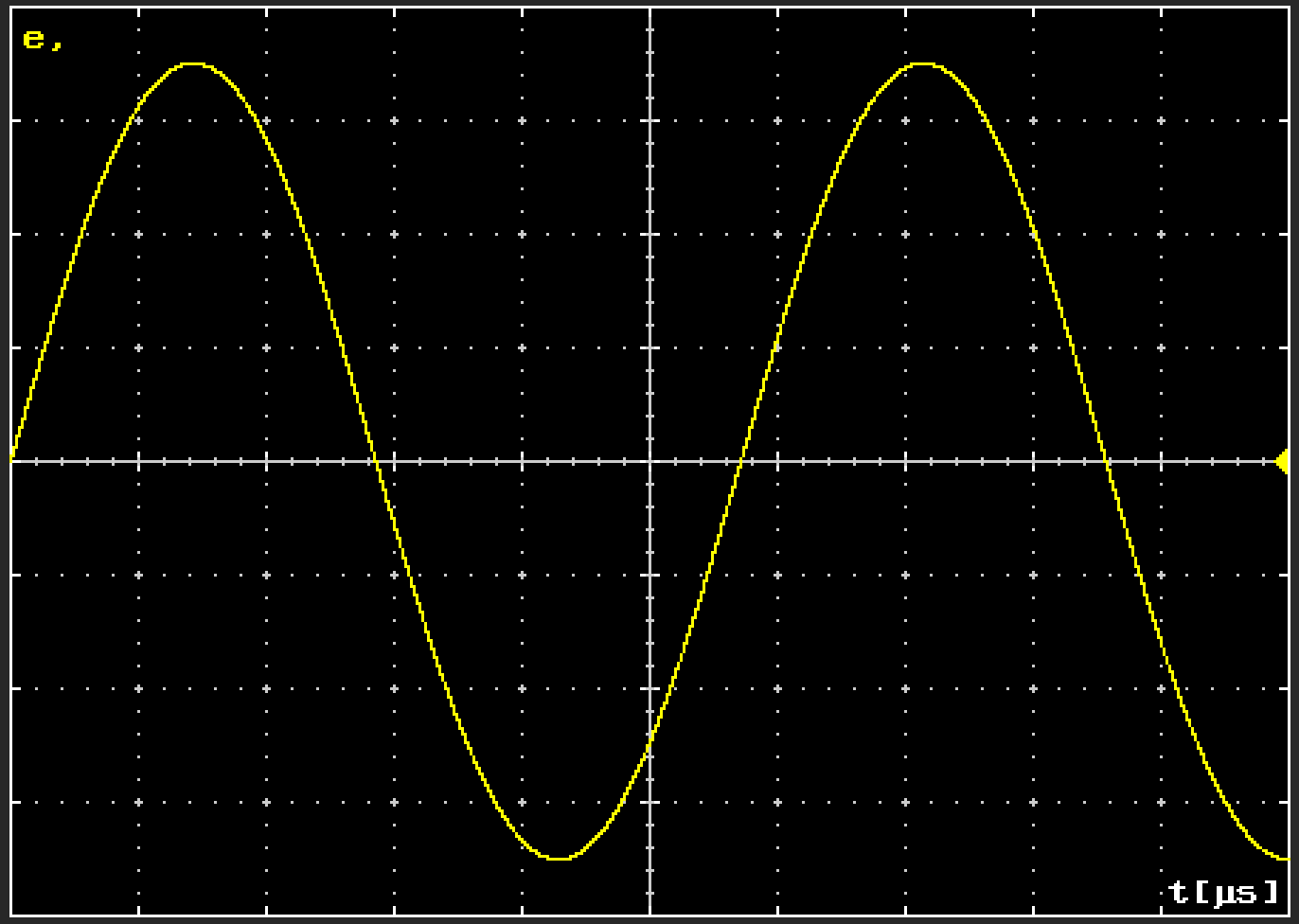
1	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O

LH Trigger

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

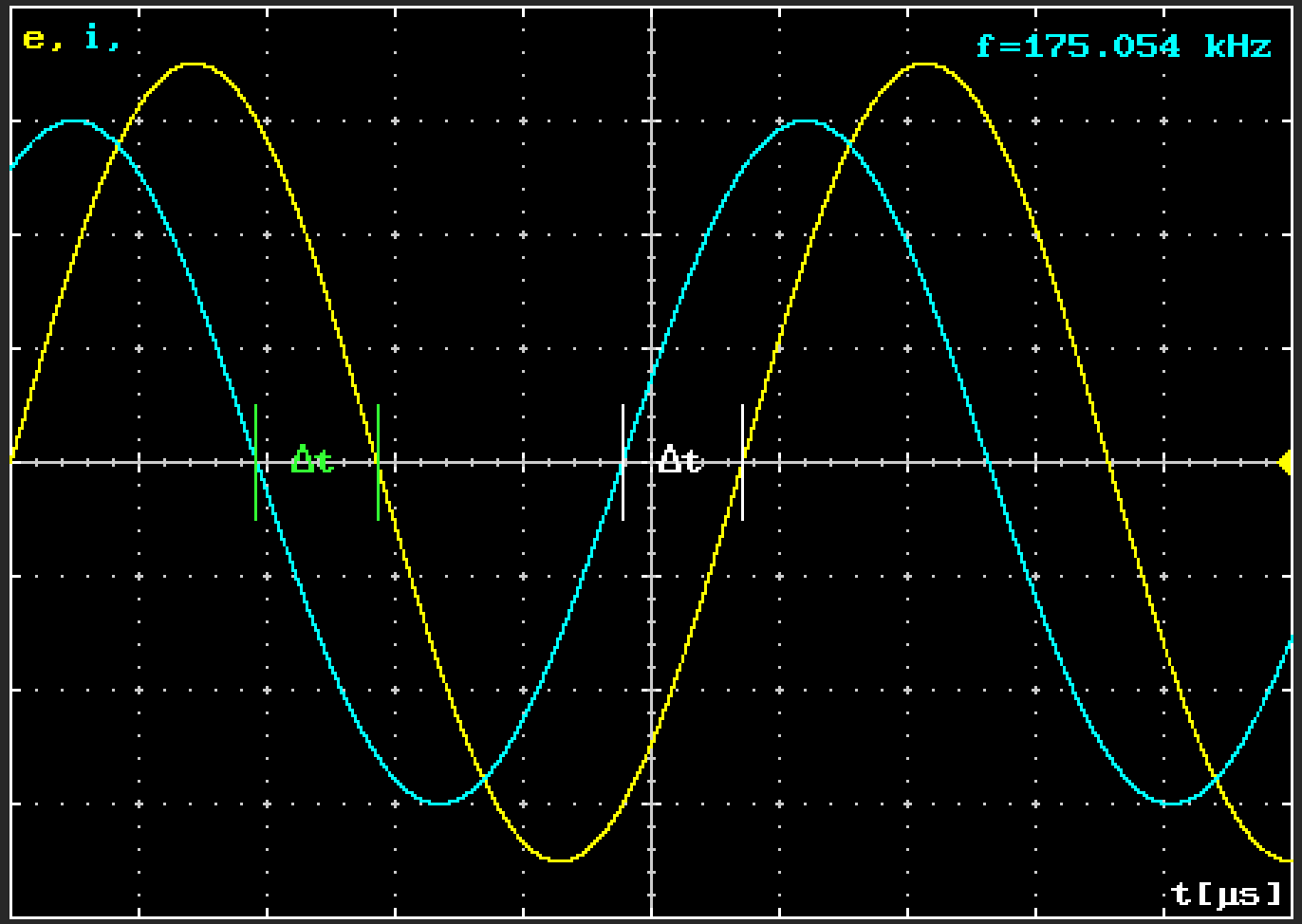
1	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 μS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O 150 μA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

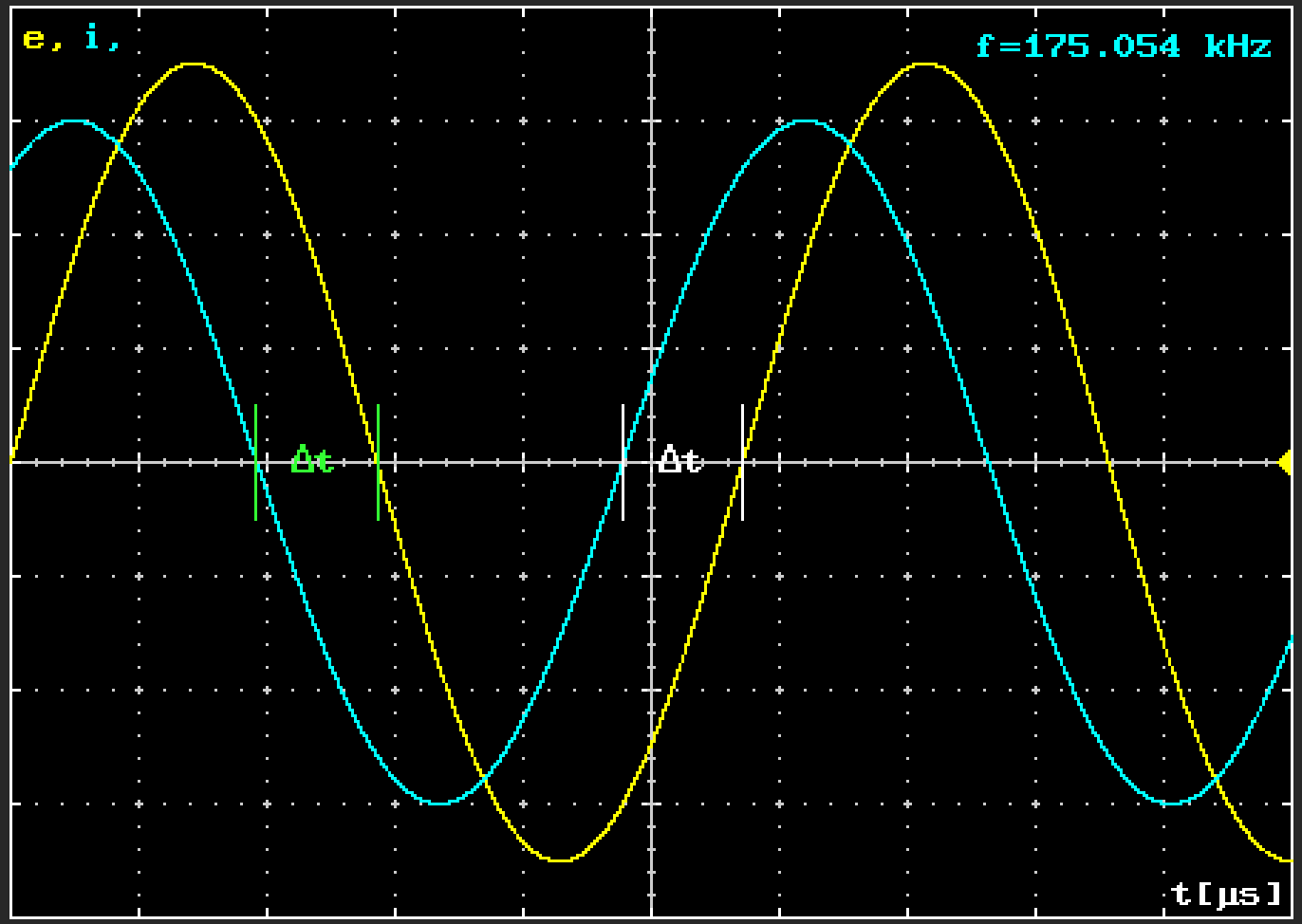
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 μS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O 150 μA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

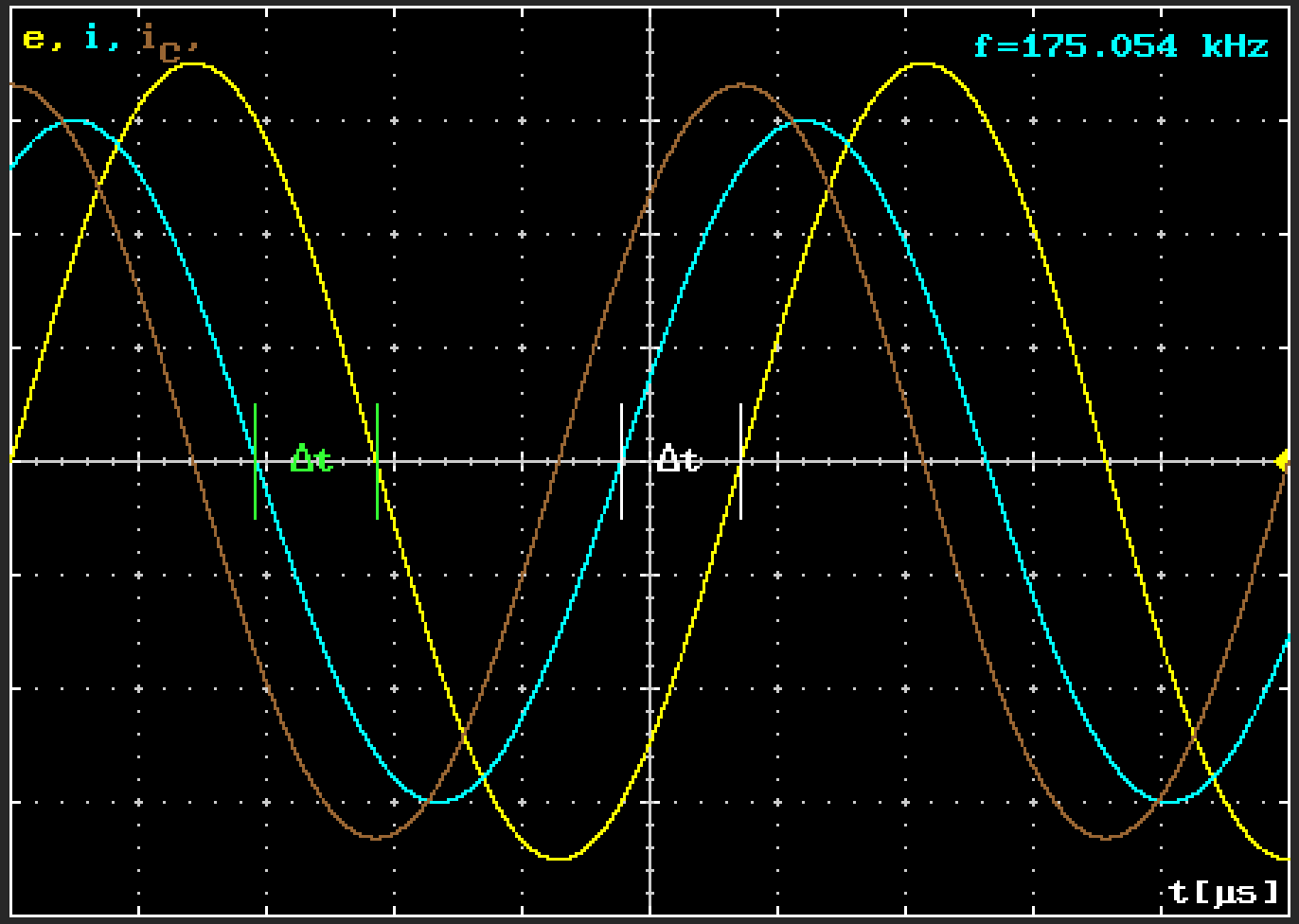
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C 3.31452 mA; φ_C=+90°
I_0 150 µA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

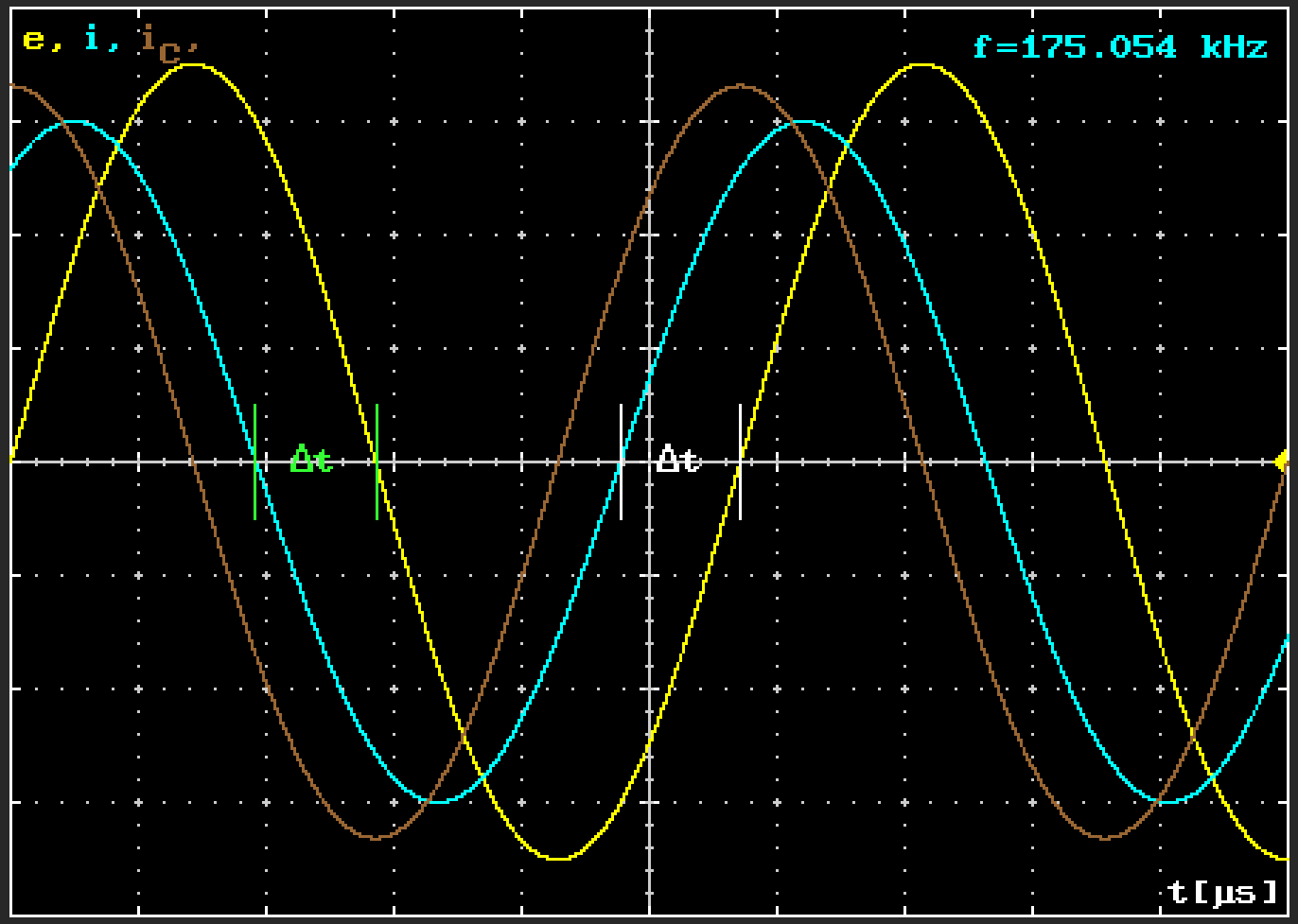
Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 3.31452 mA; $\varphi_C=+90°$

I_O 150 µA; $\varphi_I=+59.11°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

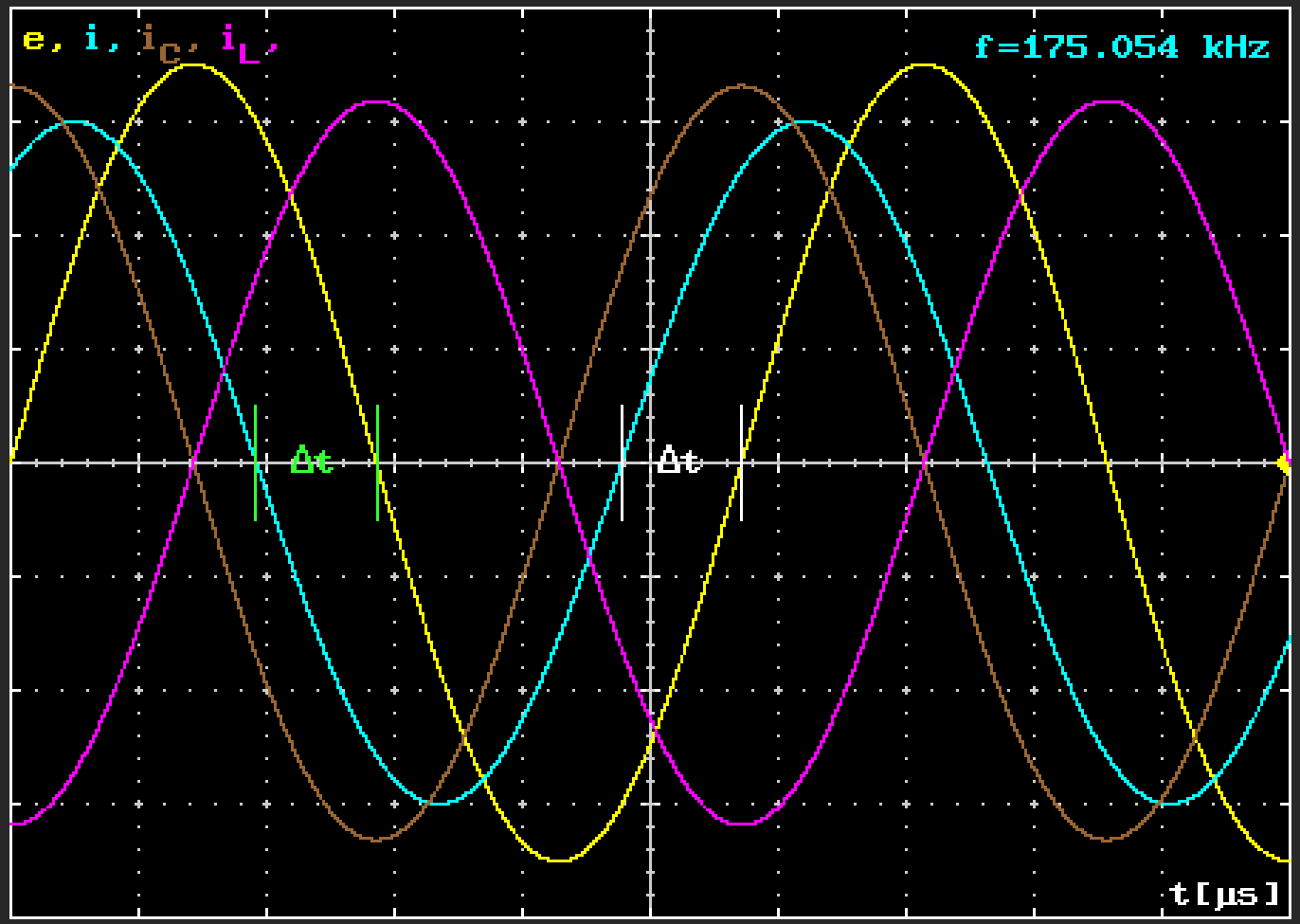
460

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 21.40 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= +2.00%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	3.18580 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	3.31452 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+59.11°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

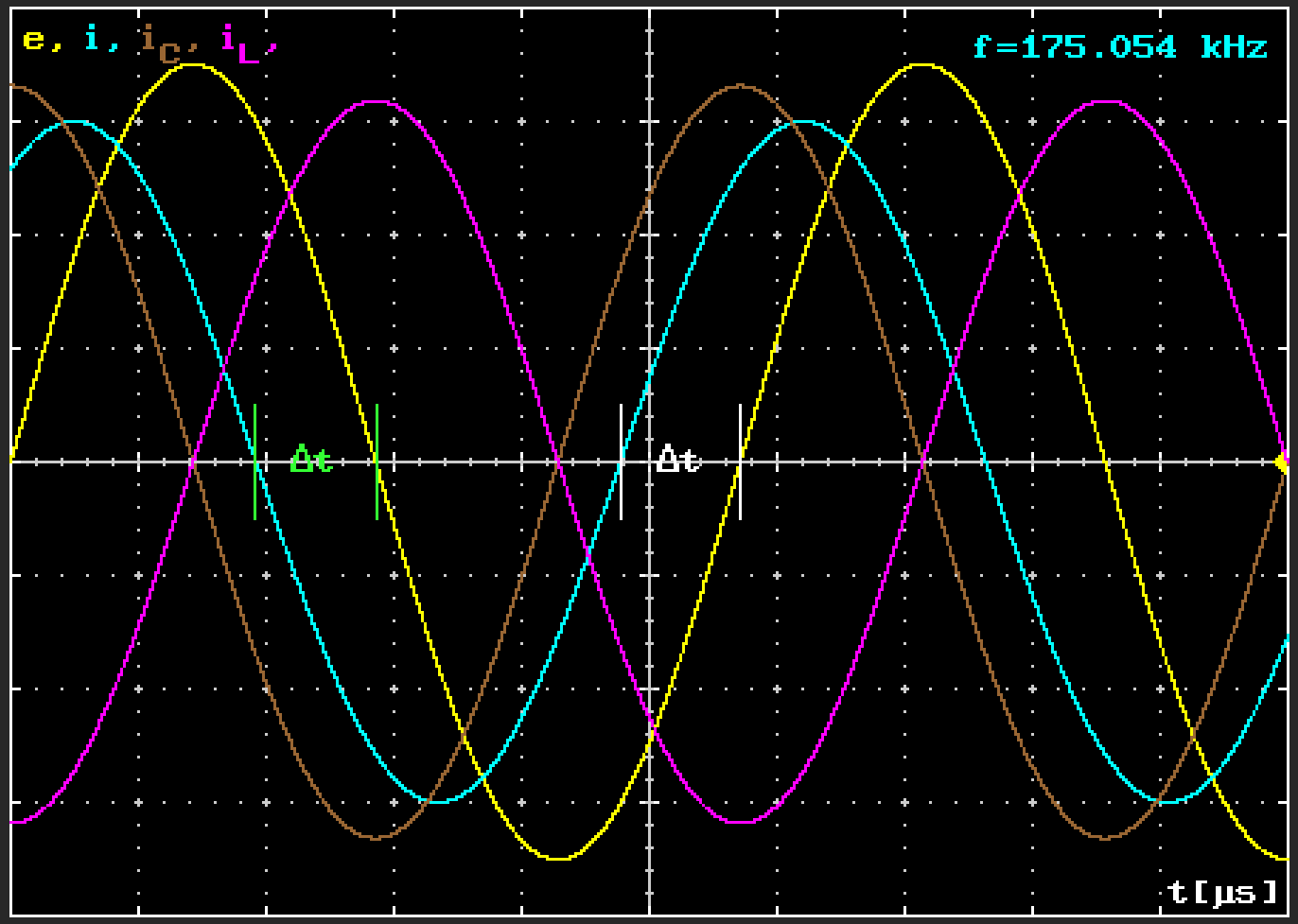
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 21.40 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +2.00%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	3.18580 mA; φ_L=−90°
I_C	3.31452 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

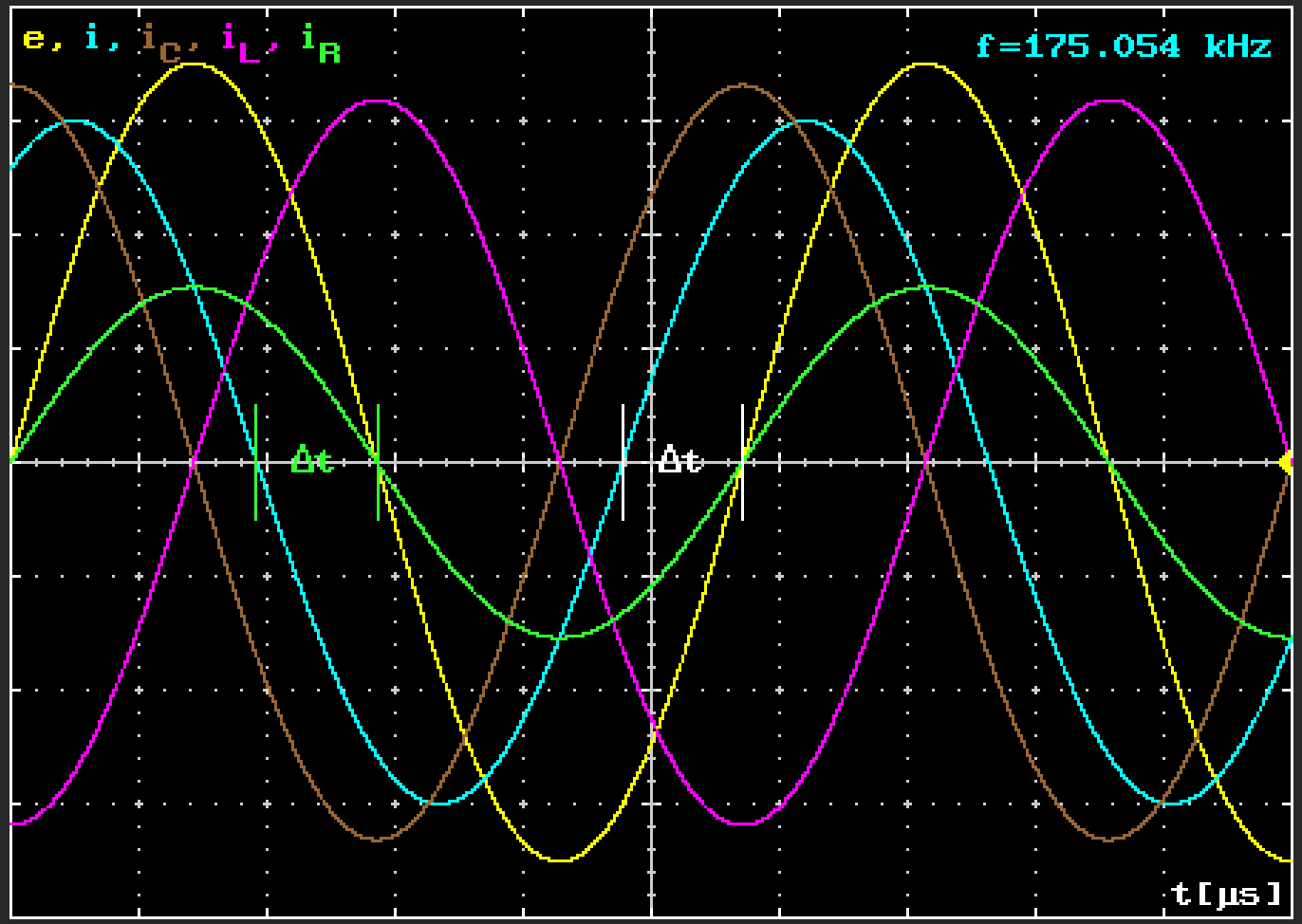
Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 μS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	77.0122 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	3.18580 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	3.31452 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 μA; $\varphi_I=+59.11°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

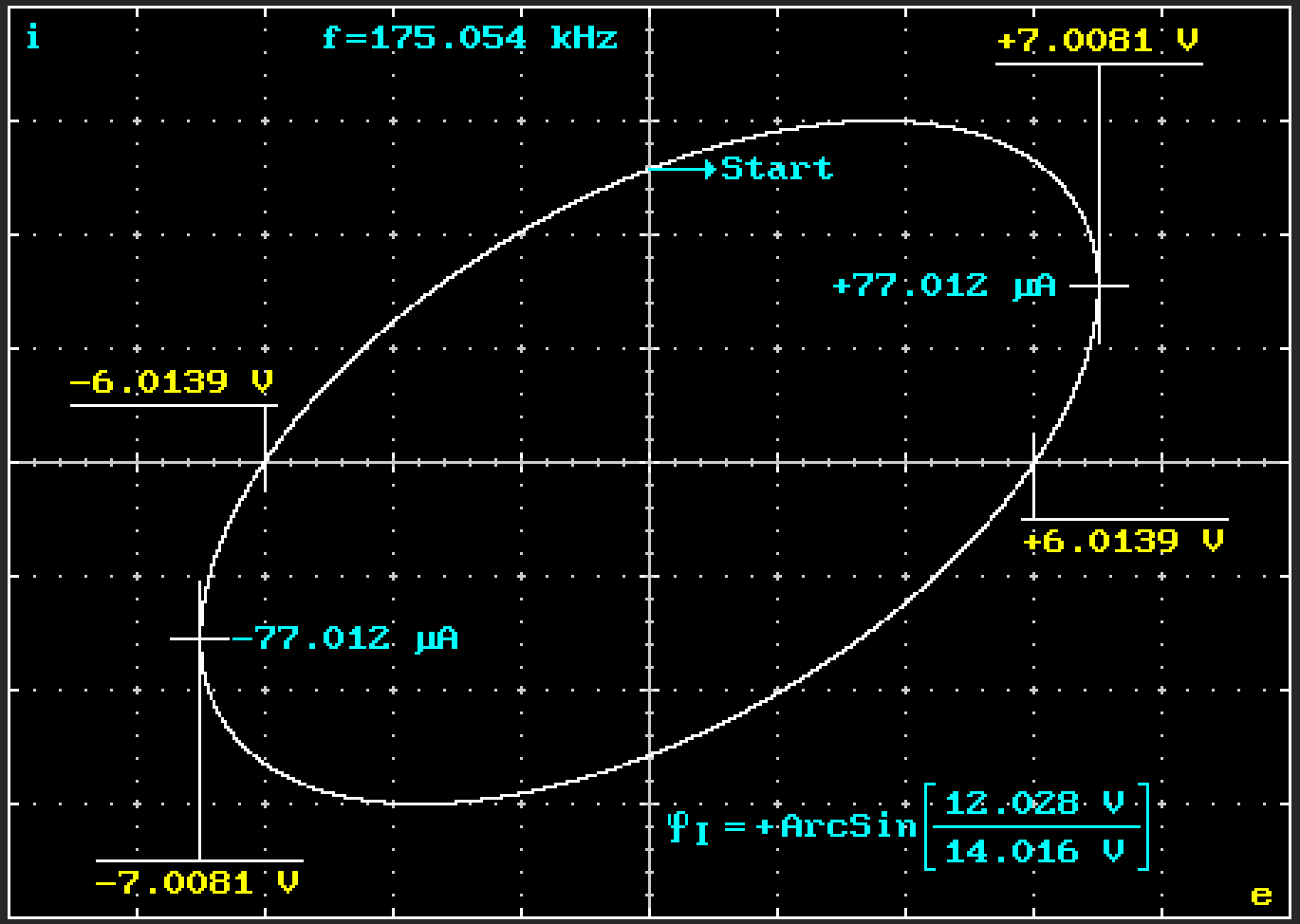
0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; φ_{REF}=0°
I_R	77.0122 µA; φ_R=0°
I_L	3.18580 mA; φ_L=−90°
I_C	3.31452 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+59.11°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=188.783 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az **e** feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=1.220 µs-ot siet az **e** referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az **e** pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

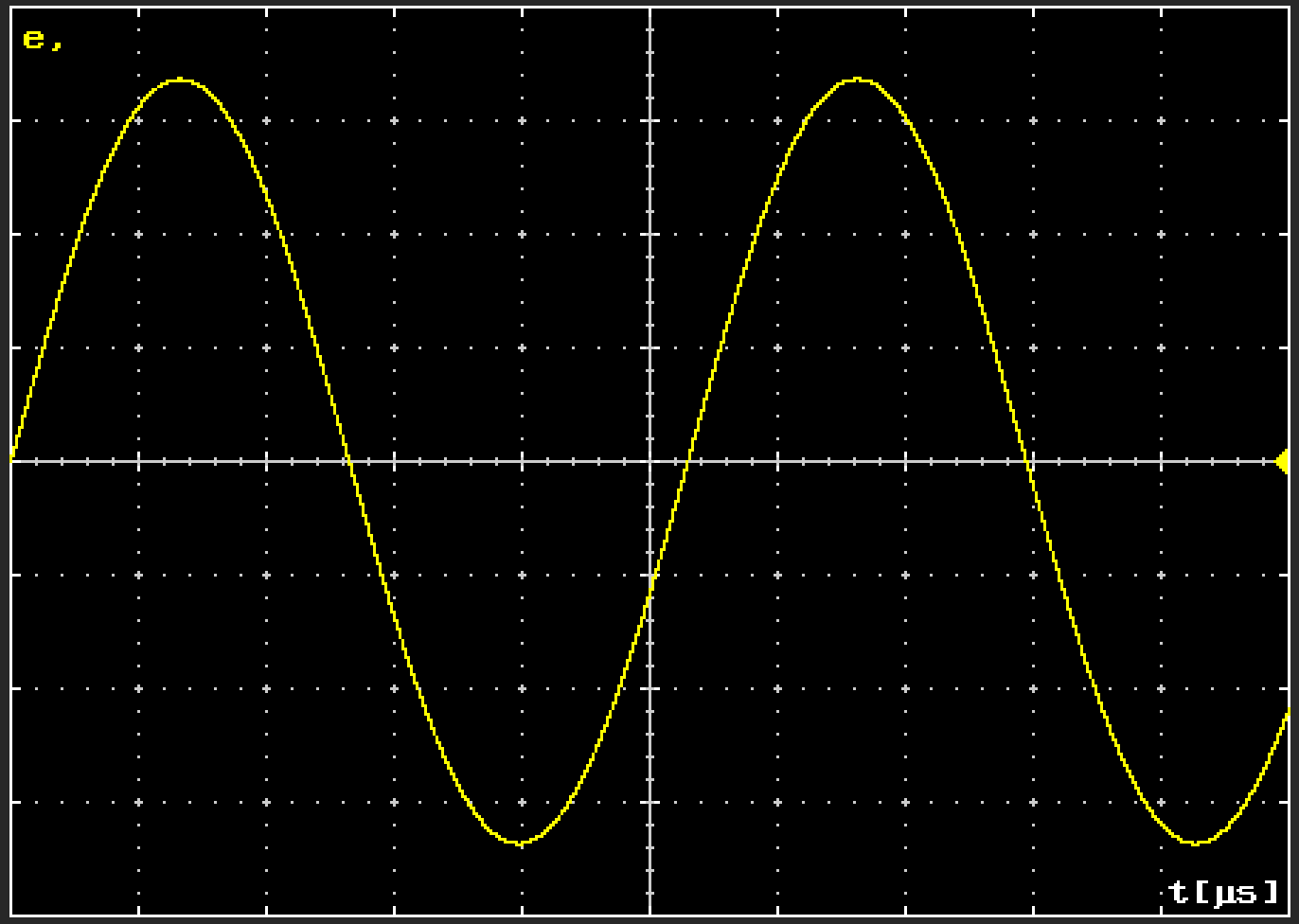
0	0.5	1	10	2	0.2	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.68 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

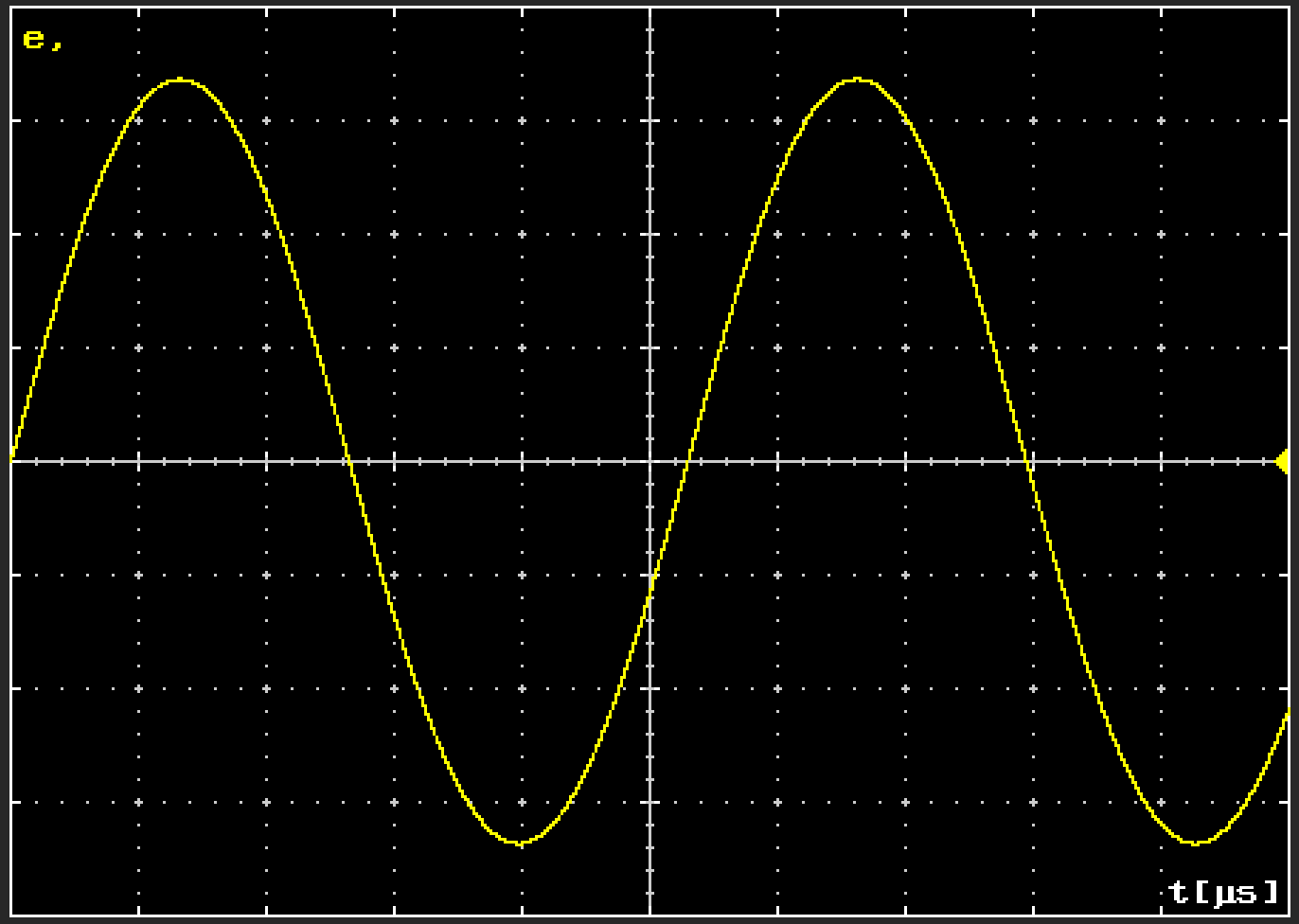
0	0.5	1	10	2	0.2	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.68 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

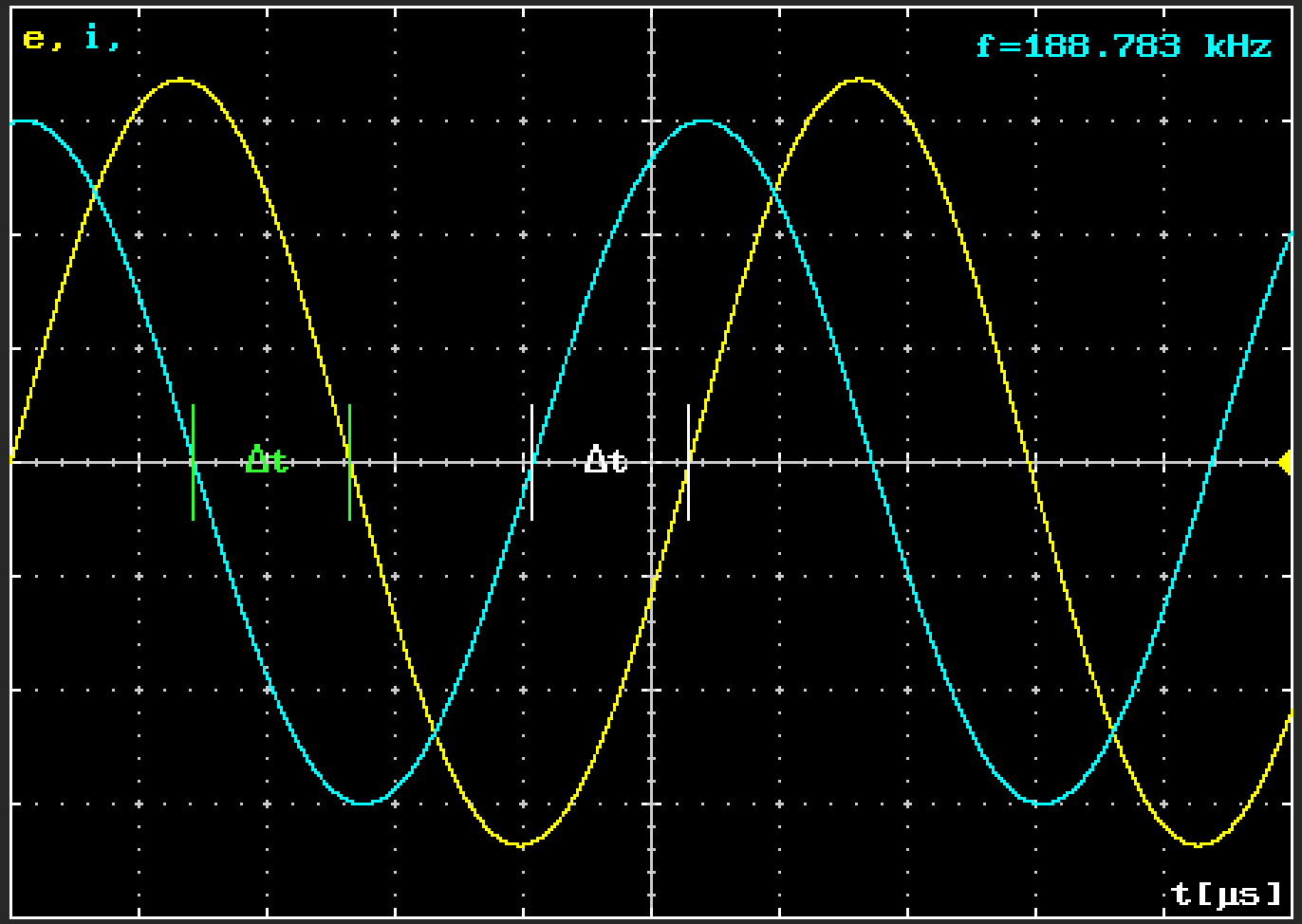
0	0.5	1	10	2	0.2	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.68 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_O 150 µA; $\varphi_I=+82.92°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

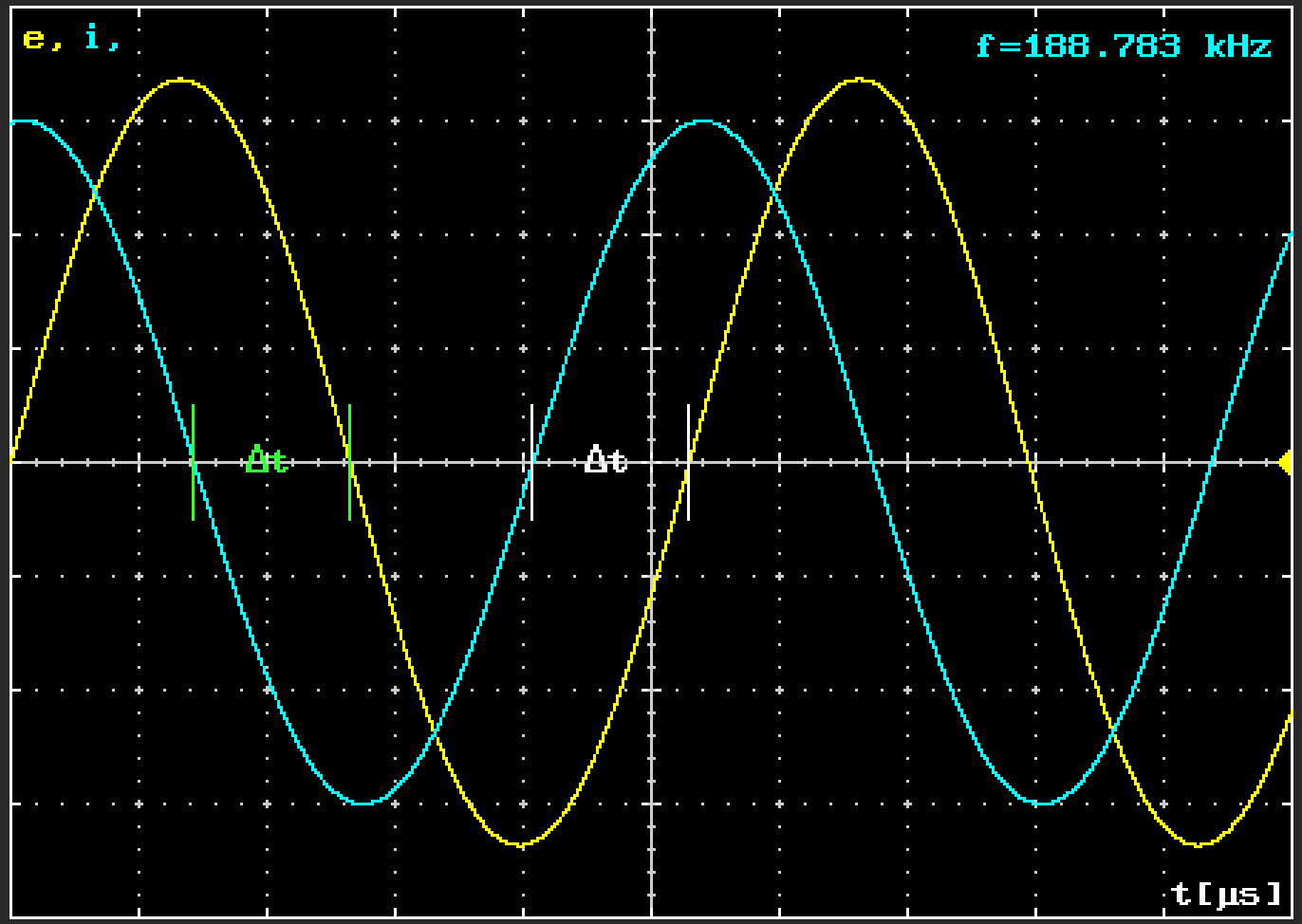
0	0.5	1	10	2	0.2	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.68 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_O 150 µA; $\varphi_I=+82.92°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

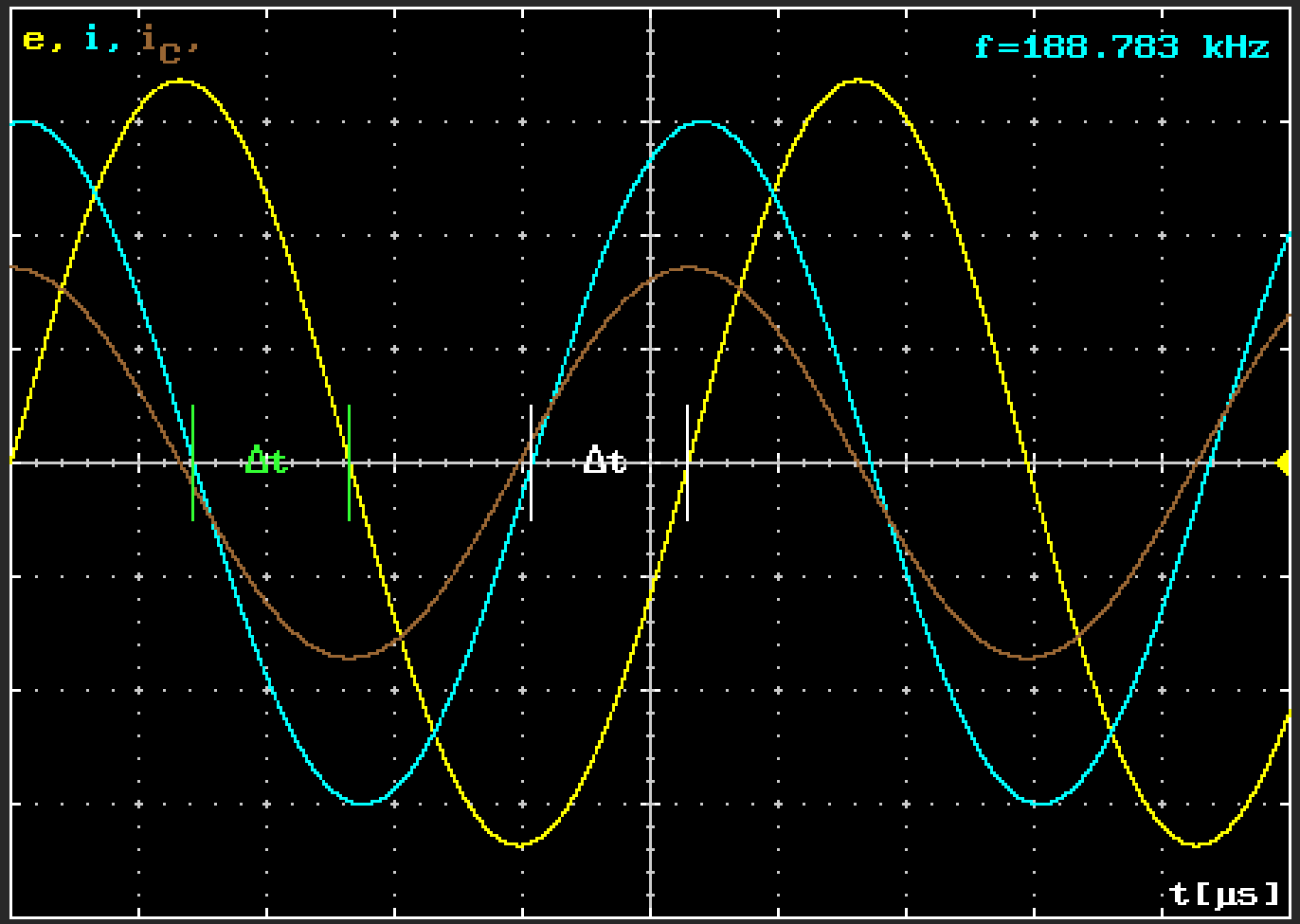
0	0.5	1	10	2	0.2	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 89.20 μS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	857.715 μA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.220 μs-ot siet, az áramkör kapacitív

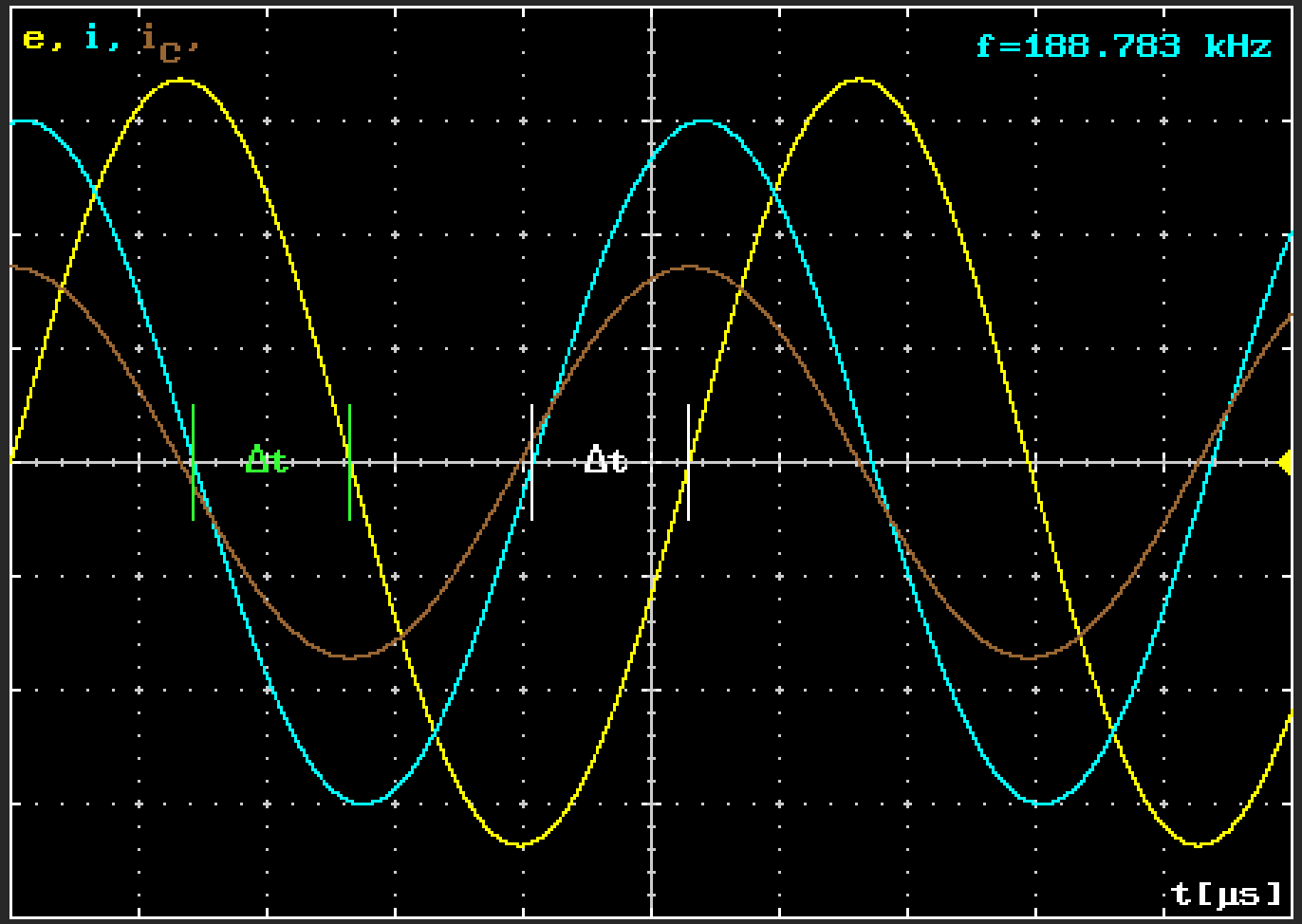
0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 89.20 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	857.715 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

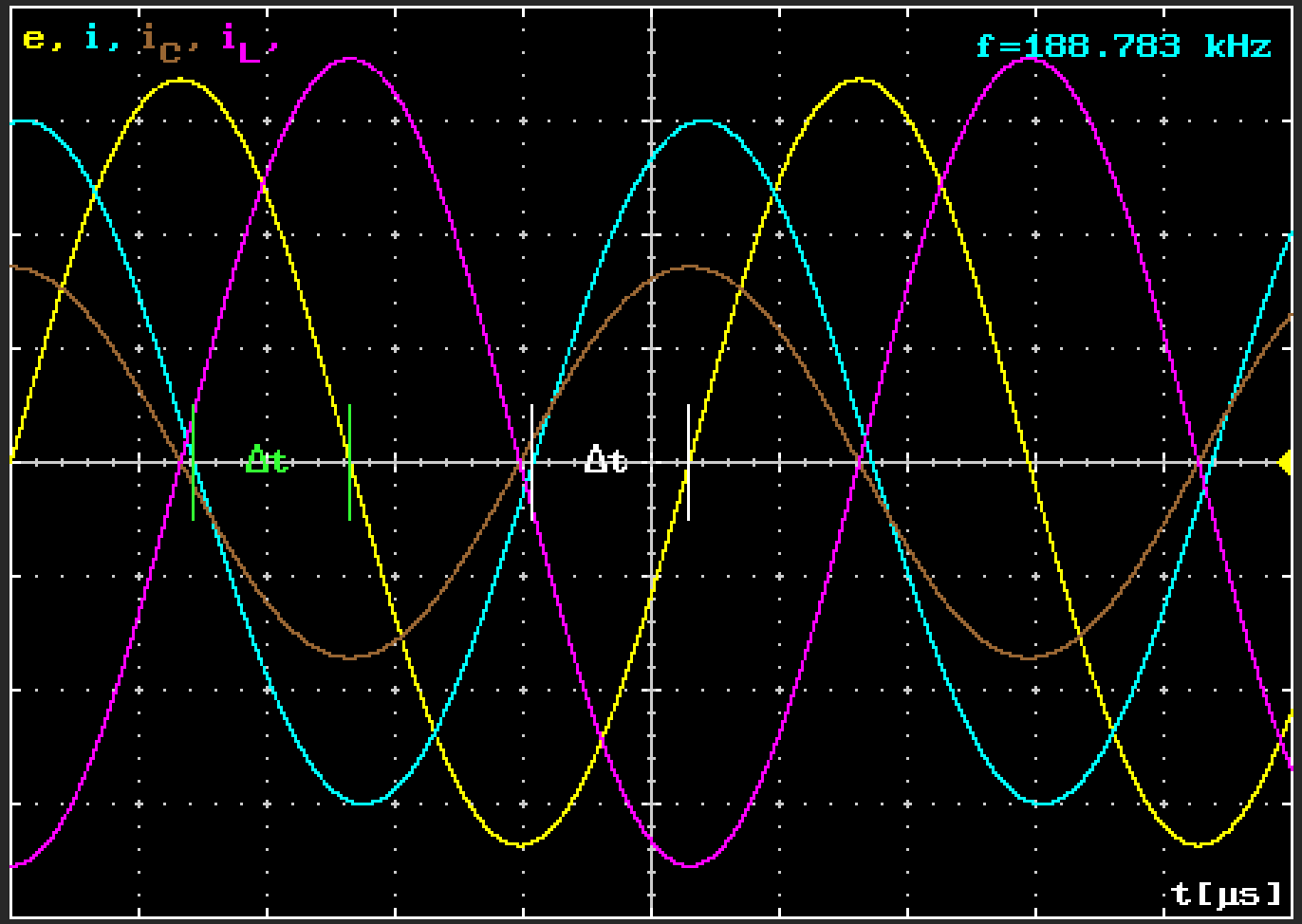
Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	708.858 µA; φ_L=−90°
I_C	857.715 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

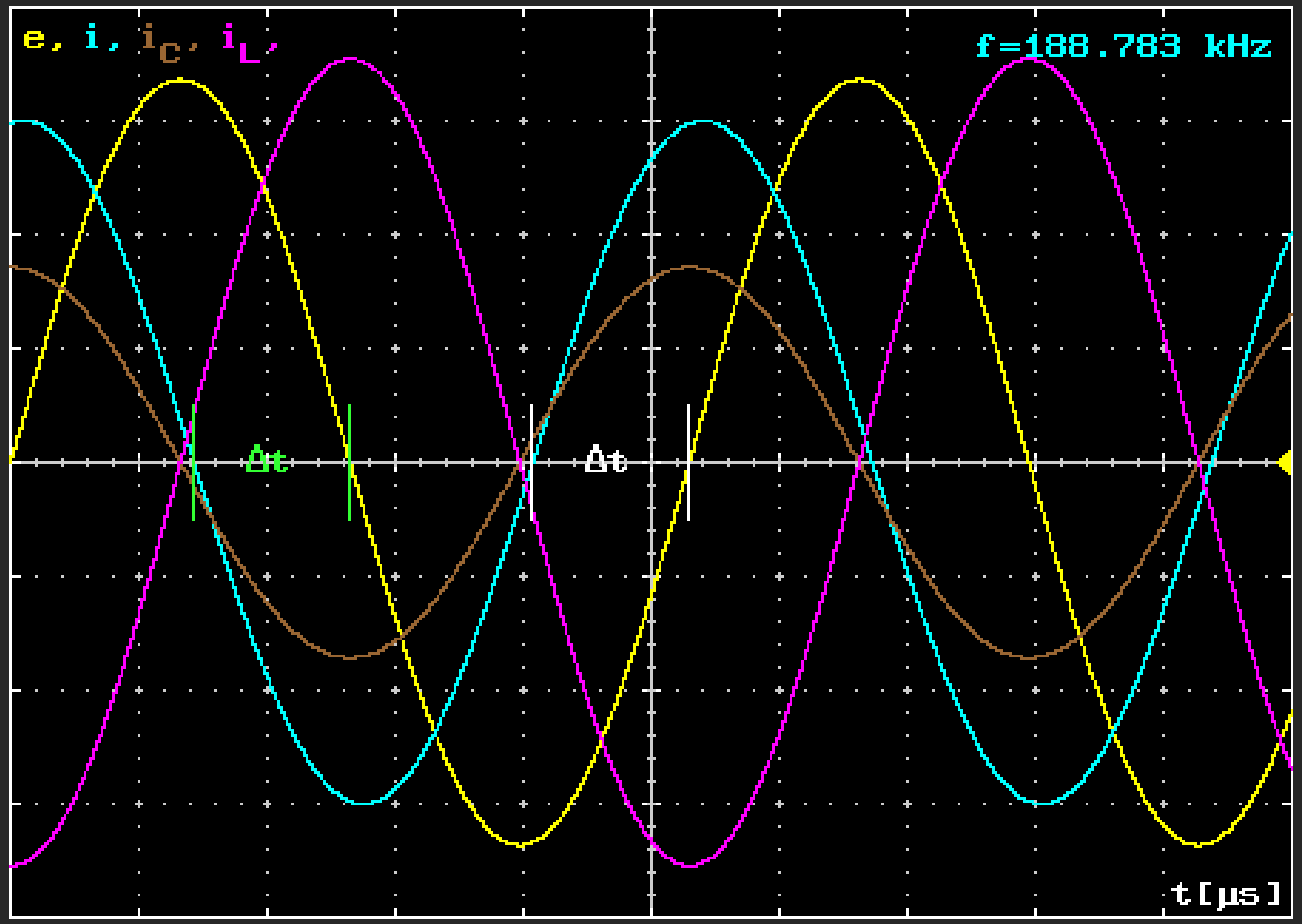
Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 89.20 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	708.858 µA; φ_L=−90°
I_C	857.715 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

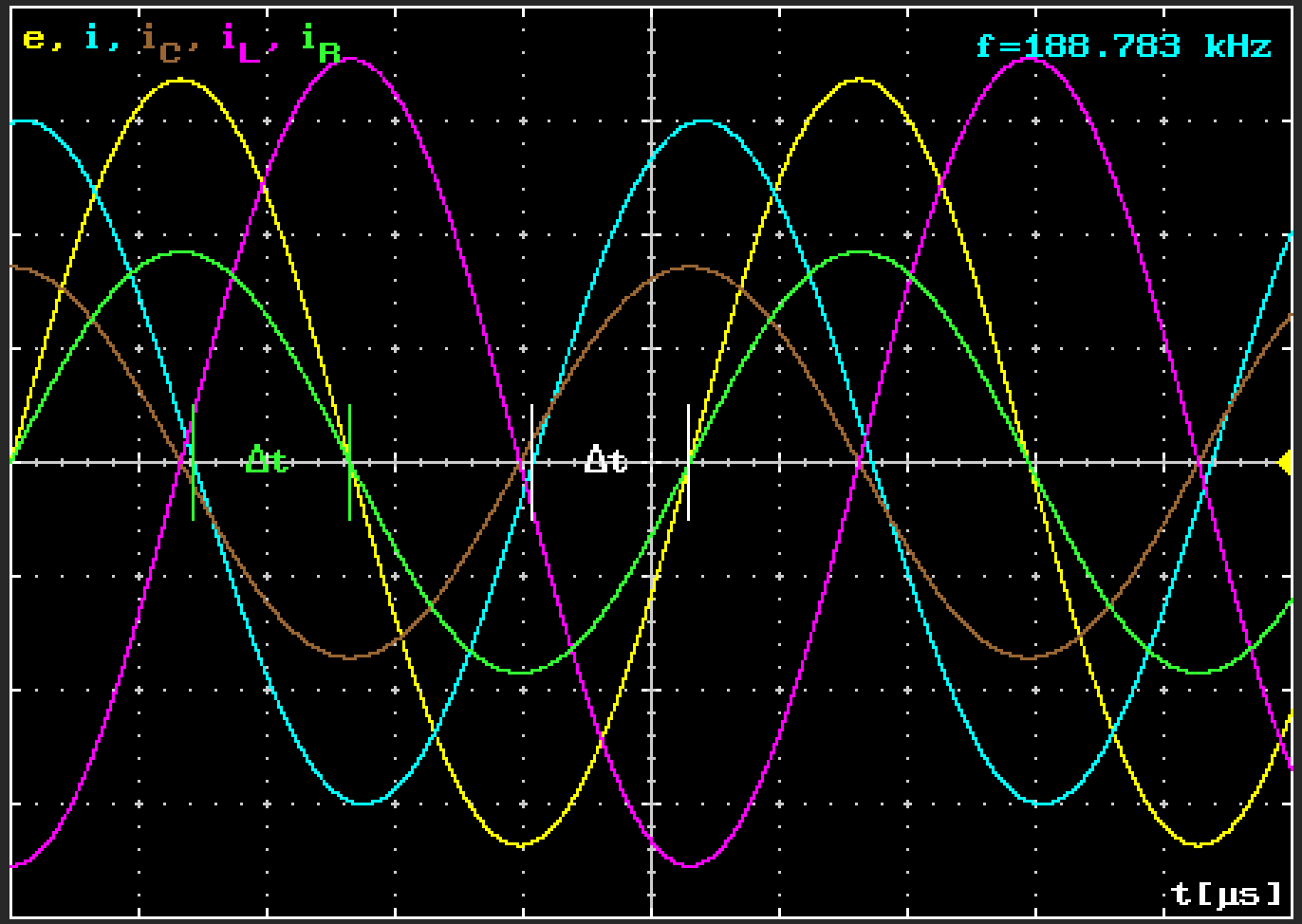
Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	18.4795 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	708.858 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	857.715 µA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+82.92°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

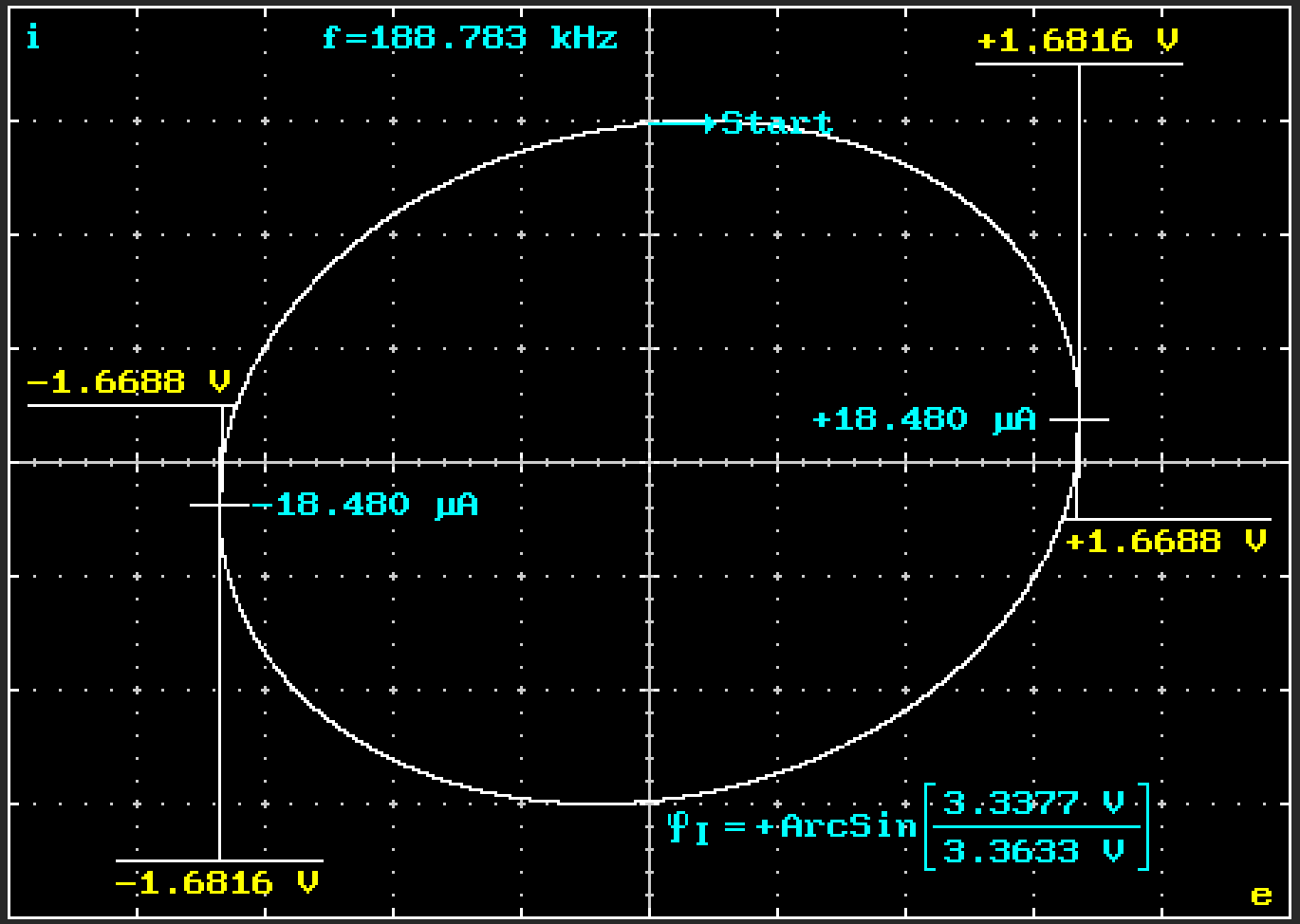
0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC09

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	18.4795 µA; φ_R=0°
I_L	708.858 µA; φ_L=−90°
I_C	857.715 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+82.92°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ =

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

A soros RLC áramkör (f_0 = 183.776 kHz)

vizsgálata tizenhét (1 ± p[%]/100)xf_0 frekvencián:

-20%, -10%, -5%, -2%, -1%, -0.5%, -0.2%, -0.1% *(rezonancia előtt),*

0,0%, *(az RLC áramkör által felvett áram rezonanciája)*

+0.1%, +0.2%, +0.5%, +1%, +2%, +5%, +10%, +20%, *(rezonancia után)*

Főcímlap + 17x11 = 187 oszcillogram - [476..663]

0	50	1	2	2	0.1	3	0.1	4	50		1
i[µA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=147.021 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=1.655 µs-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4
50	2	0.1	0.1	50
i[µA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]

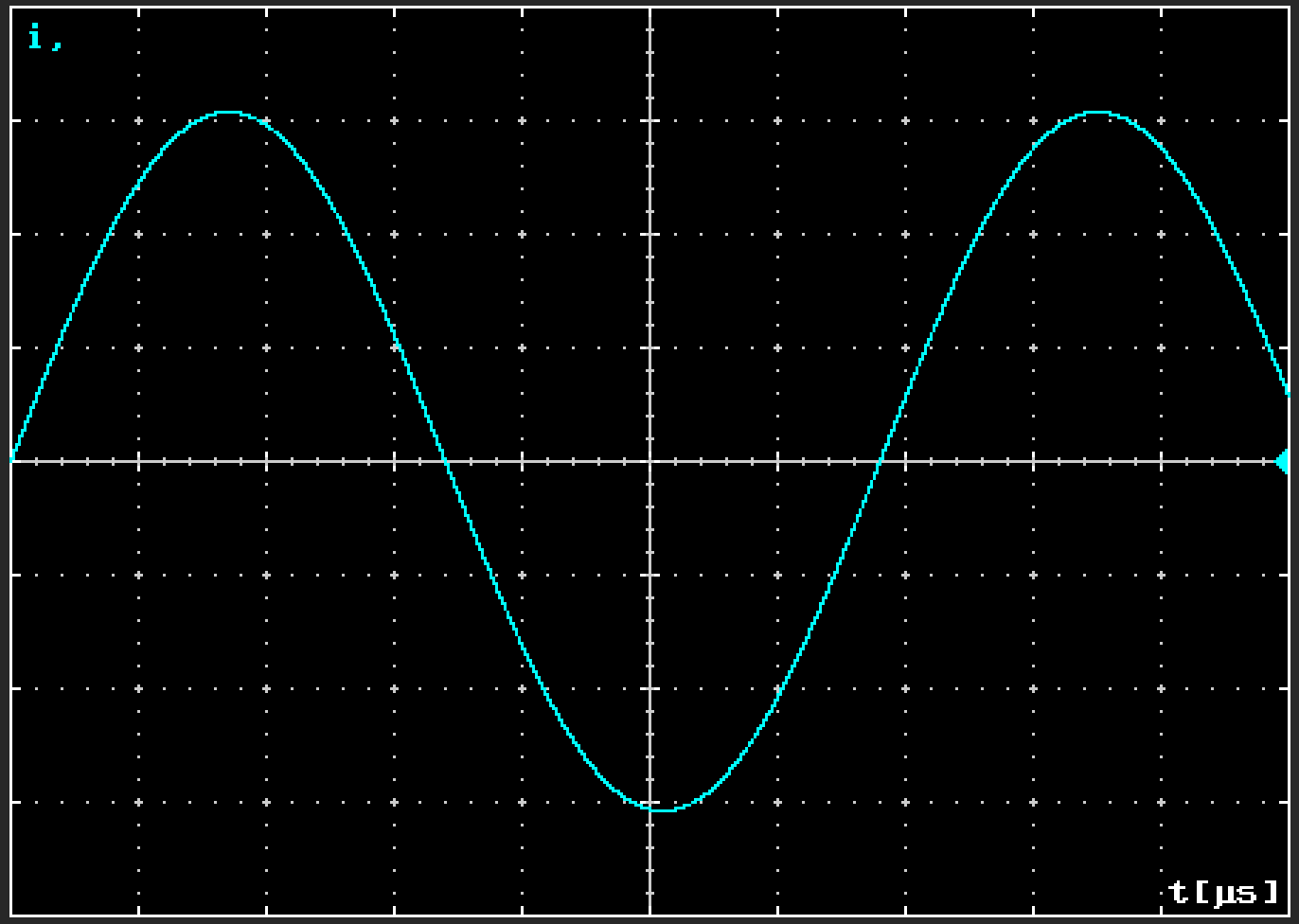
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 154 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	50	1	2	2	0.1	3	0.1	4	50		1
i[µA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

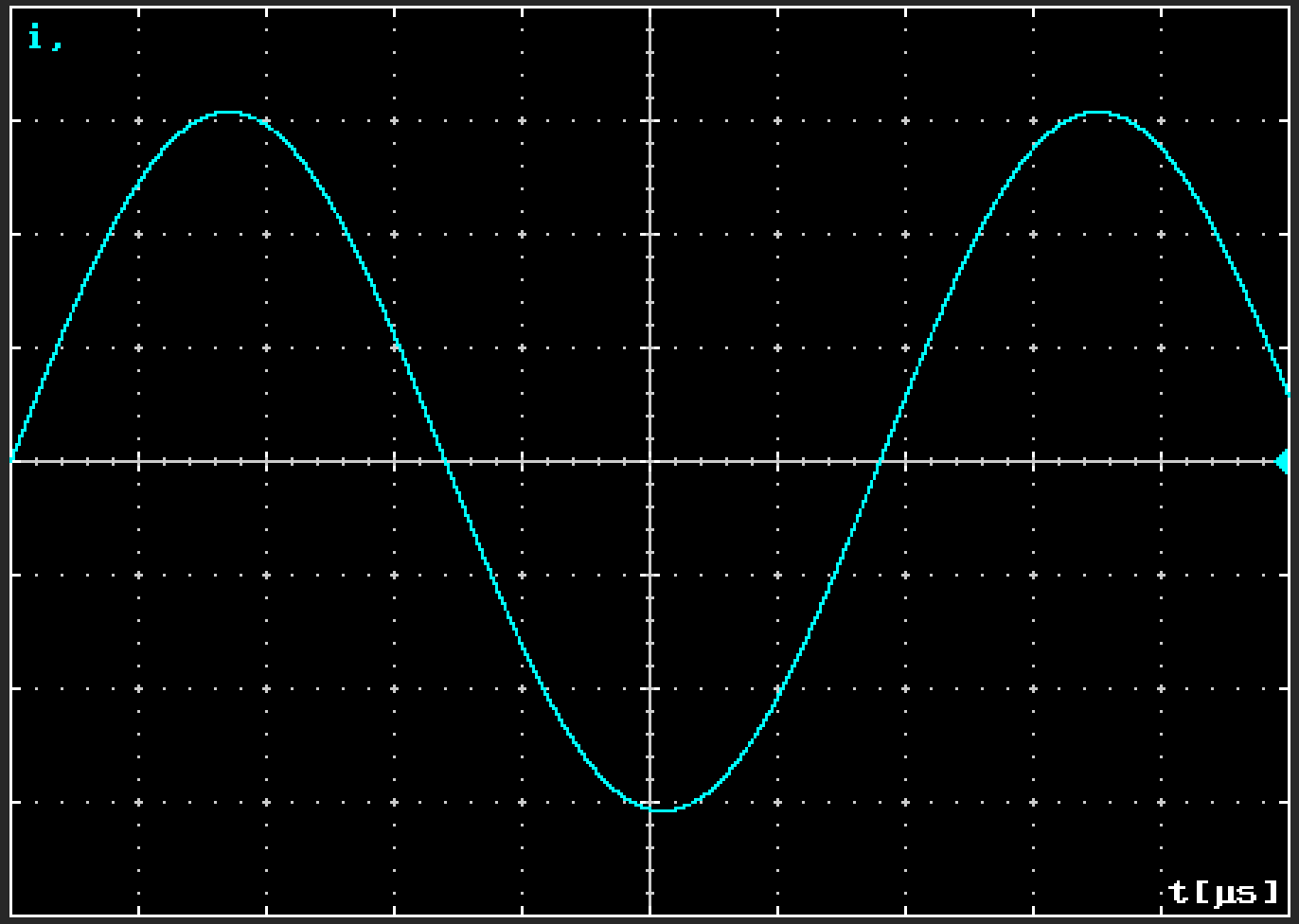
2

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 154 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

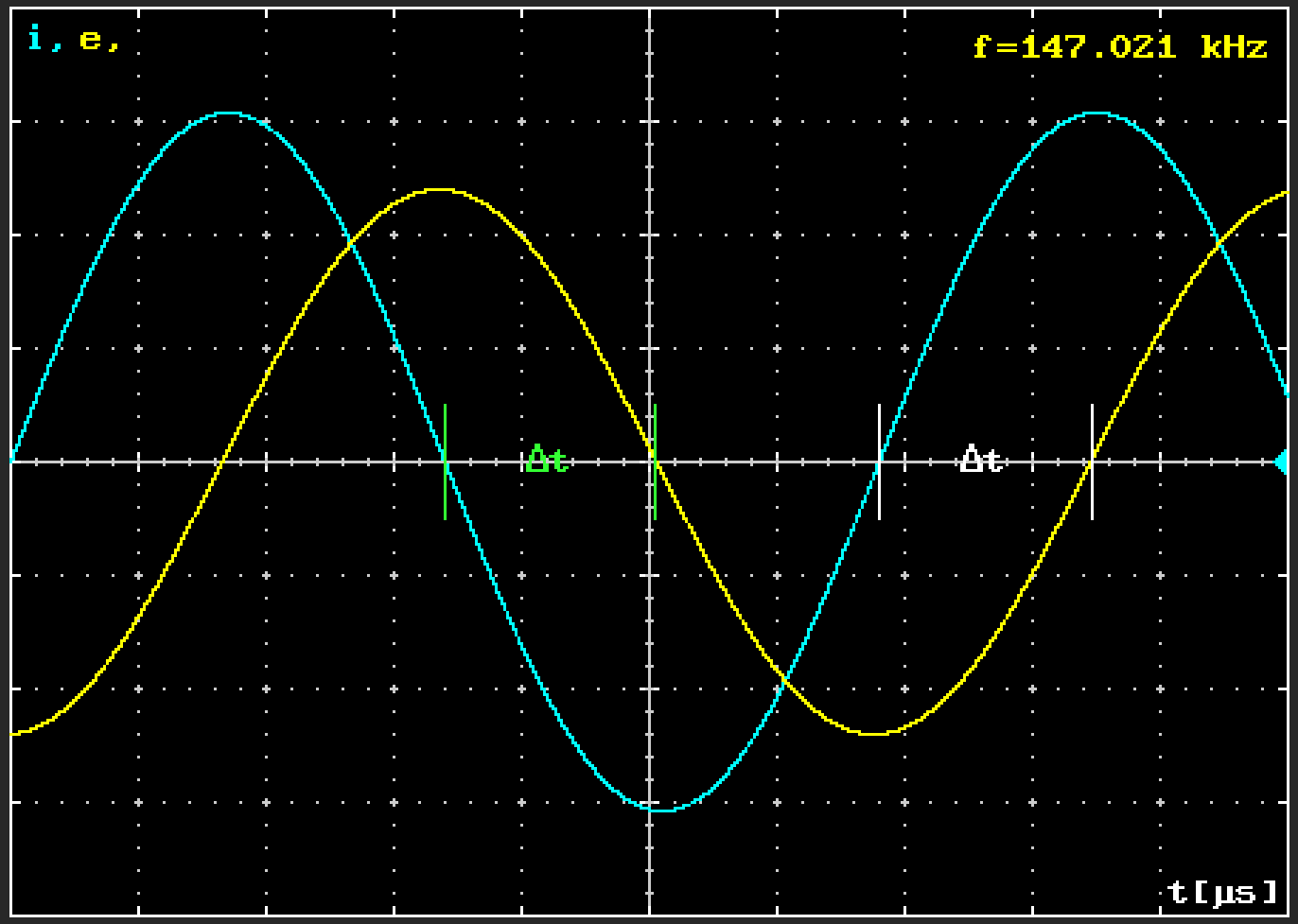
0	50	1	2	2	0.1	3	0.1	4	50		1
i[µA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I — 154 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 — 120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.655 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
50	2	0.1	0.1	50	1
i[μA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

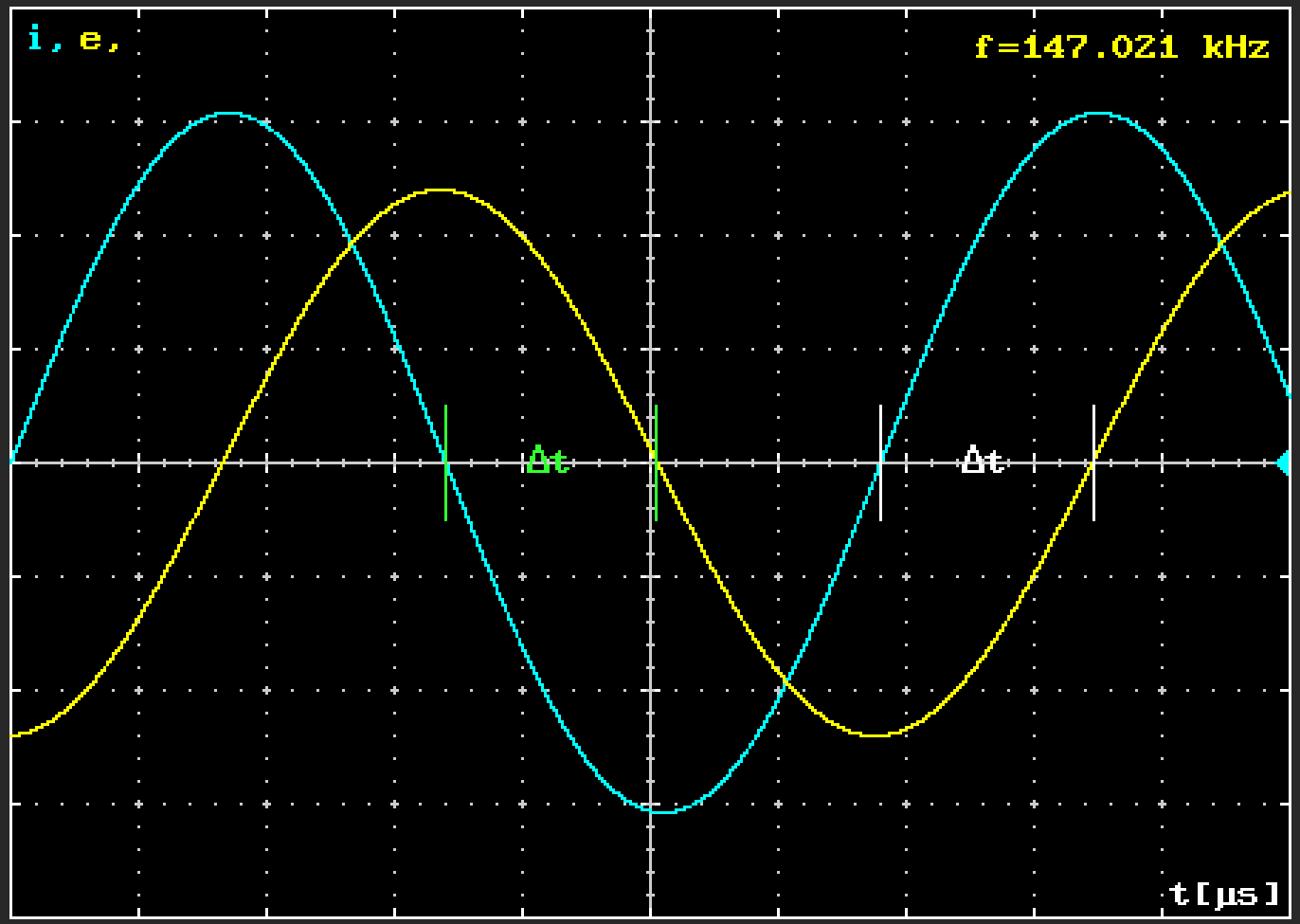
480

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 154 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.655 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	50	1	2	2	0.1	3	0.1	4	50
i[μA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

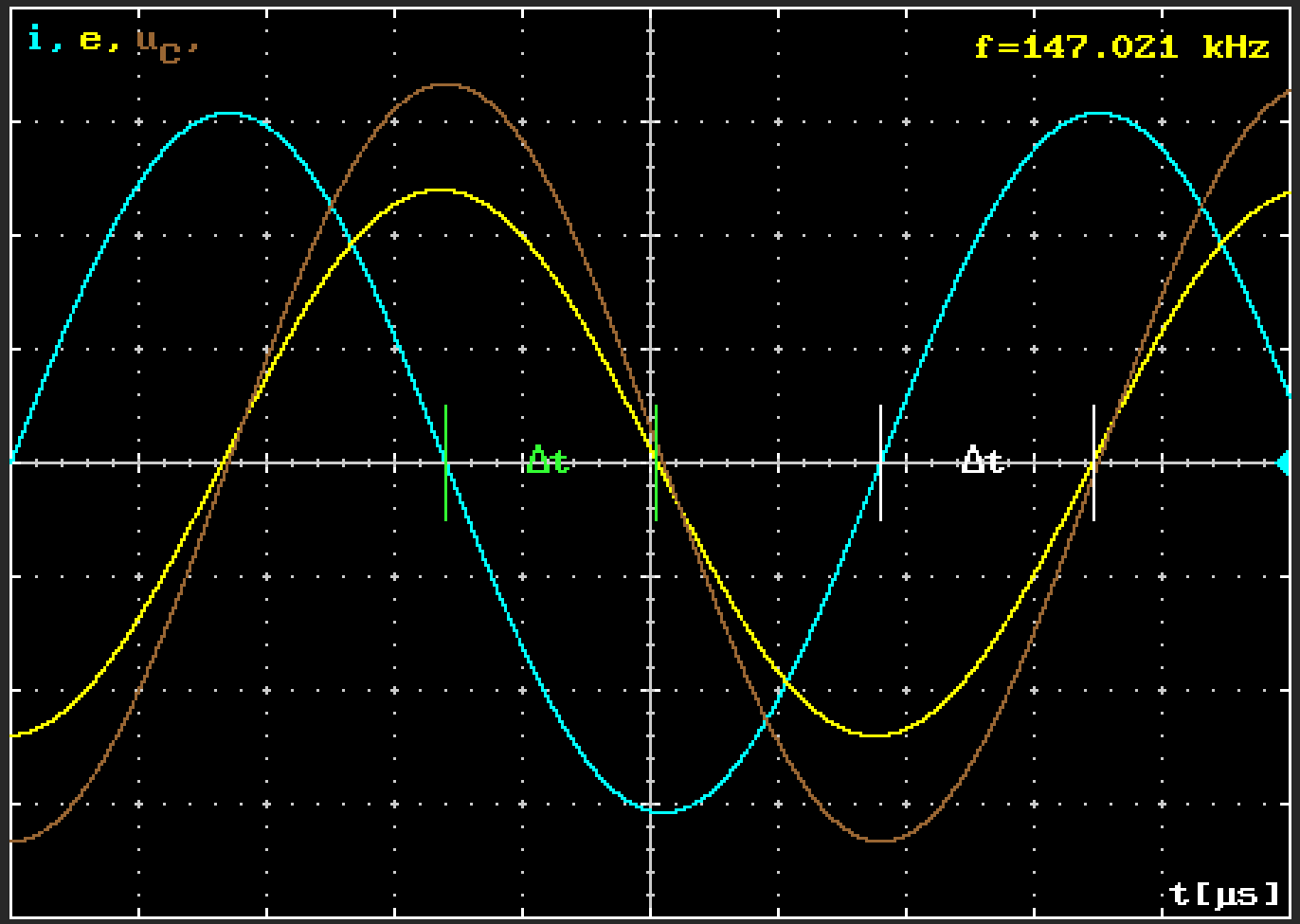
1
t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 154 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 333.035 mV; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

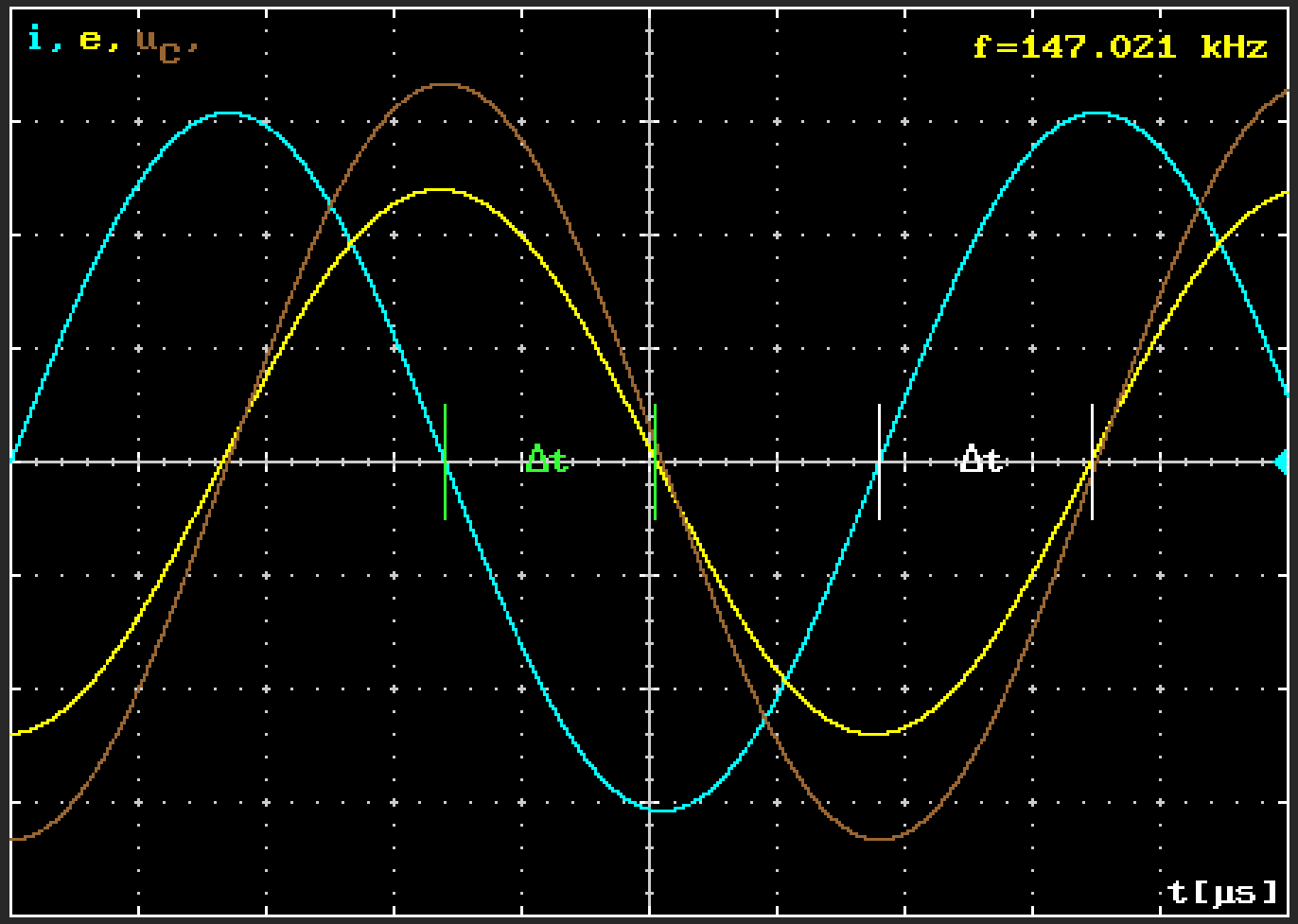
LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.655 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	50	1	2	2	0.1	3	0.1	4	50		1
i[μA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 154 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 333.035 mV; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

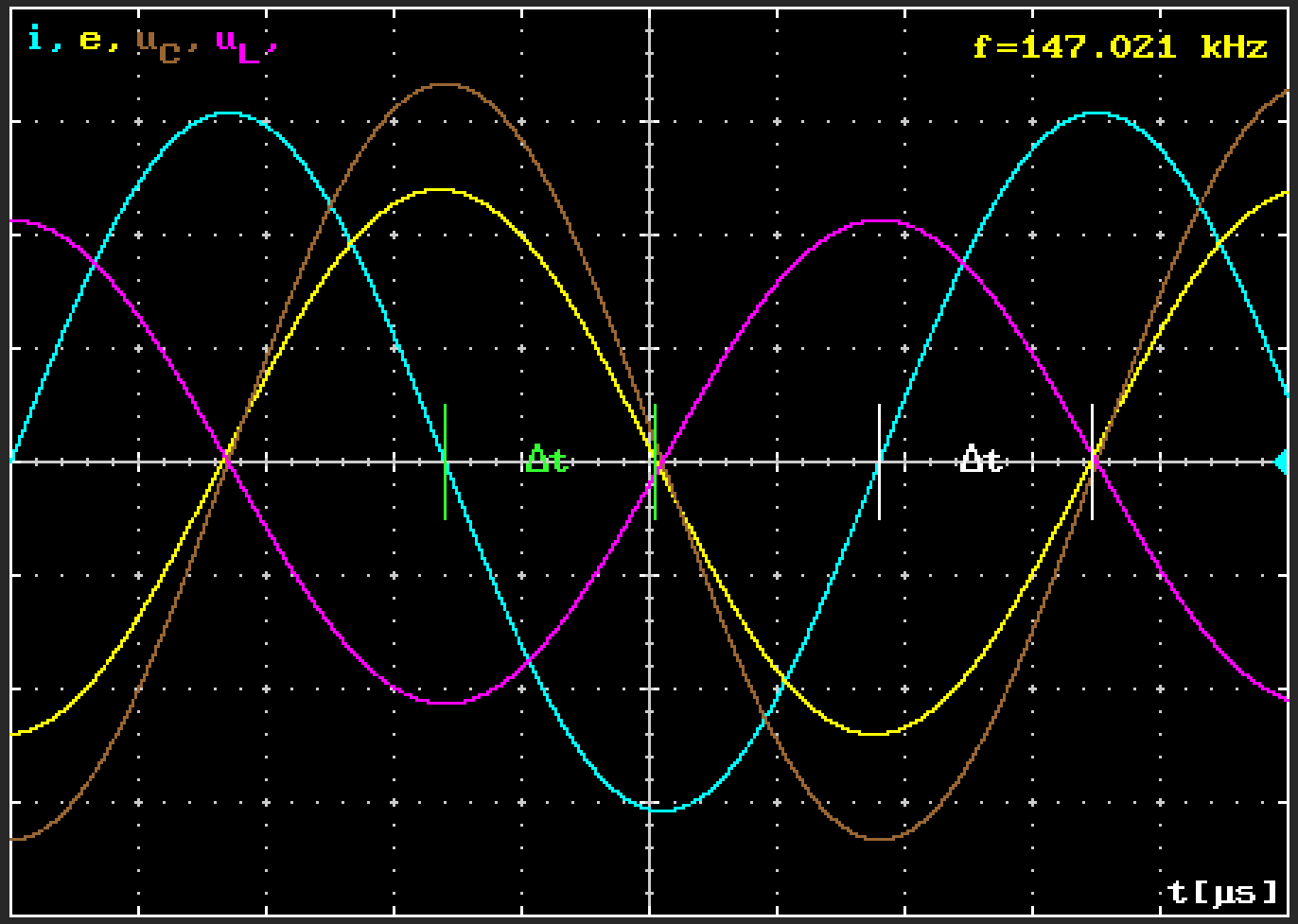
LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.655 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	50	1	2	2	0.1	3	0.1	4	50		1
i[μA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	154 μA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	213.142 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	333.035 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.655 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

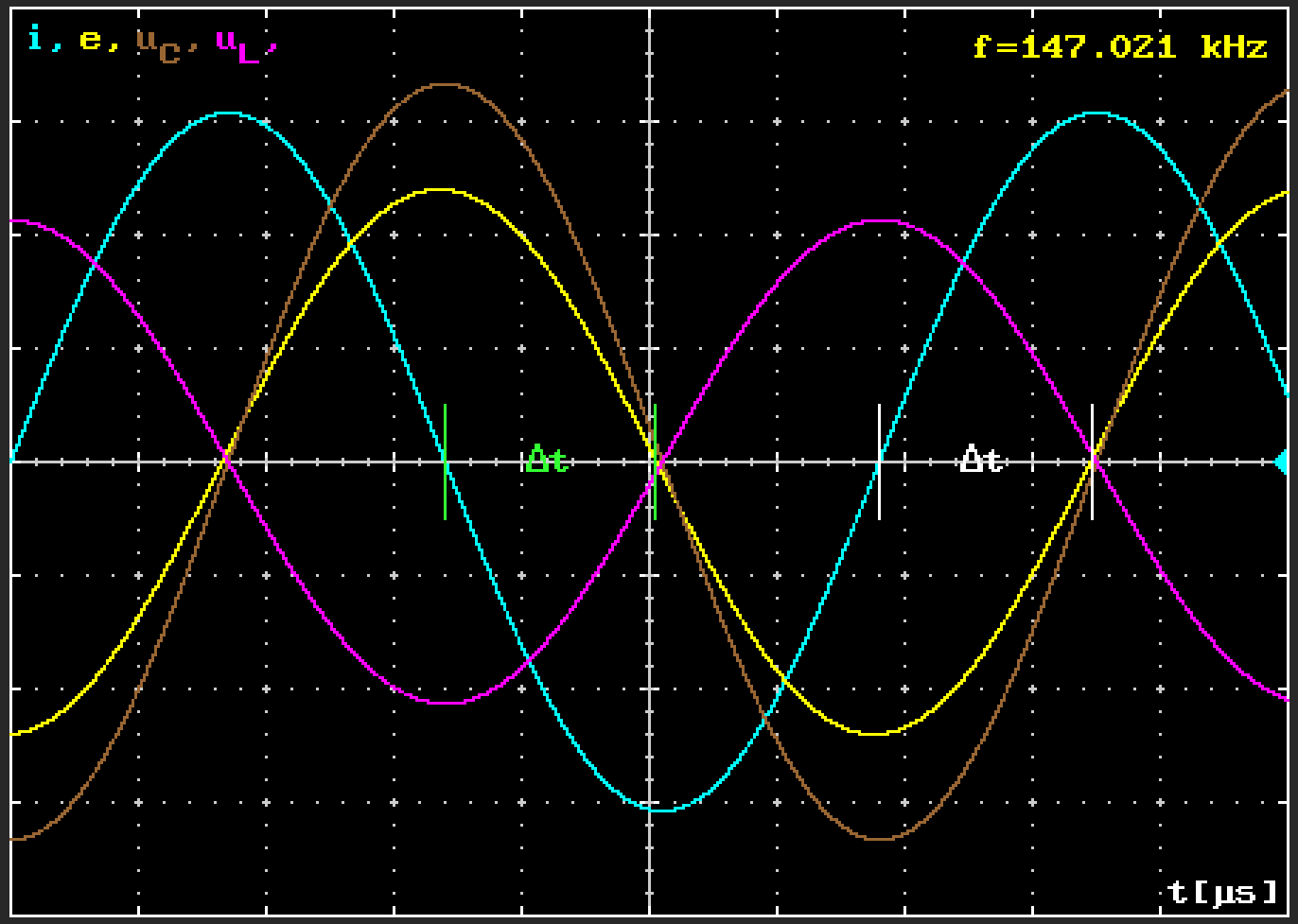
0	1	2	3	4	
50	2	0.1	0.1	50	1
i[μA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	154 μA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	213.142 mV; φ_L=+90°
U_C	333.035 mV; φ_C=-90°
E_0	120 mV; φ_E=-87.58°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.655 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

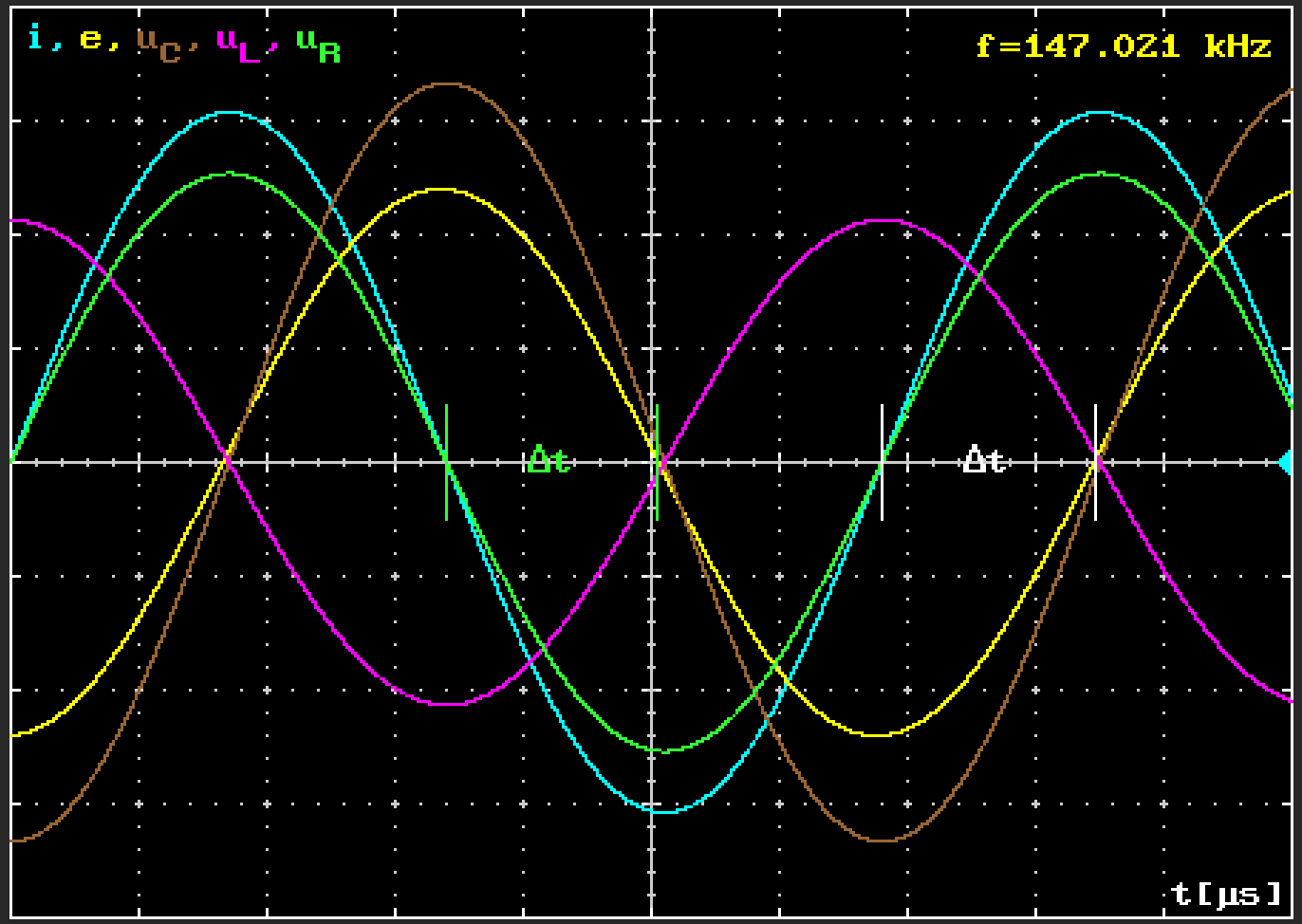
0	1	2	3	4	
50	2	0.1	0.1	50	1
i[μA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	154 μA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	5.07613 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	213.142 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	333.035 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.655 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

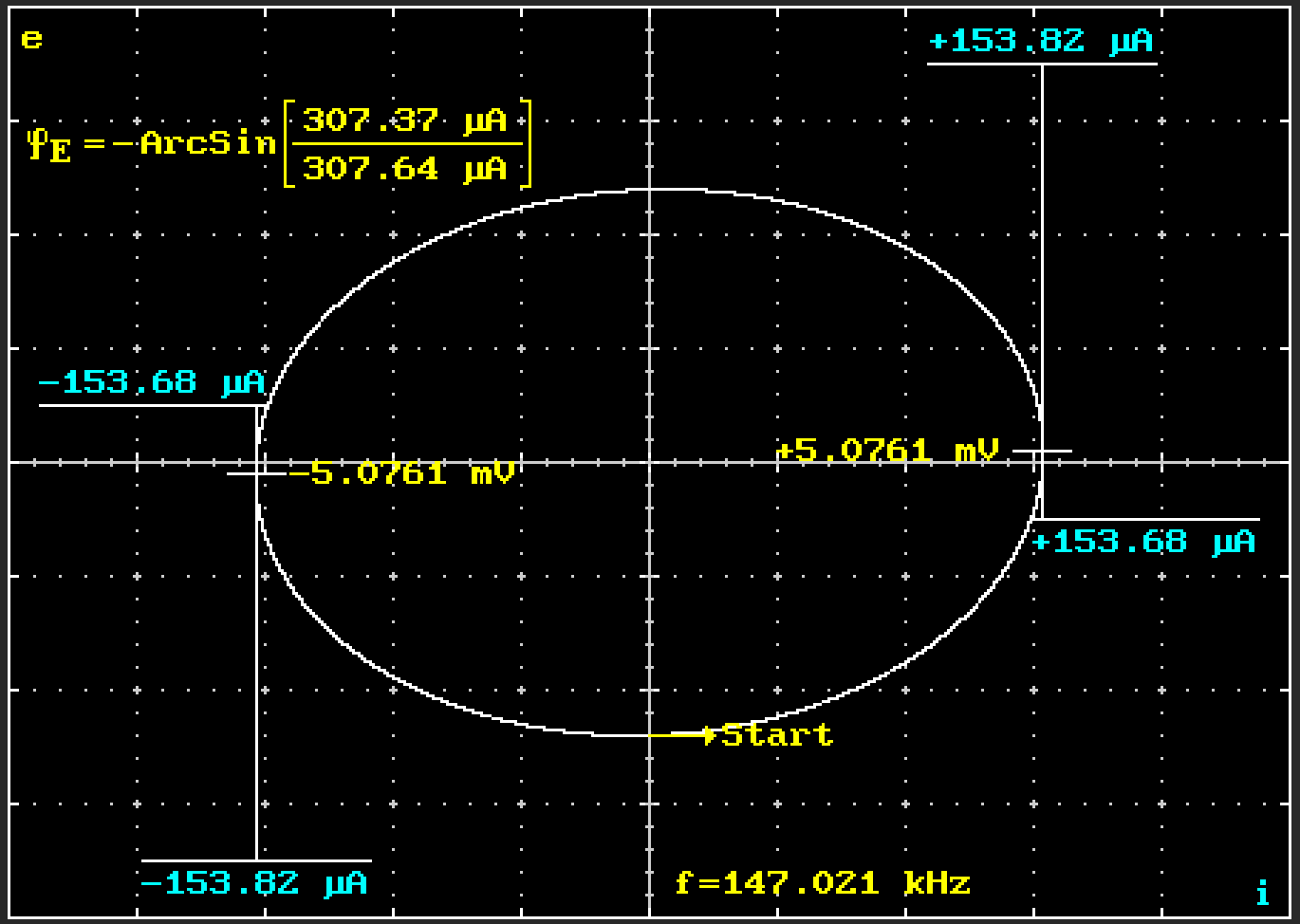
0	1	2	3	4	
50	2	0.1	0.1	50	1
i[μA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	154 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	5.07613 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	213.142 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	333.035 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.655 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
50	2	0.1	0.1	50	1
i[µA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=165.399 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=1.425 µs-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

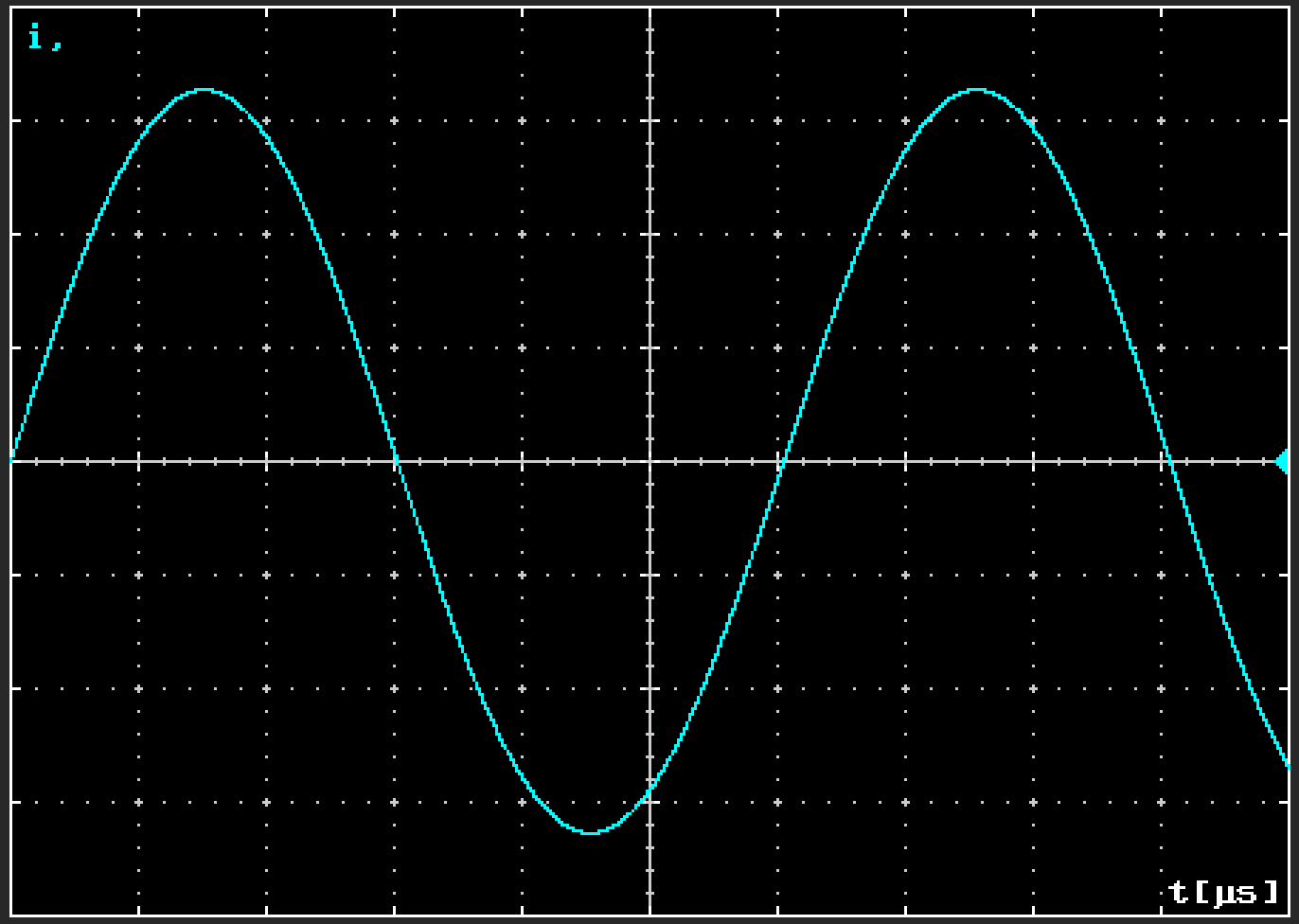
0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

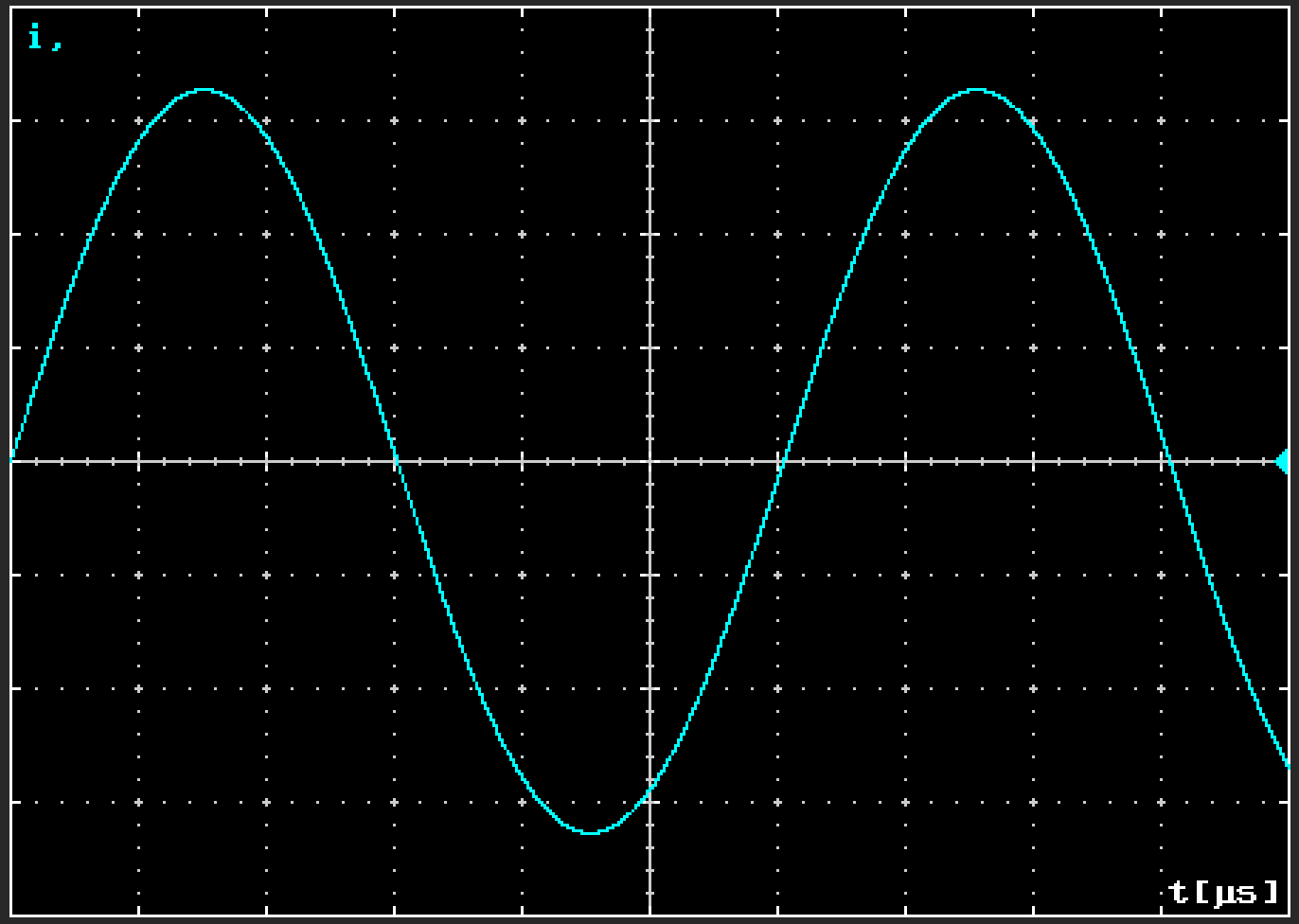
0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

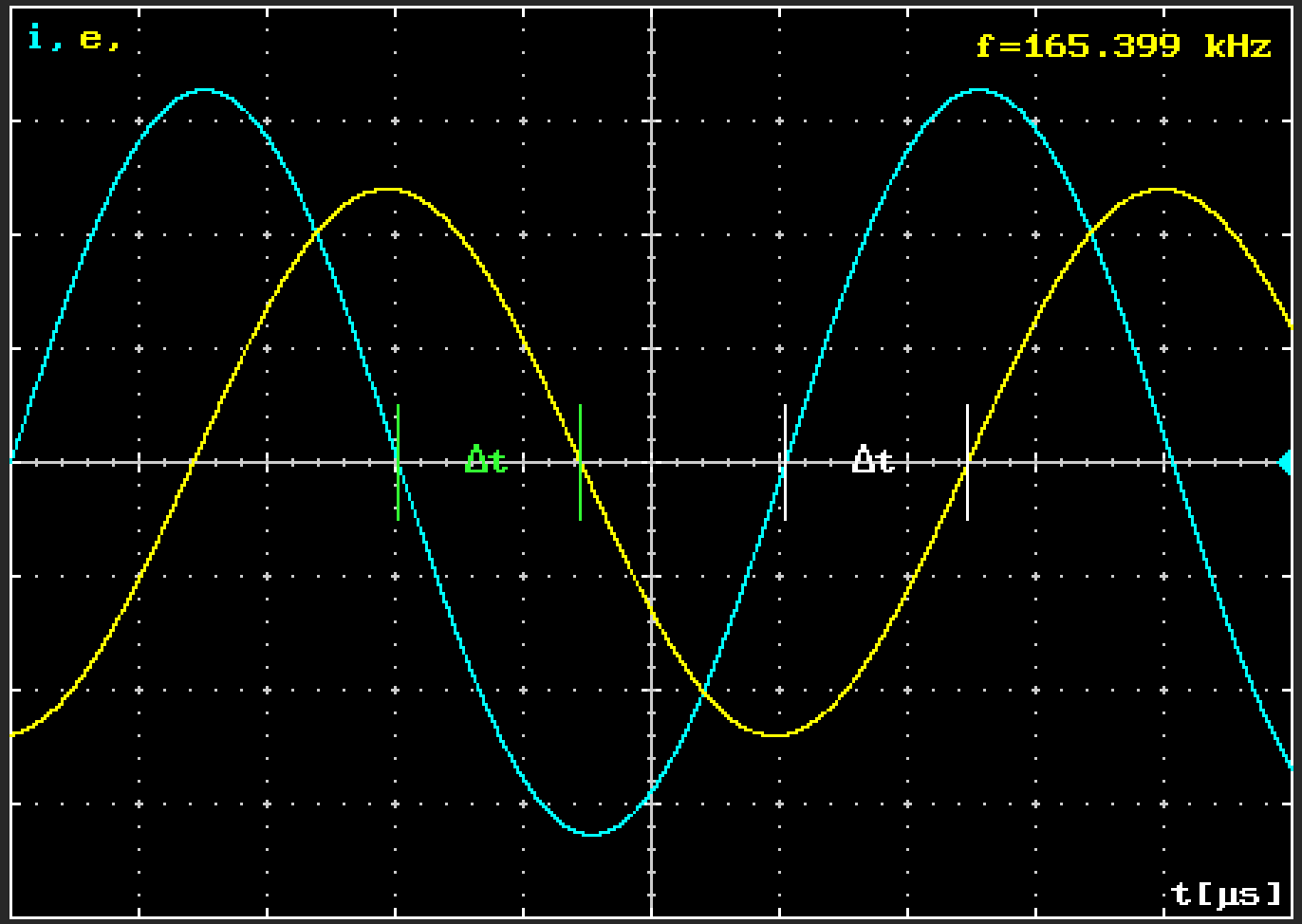
0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-84.84°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.425 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

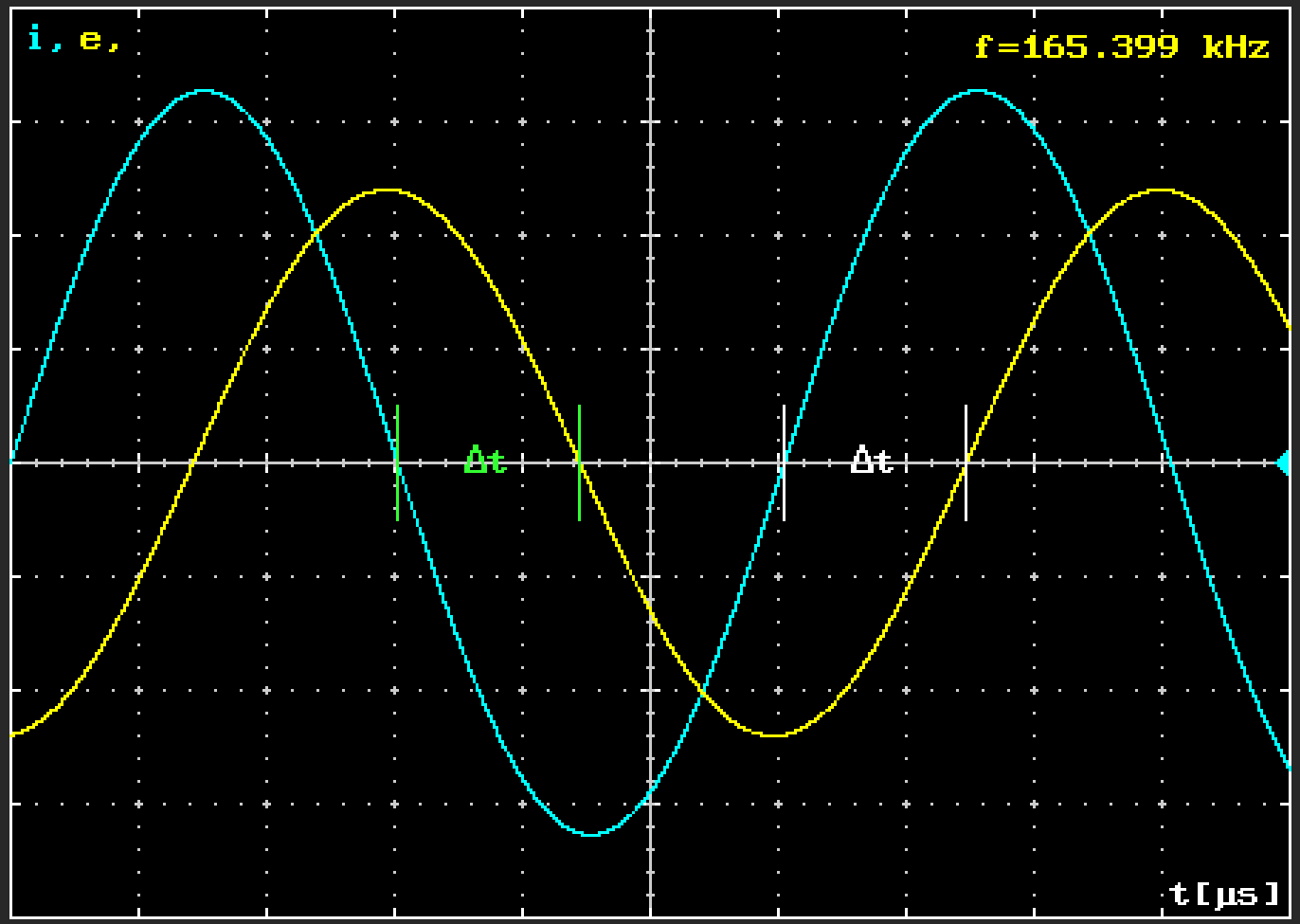
491

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-84.84°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

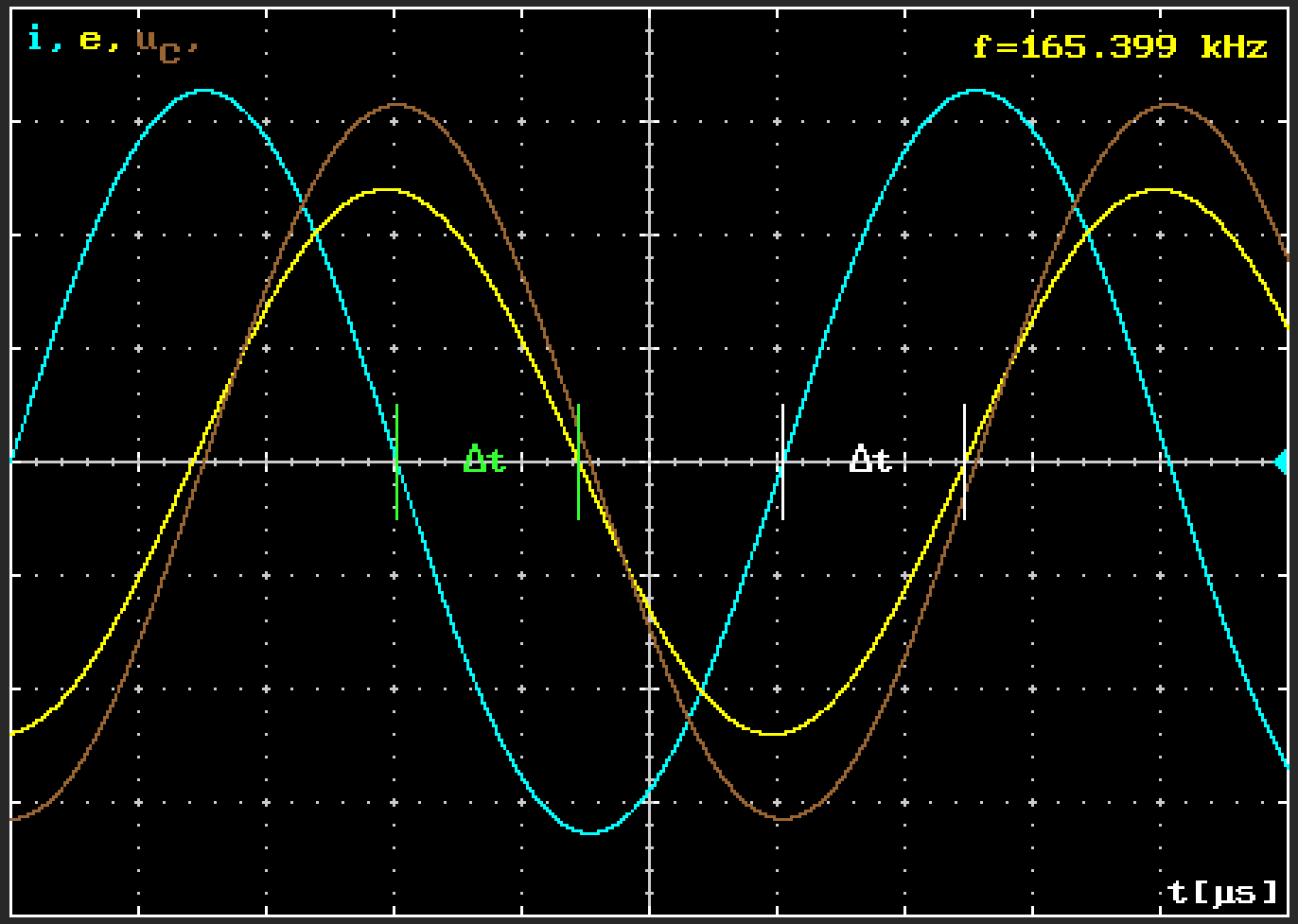
492

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 367.1 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 μA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	
U_C	629.033 mV; φ_C=-90°
E_0	120 mV; φ_E=-84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

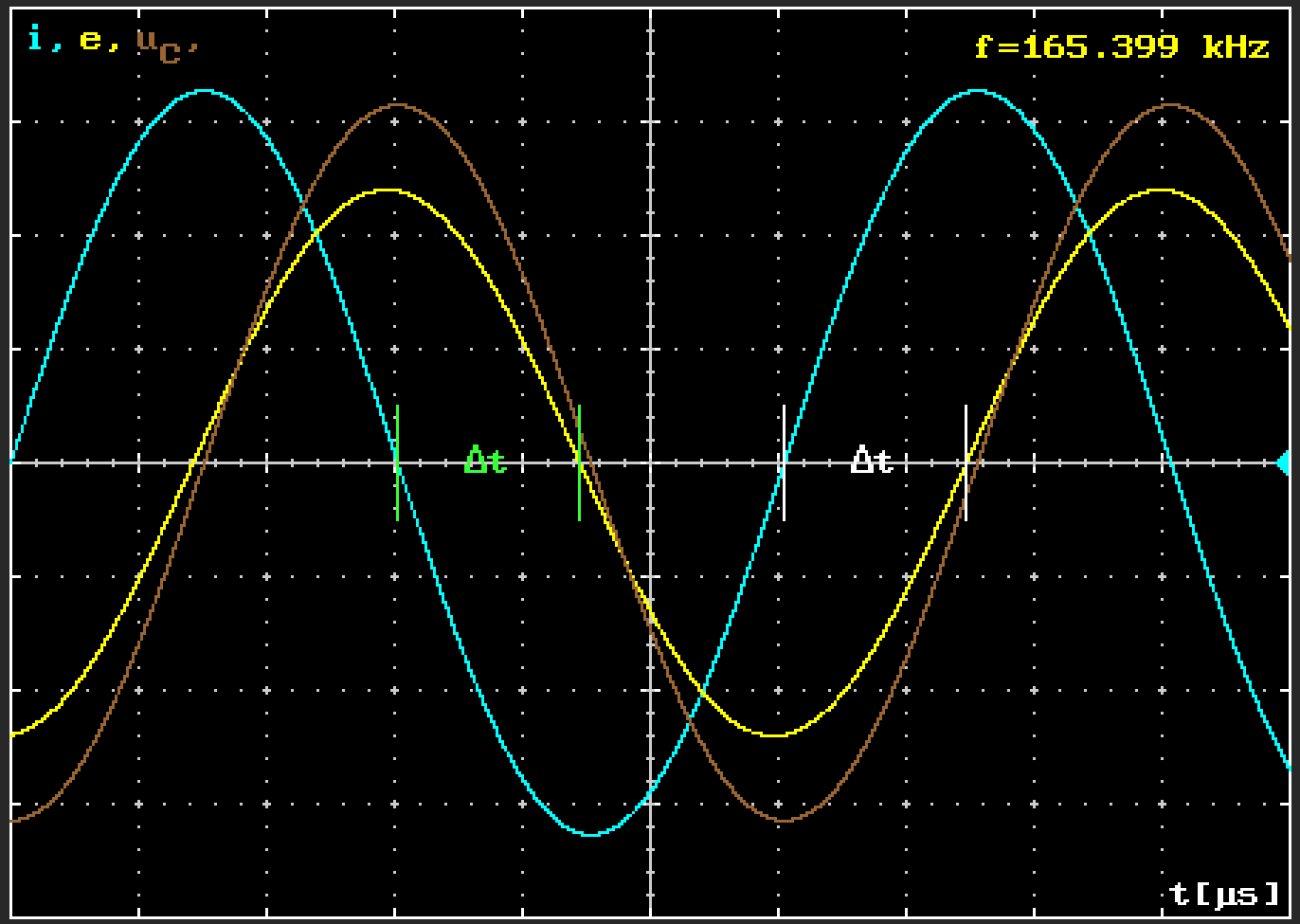
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 367.1 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 μA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	
U_C	629.033 mV; φ_C=-90°
E_0	120 mV; φ_E=-84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

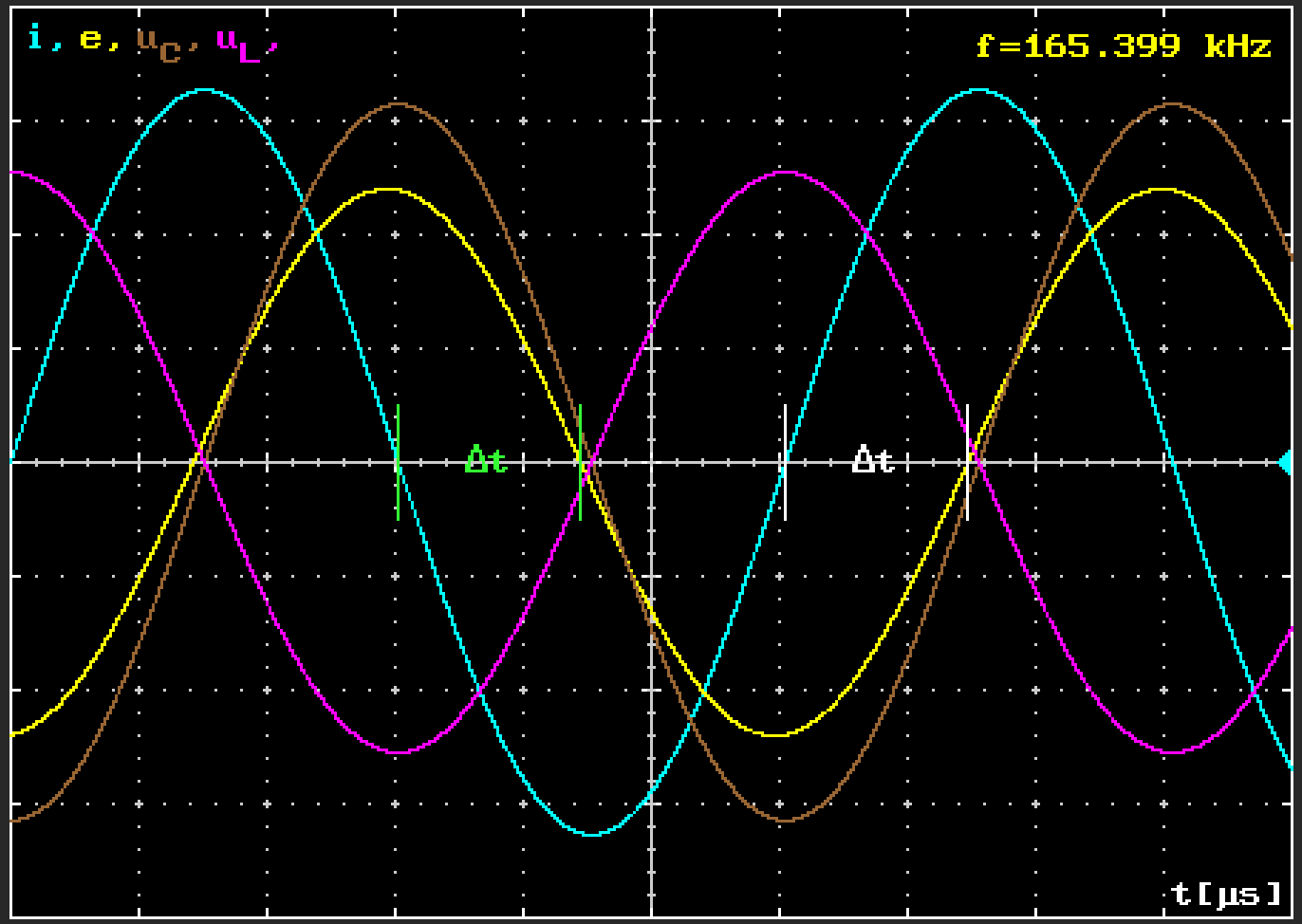
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	509.519 mV; φ_L=+90°
U_C	629.033 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=−84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

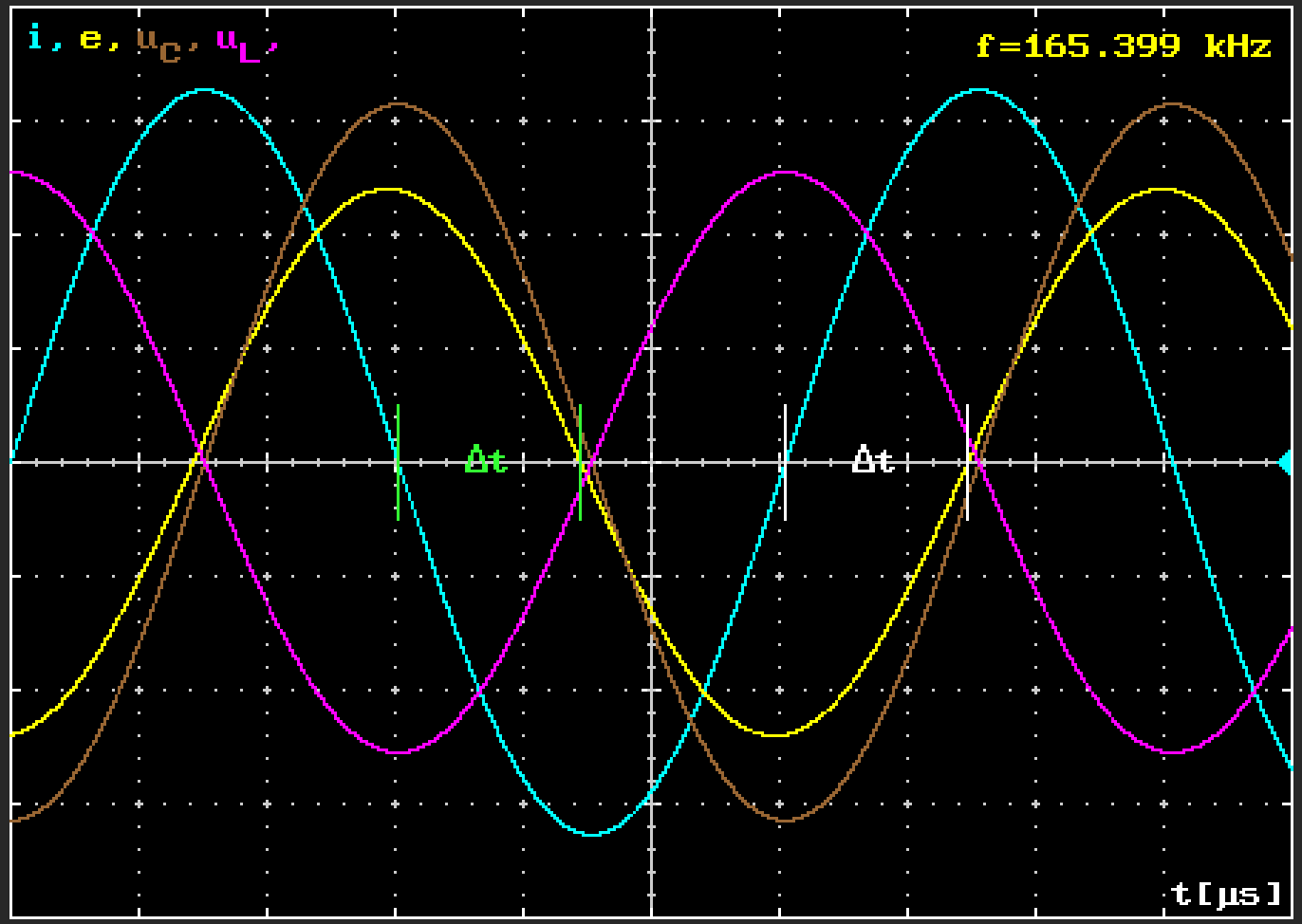
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 μA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	509.519 mV; φ_L=+90°
U_C	629.033 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=−84.84°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

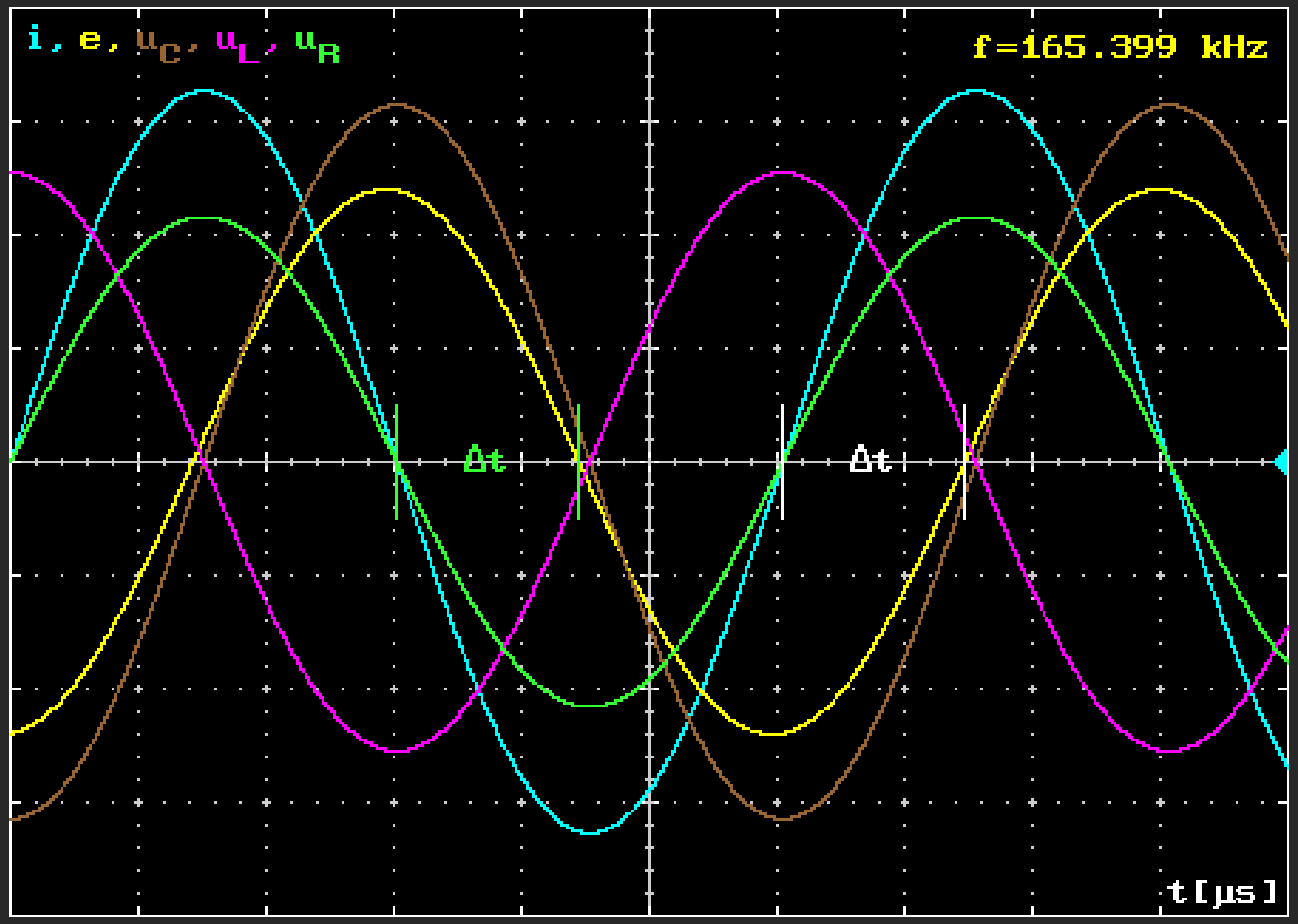
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	10.7862 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	509.519 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	629.033 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-84.84°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

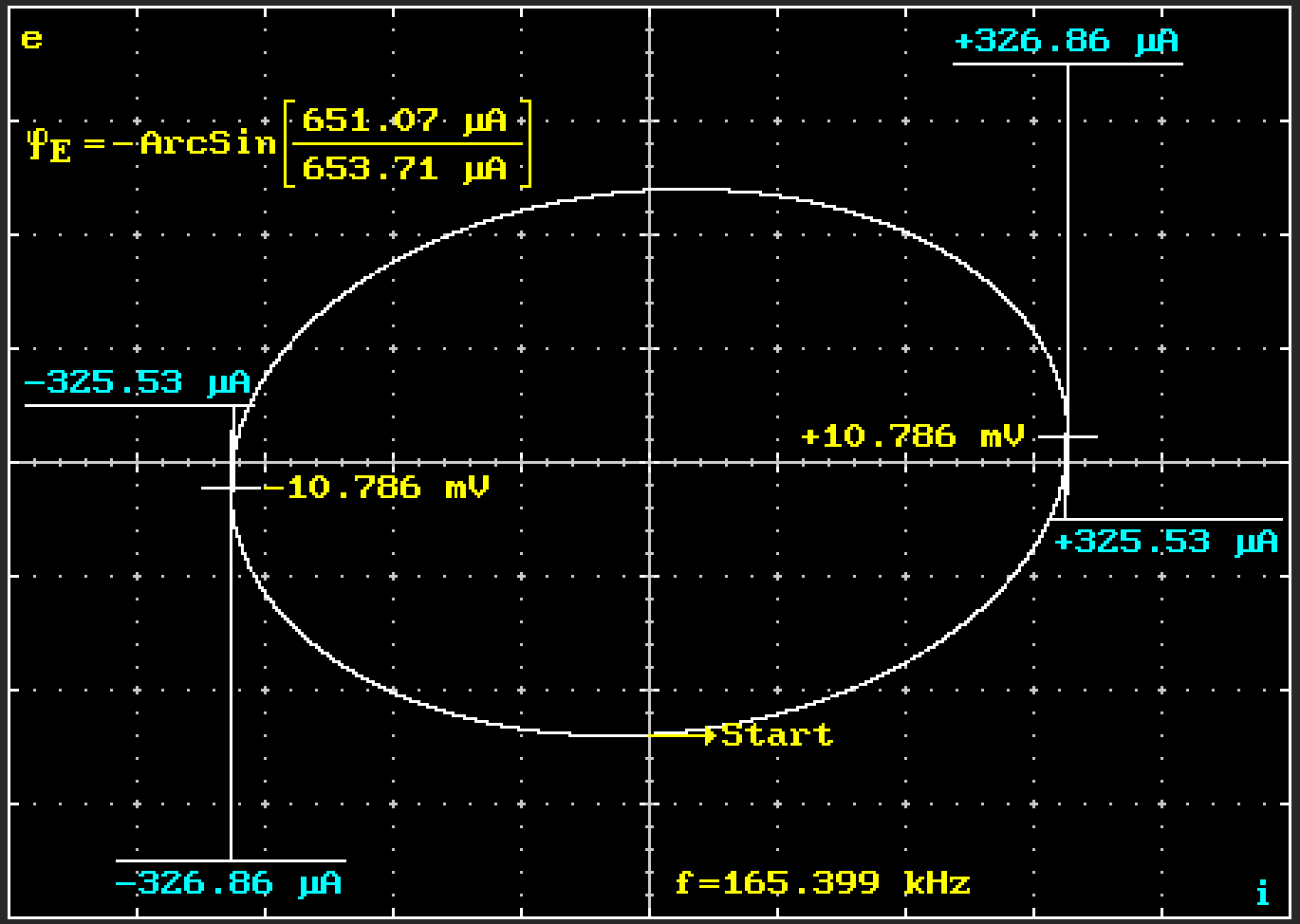
0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	10.7862 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	509.519 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	629.033 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-84.84°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=174.587 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=1.265 µs-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	0.2	↑↓	i[mA/div]
1	10	↑↓	u_R[mV/div]
2	0.5	↑↓	u_L[V/div]
3	0.5	↑↓	u_C[V/div]
4	50	↑↓	e[mV/div]

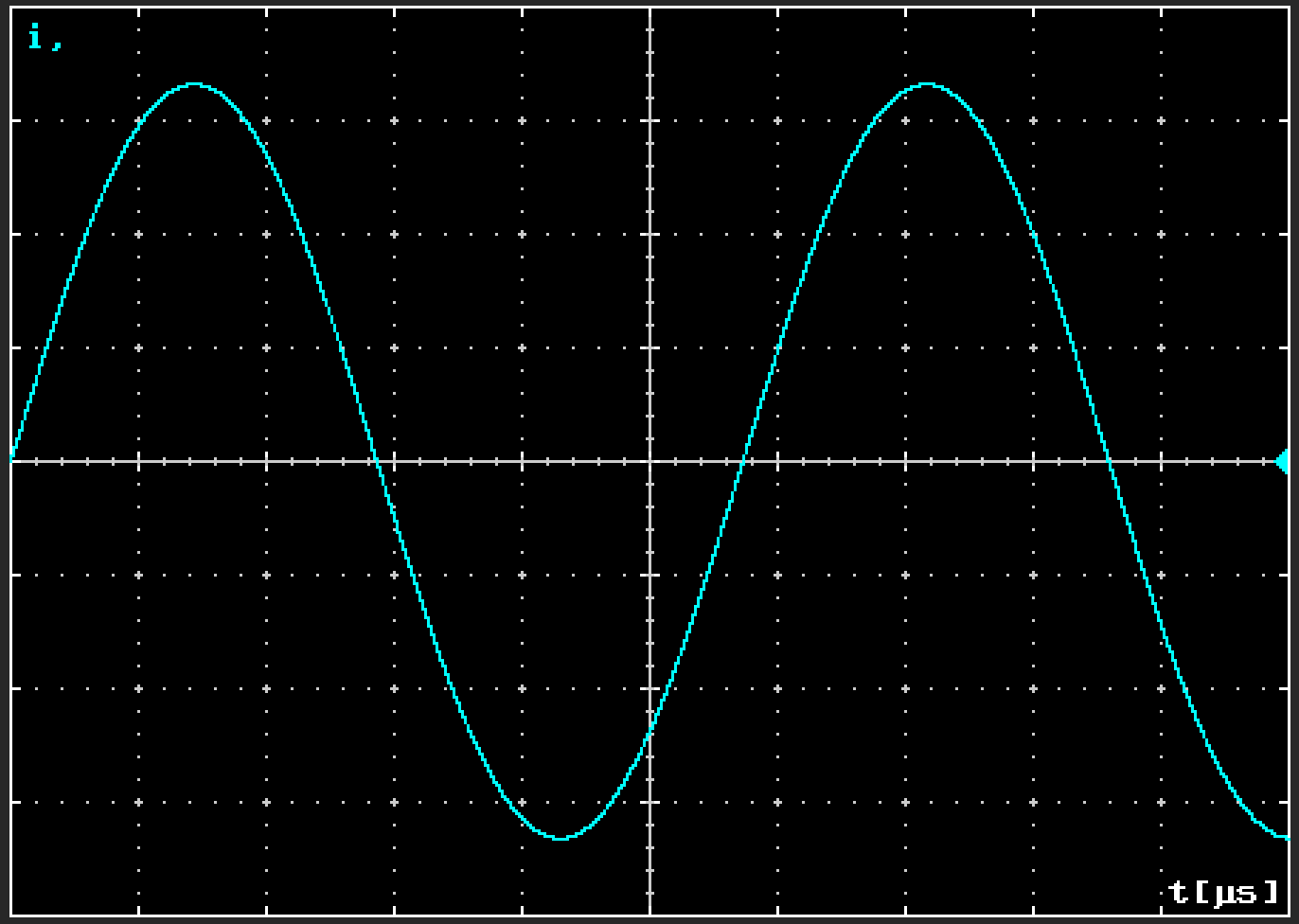
1	↑↓	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 664 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

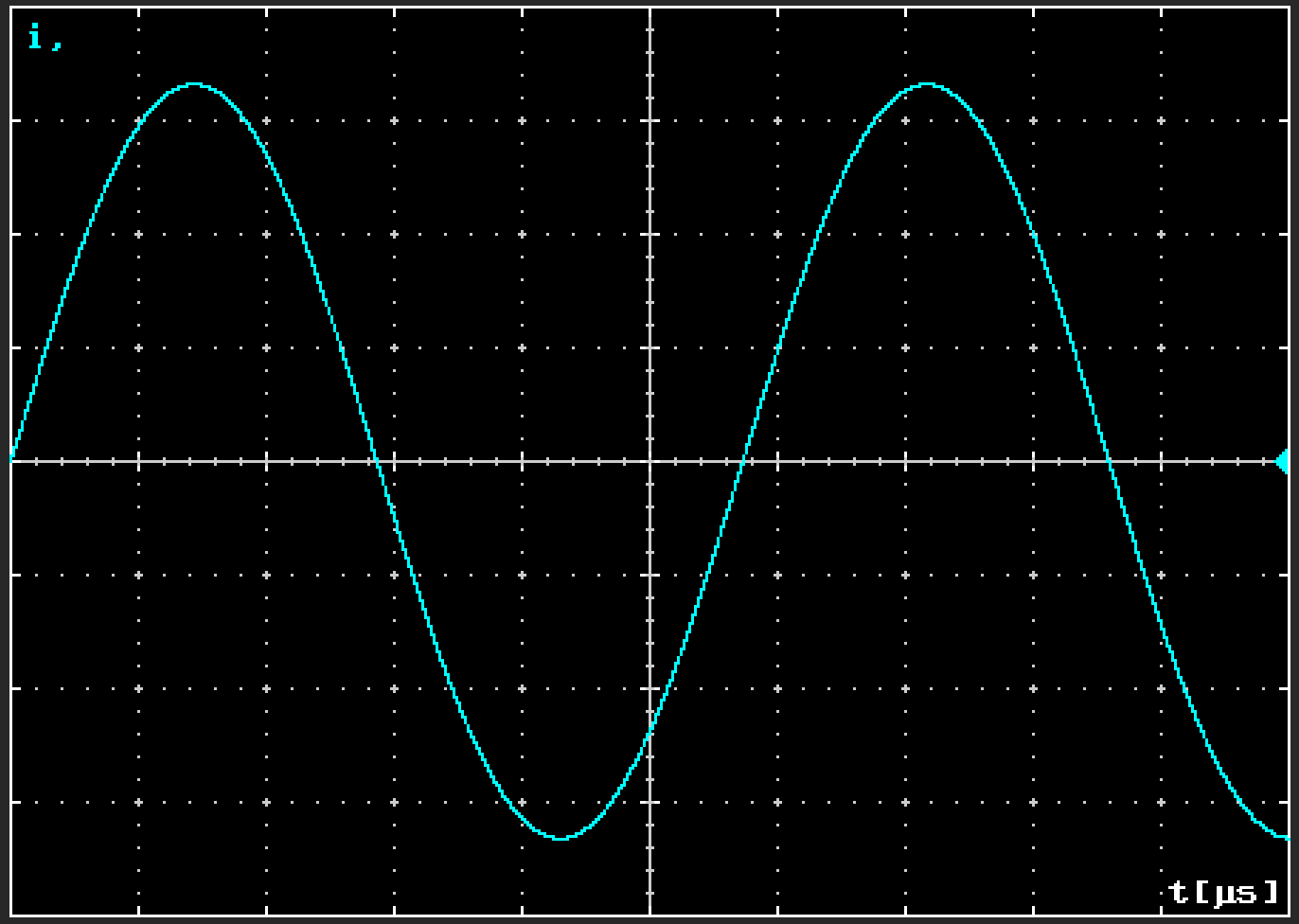
500

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 664 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

501

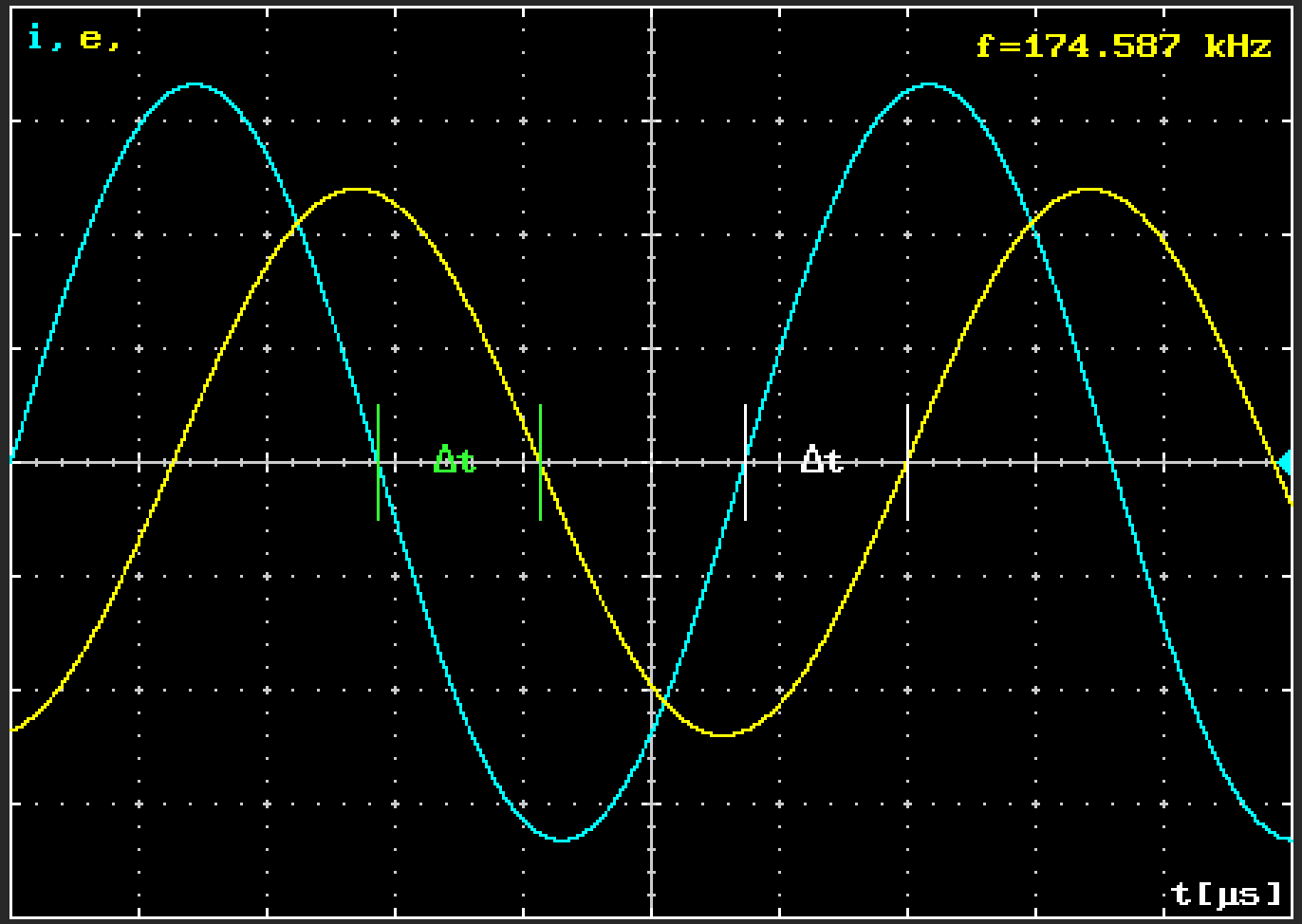
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 664 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=-79.48°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.265 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[μs/div]

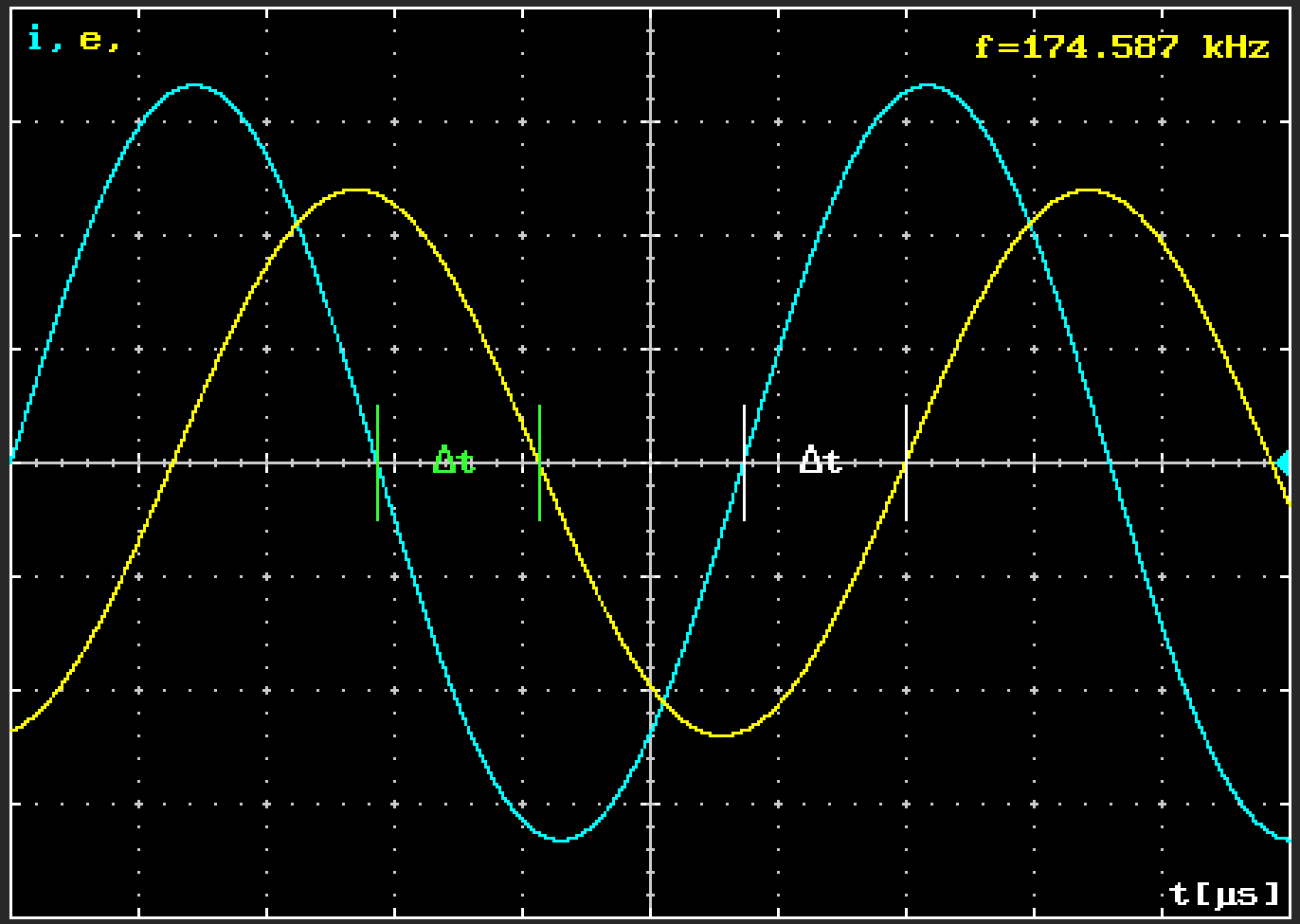
502

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 664 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-79.48°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.265 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[μs/div]

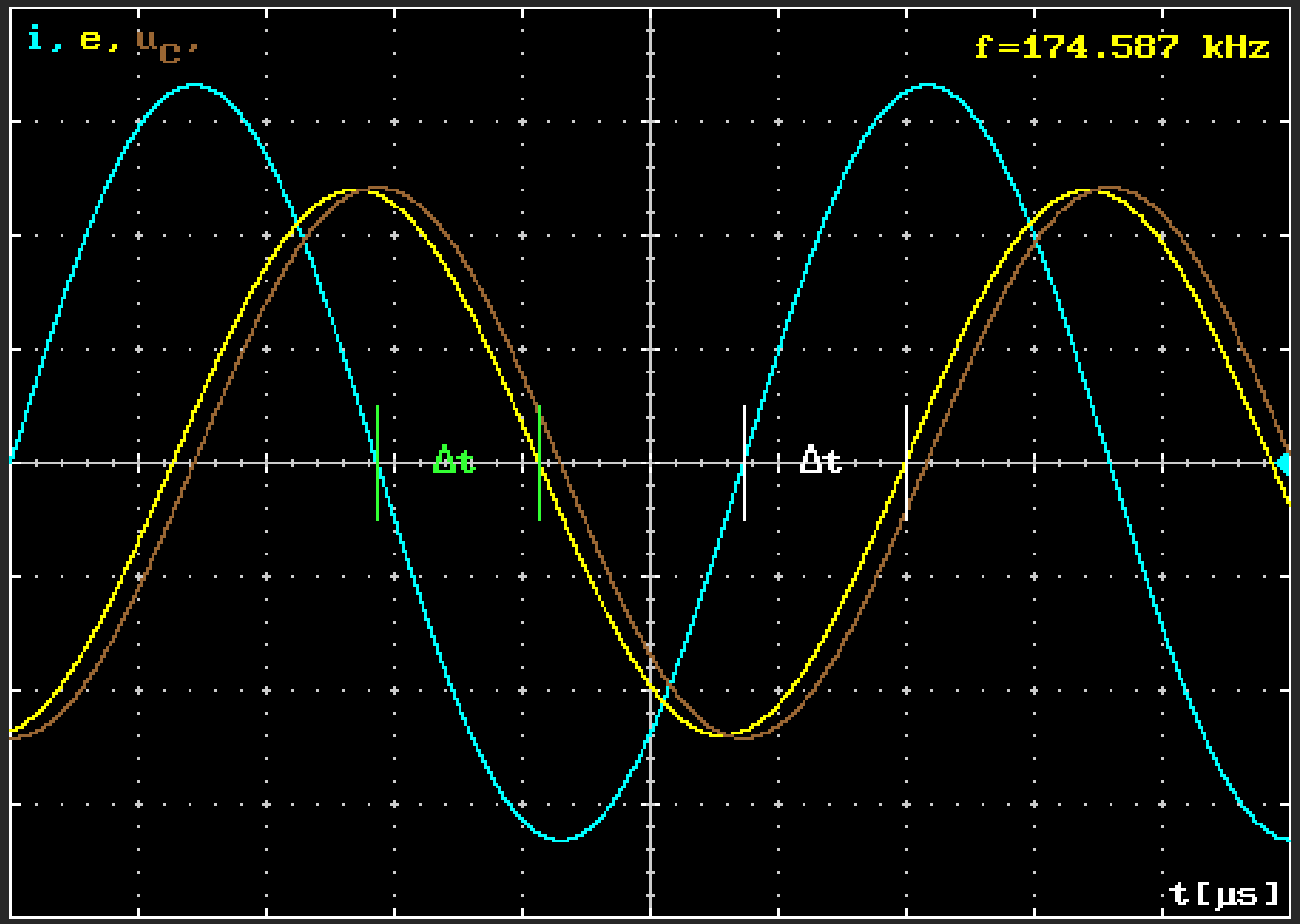
503

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 664 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C 1.21003 V; φ_C=-90°

E_0 120 mV; φ_E=-79.48°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.265 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

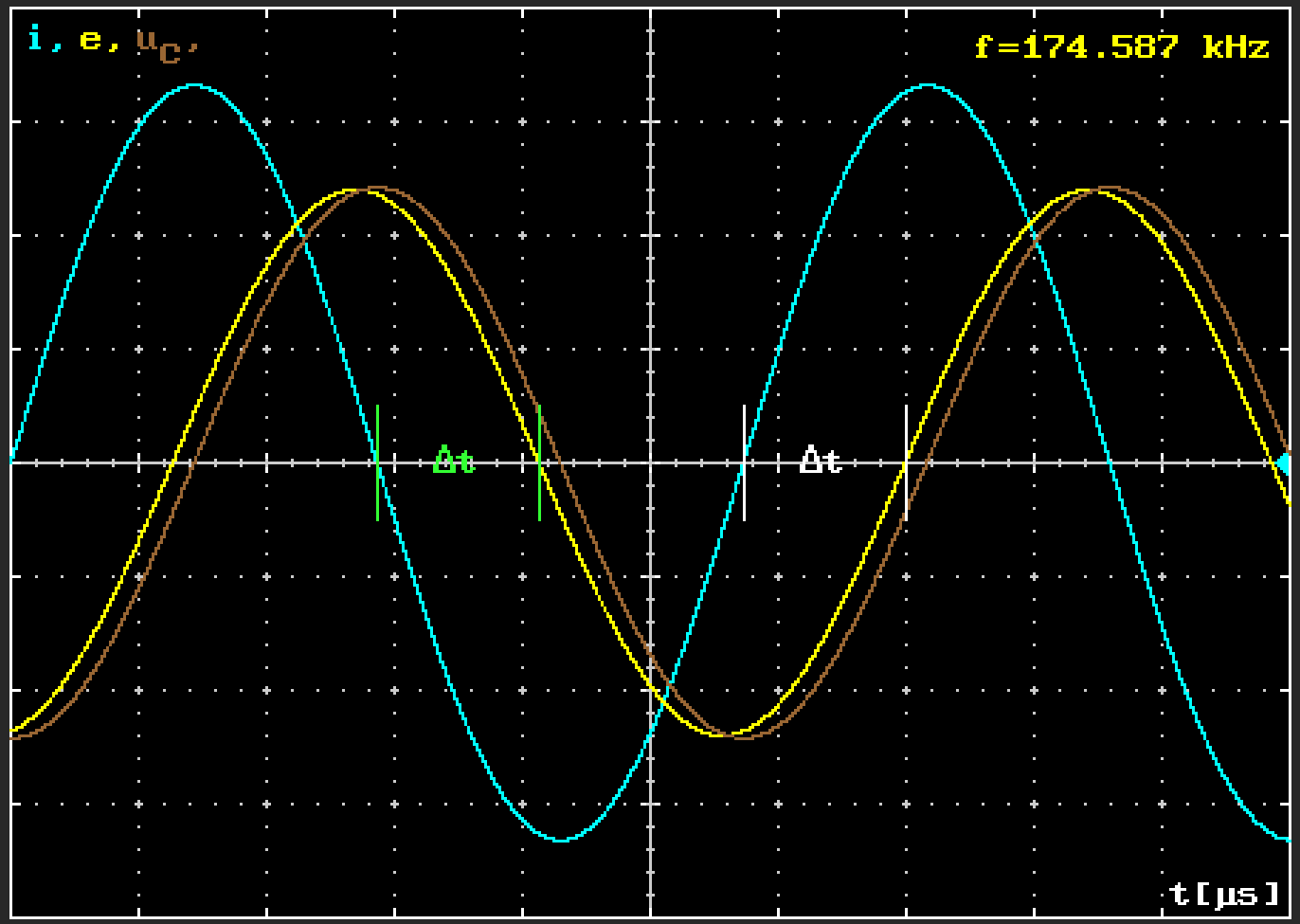
504

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 664 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C 1.21003 V; φ_C=-90°

E_0 120 mV; φ_E=-79.48°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.265 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

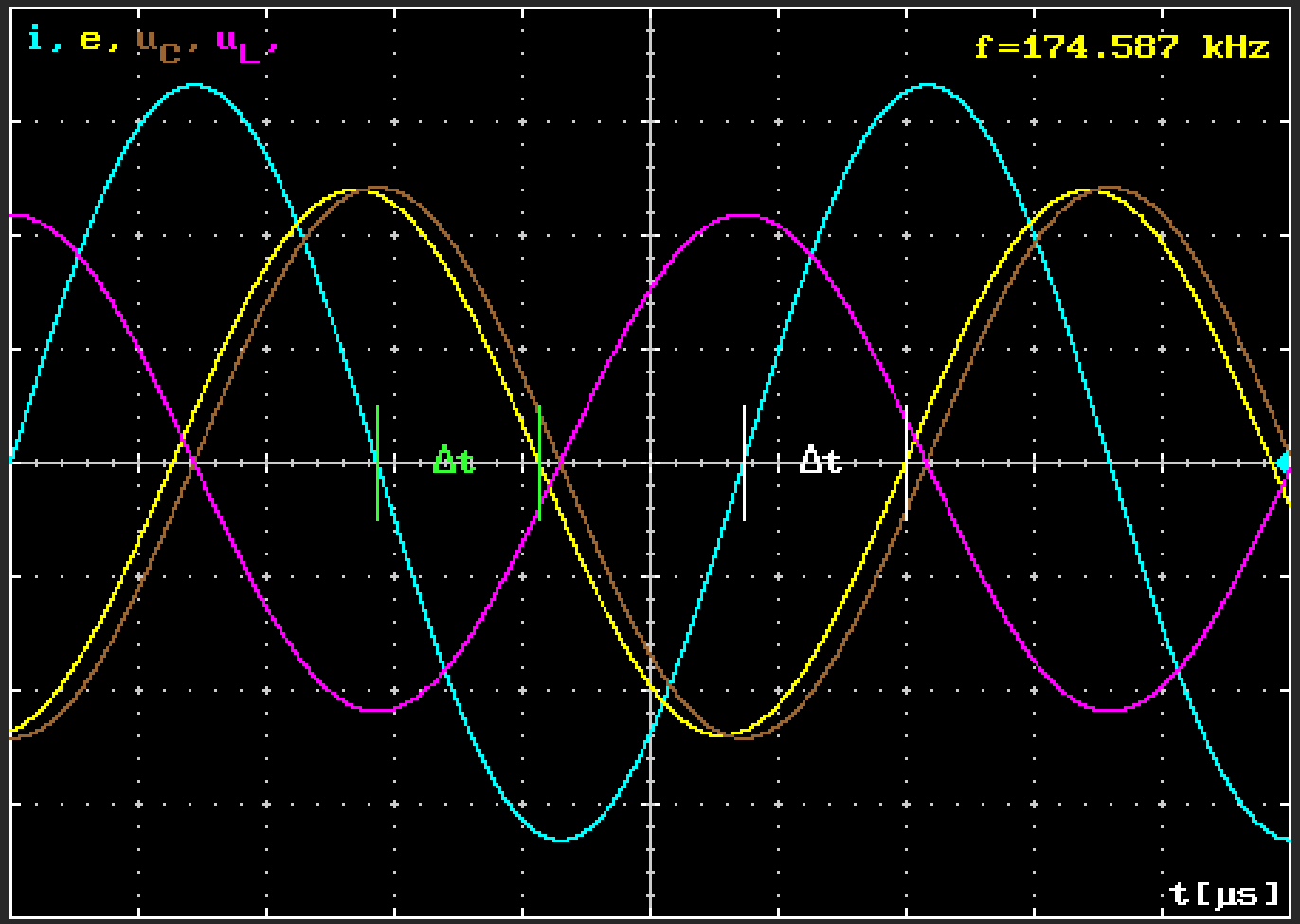
505

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 664 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L 1.09205 V; $\varphi_L=+90°$

U_C 1.21003 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-79.48°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.265 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

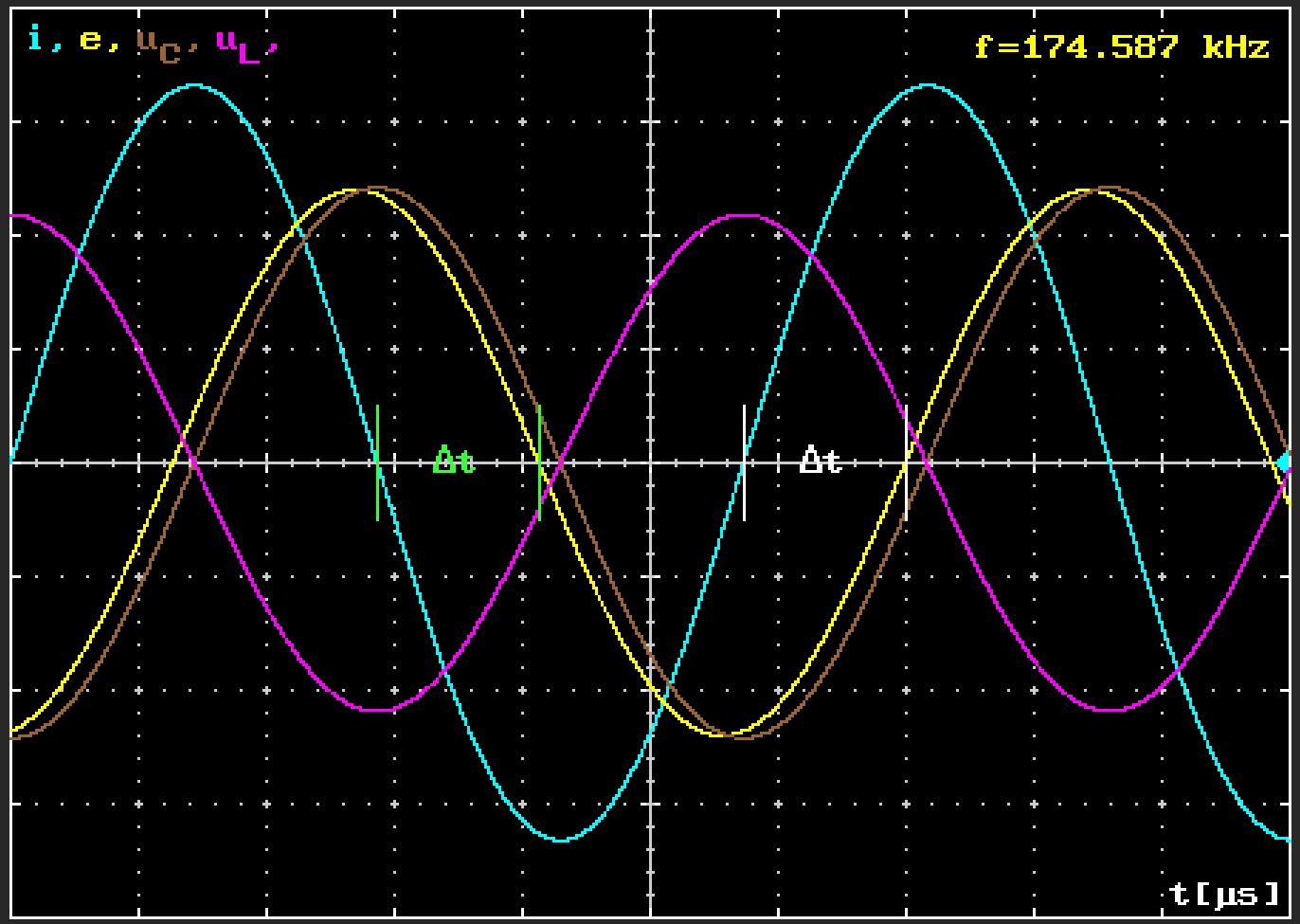
0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 180.8 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	664 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	1.09205 V; φ_L=+90°
U_C	1.21003 V; φ_C=-90°
E_0	120 mV; φ_E=-79.48°

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.265 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

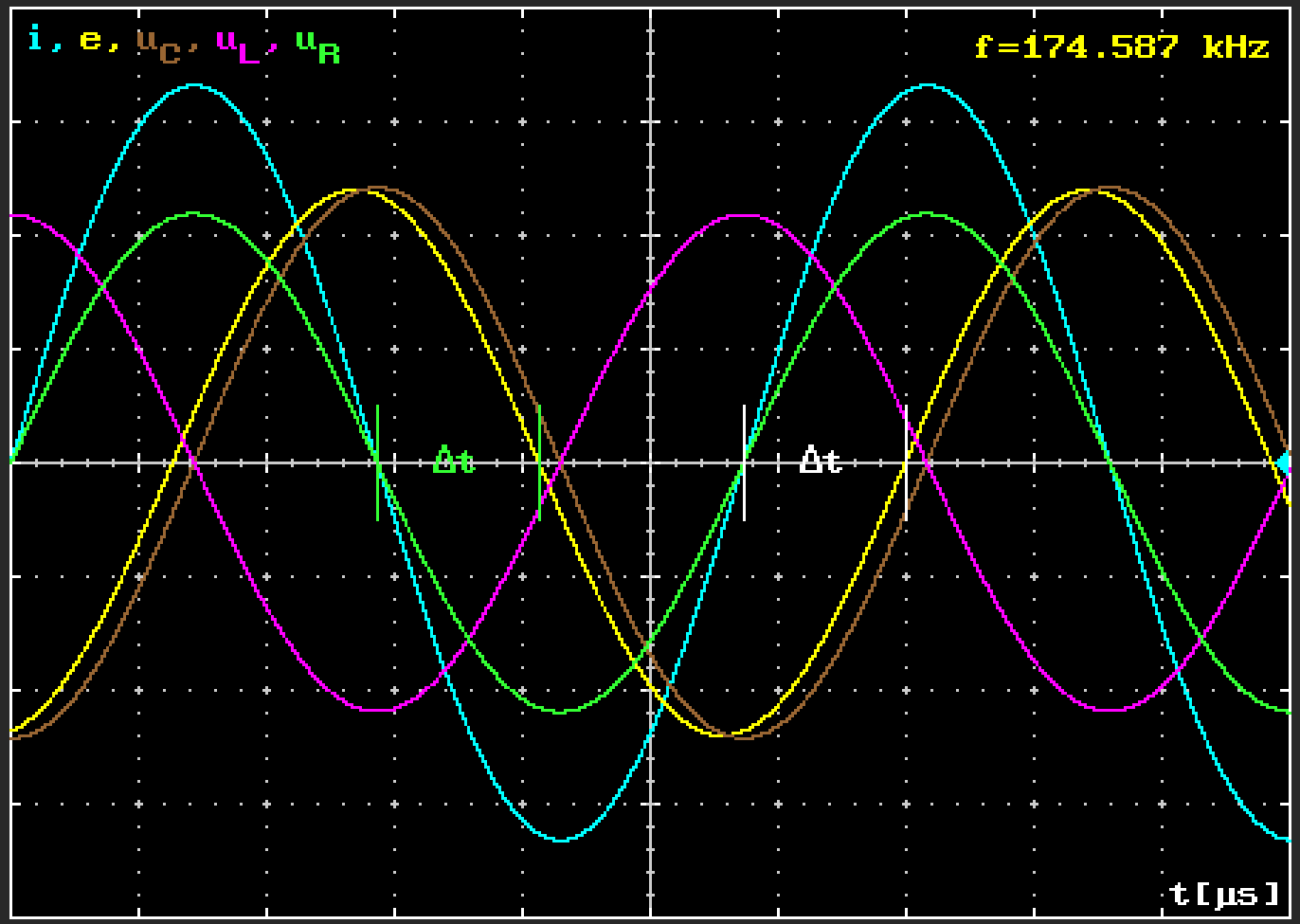
507

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	664 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	21.9015 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	1.09205 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	1.21003 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-79.48°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.265 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

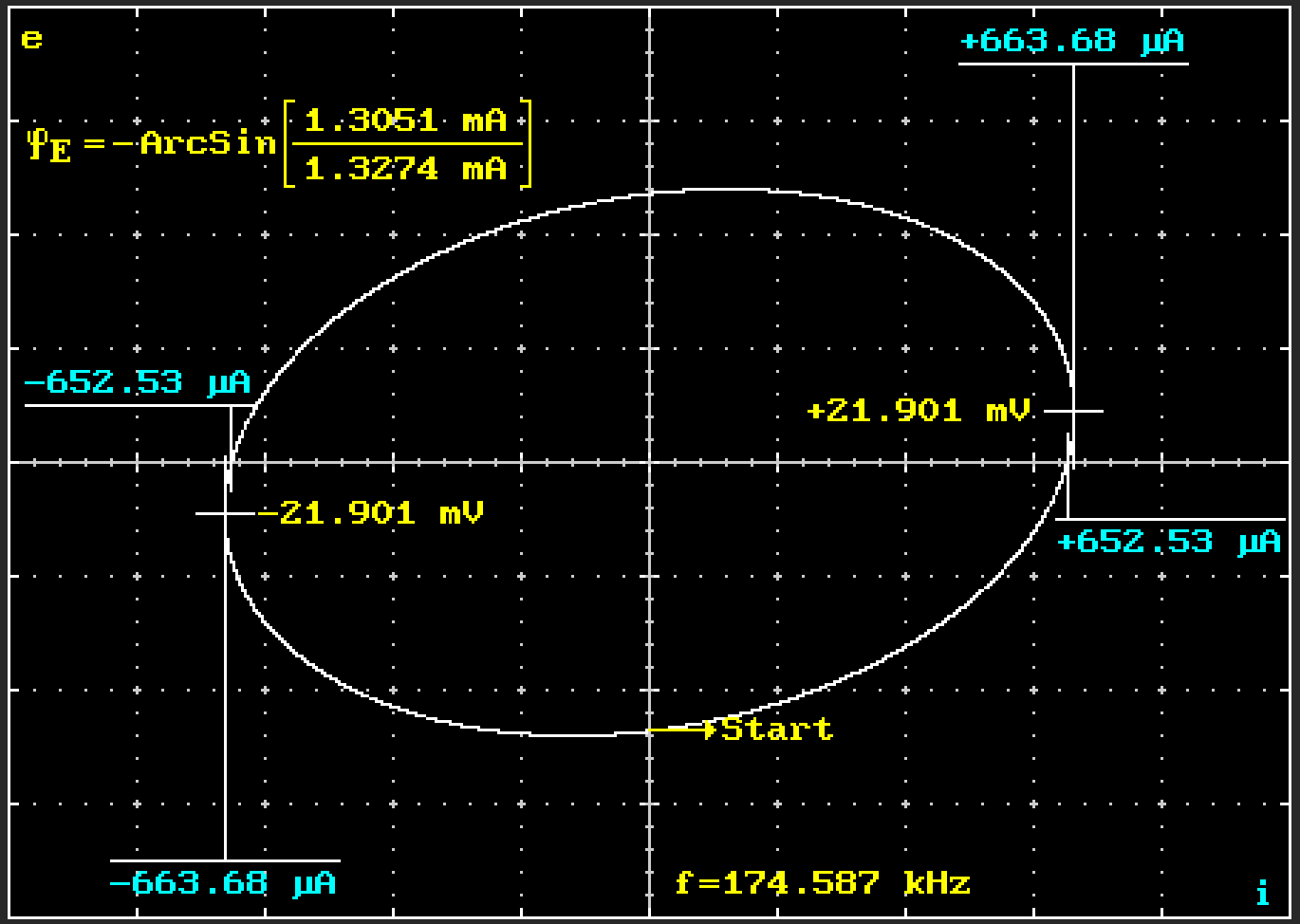
508

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	664 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	21.9015 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	1.09205 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	1.21003 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-79.48°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.265 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

509

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=180.101 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=998.7 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

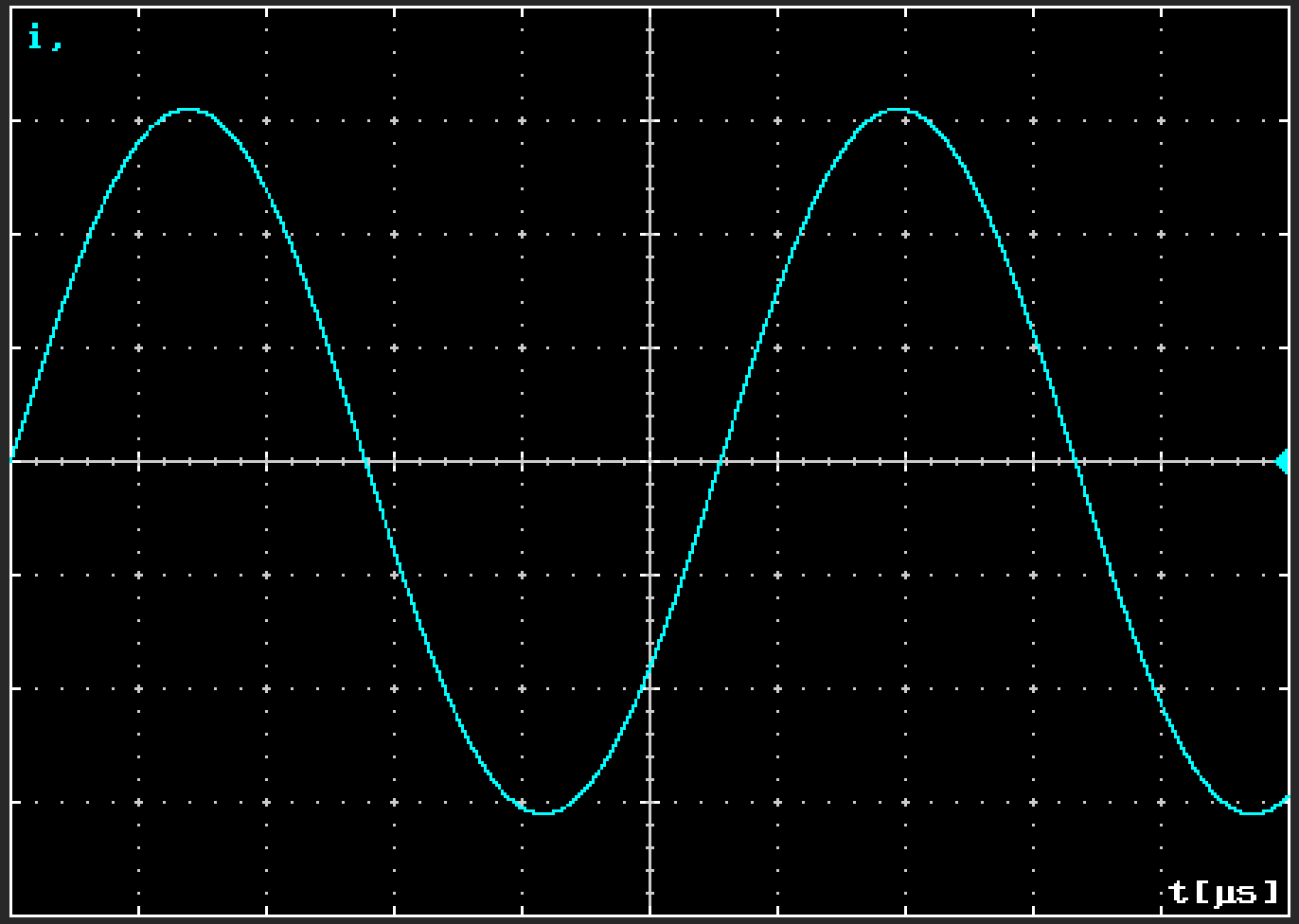
510

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

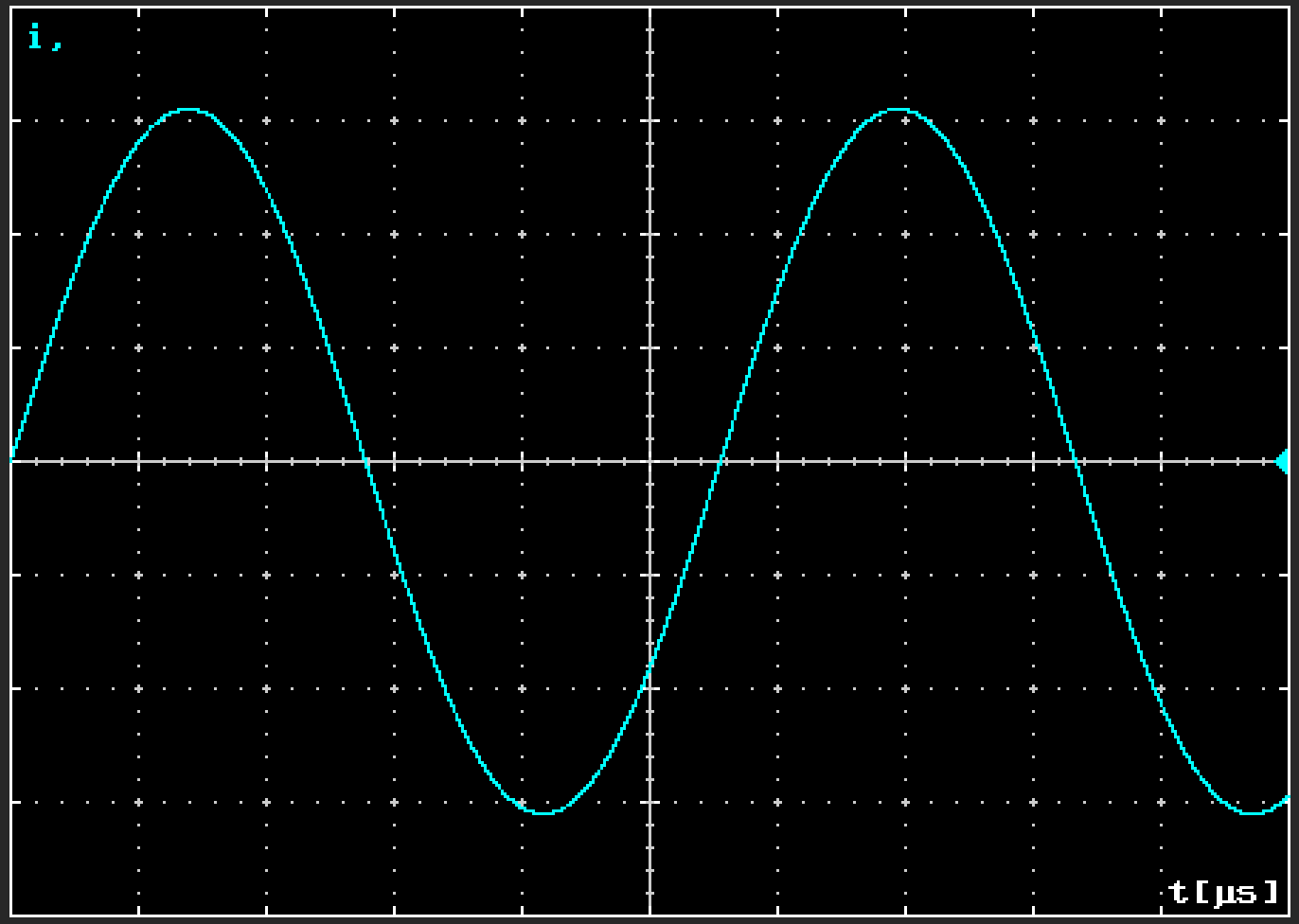
511

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

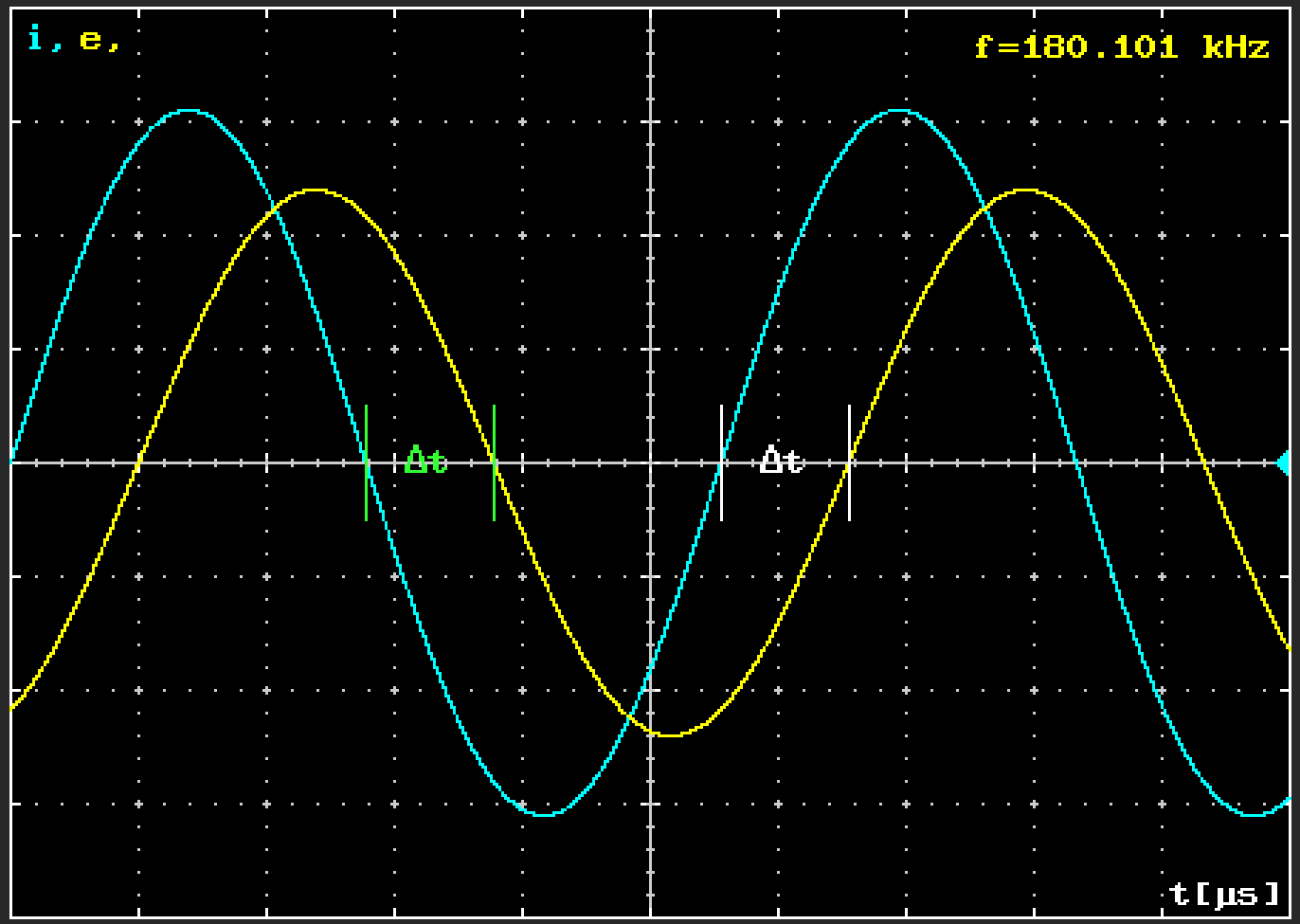
512

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

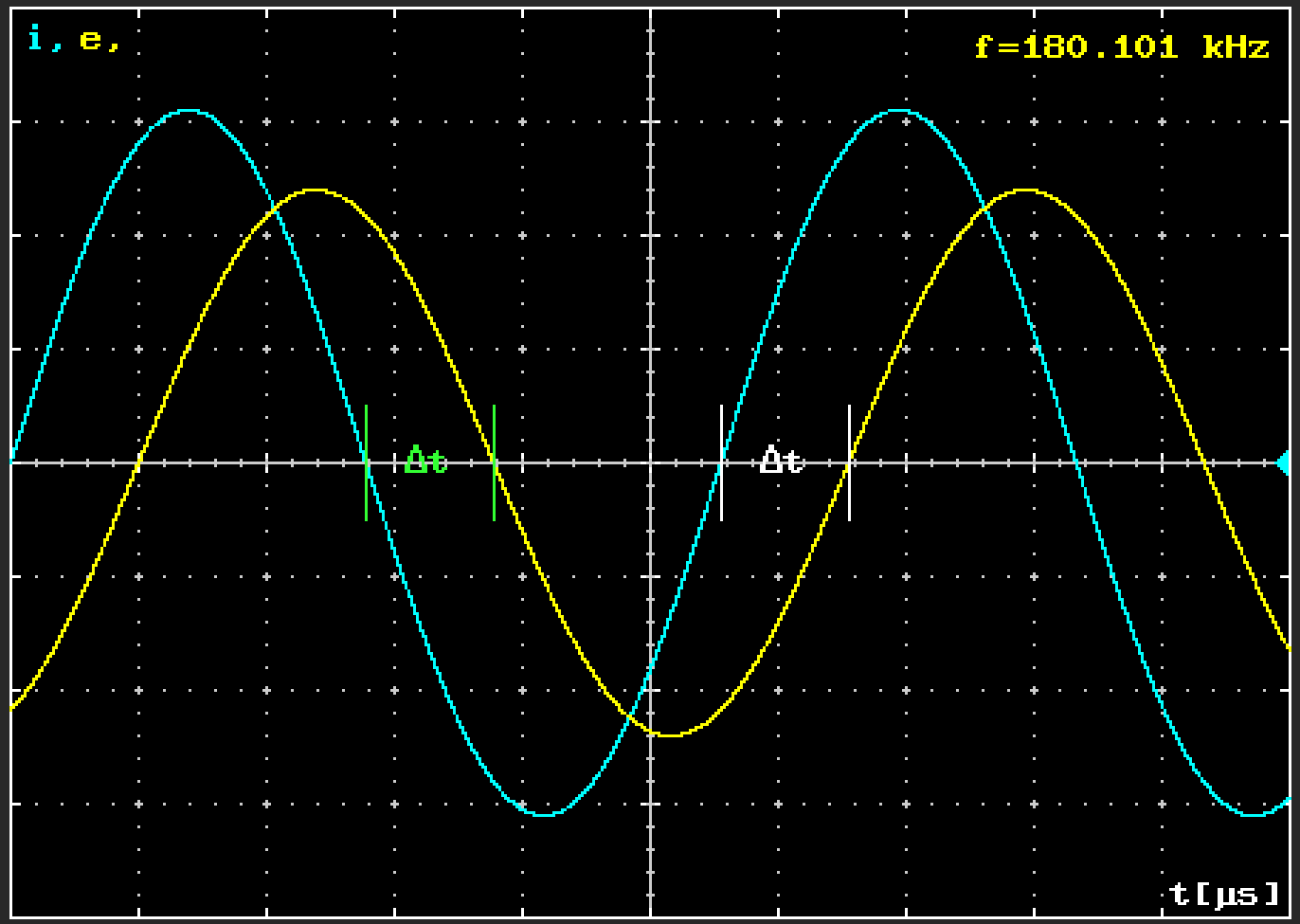
513

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

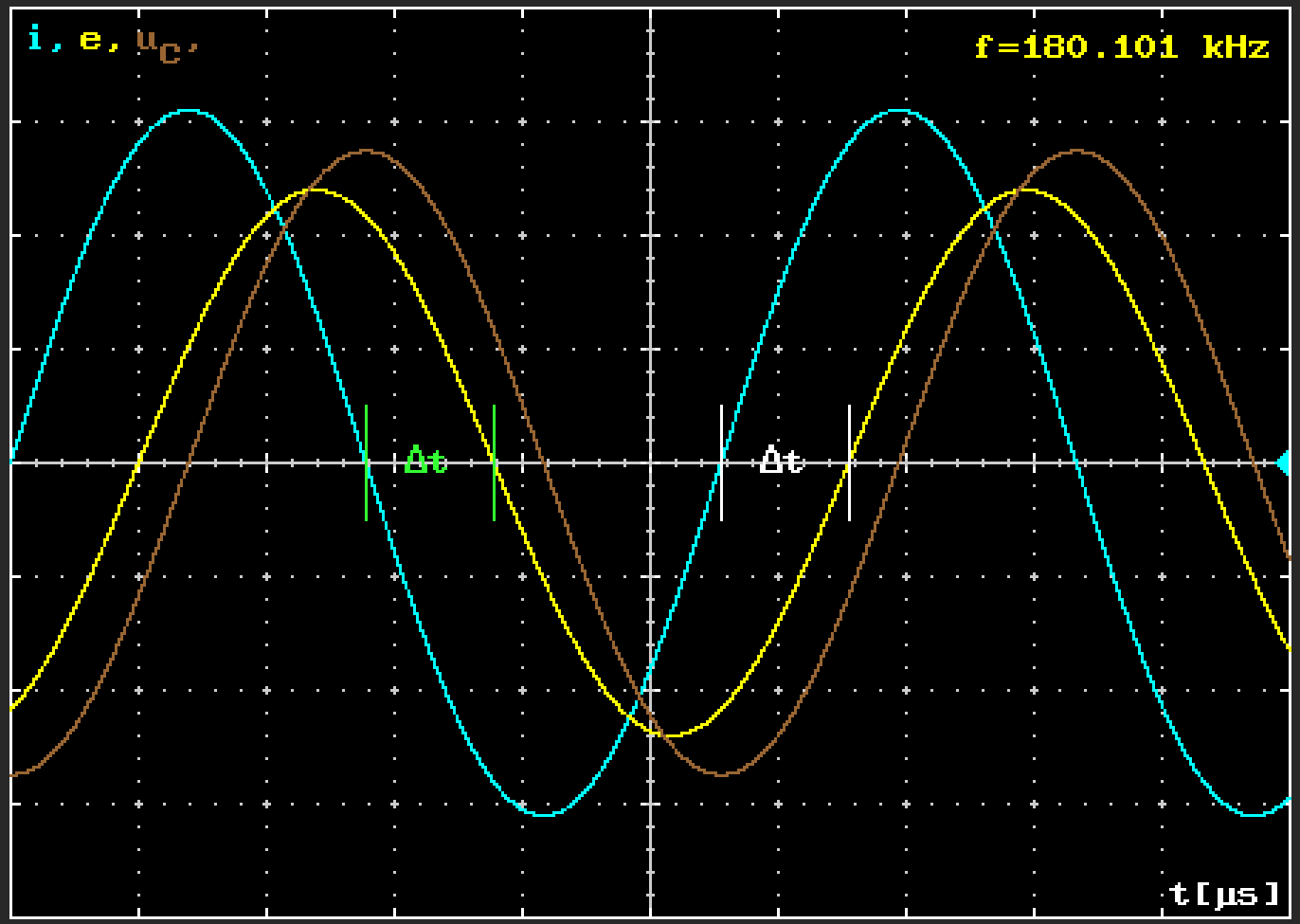
514

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 2.74105 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

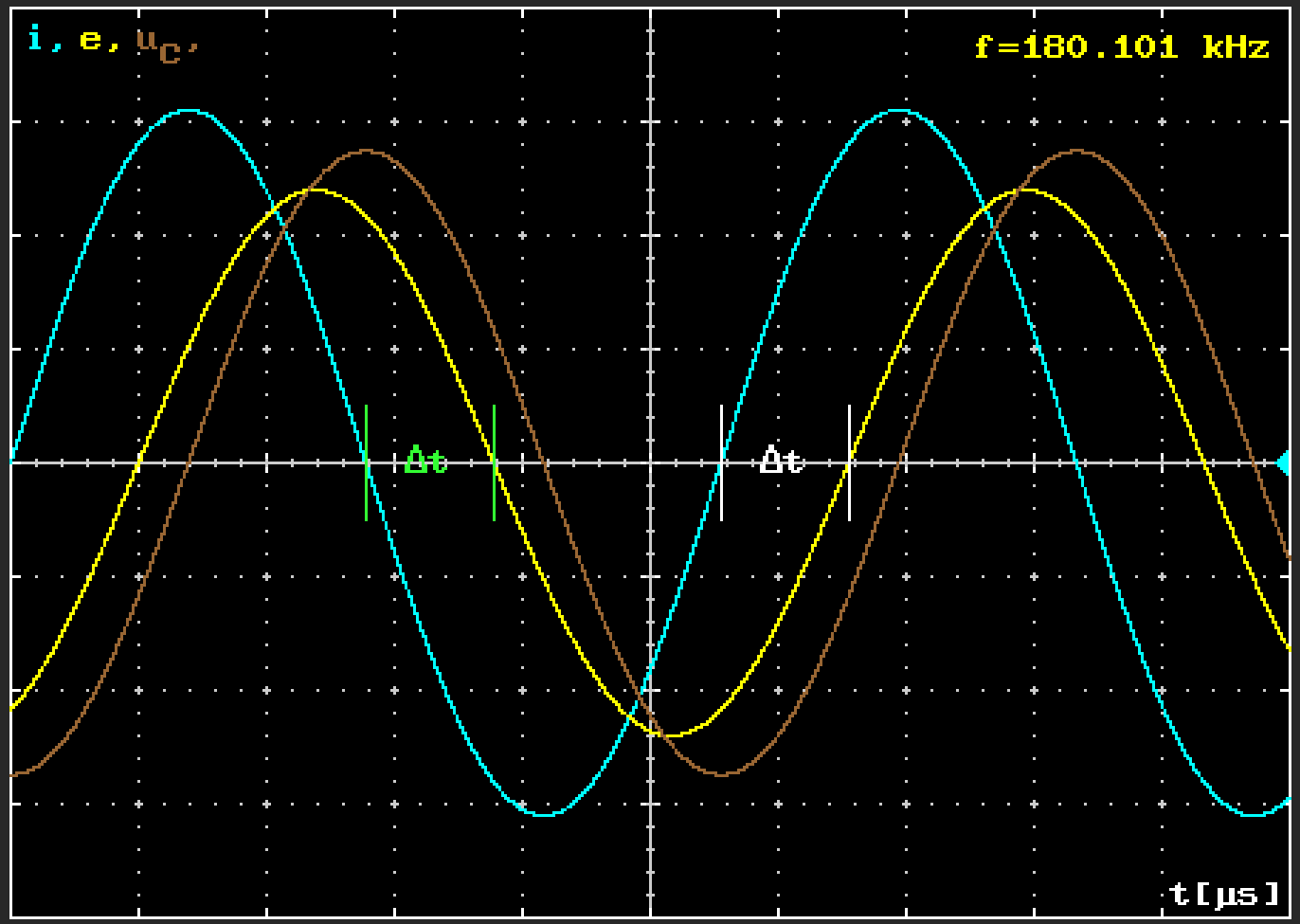
0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 2.74105 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

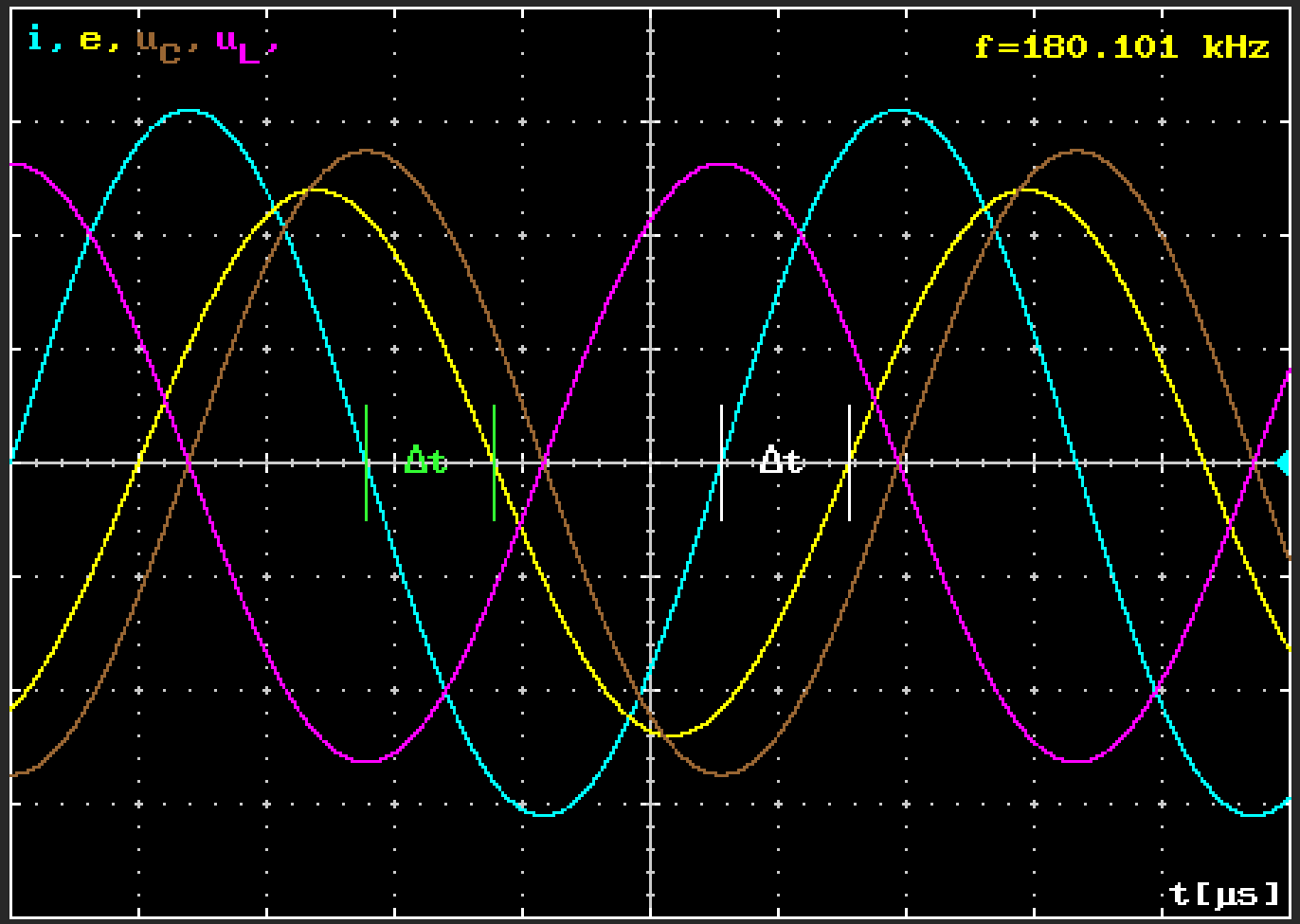
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	2.63251 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.74105 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

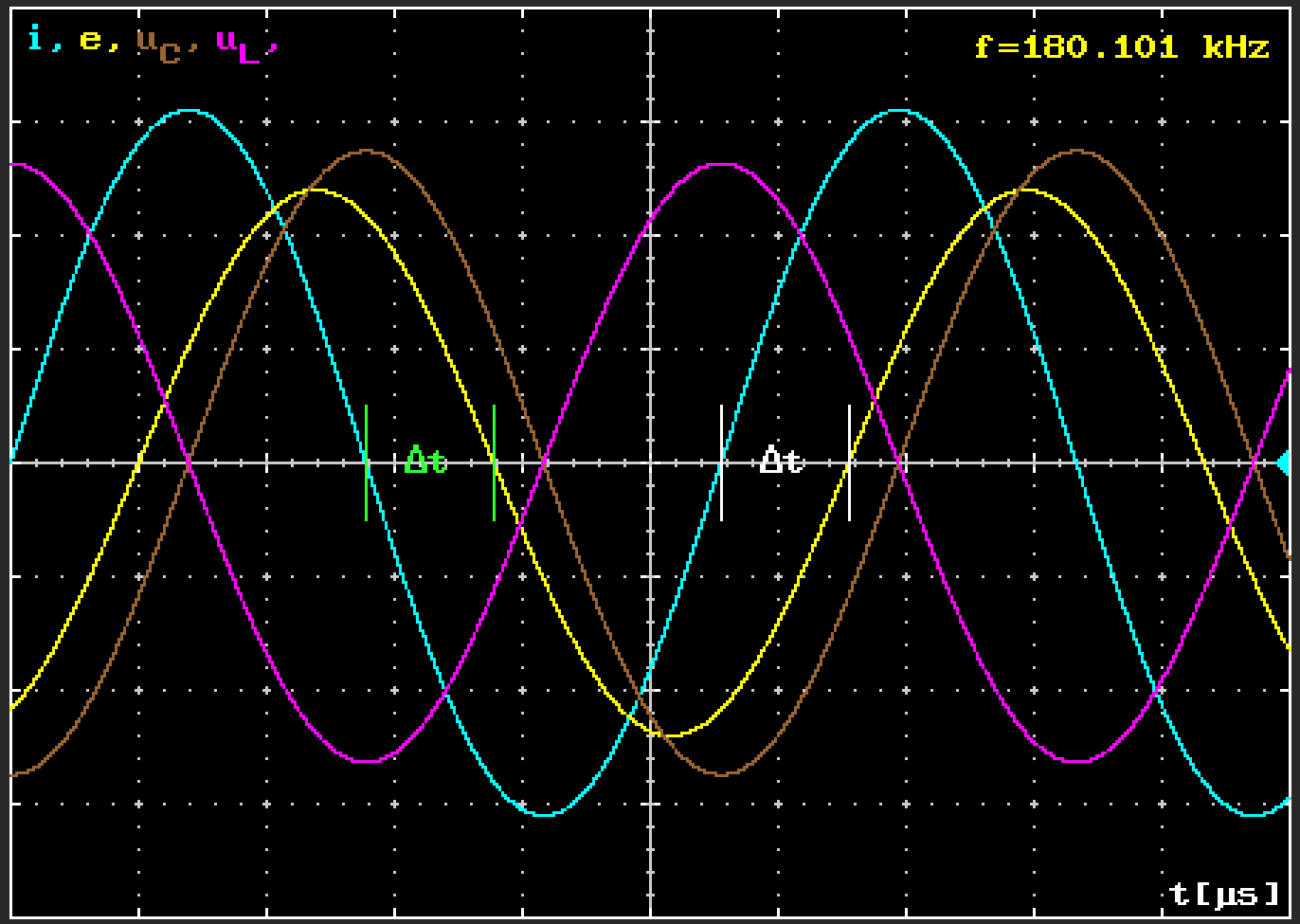
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L 2.63251 V; $\varphi_L=+90°$

U_C 2.74105 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

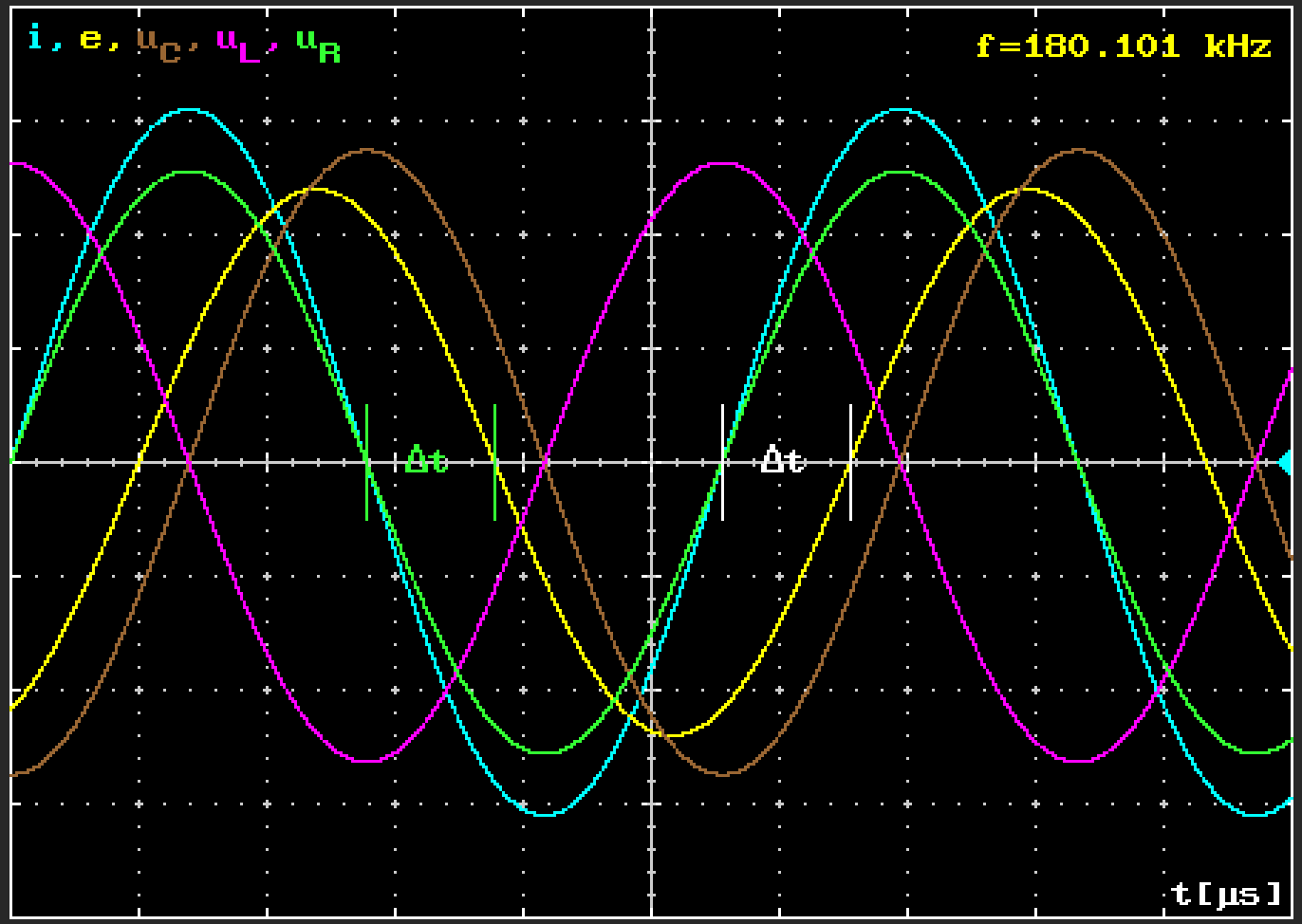
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	51.1795 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.63251 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.74105 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

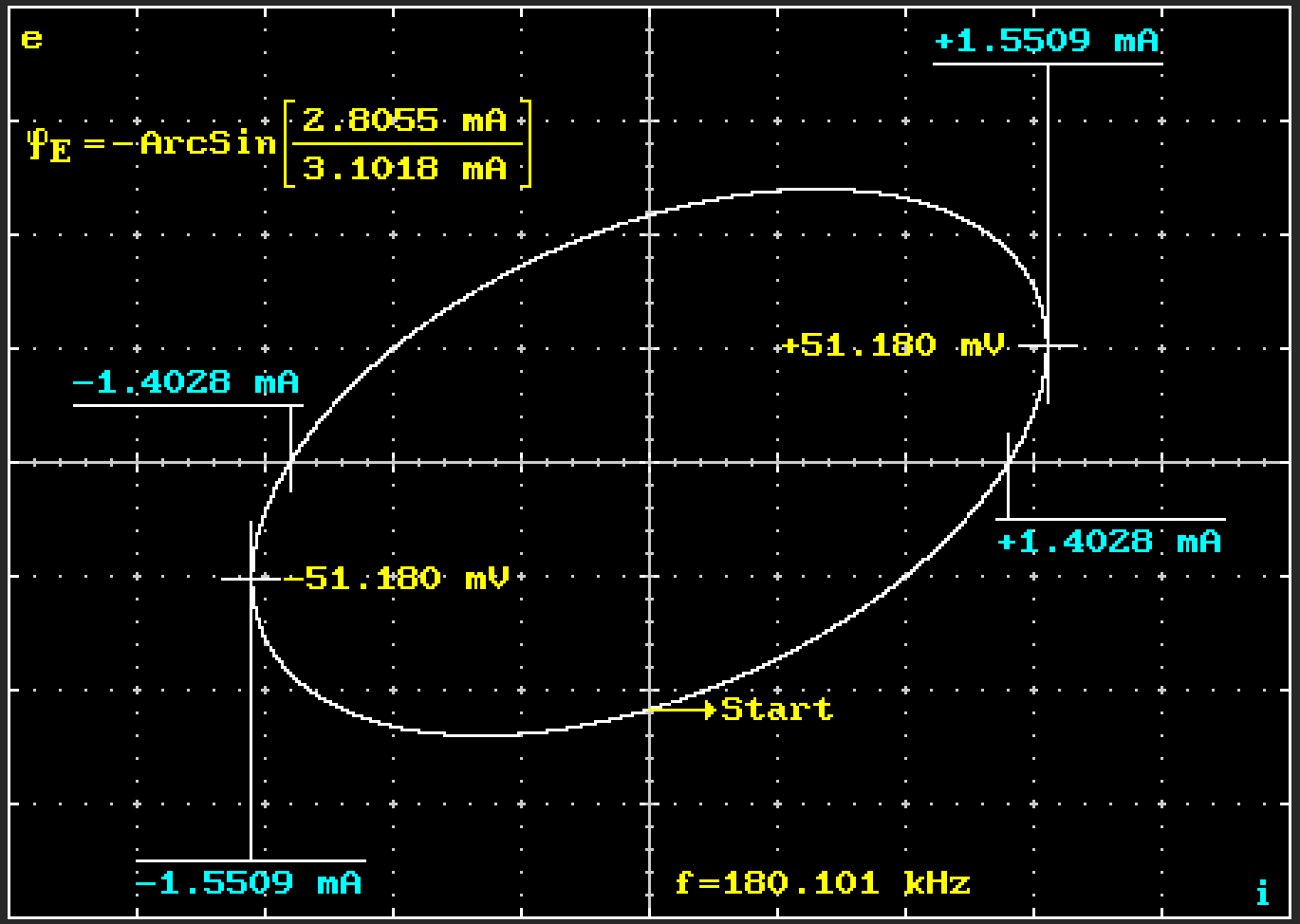
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	120 mV, állandó
R	33.0 Ω
L	1.50 mH
C	500 pF
Z	77.37 Ω
f_0	183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	-2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	51.1795 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.63251 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.74105 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

A Lissajous-ellipszis egy pontja az időreferencia függvényében megadja az ellipszis ugyanazon pontjához tartozó generátorjel értékét is. A **Start** a körbejárási irányt és egyben az időreferencia nullpontjához tartozó generátorjel értéket adja meg. Ebben az esetben az i áram (ez a referencia, a szabad változó) nulla értékénél az e generátorjel egy negatív értékkel rendelkezett, vagyis az e feszültség késik az i áramhoz képest, tehát egy kapacitív jellegű áramkörről van szó.

1 ↑↓

t[μs/div]

520

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=181.939 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=710.4 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

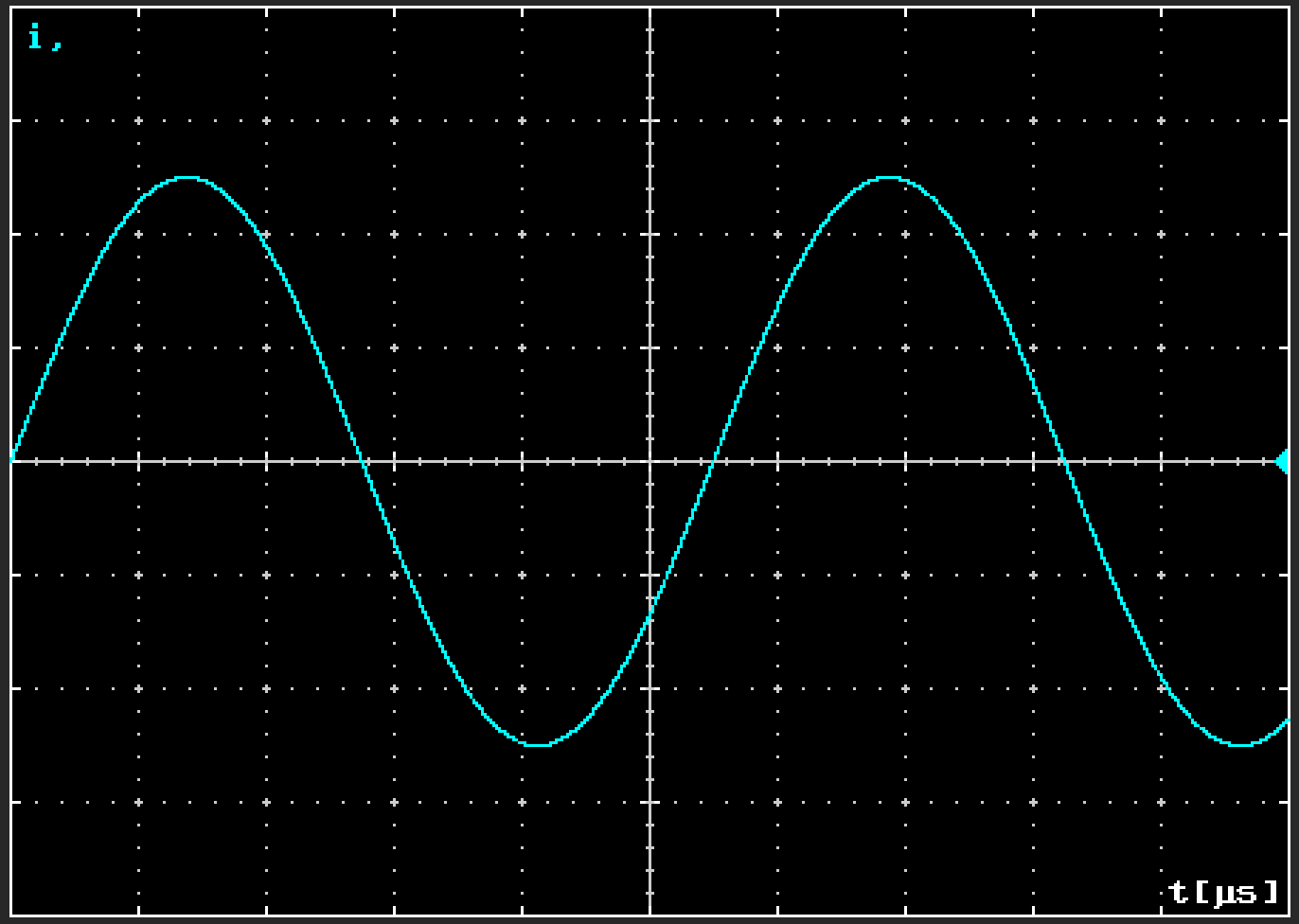
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

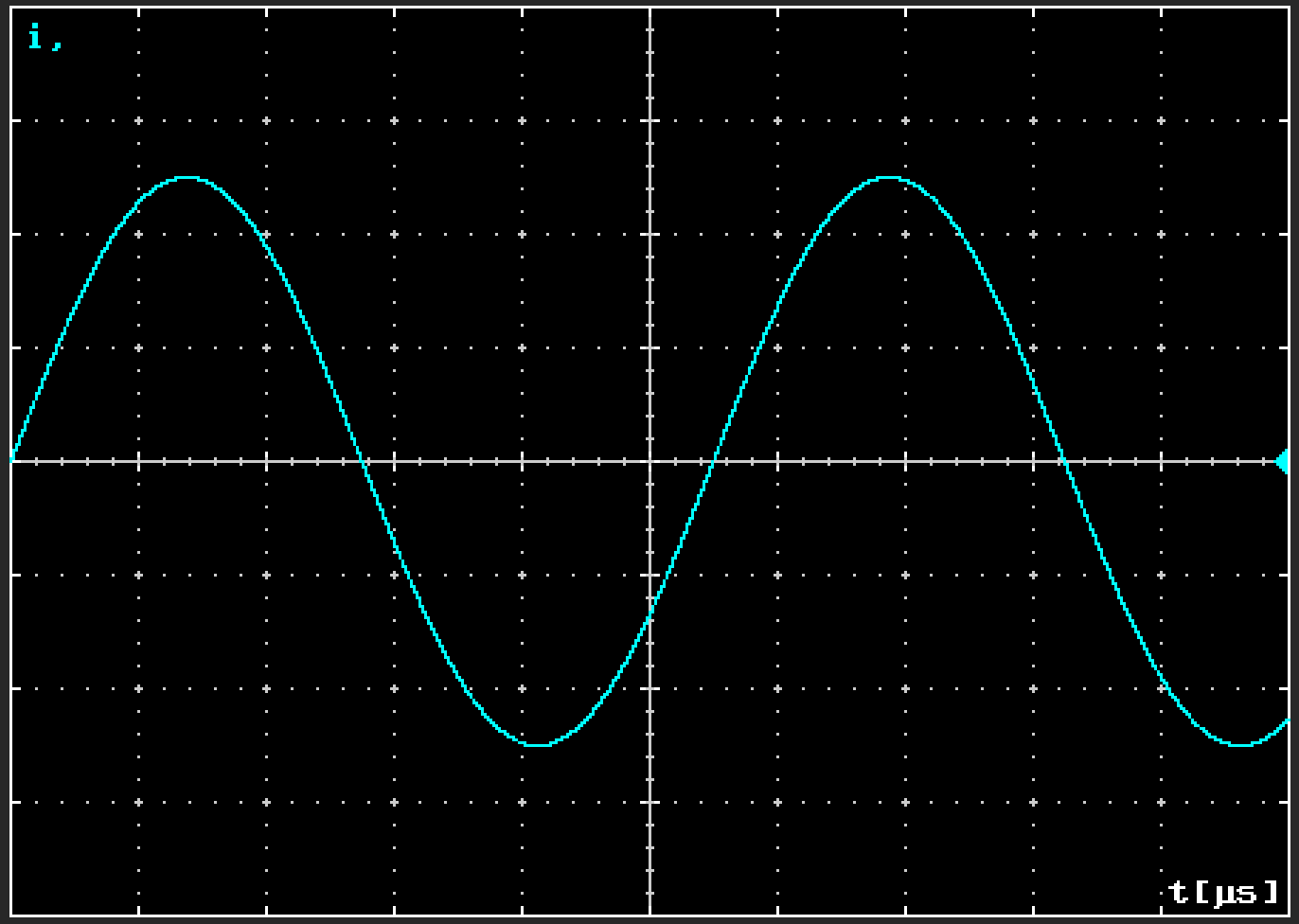
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

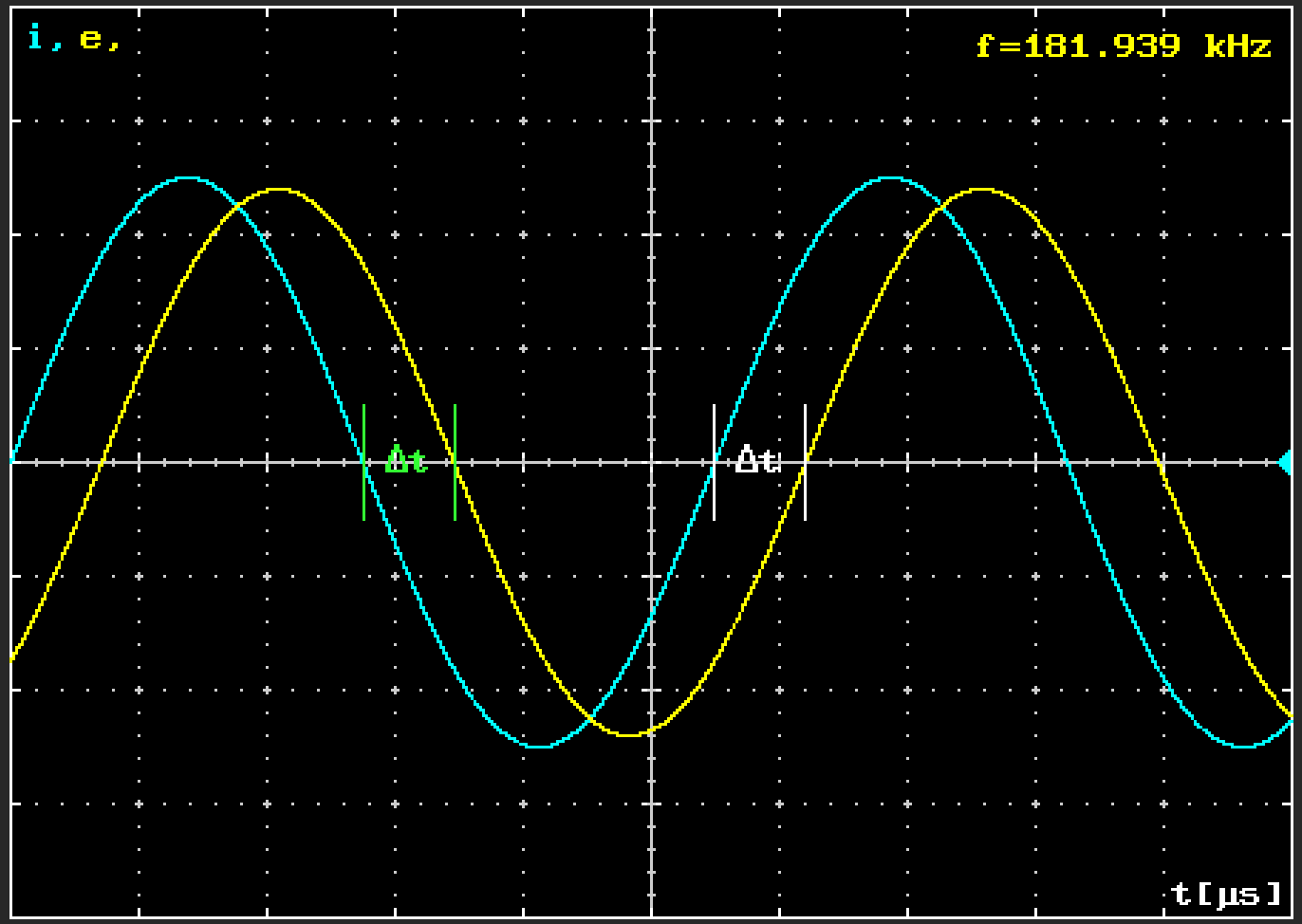
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

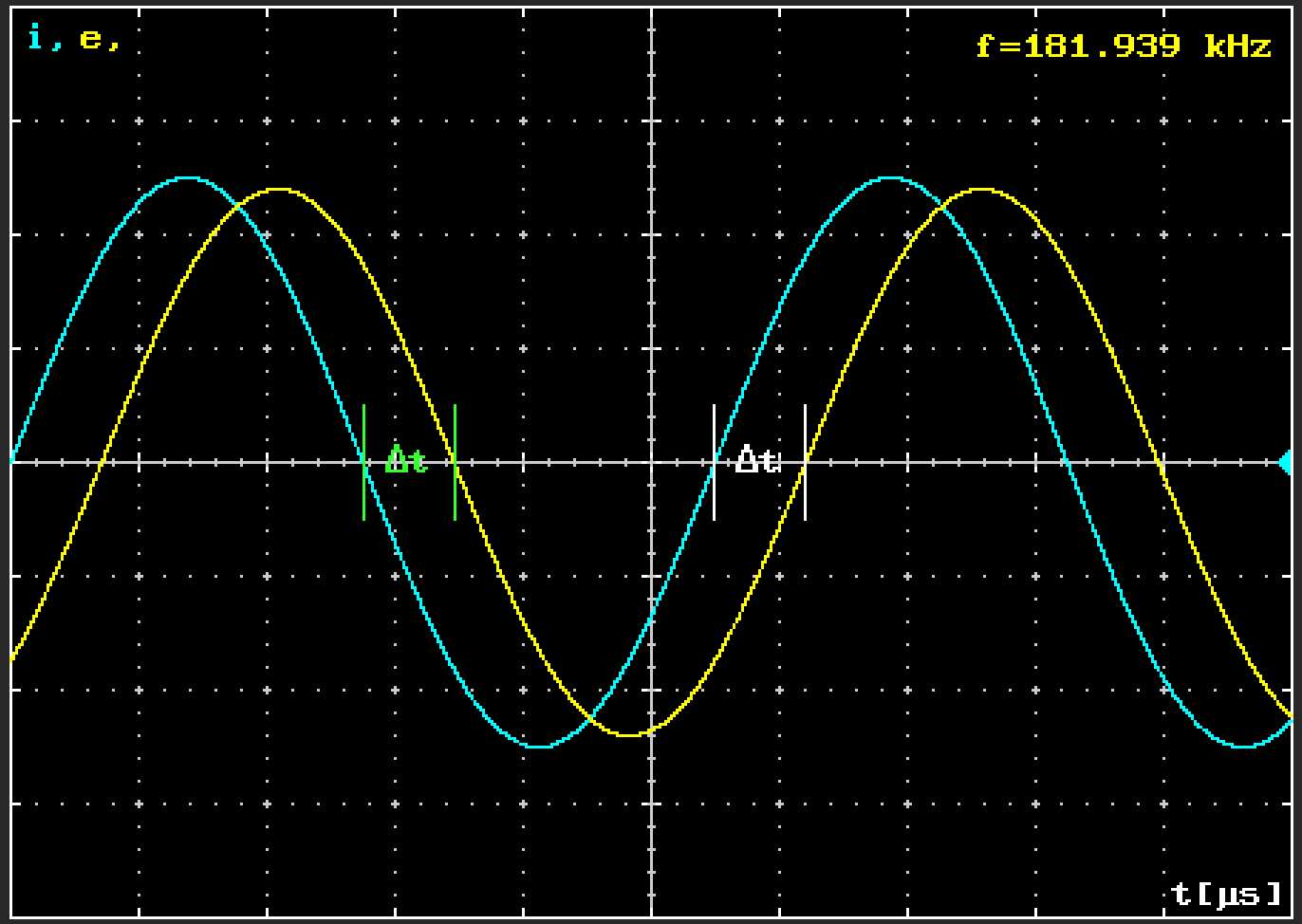
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

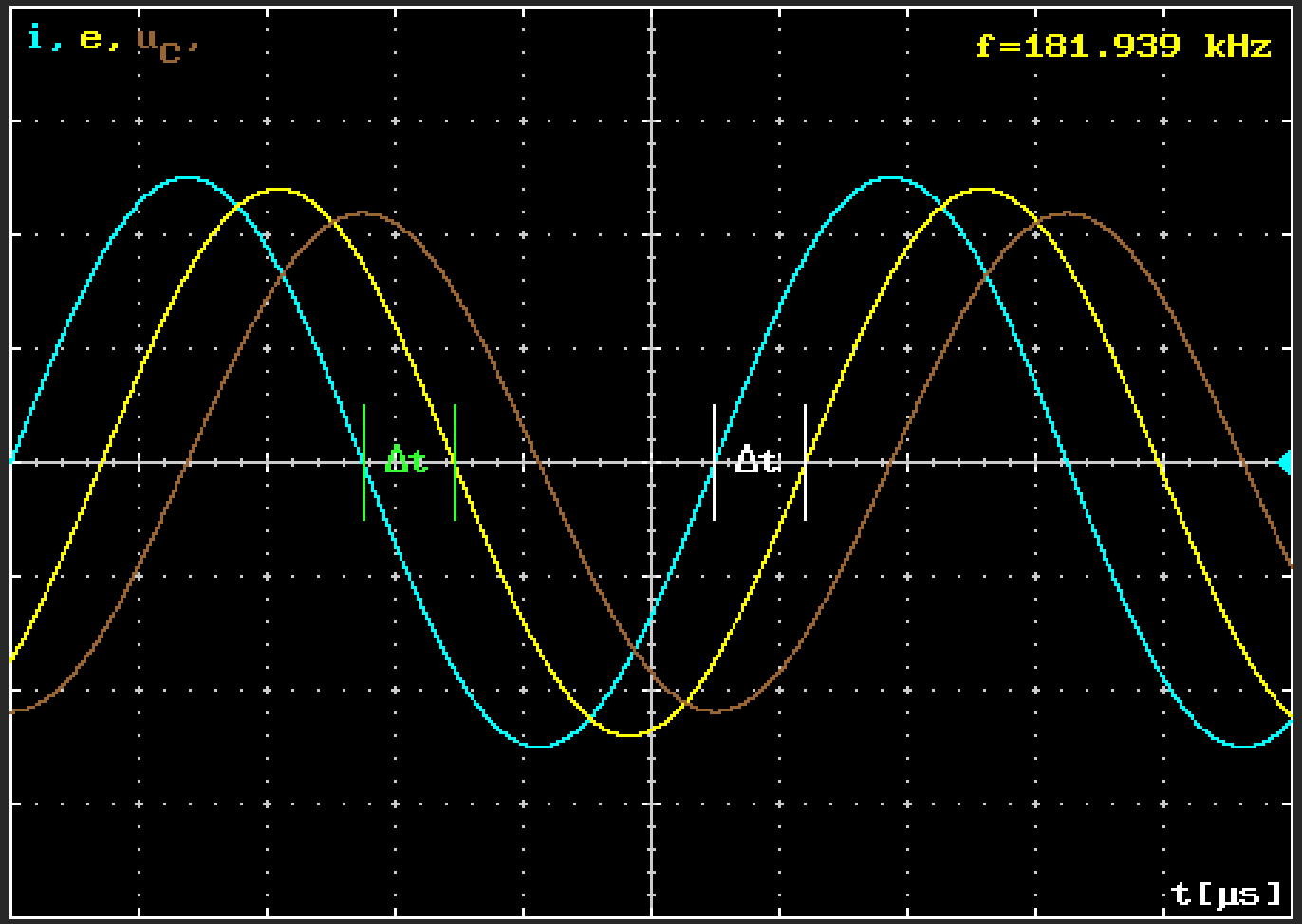
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 4.37715 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

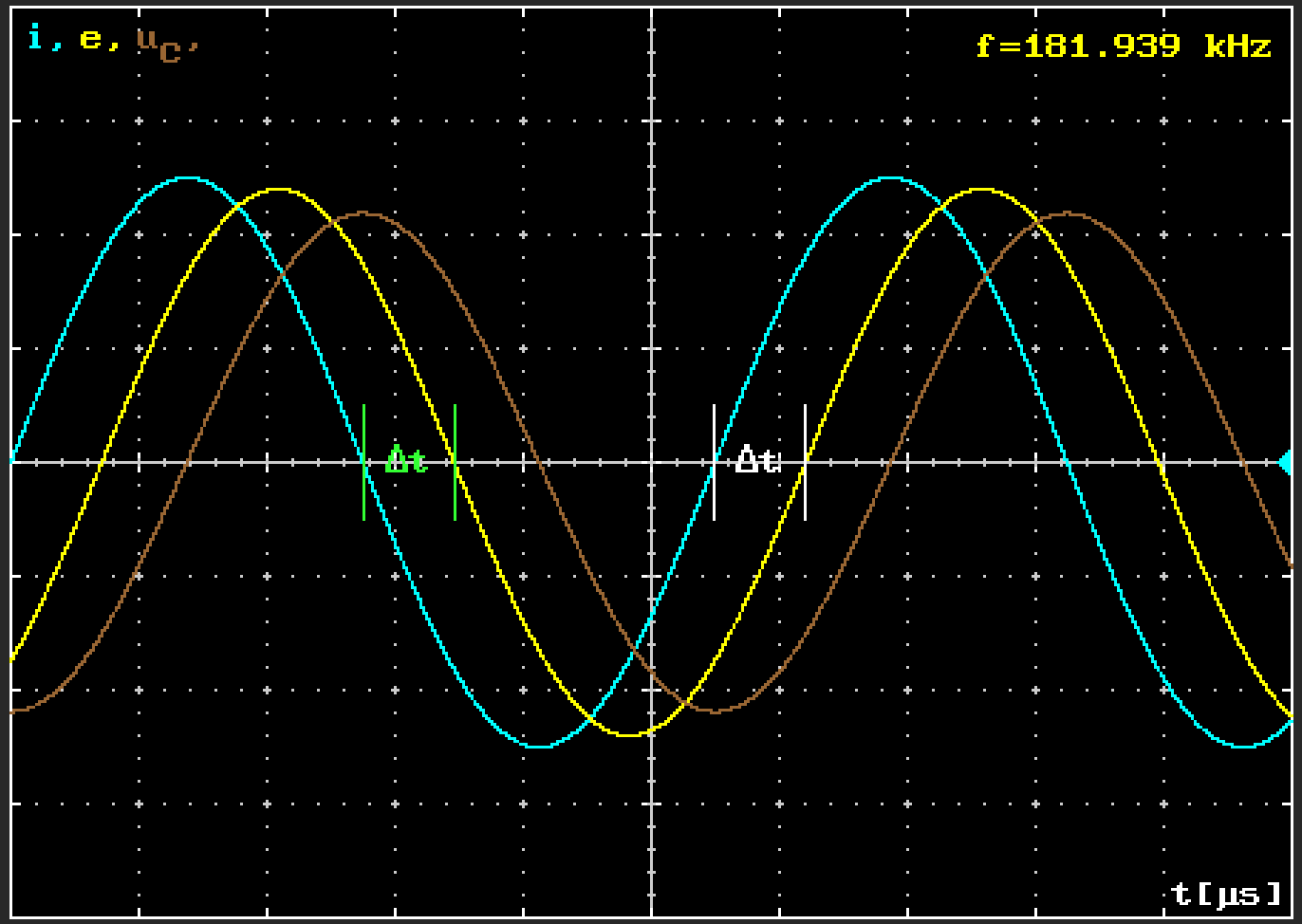
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 4.37715 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

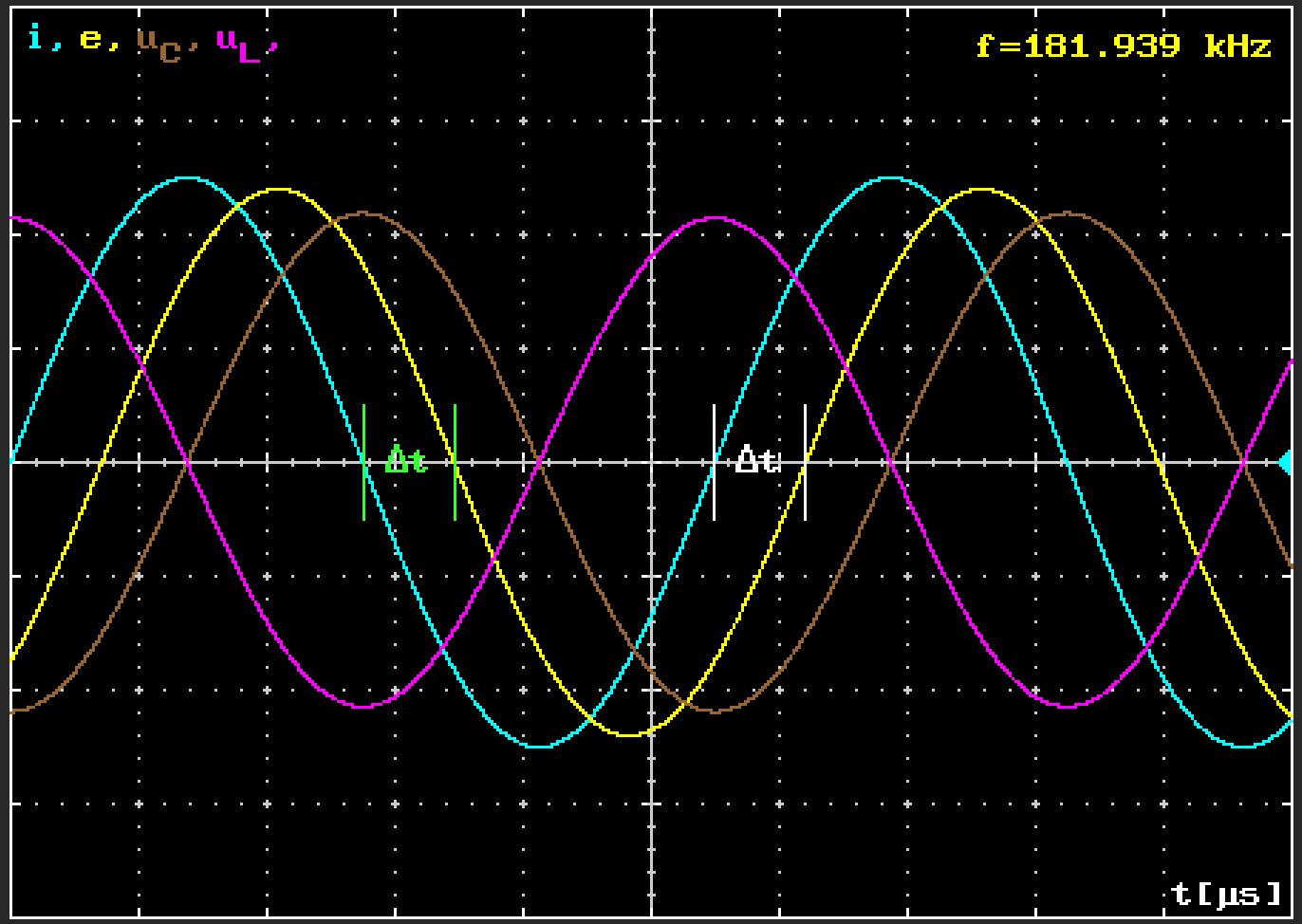
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	4.29006 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.37715 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

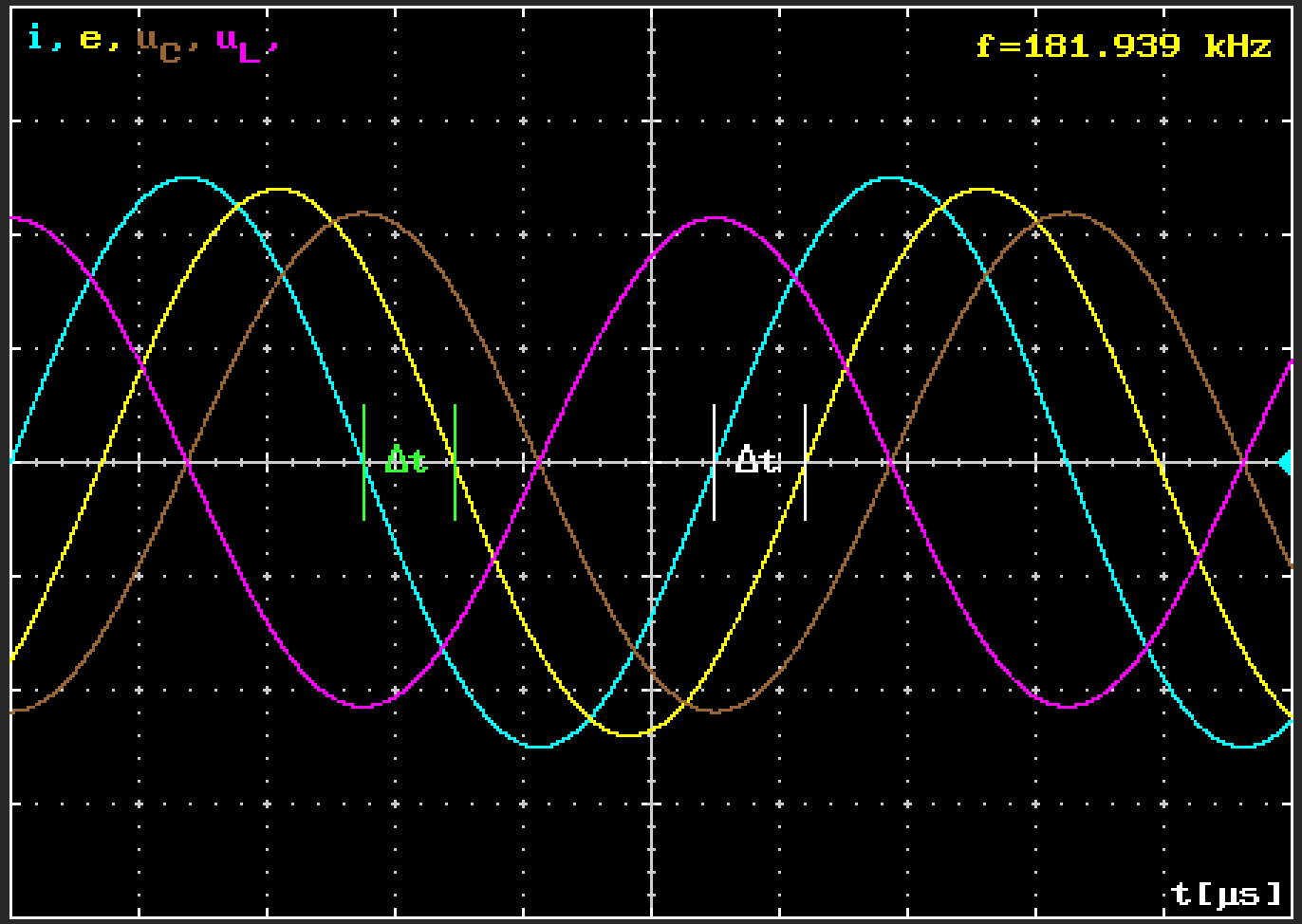
528

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	4.29006 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.37715 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

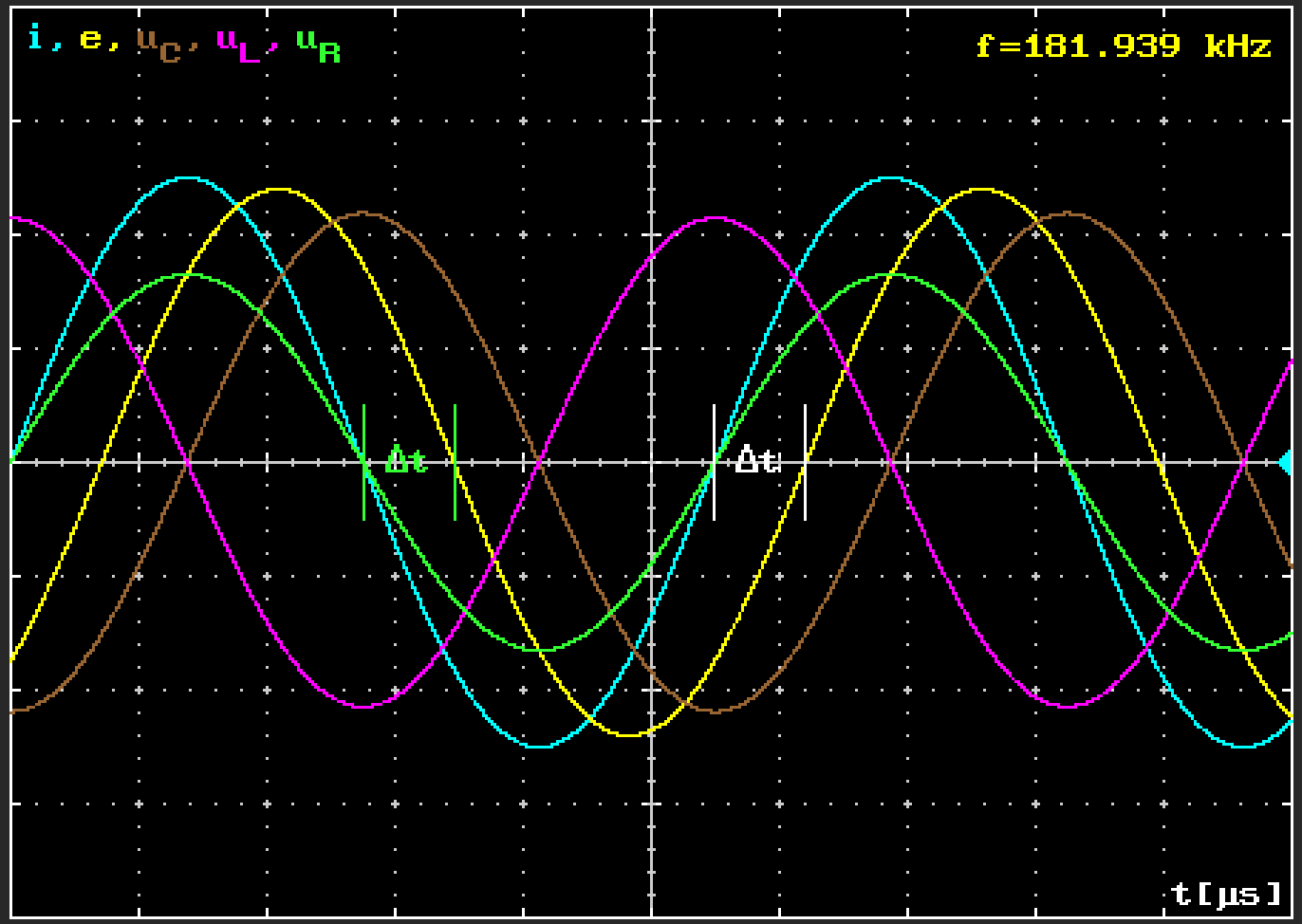
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	82.5621 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	4.29006 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.37715 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

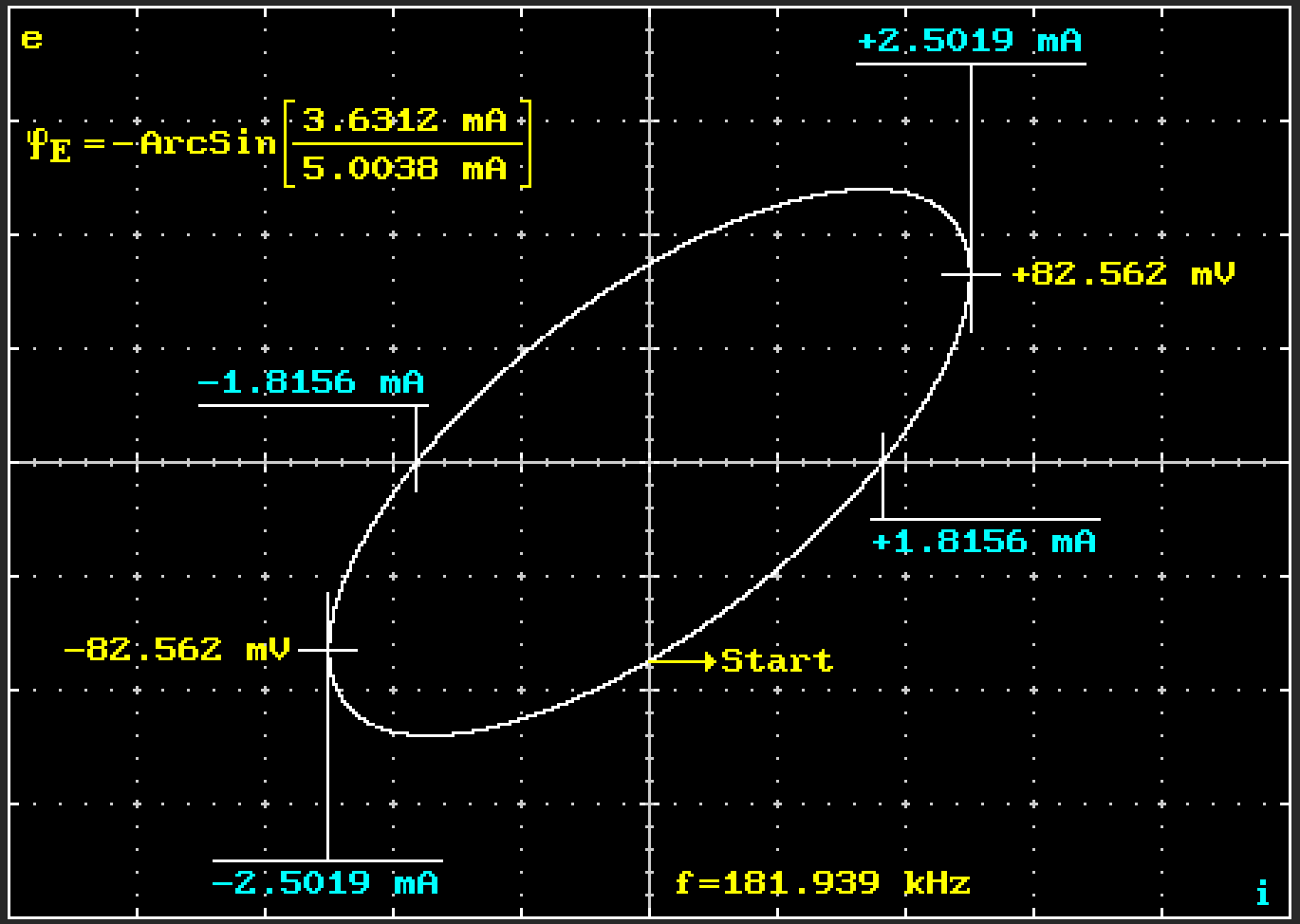
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 47.96 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	82.5621 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	4.29006 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.37715 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[μs/div]

531

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=182.857 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=421.8 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

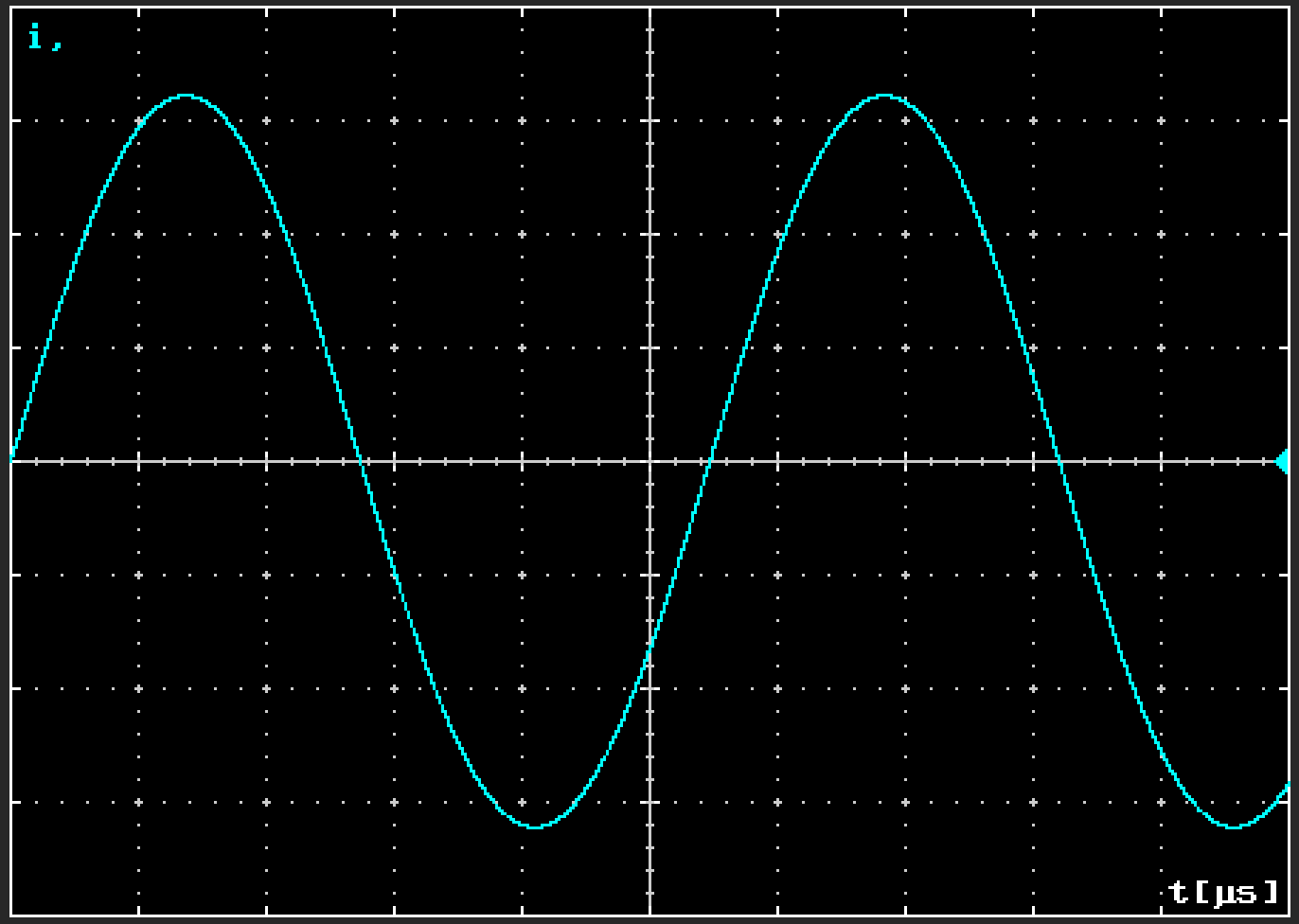
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

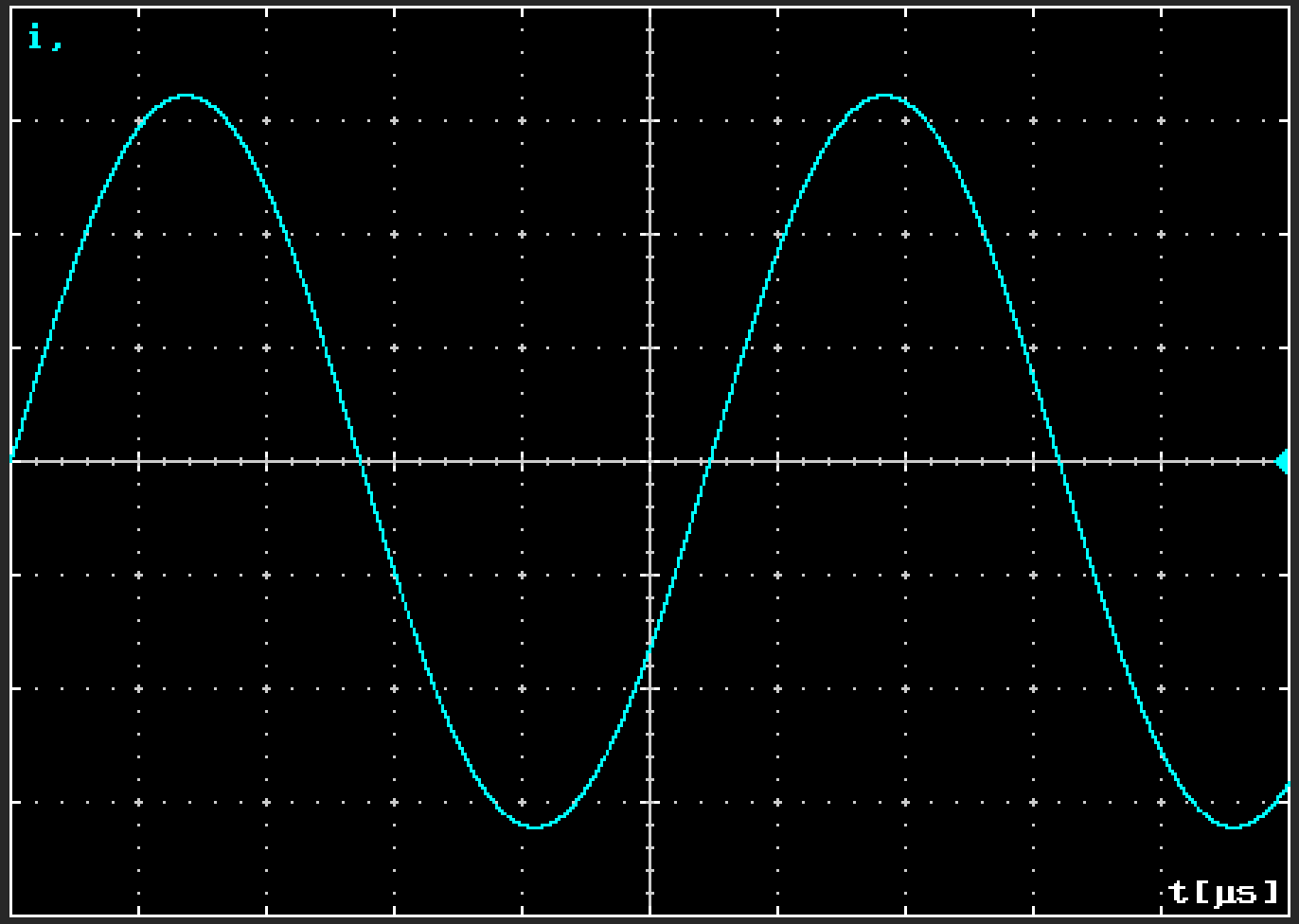
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

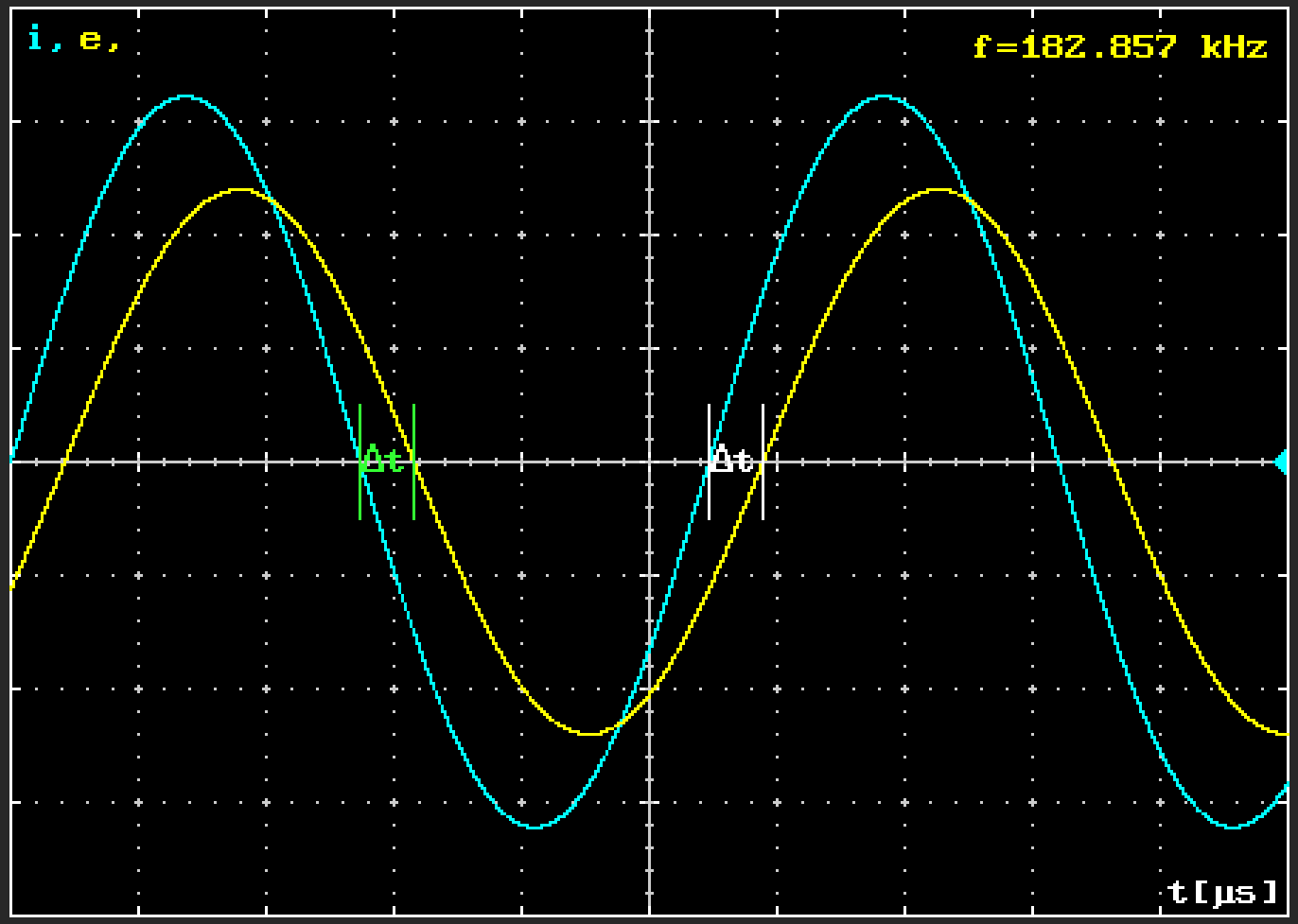
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

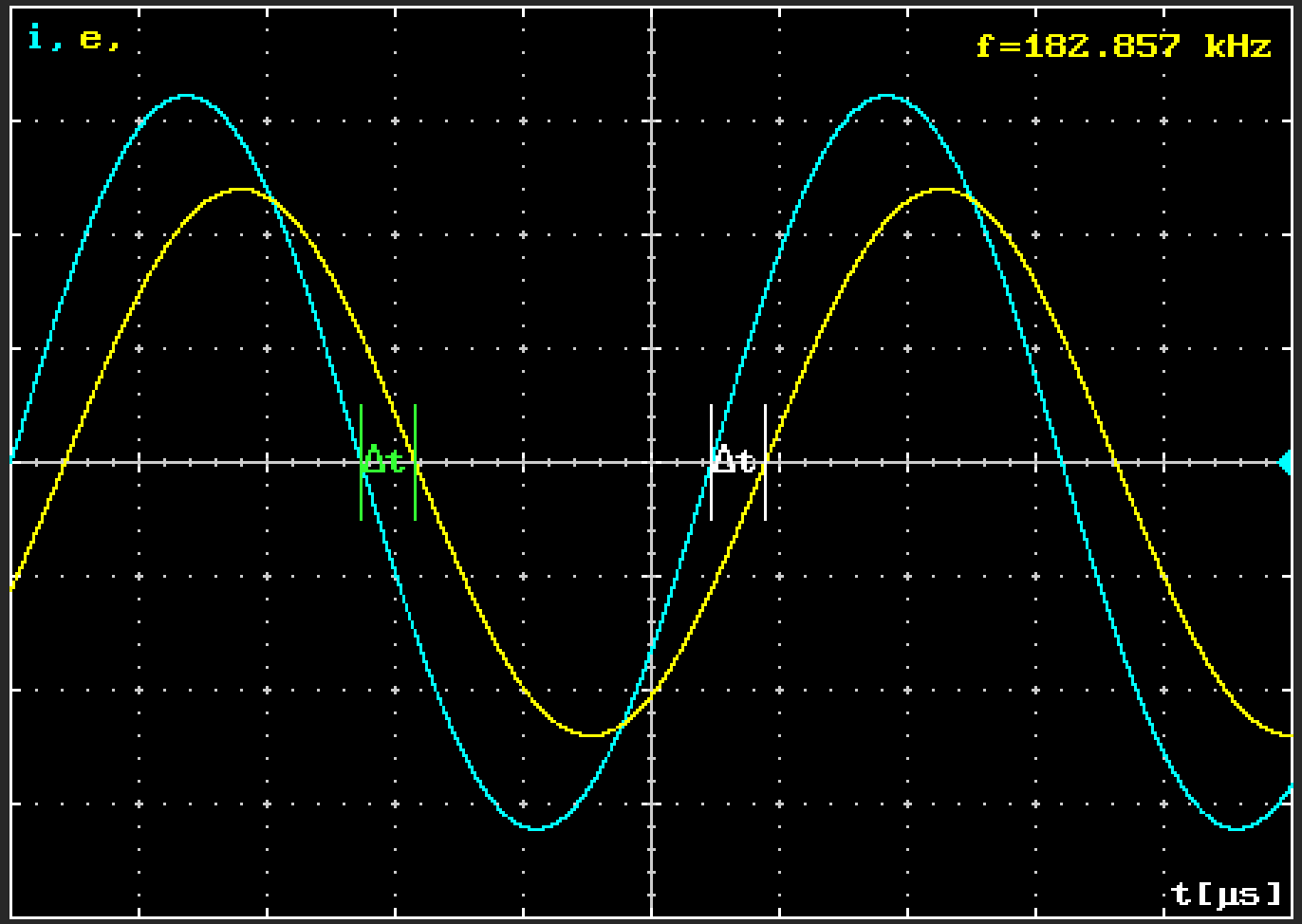
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

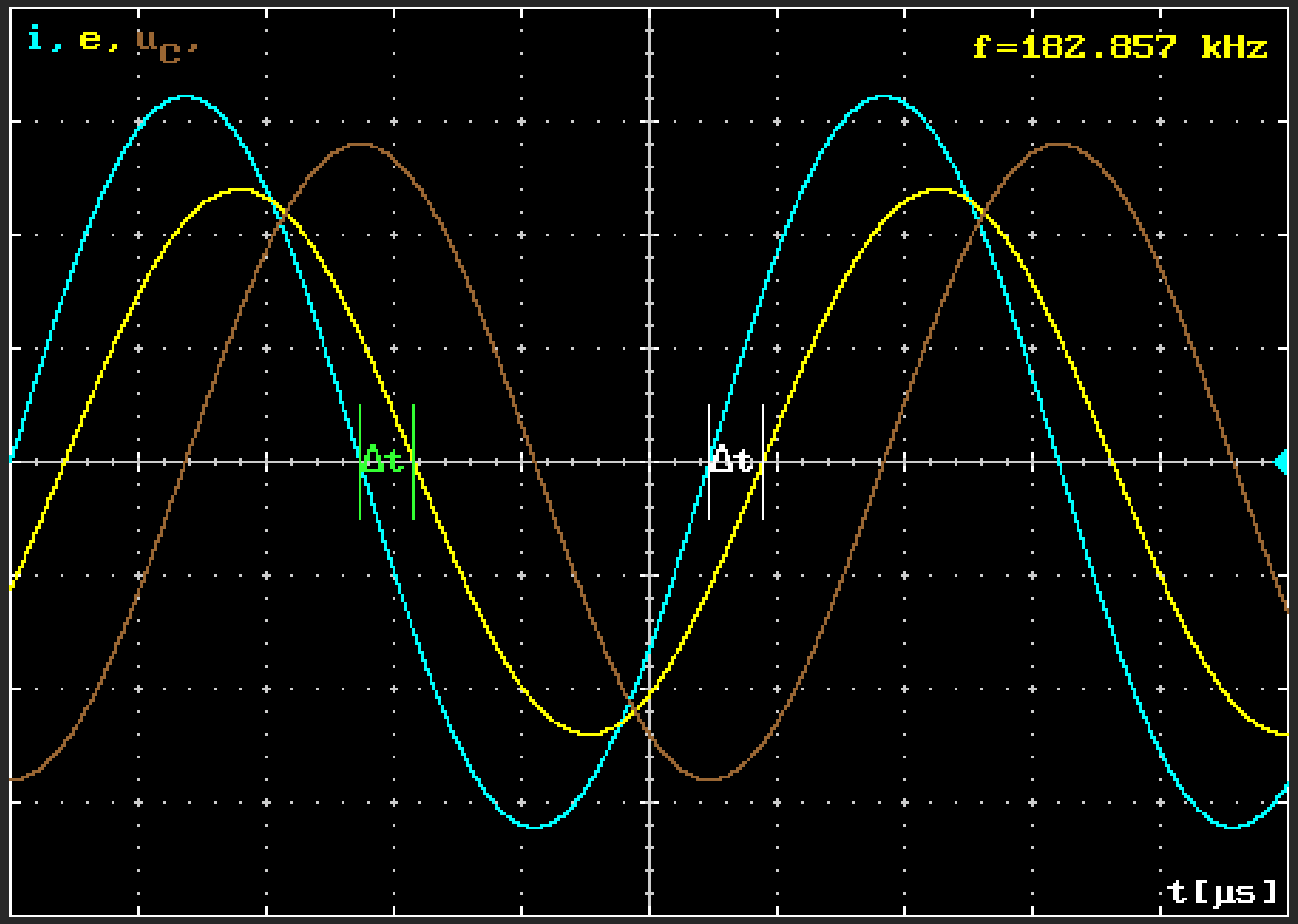
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 37.29 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

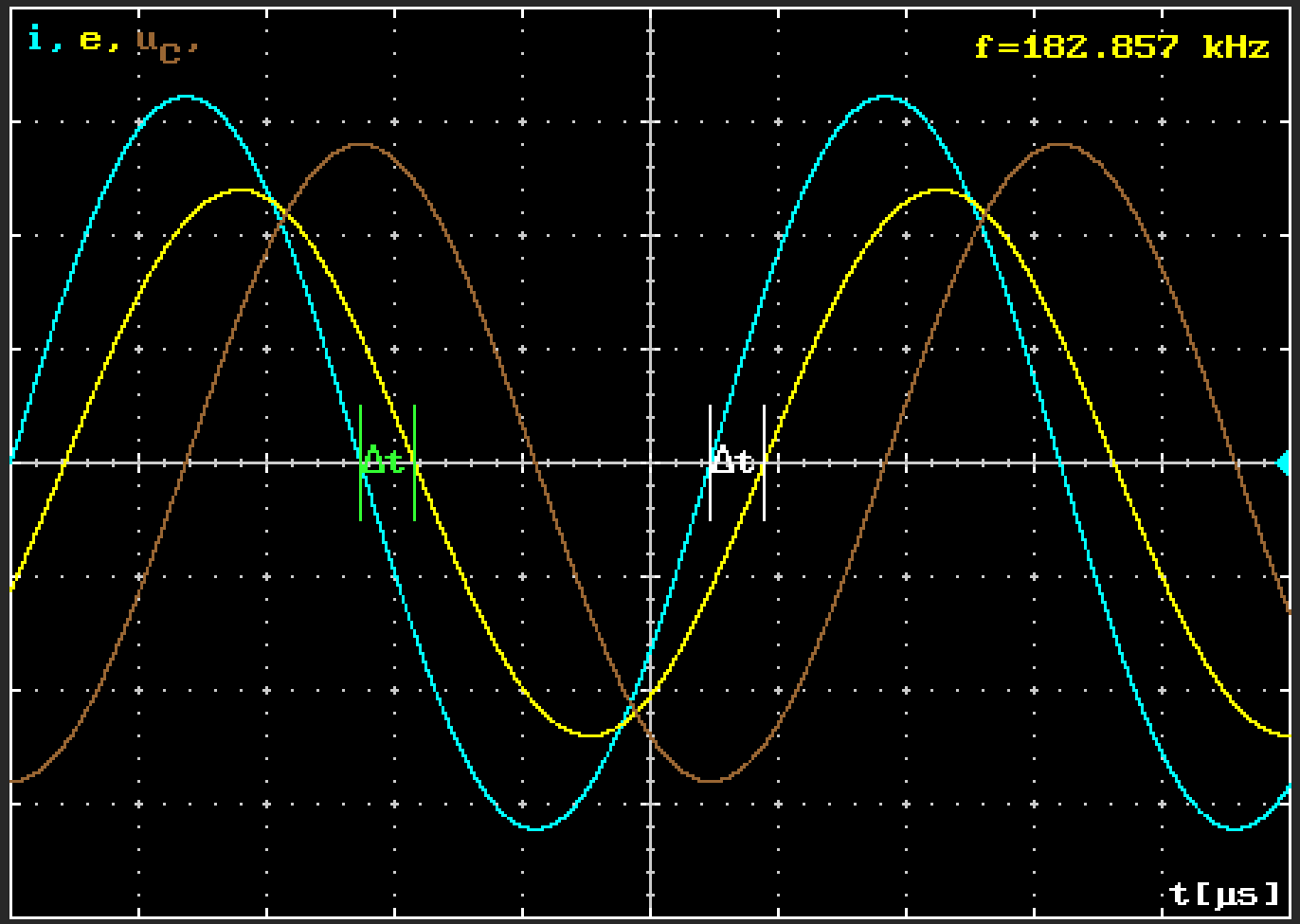
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 5.60131 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

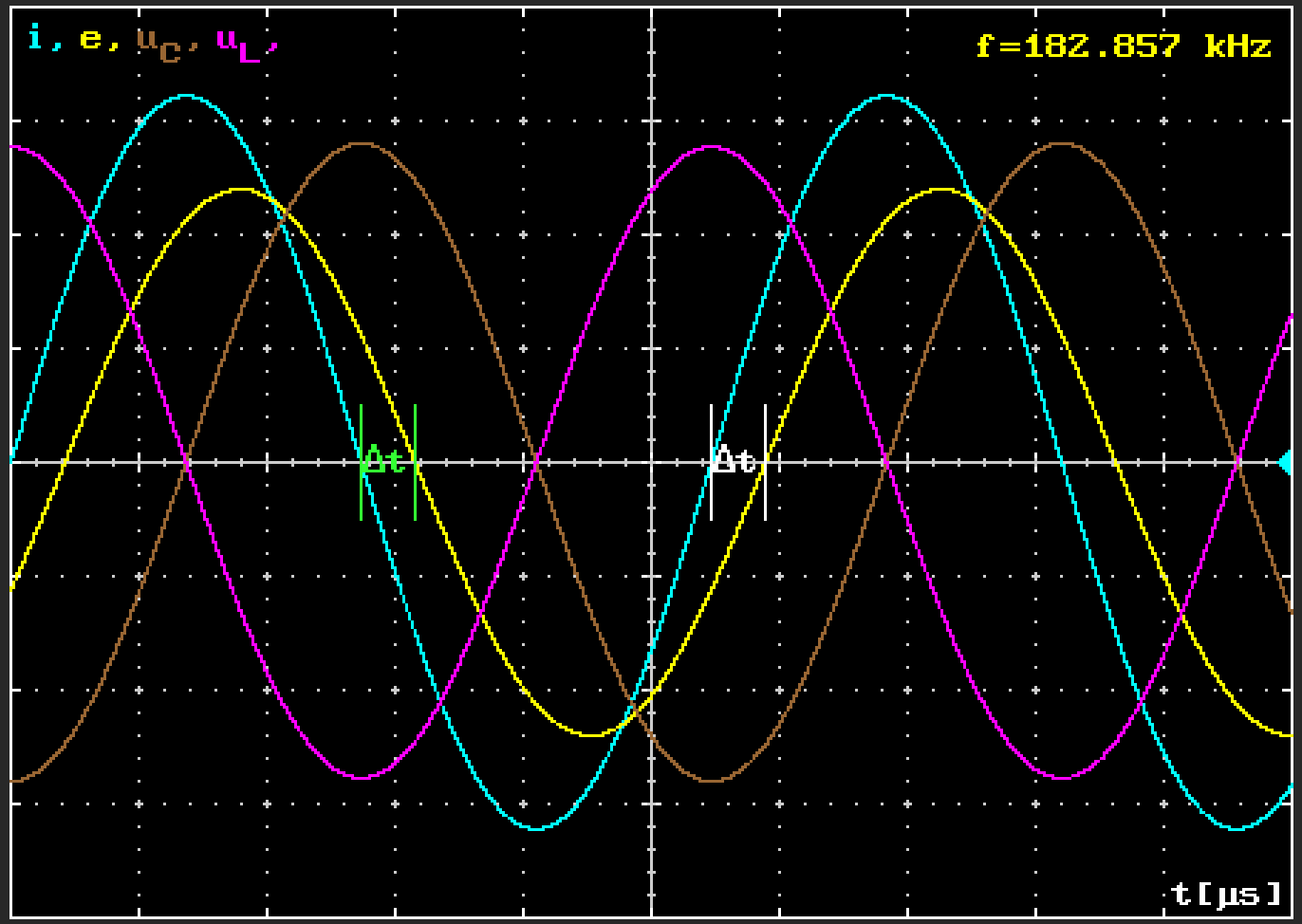
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

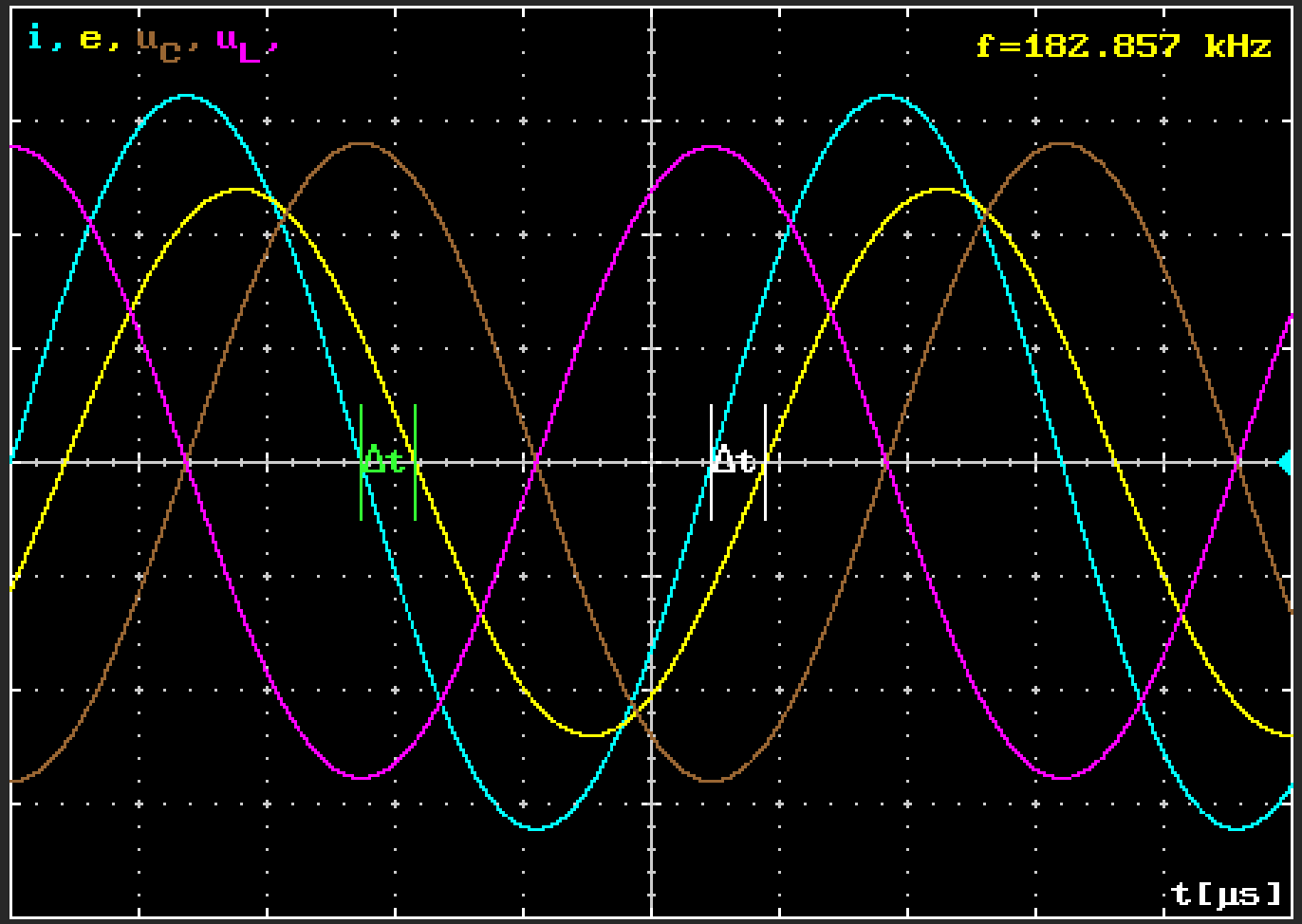
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 37.29 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

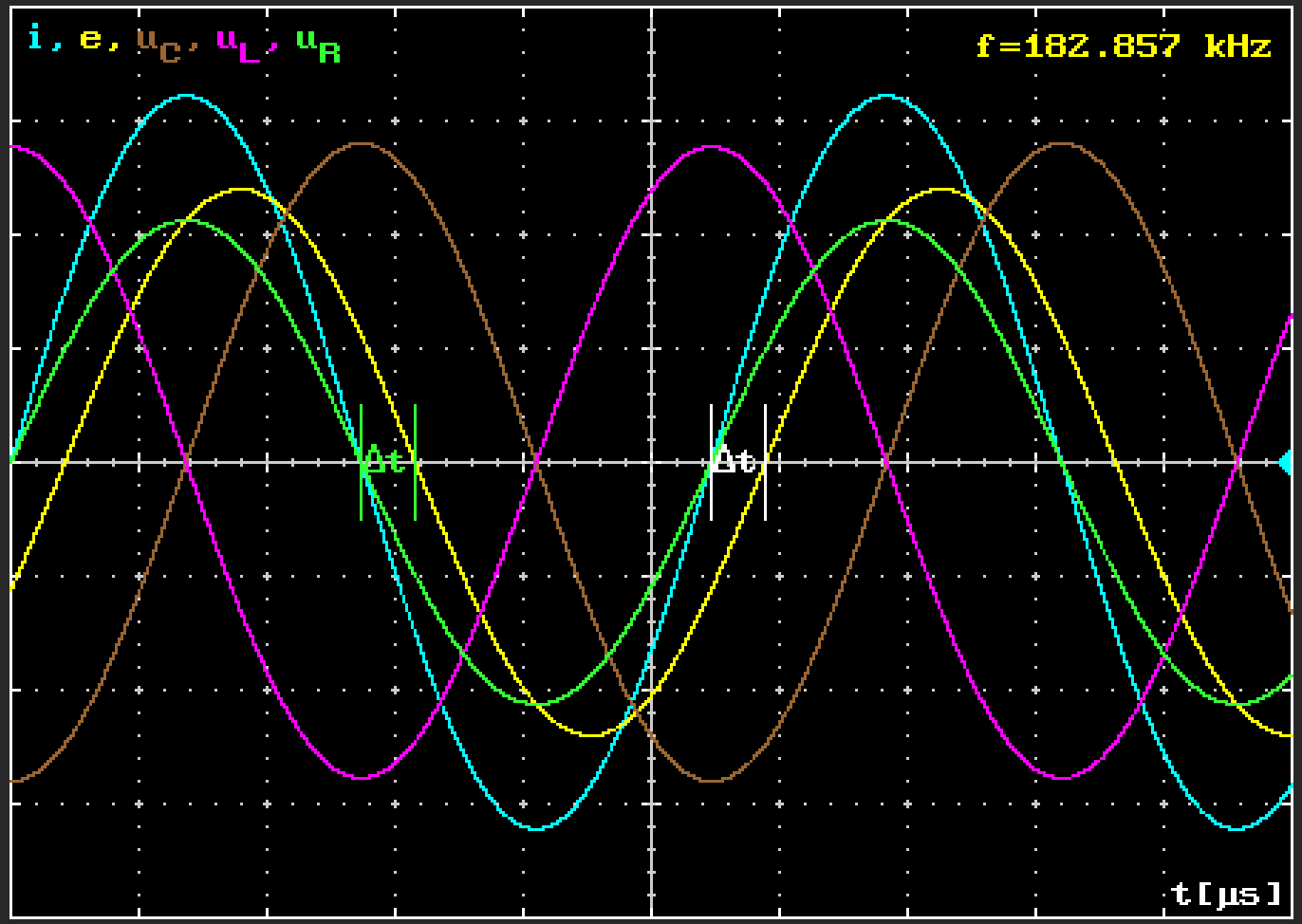
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.186 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

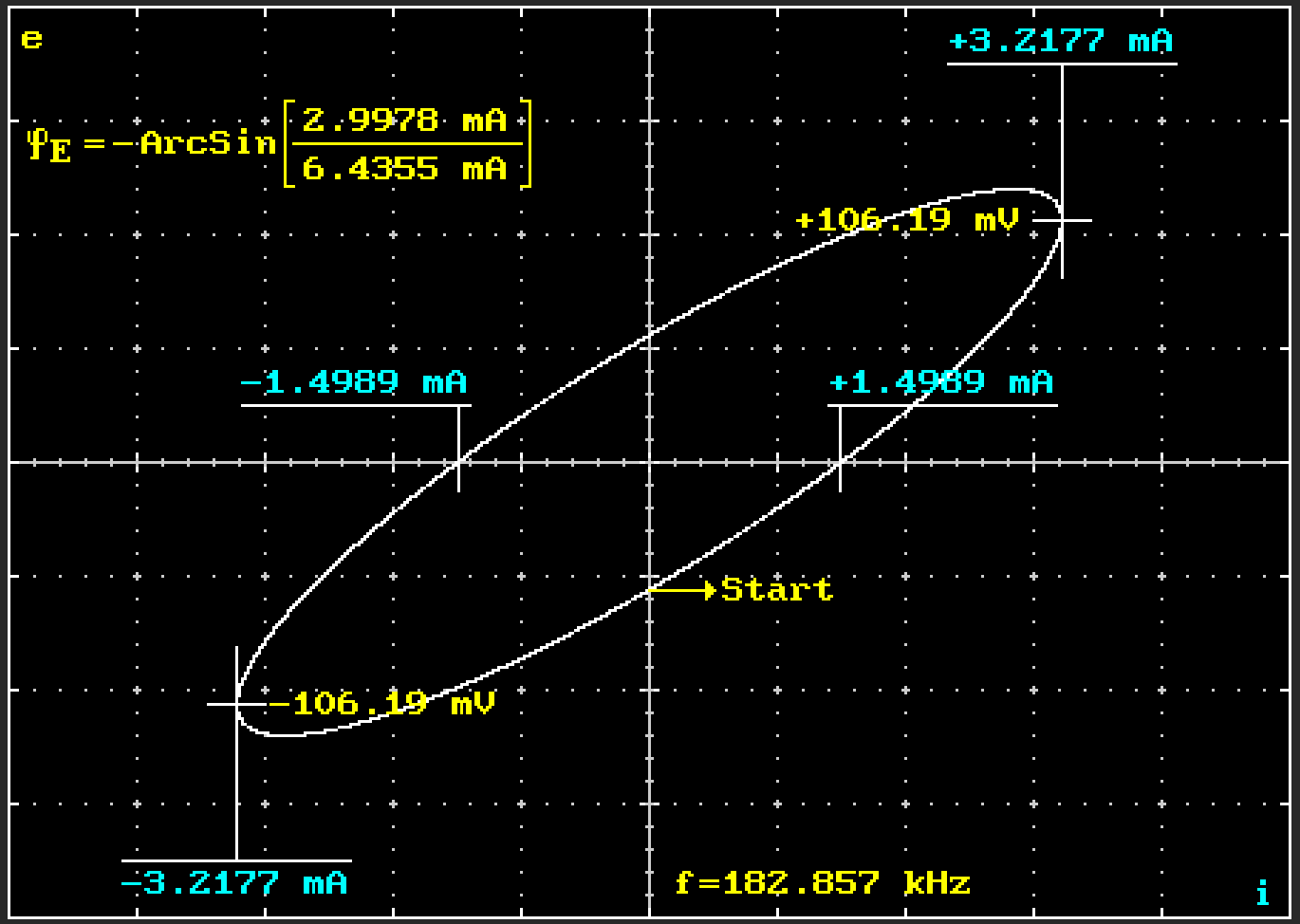
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	120 mV, állandó
R	33.0 Ω
L	1.50 mH
C	500 pF
Z	37.29 Ω
f_0	183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	−0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.186 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[μs/div]

542

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=183.409 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=179.6 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

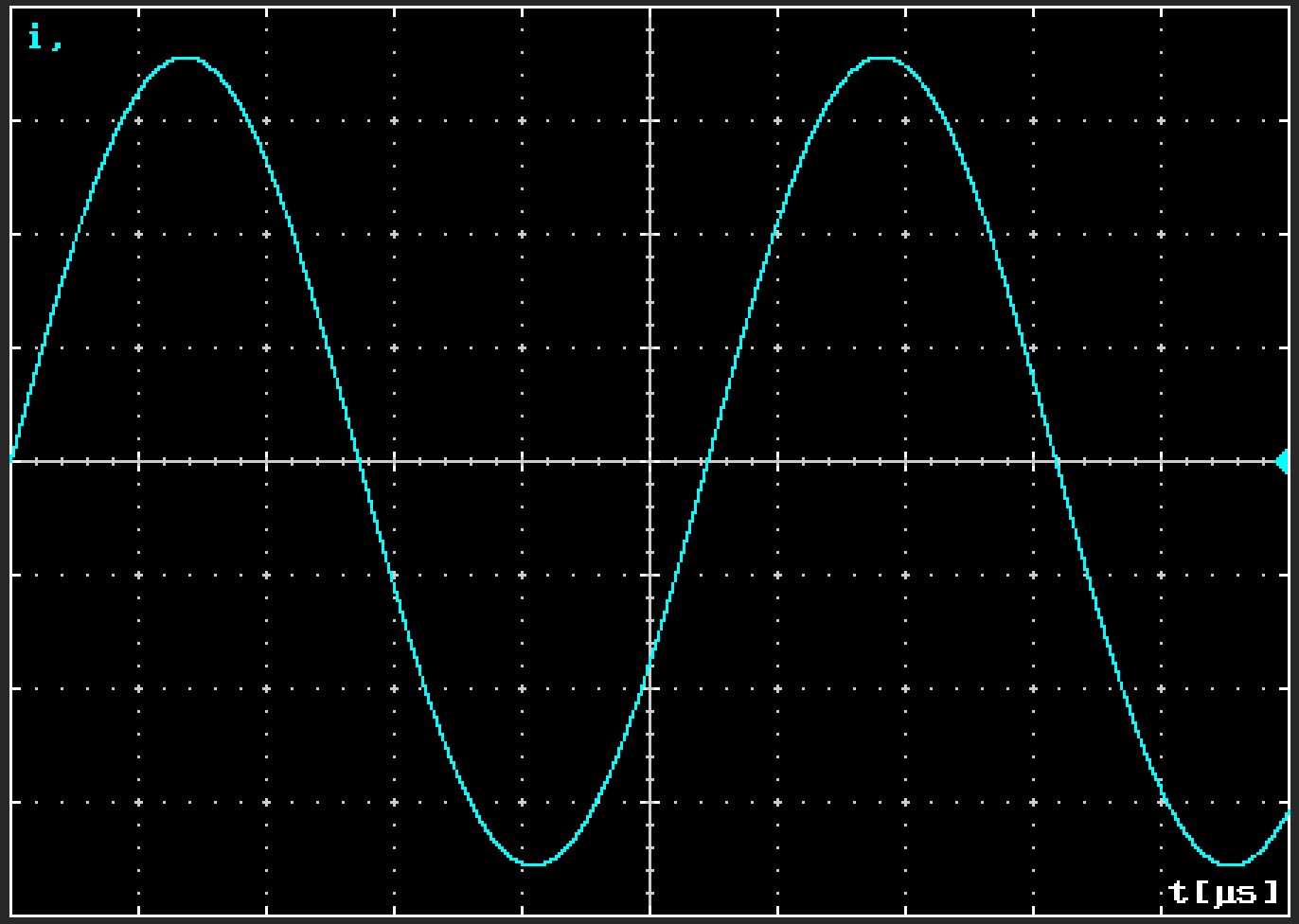
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

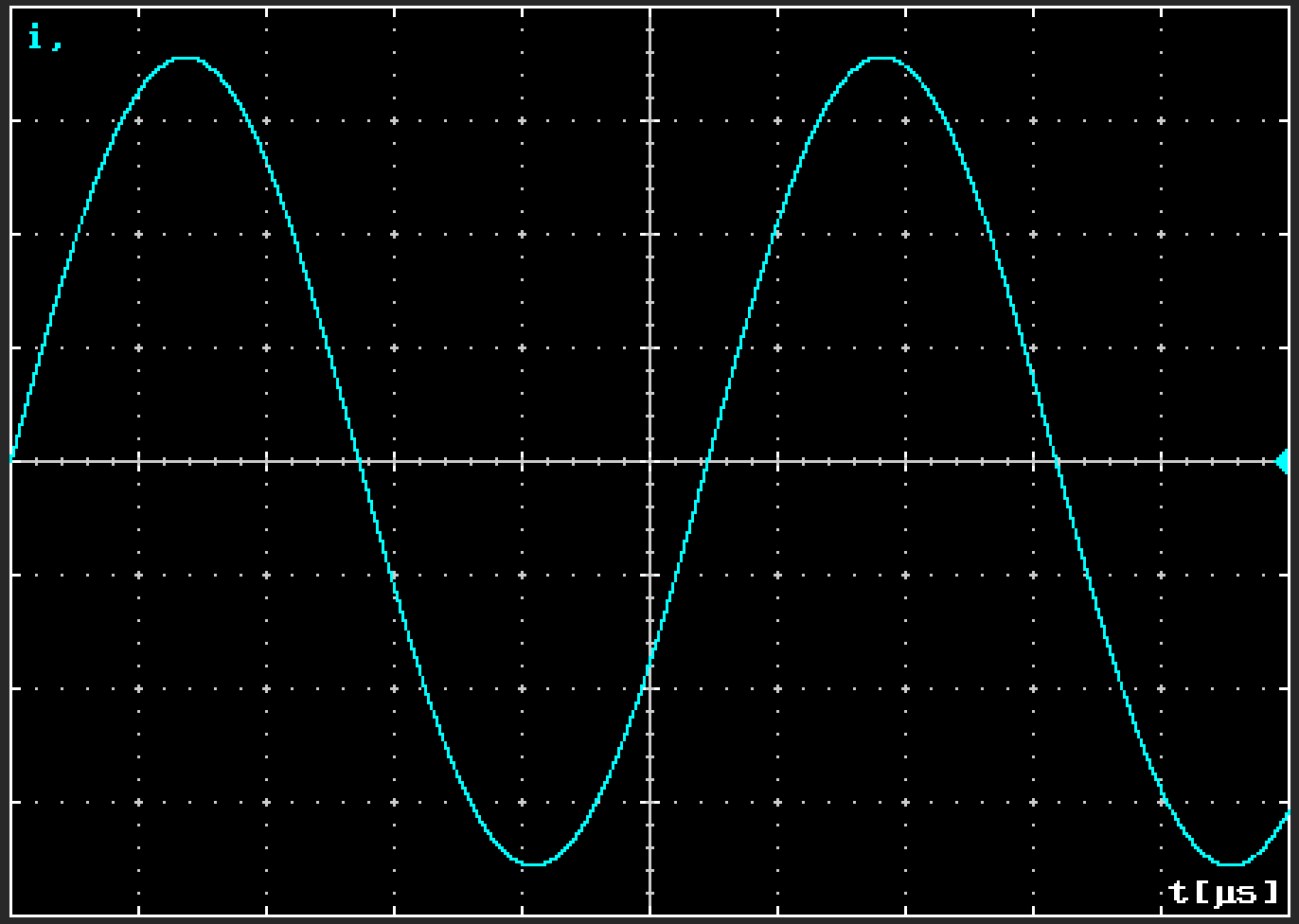
544

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

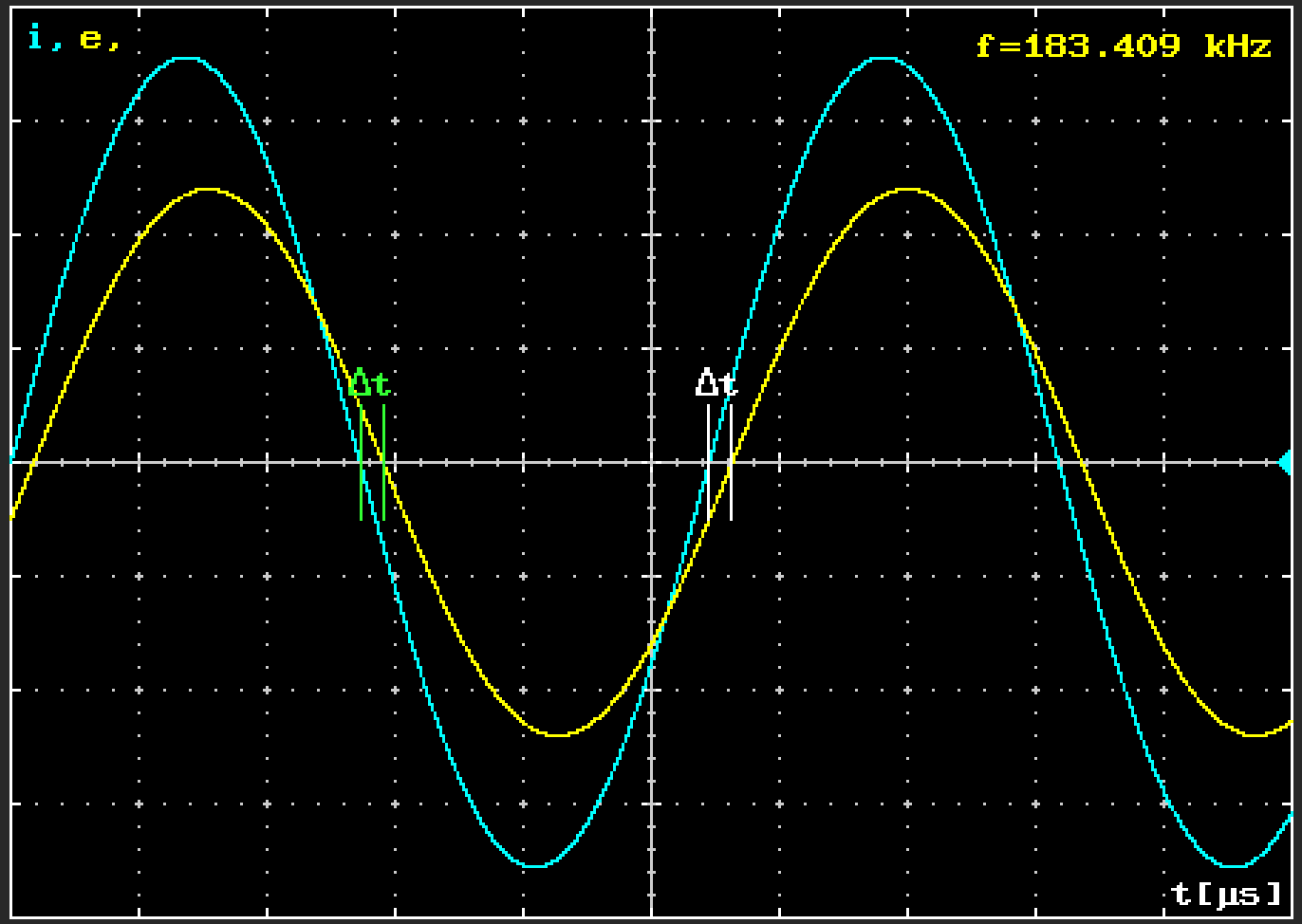
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

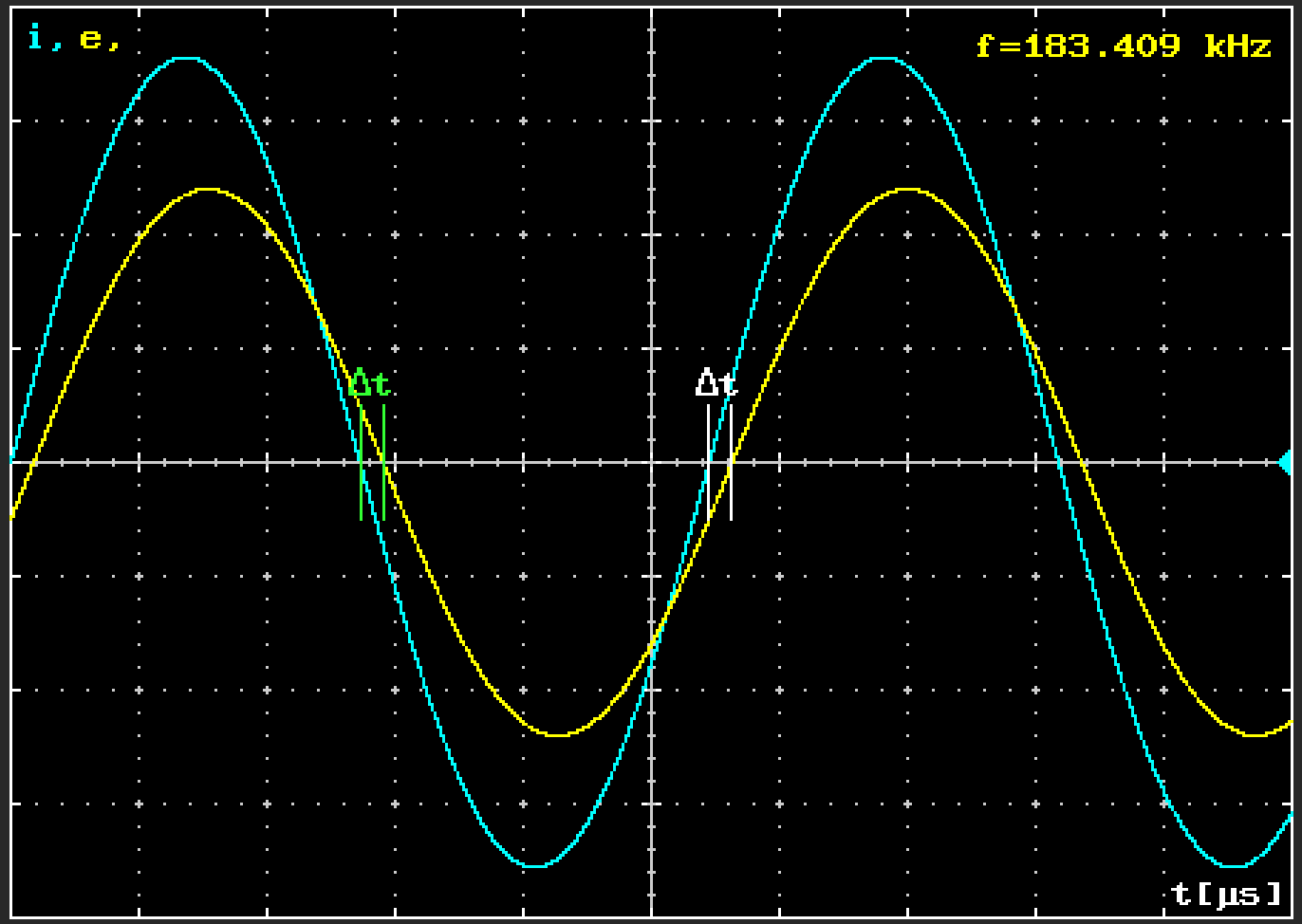
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

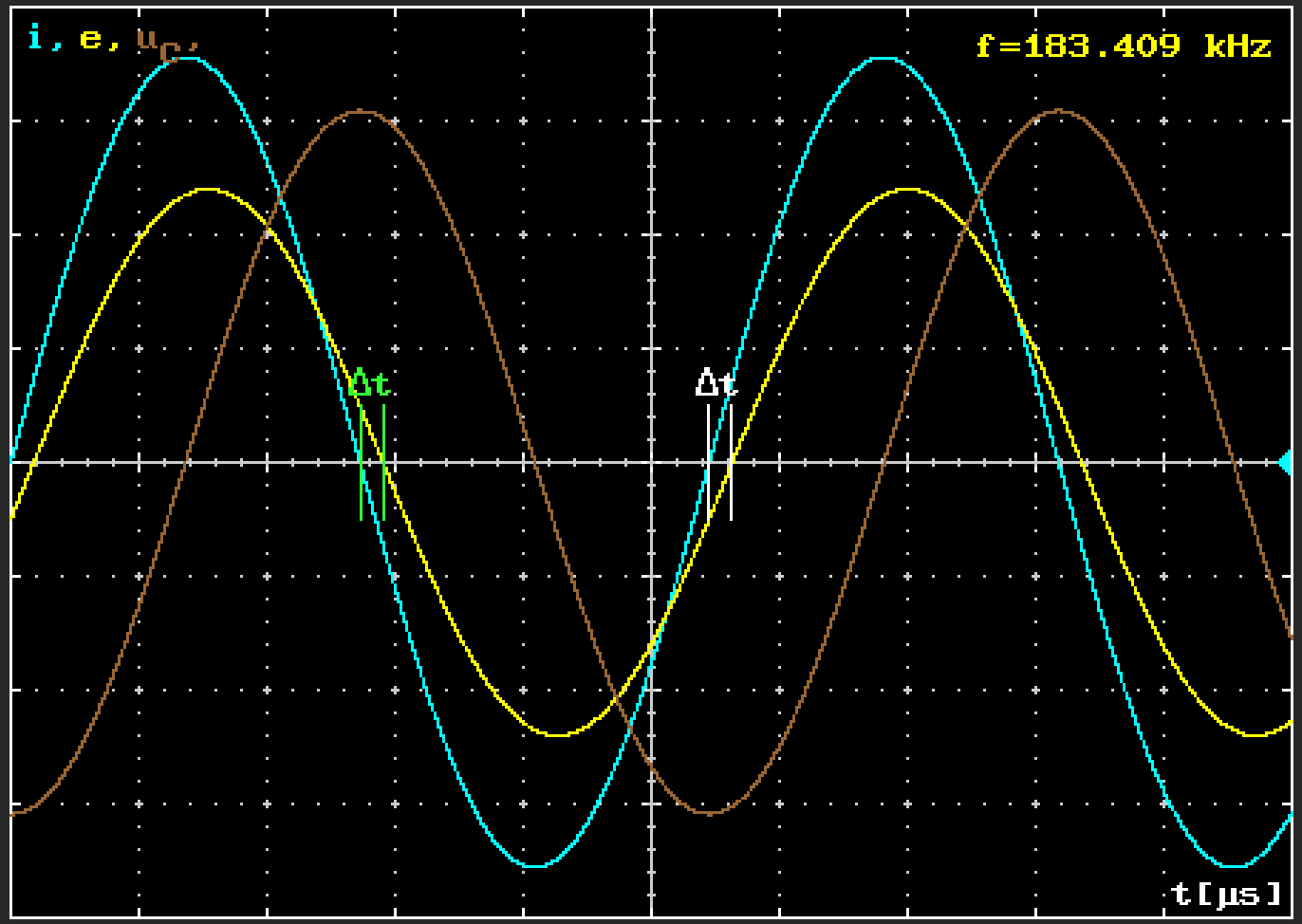
547

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.72 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

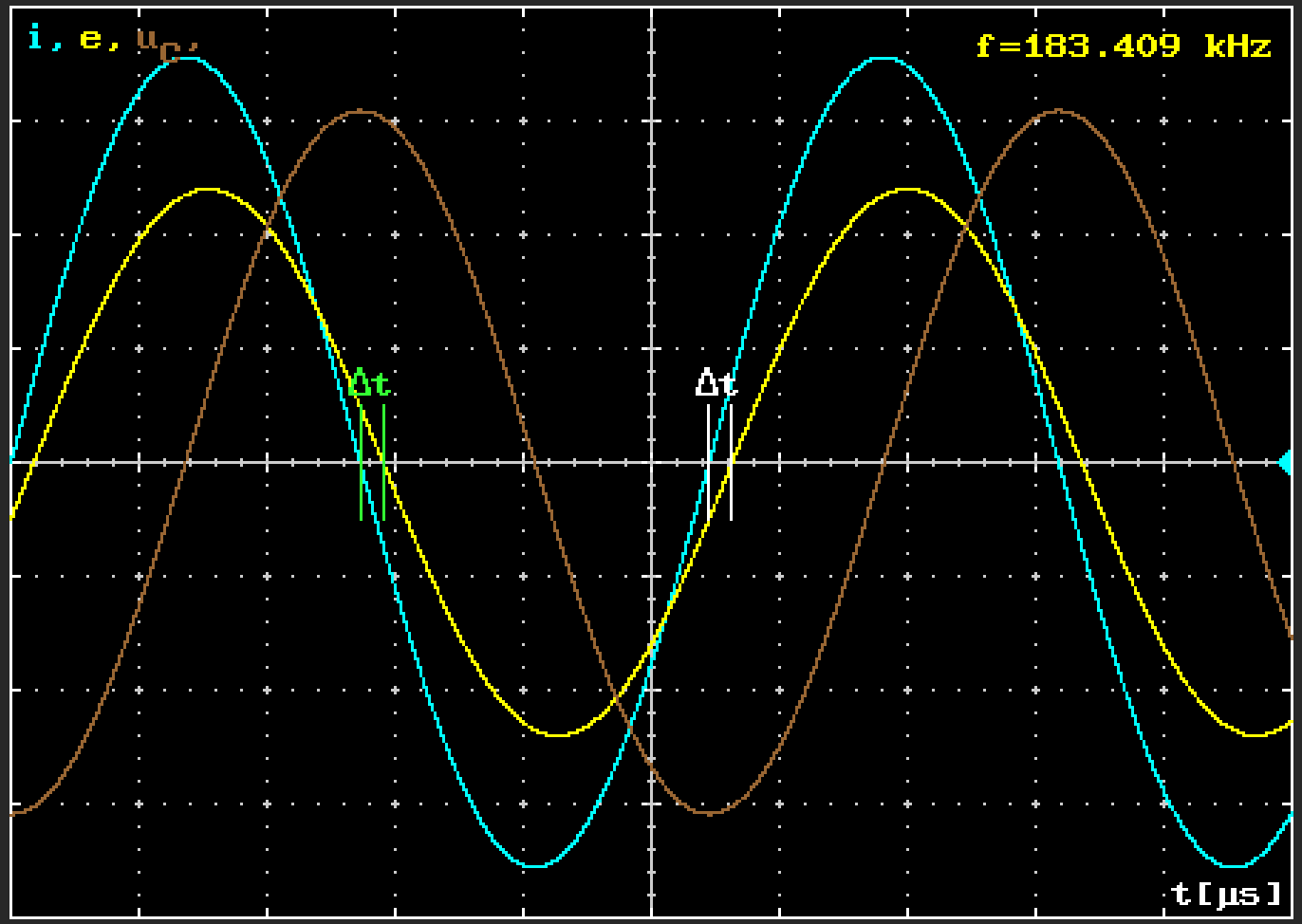
548

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.72 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

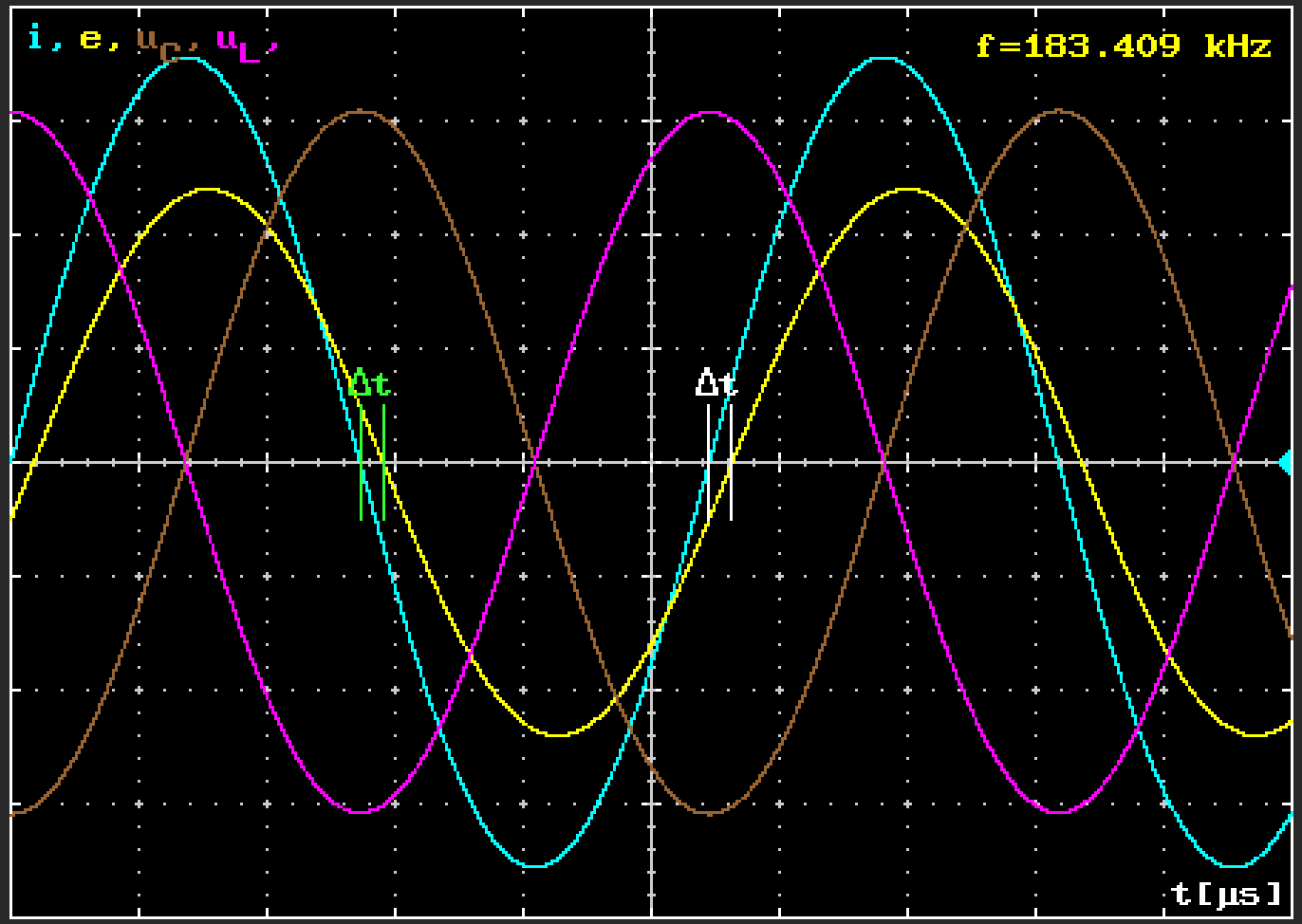
549

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

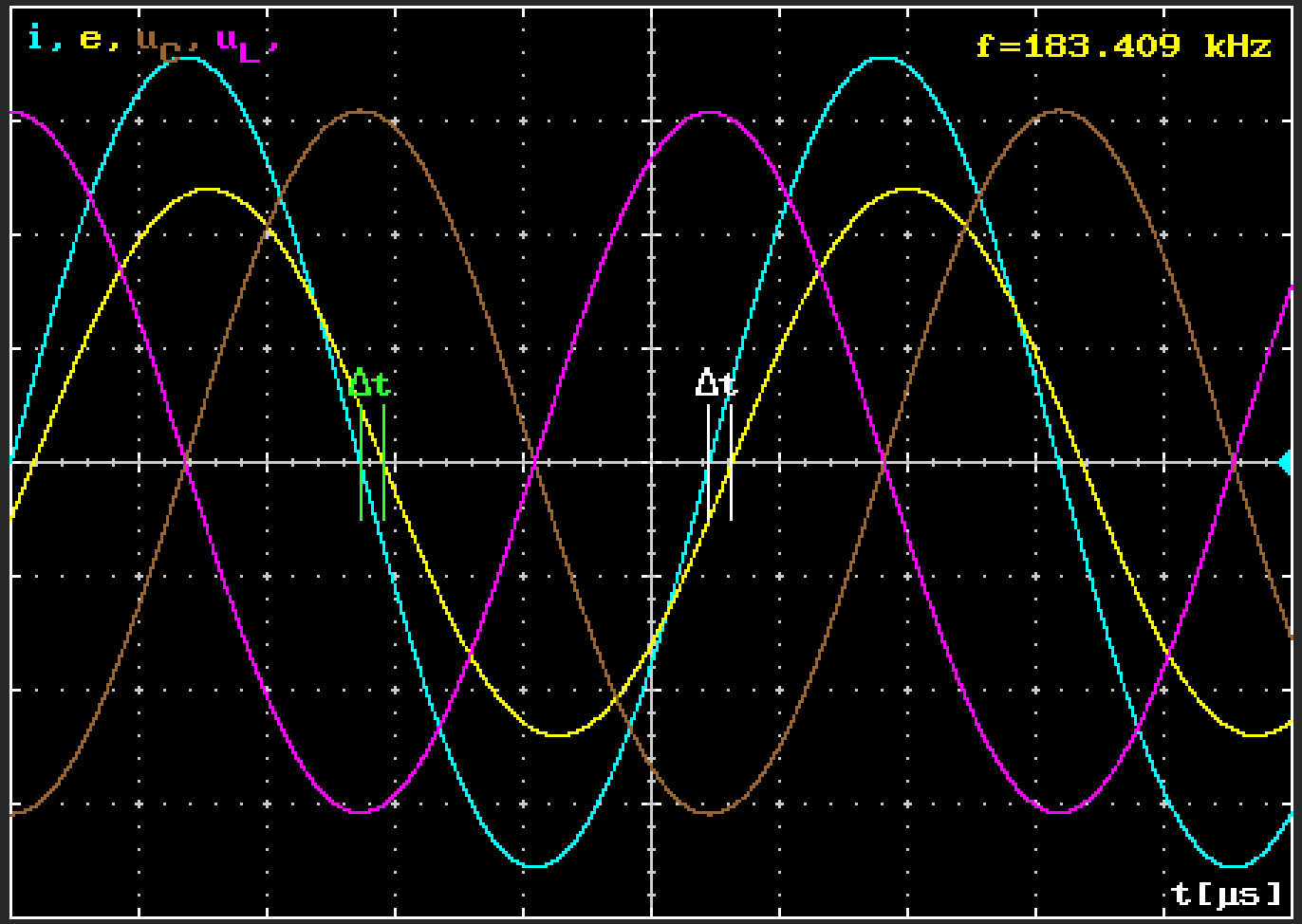
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.72 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

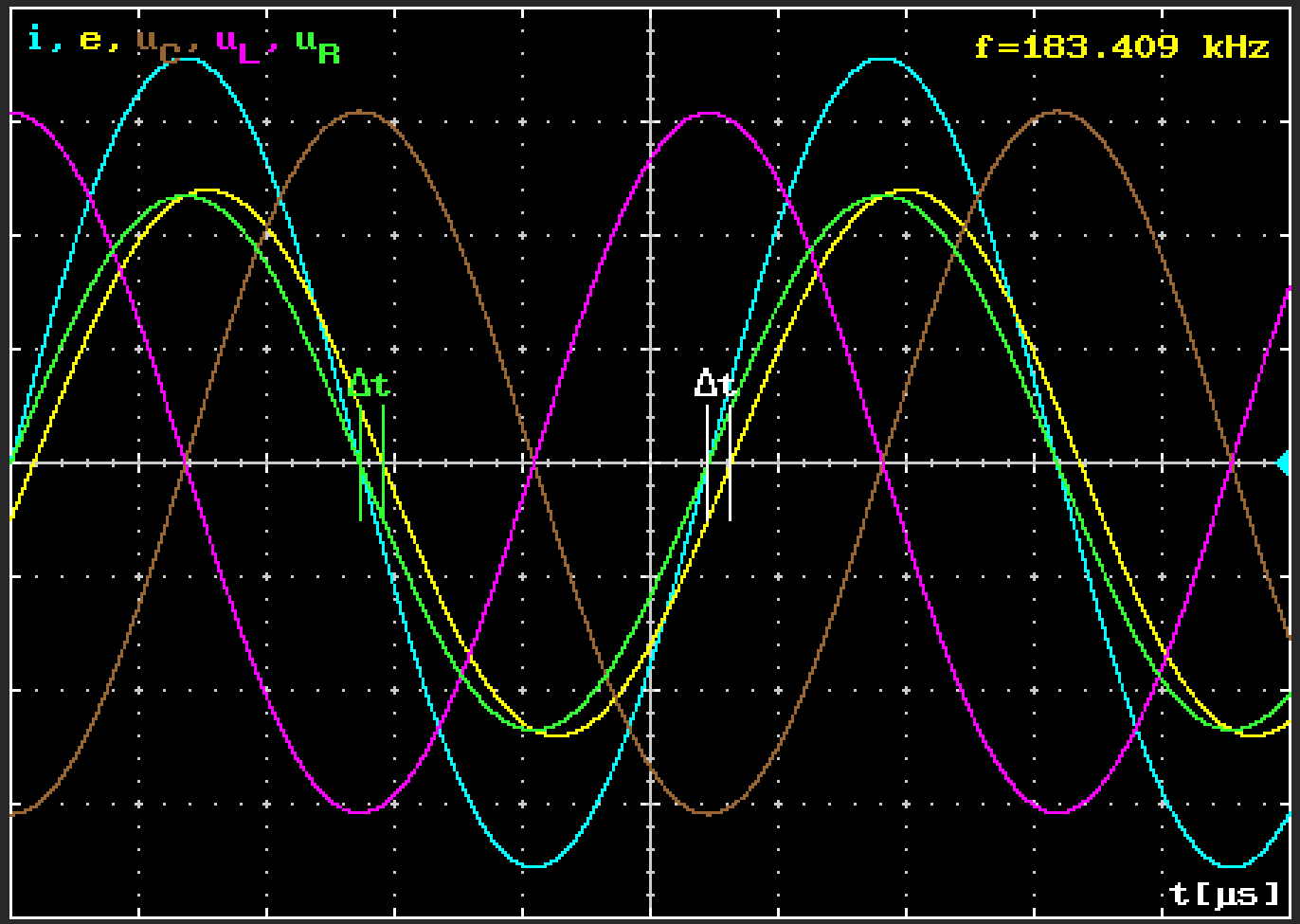
551

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.438 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

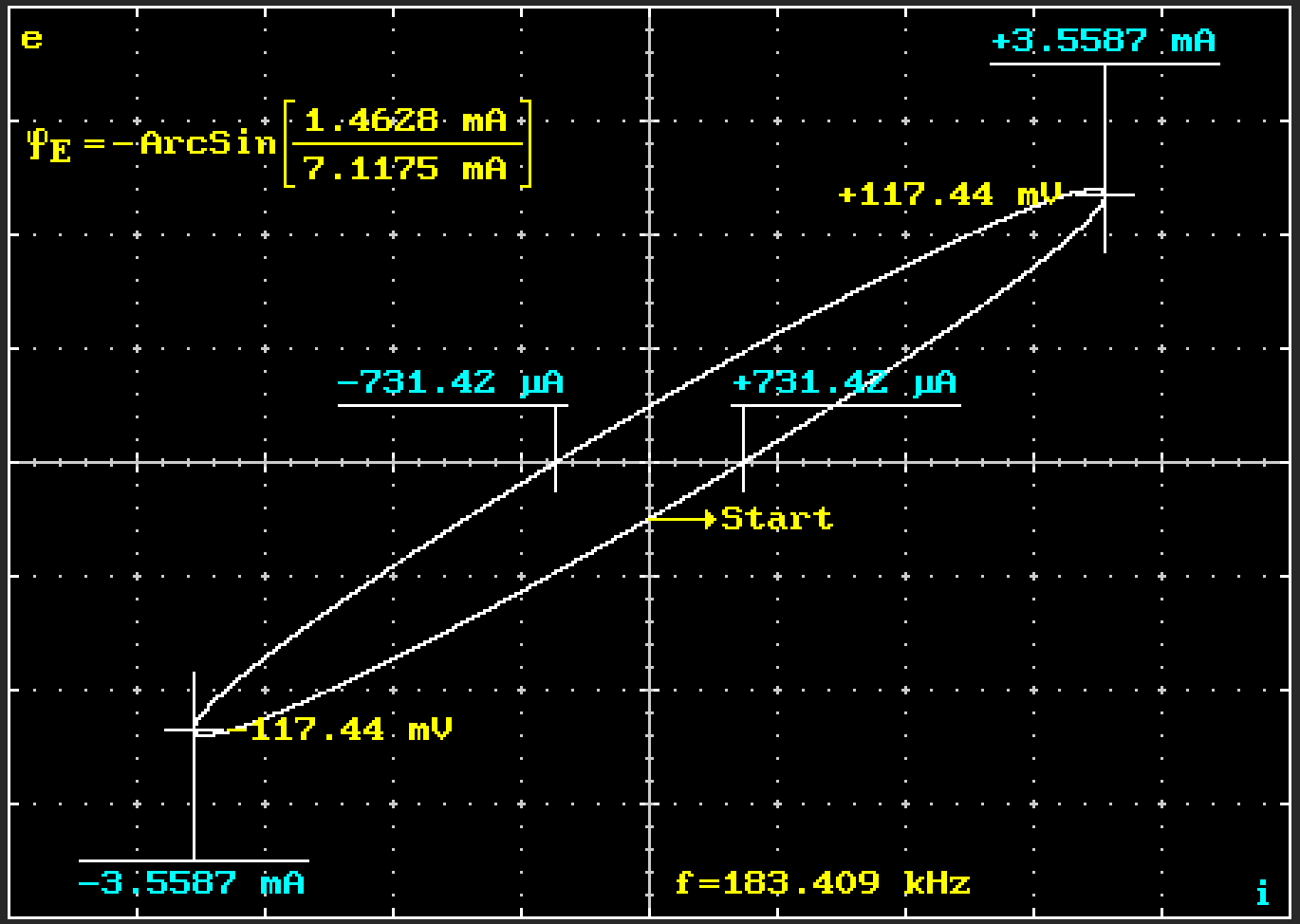
552

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.438 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

553

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=183.593 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=90.48 ns-ot késik az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

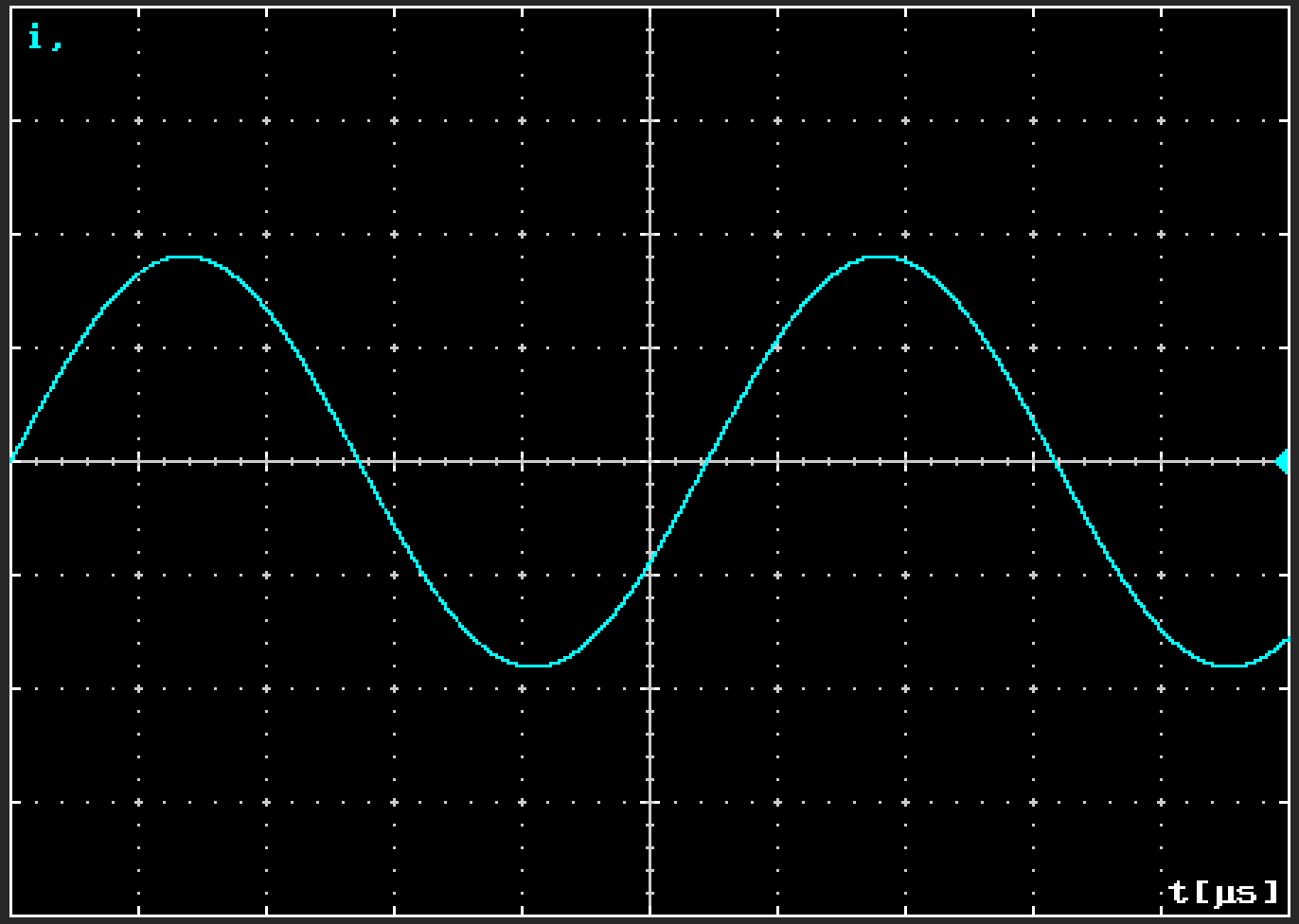
554

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1

t[µs/div]

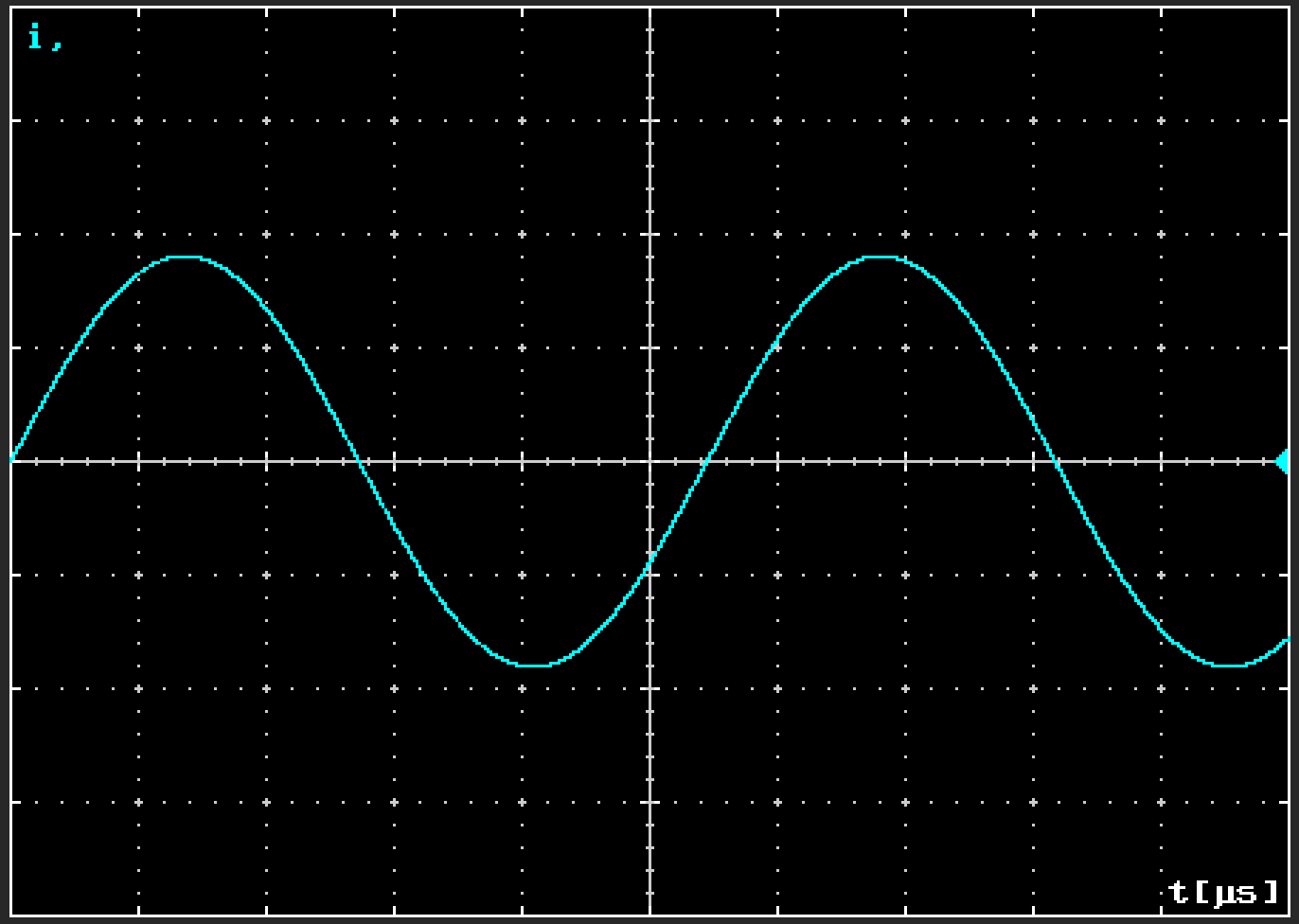
555

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

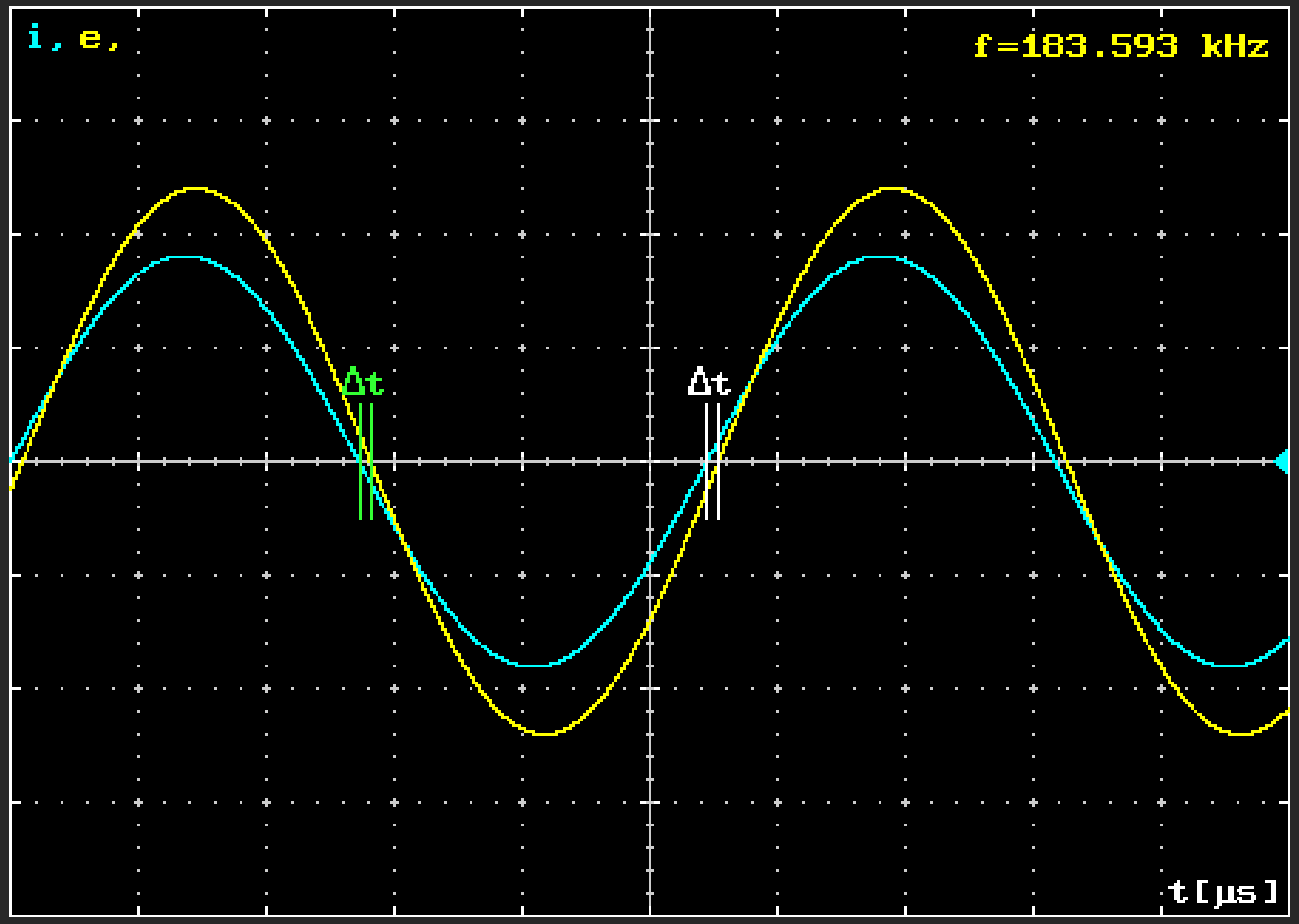
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

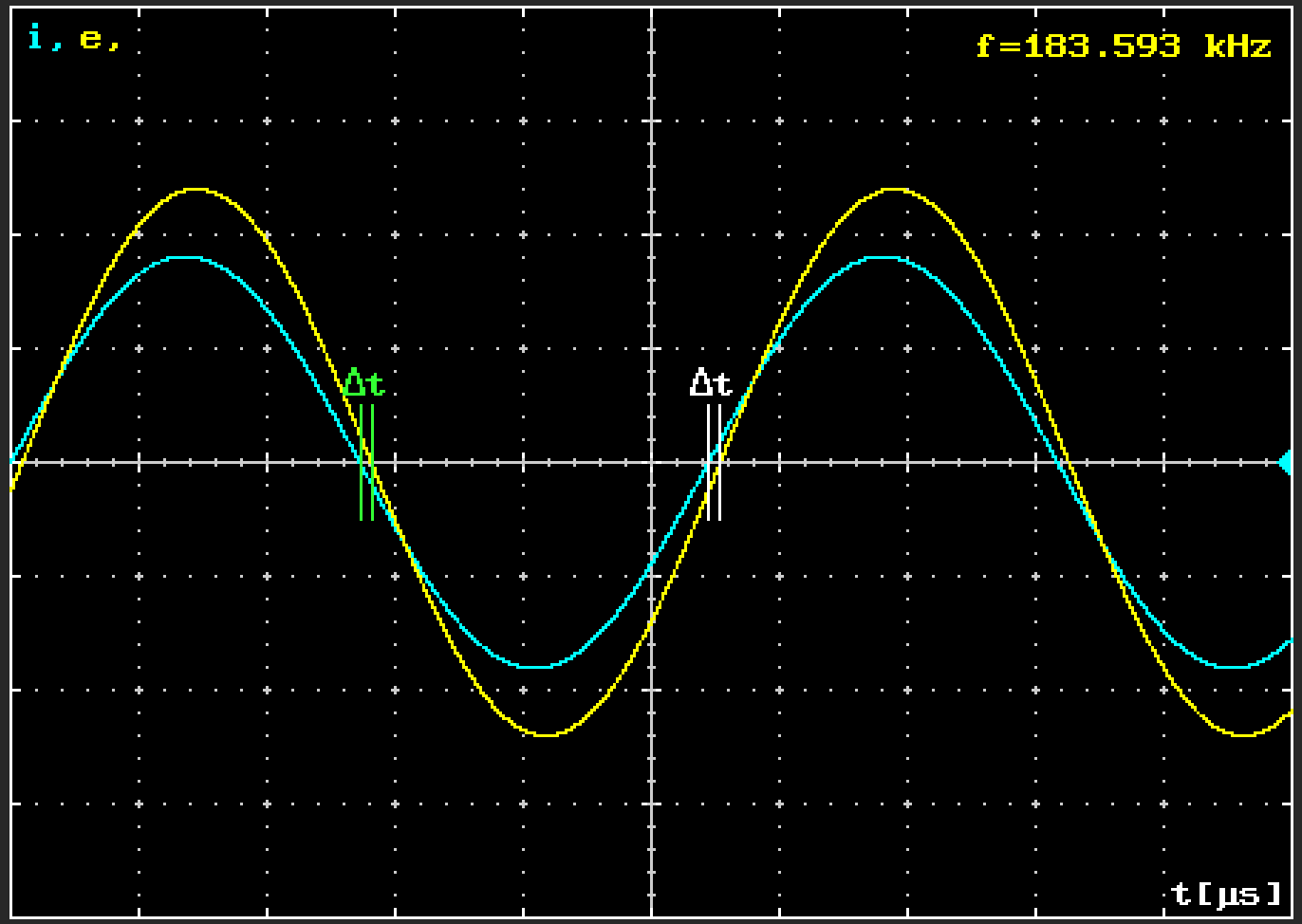
557

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

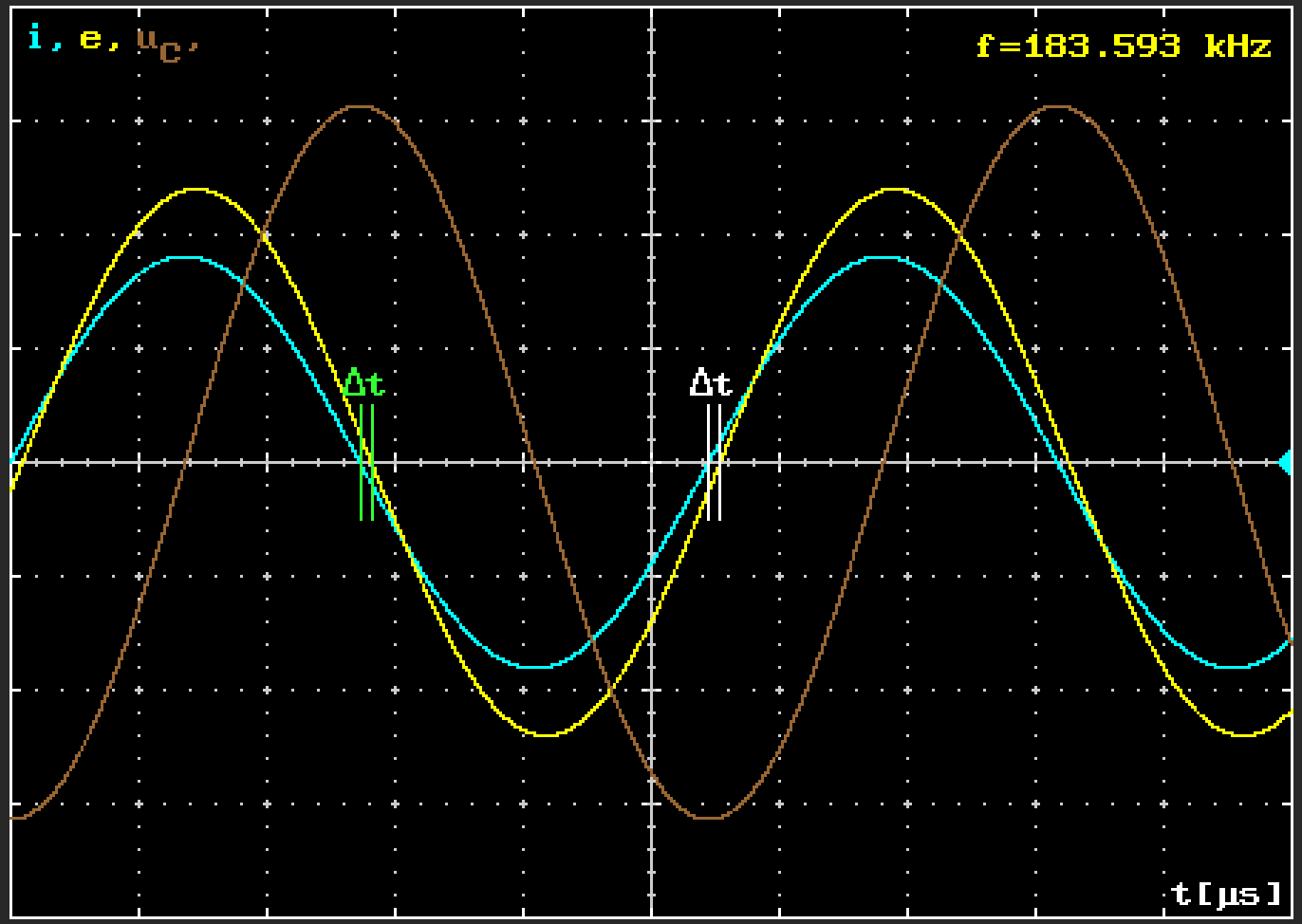
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.27035 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

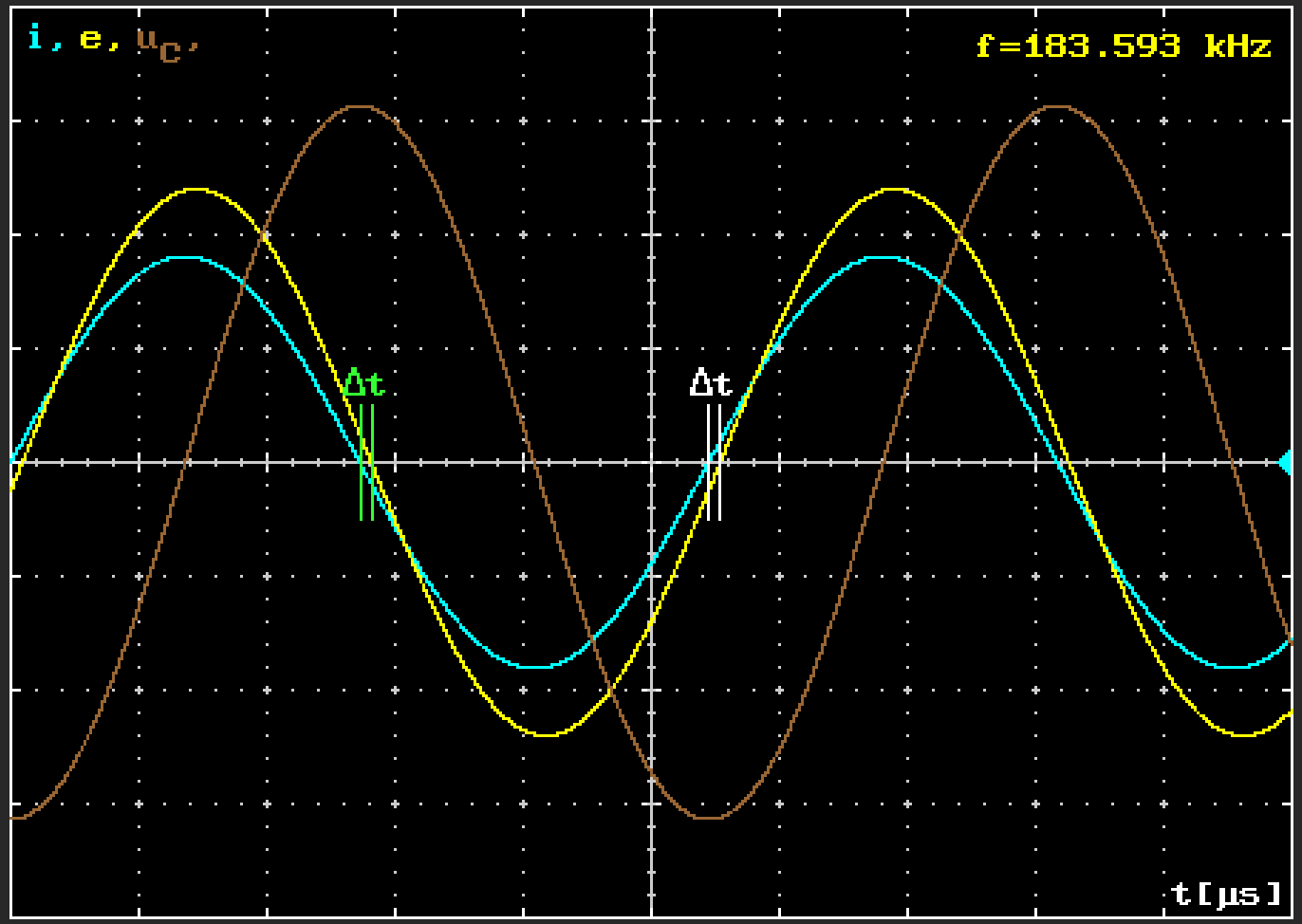
559

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.27035 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

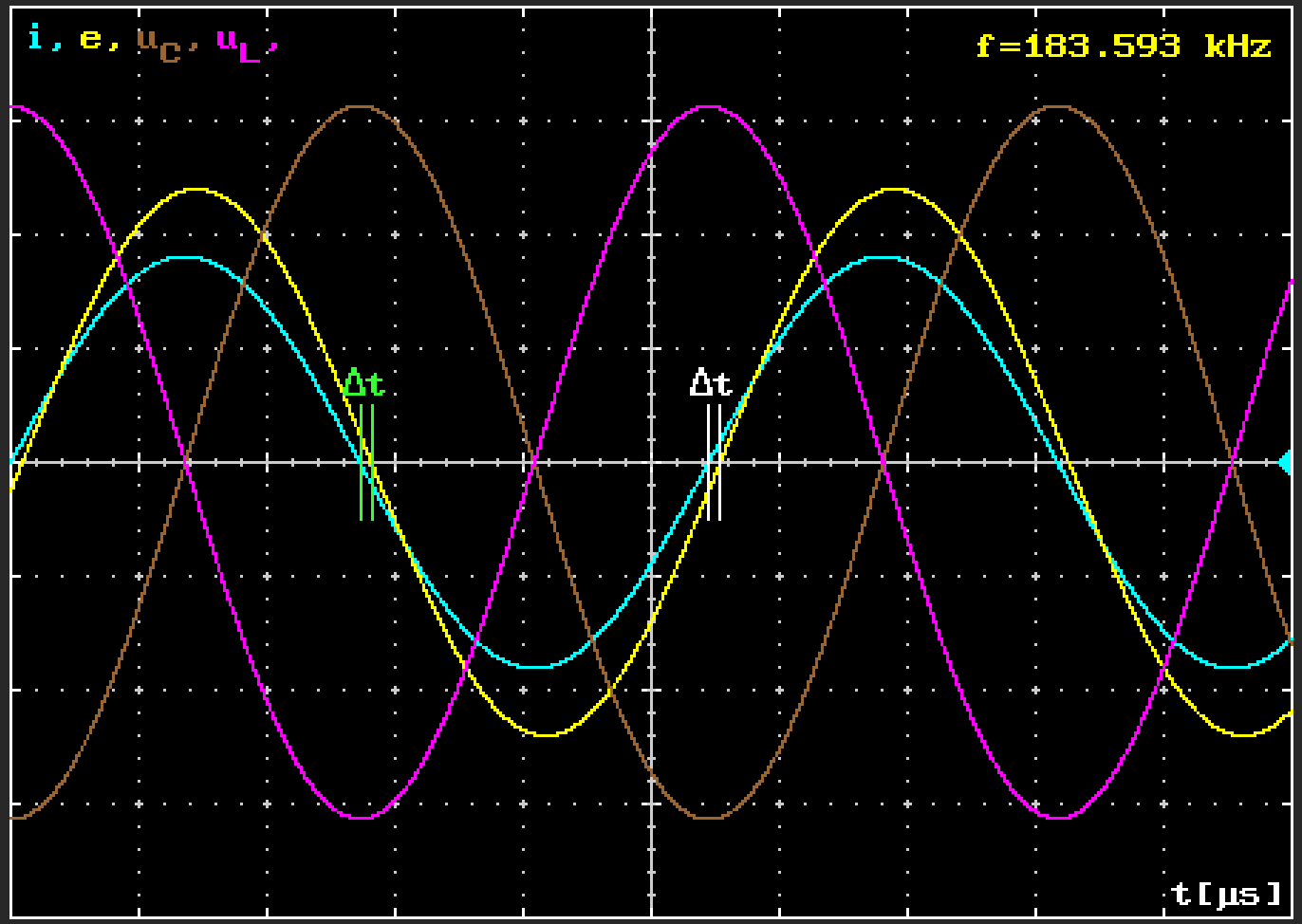
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

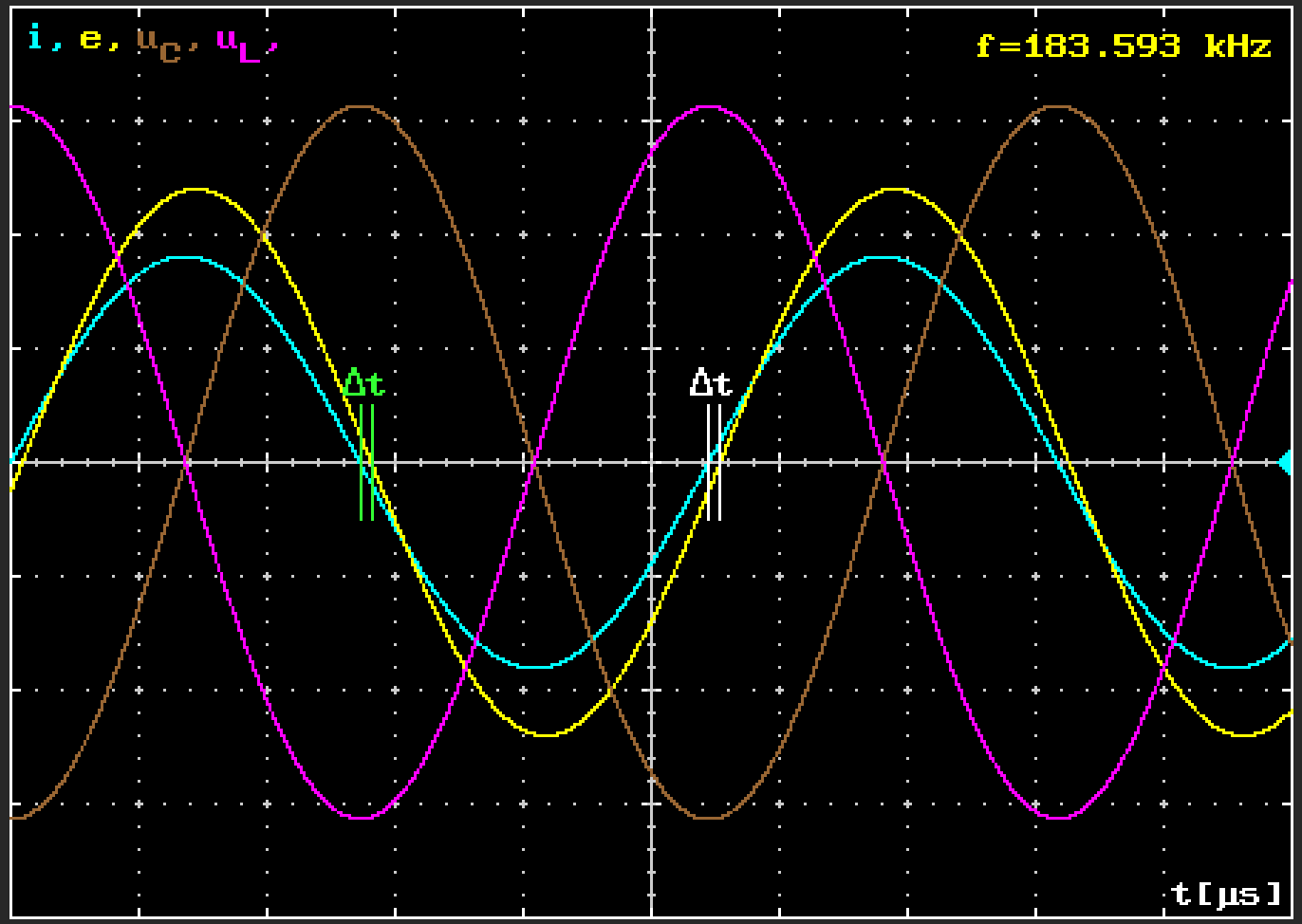
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R
U_L 6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C 6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

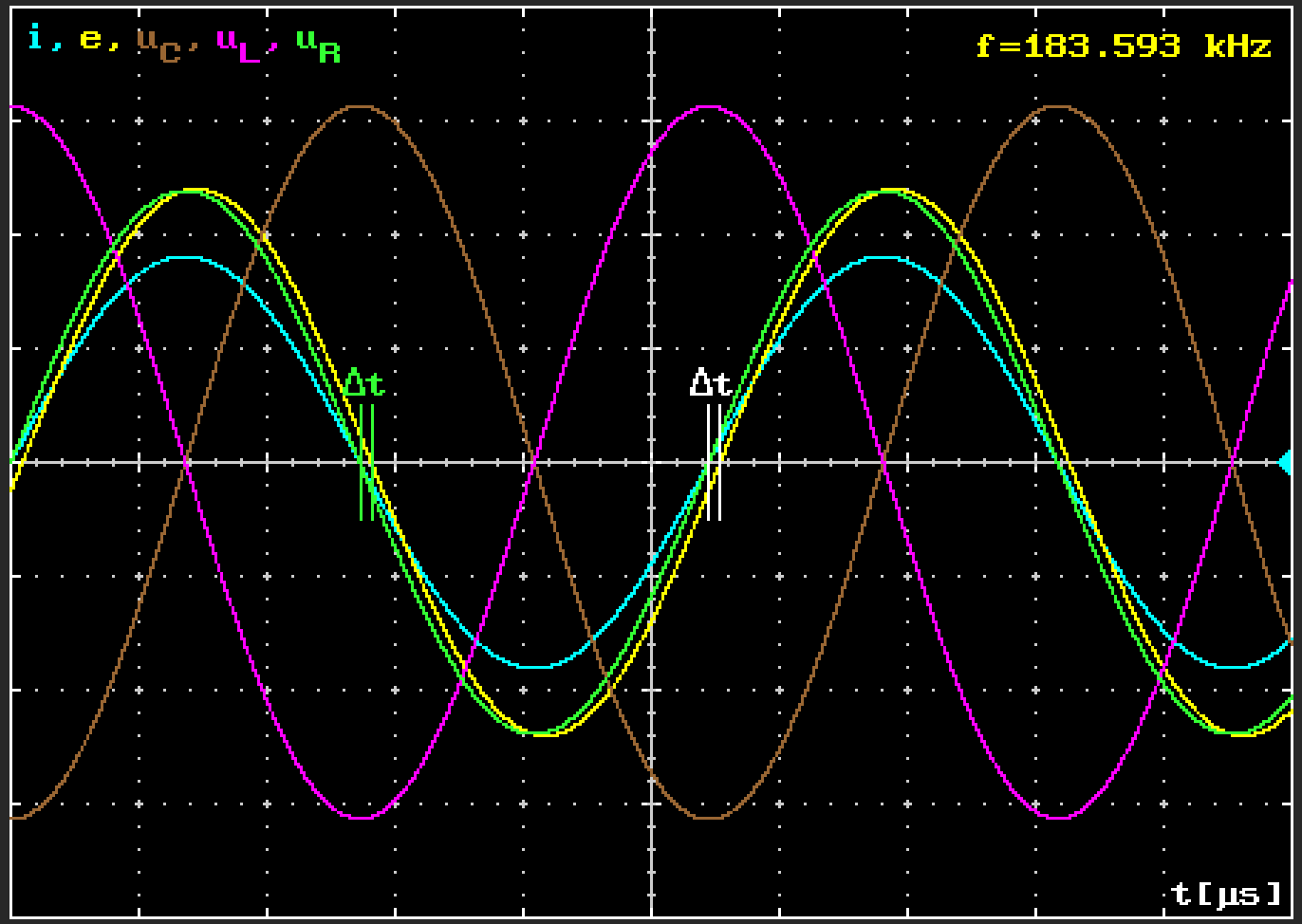
562

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.347 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

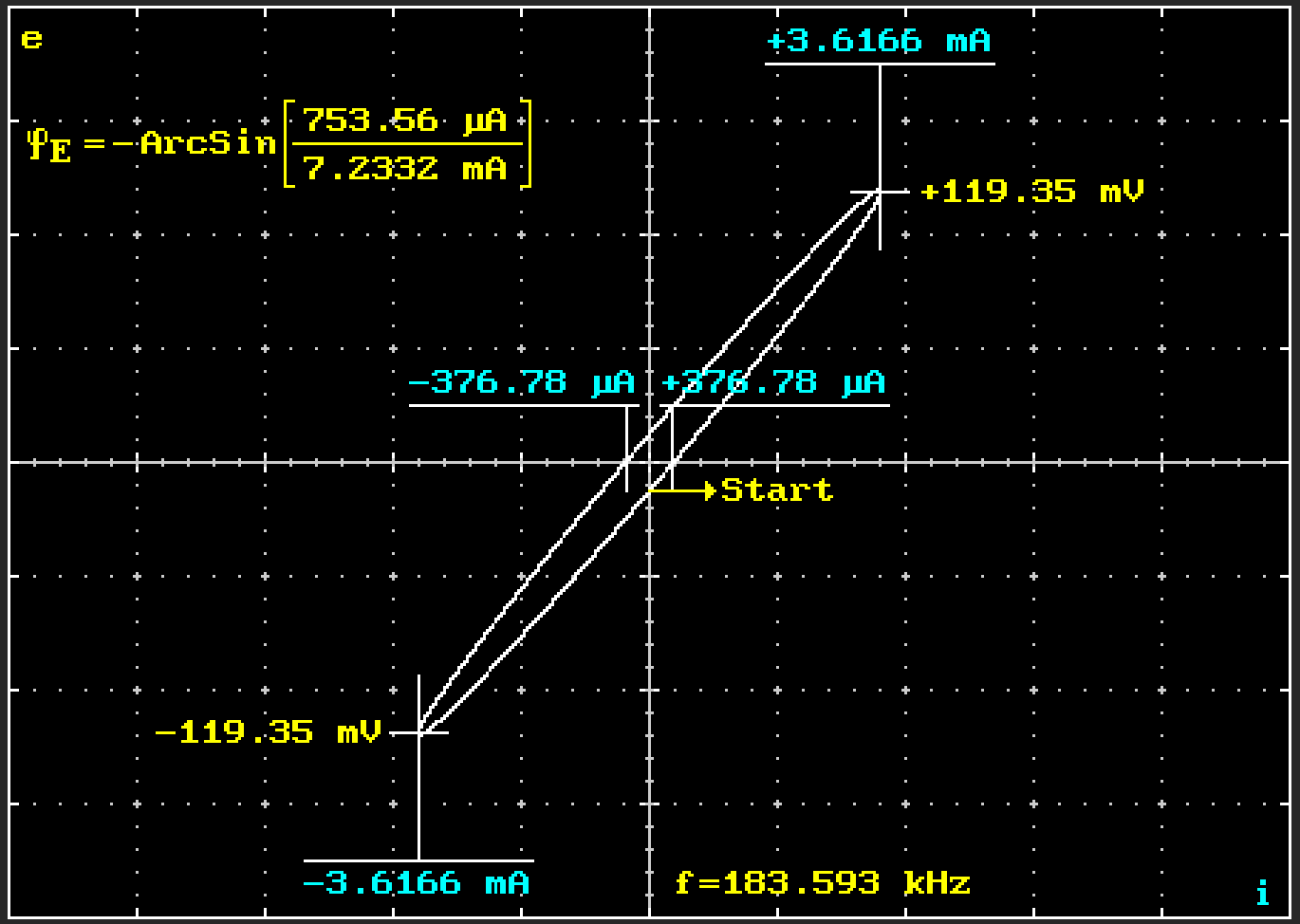
563

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.347 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája

f=183.776 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancián

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken fellépő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e azonos fázisban ($\Delta t=0$) van az i referenciaárammal.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör rezisztív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

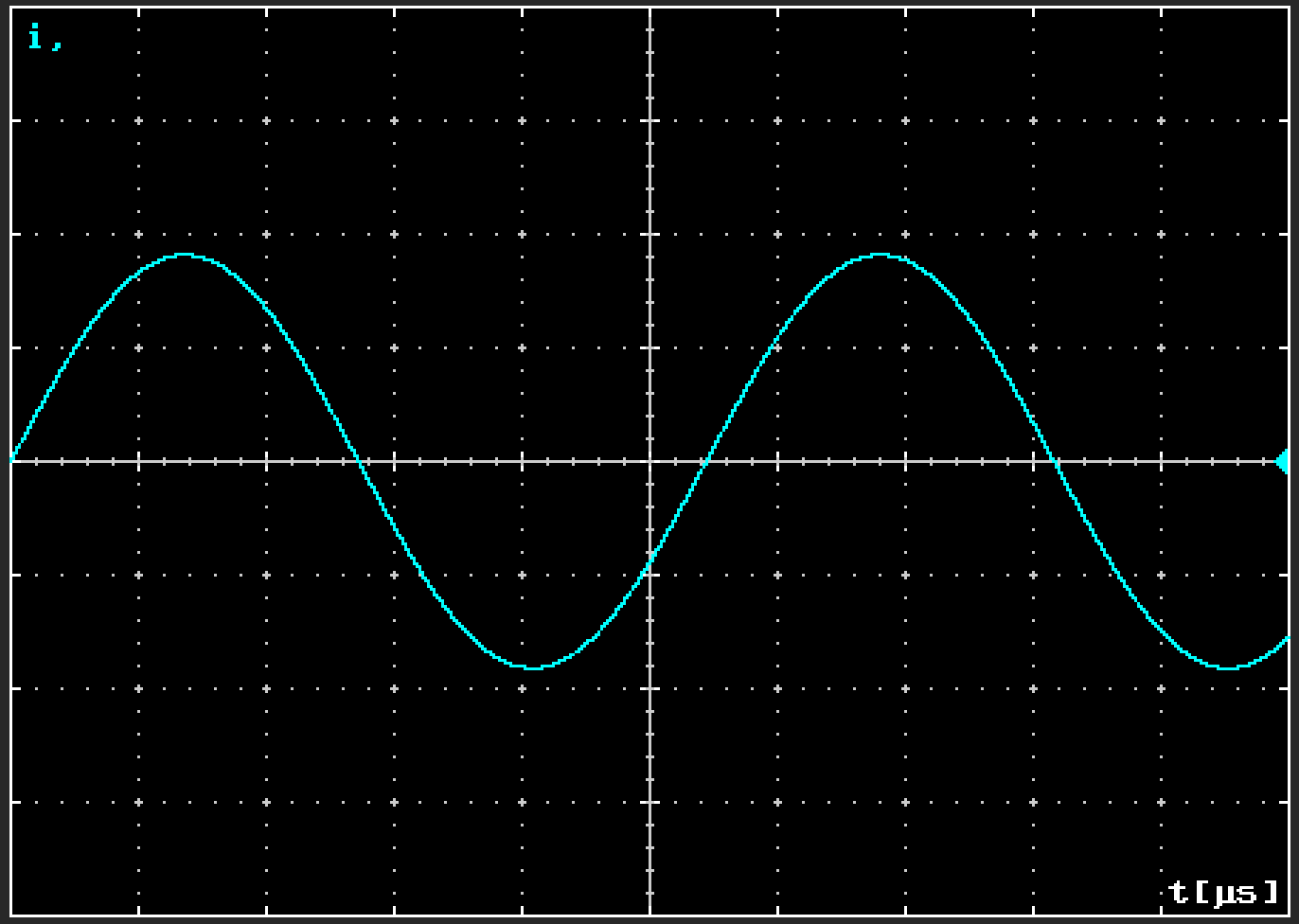
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

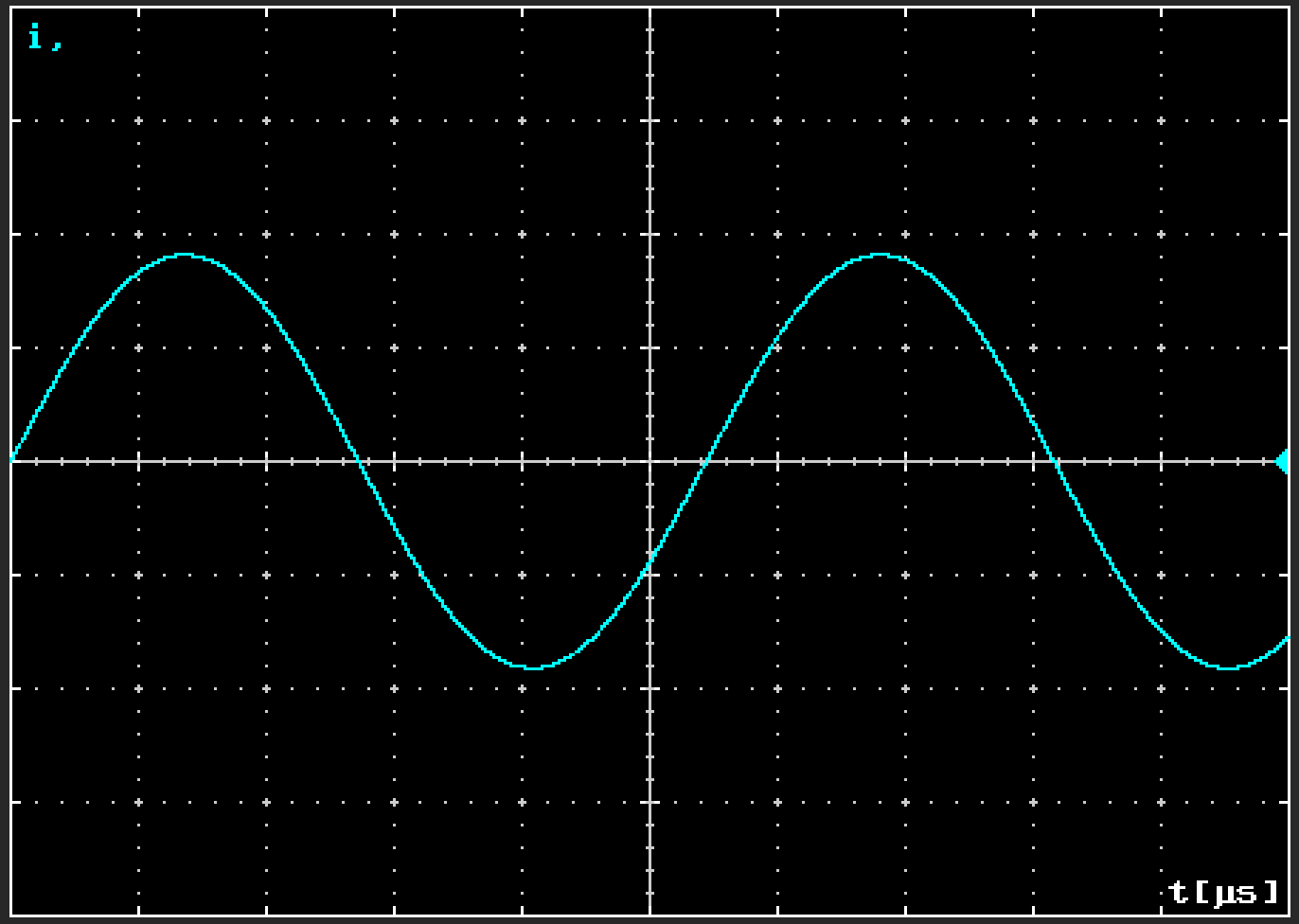
1 t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

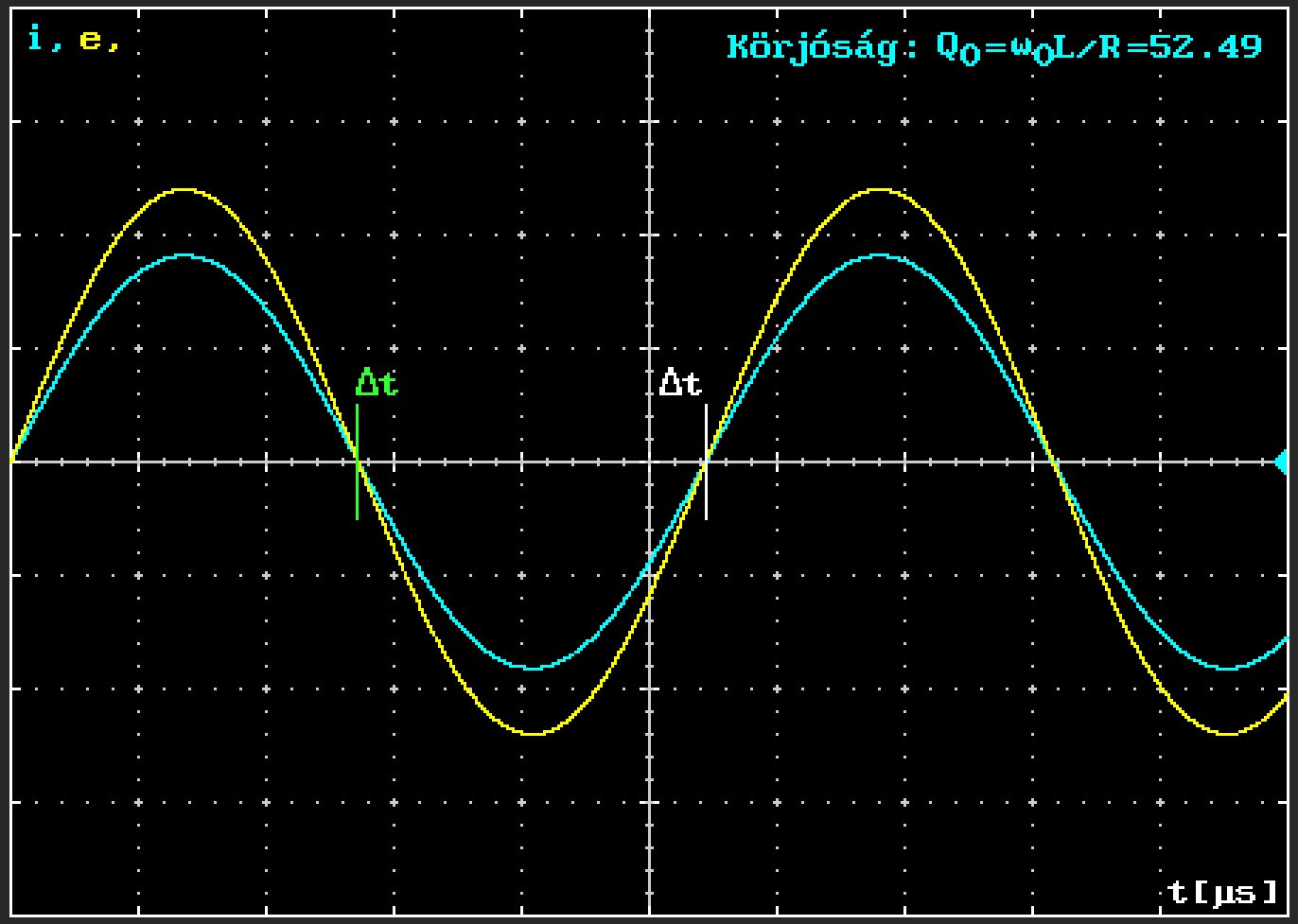
1 t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

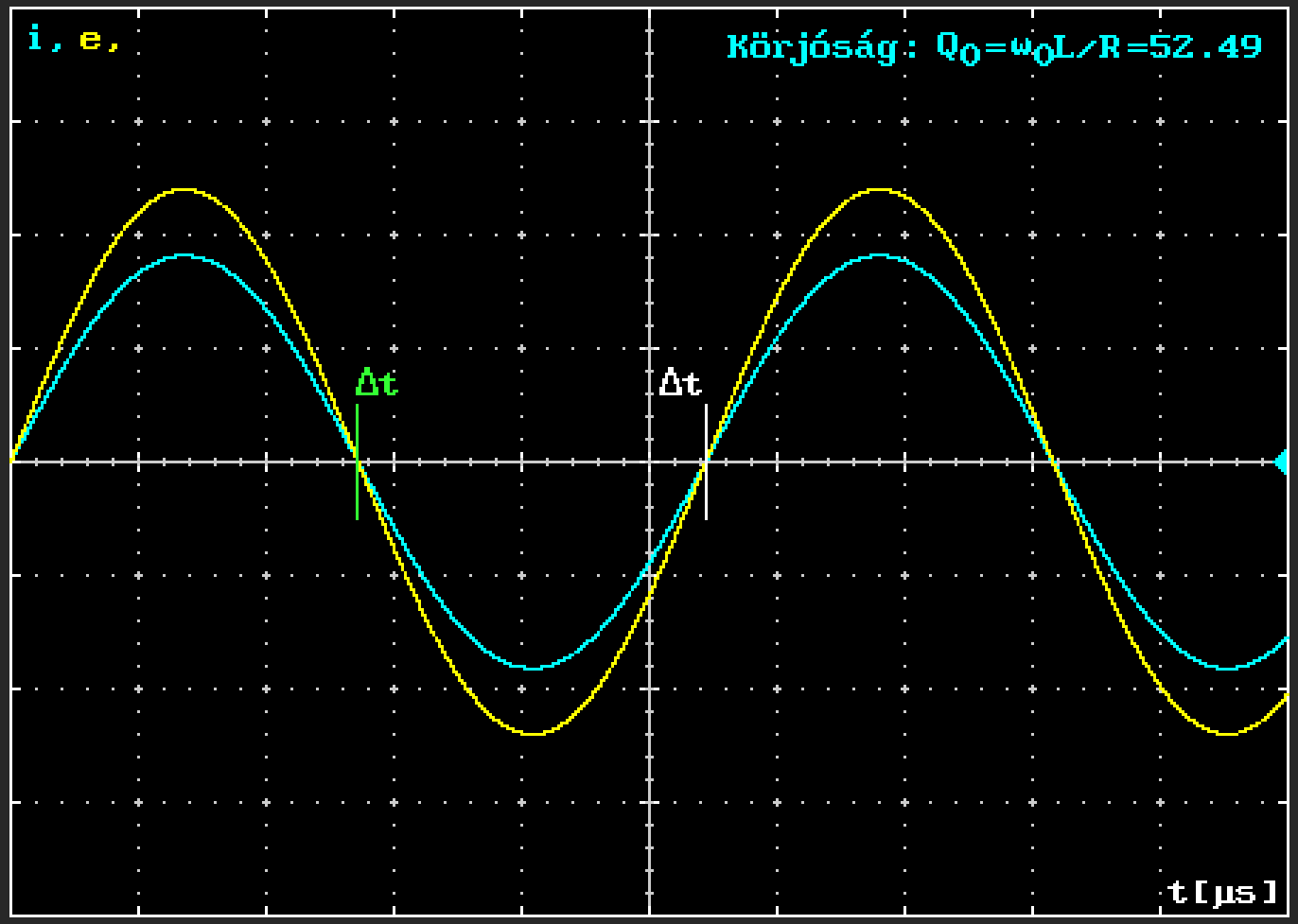
568

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

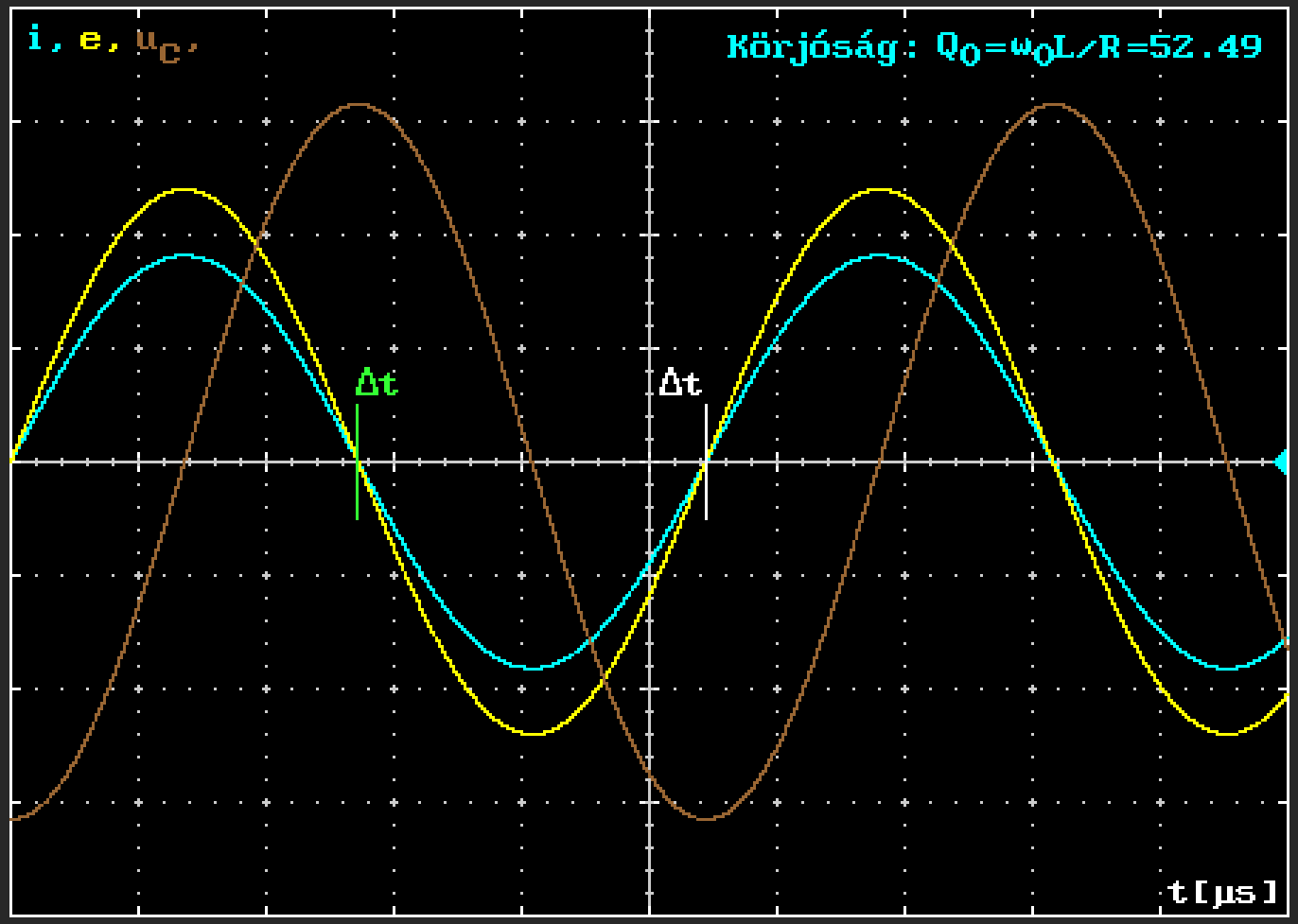
Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R
U_L
U_C 6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

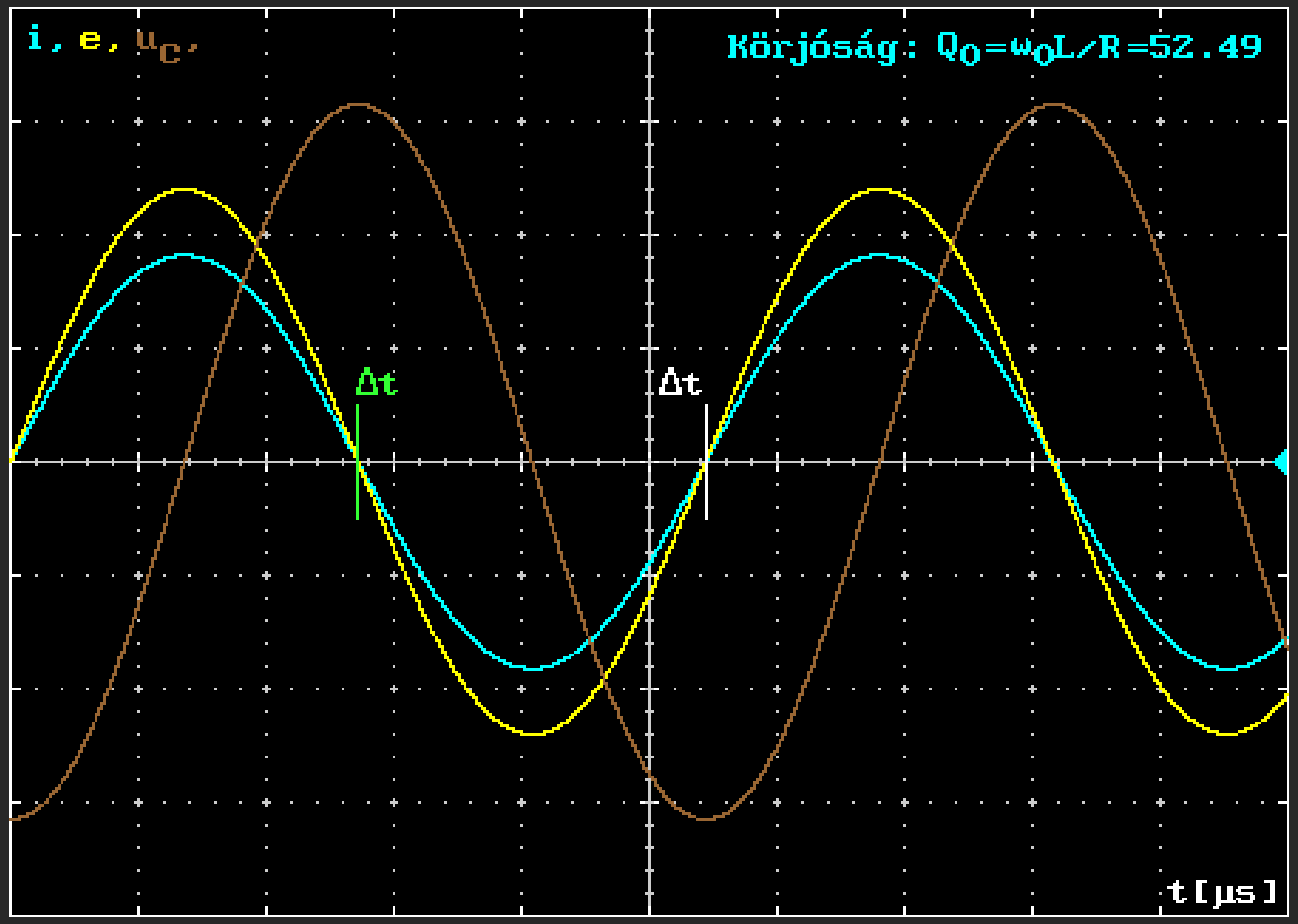
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.29837 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

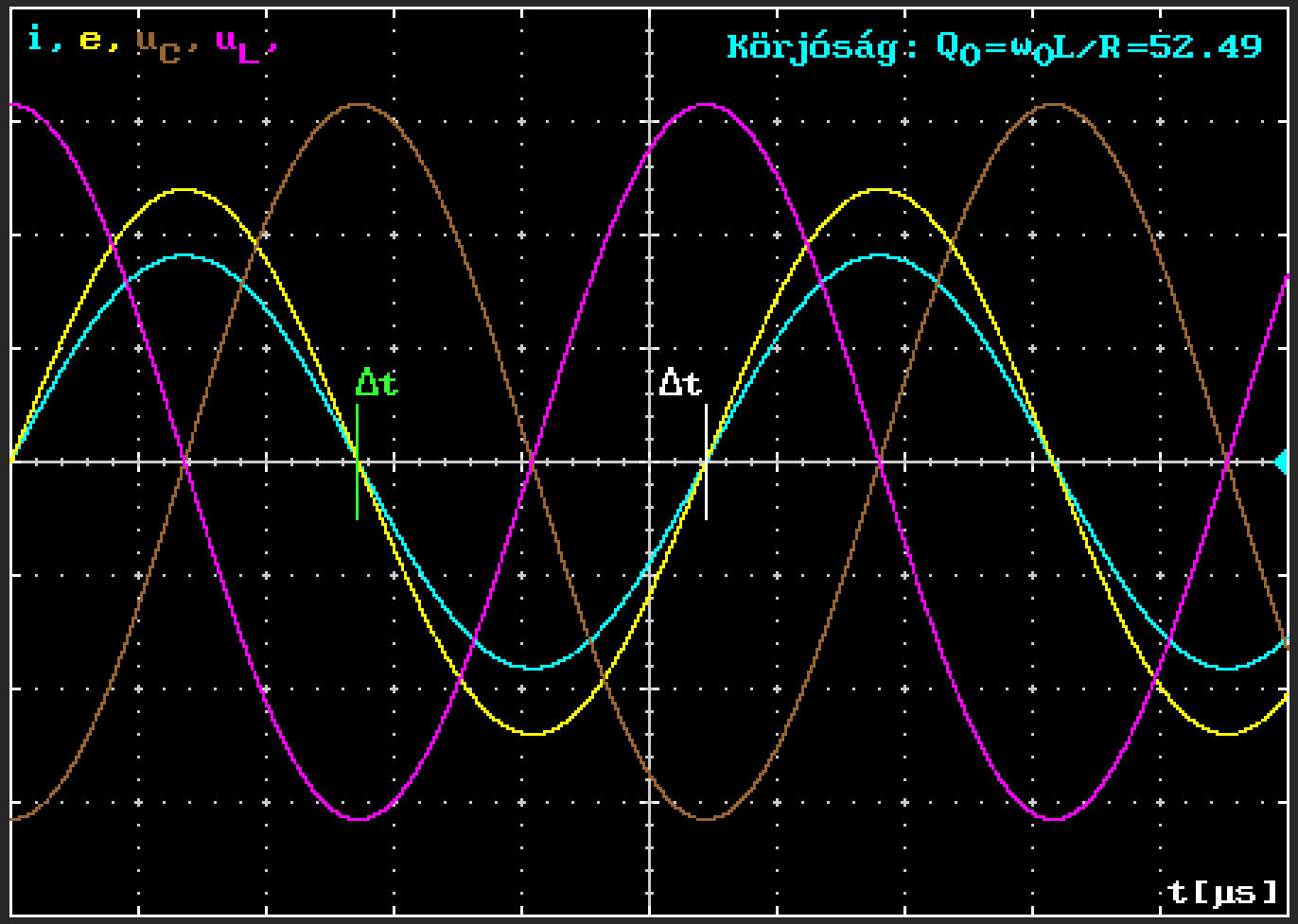
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

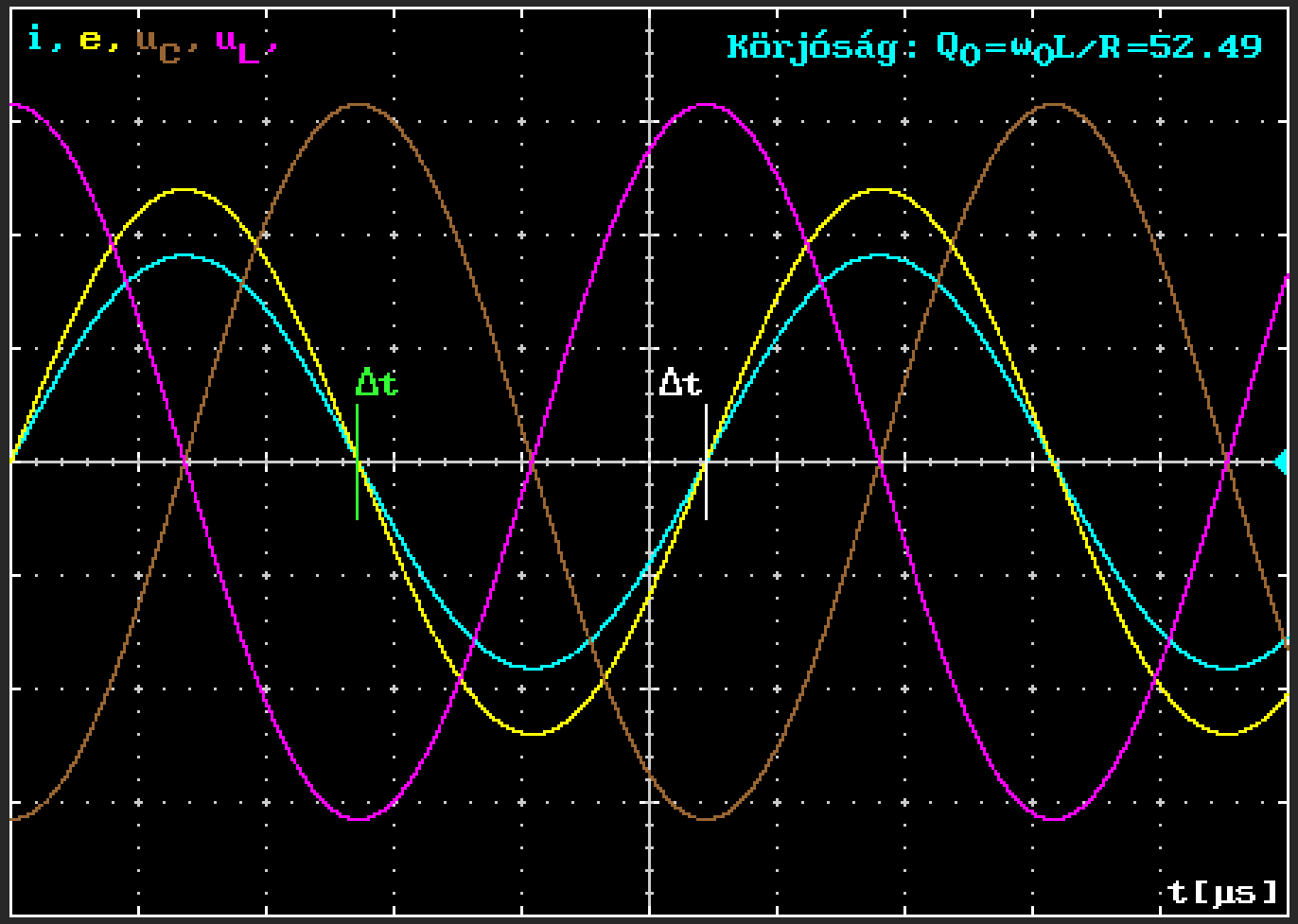
572

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

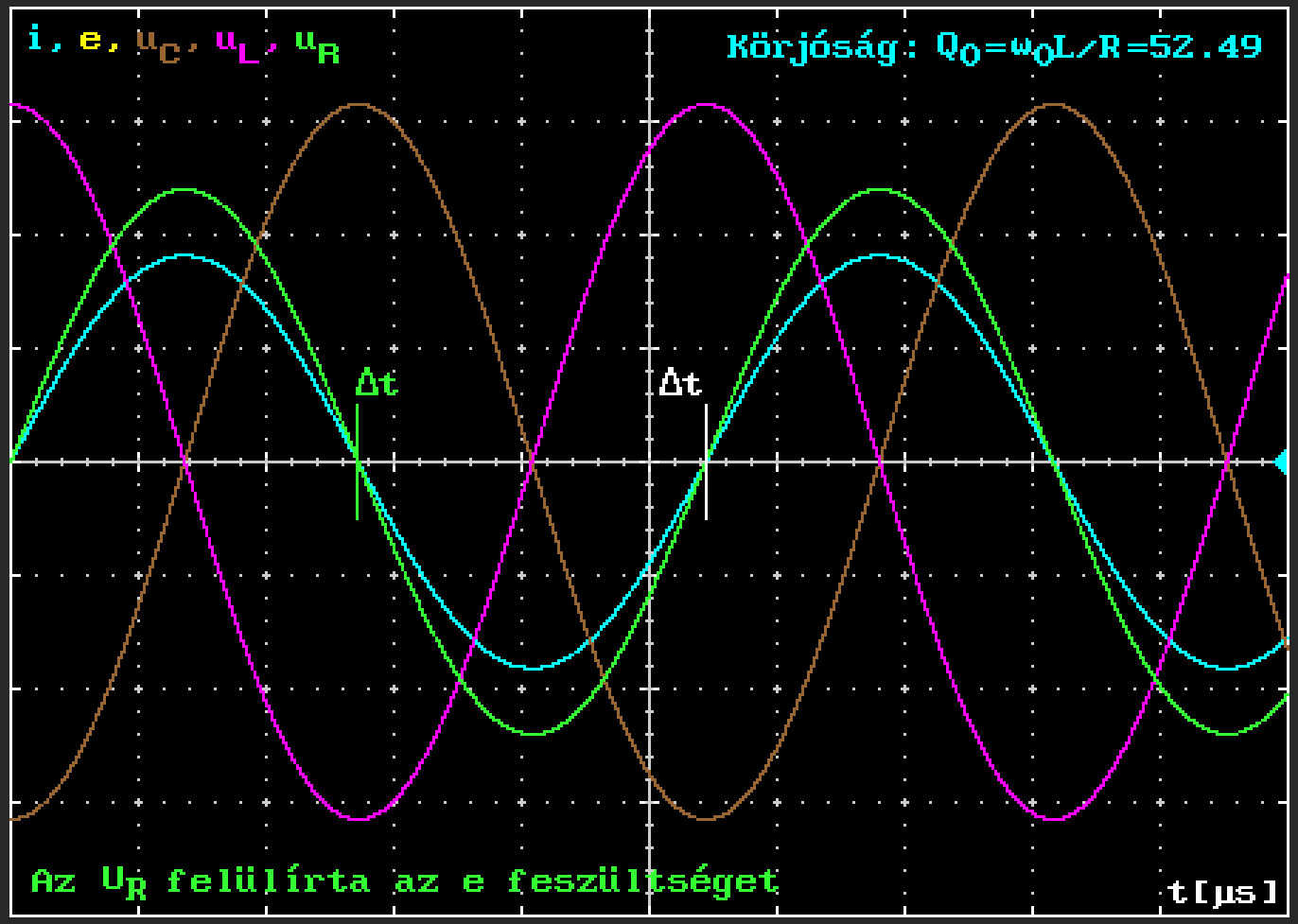
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	120.000 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

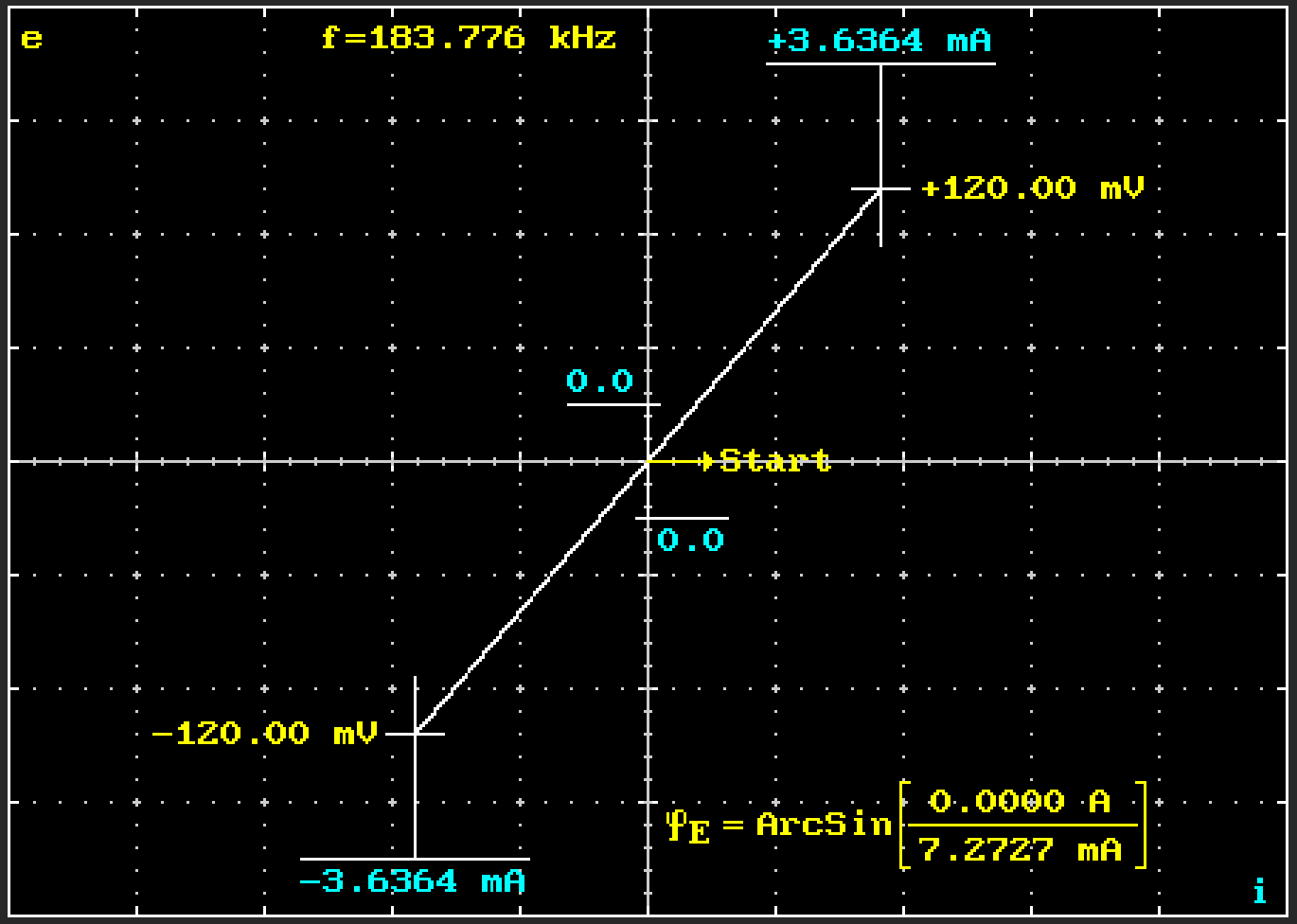
574

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.00 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	120.000 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

Végeredmény: az i és az e fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=183.960 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=90.41 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

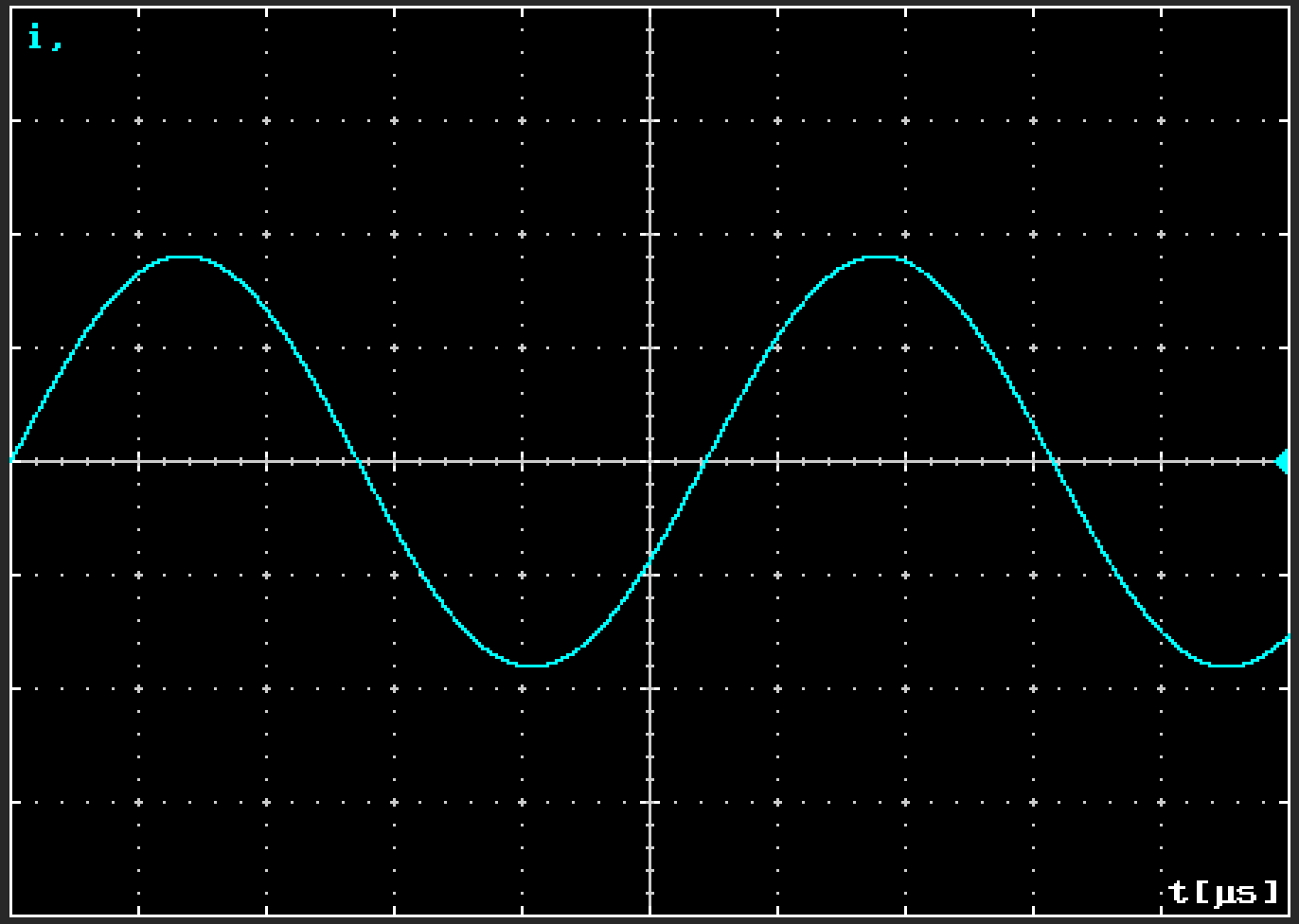
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

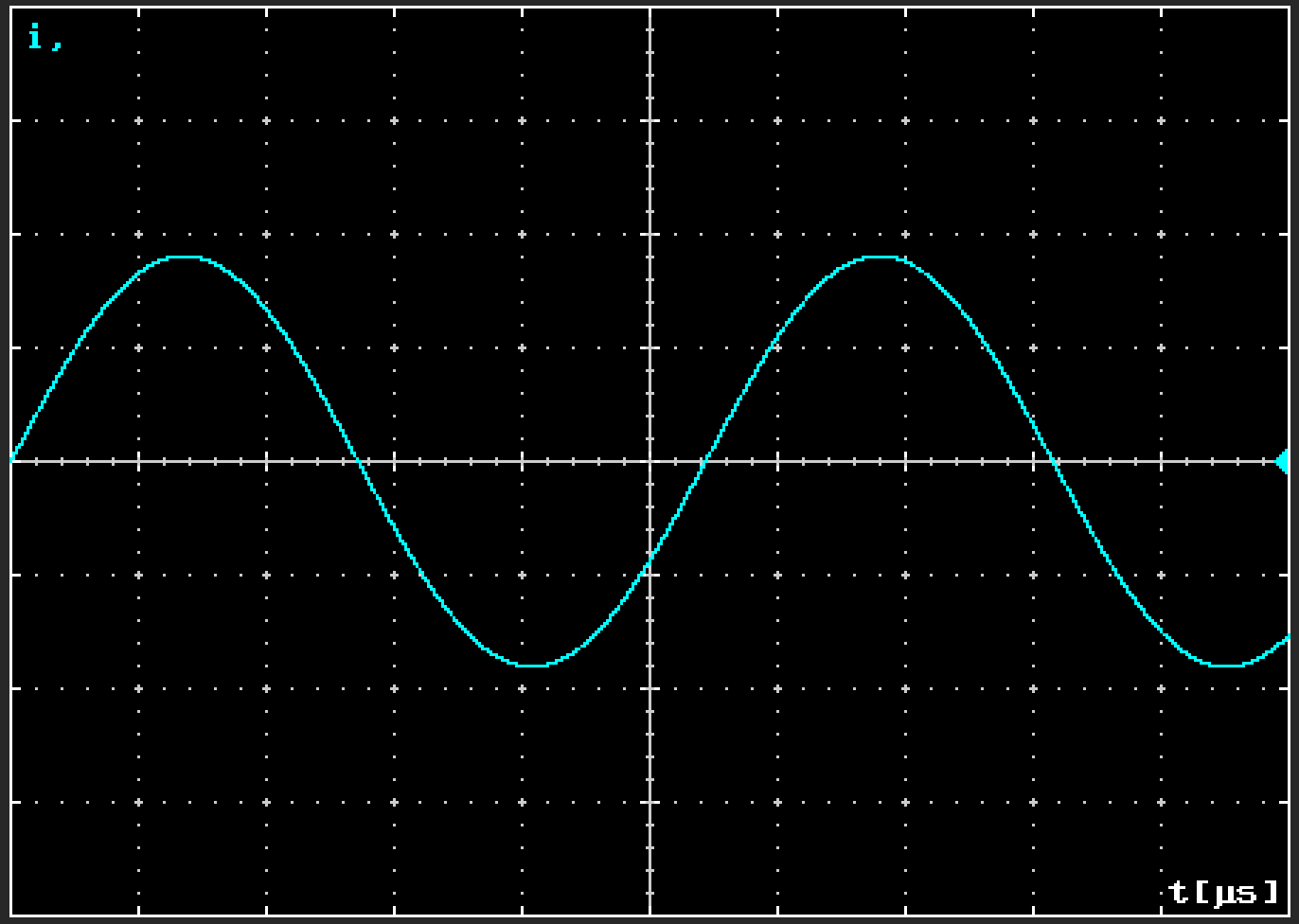
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

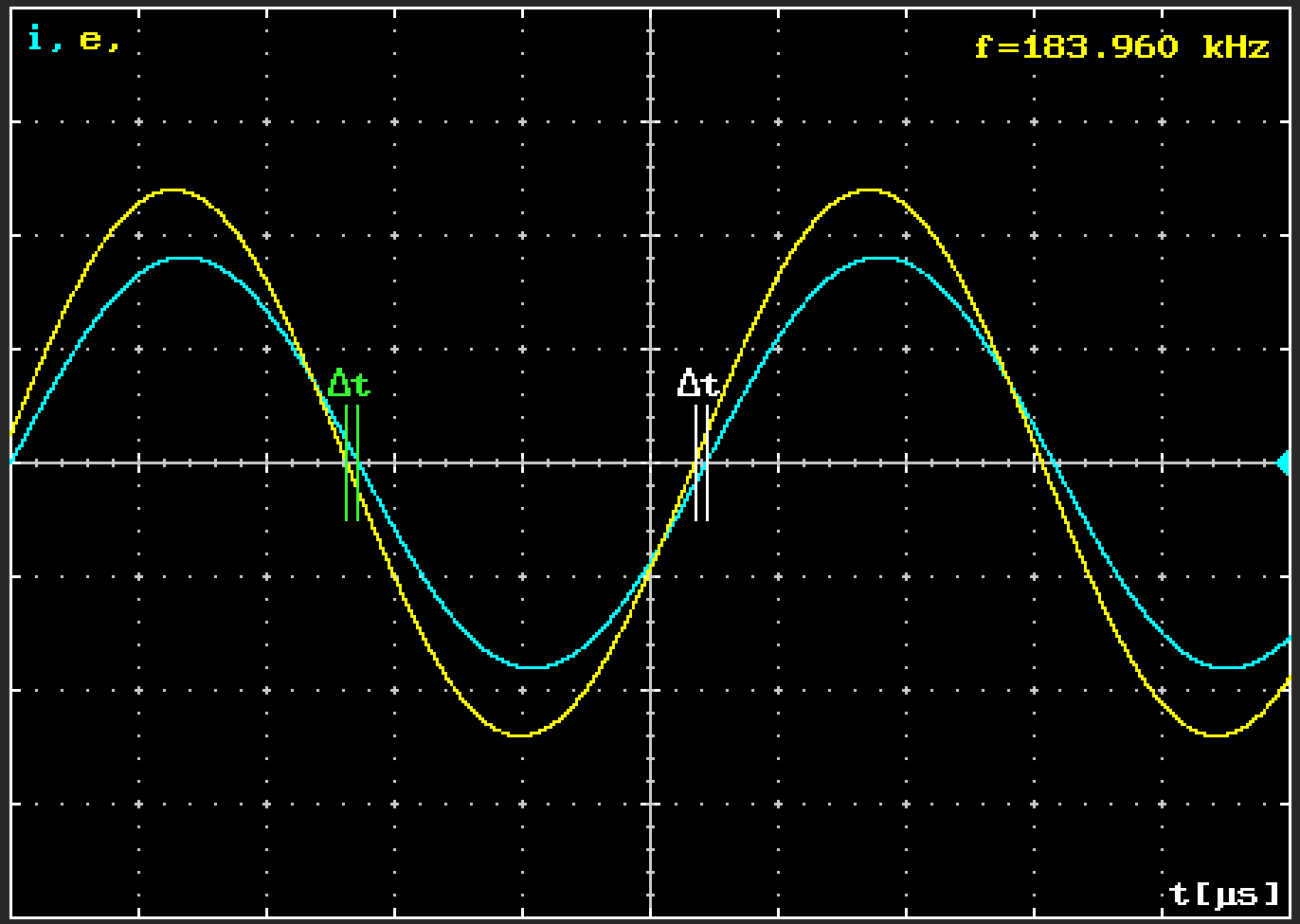
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

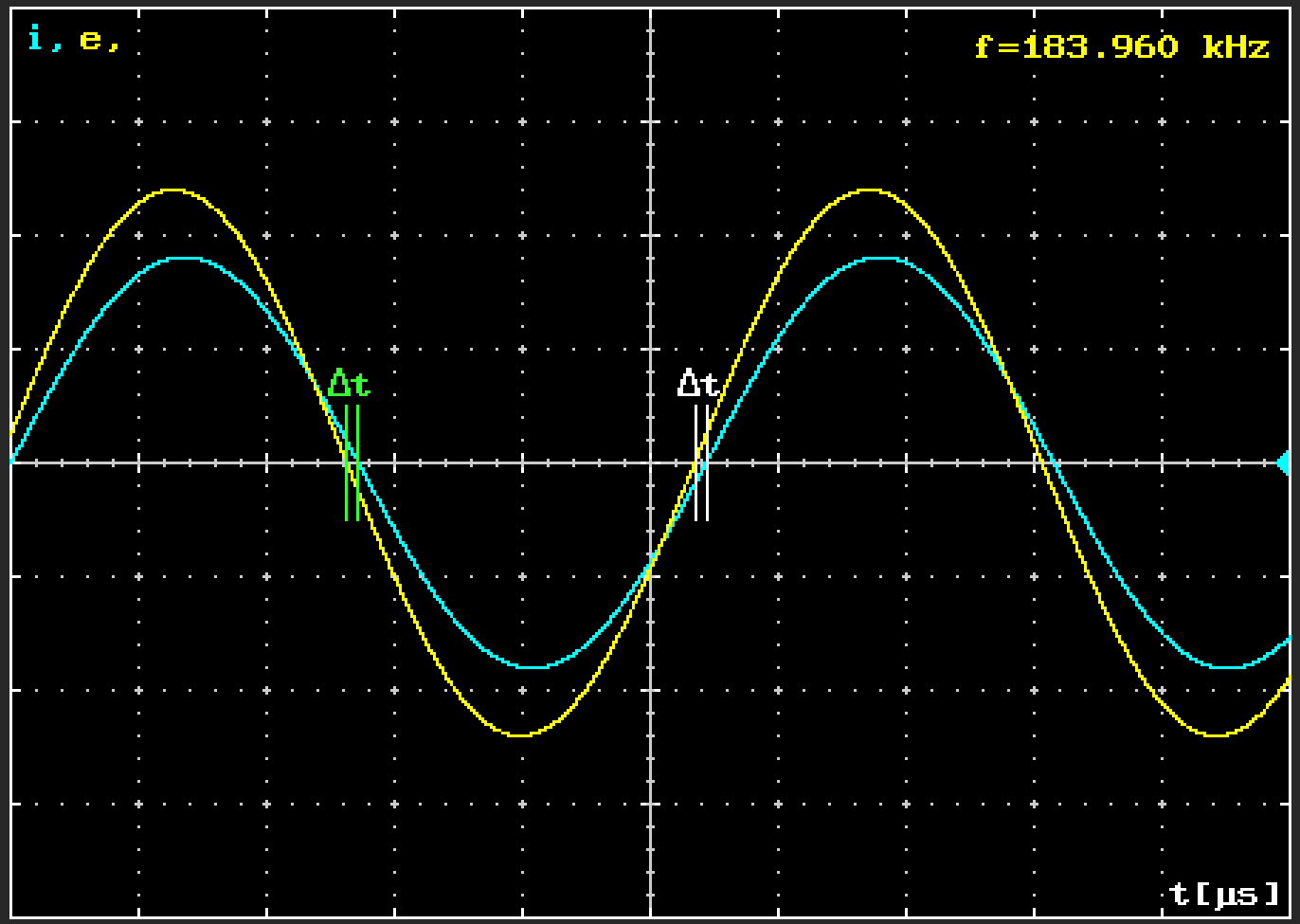
579

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

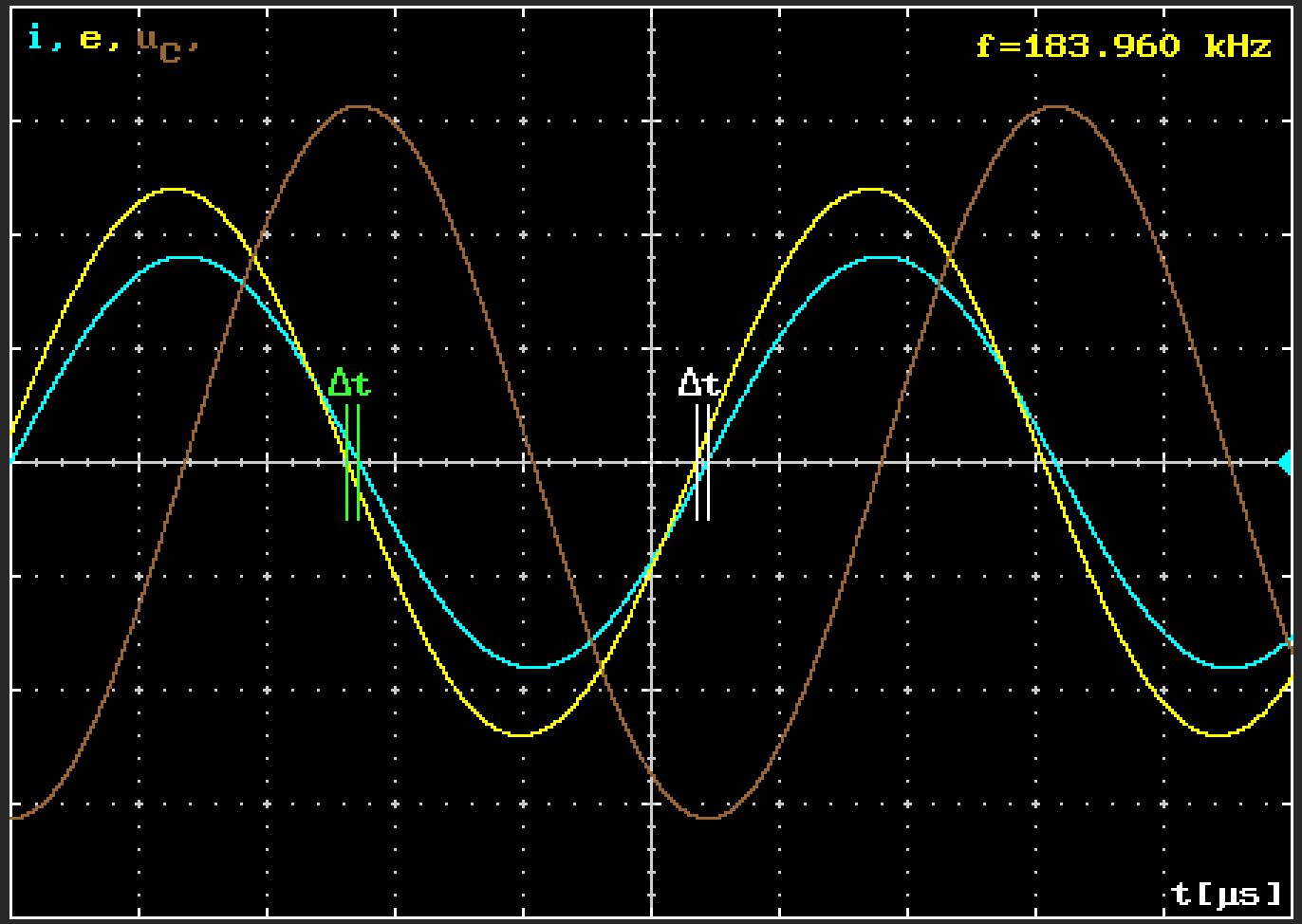
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.25776 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

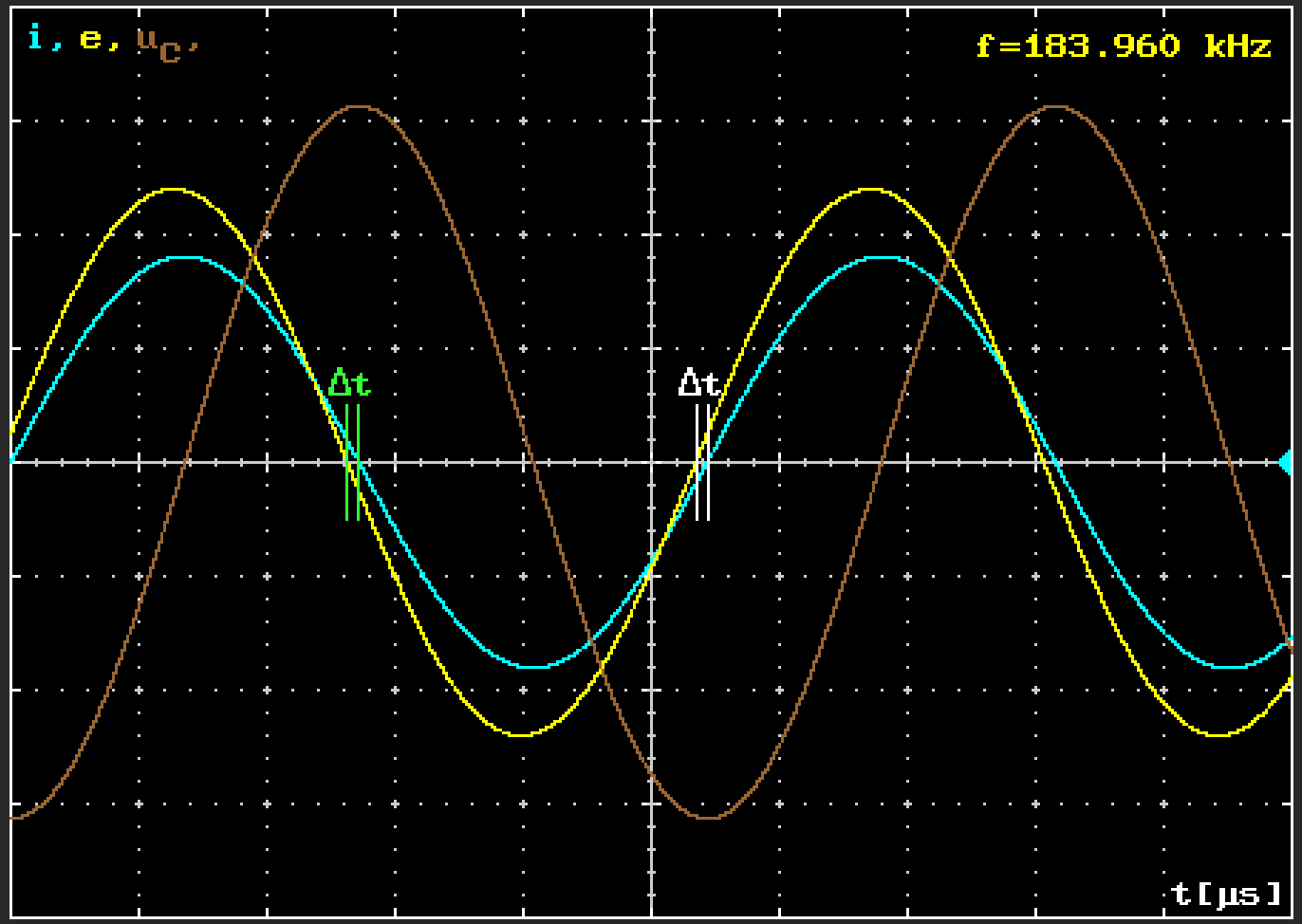
0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.25776 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

582

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

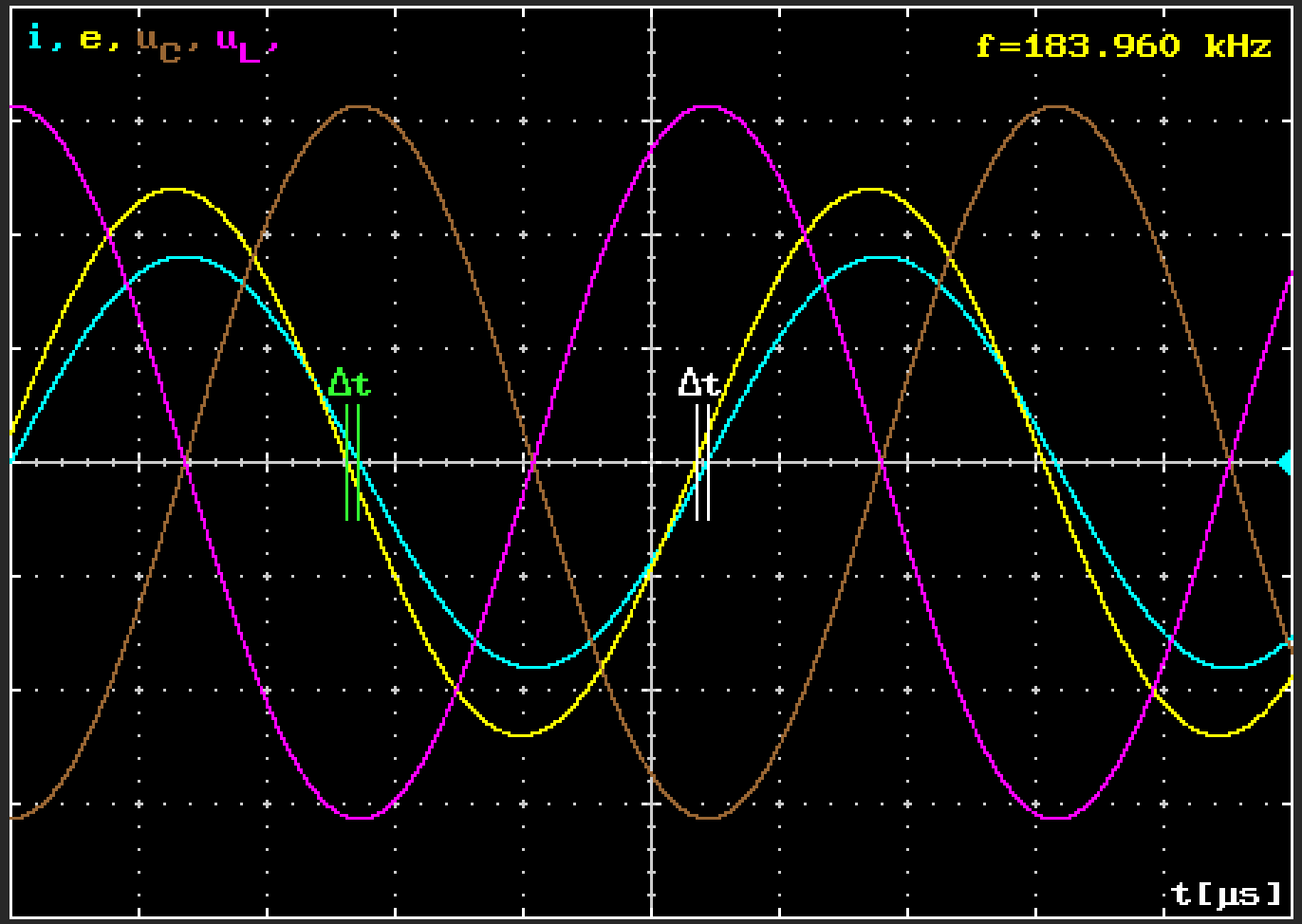
106

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

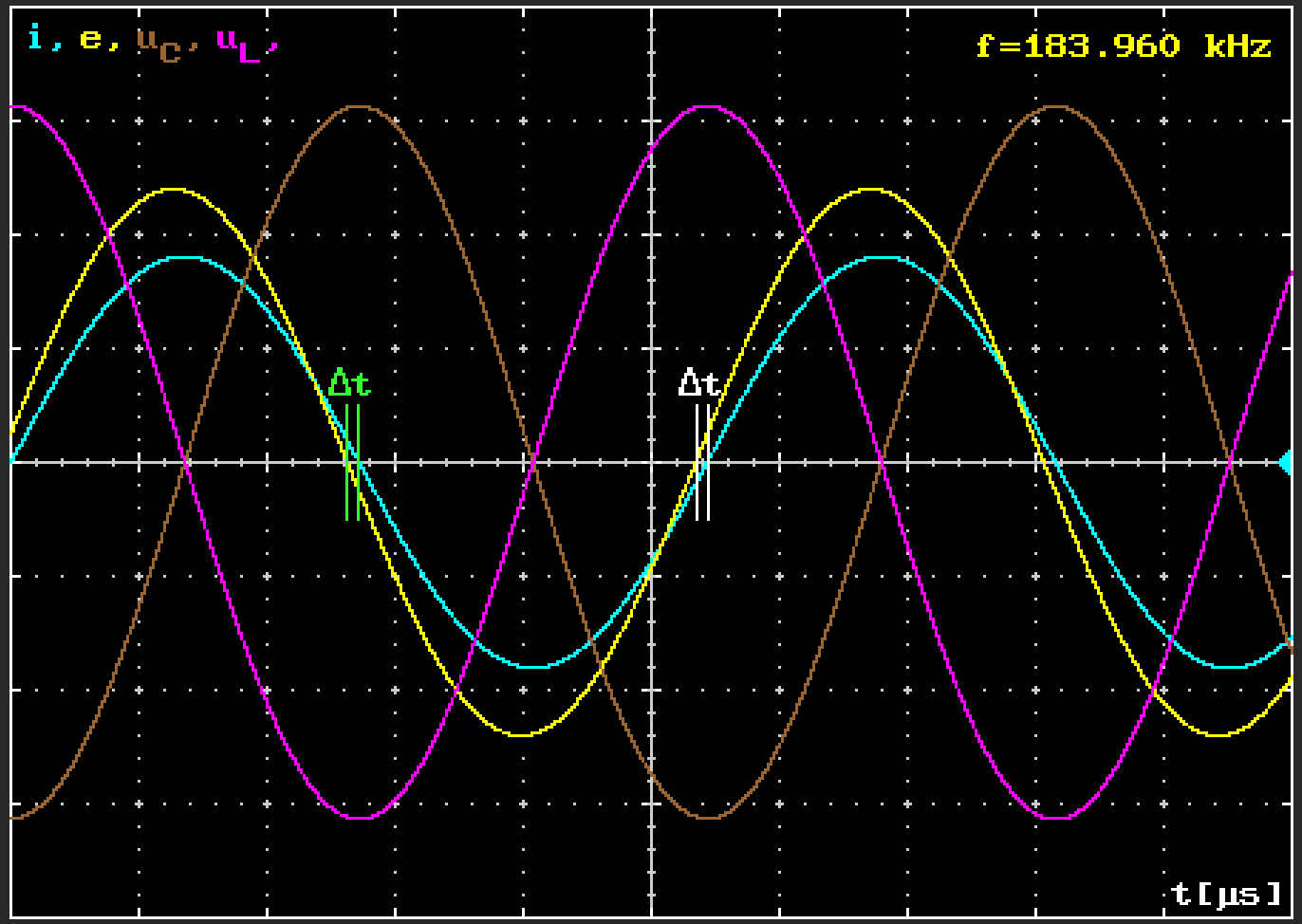
583

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

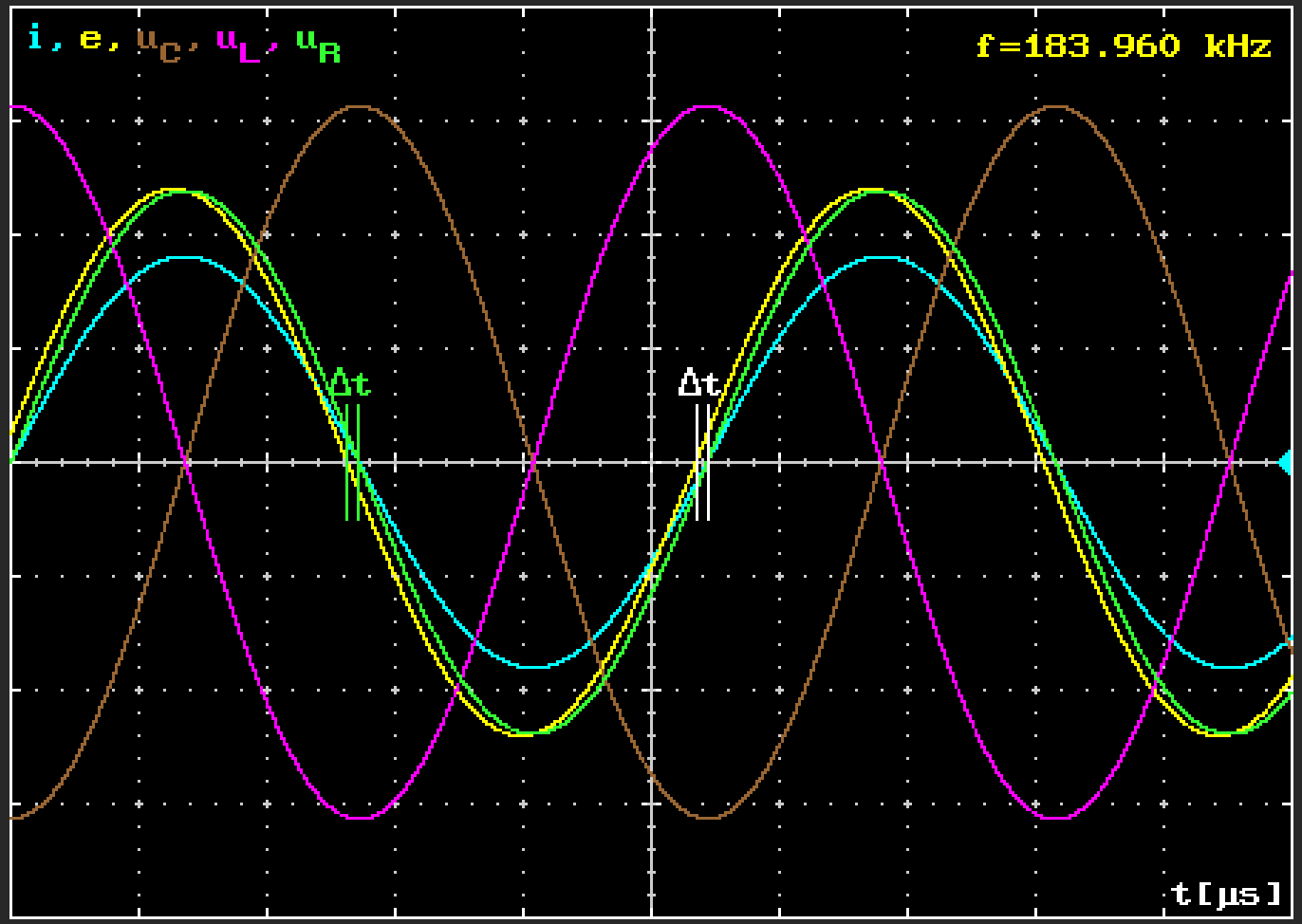
584

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.345 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

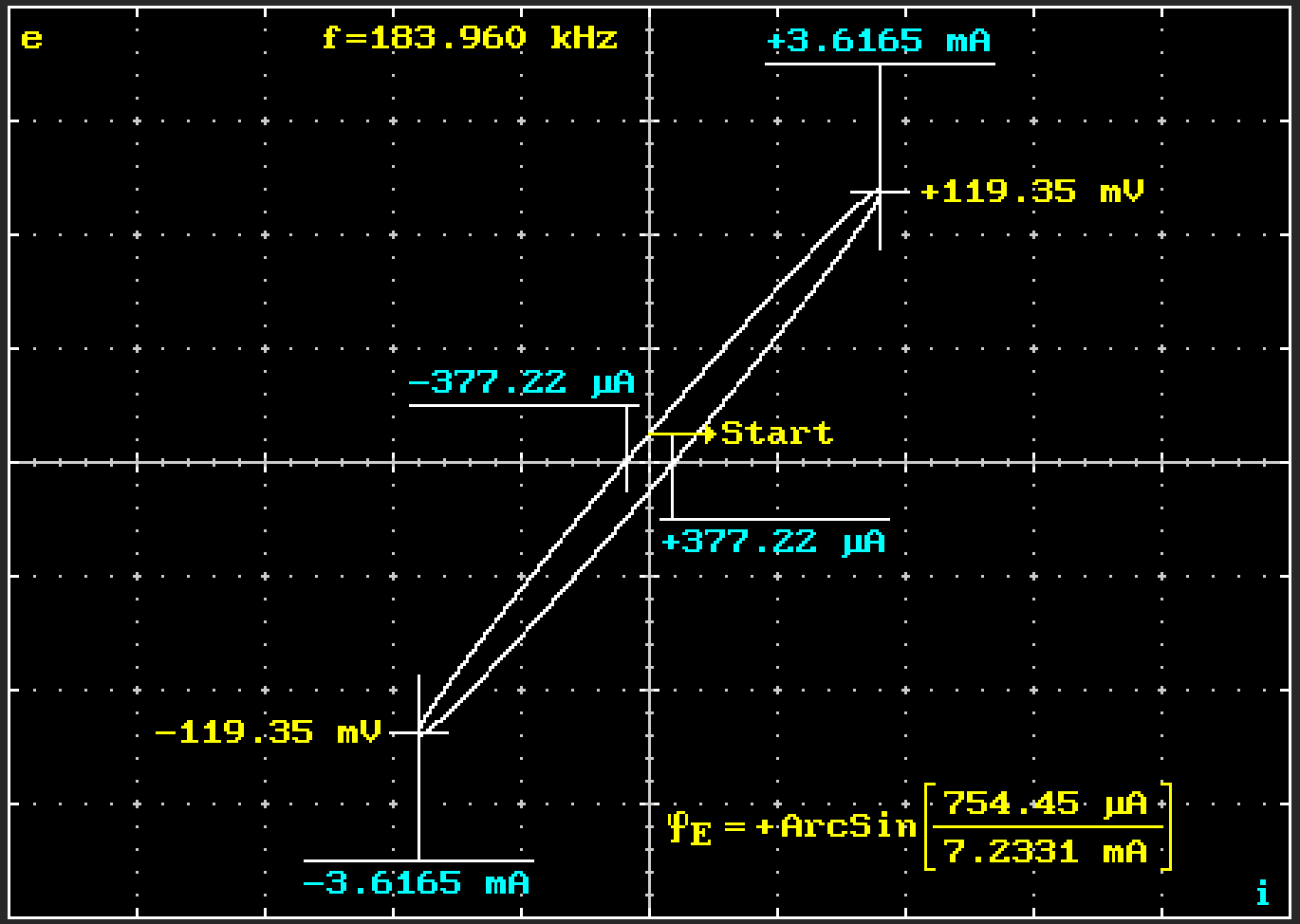
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.345 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=184.144 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=178.8 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

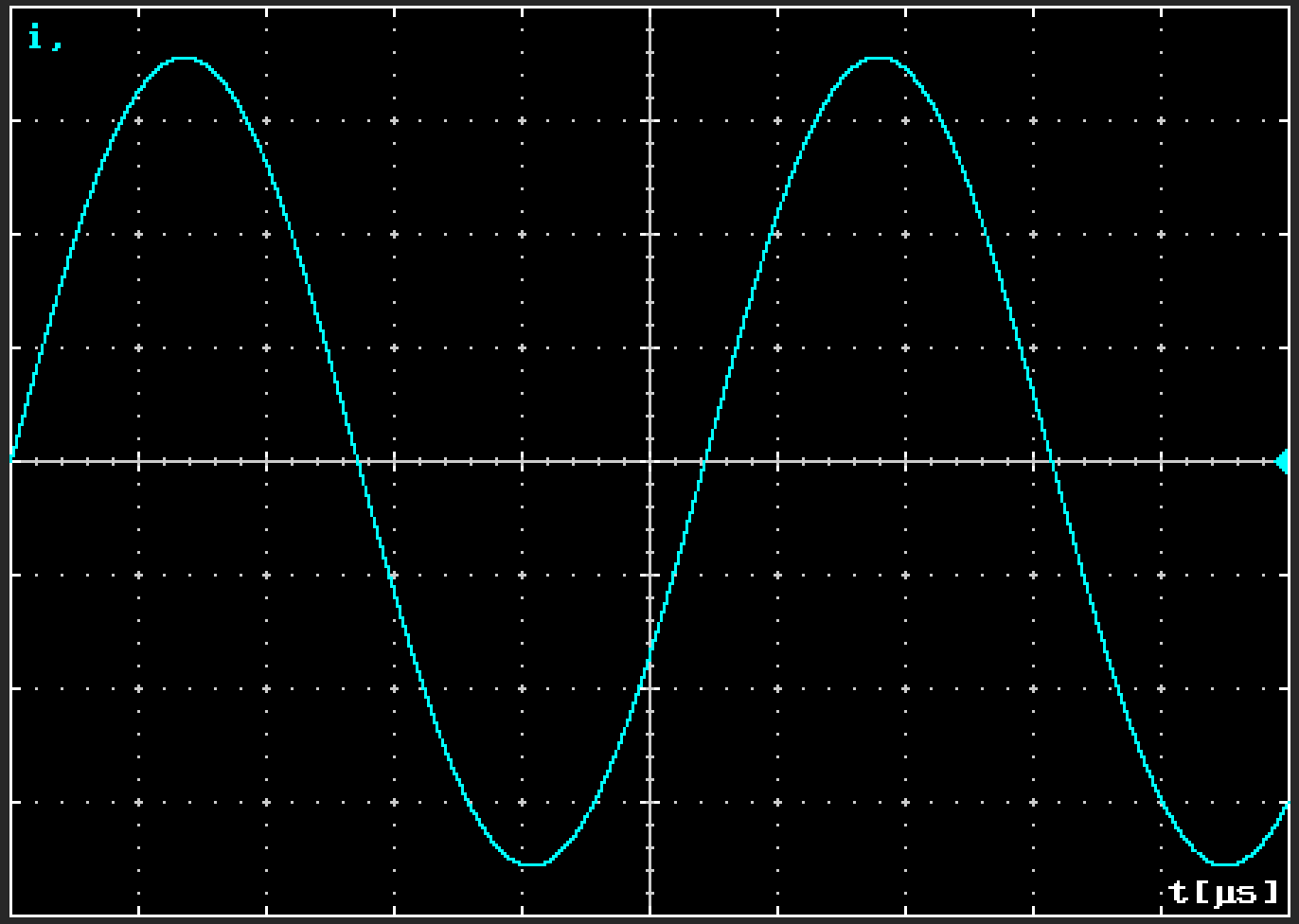
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

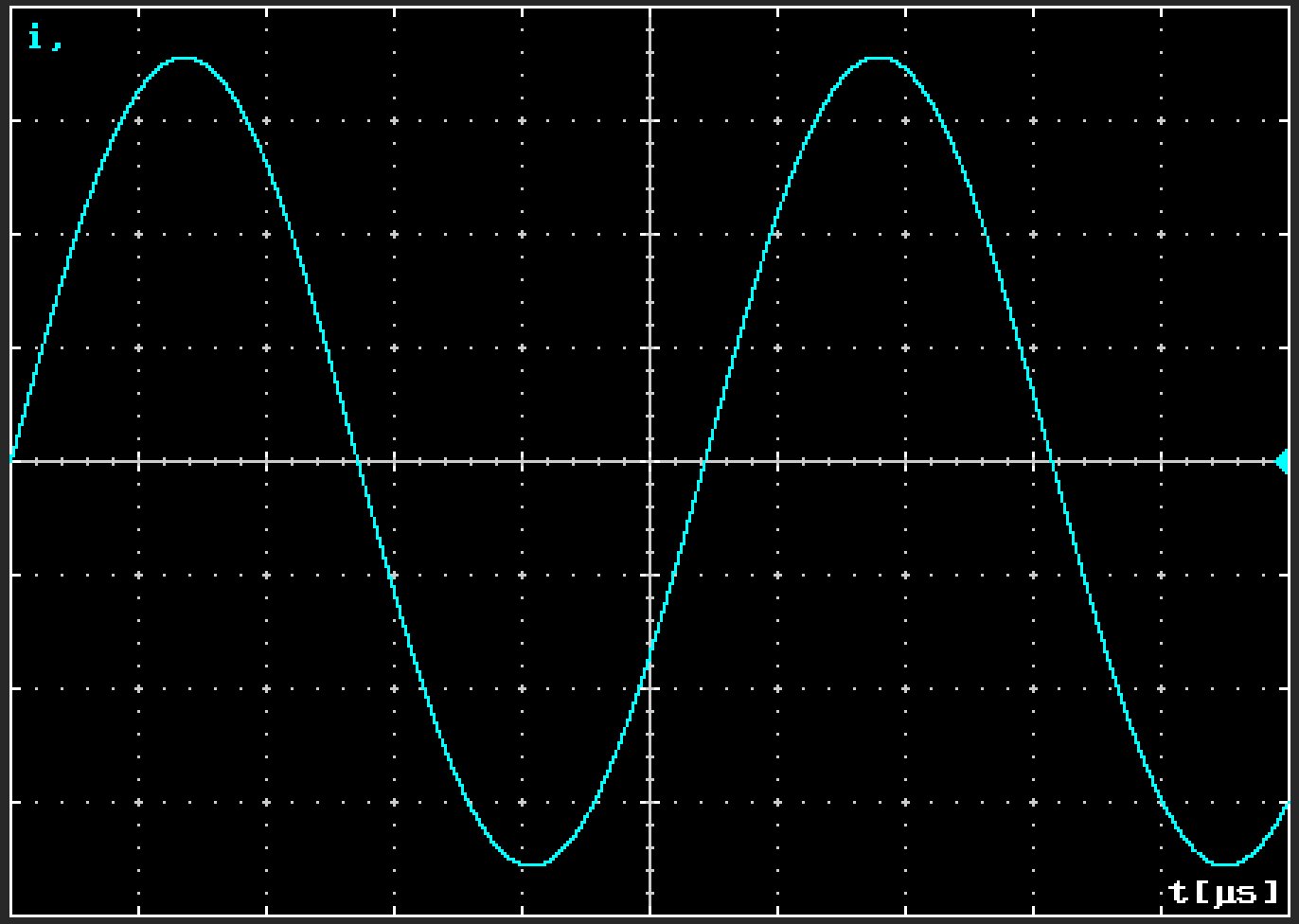
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

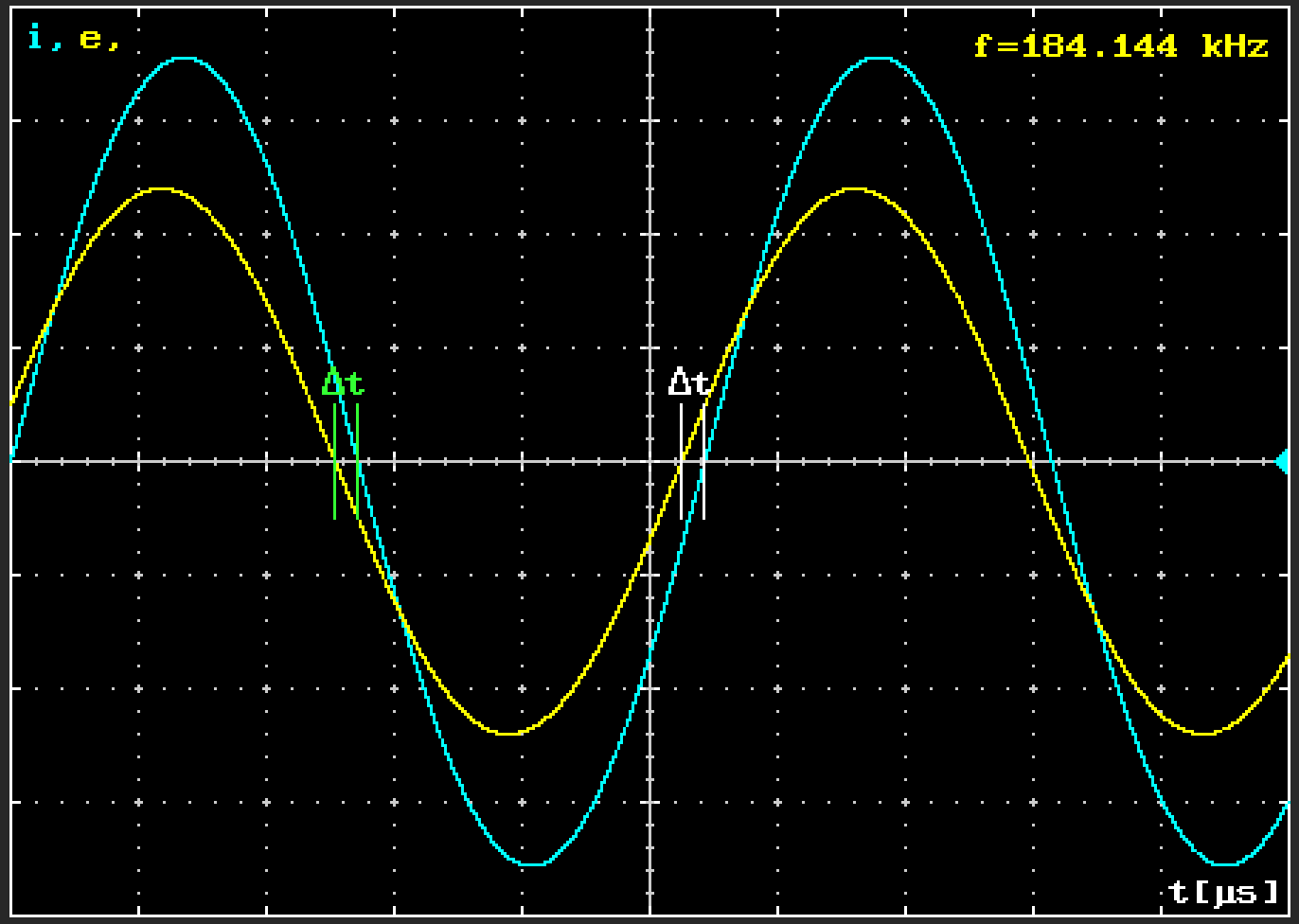
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

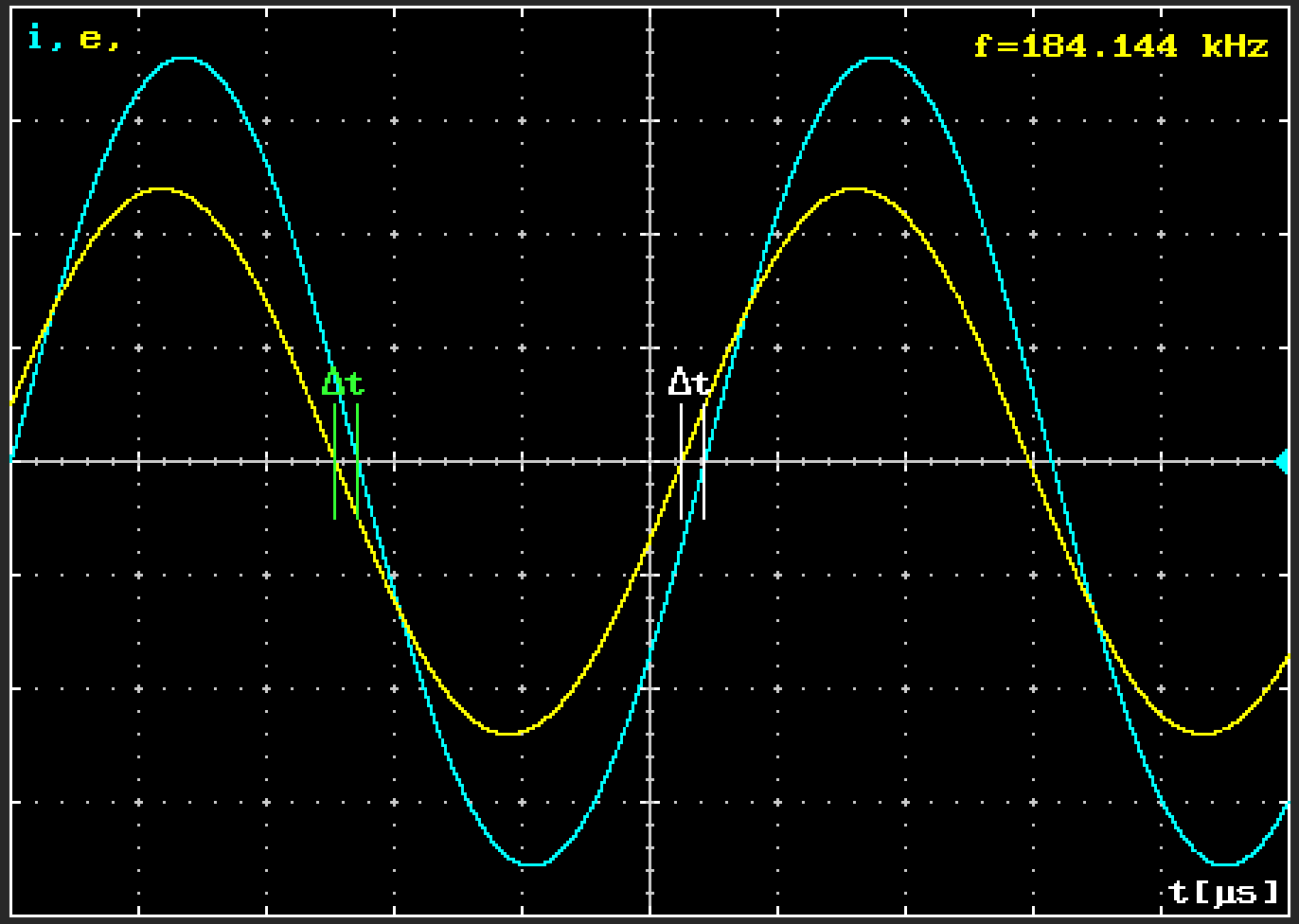
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

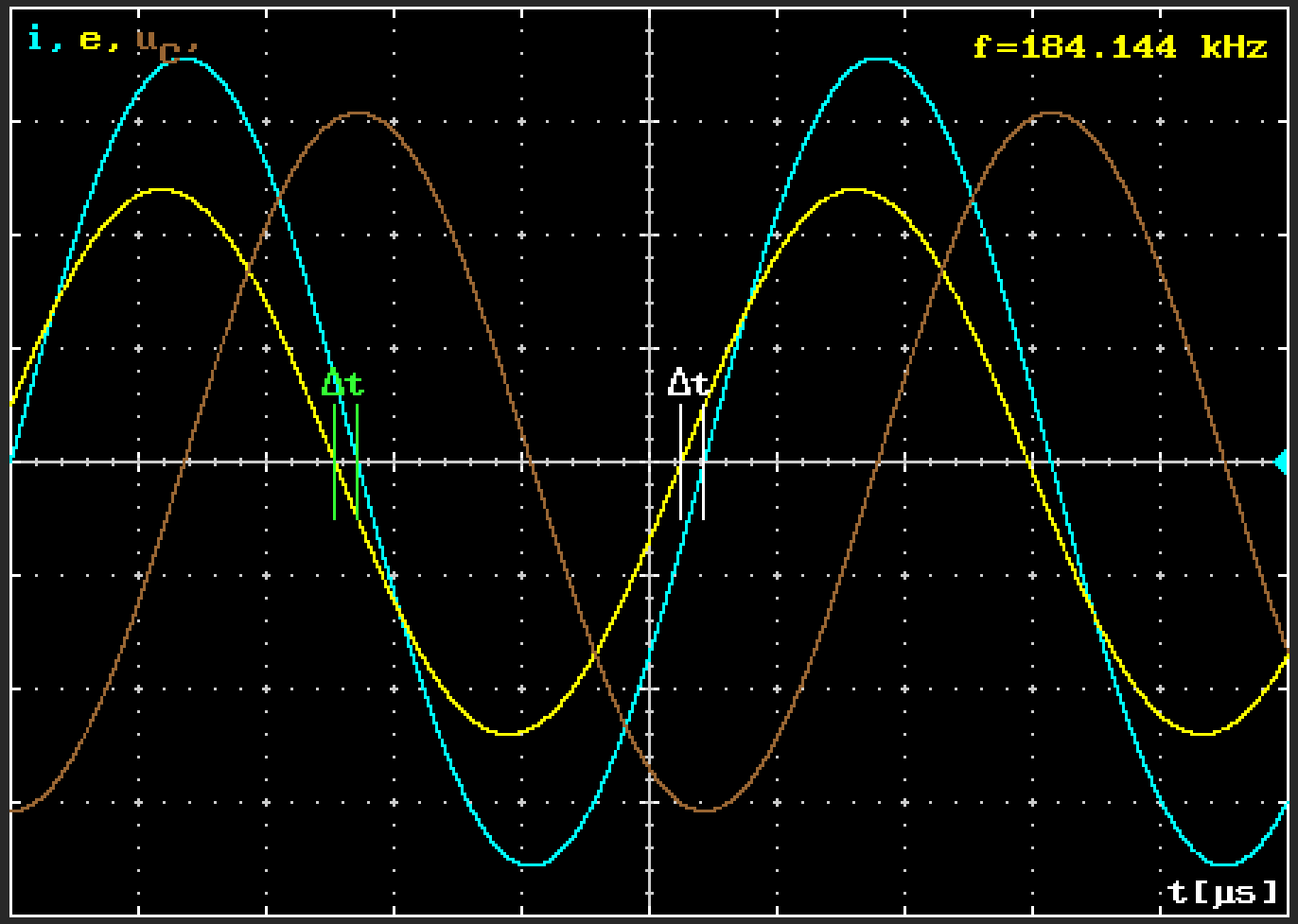
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.15183 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

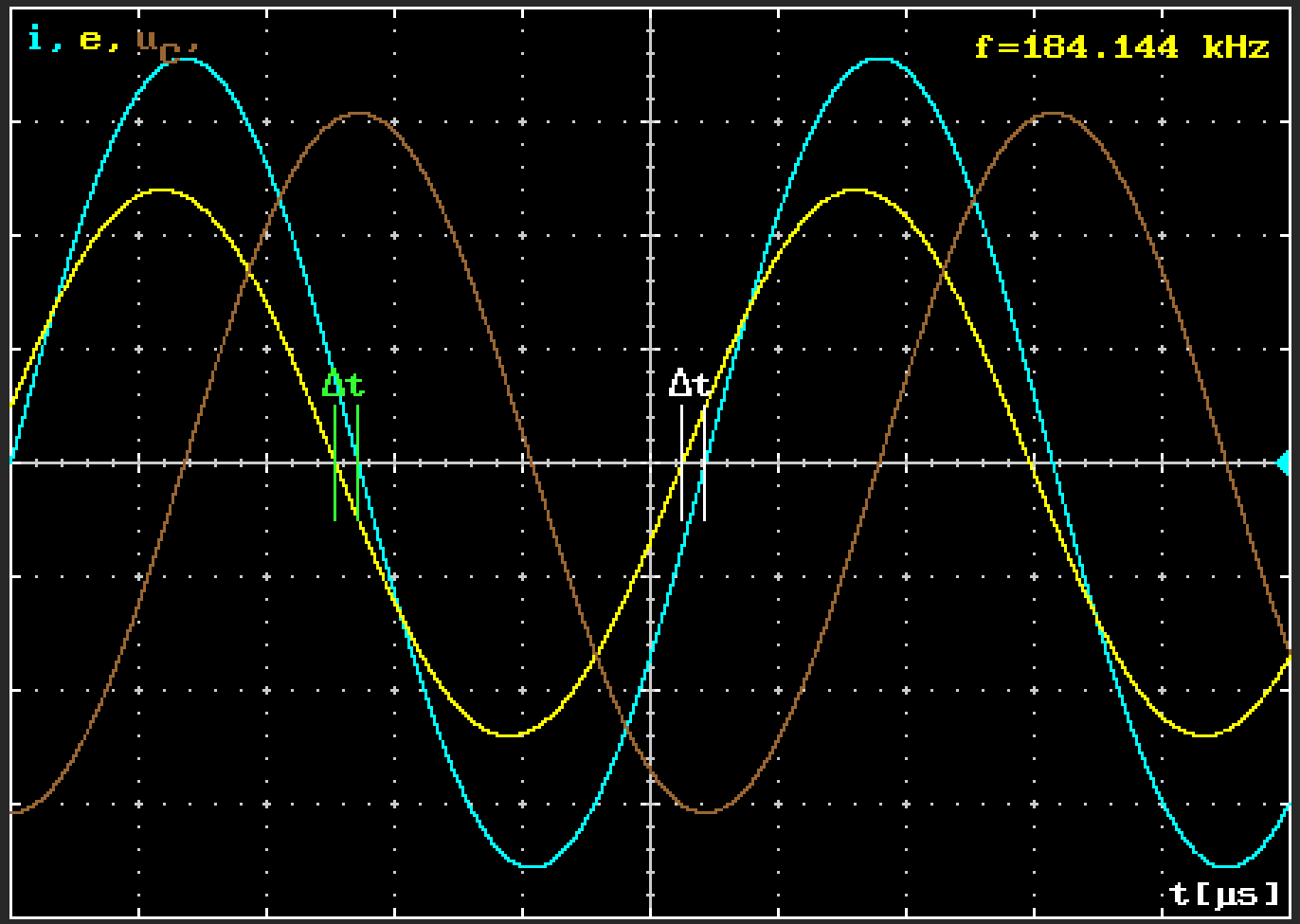
592

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 6.15183 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

593

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

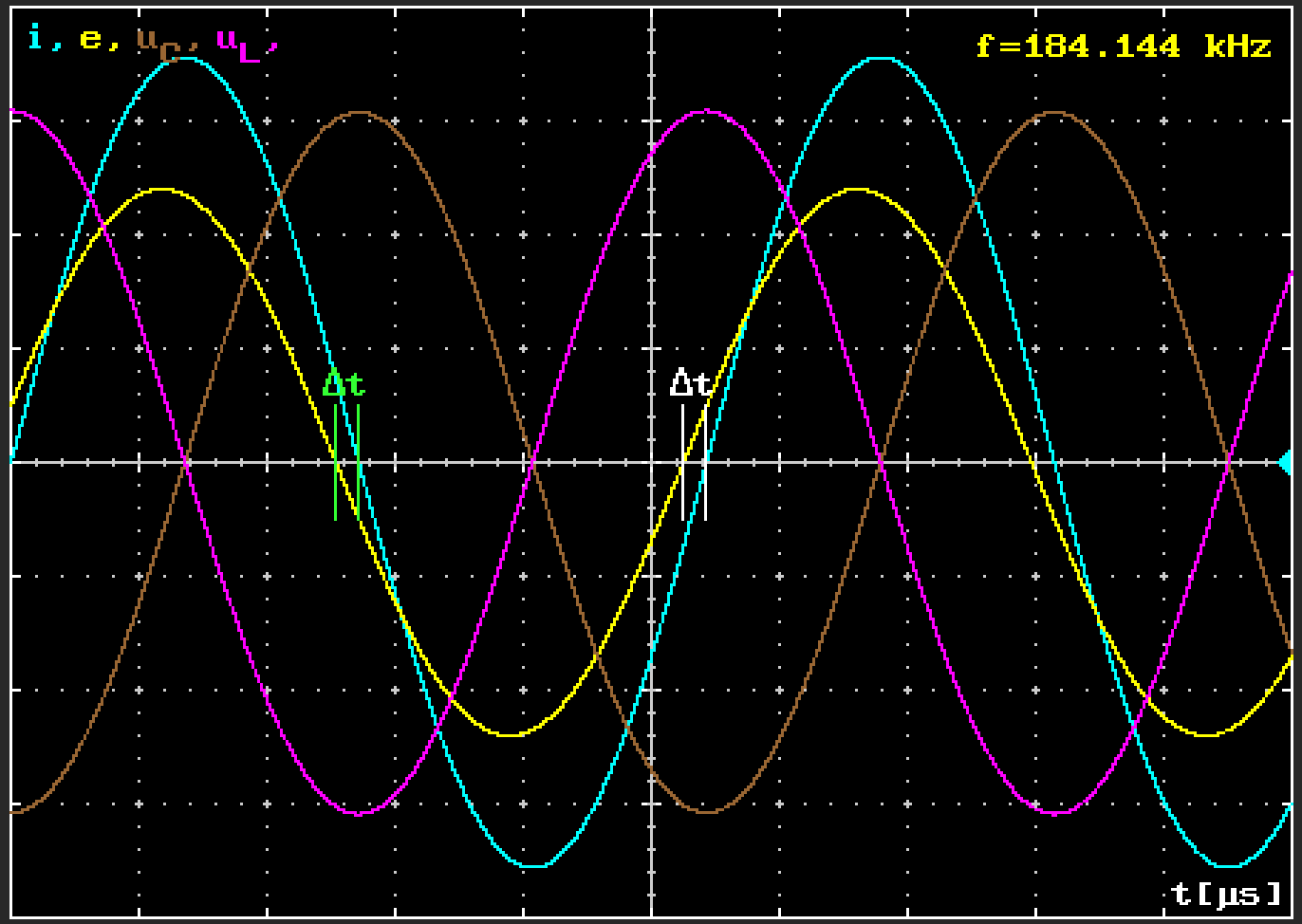
117

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

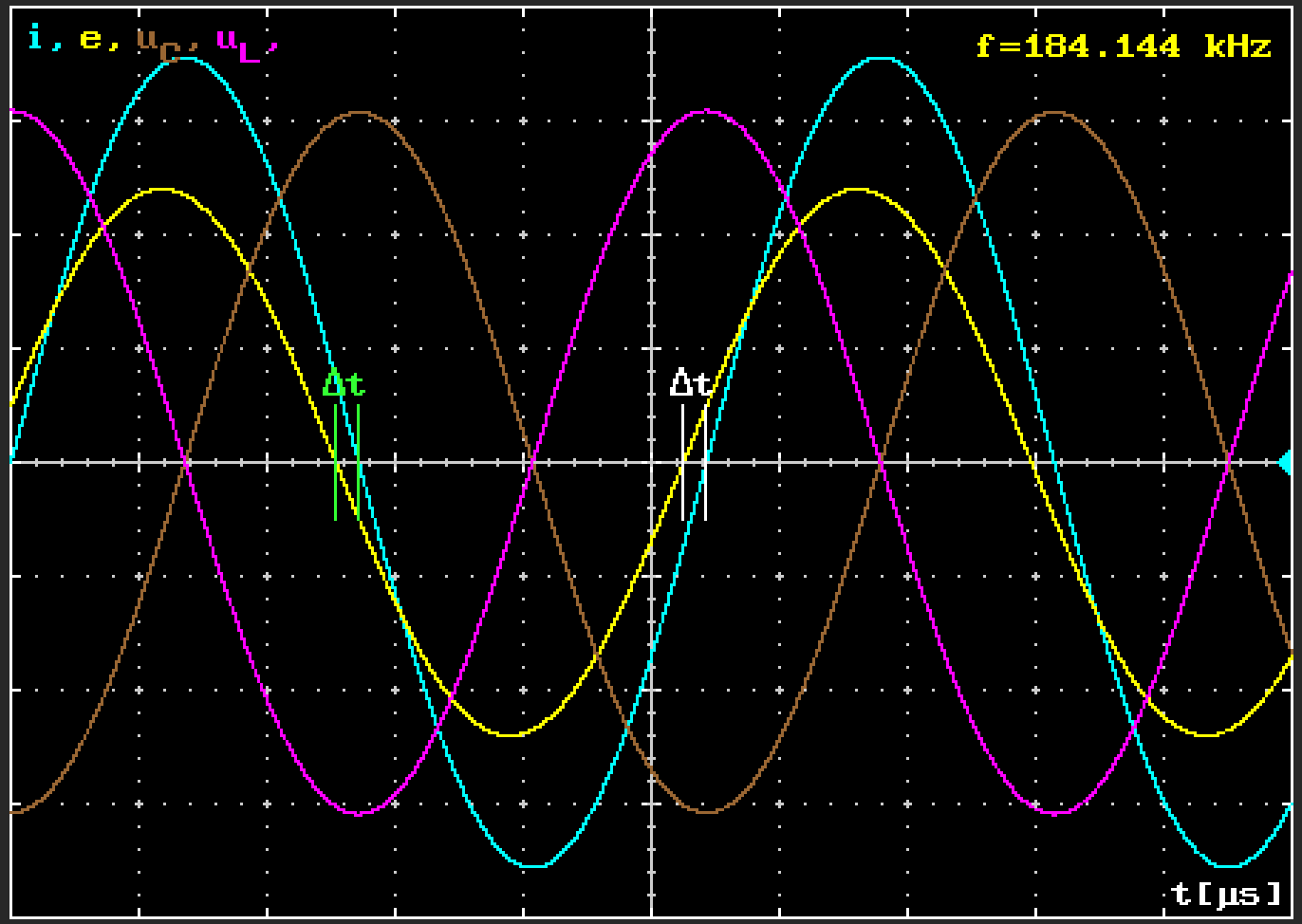
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

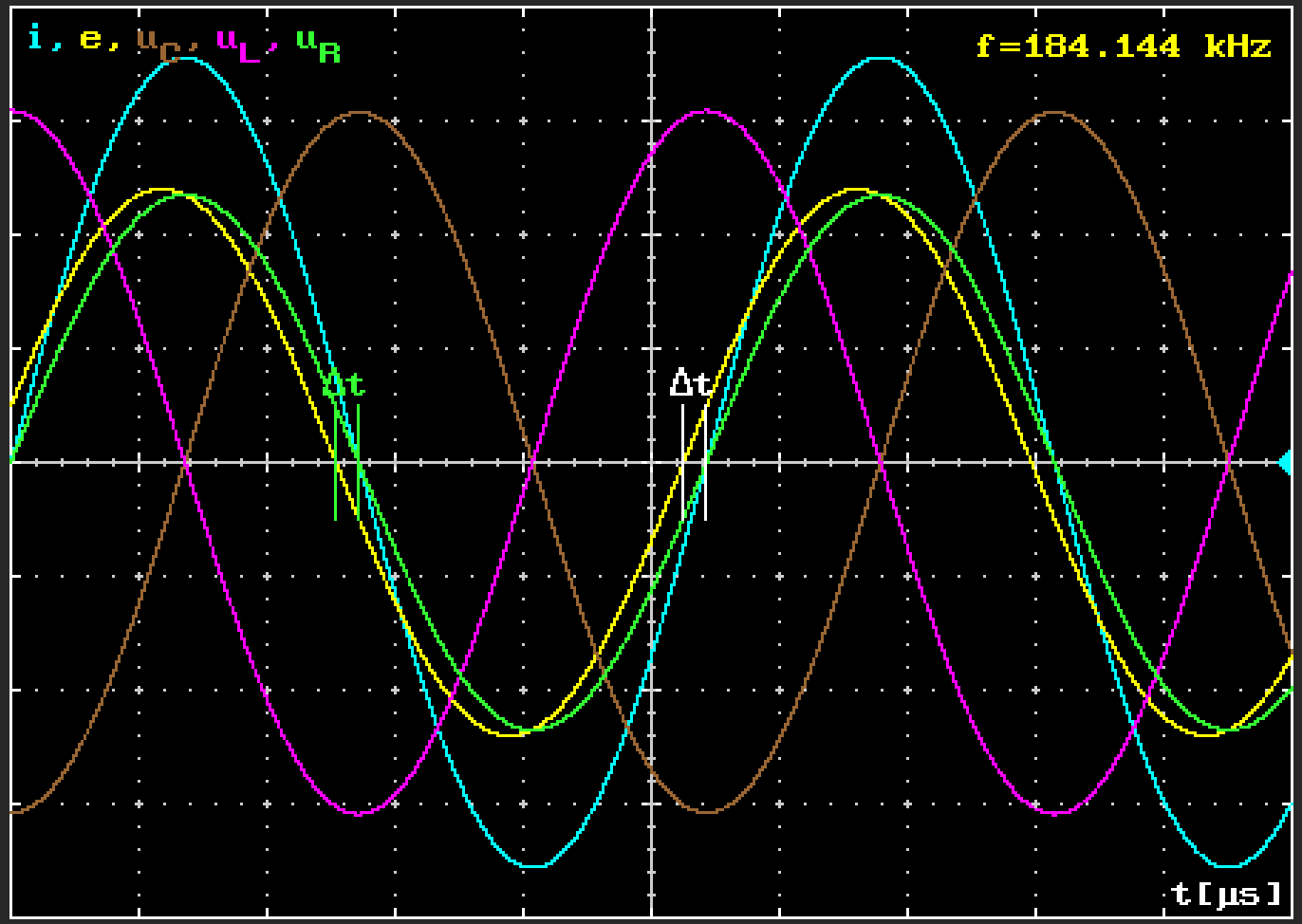
595

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.443 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

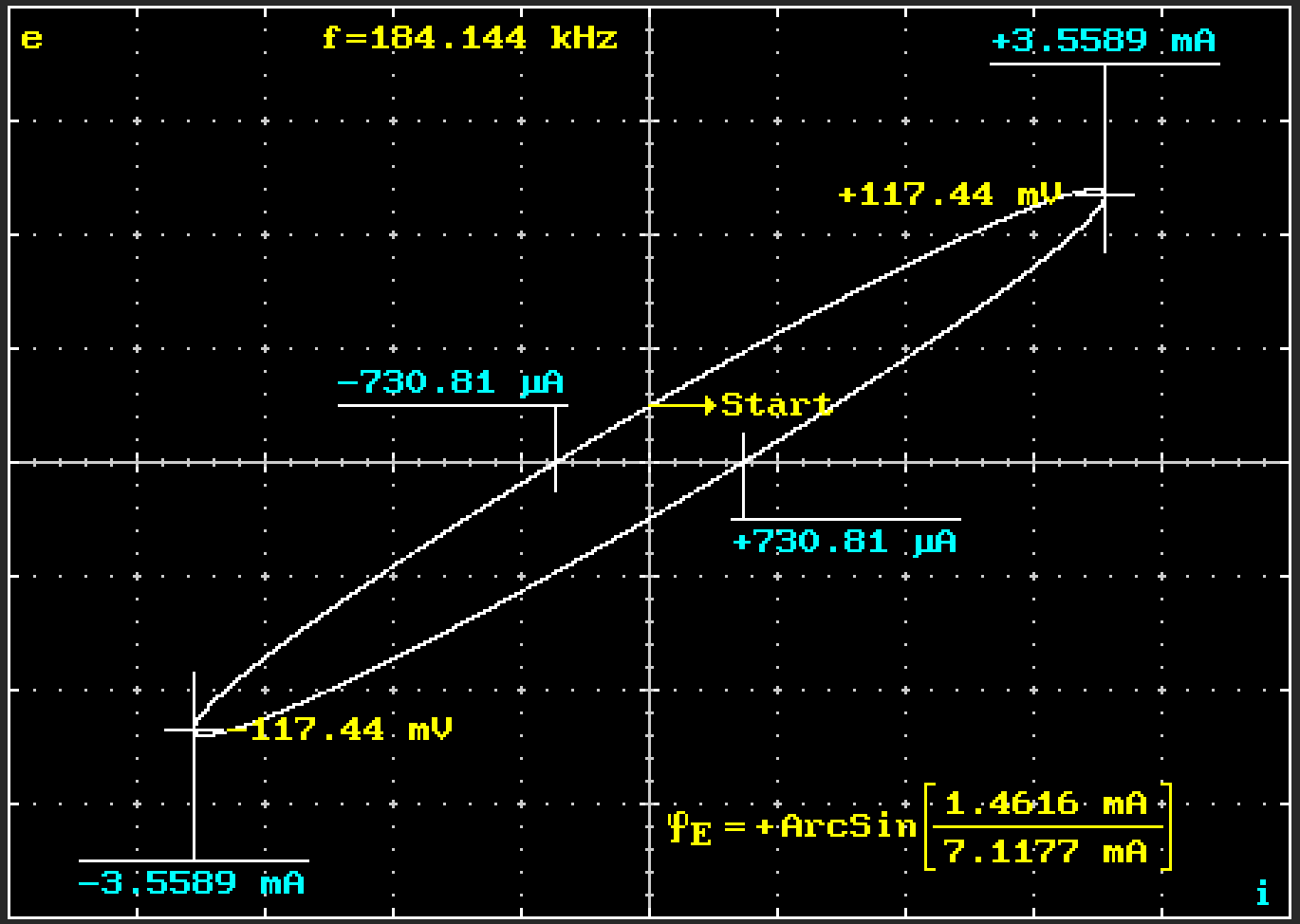
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.443 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=184.695 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=415.6 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

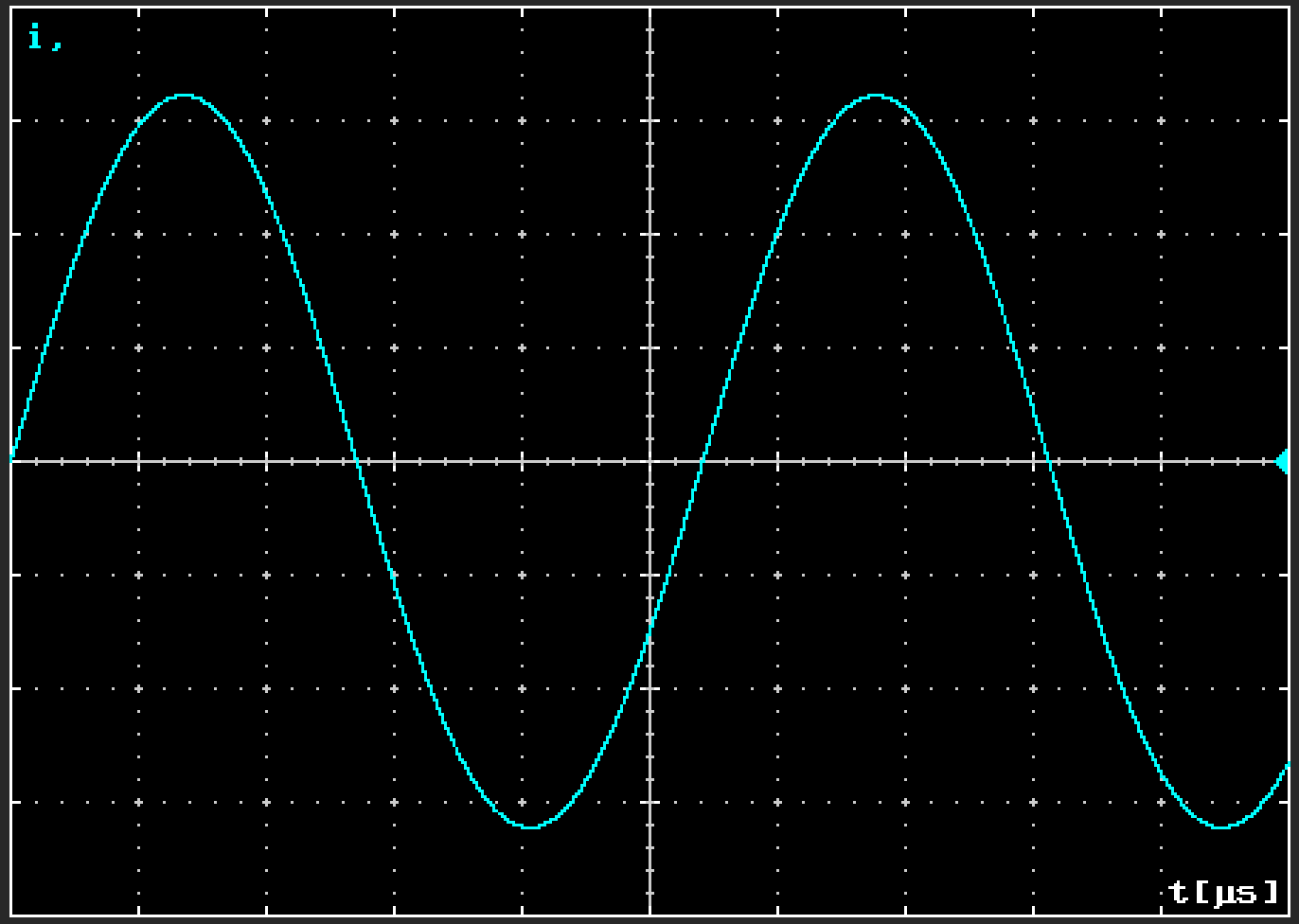
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

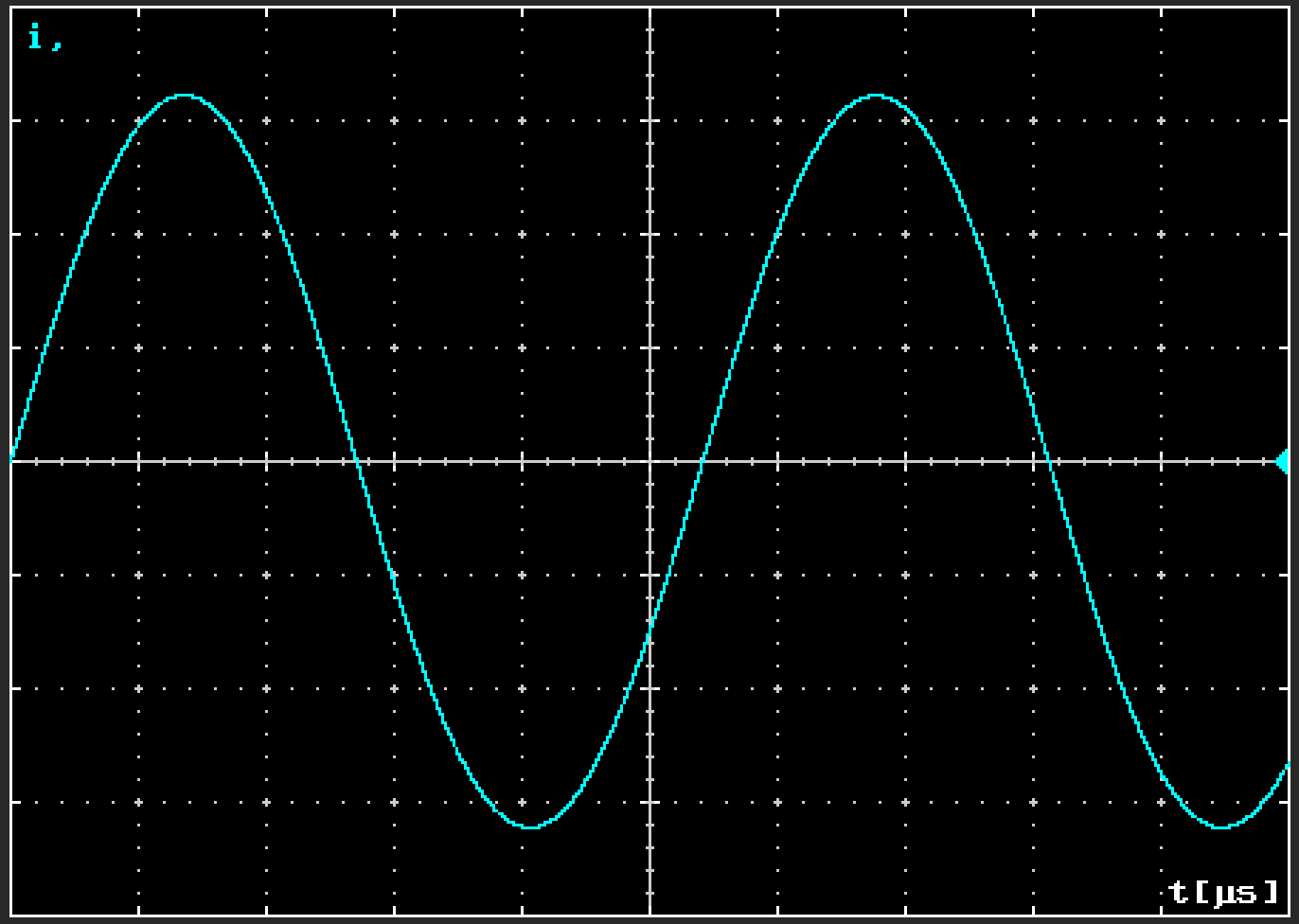
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

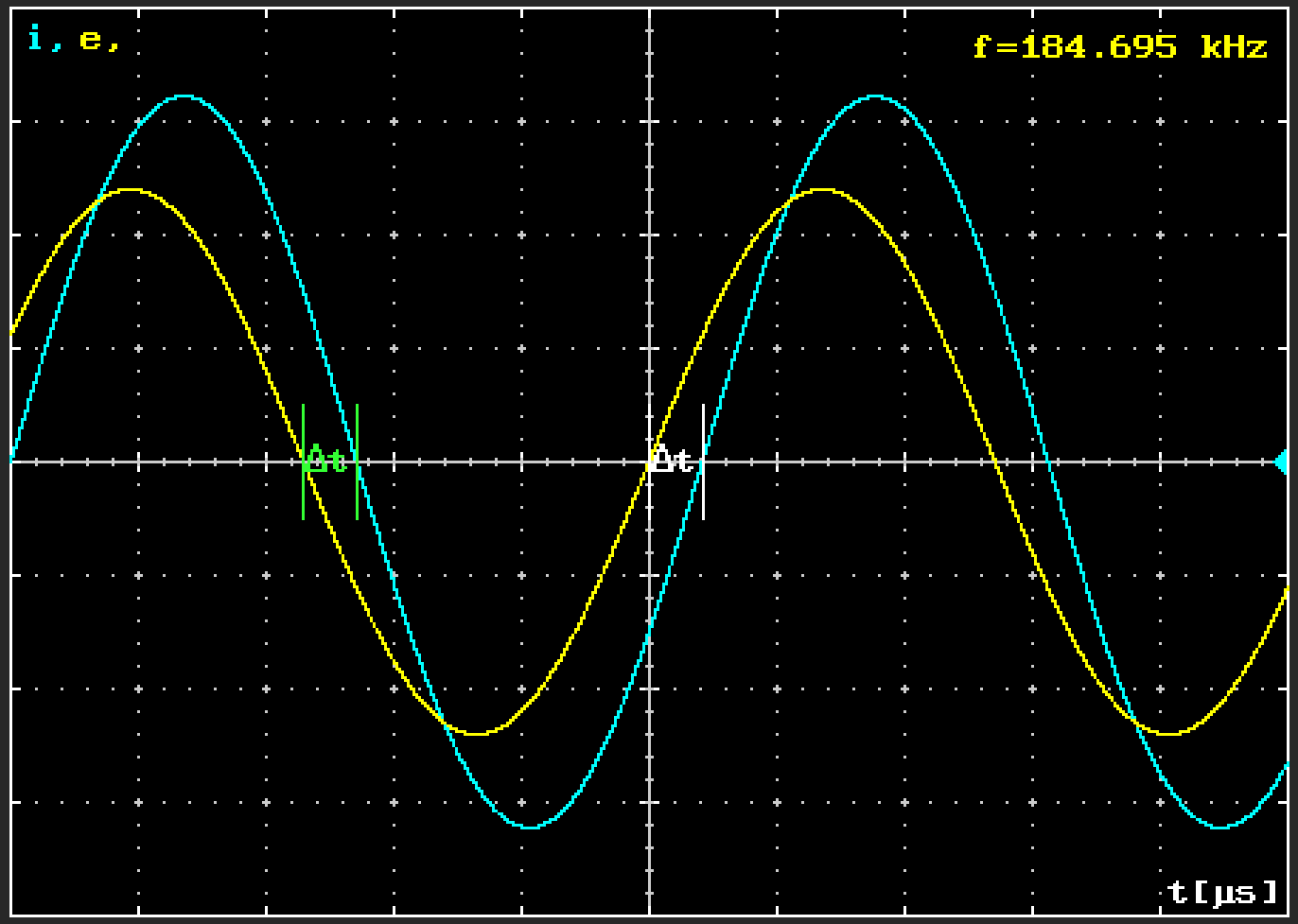
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

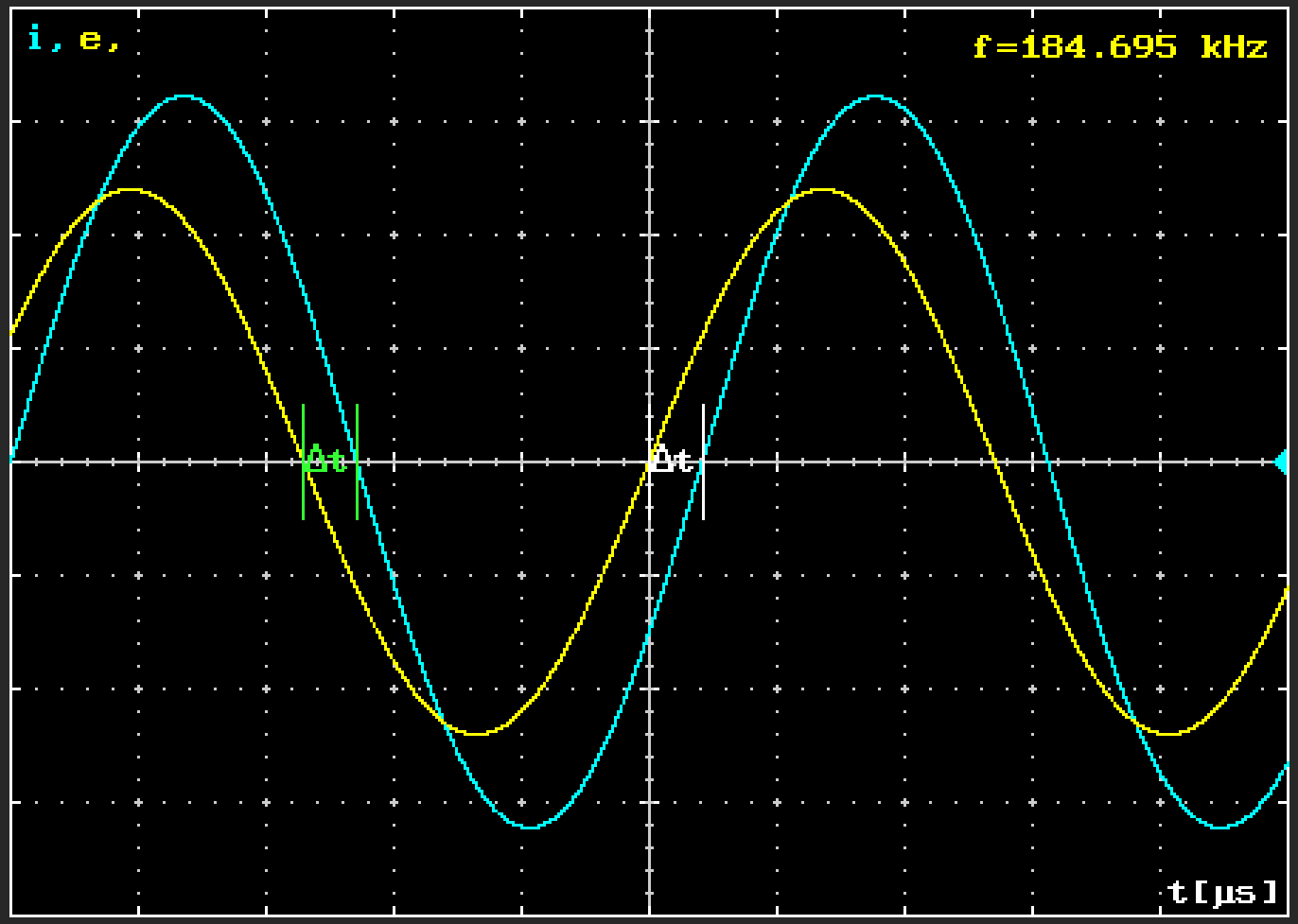
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

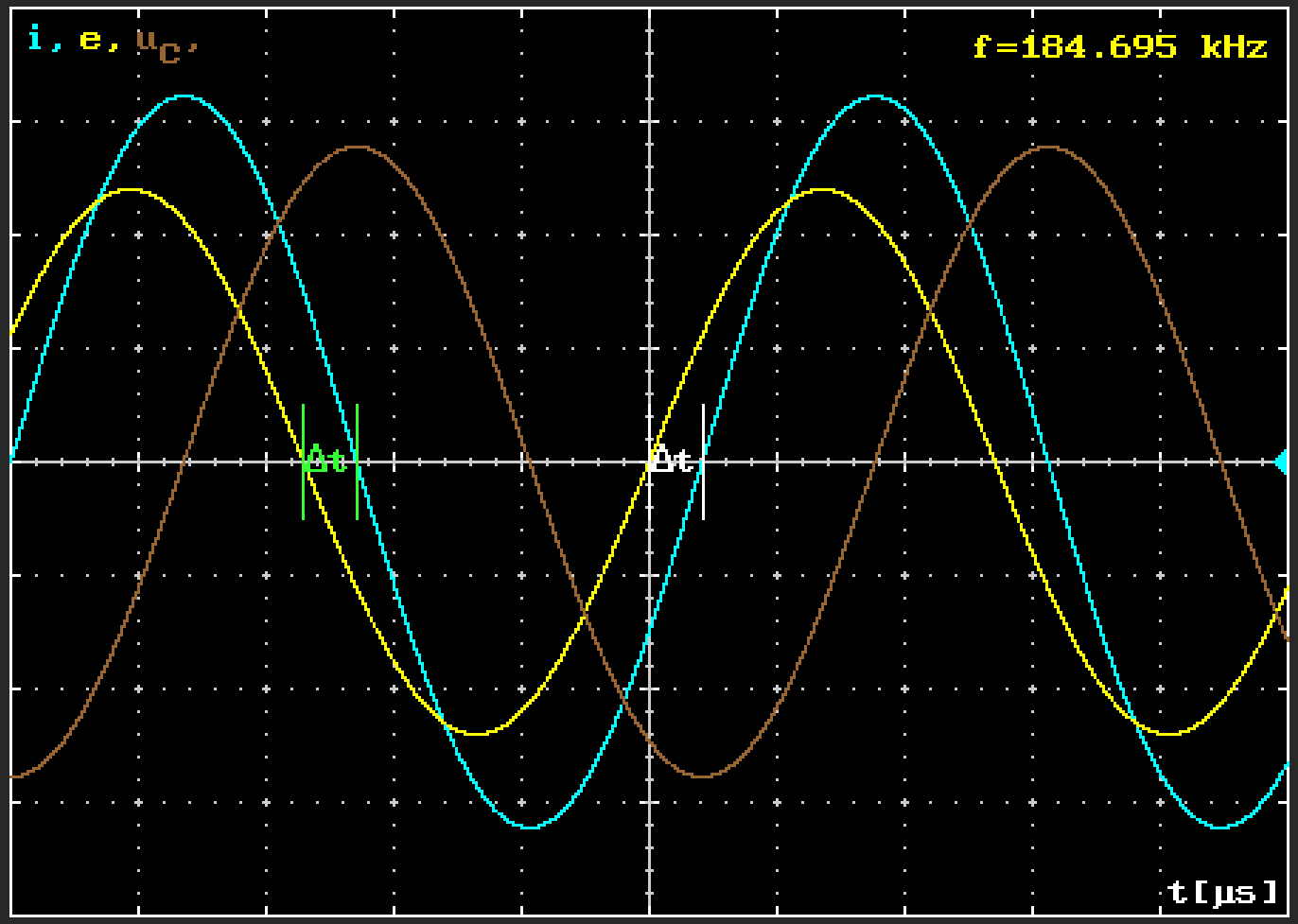
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 5.55235 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

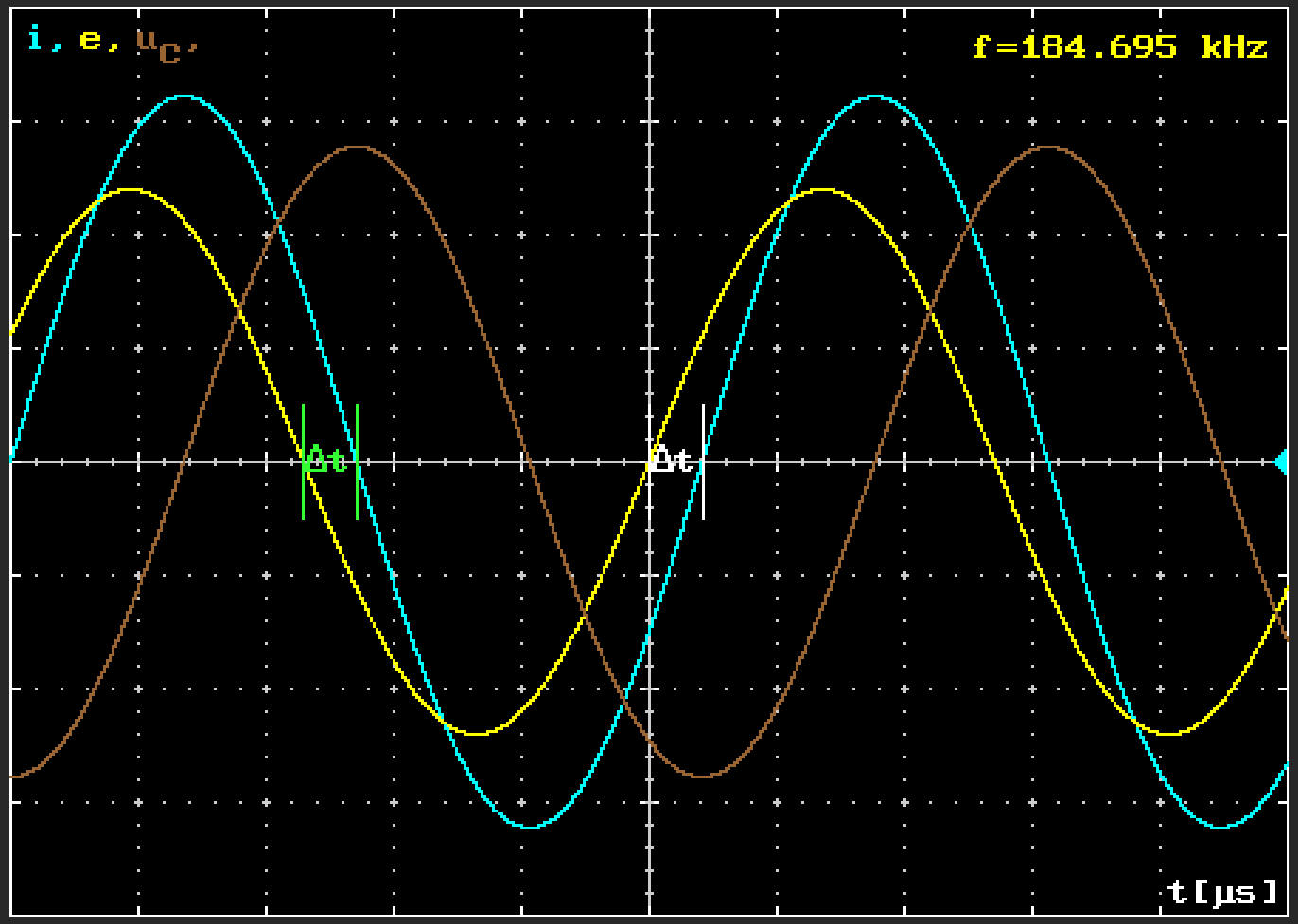
603

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 5.55235 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

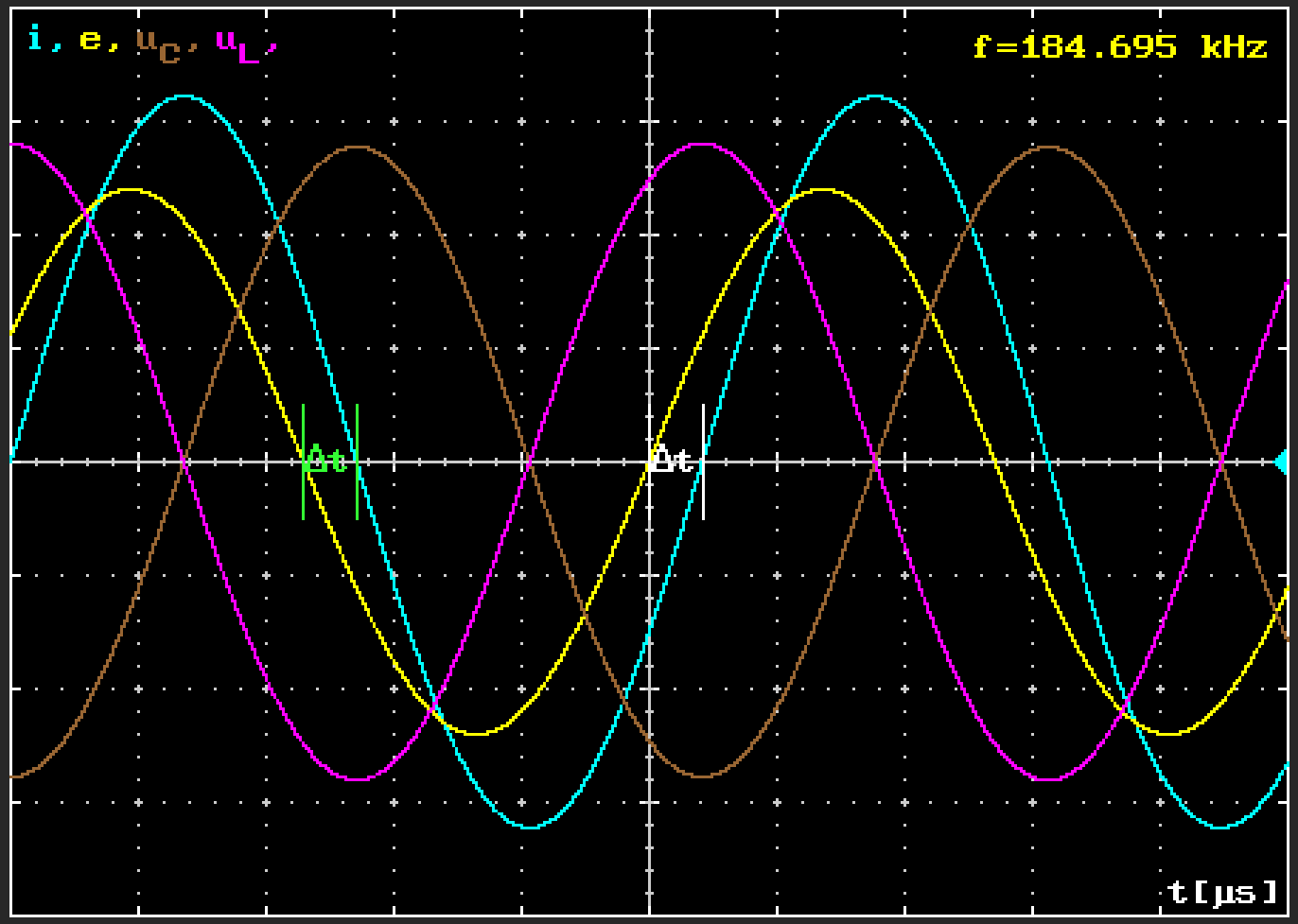
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	5.60800 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.55235 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

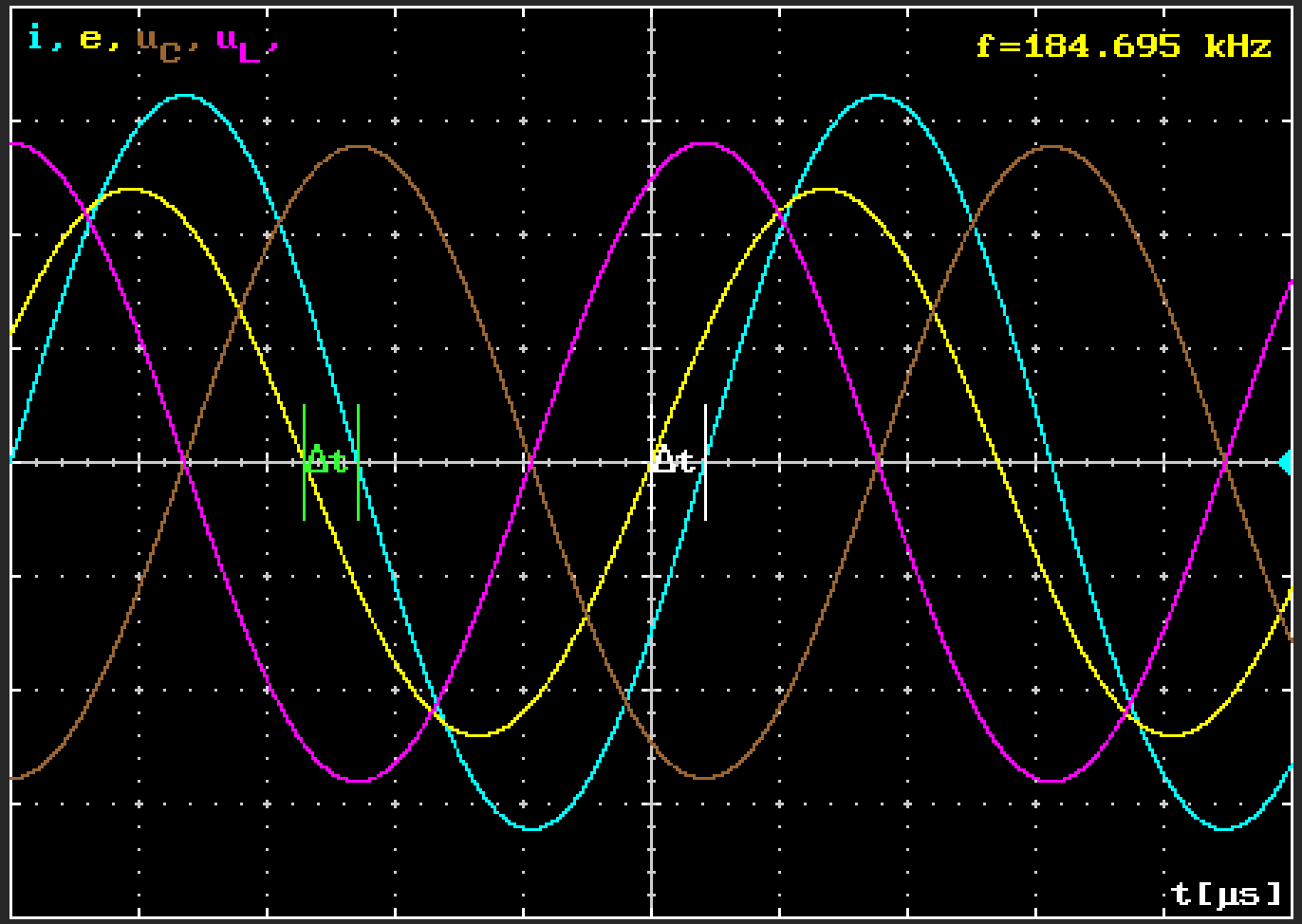
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	5.60800 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.55235 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

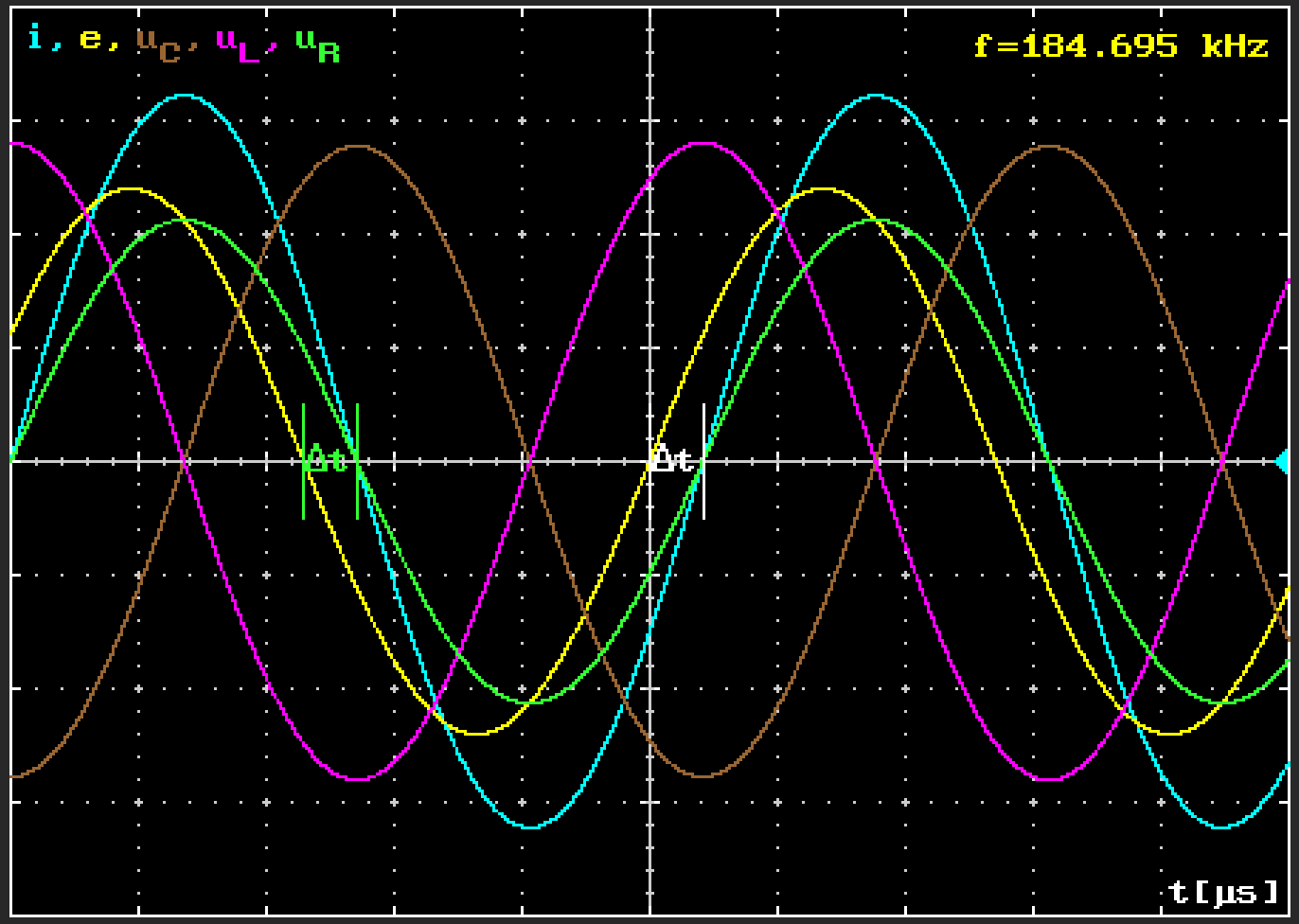
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.315 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.60800 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.55235 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

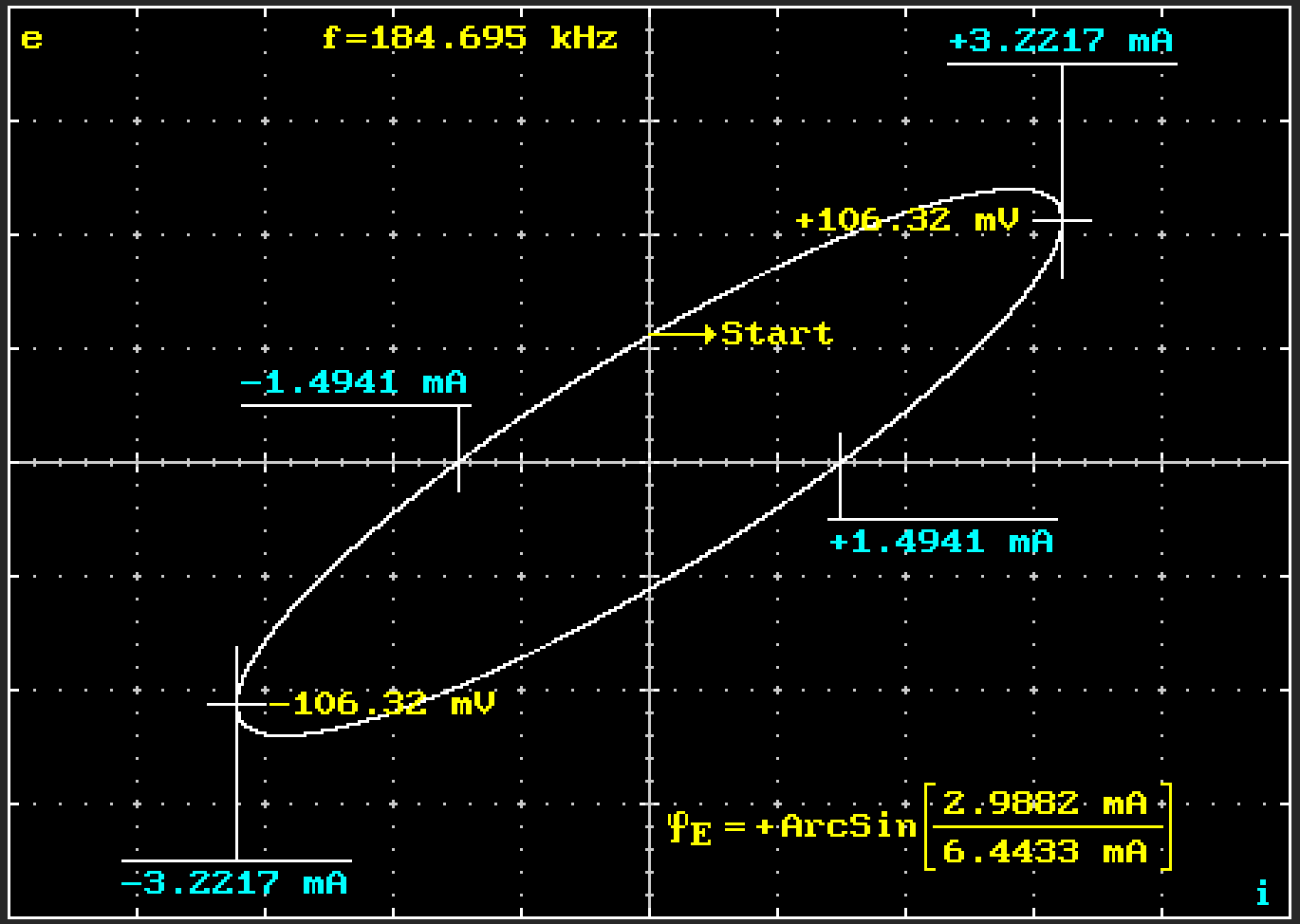
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.315 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.60800 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.55235 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

608

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=185.614 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=692.1 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

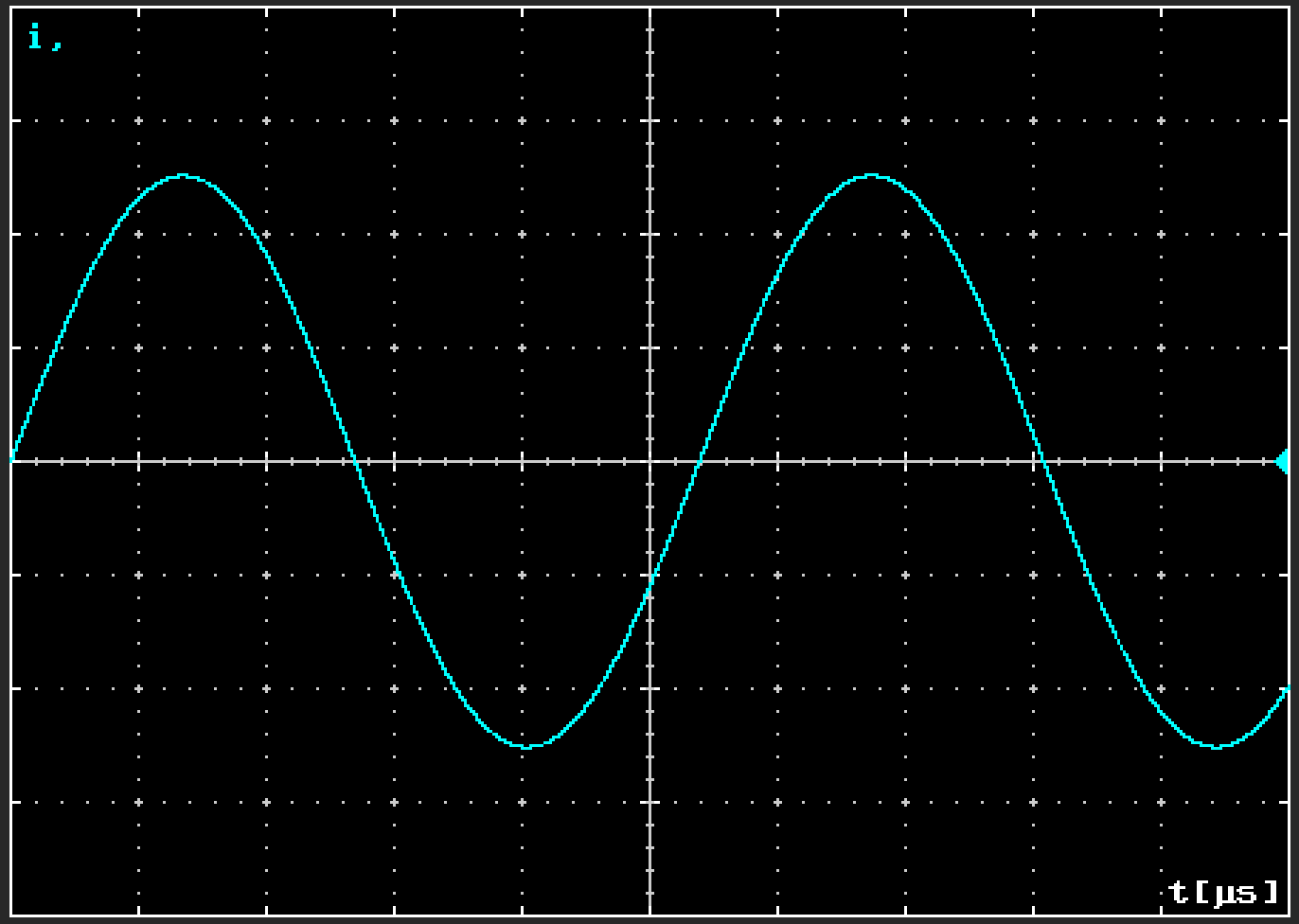
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

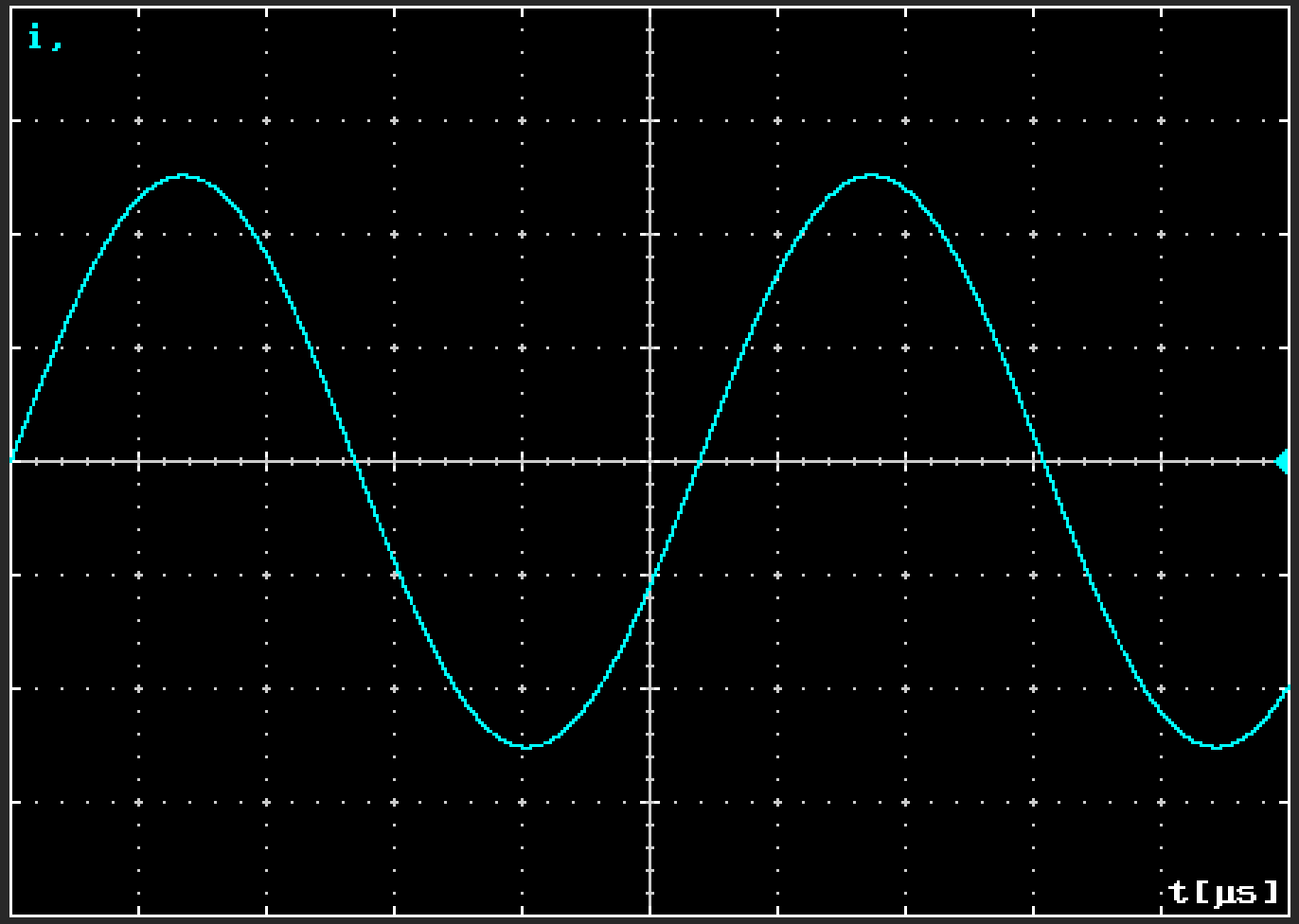
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

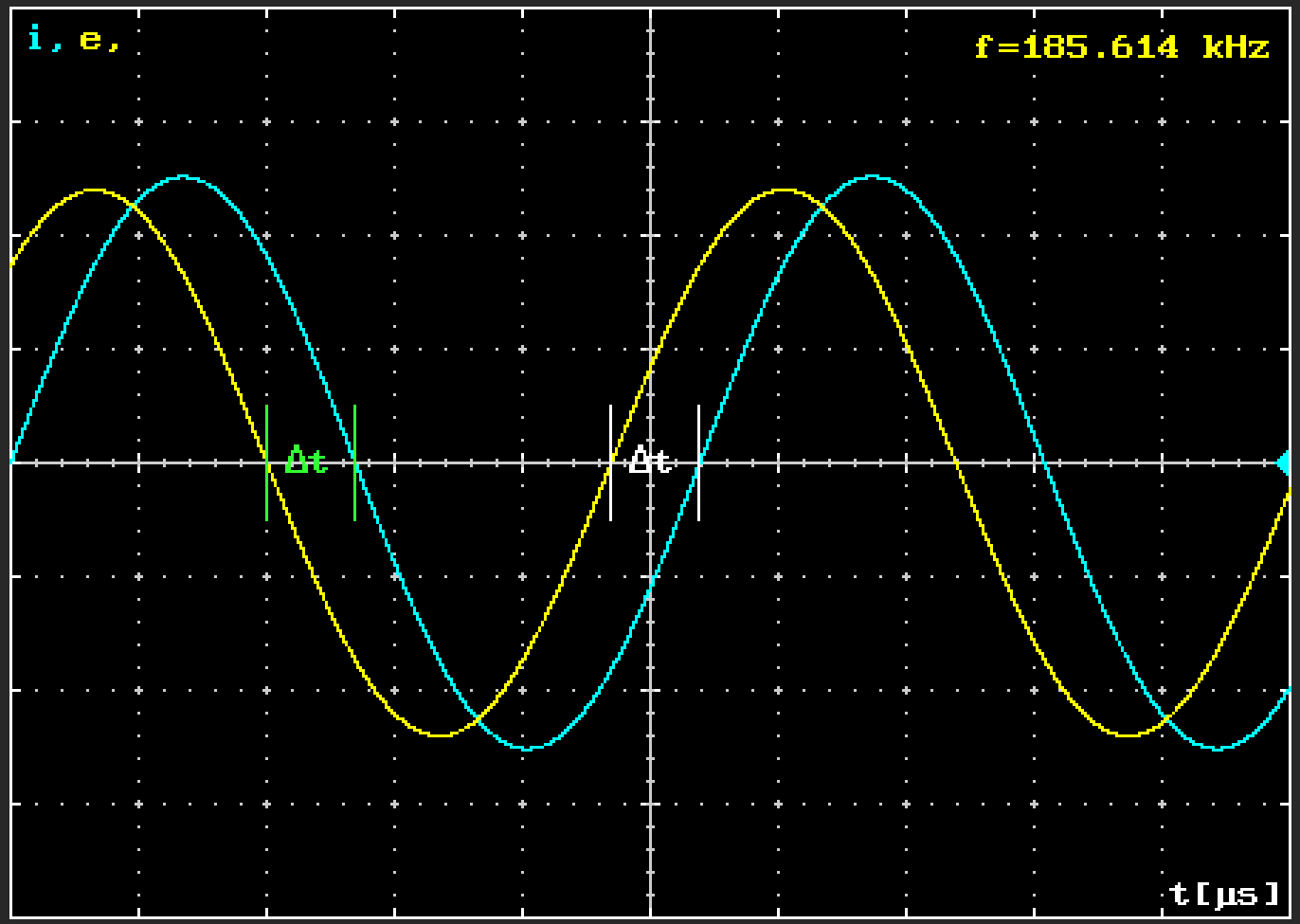
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

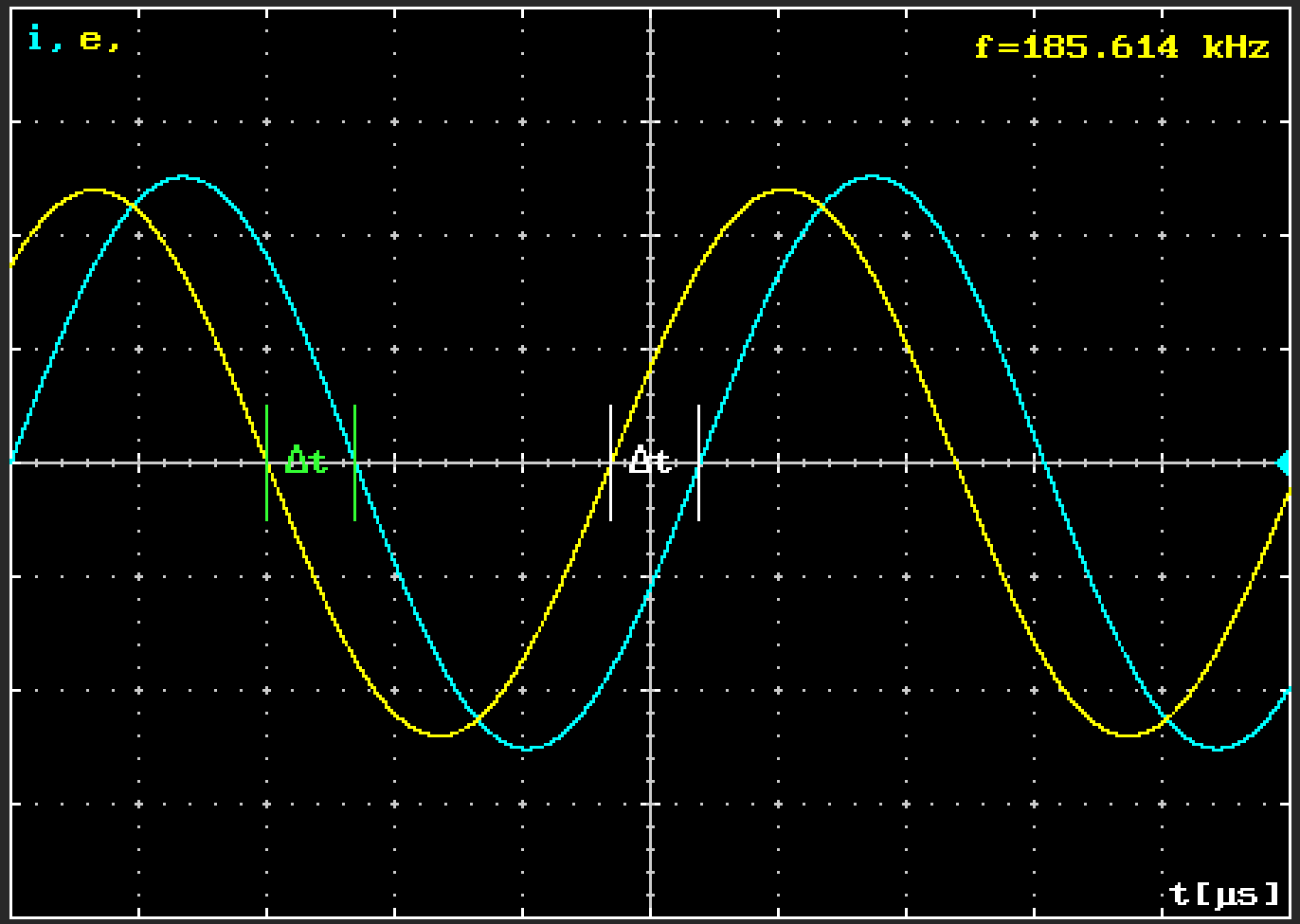
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

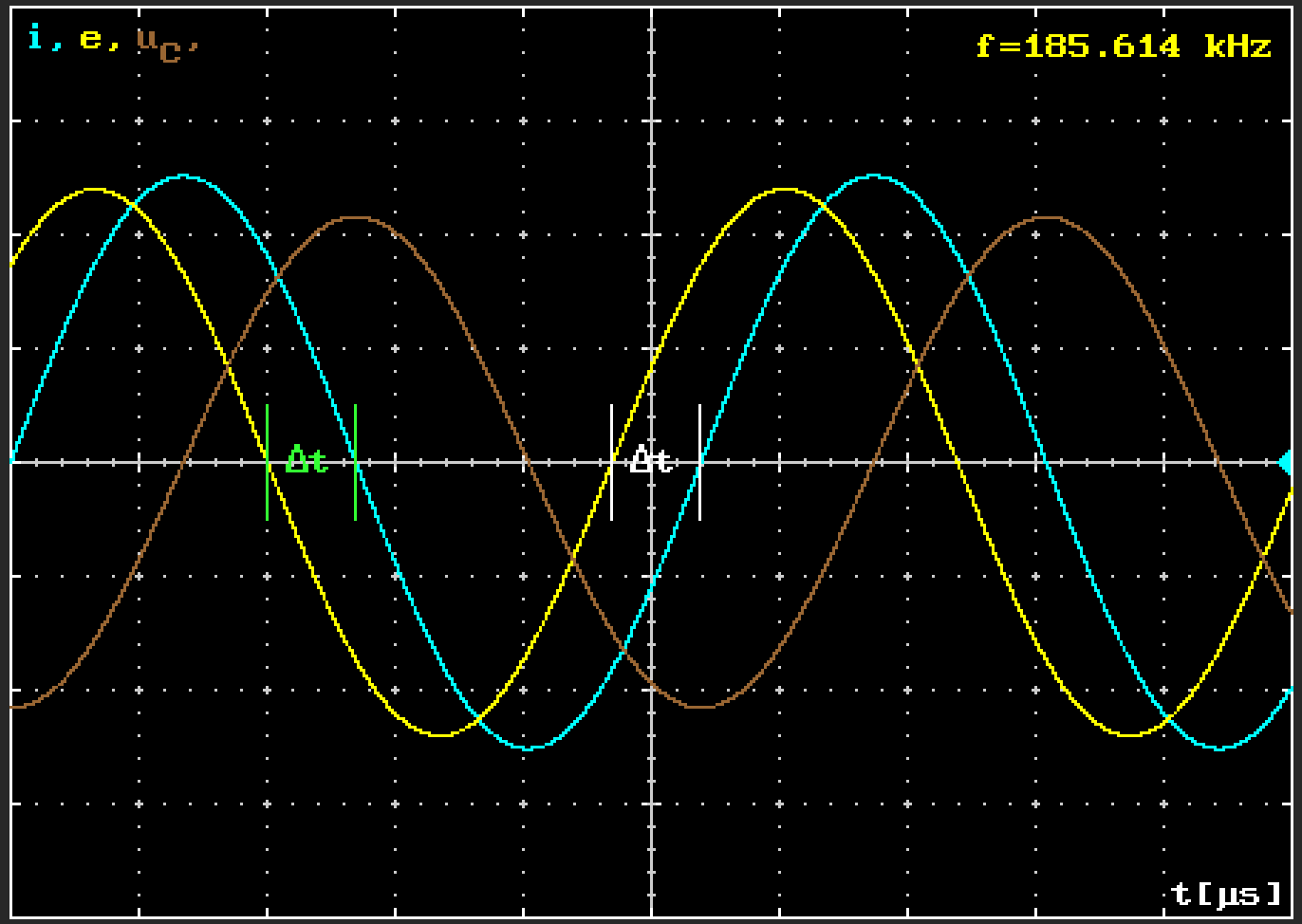
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 4.31253 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

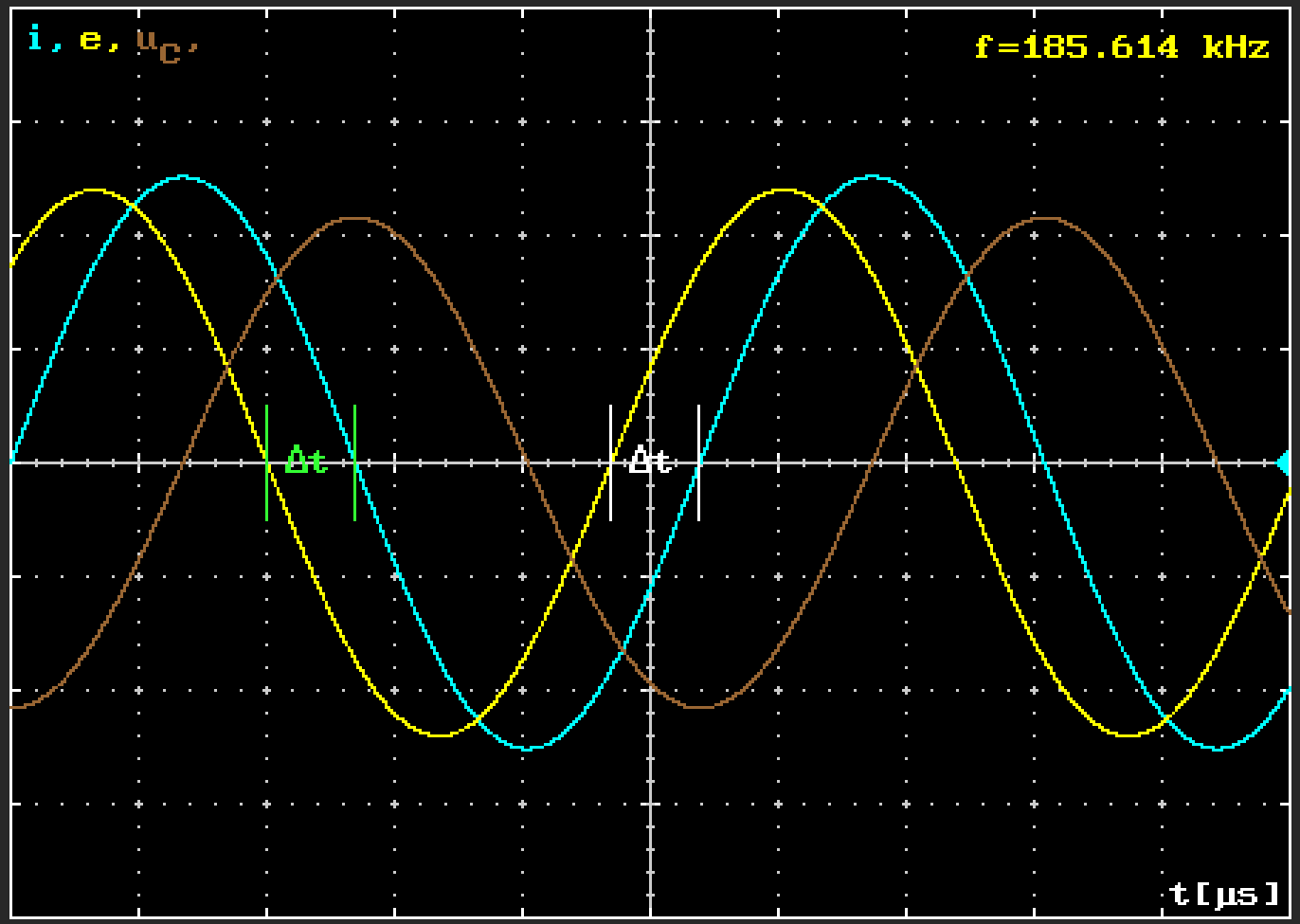
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 4.31253 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

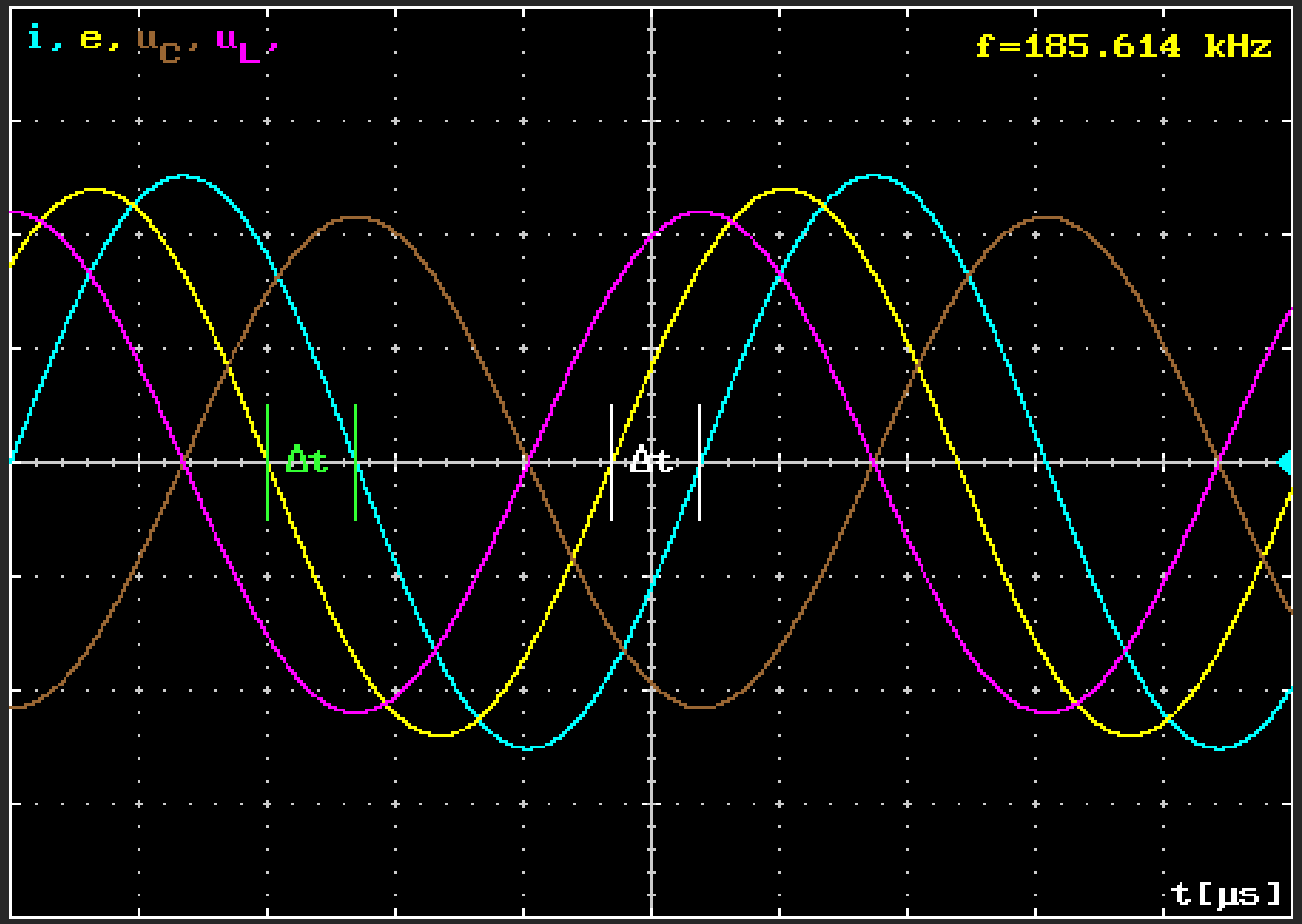
615

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	4.39921 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.31253 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

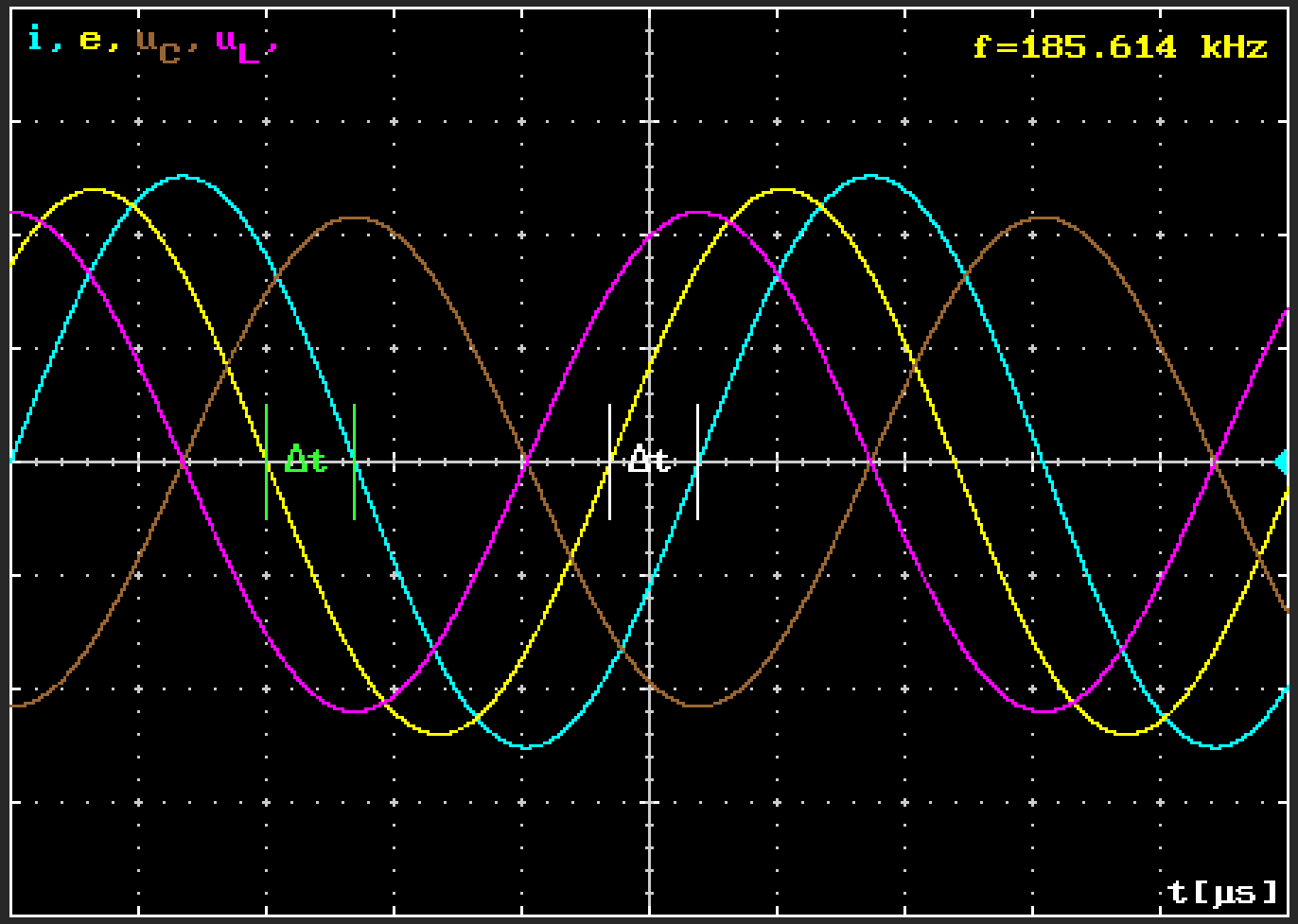
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	4.39921 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.31253 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

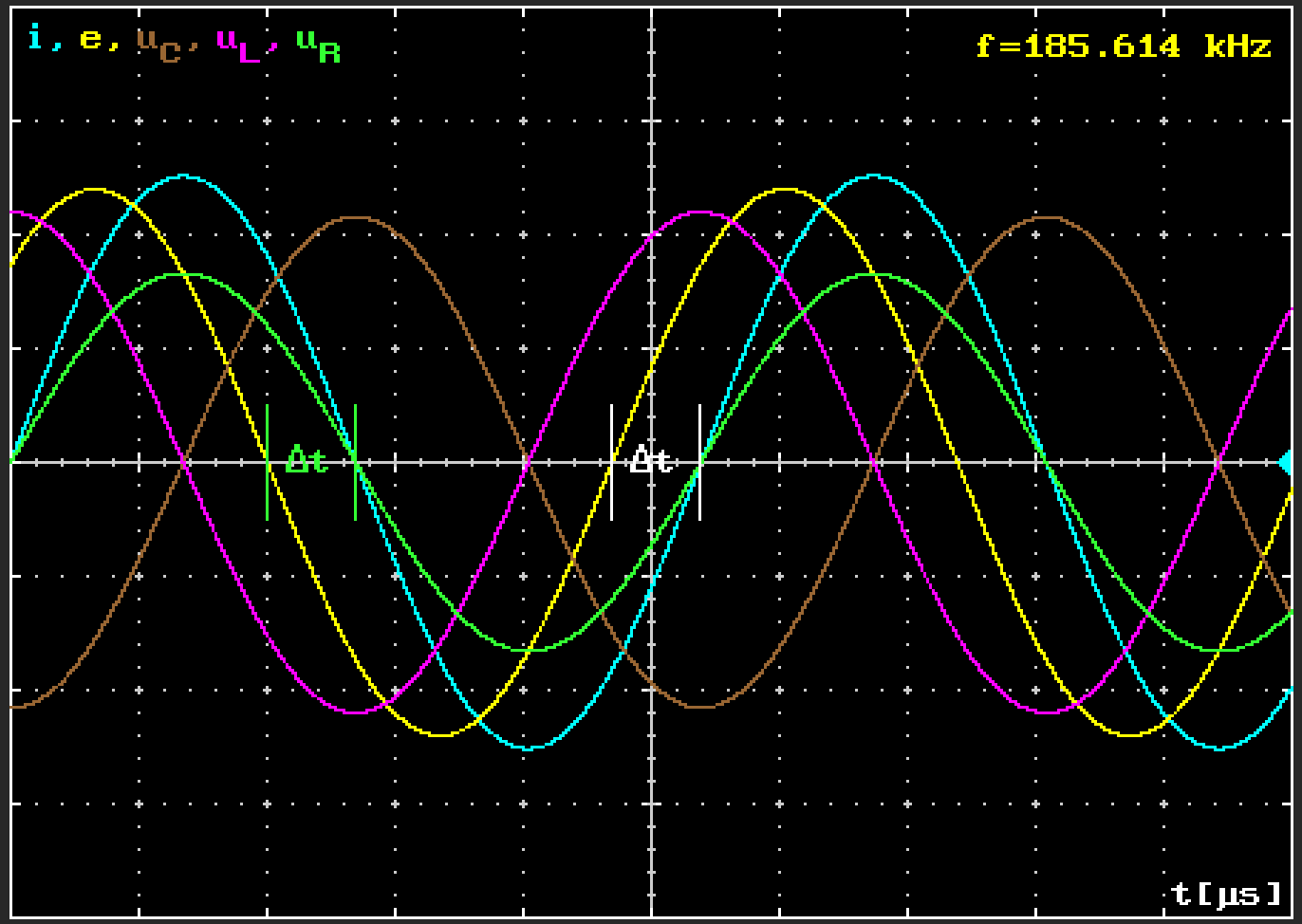
617

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	82.9864 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	4.39921 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.31253 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

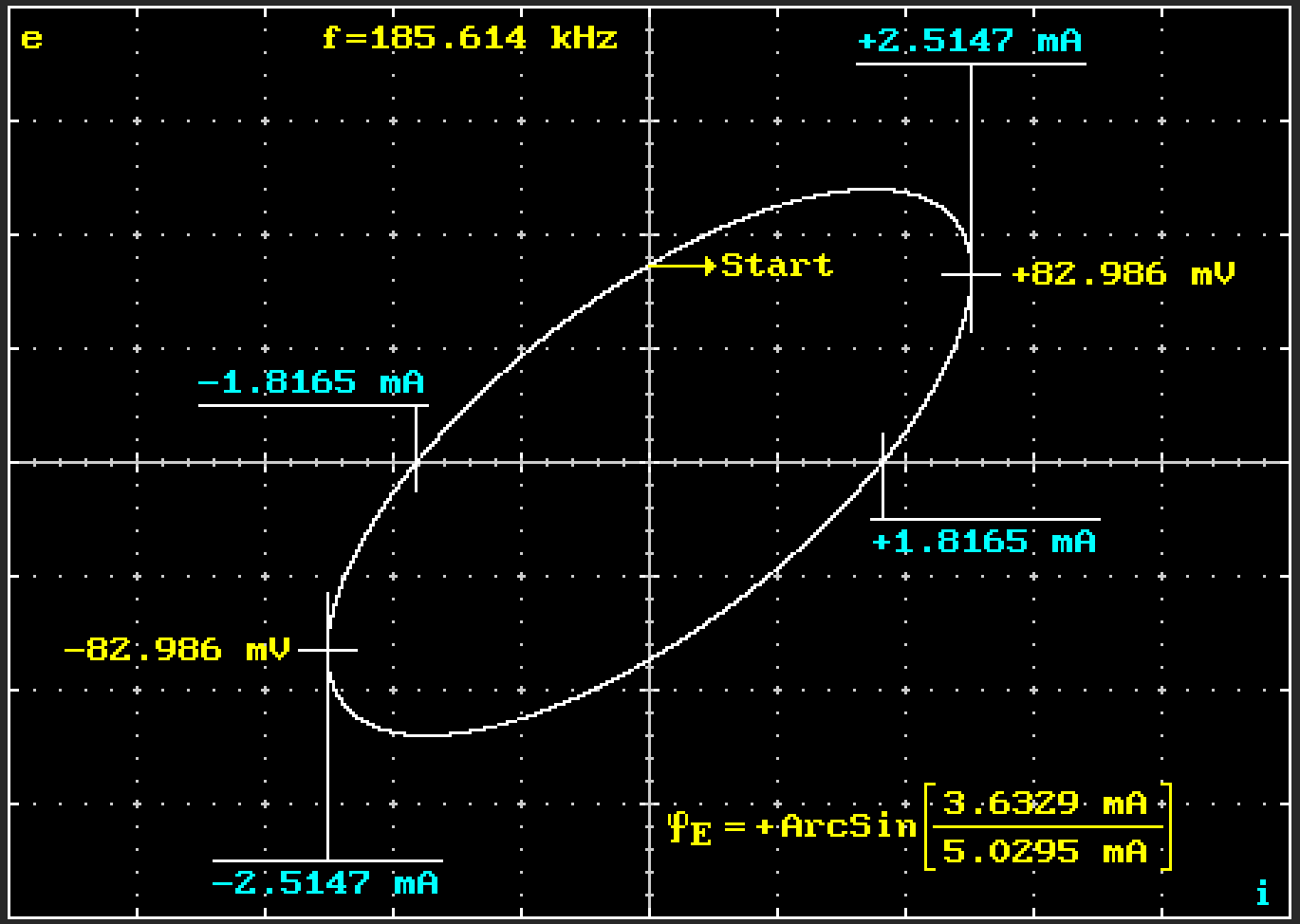
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	82.9864 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	4.39921 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.31253 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=187.452 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=953.0 ns-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

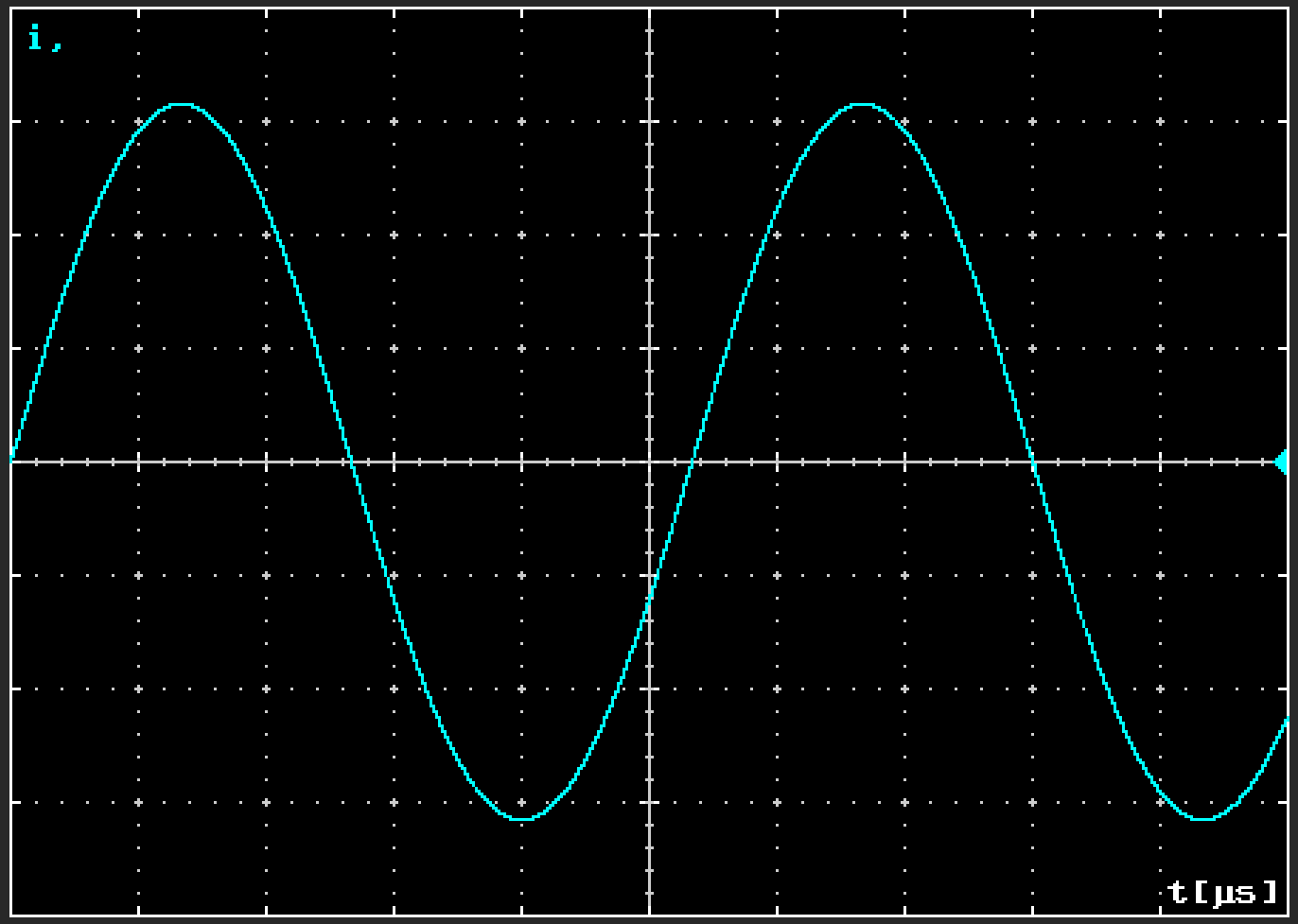
620

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

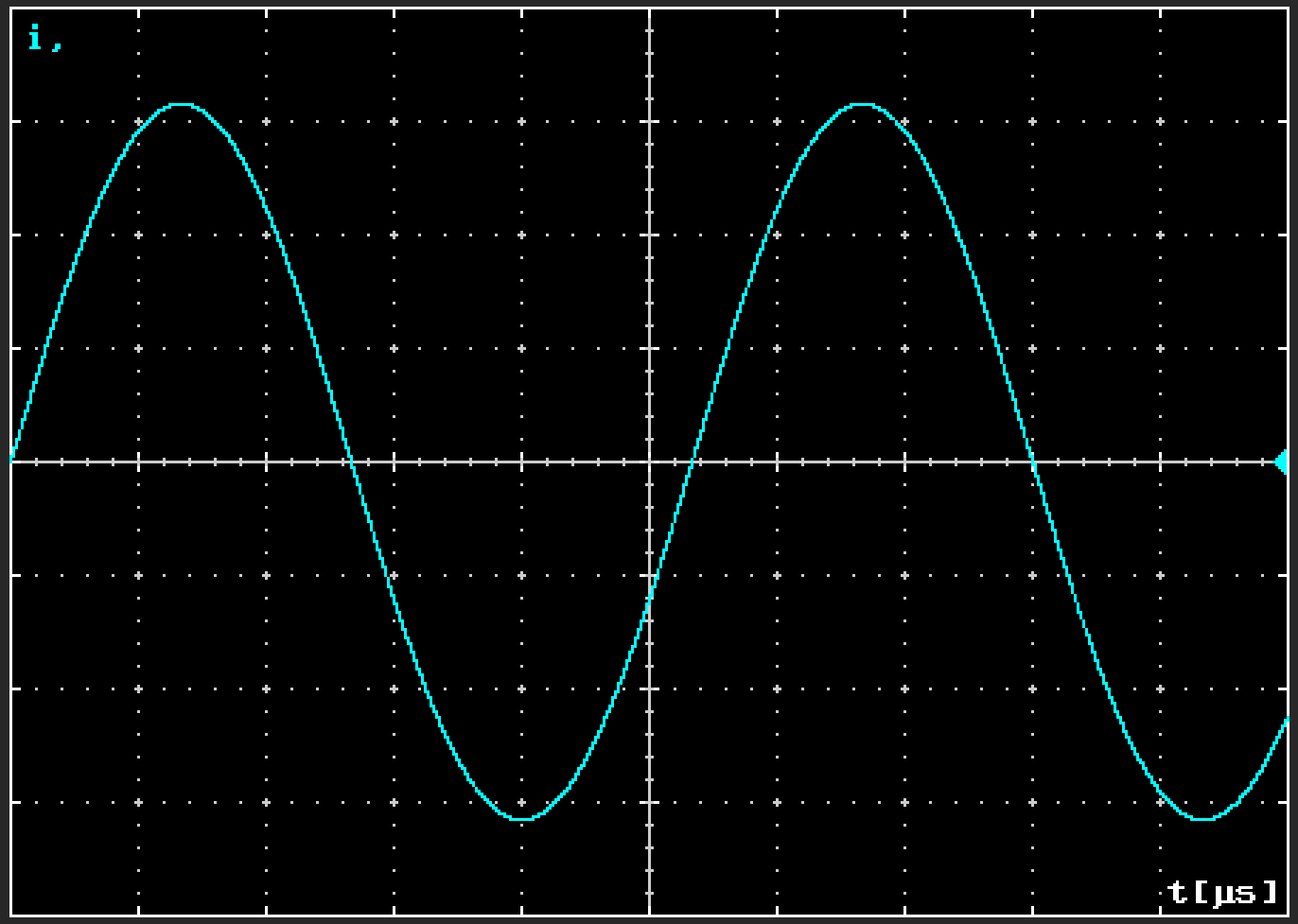
621

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

1
t[µs/div]

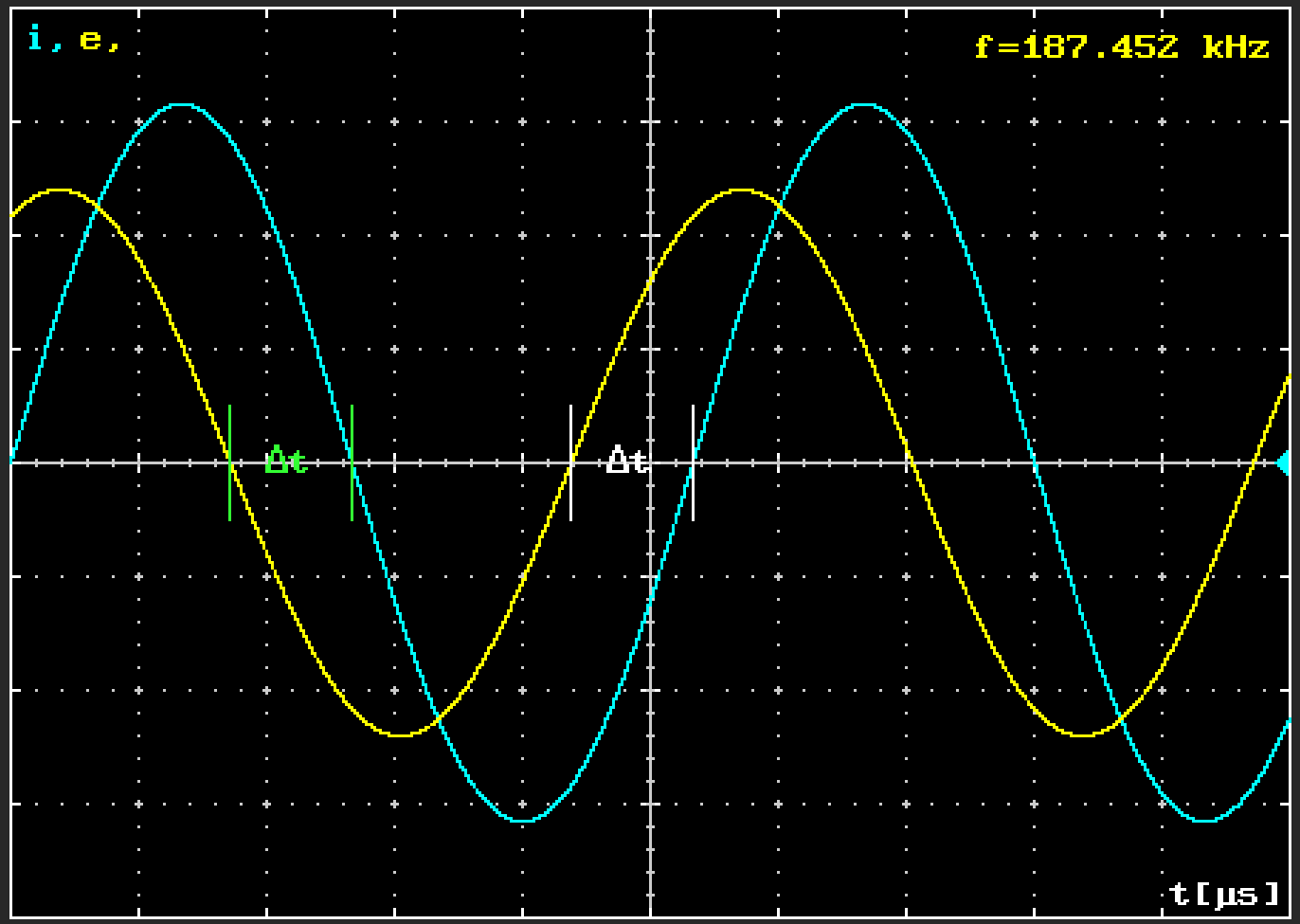
622

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

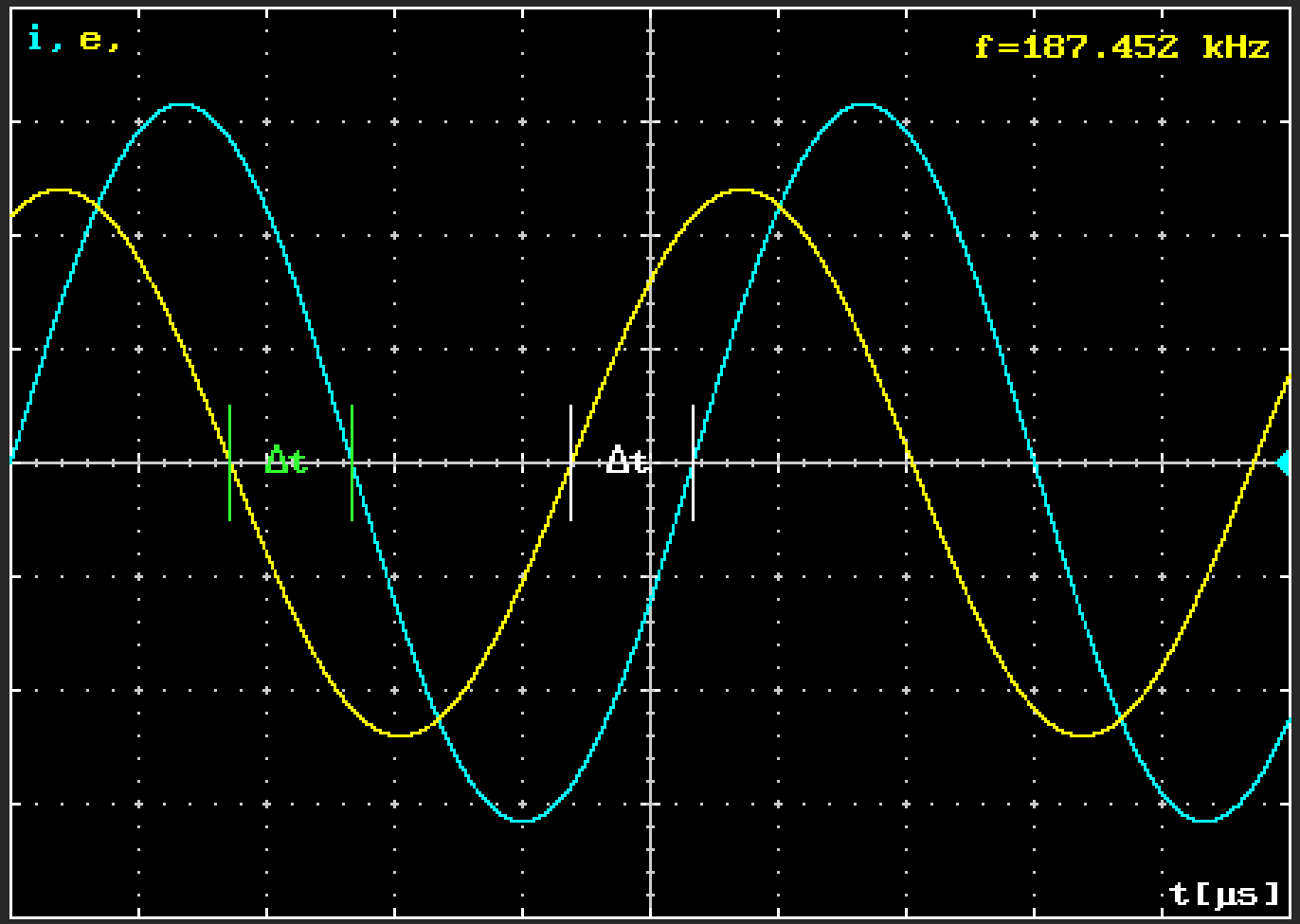
623

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

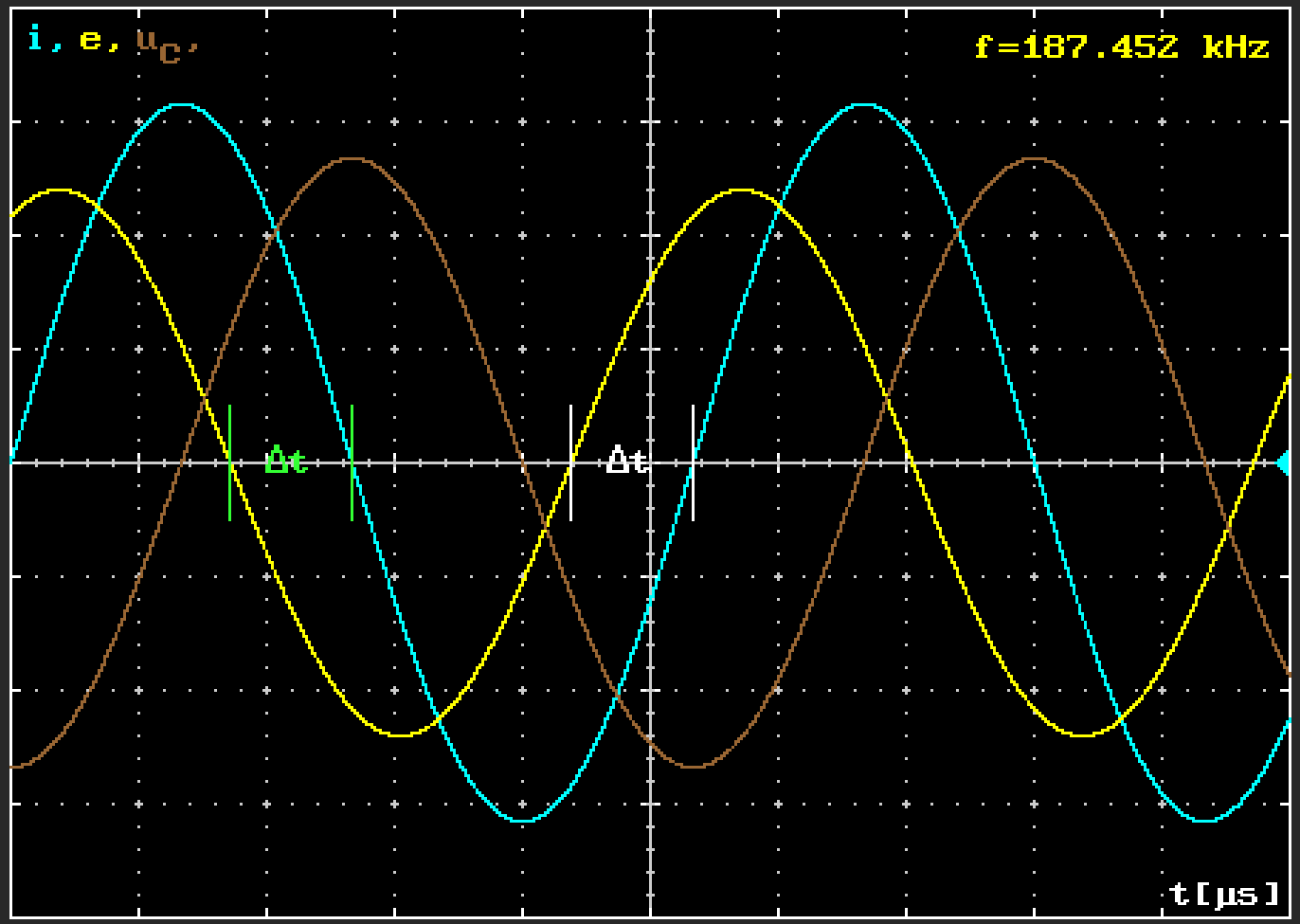
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 2.67661 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

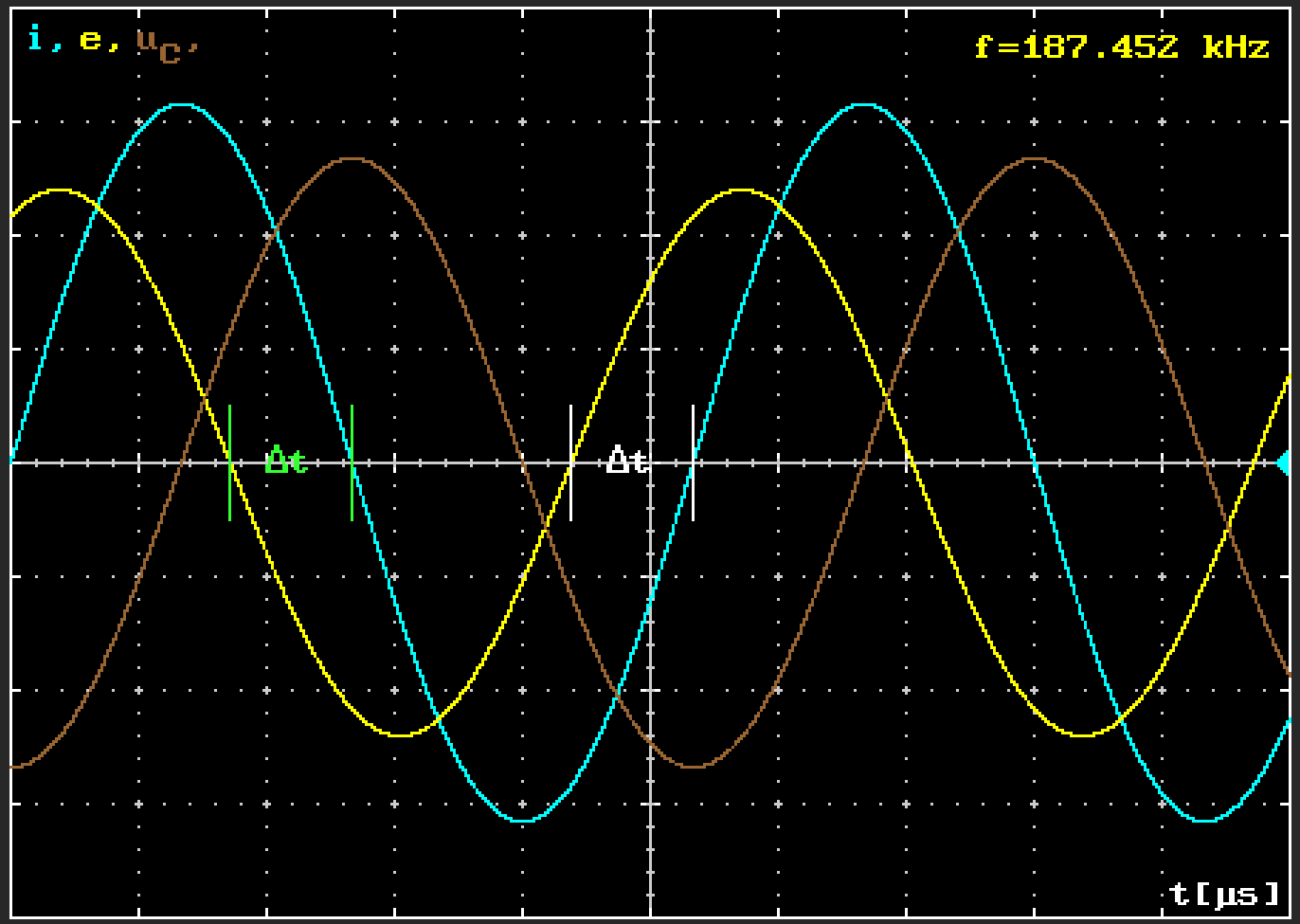
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 2.67661 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

∫ LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

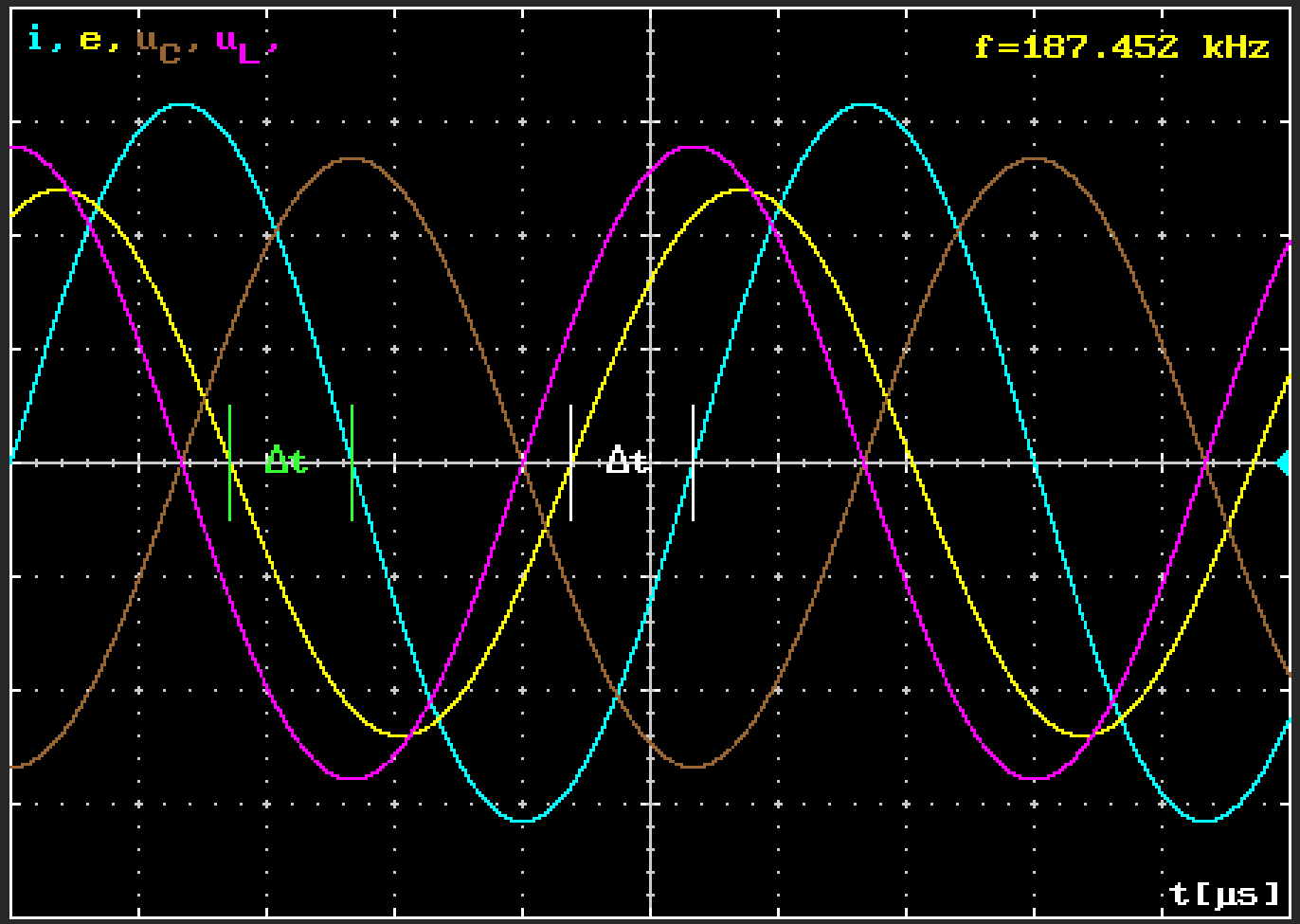
626

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

627

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

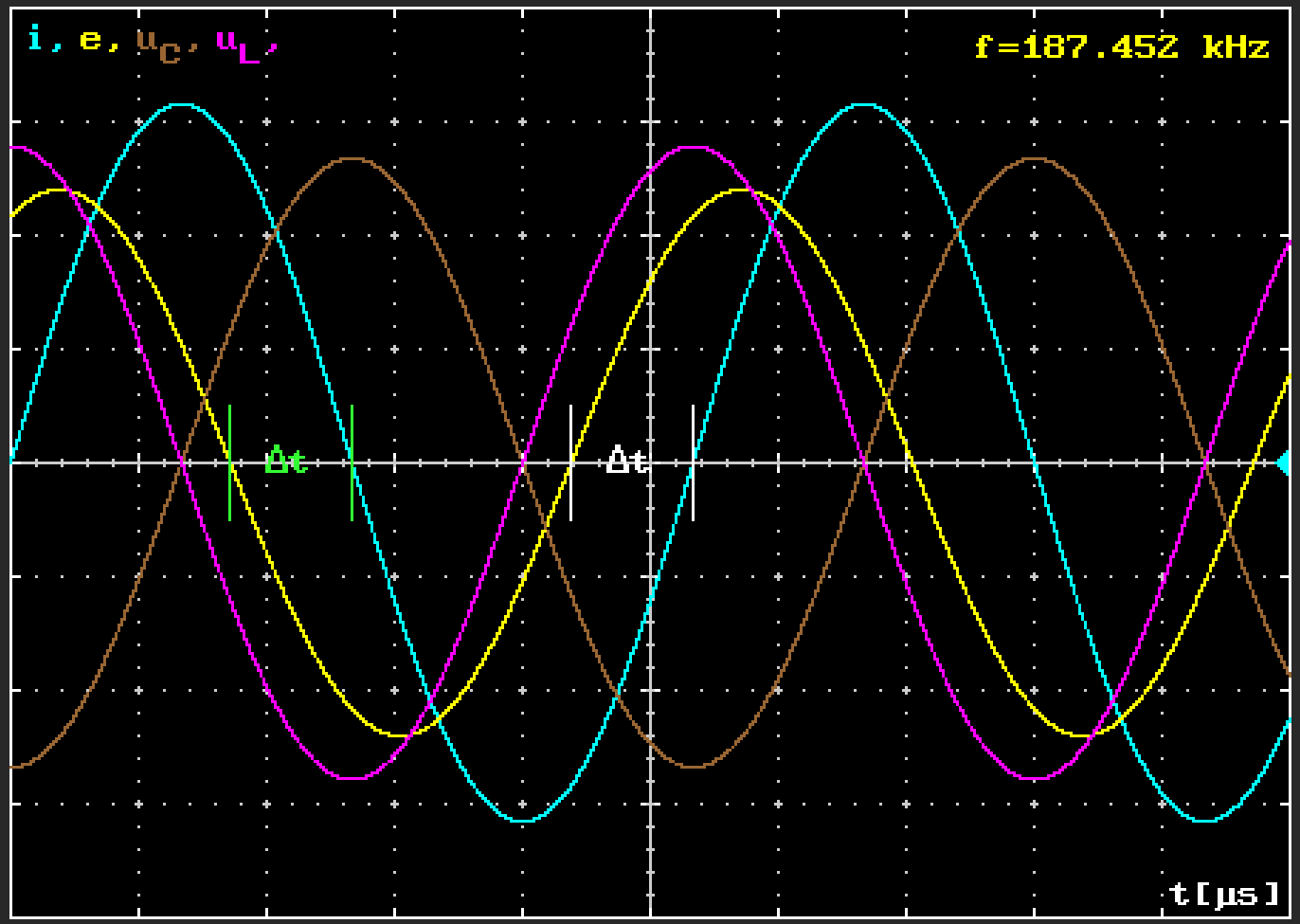
151

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

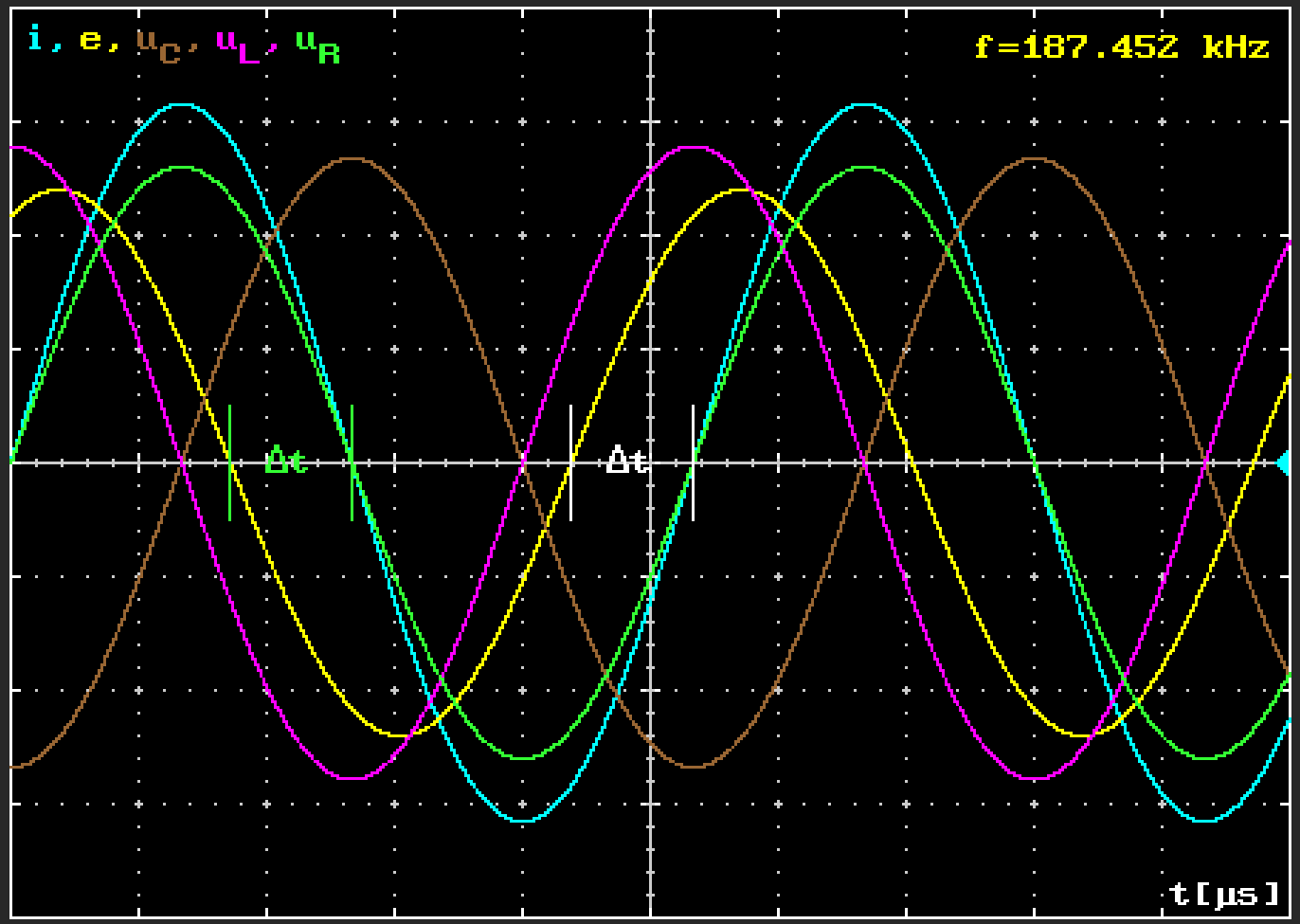
628

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	52.0162 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

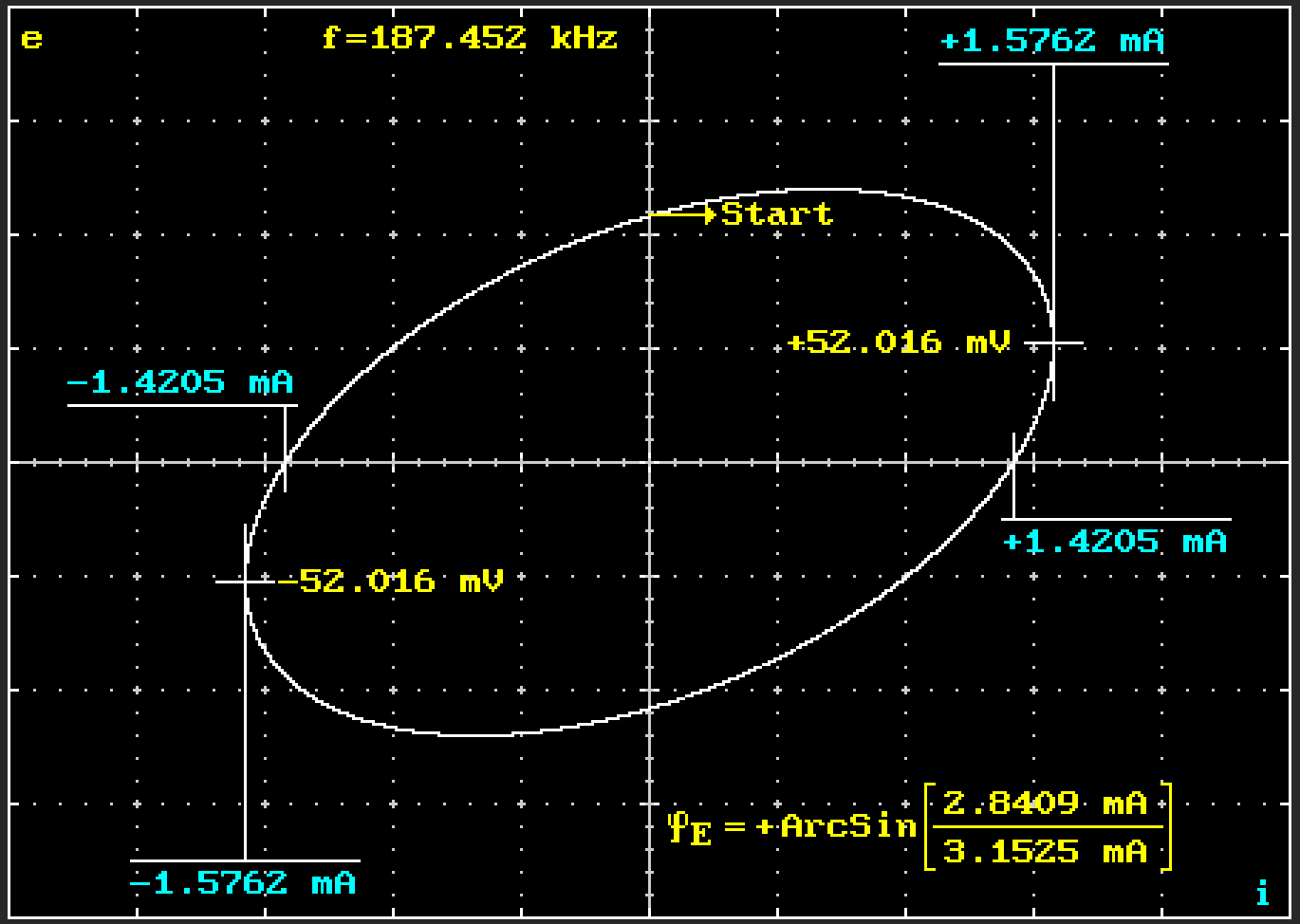
629

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	52.0162 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=192.965 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=1.137 µs-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

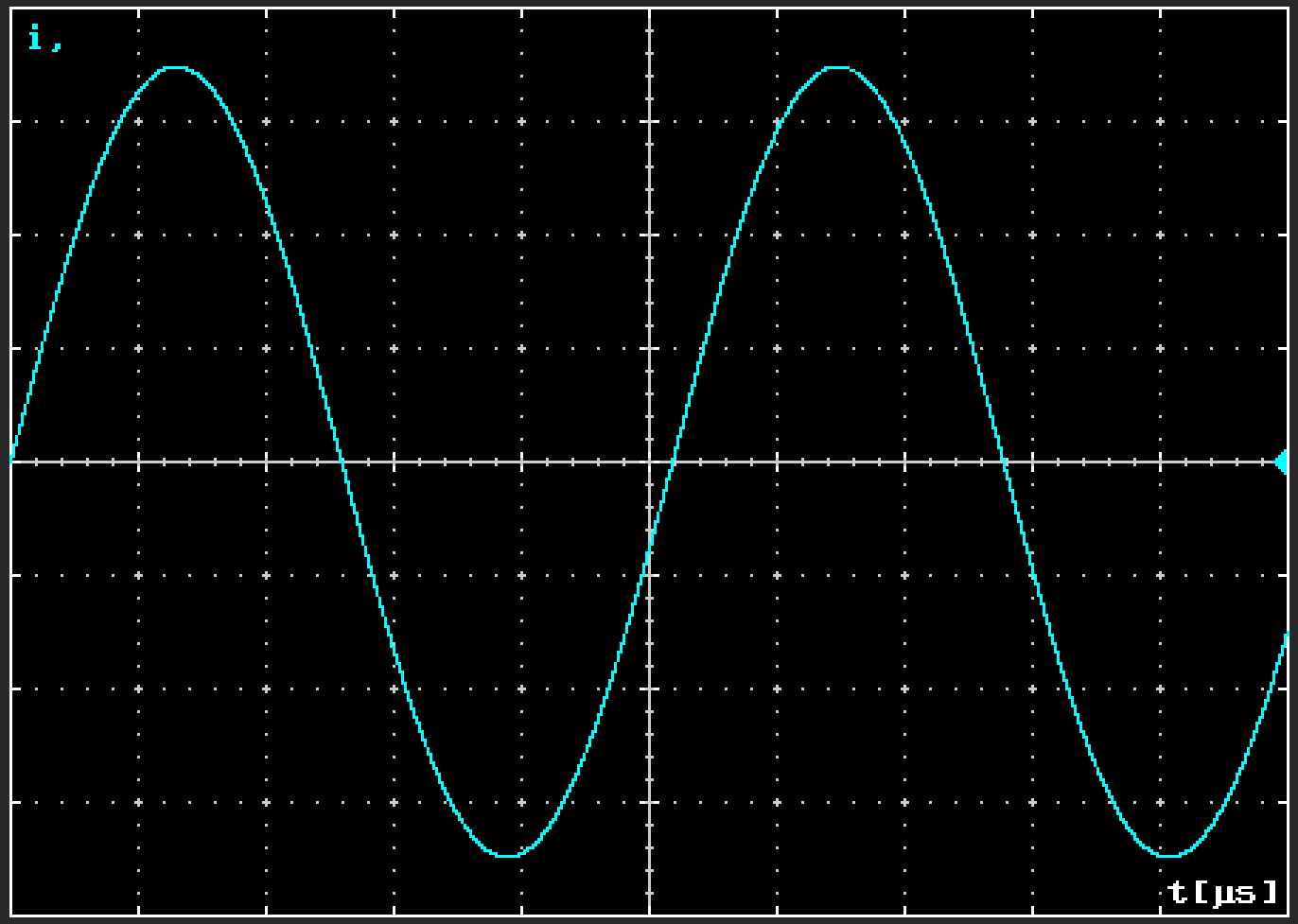
631

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 697 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

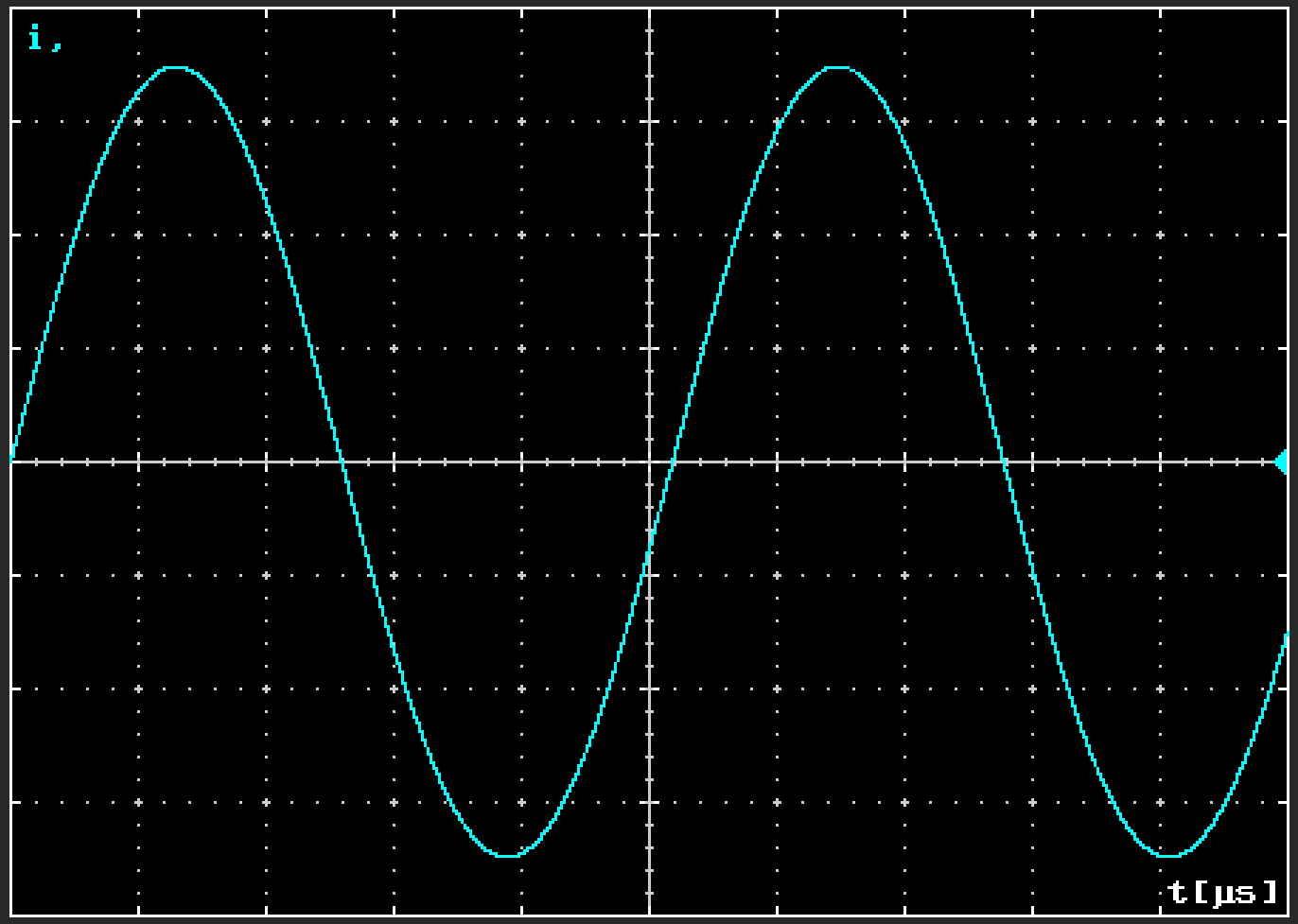
632

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 697 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

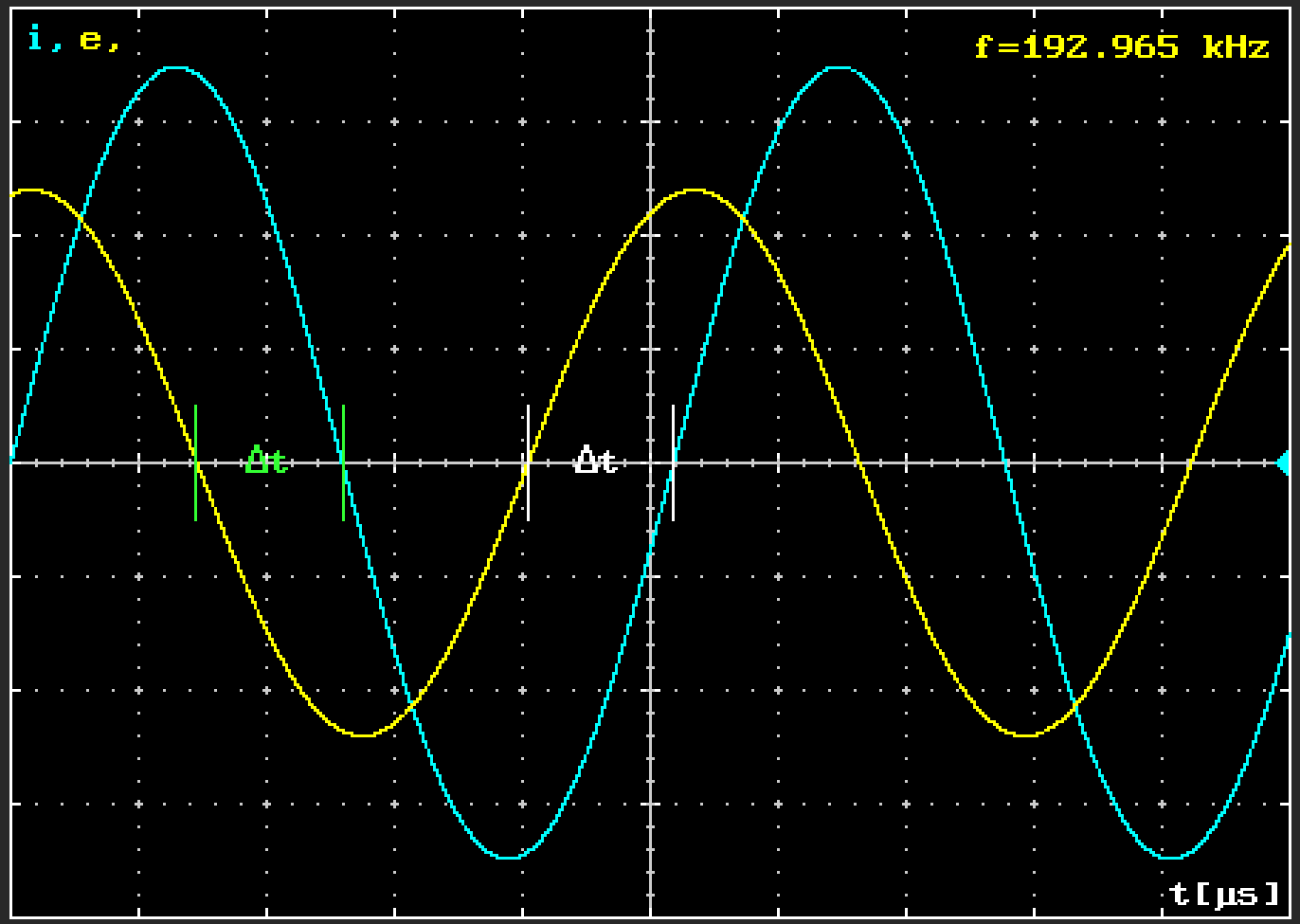
633

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 697 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+78.96°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.137 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

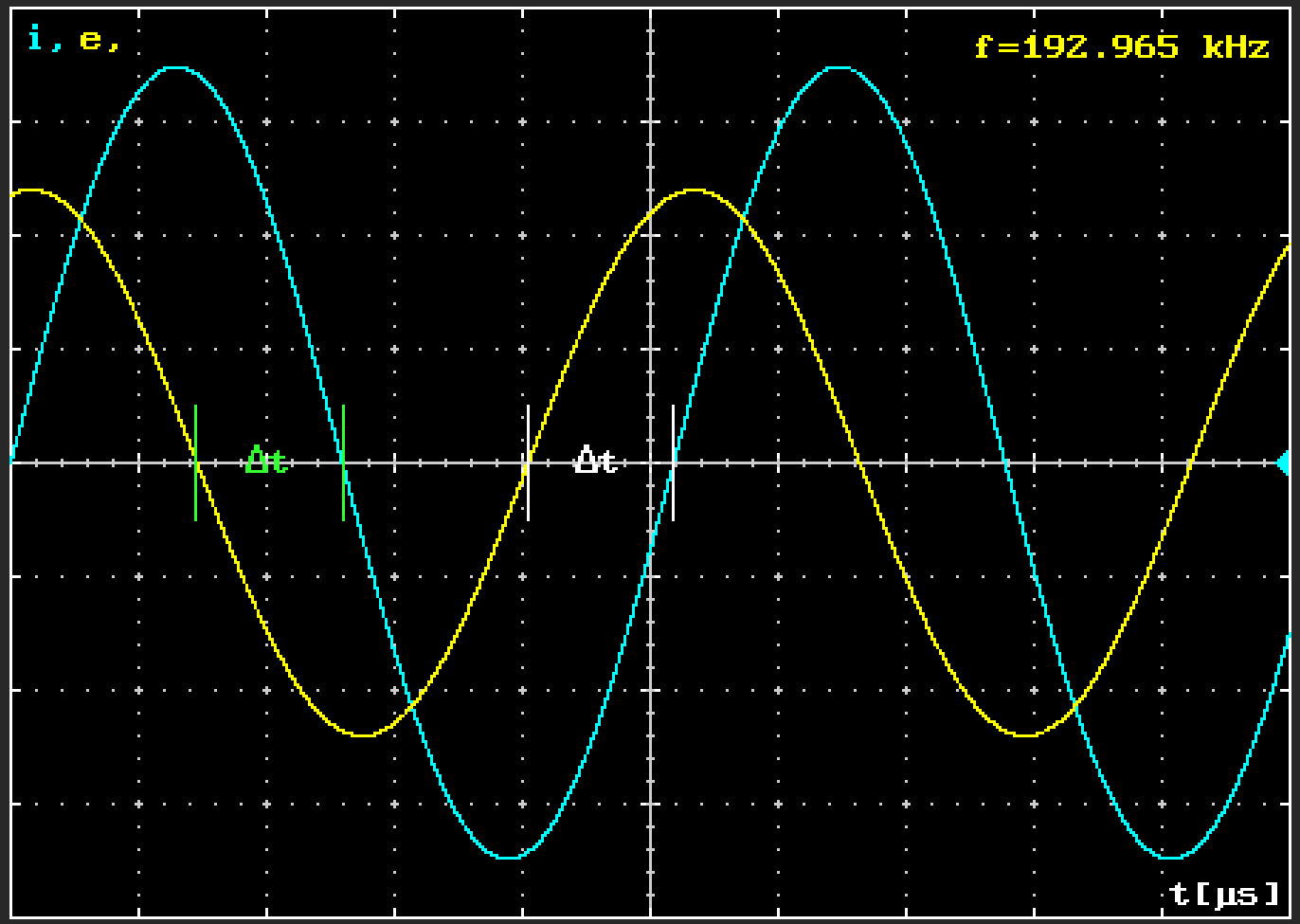
634

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 697 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+78.96°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.137 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

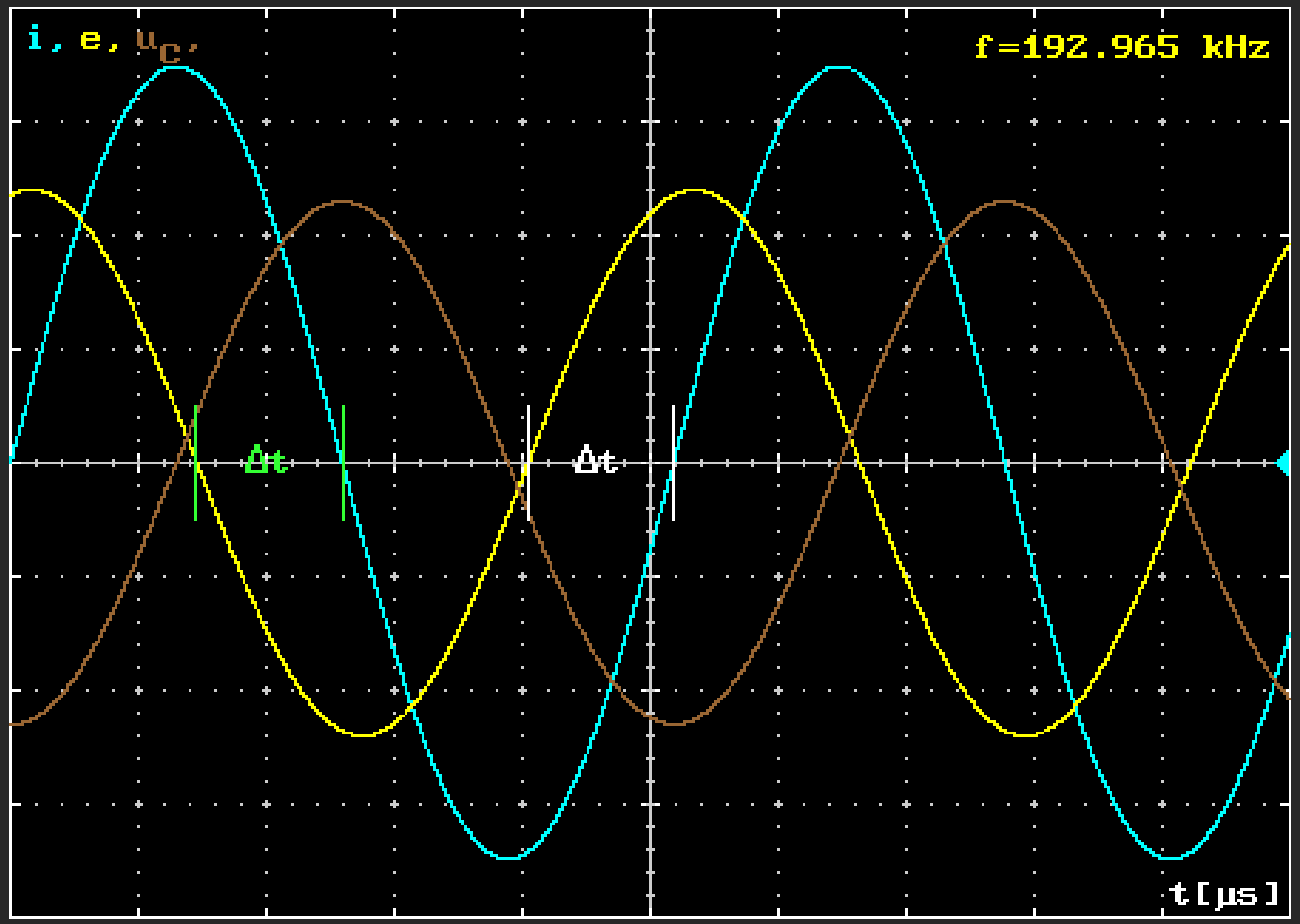
635

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 697 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 1.14907 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+78.96°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.137 μs-ot siet, az áramkör induktív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

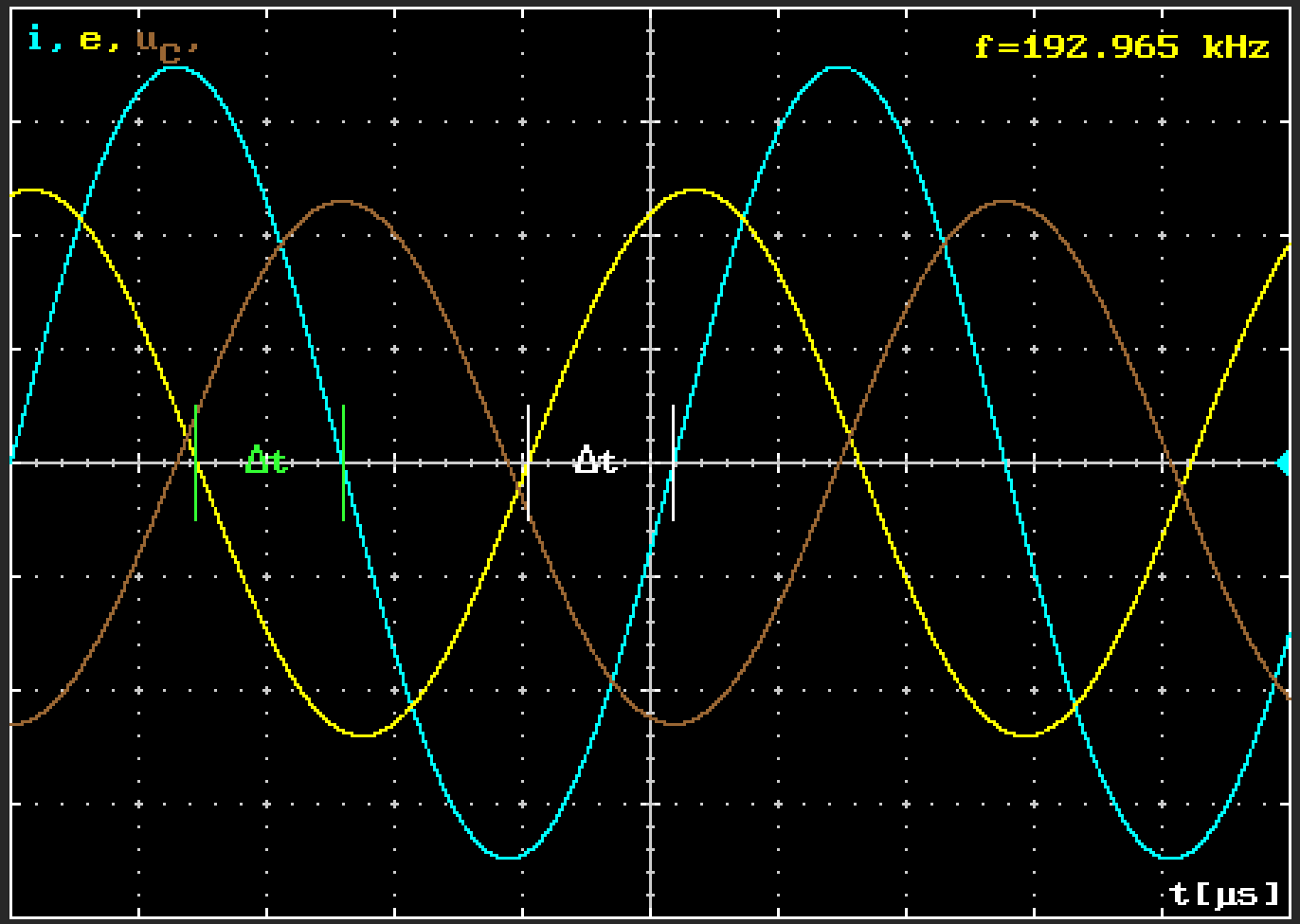
636

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 697 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 1.14907 V; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+78.96°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.137 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

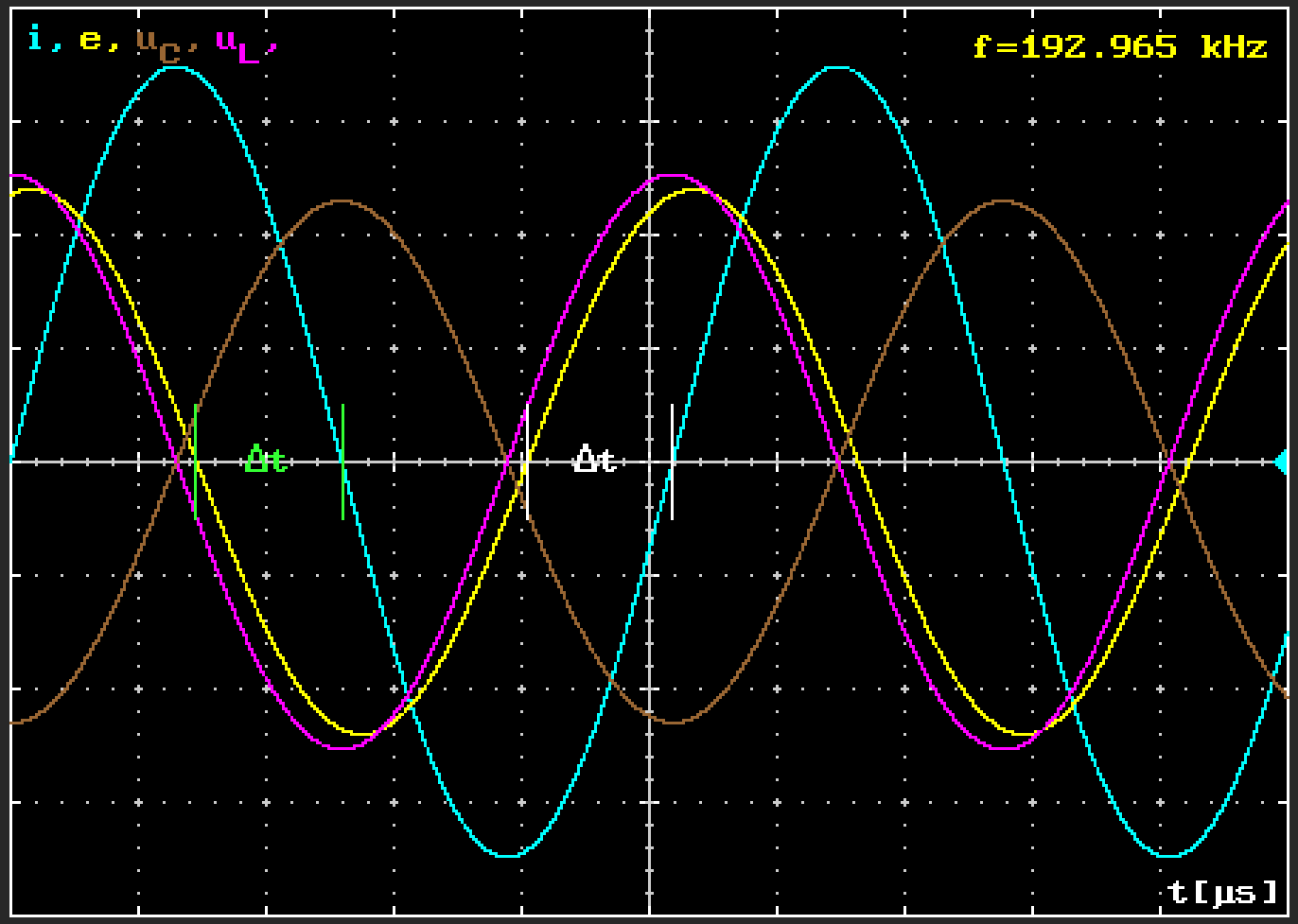
637

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	697 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	1.26684 V; φ_L=+90°
U_C	1.14907 V; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+78.96°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.137 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

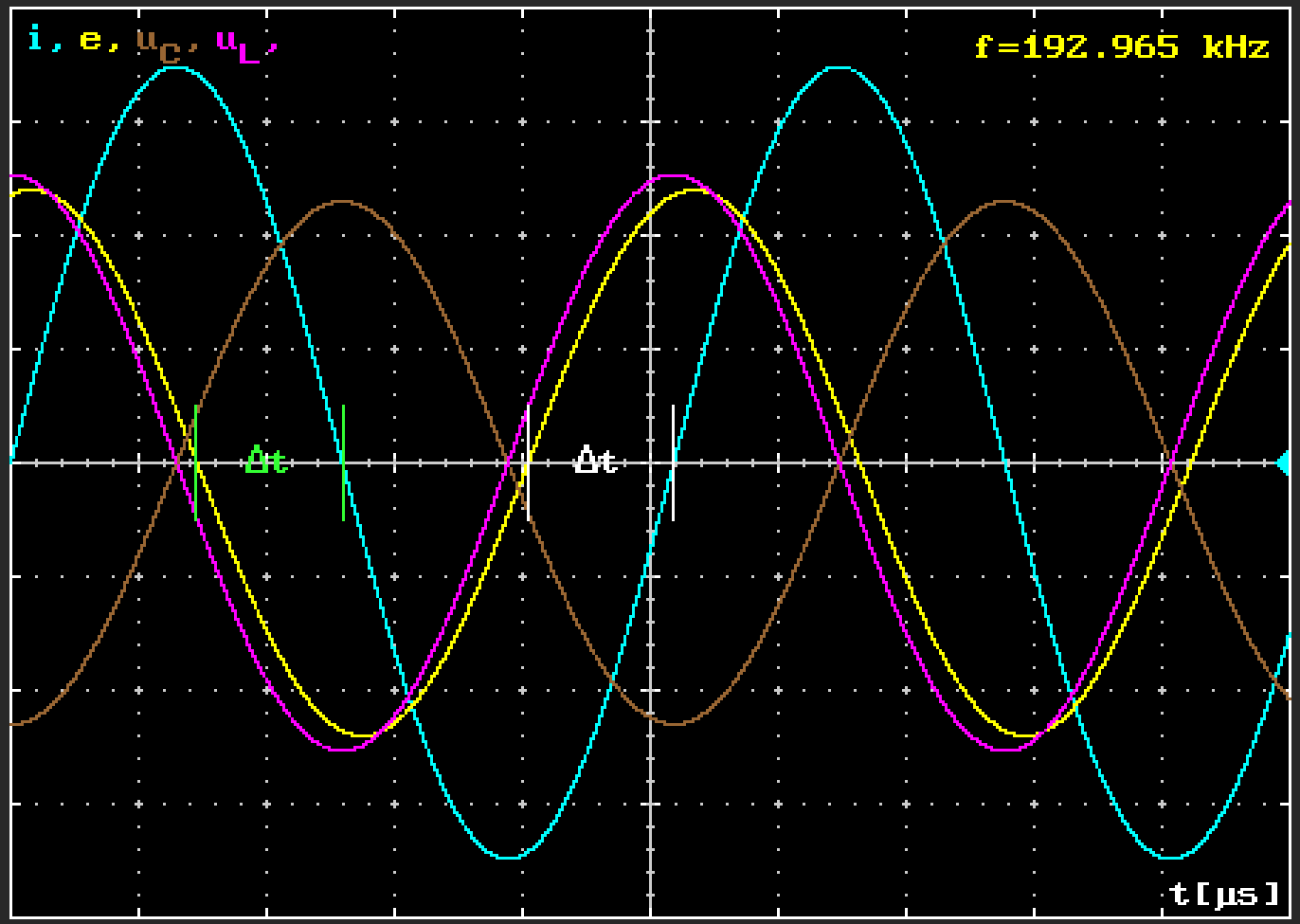
638

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 172.3 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	697 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	1.26684 V; φ_L=+90°
U_C	1.14907 V; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+78.96°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.137 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

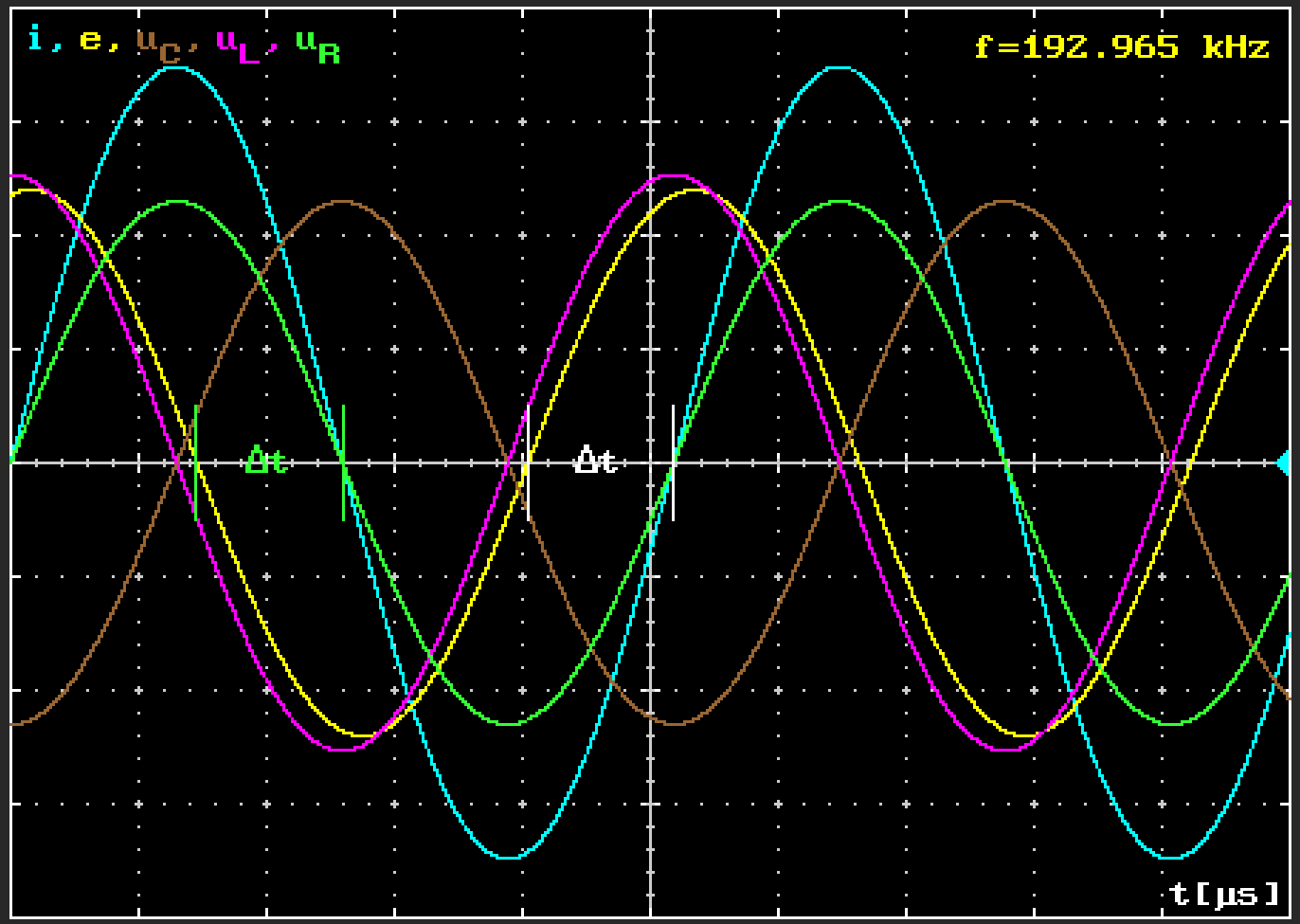
639

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 172.3 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	697 µA; φ_{REF}=0°
U_R	22.9873 mV; φ_R=0°
U_L	1.26684 V; φ_L=+90°
U_C	1.14907 V; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+78.96°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.137 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

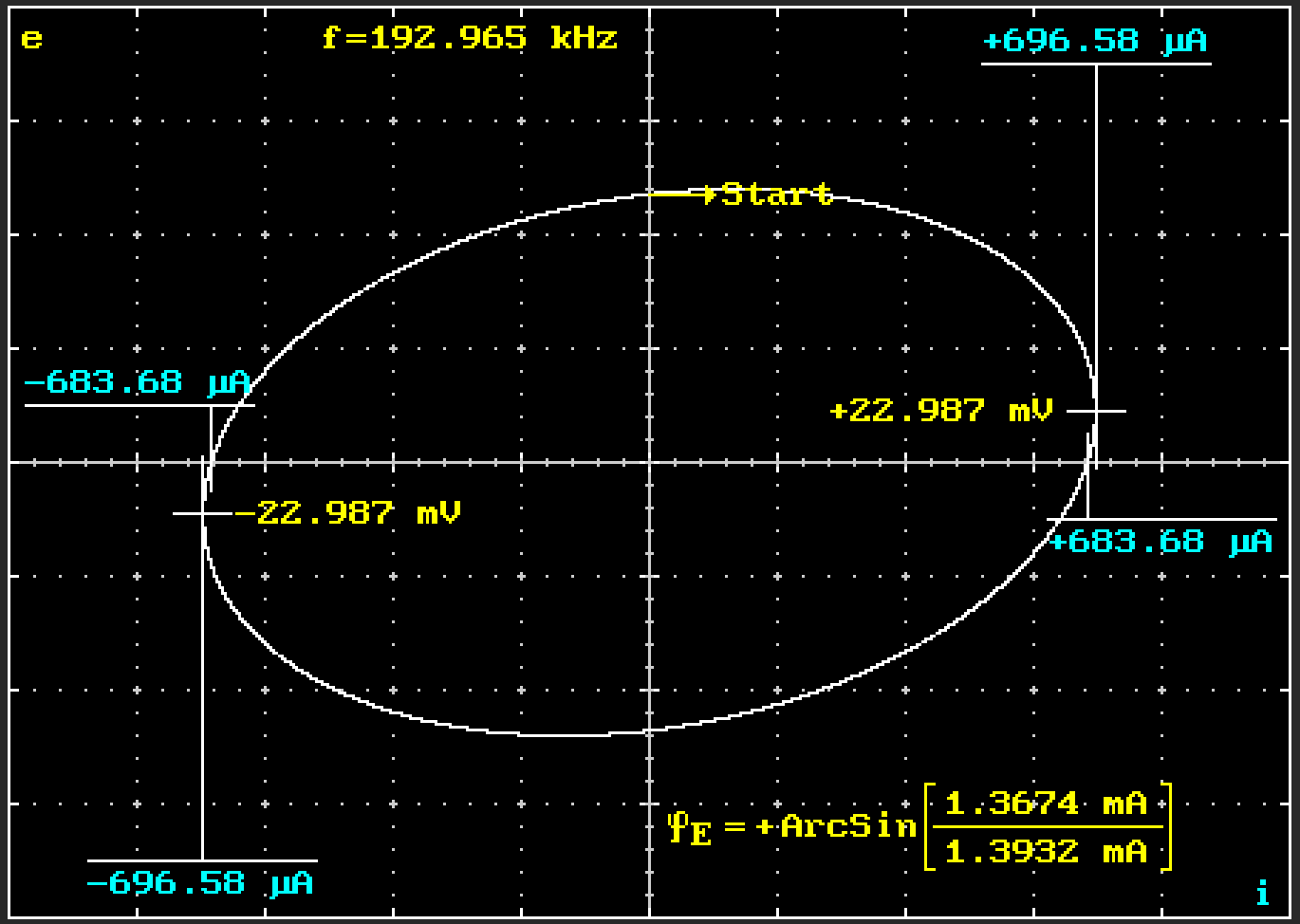
640

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	697 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	22.9873 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	1.26684 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	1.14907 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+78.96°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.137 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

641

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=202.154 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=1.158 µs-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

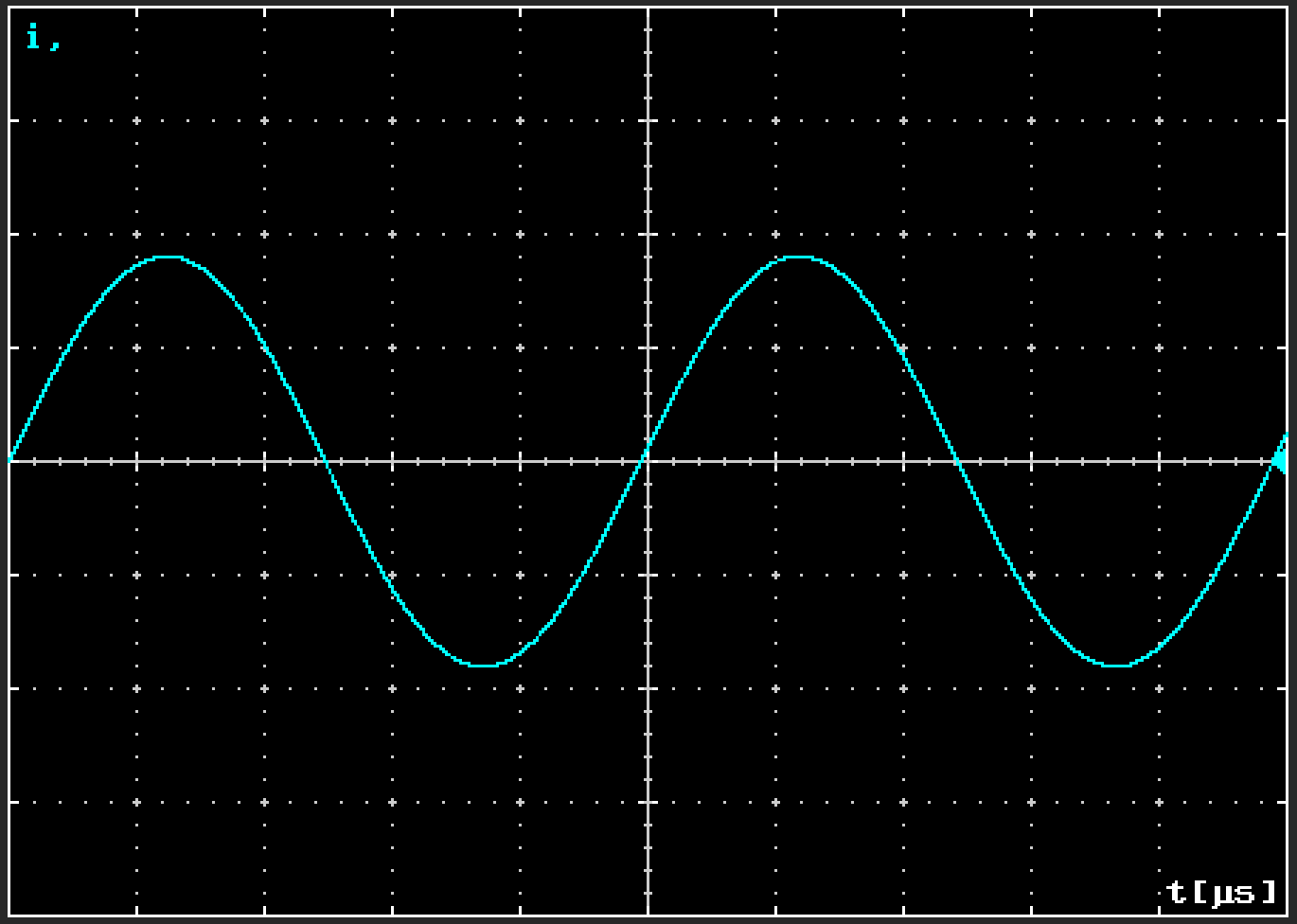
642

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

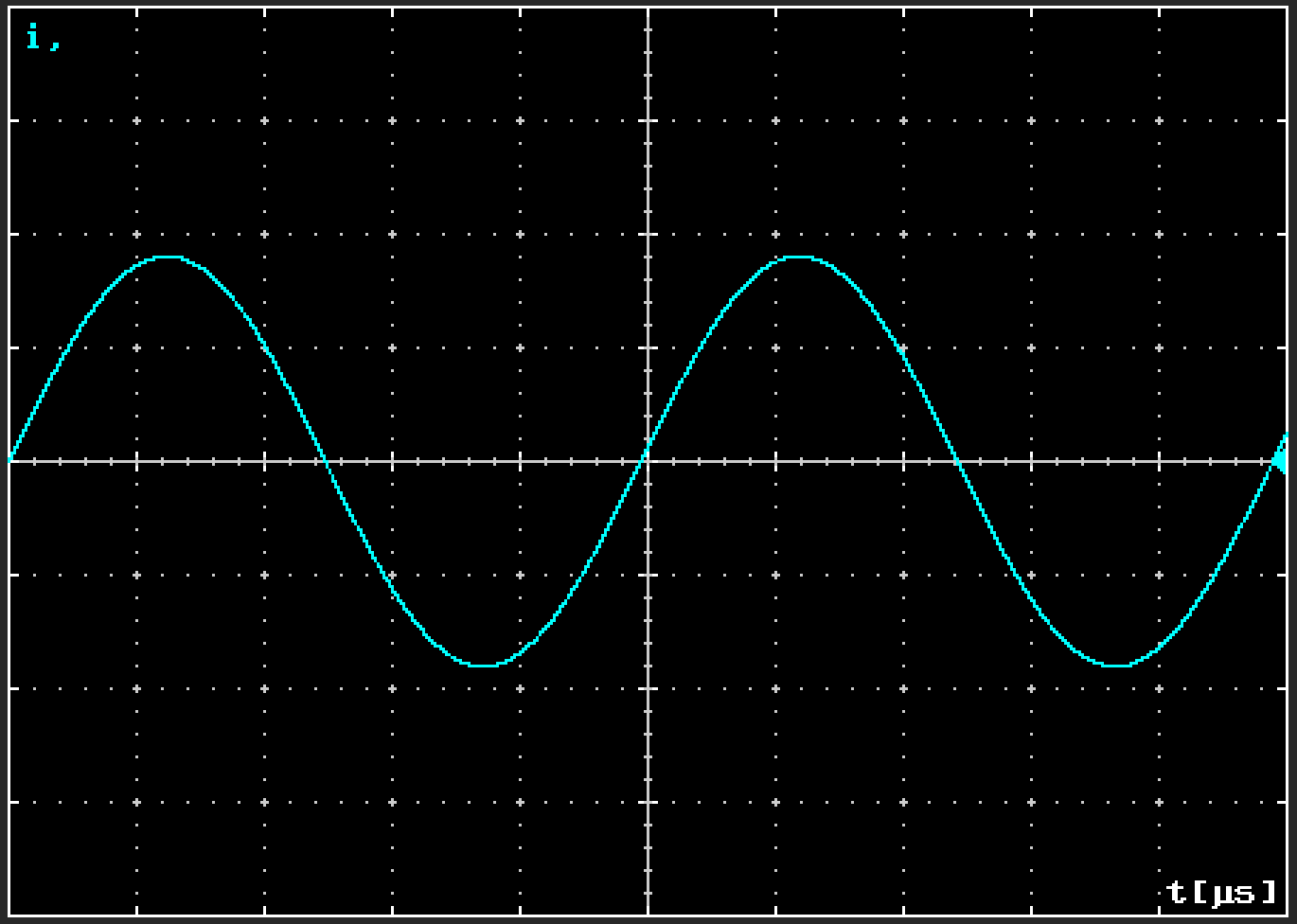
643

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

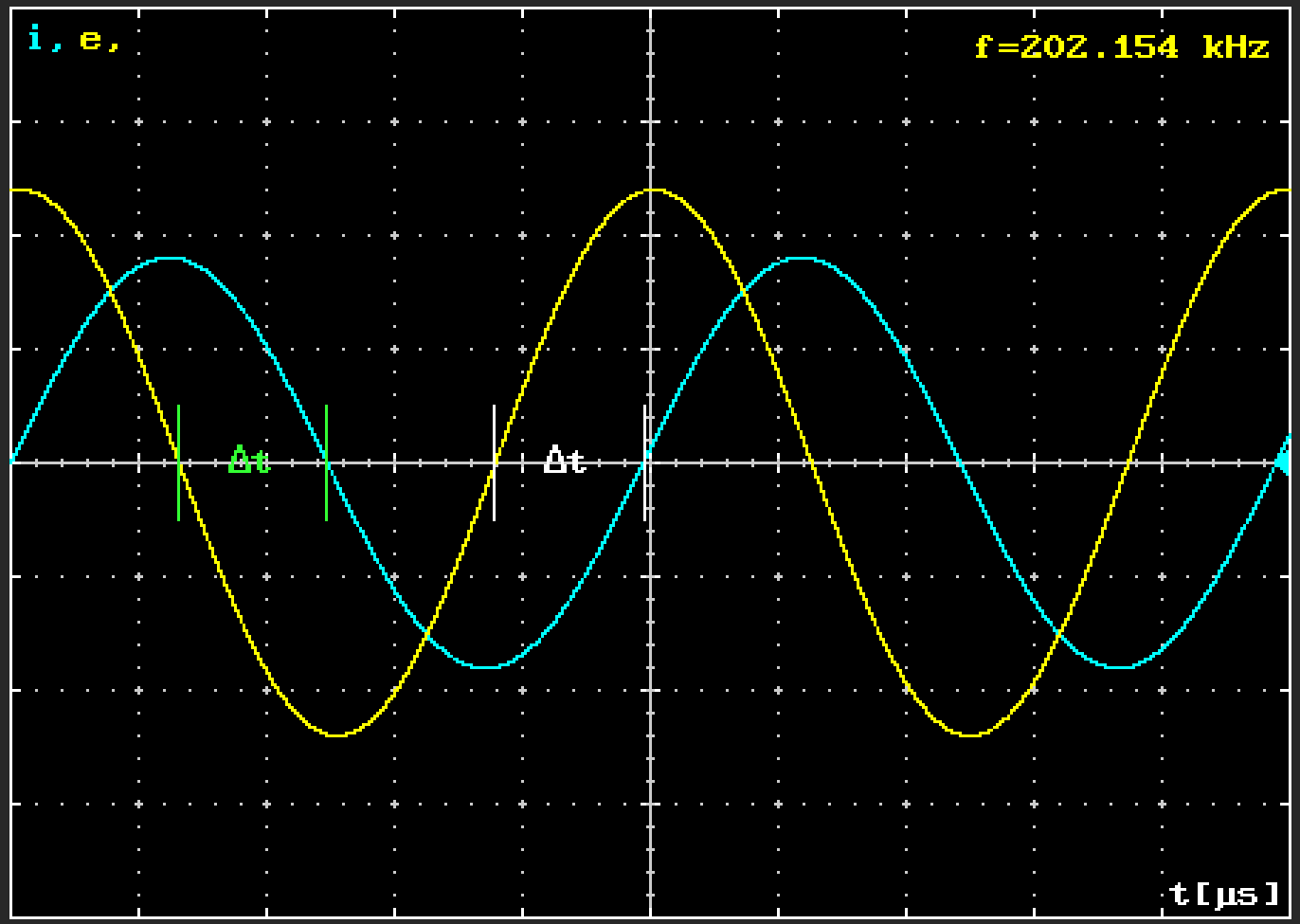
644

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

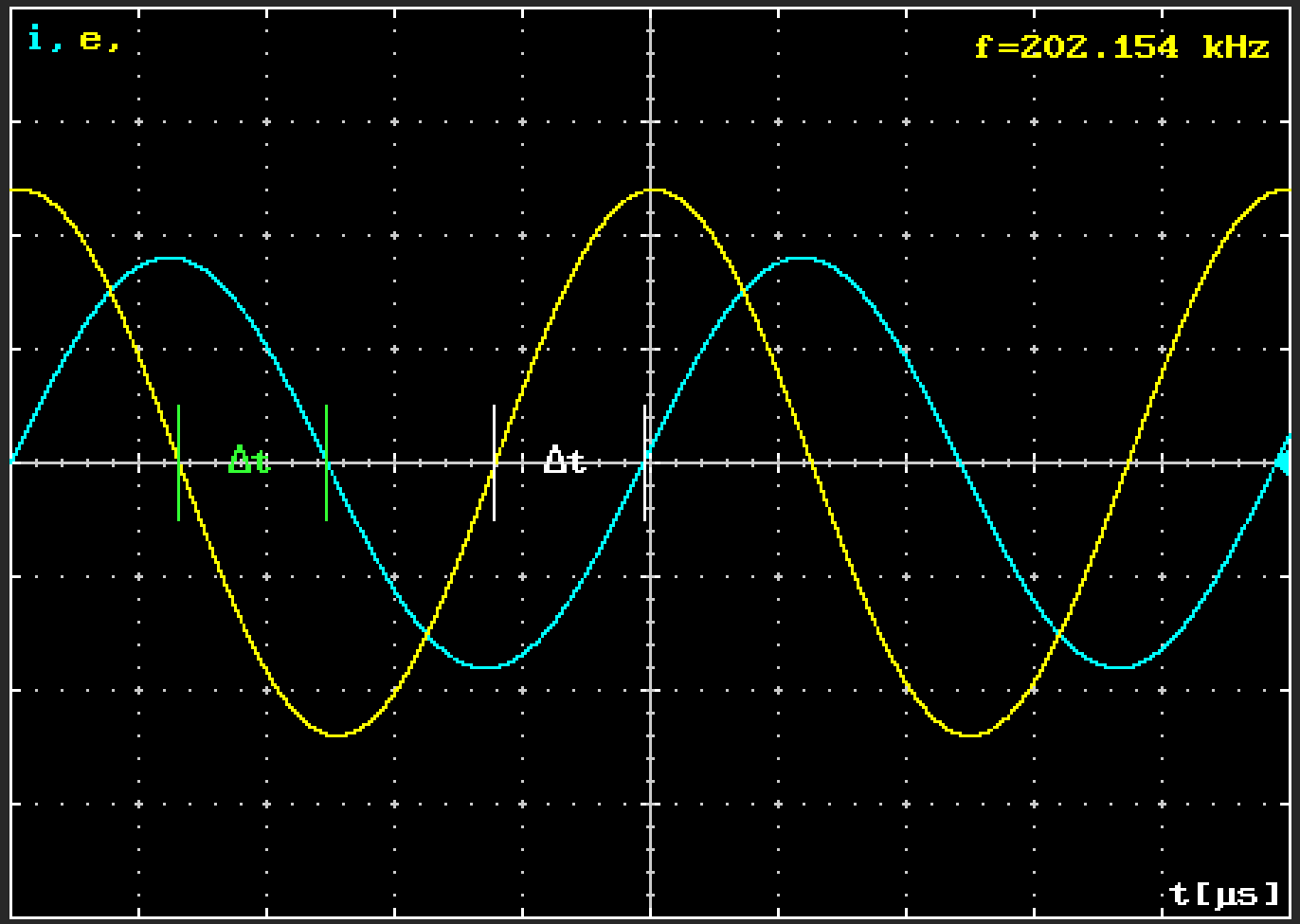
645

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

646

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

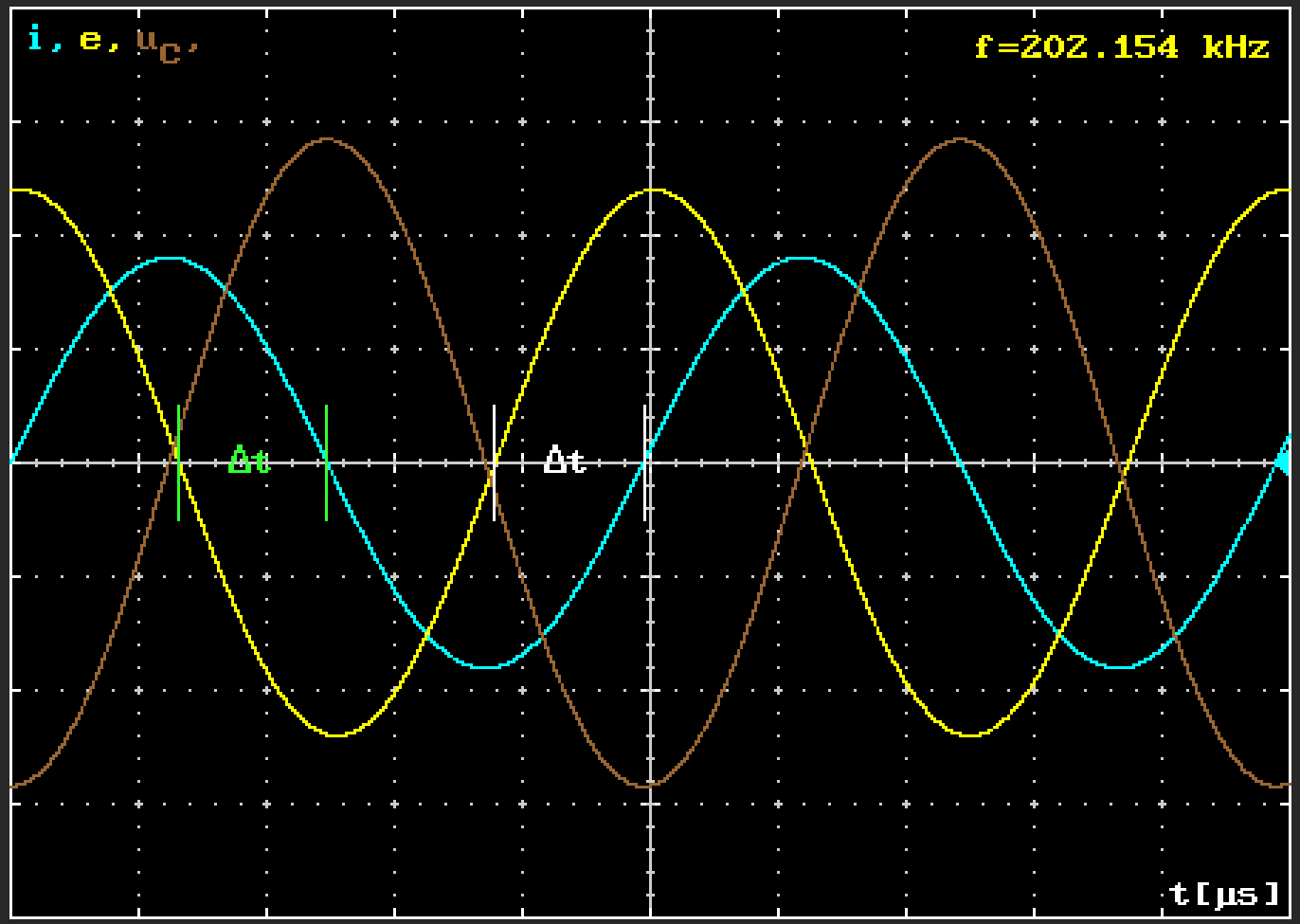
170

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 568.602 mV; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+84.30°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

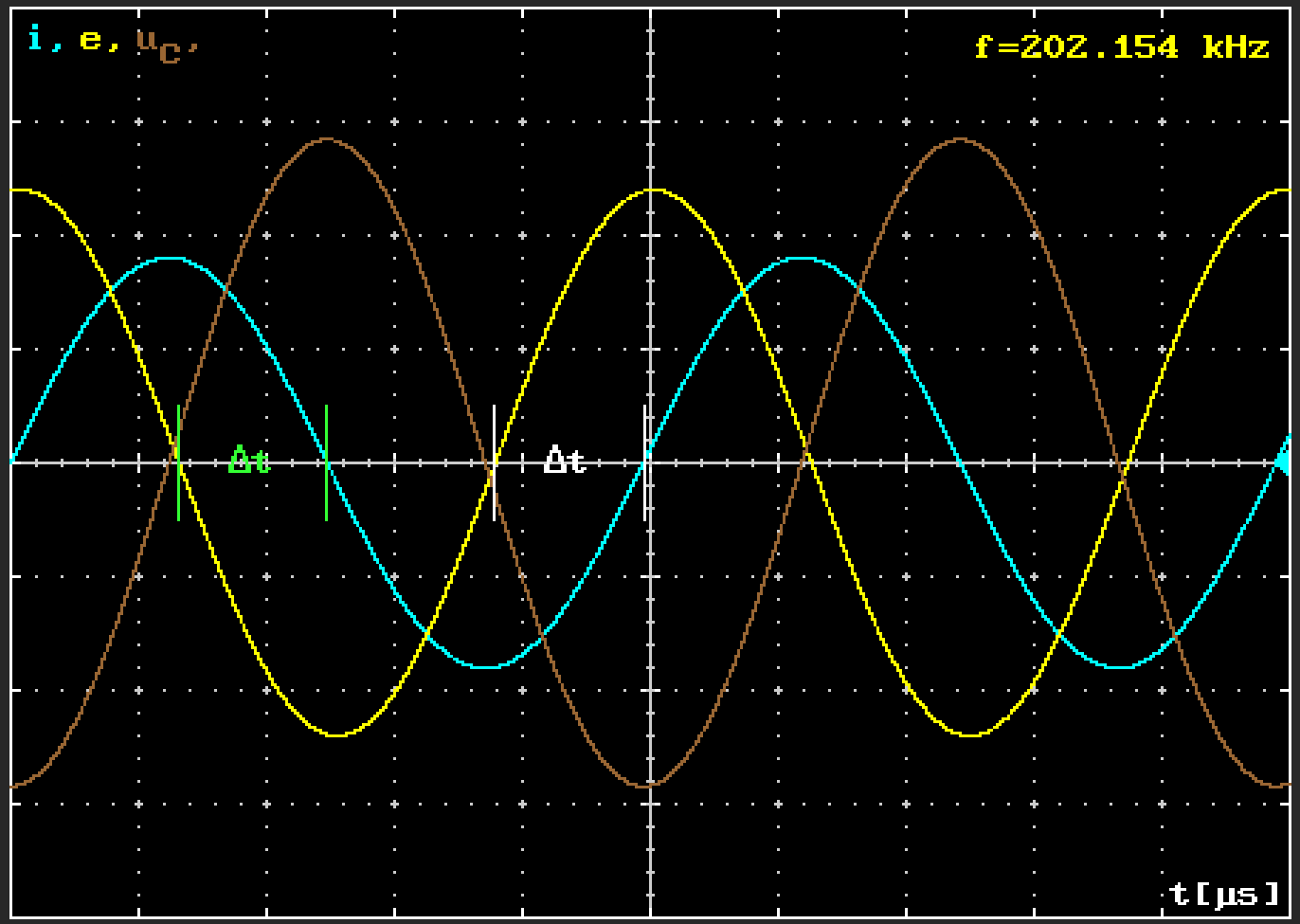
0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C 568.602 mV; φ_C=−90°

E_0 120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

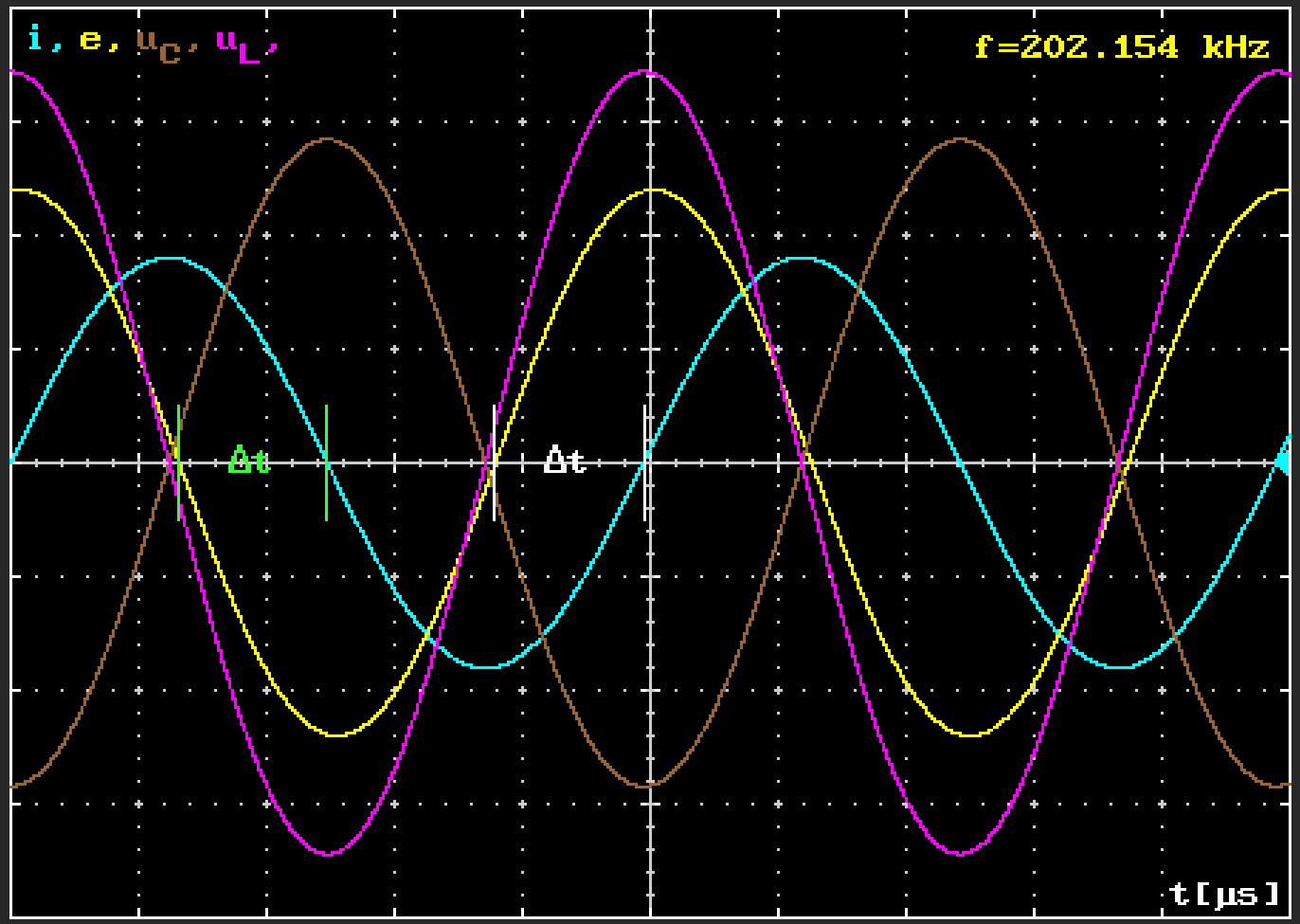
648

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 μA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	688.009 mV; φ_L=+90°
U_C	568.602 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

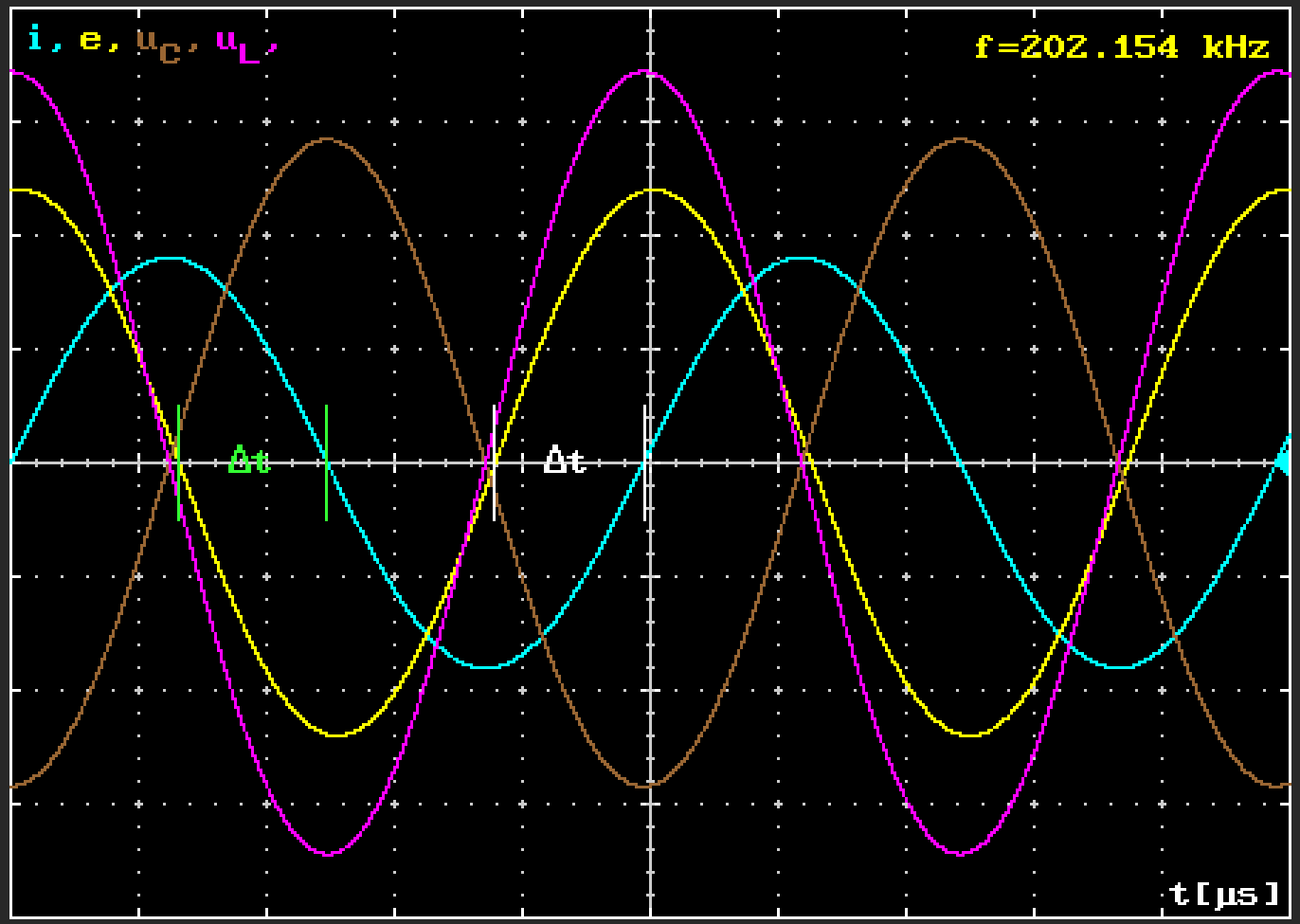
649

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 μA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	688.009 mV; φ_L=+90°
U_C	568.602 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

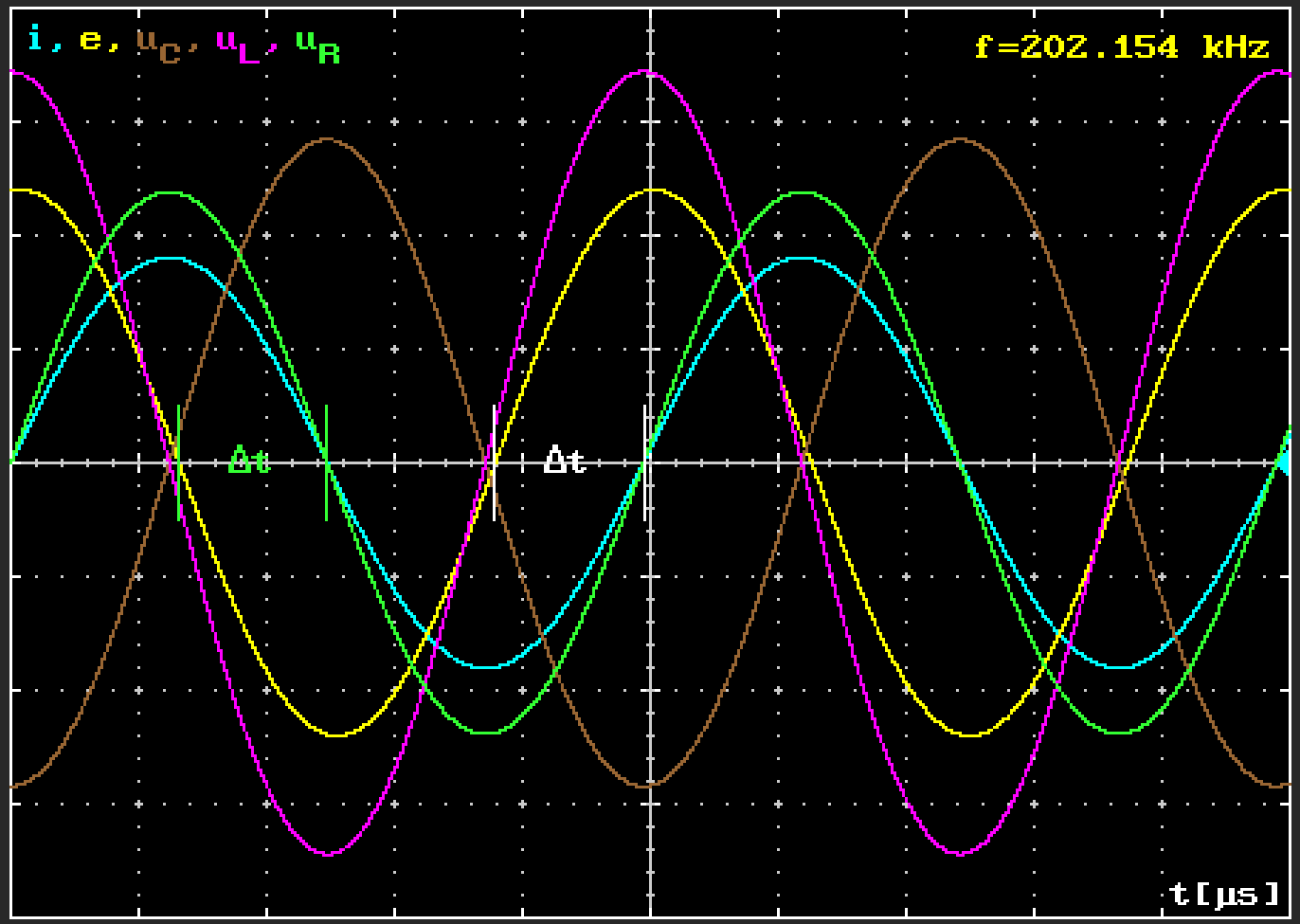
650

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 µA; φ_{REF}=0°
U_R	11.9167 mV; φ_R=0°
U_L	688.009 mV; φ_L=+90°
U_C	568.602 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

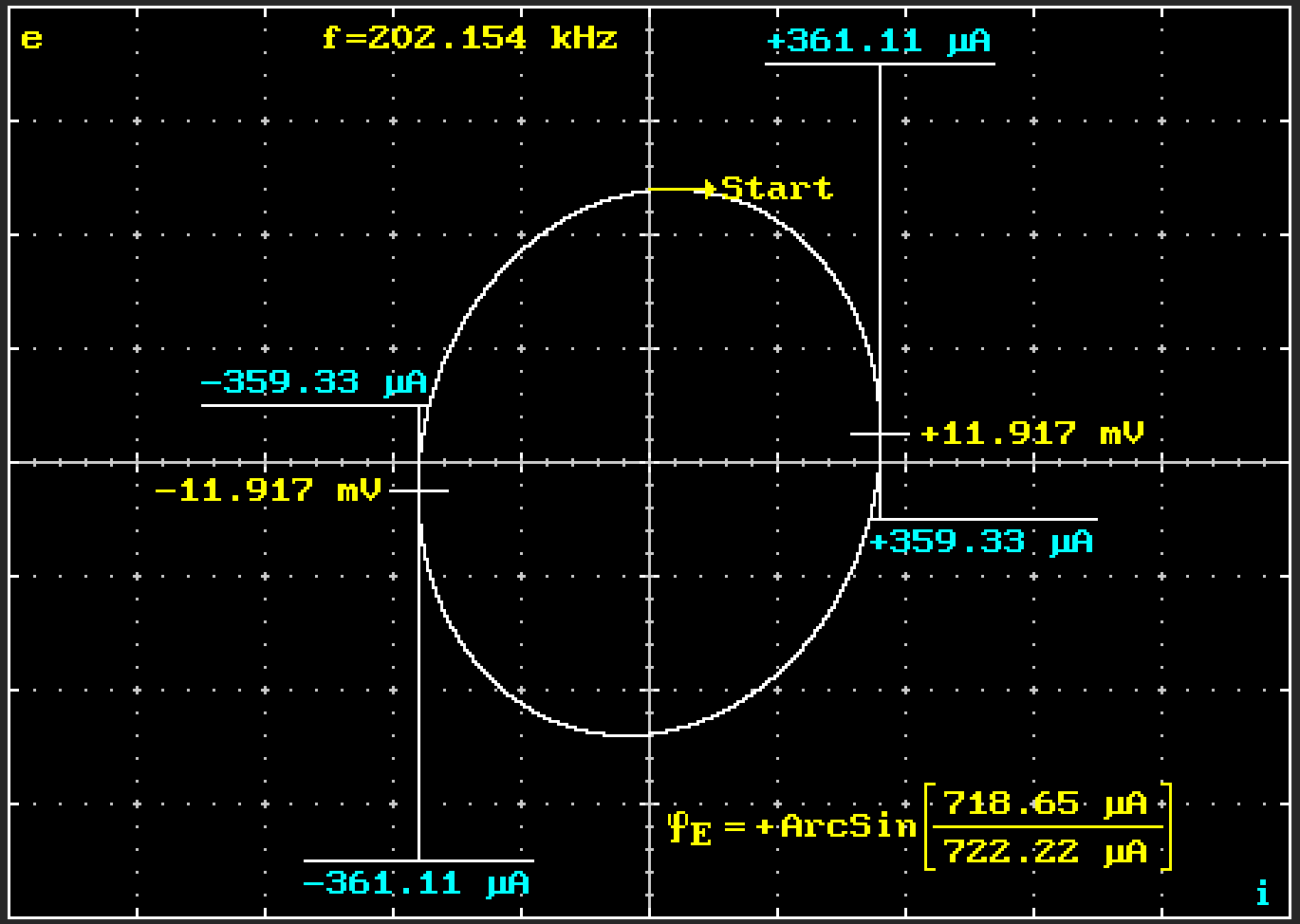
651

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	11.9167 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	688.009 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	568.602 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+84.30°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.158 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	t
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=220.532 kHz

A soros RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC feszültséggenerátorra kötjük. Az i áram közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken levő feszültségek nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az e Δt=1.096 µs-ot siet az i referenciaáramhoz képest.

LH Trigger: az i pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

0	0.1	i[mA/div]
1	2	u_R[mV/div]
2	0.2	u_L[V/div]
3	0.1	u_C[V/div]
4	50	e[mV/div]

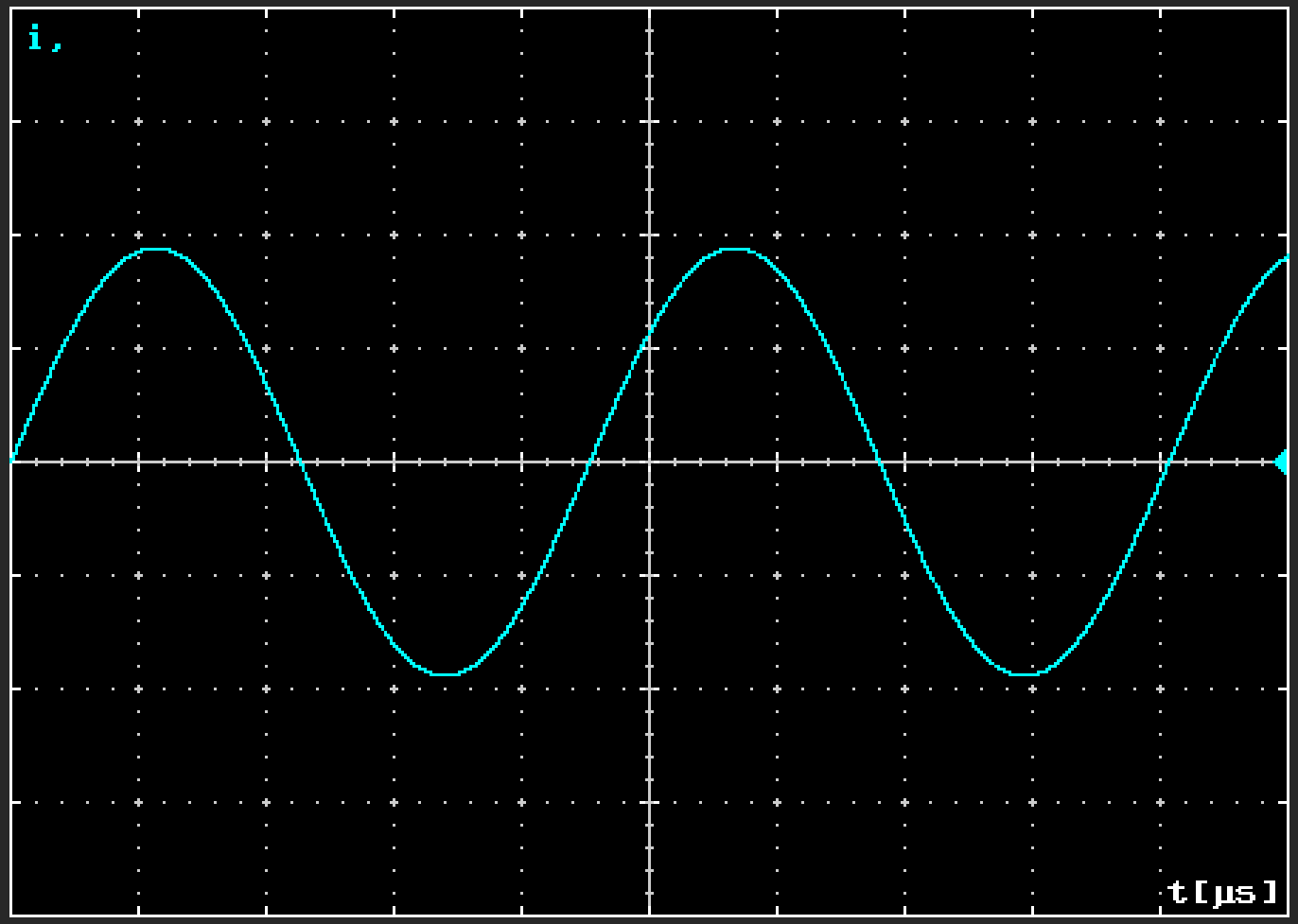
1	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 189 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

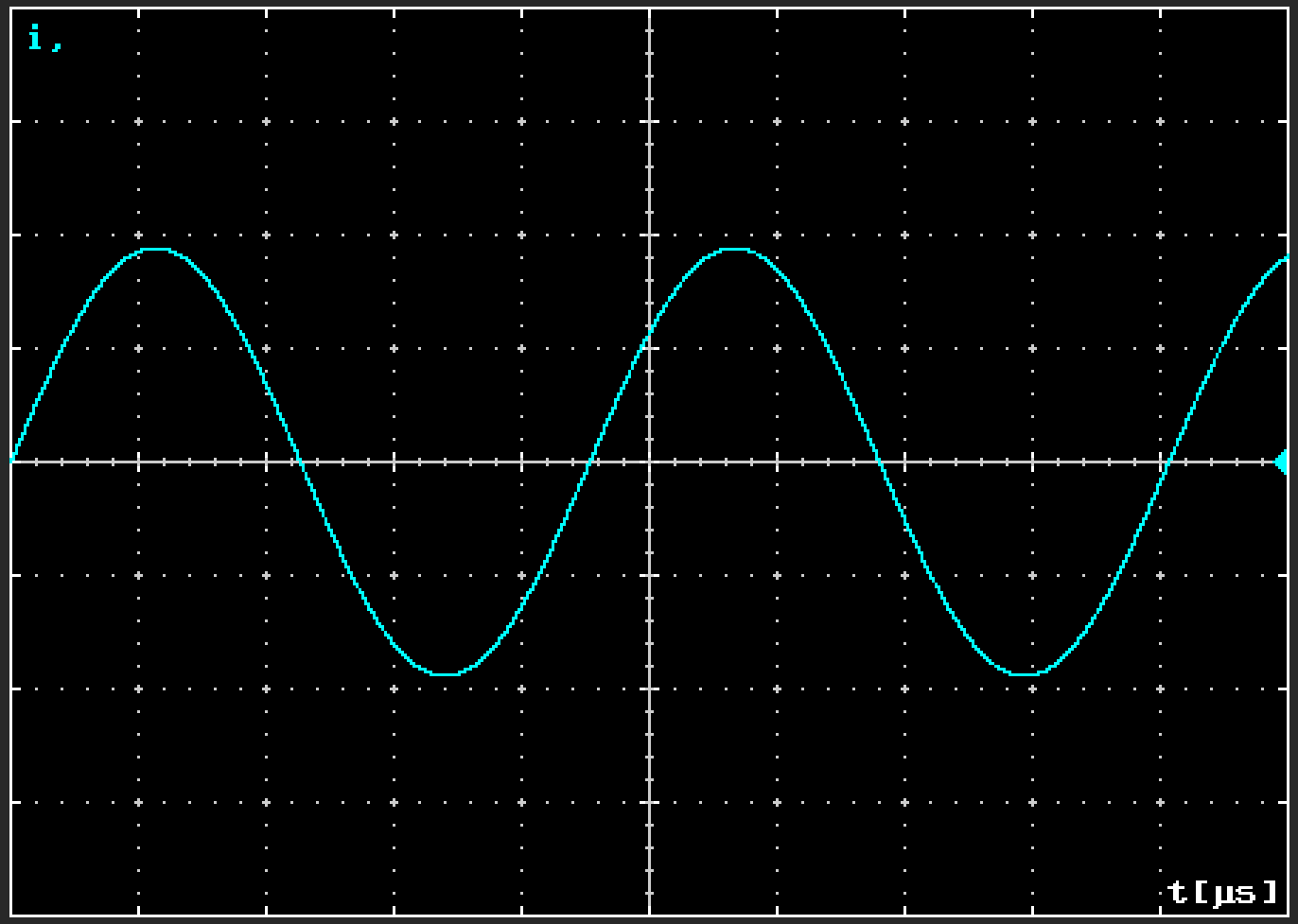
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 189 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0

LH Trigger

0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]	

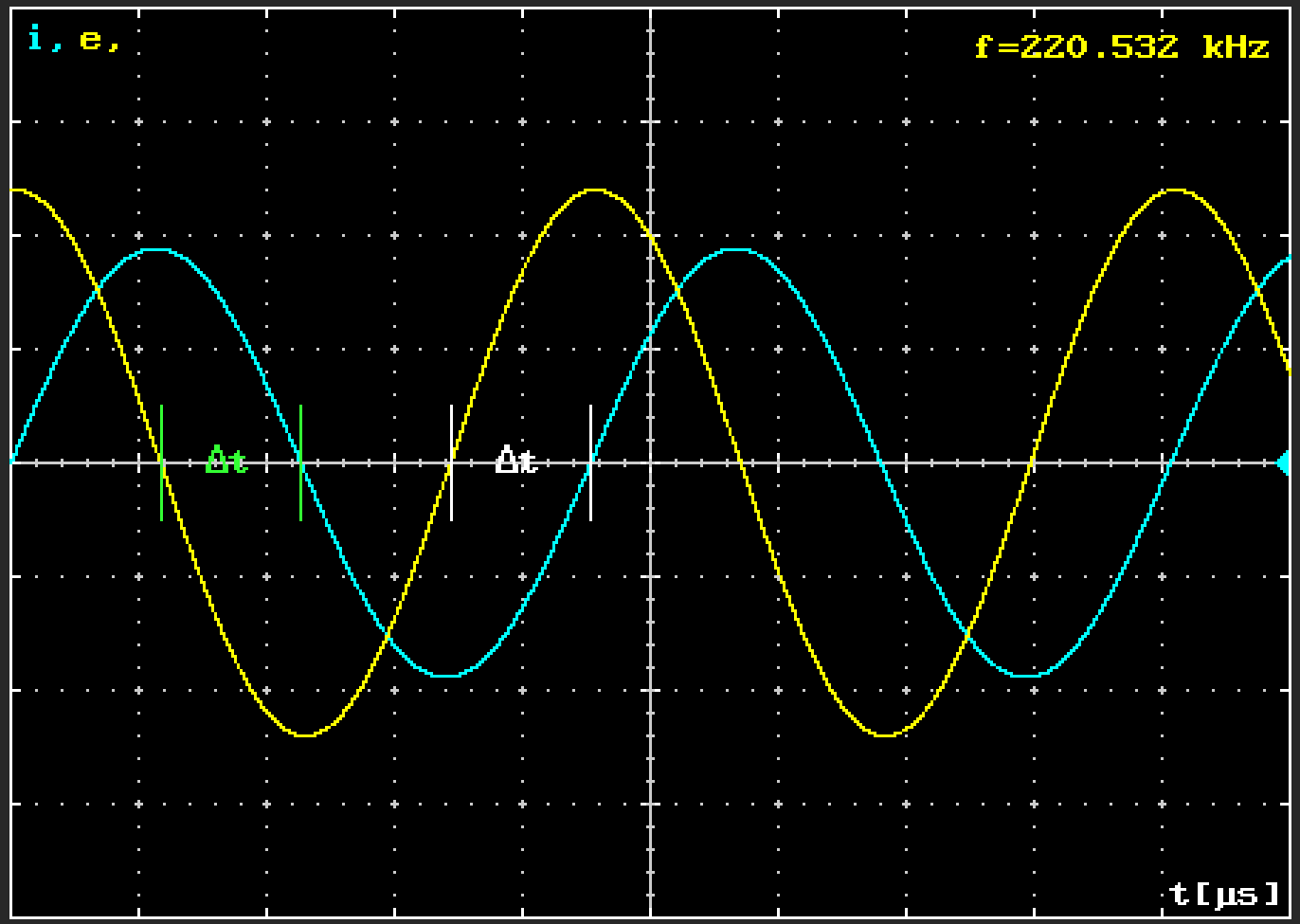
1
t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 189 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+87.03°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

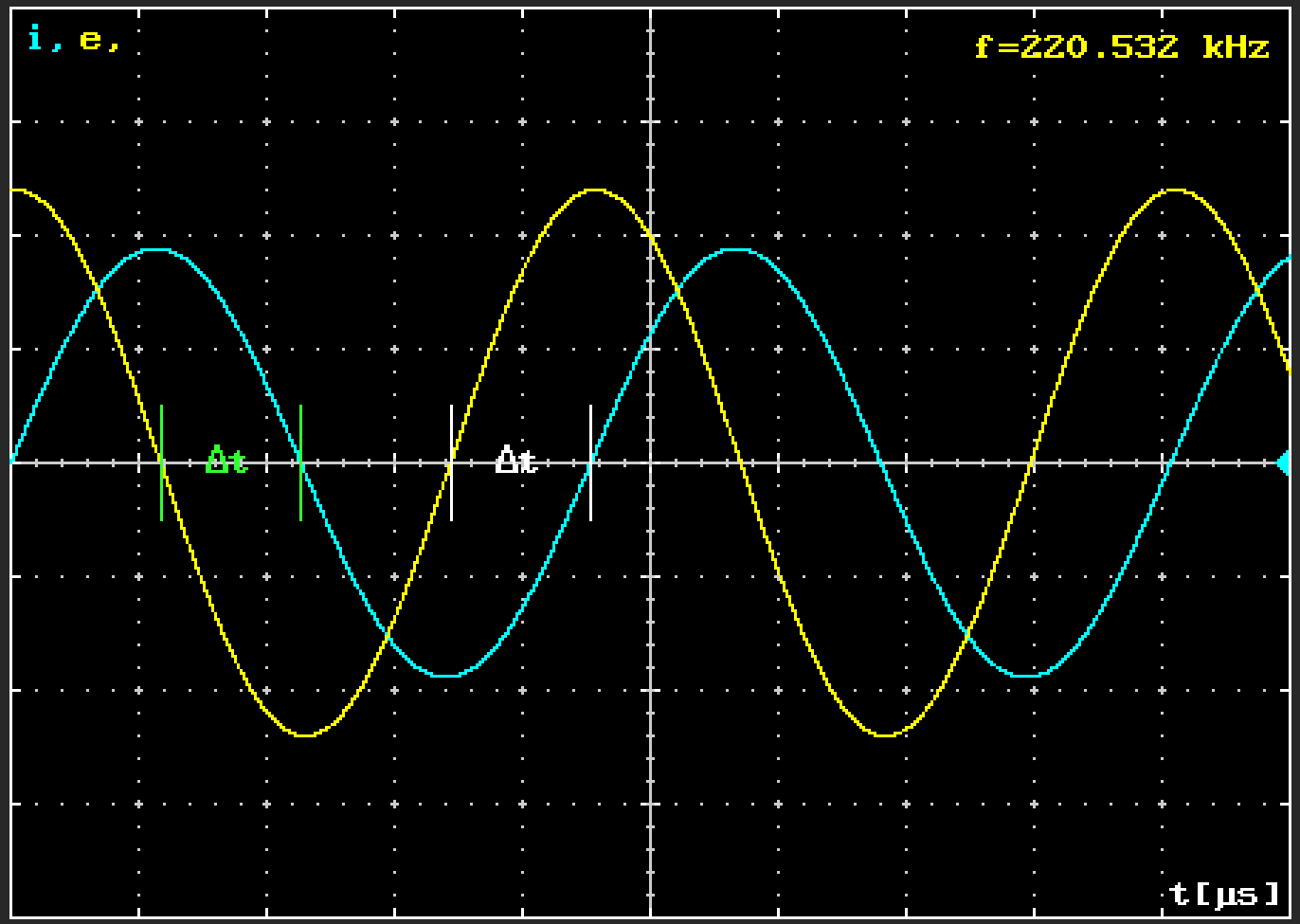
0	1	2	3	4	
0.1	2	0.2	0.1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 189 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+87.03°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

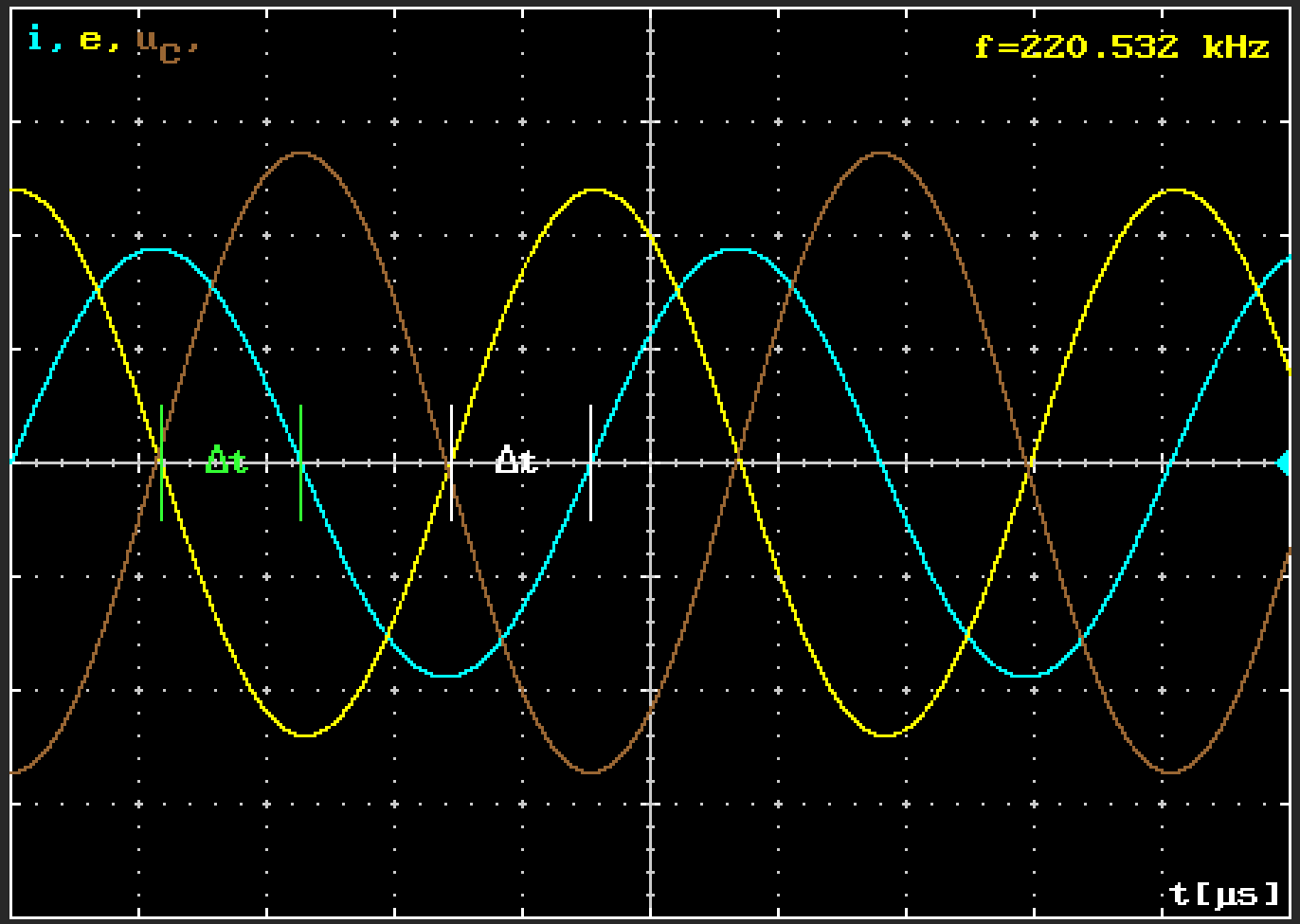
0	1	2	3	4	
0.1	2	0.2	0.1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 635.9 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	
U_L	
U_C	272.356 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+87.03°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

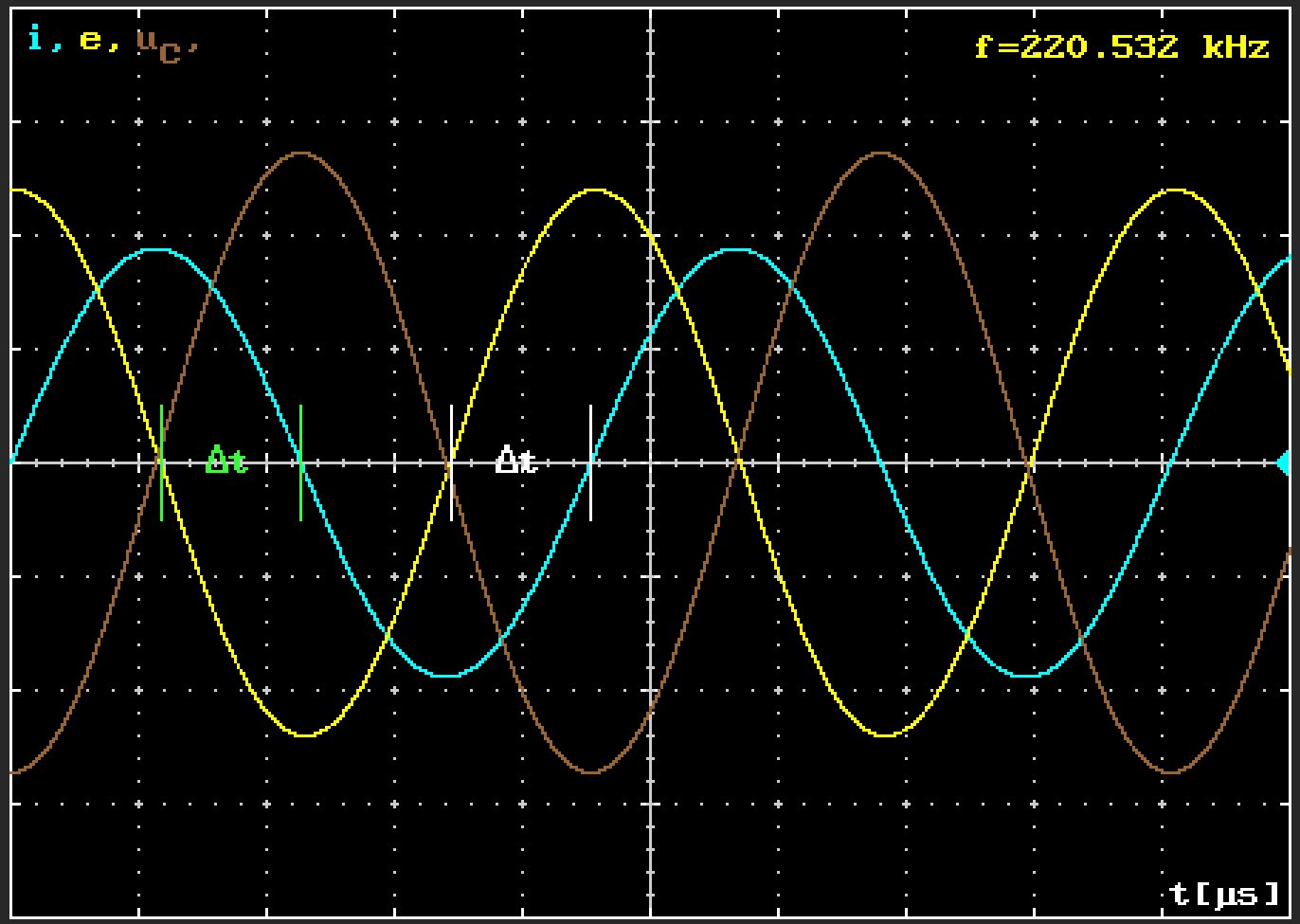
0	1	2	3	4	
0.1	2	0.2	0.1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 189 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C 272.356 mV; $\varphi_C=-90°$

E_0 120 mV; $\varphi_E=+87.03°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

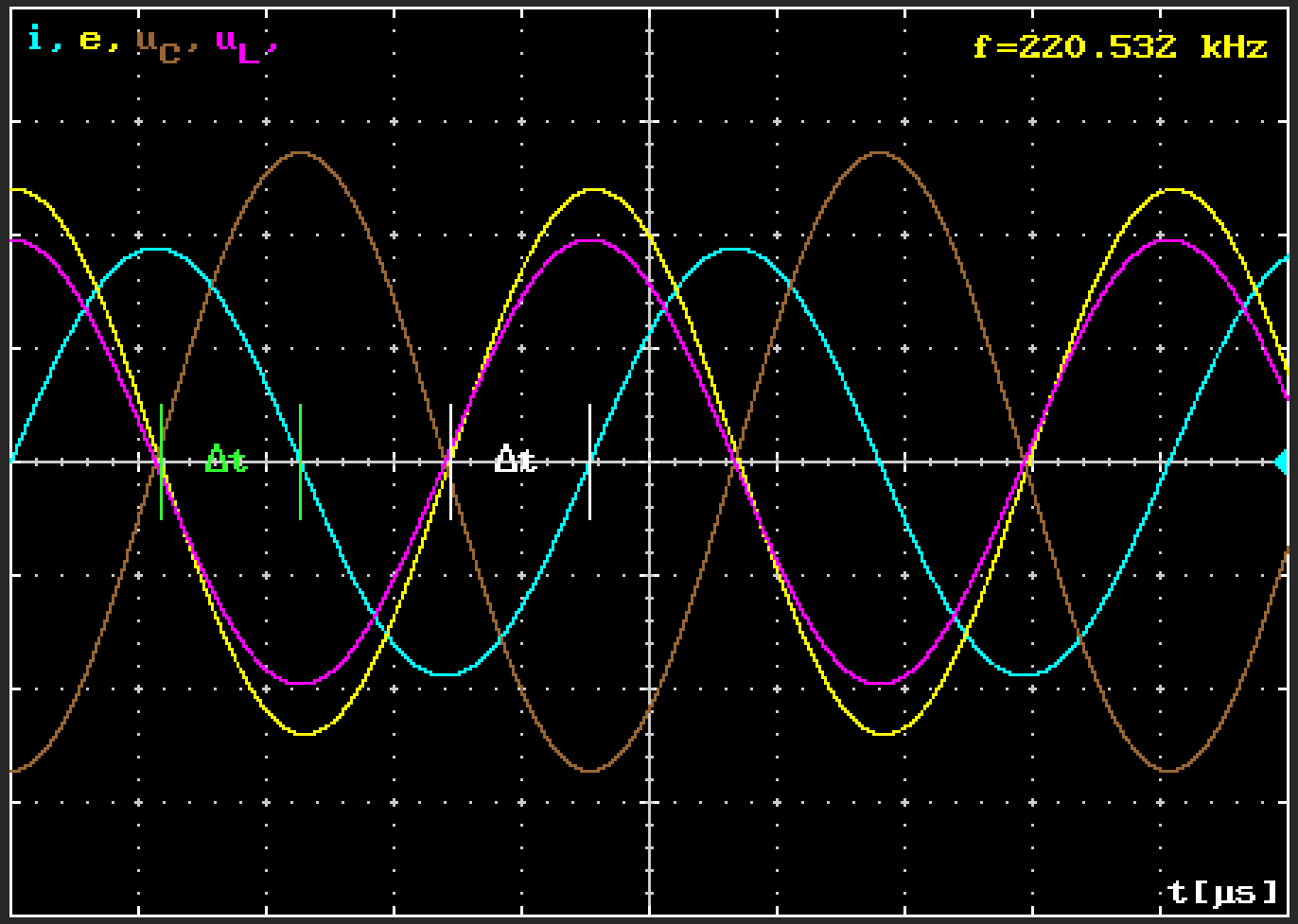
0	1	2	3	4	
0.1	2	0.2	0.1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 635.9 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	392.195 mV; φ_L=+90°
U_C	272.356 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+87.03°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

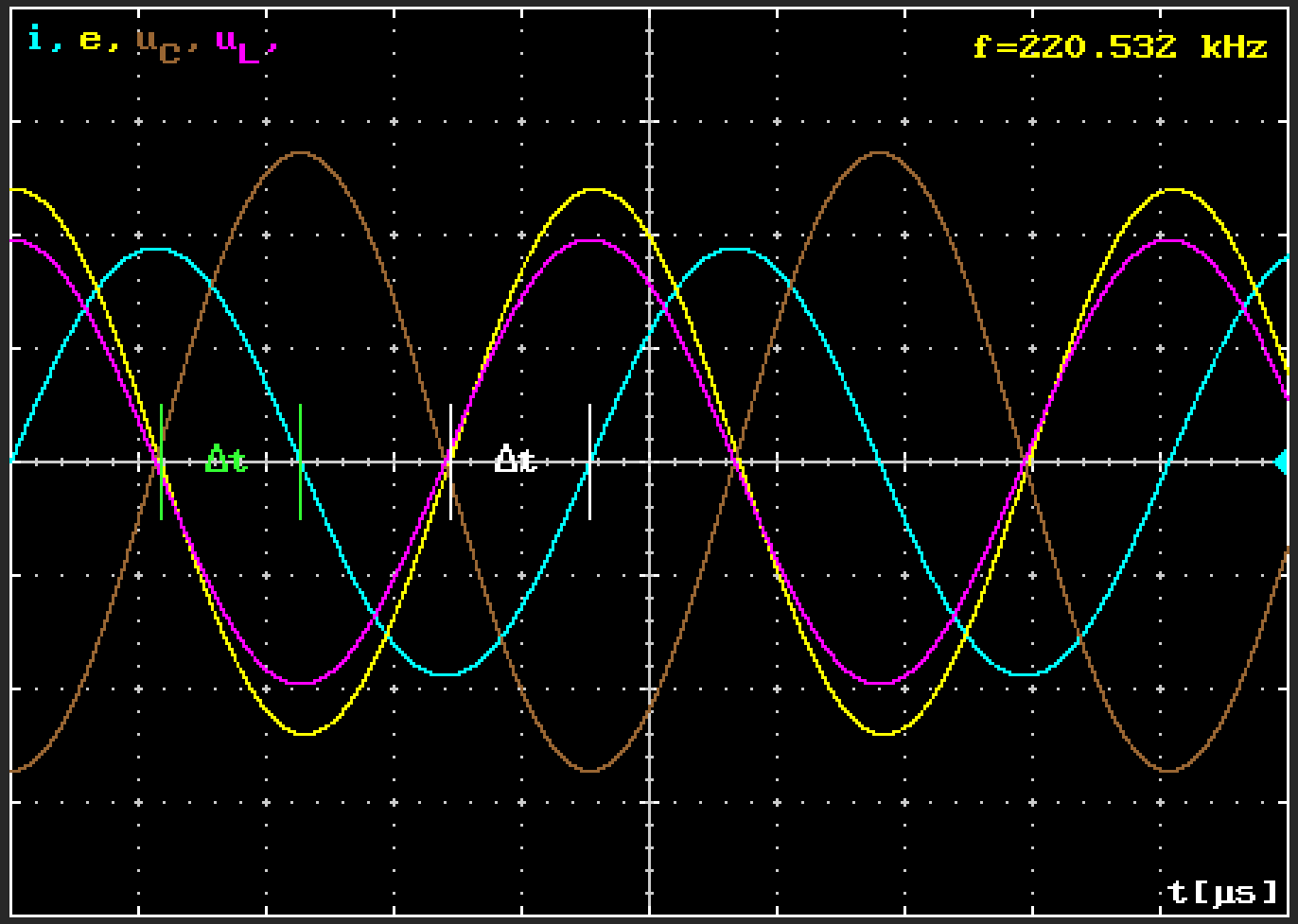
0	1	2	3	4	
0.1	2	0.2	0.1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 635.9 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 µA; φ_{REF}=0°
U_R	
U_L	392.195 mV; φ_L=+90°
U_C	272.356 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+87.03°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

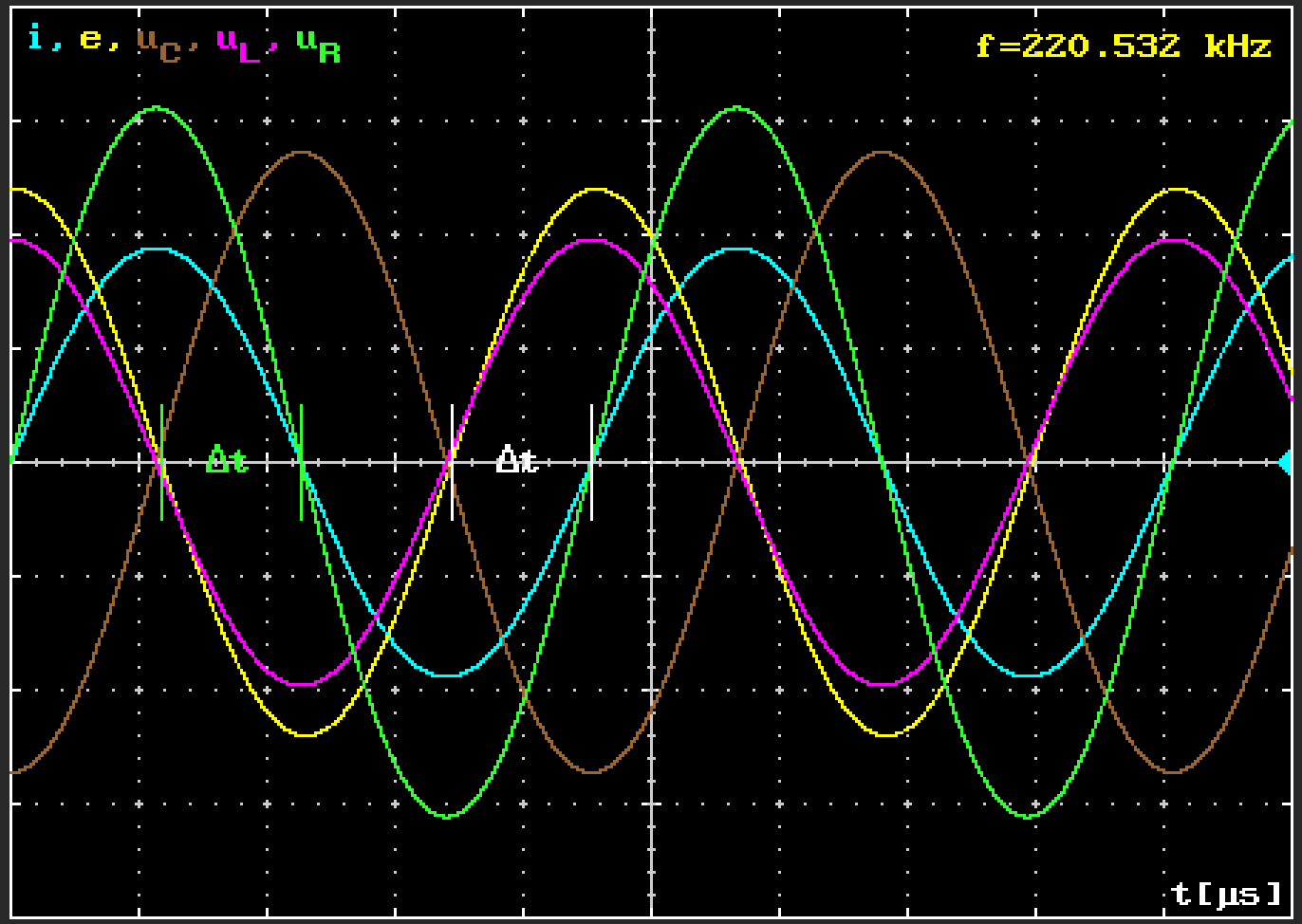
0	1	2	3	4	
0.1	2	0.2	0.1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 635.9 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 µA; φ_{REF}=0°
U_R	6.22691 mV; φ_R=0°
U_L	392.195 mV; φ_L=+90°
U_C	272.356 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+87.03°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

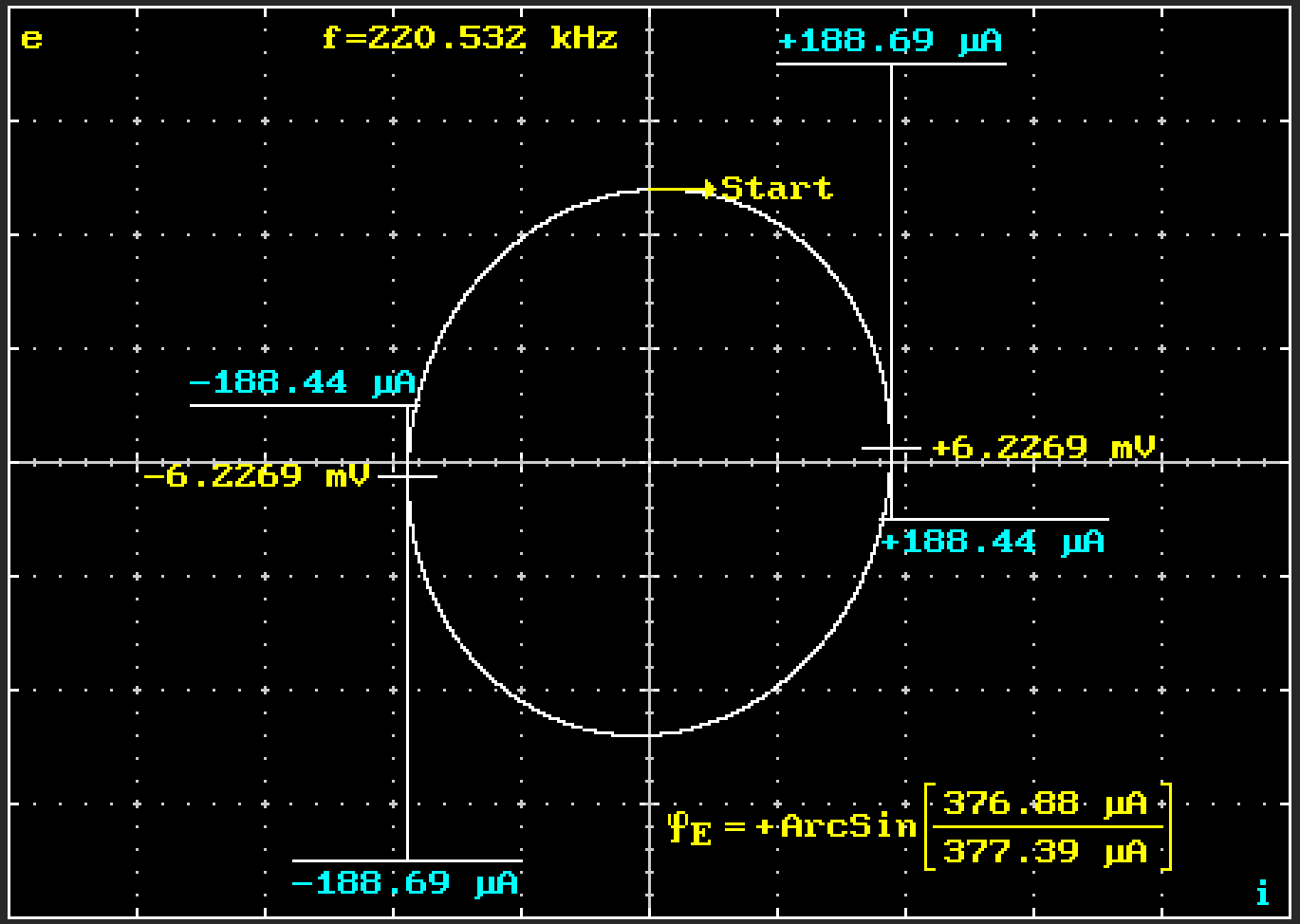
0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLC17

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	6.22691 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	392.195 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	272.356 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+87.03°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

Kiválasztjuk a vizsgálati frekvenciát

A párhuzamos RLC áramkör (f_0 = 171.621 kHz)

vizsgálata tizenhét $(1 \pm p[\%]/100)\times f_0$) frekvencián:

-20%, -10%, -5%, -2%, -1%, -0.5%, -0.2%, -0.1% *(rezonancia előtt),*

0,0%, *(az áramkörön fellépő feszültség rezonanciája)*

+0.1%, +0.2%, +0.5%, +1%, +2%, +5%, +10%, +20%, *(rezonancia után)*

Főcímlap + 17x11 = 187 oszcillogram - [664..851]

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ =

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4
0.2	5	0.2	0.1	50
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]

1
t[µs/div]

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=137.297 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=1.760 µs-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

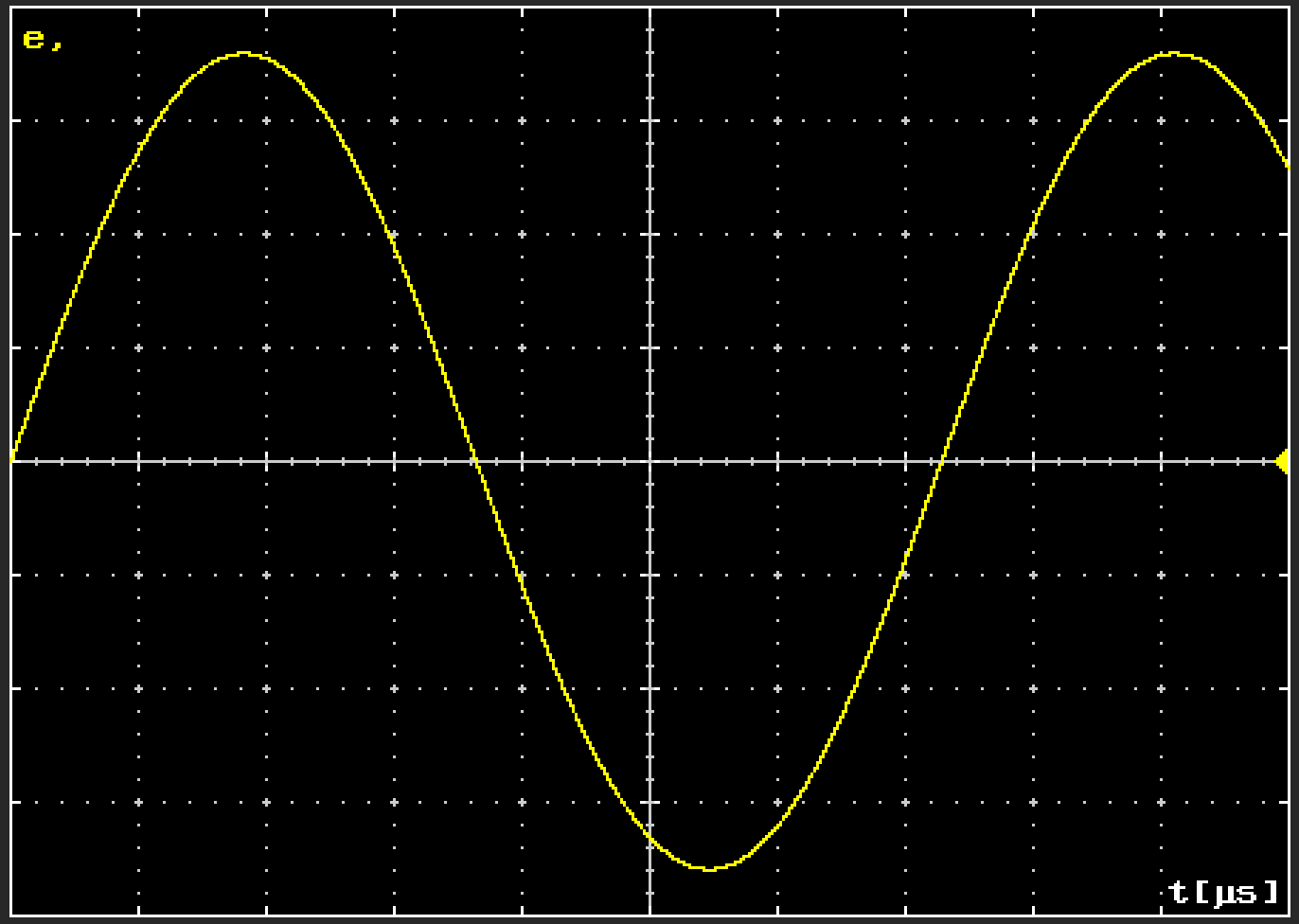
0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.1	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 718 mV; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.1	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

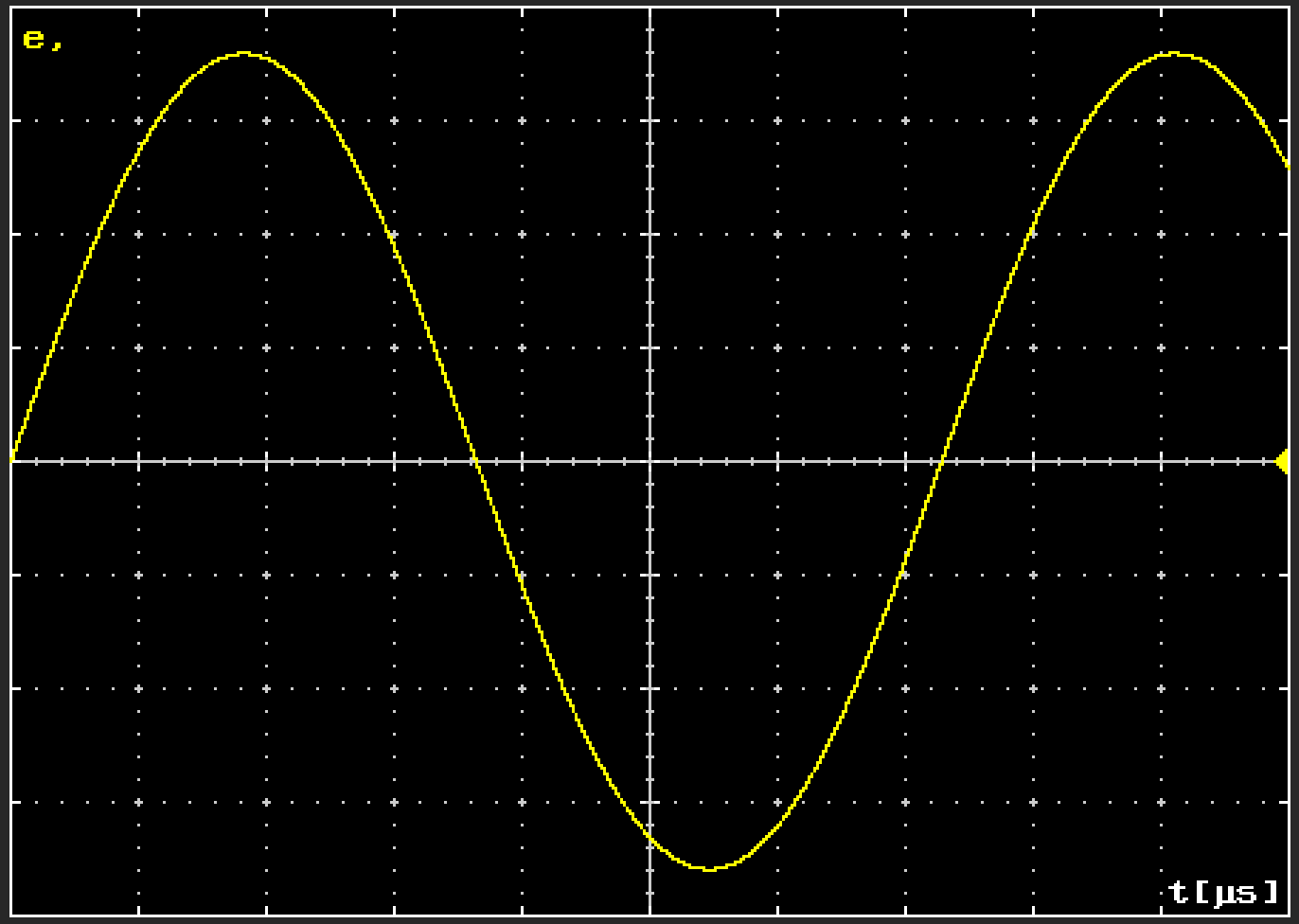
666

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 718 mV; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.1	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

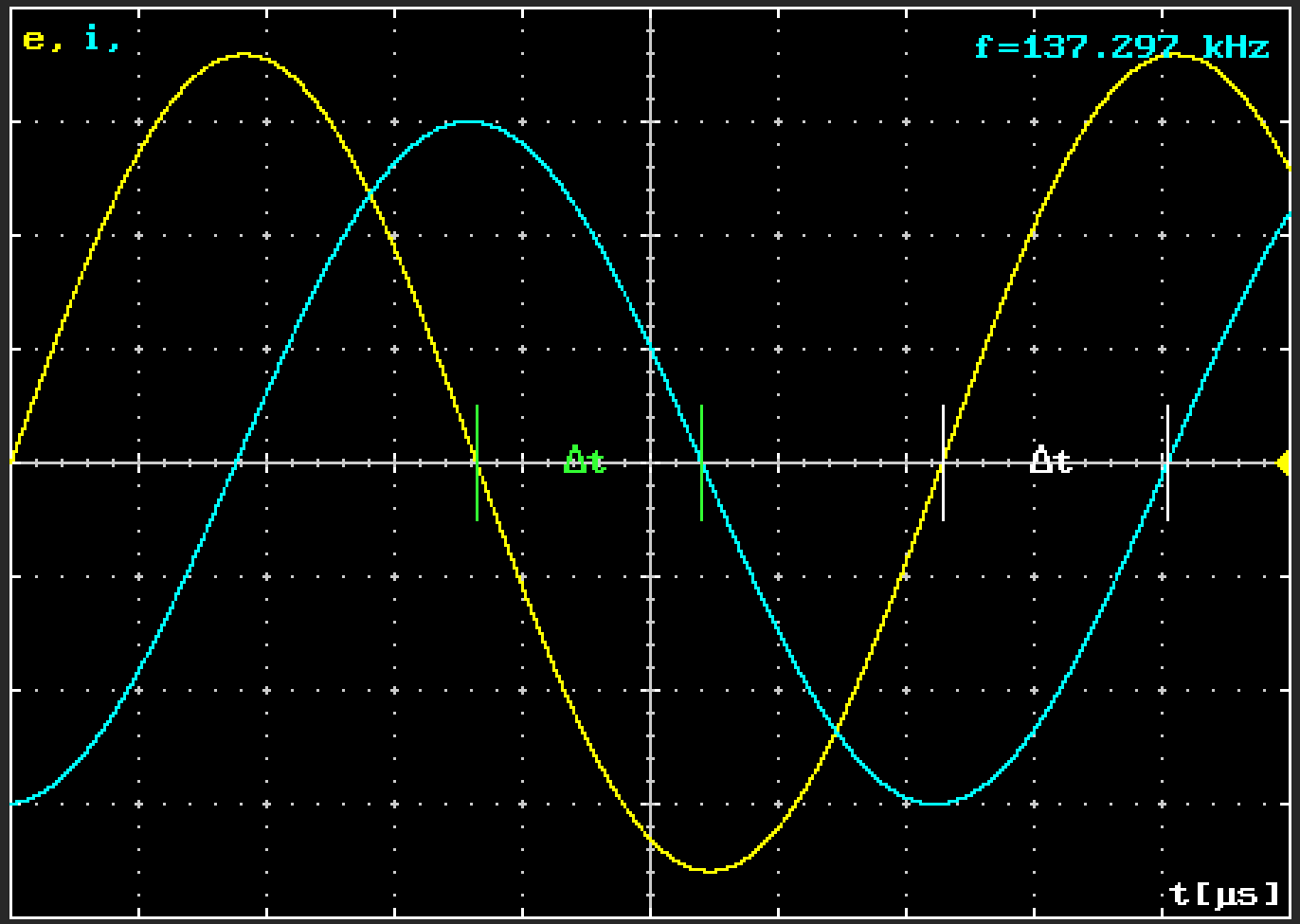
667

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 718 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-86.99°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.760 μs-ot késik, az áramkör induktív

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.1	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

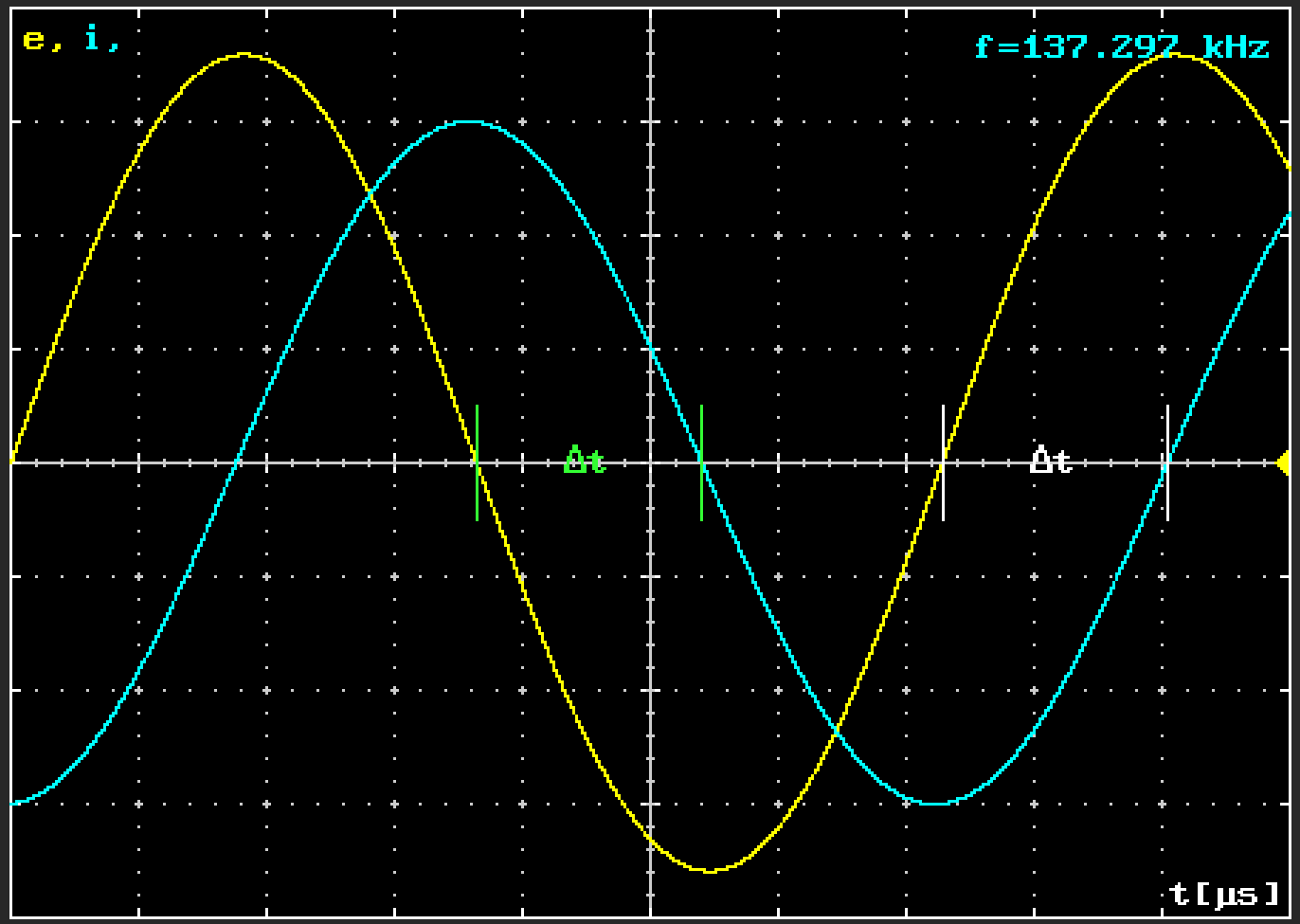
668

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 718 mV; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-86.99°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.760 μs-ot késik, az áramkör induktív

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.1	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

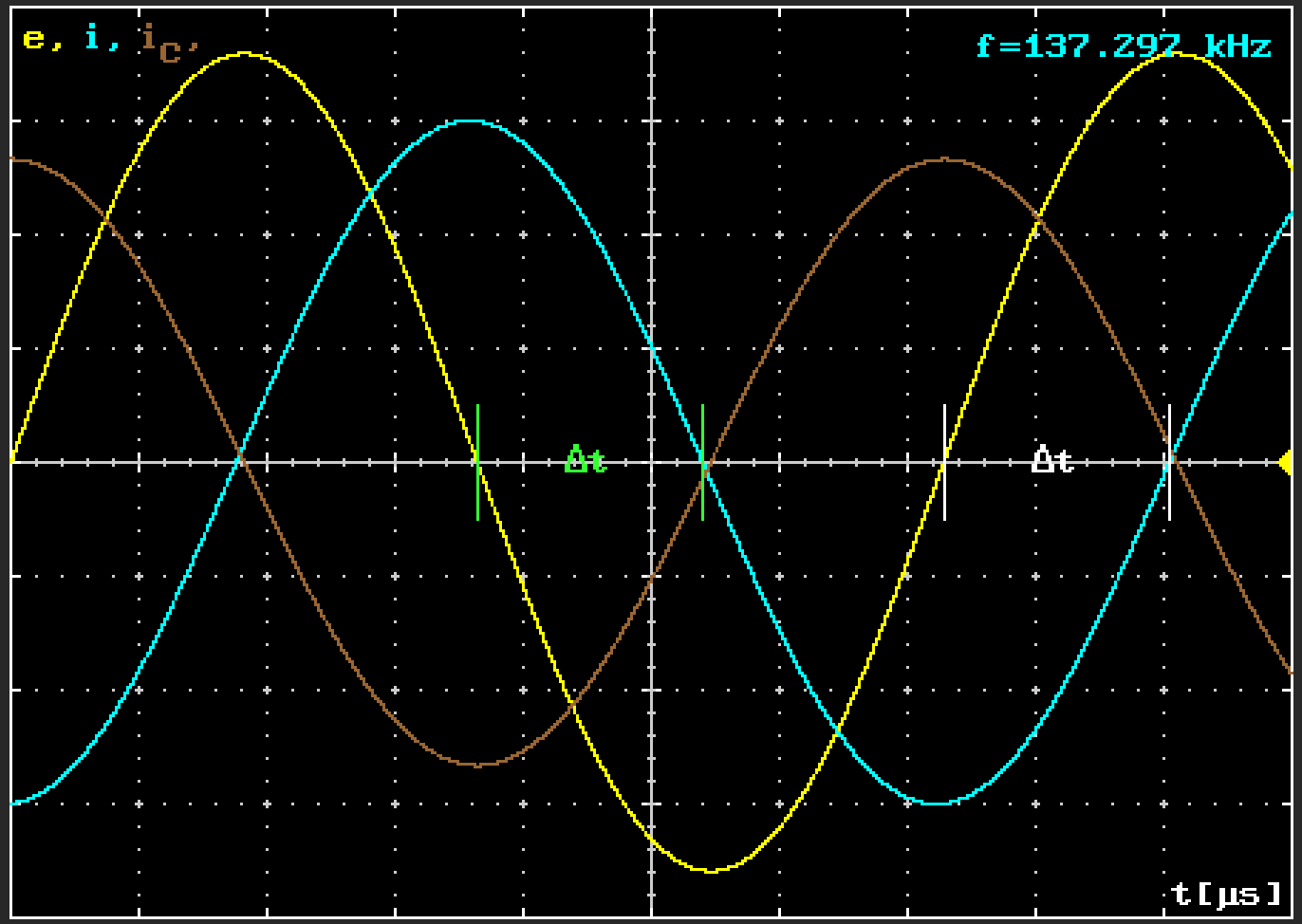
669

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	718 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	266.298 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=-86.99°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.760 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

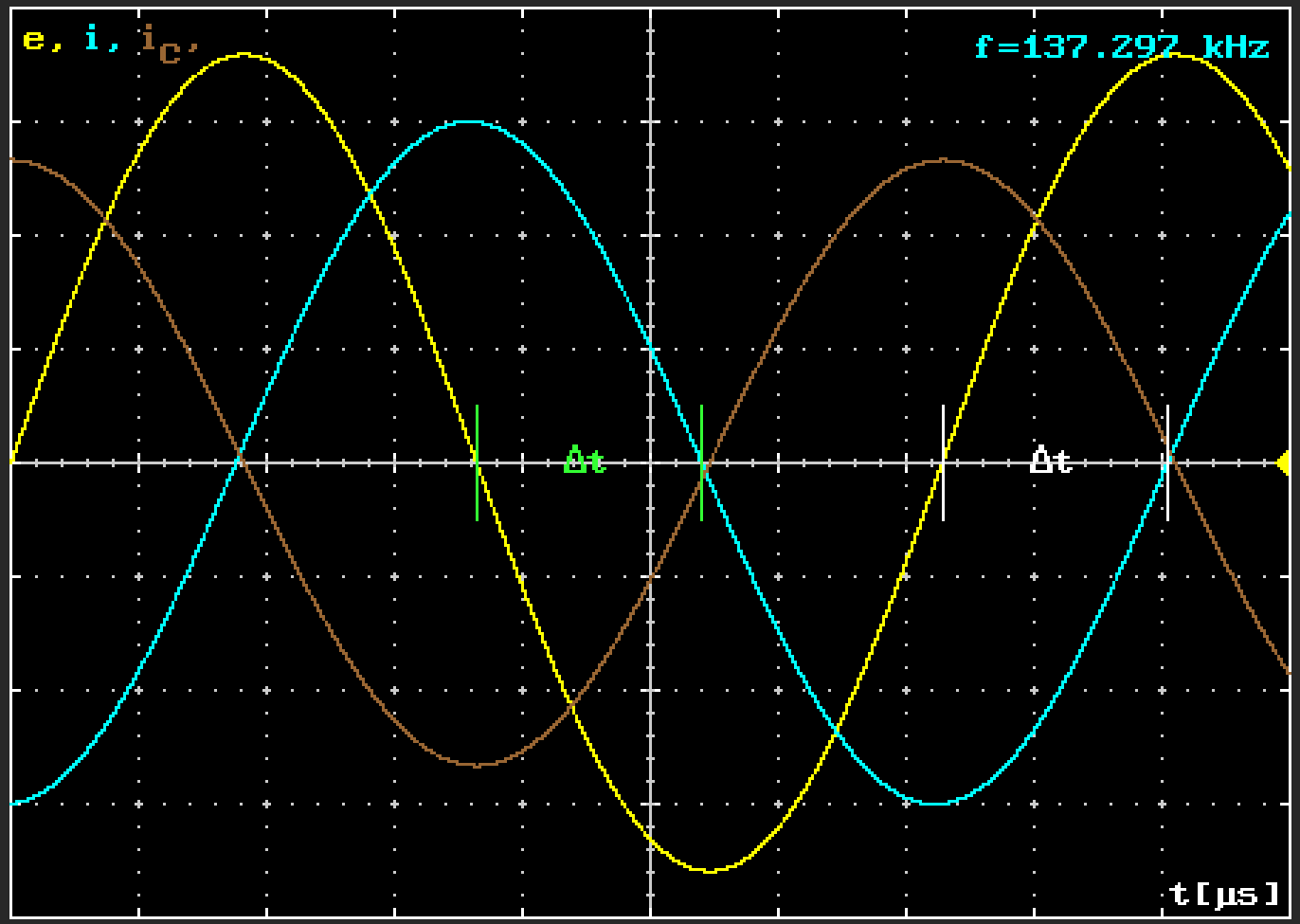
670

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	718 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	266.298 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=-86.99°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.760 µs-ot késik, az áramkör induktív

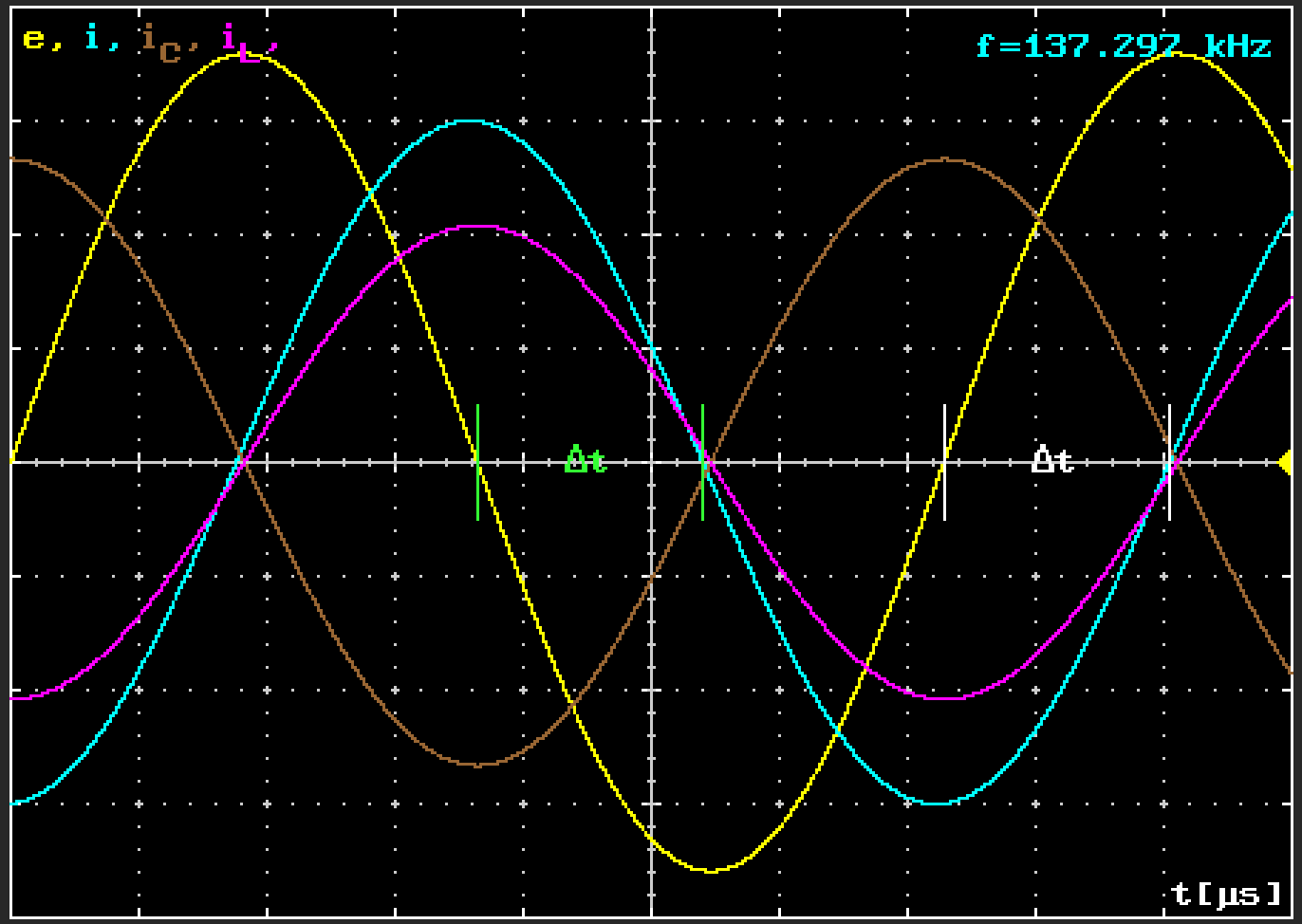
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

671

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	718 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	416.091 µA; φ_L=-90°
I_C	266.298 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=-86.99°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.760 µs-ot késik, az áramkör induktív

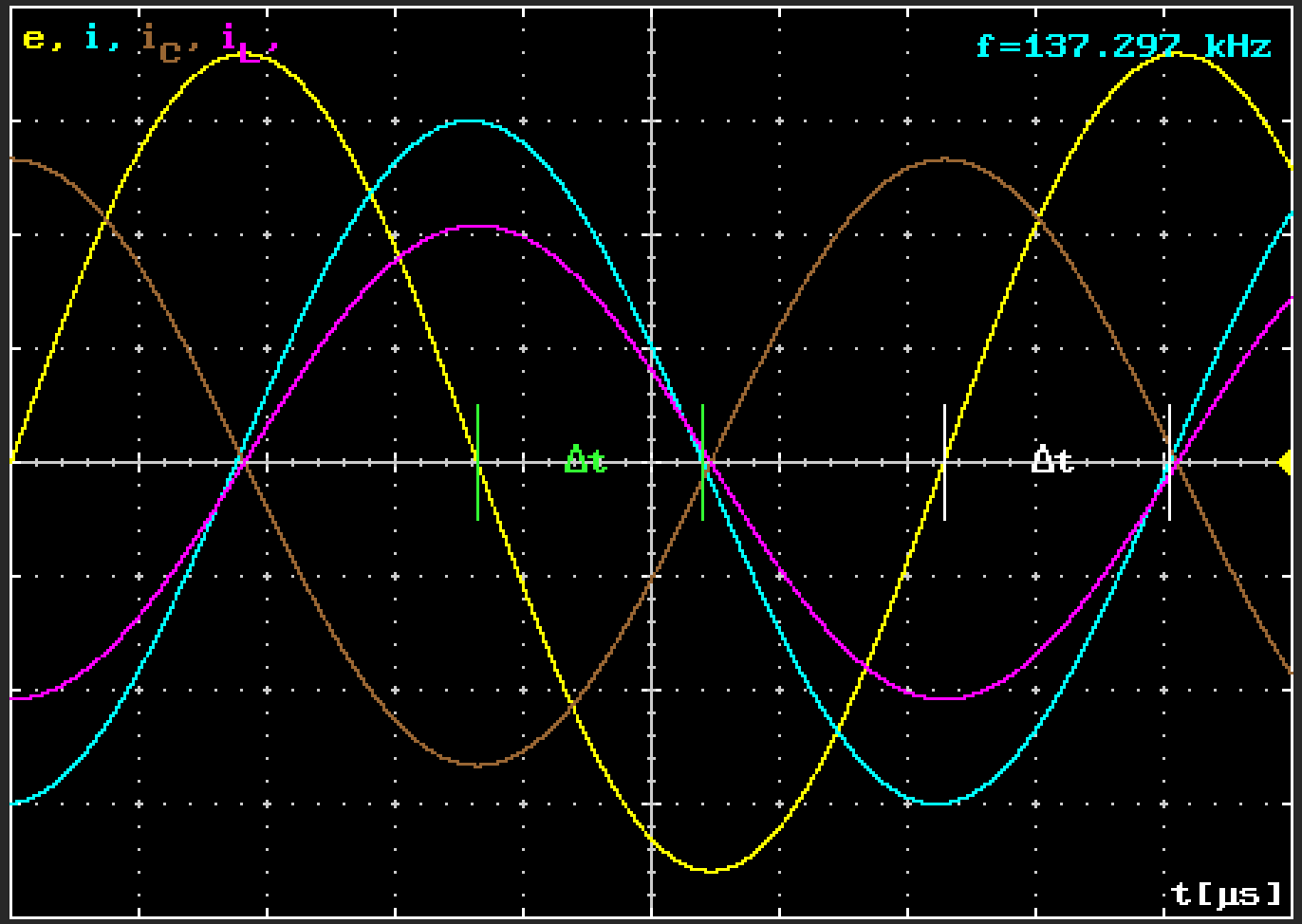
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

672

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	718 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	416.091 µA; φ_L=-90°
I_C	266.298 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=-86.99°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.760 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

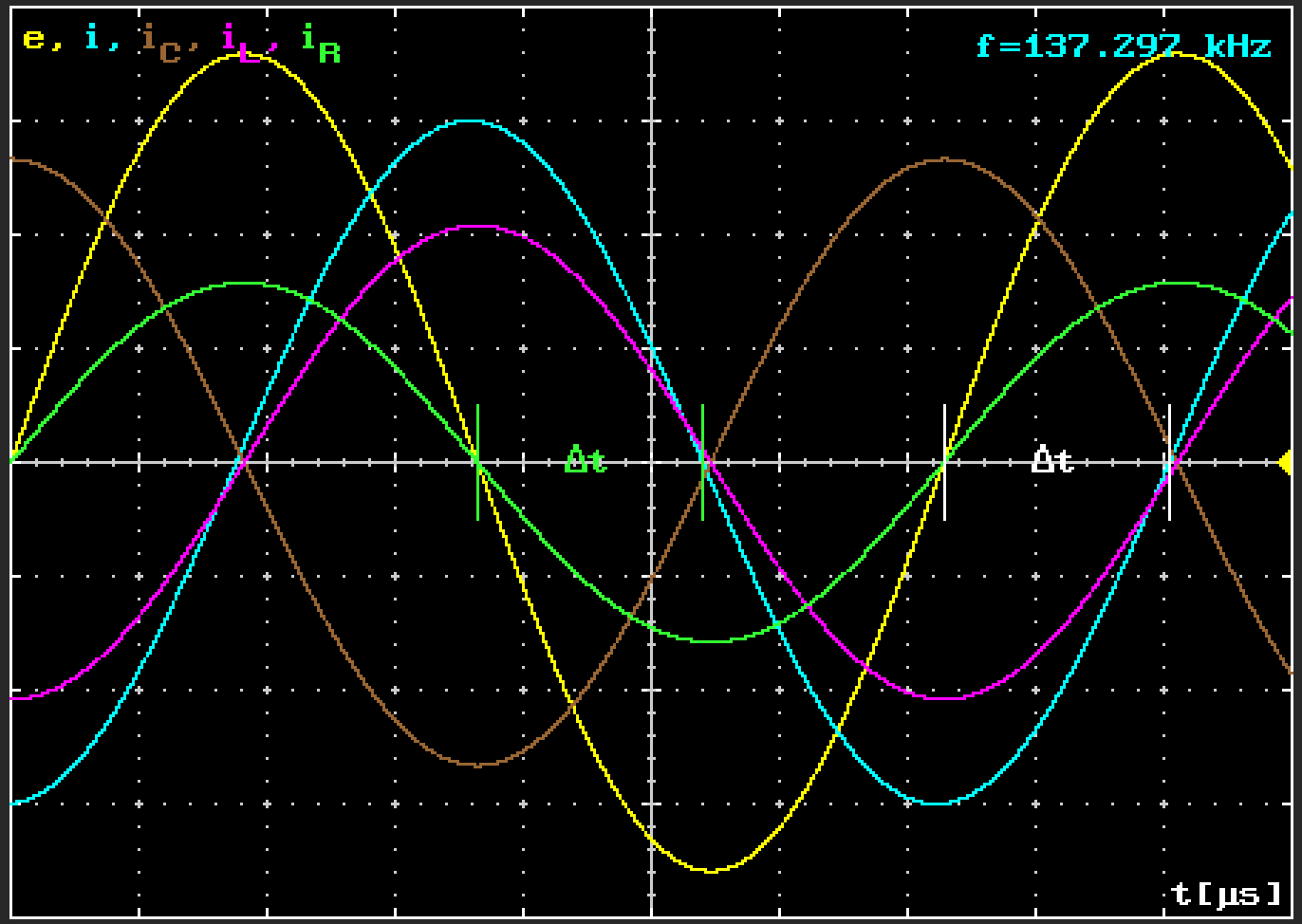
673

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	718 mV; φ_{REF}=0°
I_R	7.88892 µA; φ_R=0°
I_L	416.091 µA; φ_L=-90°
I_C	266.298 µA; φ_C=+90°
I_O	150 µA; φ_I=-86.99°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.760 µs-ot késik, az áramkör induktív

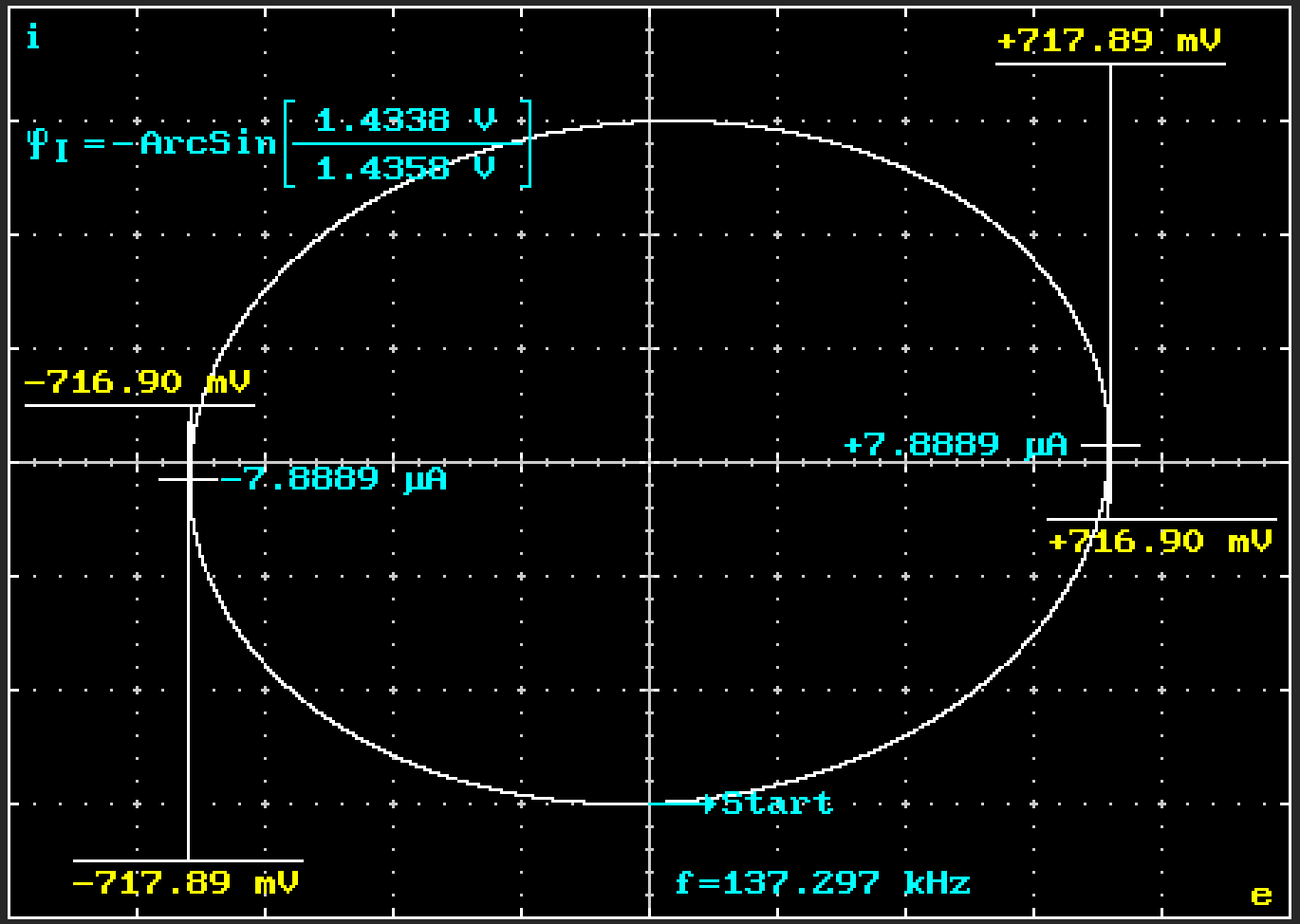
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 208.9 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	718 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	7.88892 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	416.091 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	266.298 µA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-86.99°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.760 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

675

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=154.459 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az **e** feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=1.503 µs-ot késik az **e** referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az **e** pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -10.0%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

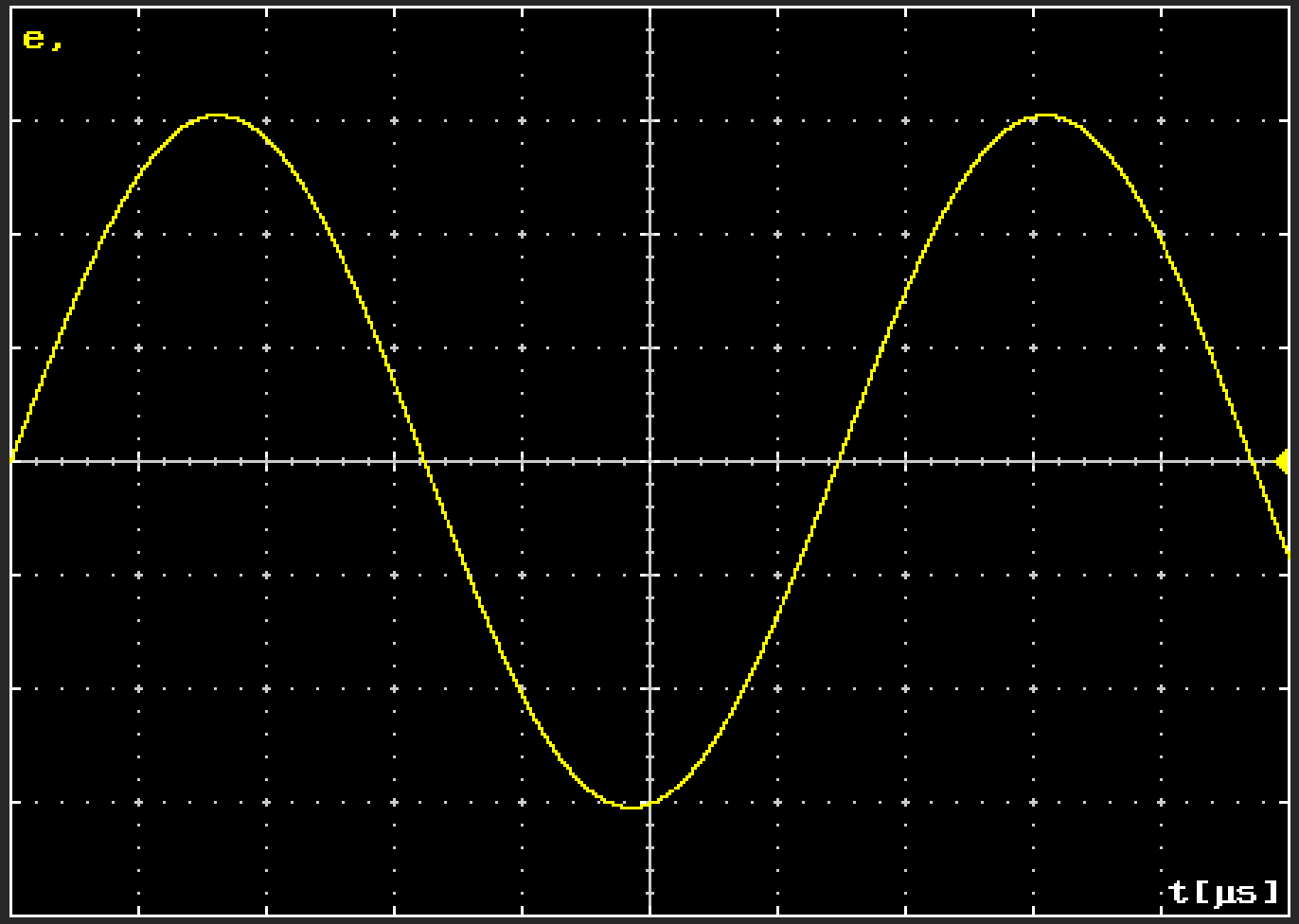
0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

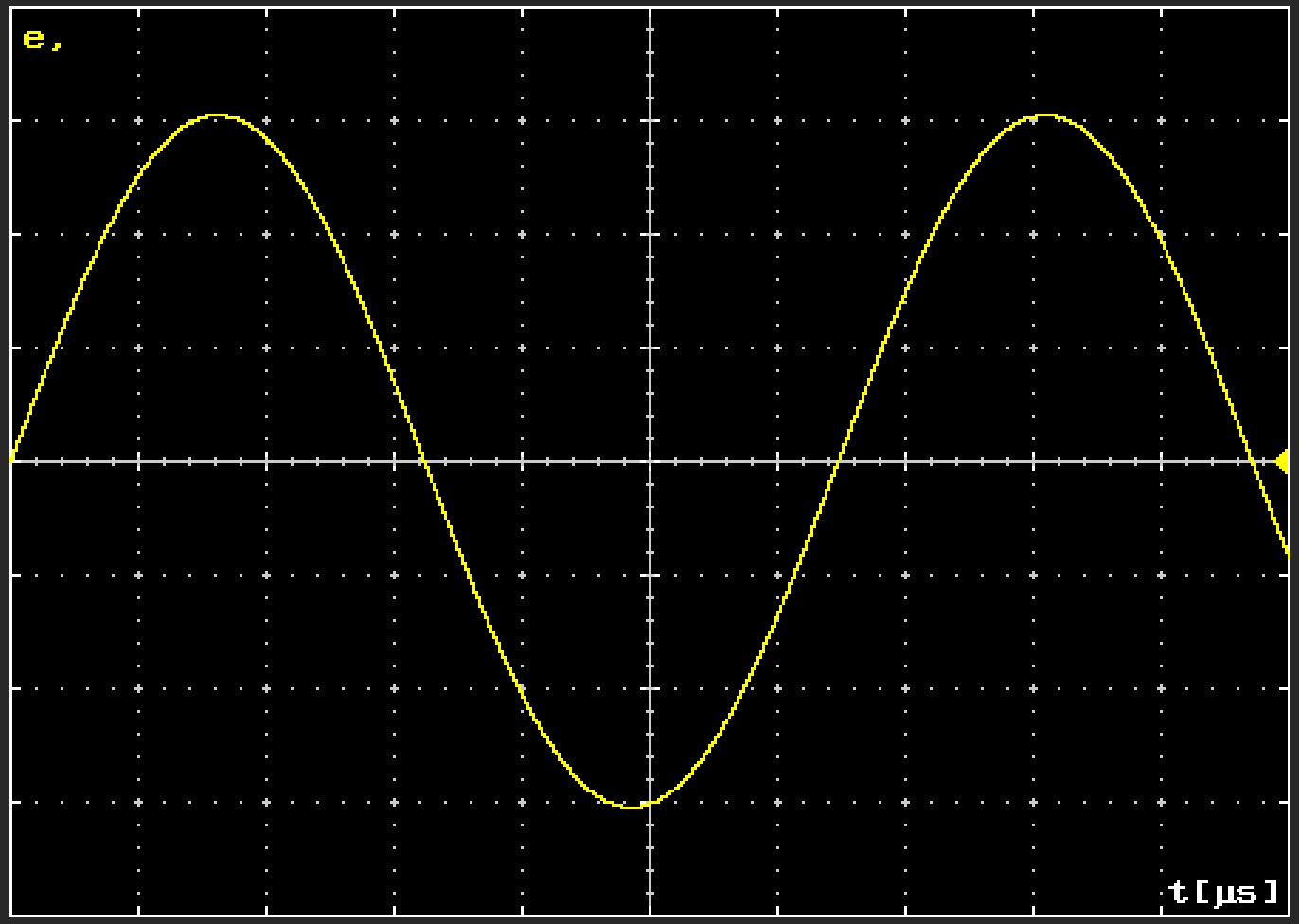
677

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

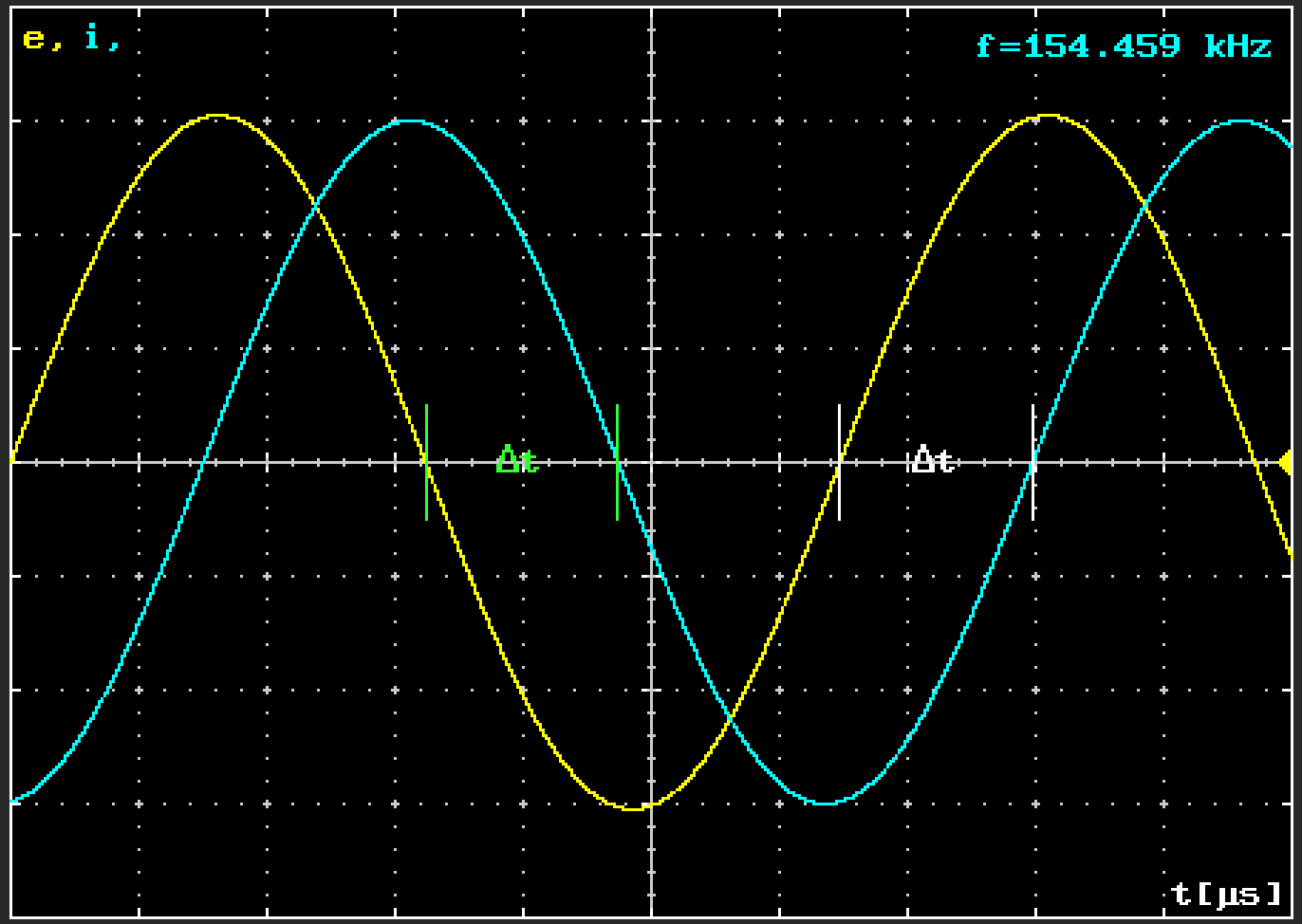
0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

678

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-83.59°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.503 μs-ot késik, az áramkör induktív

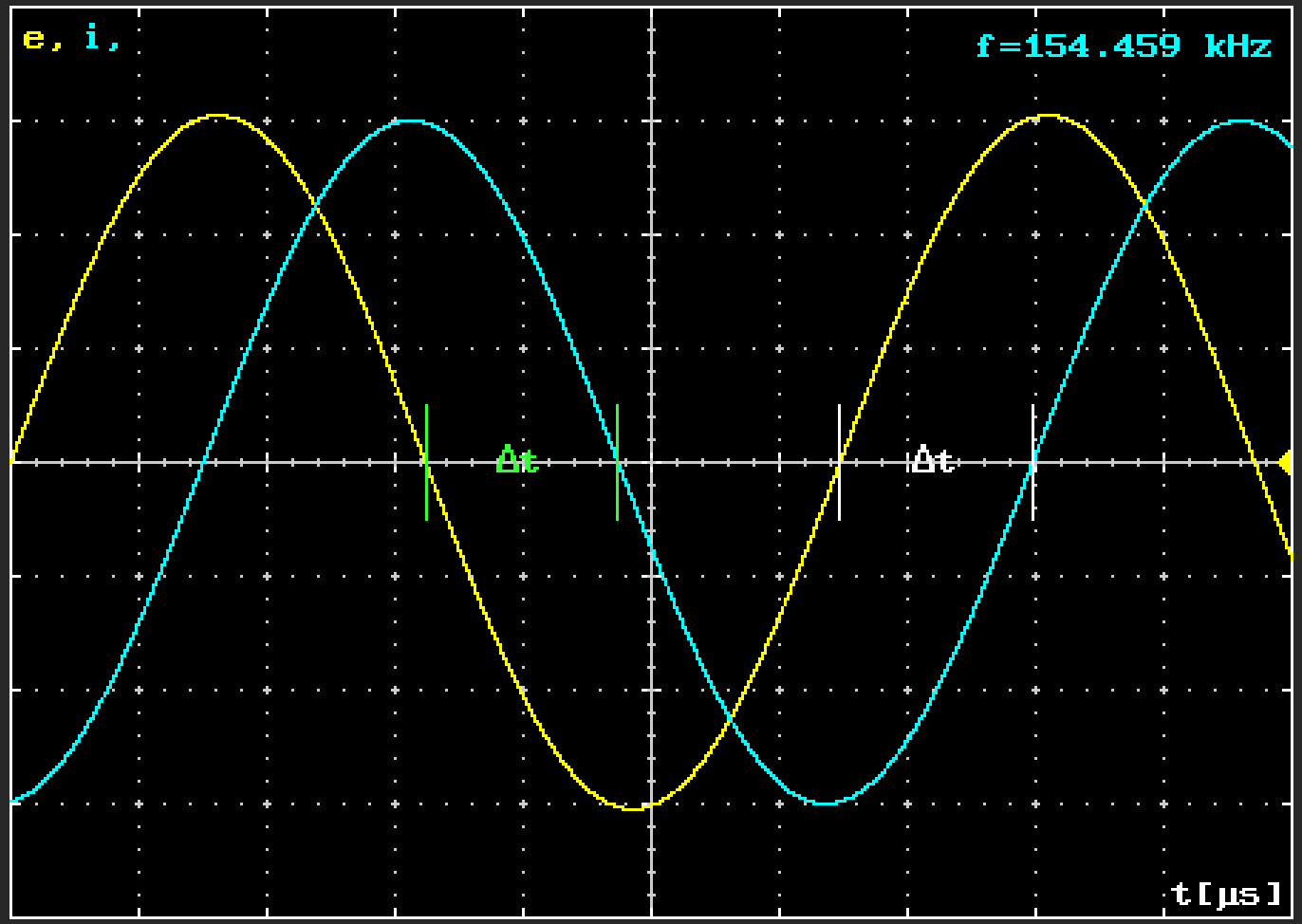
0	0.5	e[V/div]
1	5	i_R[μA/div]
2	0.5	i_L[mA/div]
3	0.2	i_C[mA/div]
4	50	i[μA/div]
	1	t[μs/div]

679

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=-83.59°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

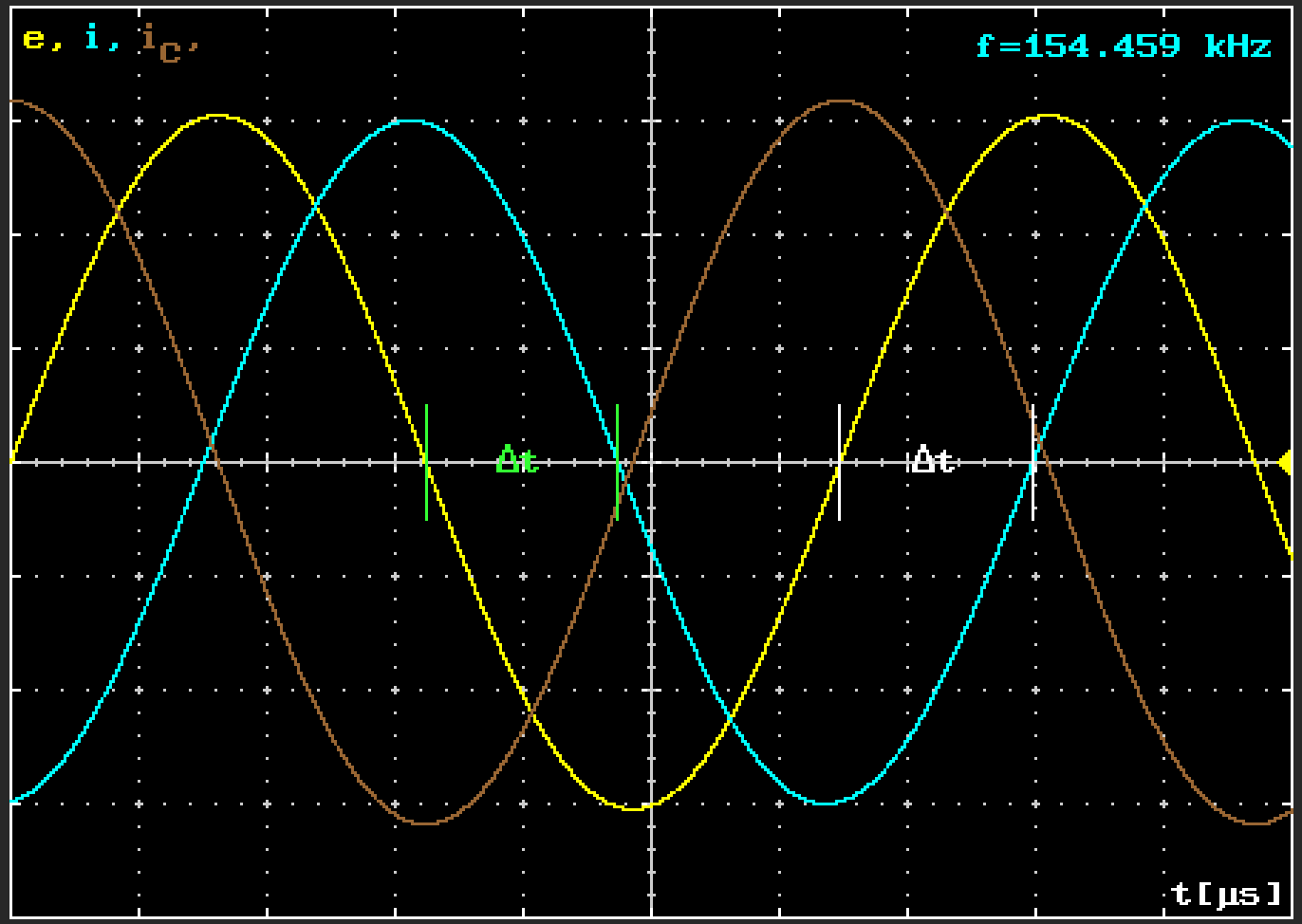
680

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	635.479 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−83.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

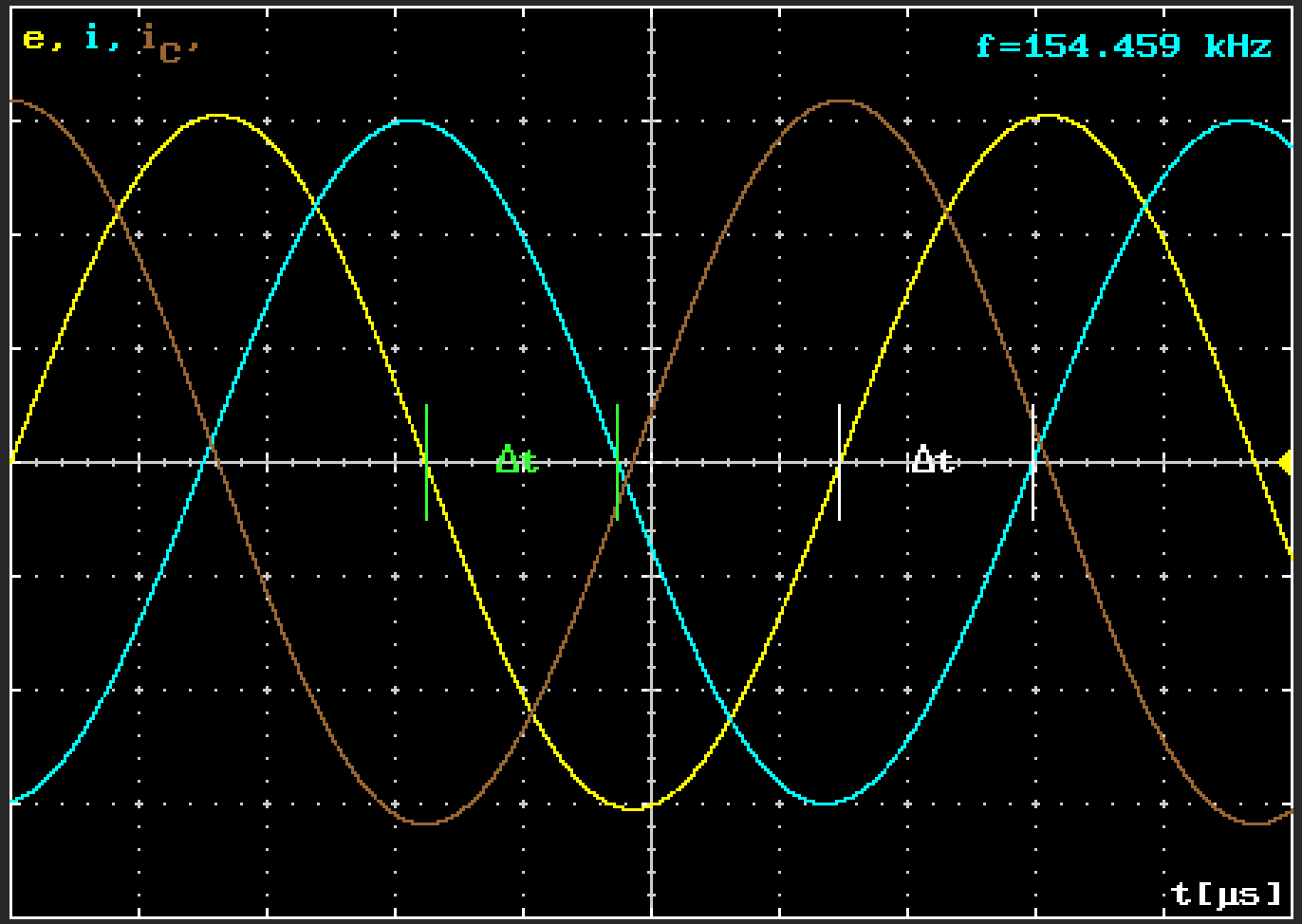
681

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 635.479 μA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-83.59°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.503 μs-ot késik, az áramkör induktív

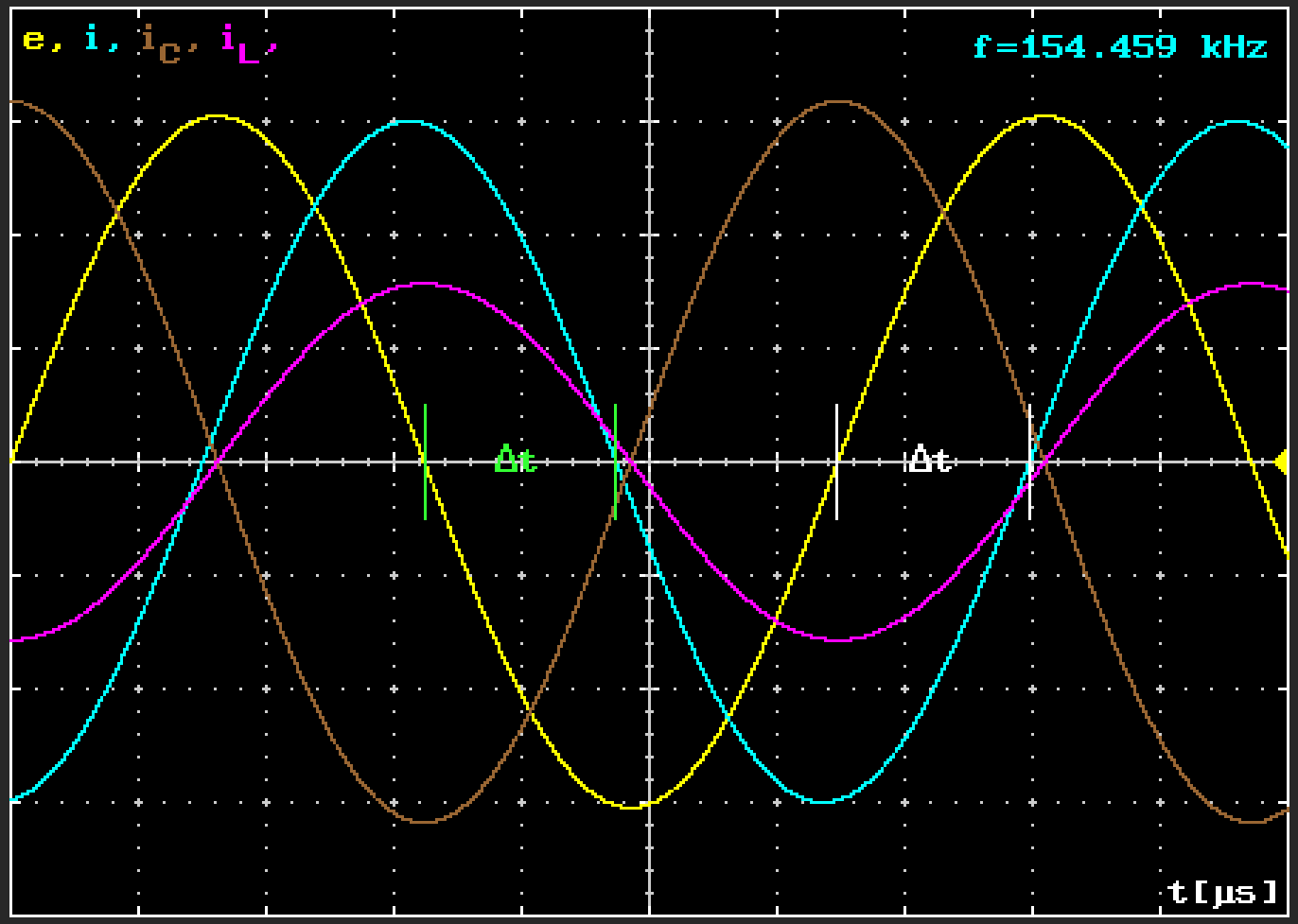
0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

682

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	784.543 μA; φ_L=−90°
I_C	635.479 μA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=−83.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 μs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

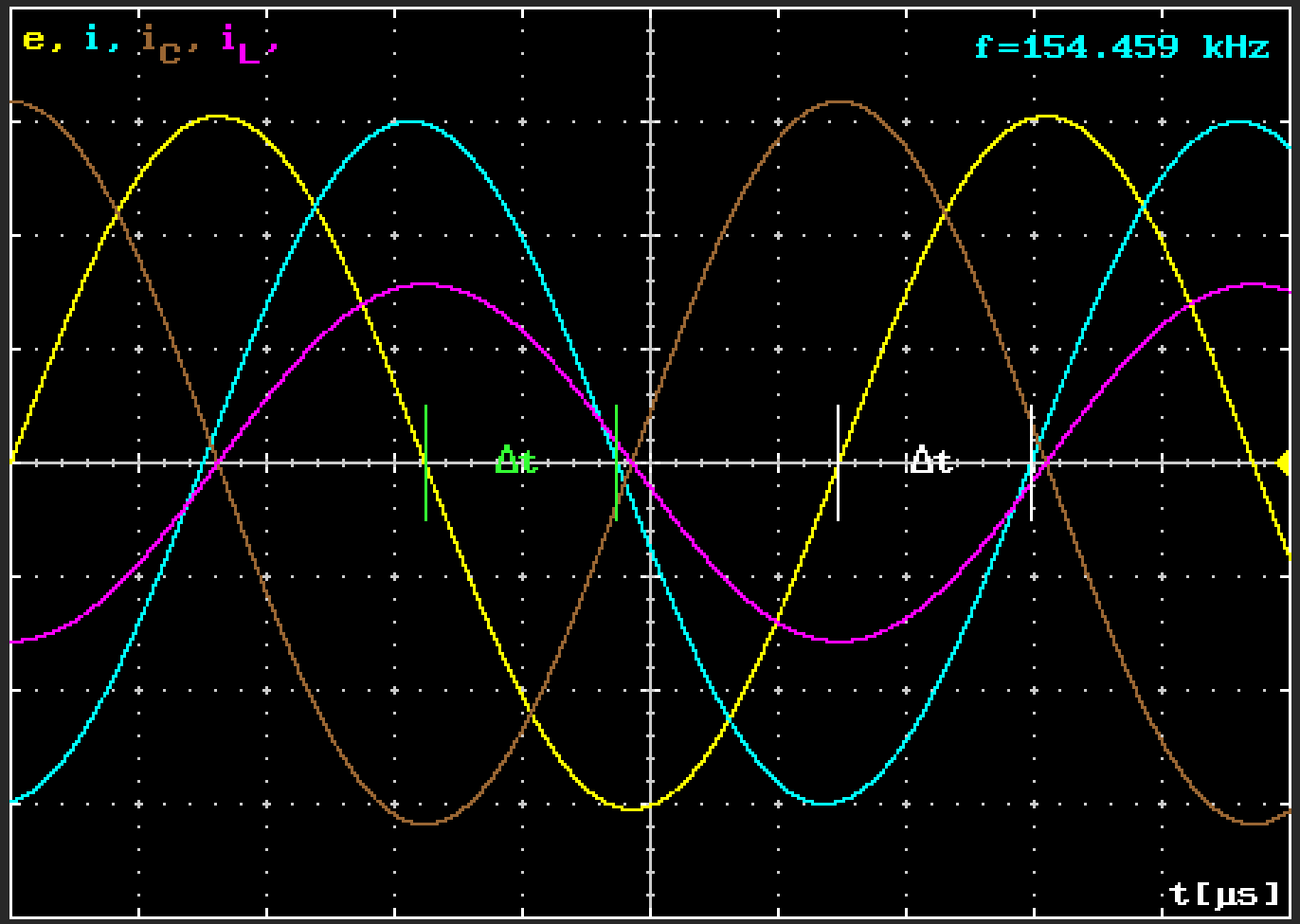
683

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	784.543 μA; φ_L=−90°
I_C	635.479 μA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=−83.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 μs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

684

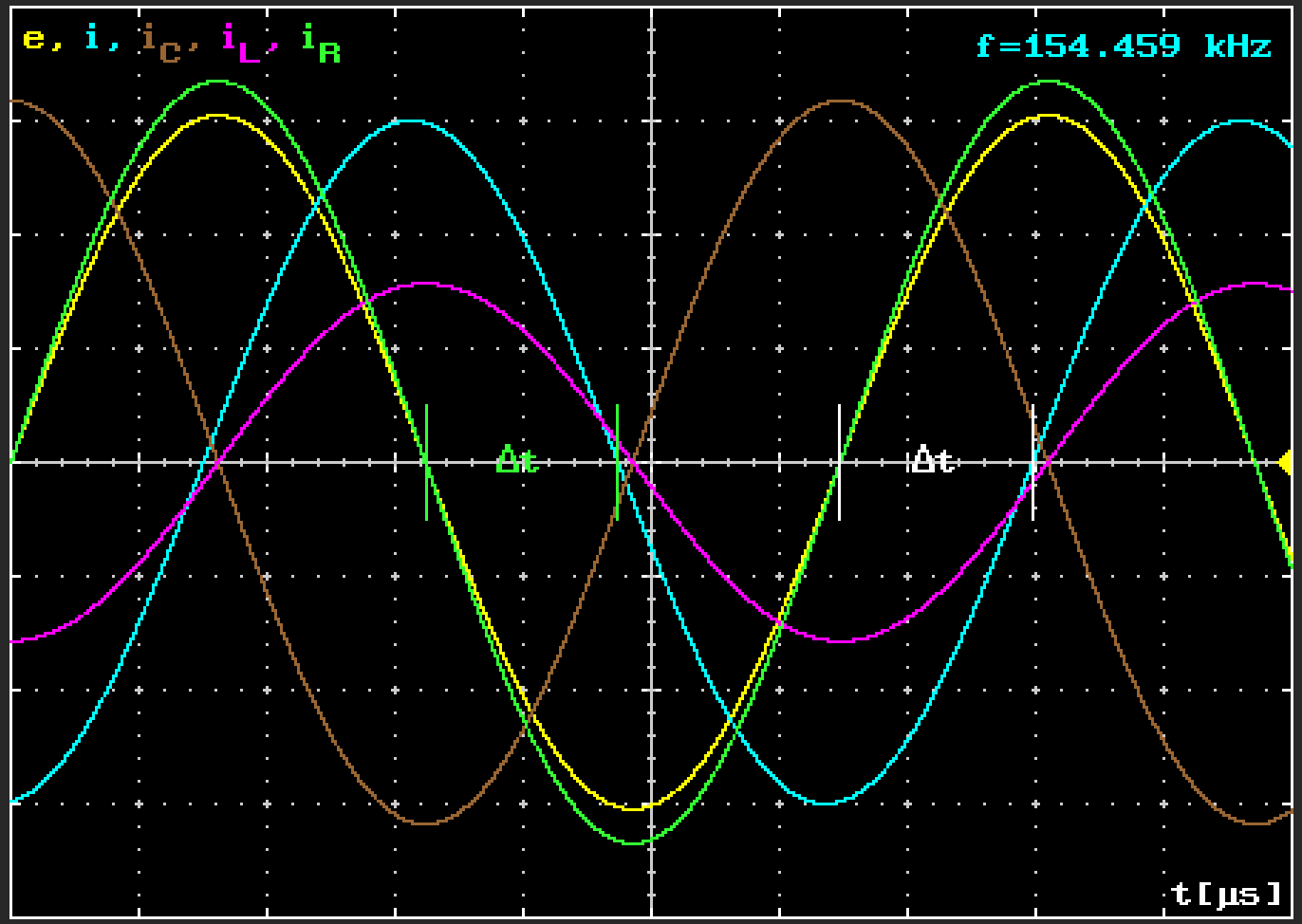
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

20

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	16.7339 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	784.543 μA; $\varphi_L=-90°$
I_C	635.479 μA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-83.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.503 μs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

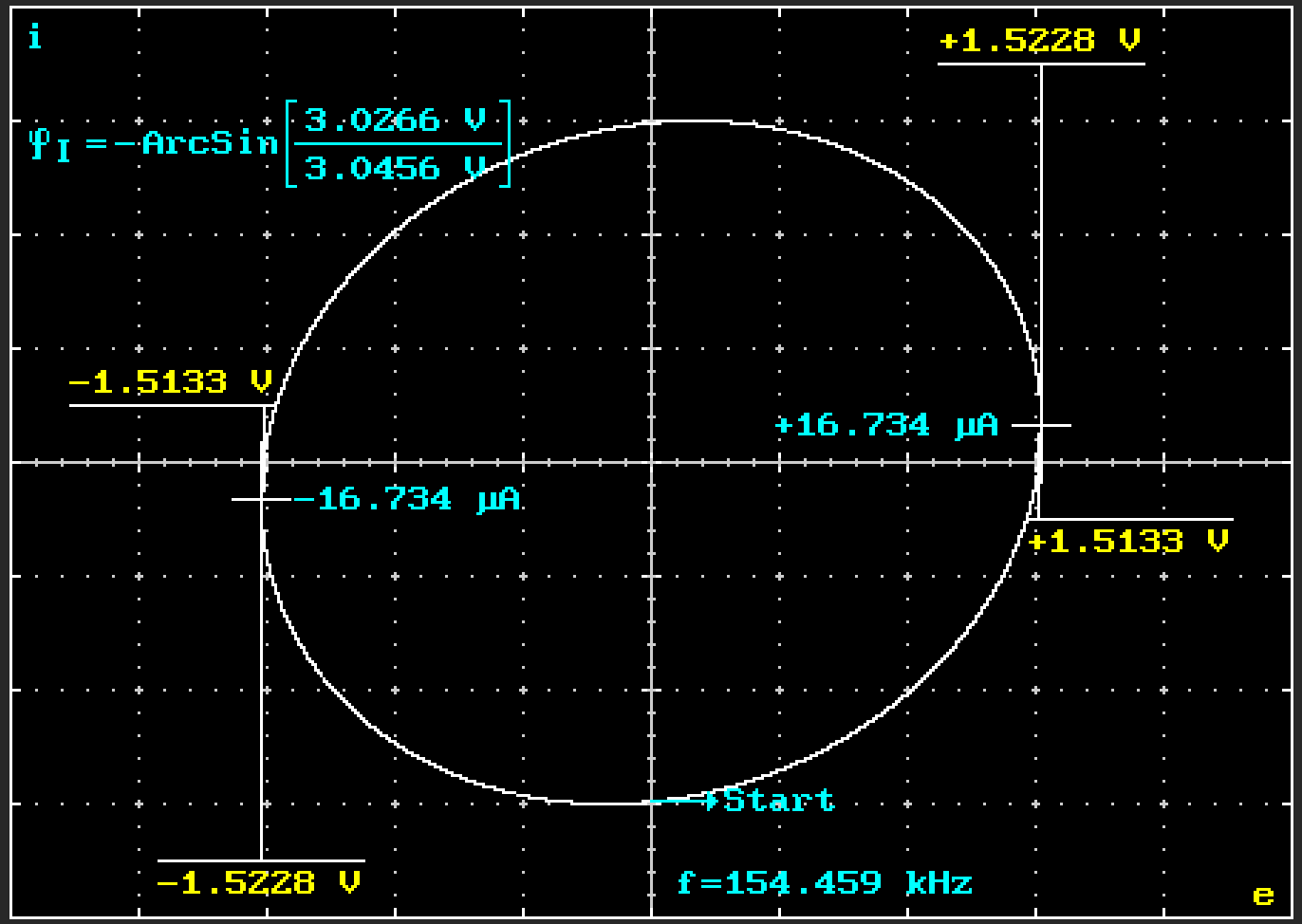
685

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	16.7339 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	784.543 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	635.479 µA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-83.59°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

686

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=163.040 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az **e** feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=1.312 µs-ot késik az **e** referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az **e** pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = -5.00%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E | I_R | I_L | I_C | I_O

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]	

1 t[µs/div]

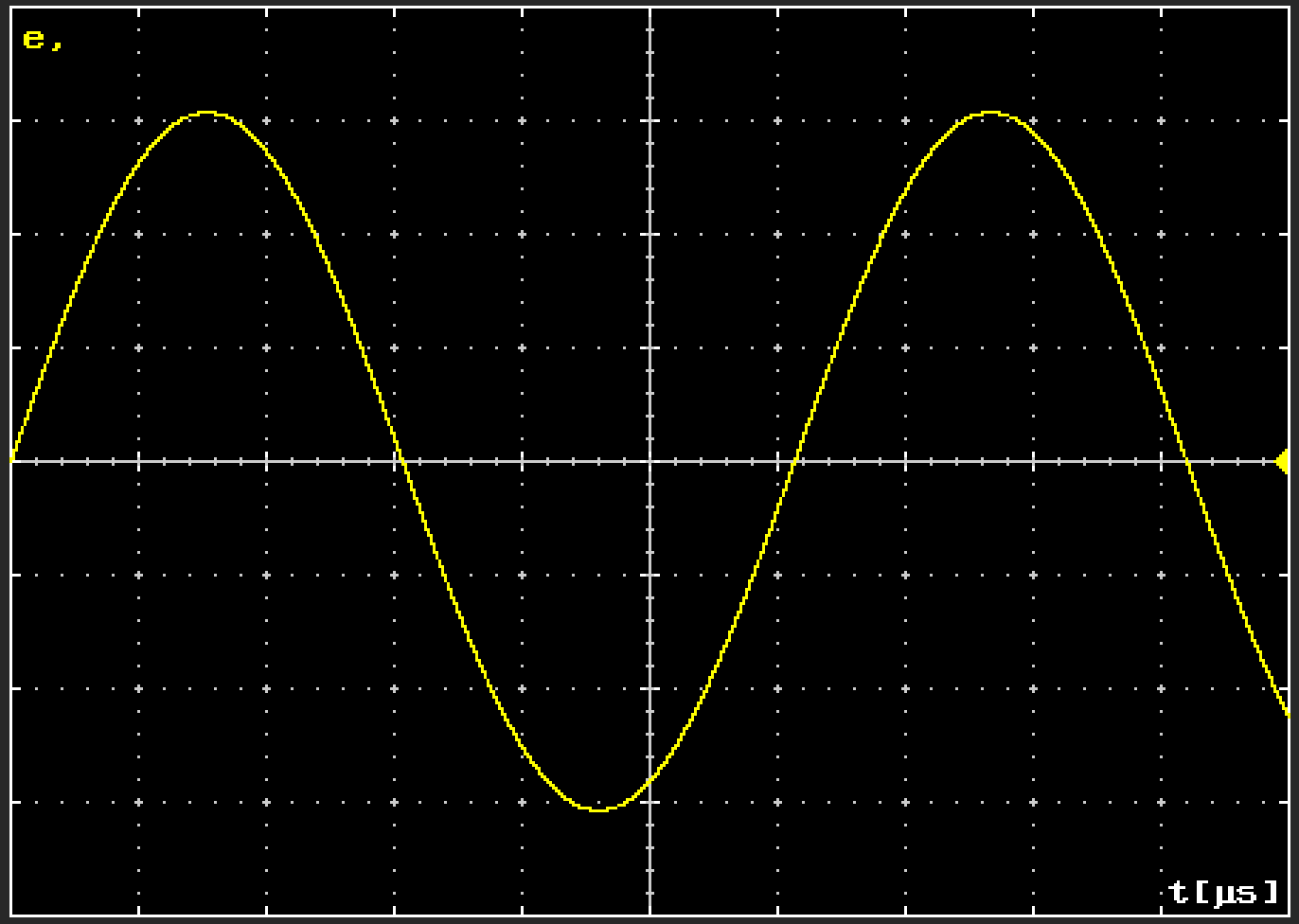
687

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0 1 e[V/div]

1 10 i_R[µA/div]

2 0.5 i_L[mA/div]

3 0.5 i_C[mA/div]

4 50 i[µA/div]

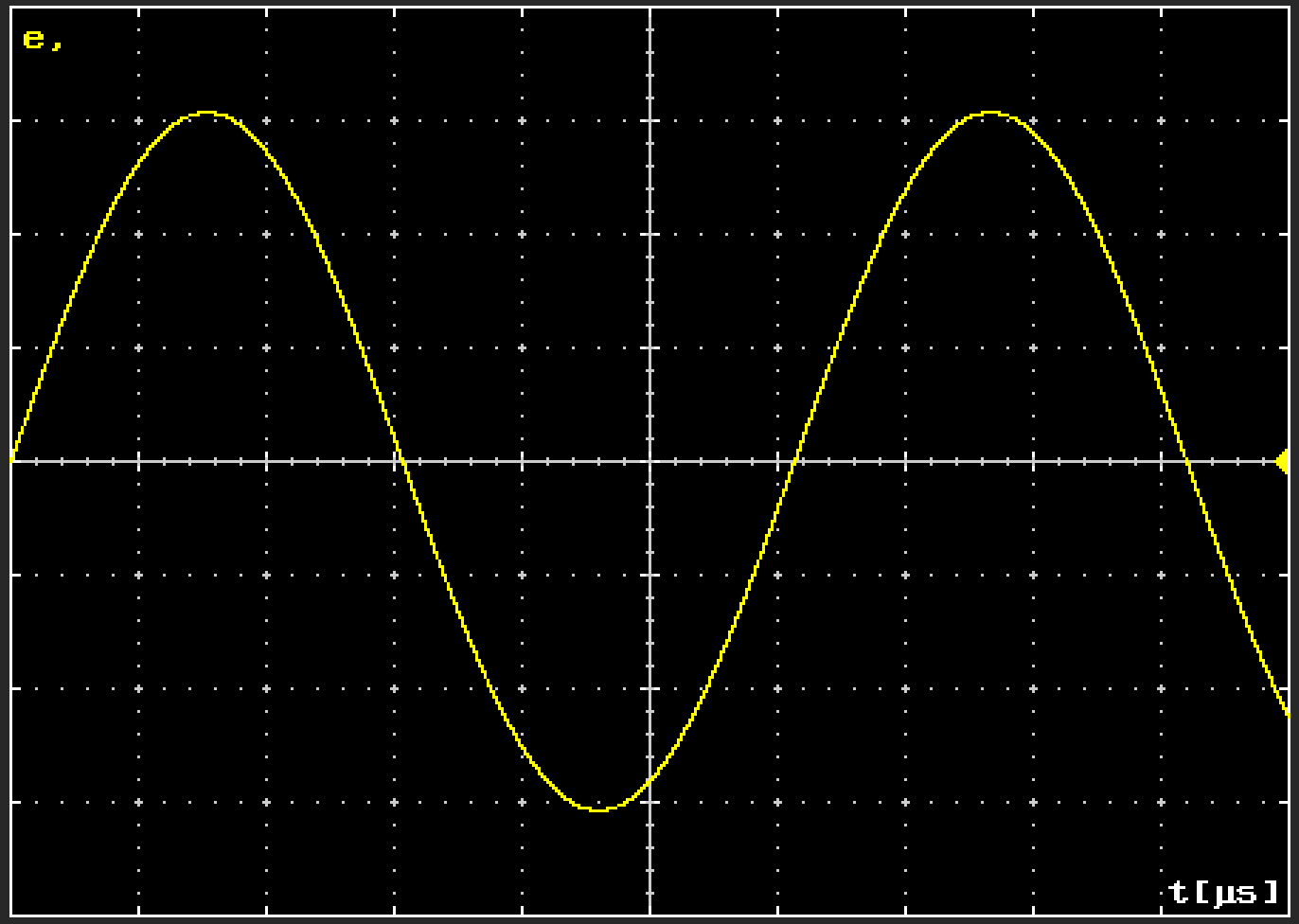
1 t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

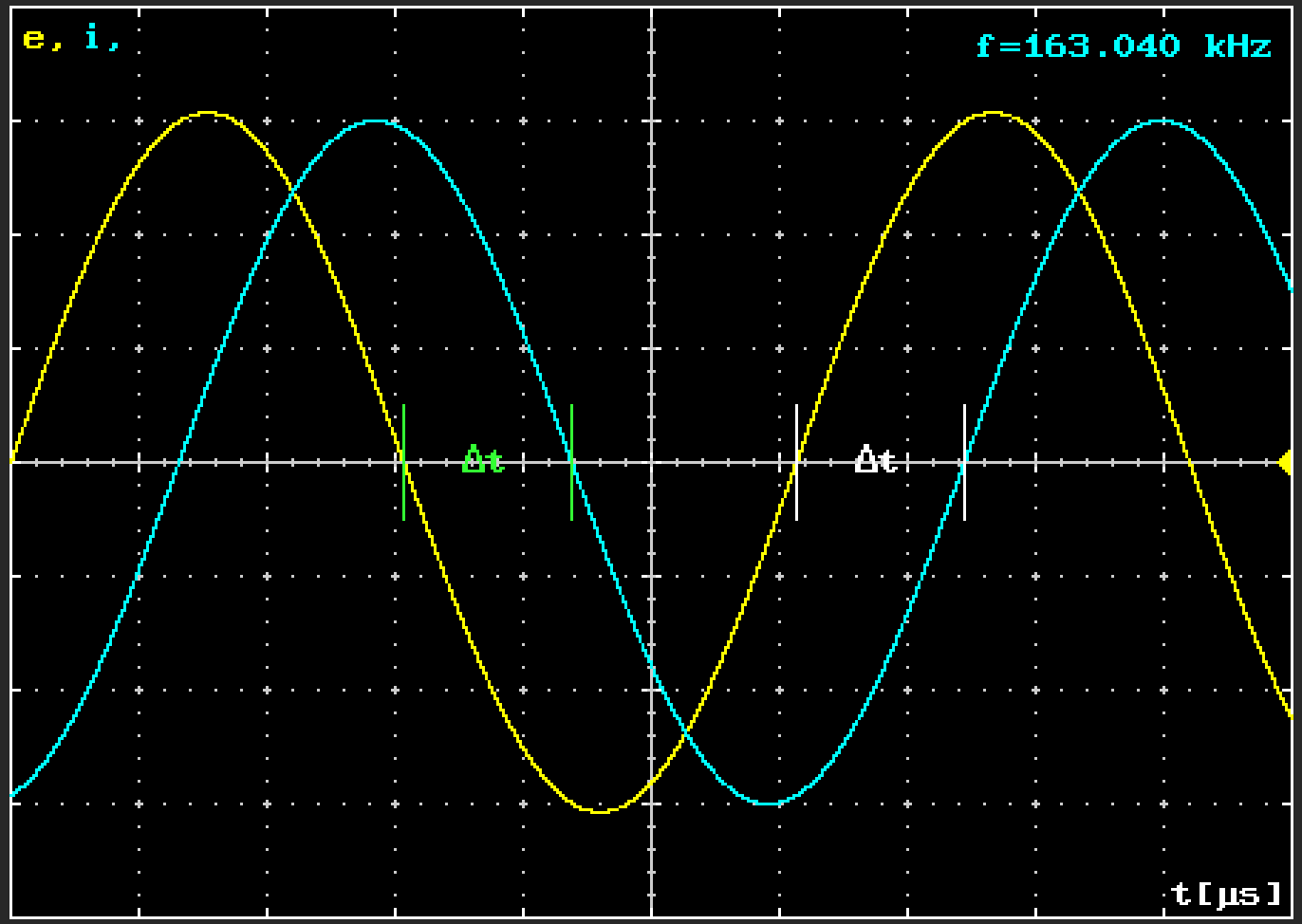
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

689

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-77.00°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.312 μs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]	

690

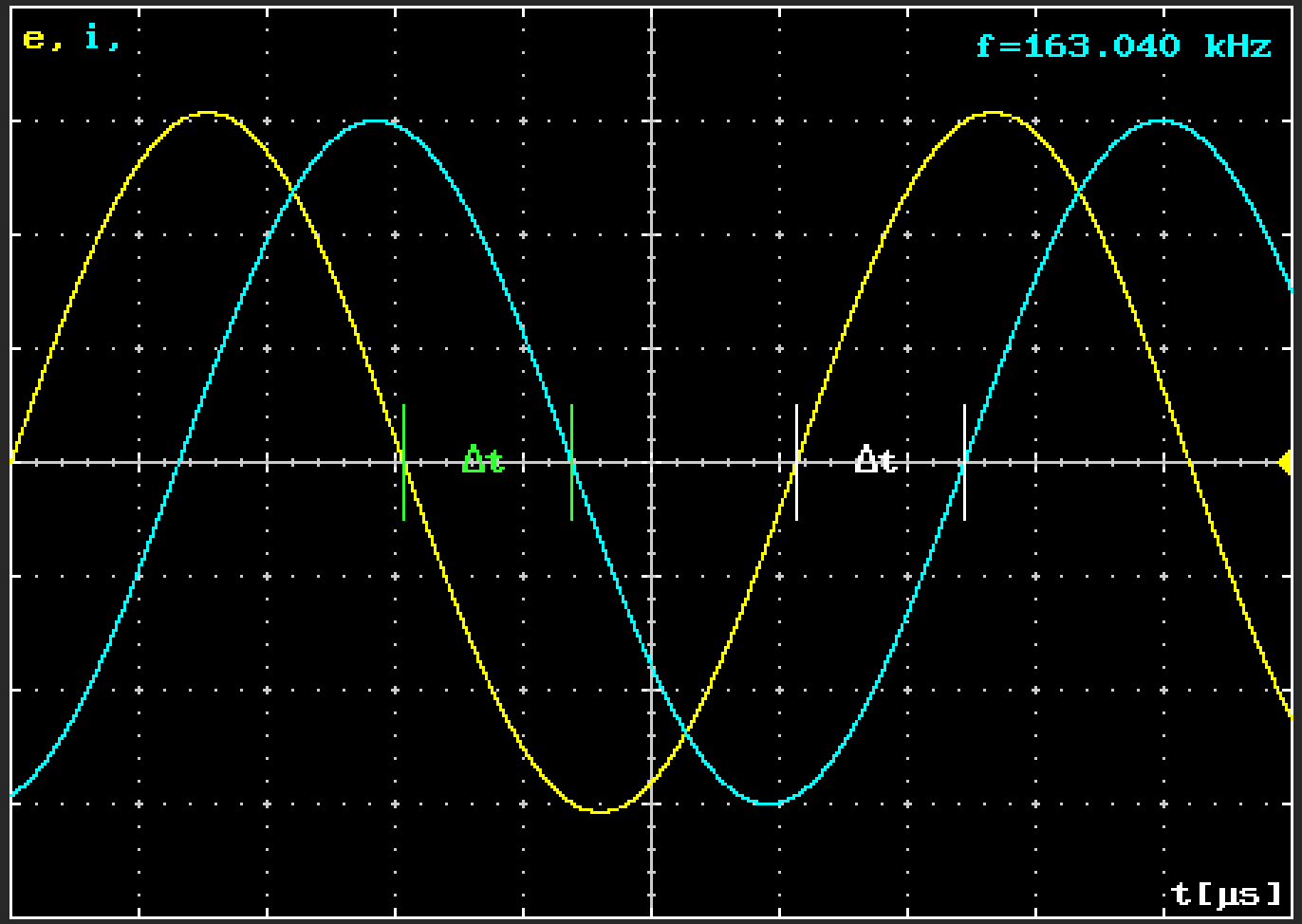
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-77.00°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.312 μs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]	

691

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

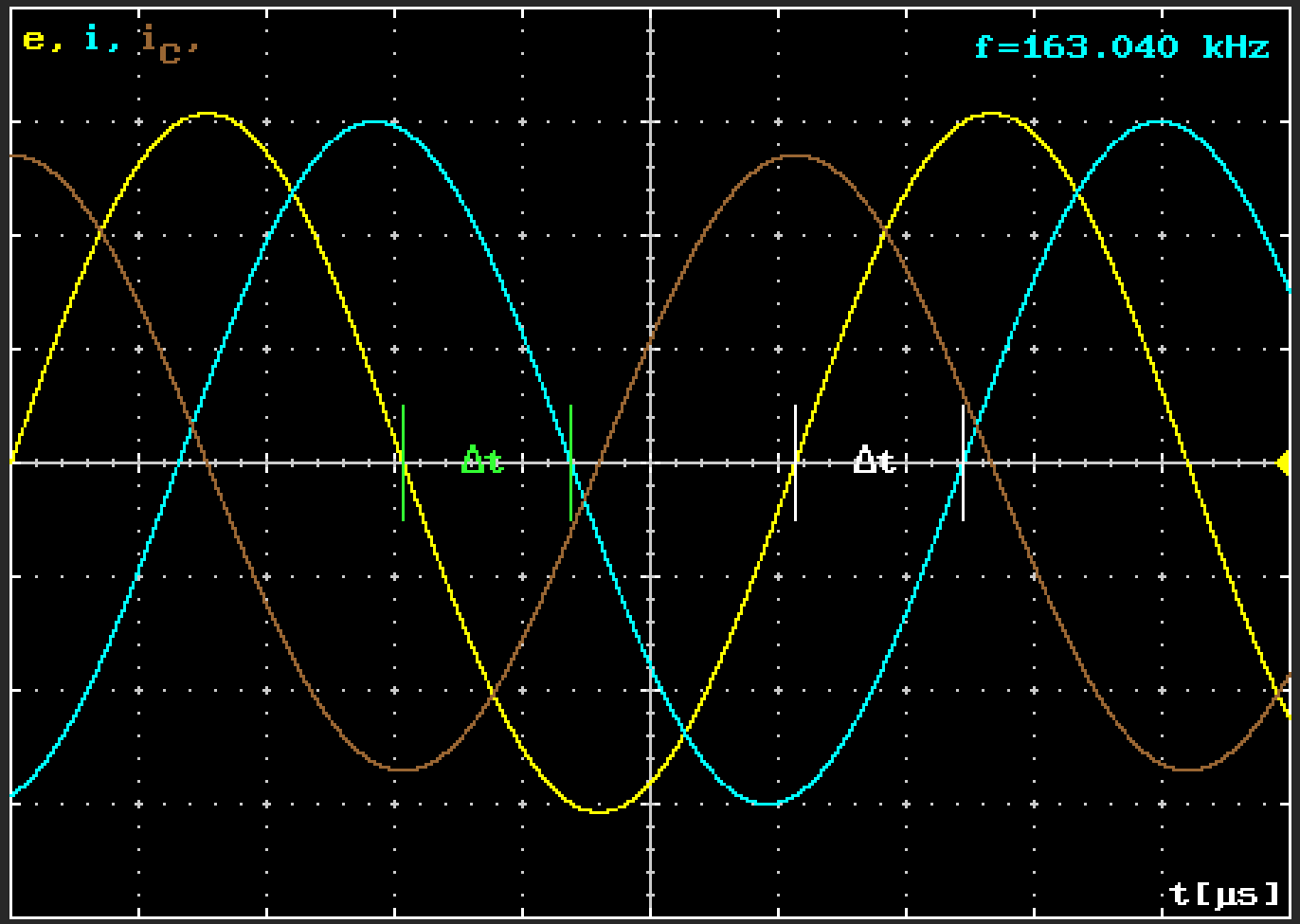
27

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.07 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C 1.35284 mA; φ_C=+90°

I_0 150 μA; φ_I=-77.00°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.312 μs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]	

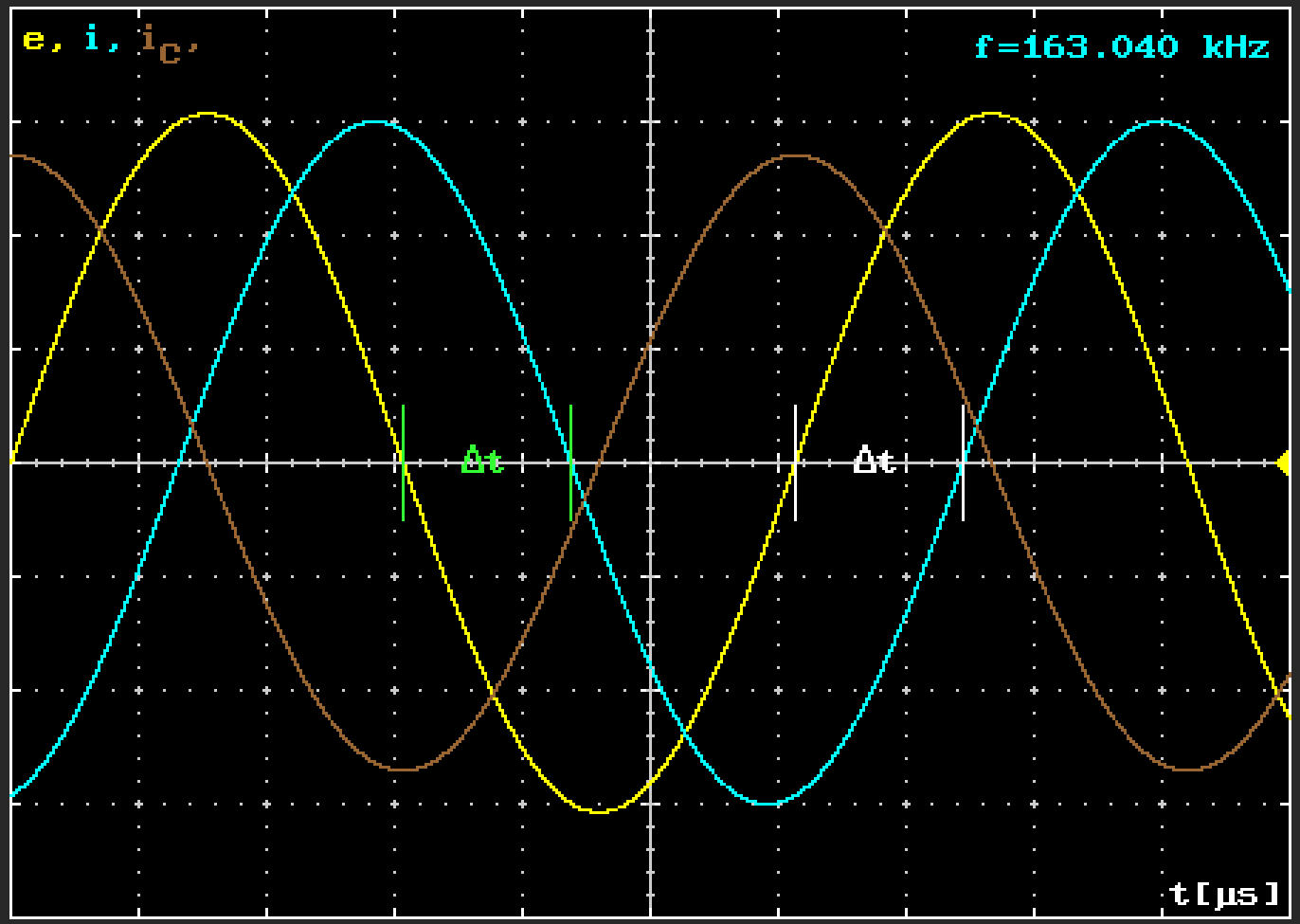
692

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 1.35284 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-77.00°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.312 μs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]	

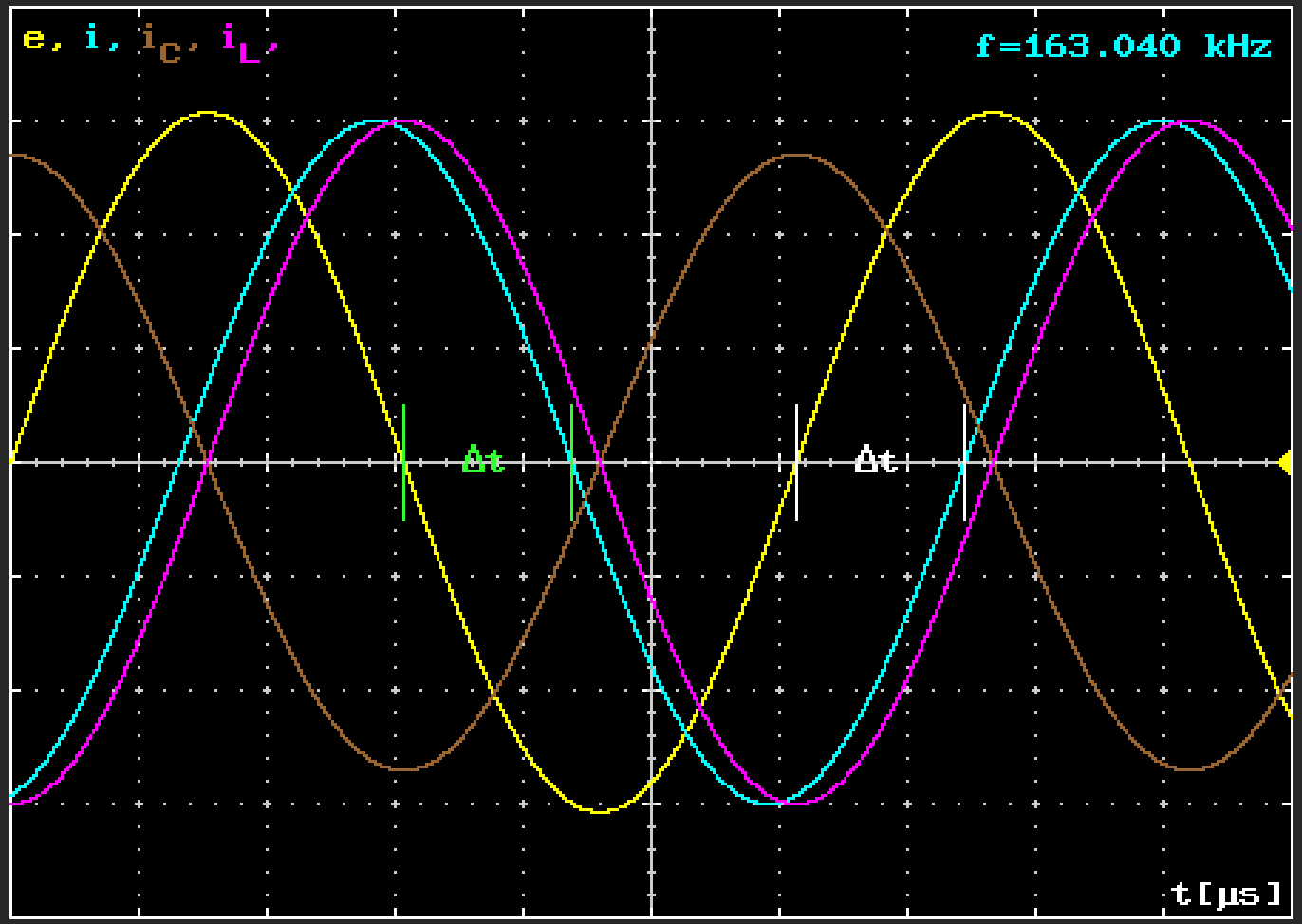
693

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.07 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L 1.49899 mA; φ_L=-90°
I_C 1.35284 mA; φ_C=+90°
I_0 150 µA; φ_I=-77.00°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.312 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]	

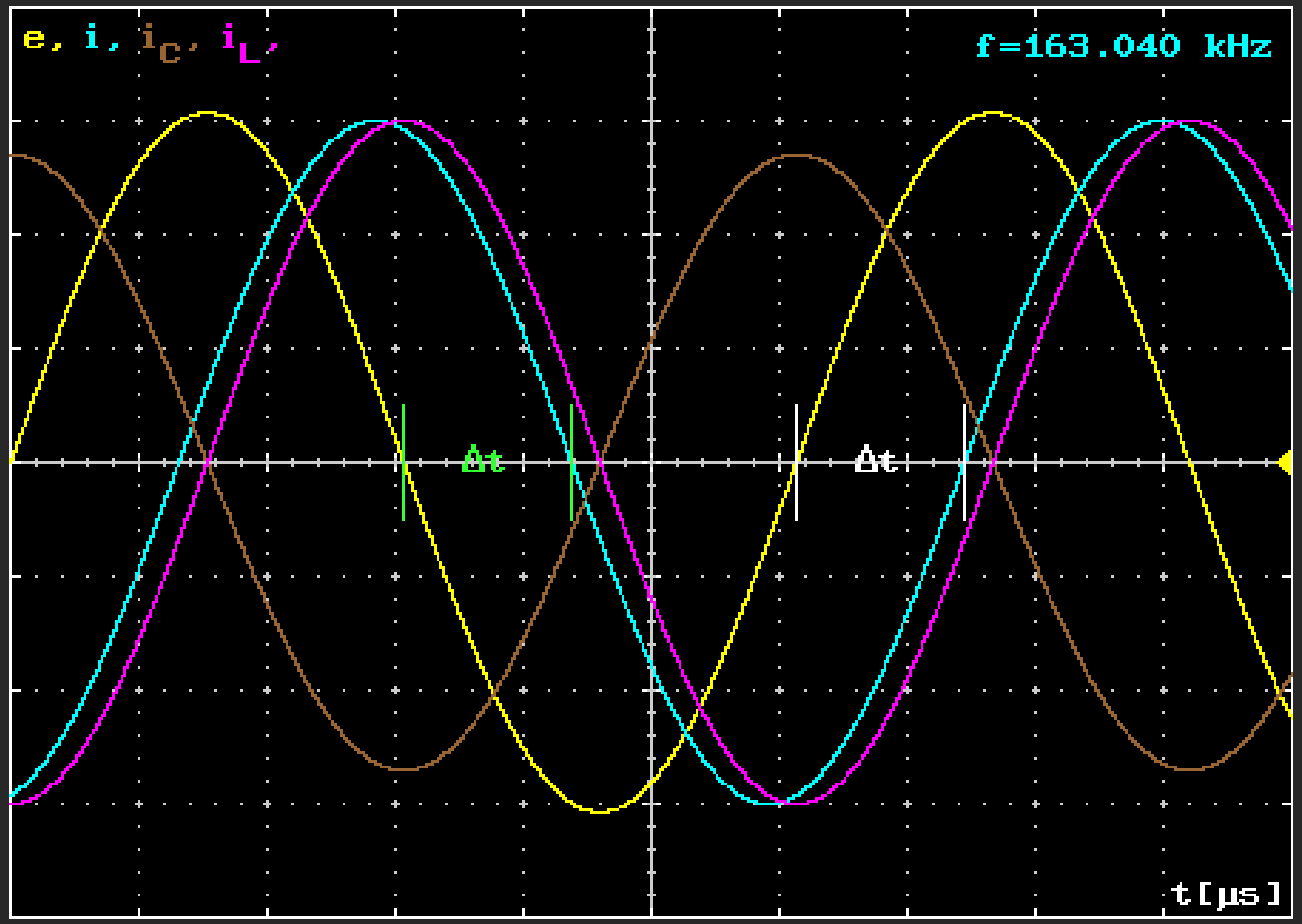
694

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 1.49899 mA; $\varphi_L=-90°$

I_C 1.35284 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=-77.00°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.312 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

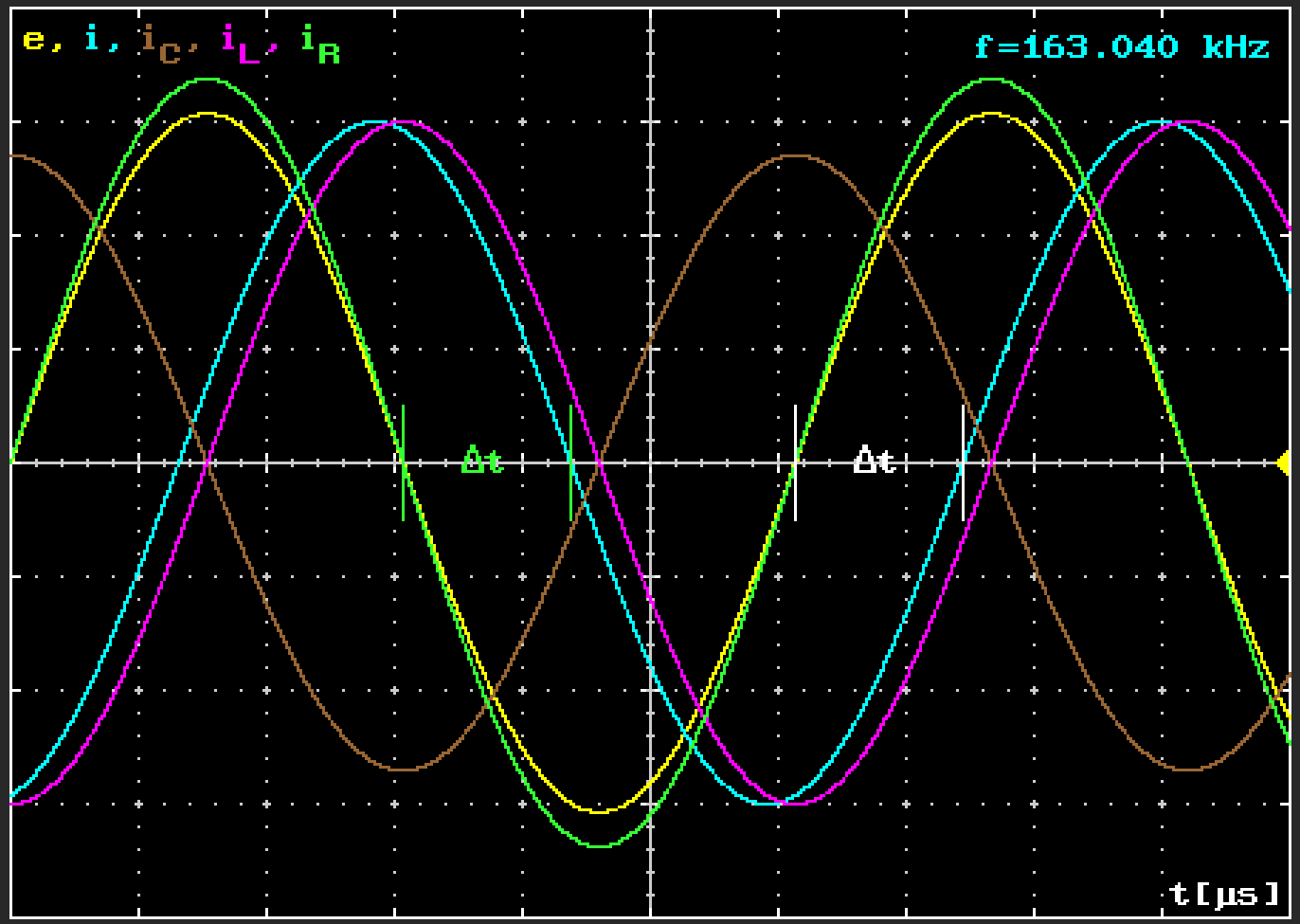
695

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	33.7491 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	1.49899 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	1.35284 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-77.00°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.312 μs-ot késik, az áramkör induktív

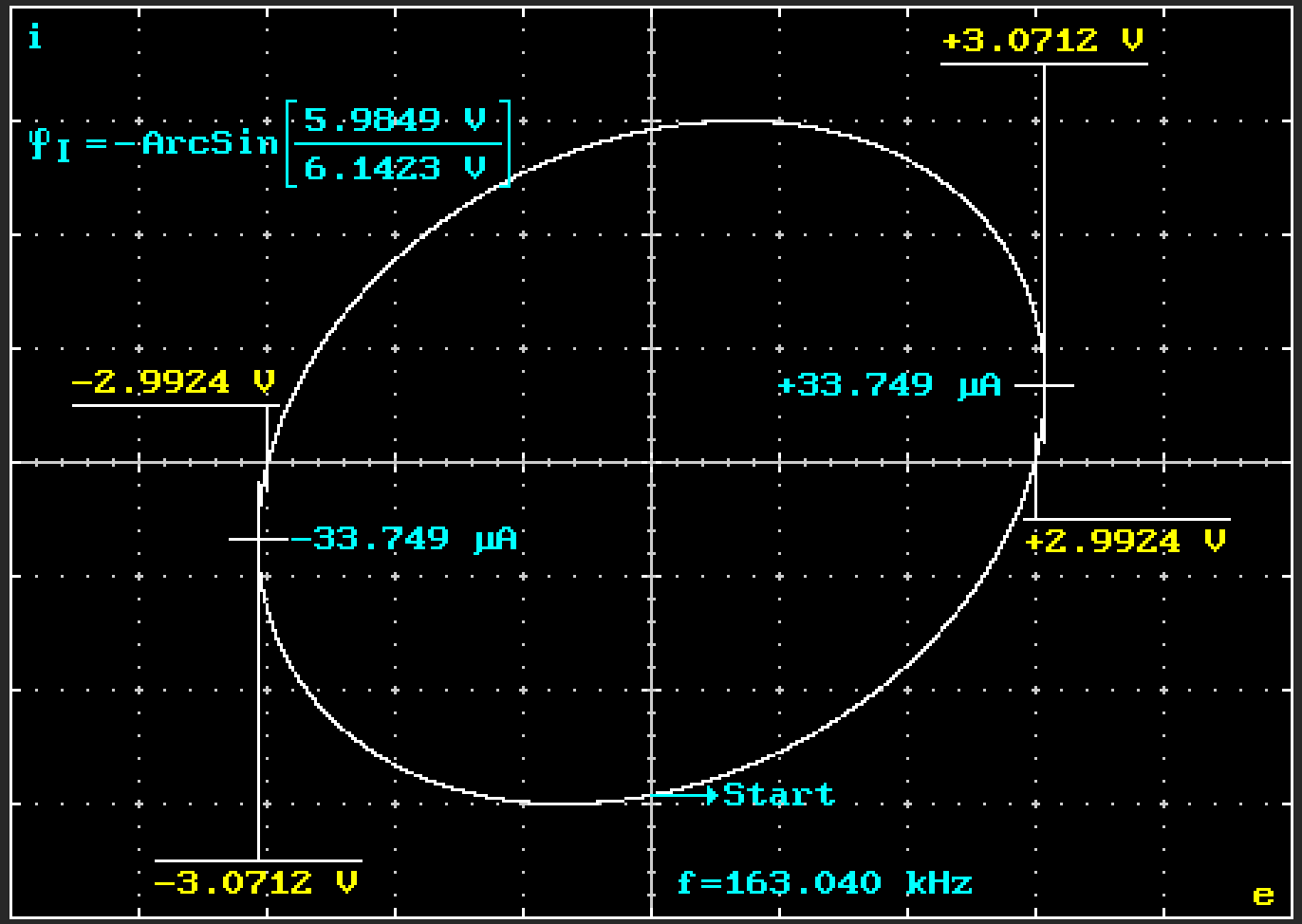
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 48.84 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	33.7491 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	1.49899 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	1.35284 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-77.00°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.312 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=168.189 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=984.5 ns-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

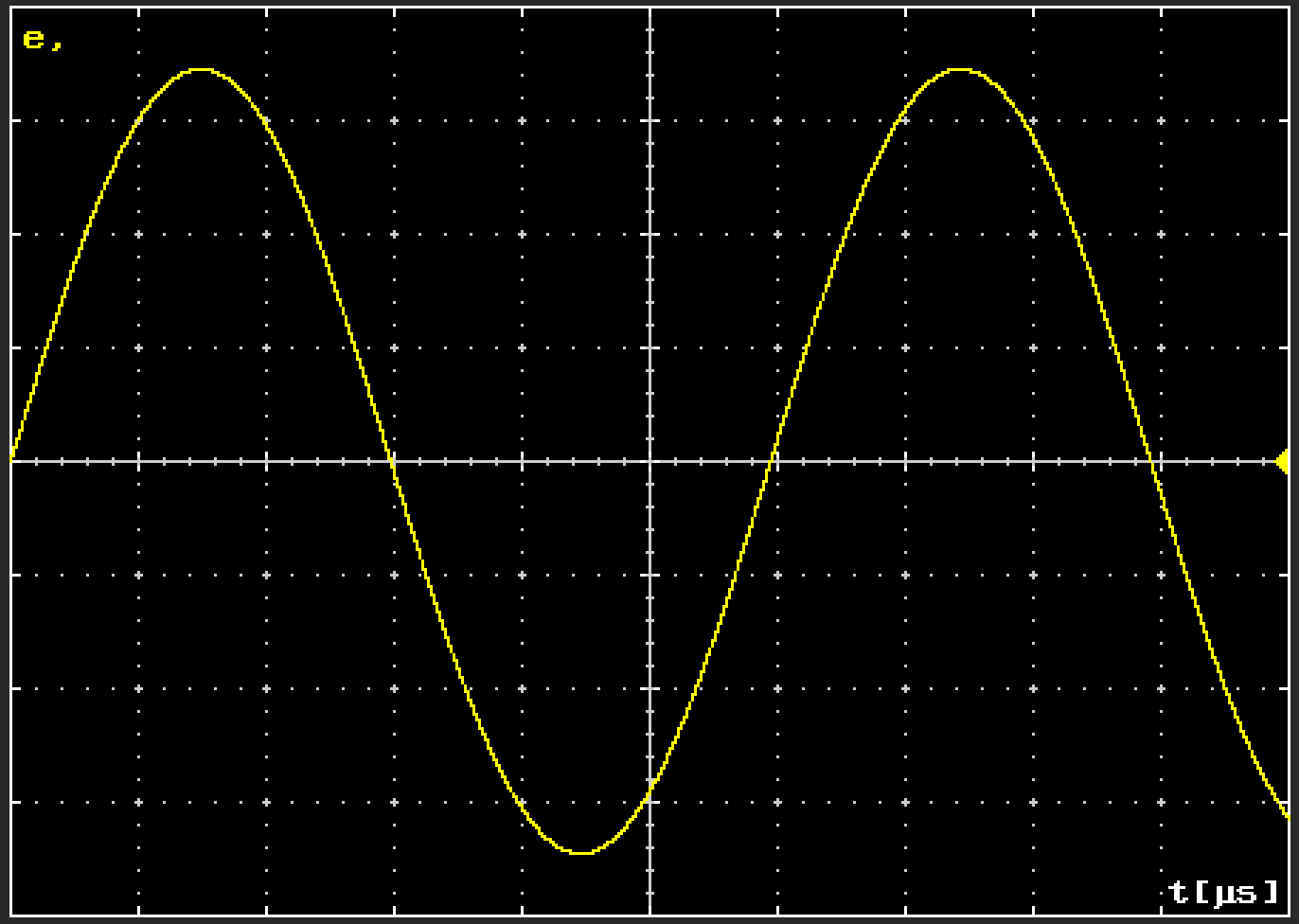
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1	t[µs/div]

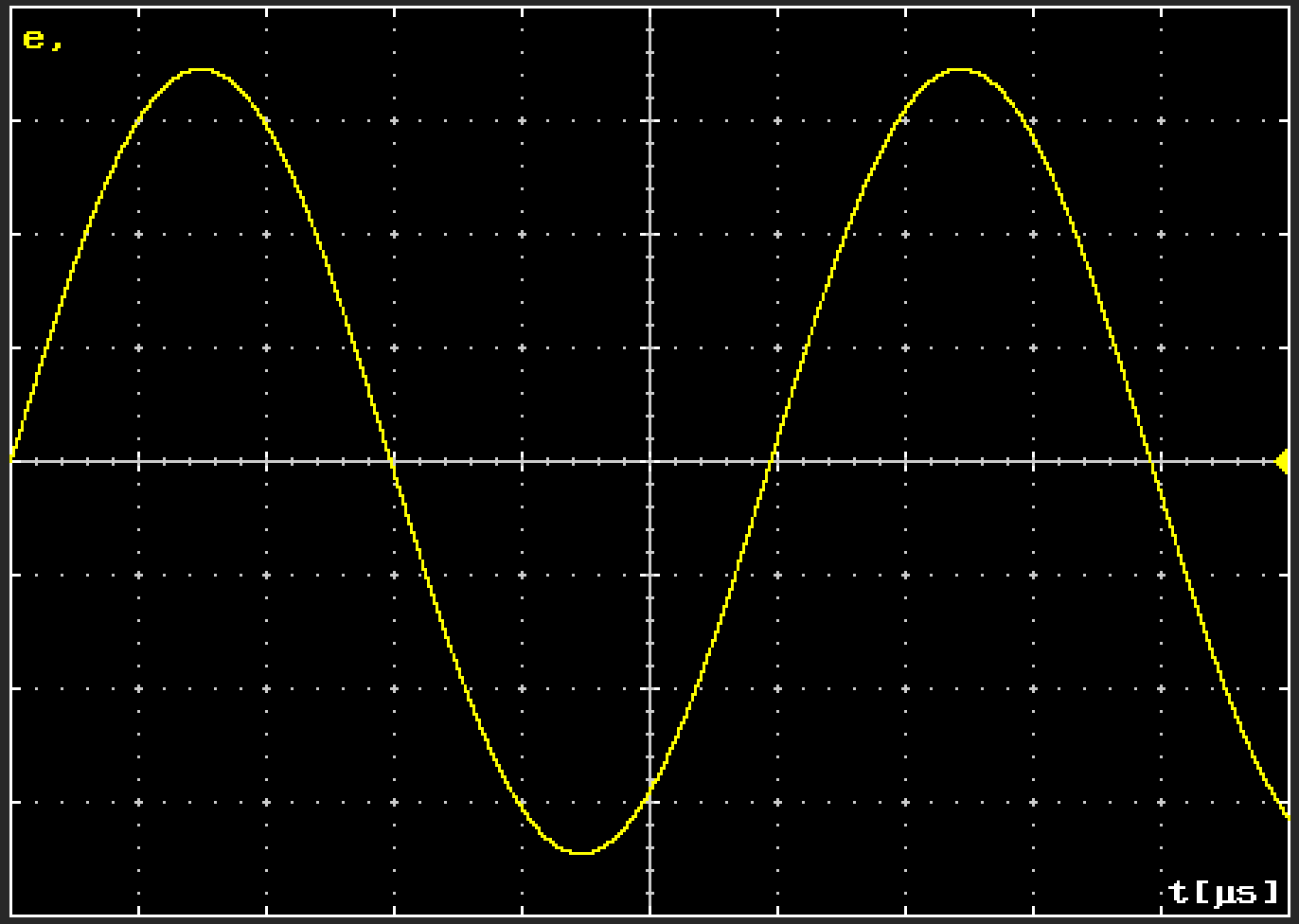
699

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1	t[µs/div]

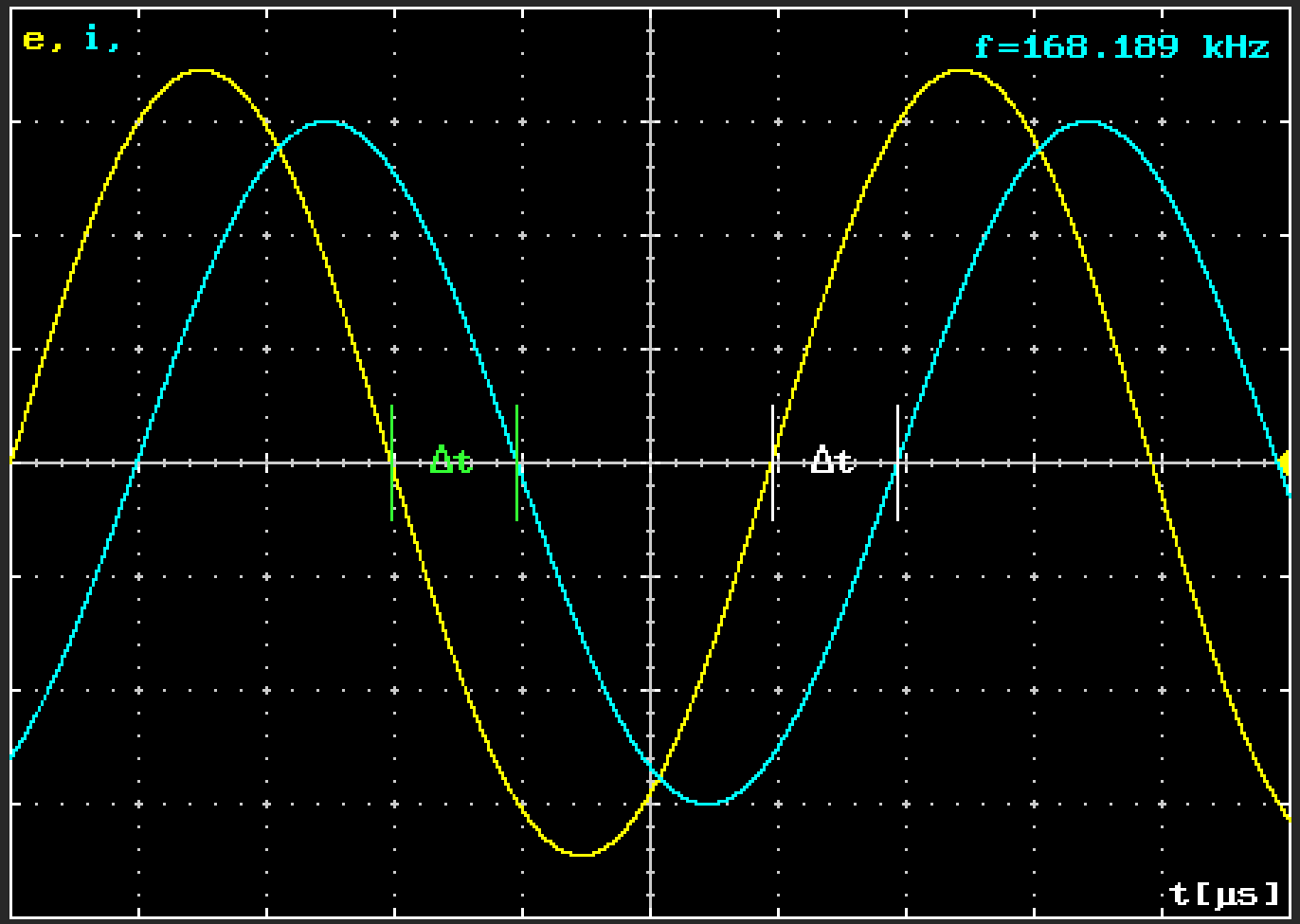
700

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

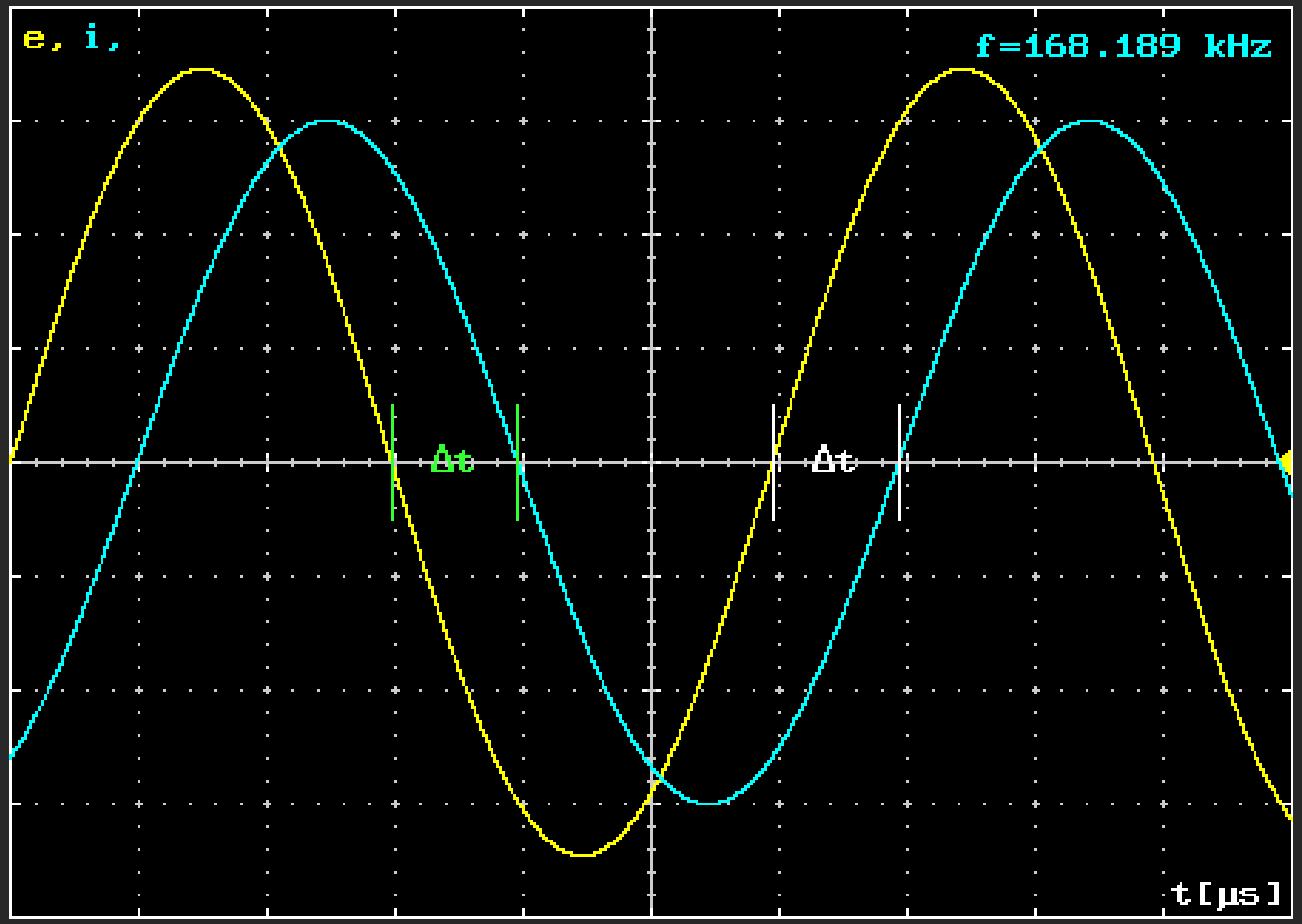
0	2	e[V/div]
1	50	i_R[μA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[μA/div]
	1	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

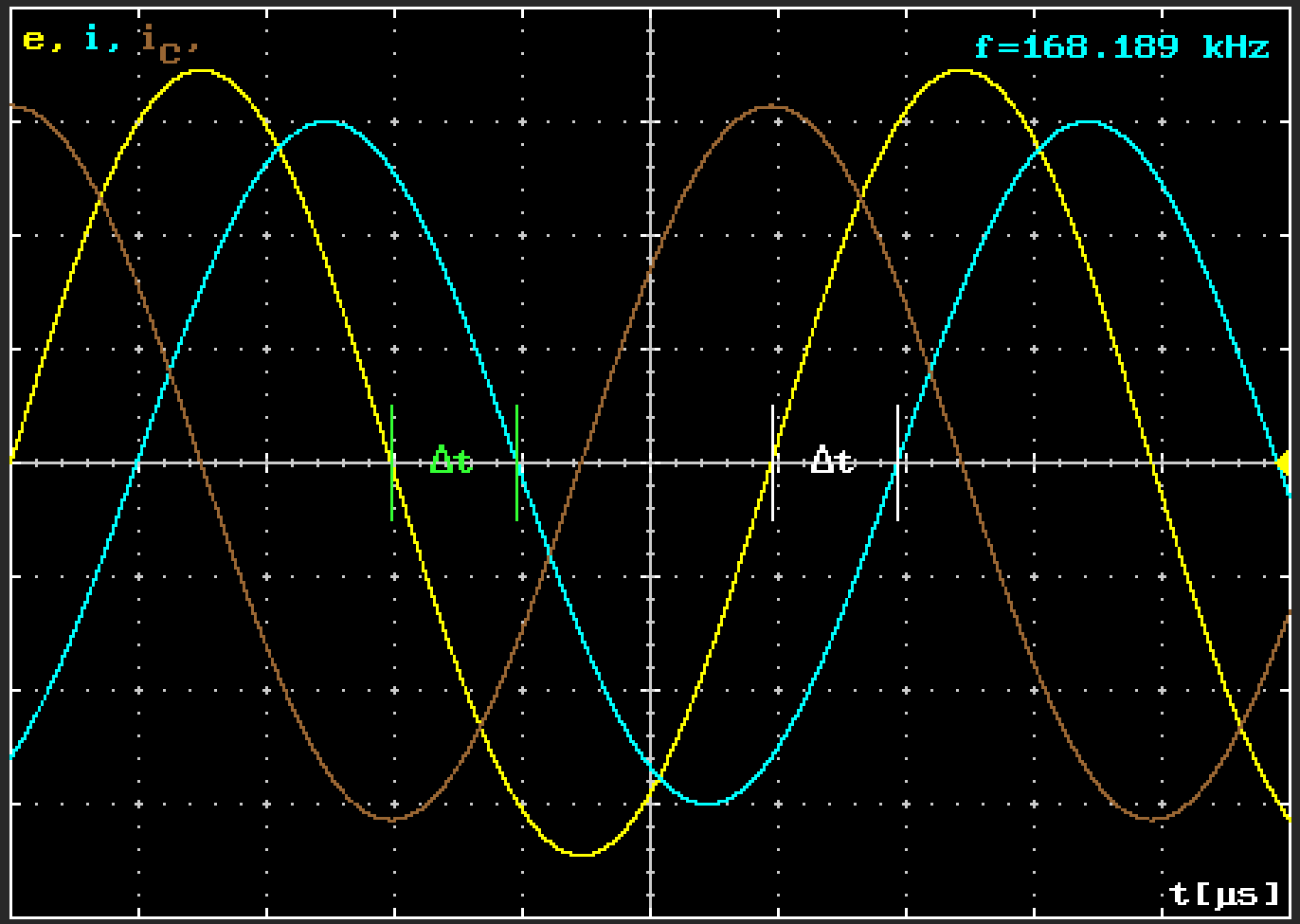
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 3.13815 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

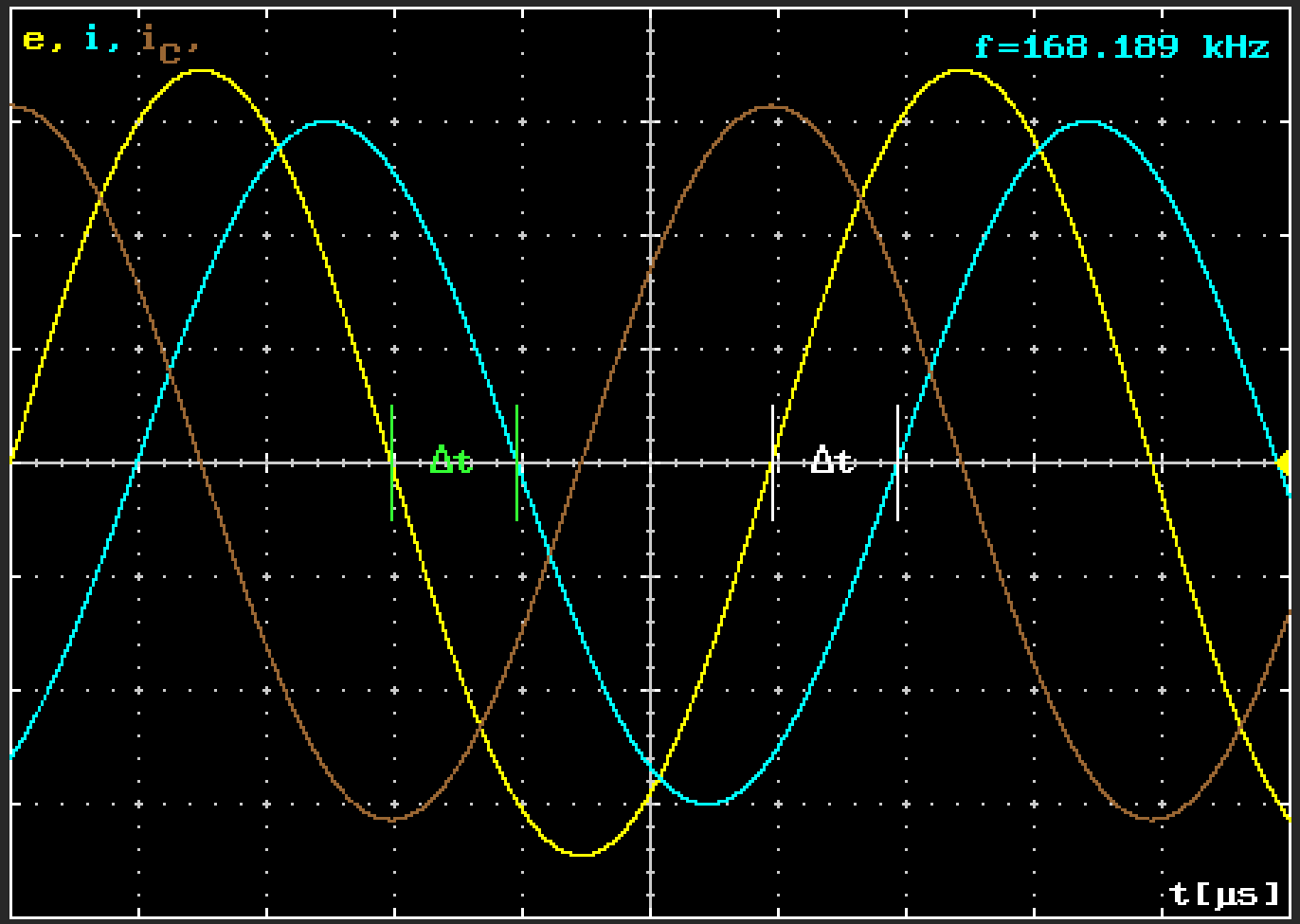
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 3.13815 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

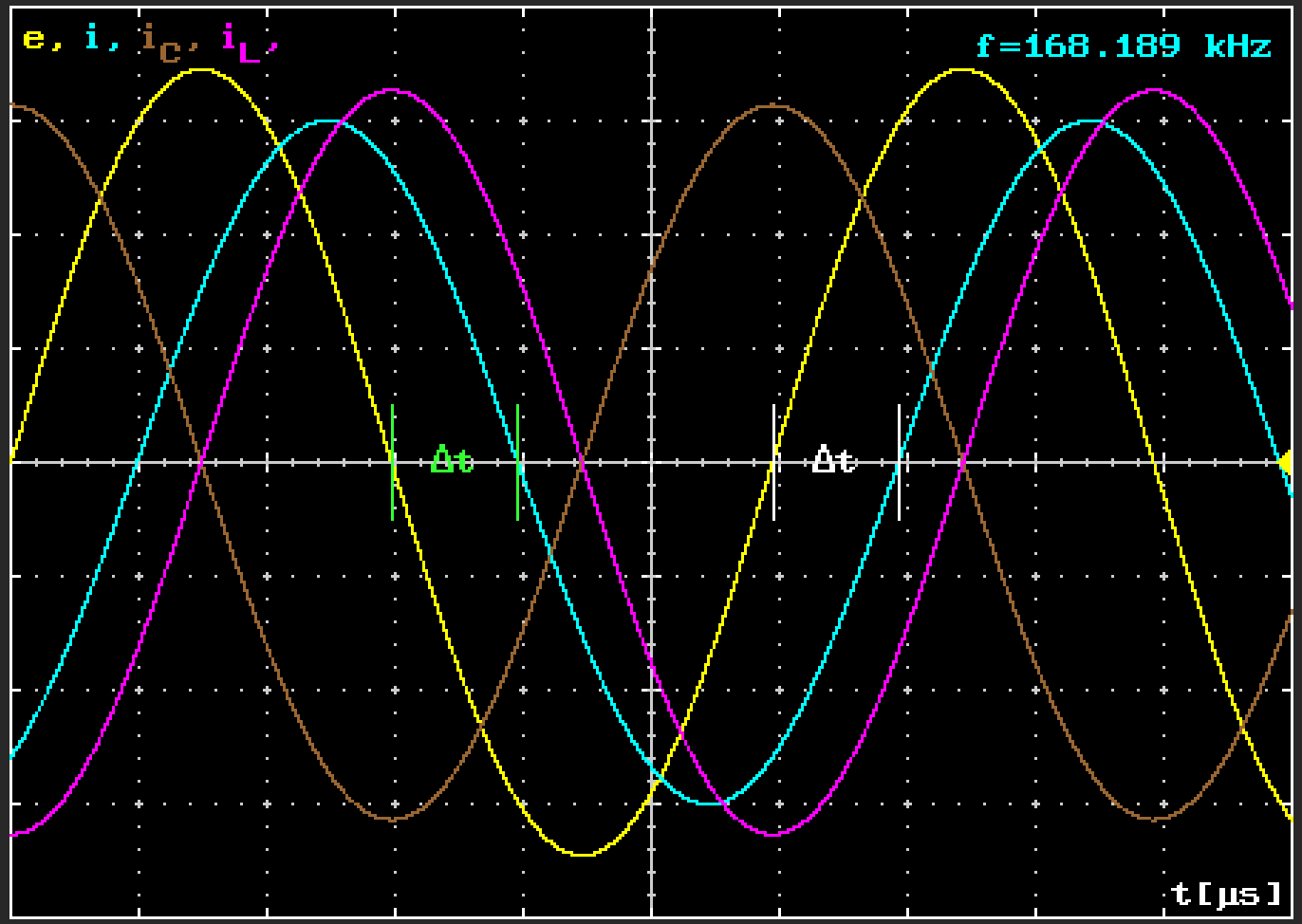
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	3.26754 mA; φ_L=−90°
I_C	3.13815 mA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=−59.61°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

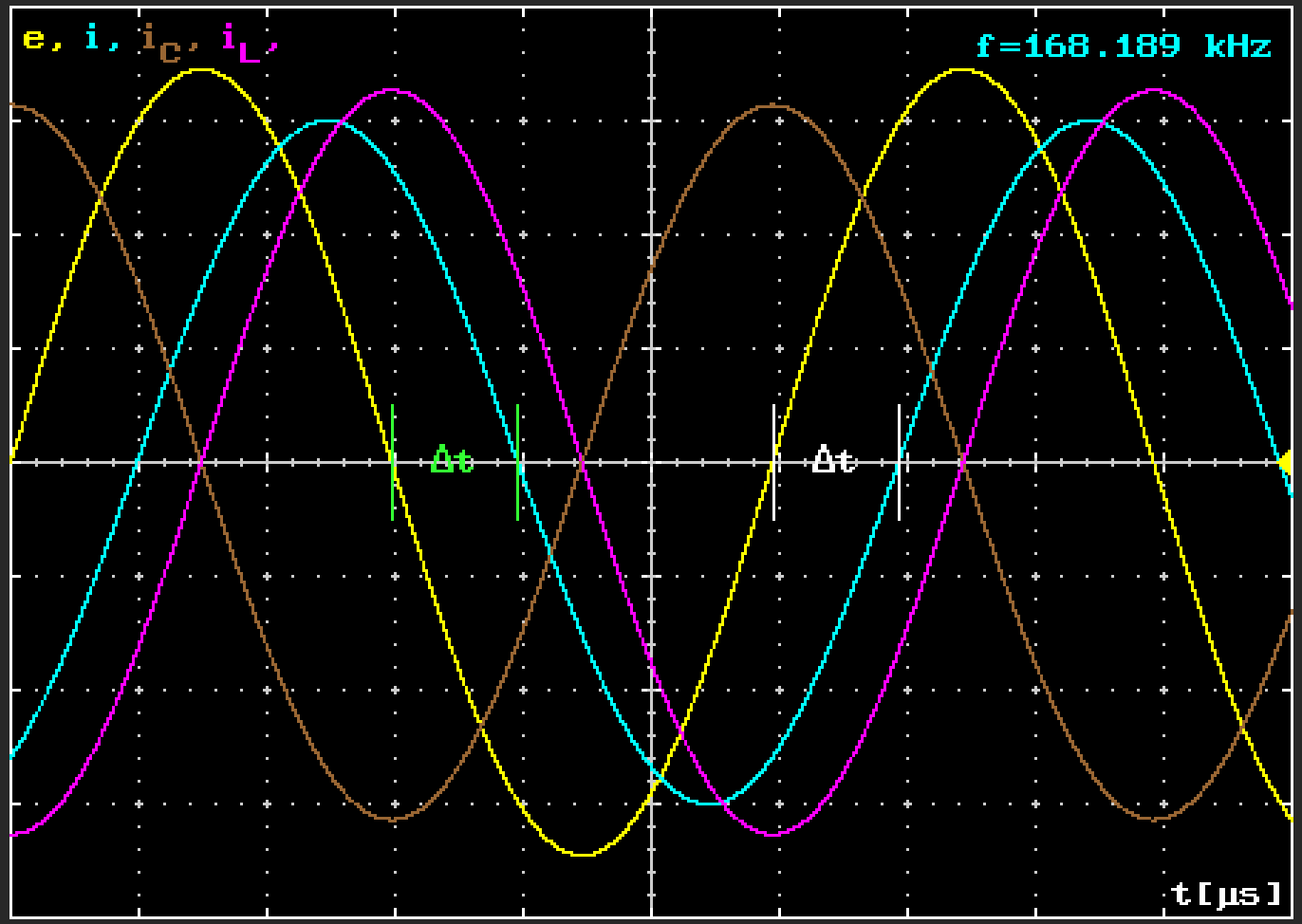
0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	3.26754 mA; φ_L=−90°
I_C	3.13815 mA; φ_C=+90°
I_0	150 μA; φ_I=−59.61°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

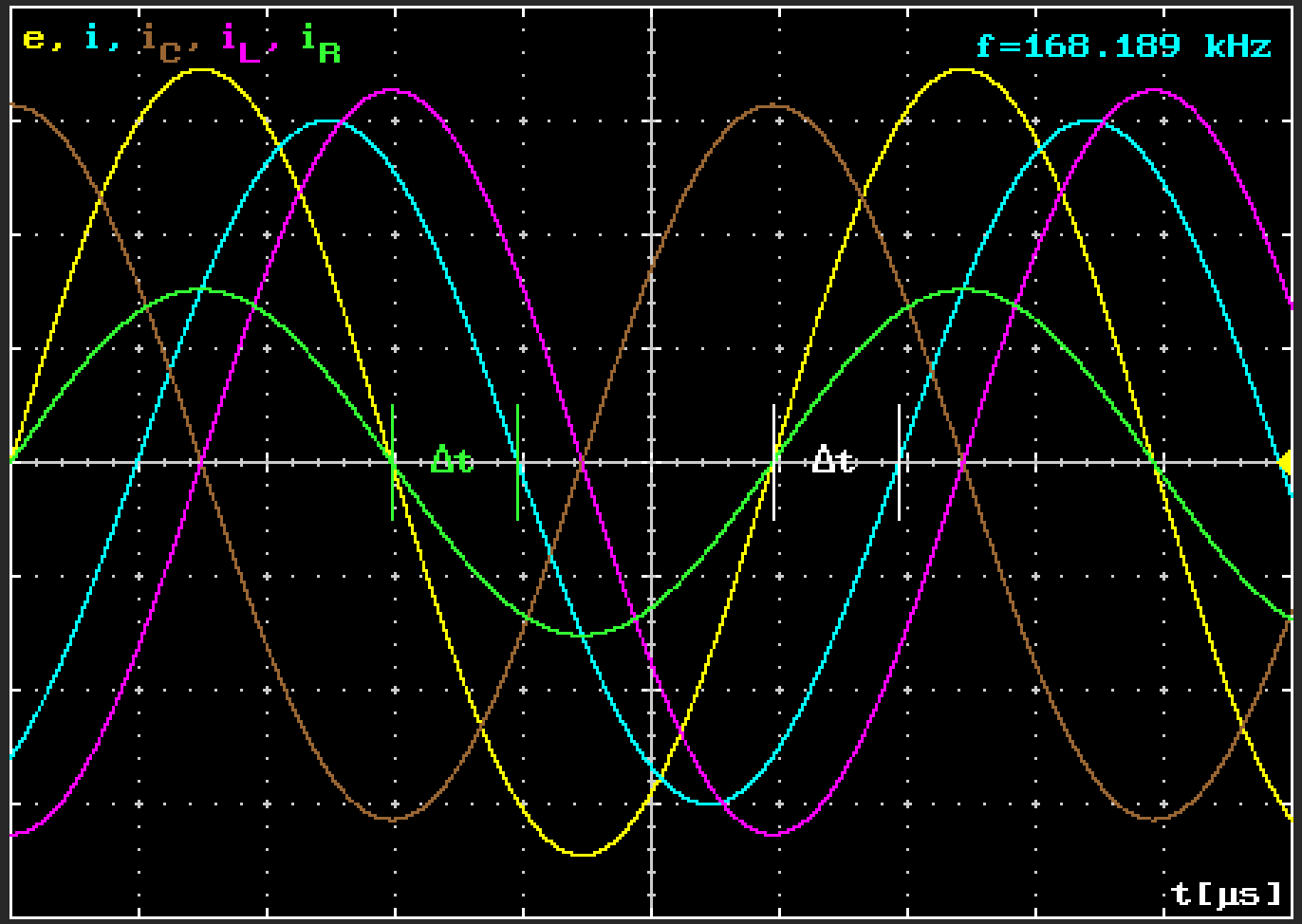
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; φ_{REF}=0°
I_R	75.8903 µA; φ_R=0°
I_L	3.26754 mA; φ_L=-90°
I_C	3.13815 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=-59.61°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

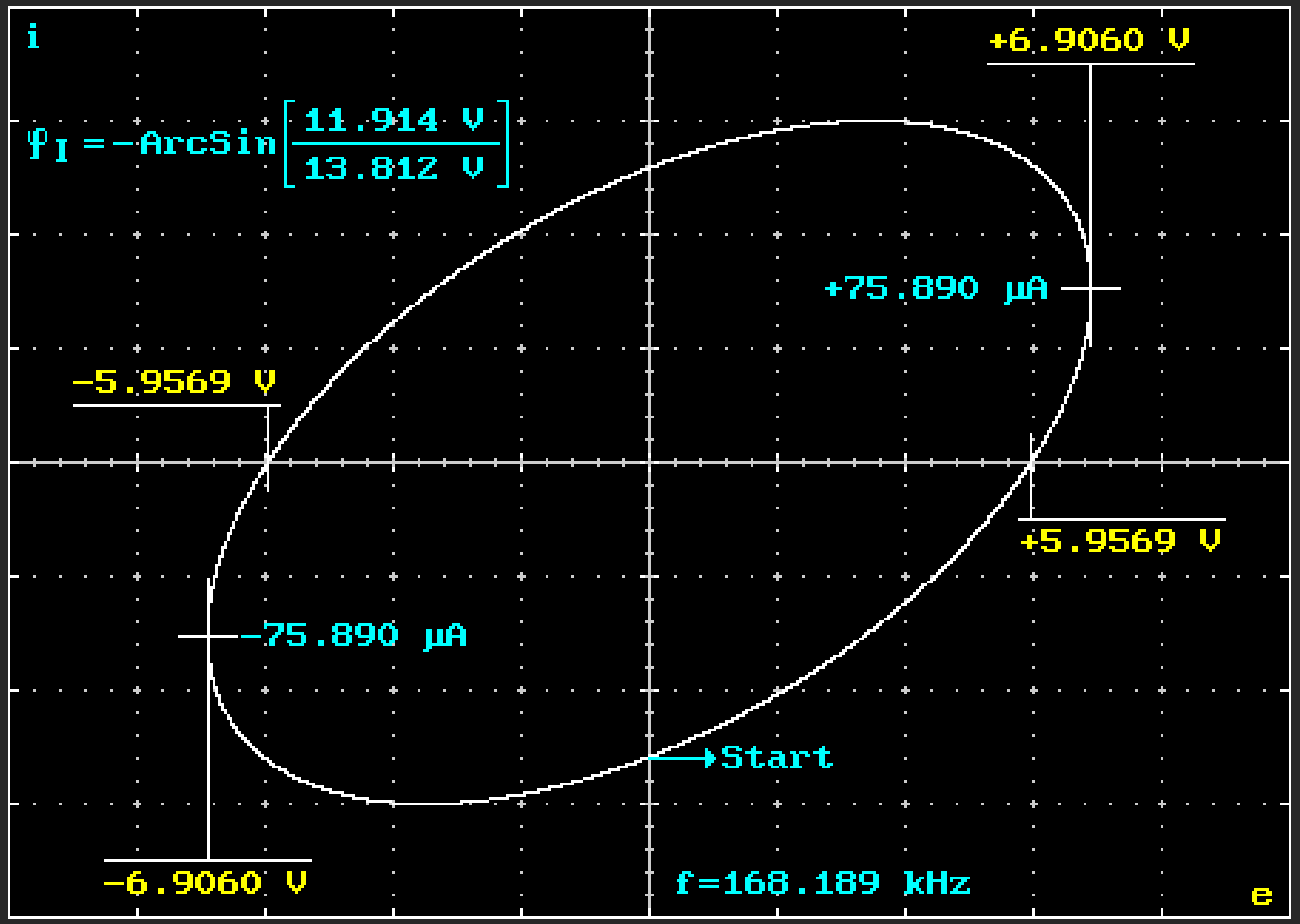
0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	75.8903 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	3.26754 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	3.13815 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-59.61°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=169.905 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=658.9 ns-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

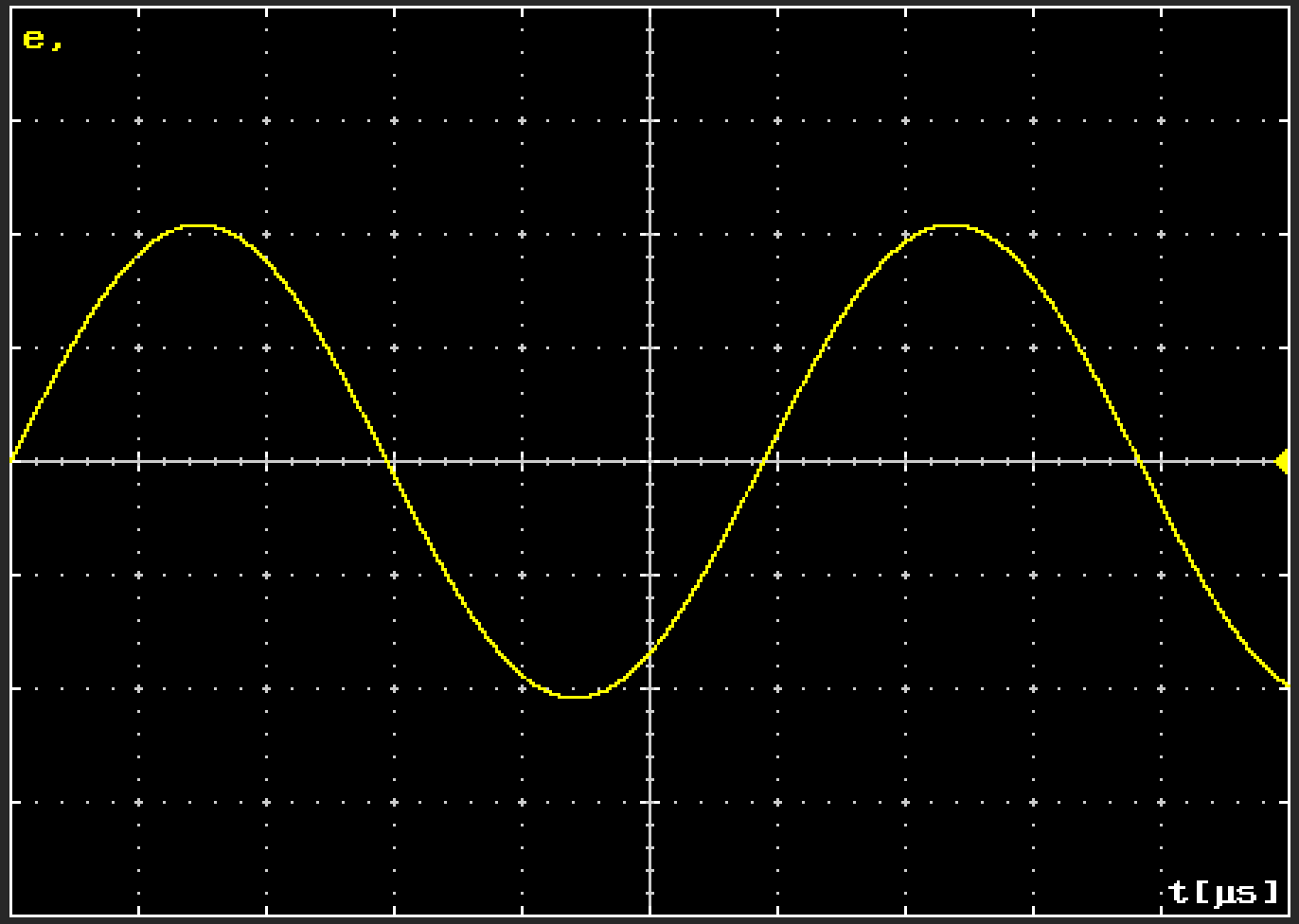
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]	

1 t[µs/div]

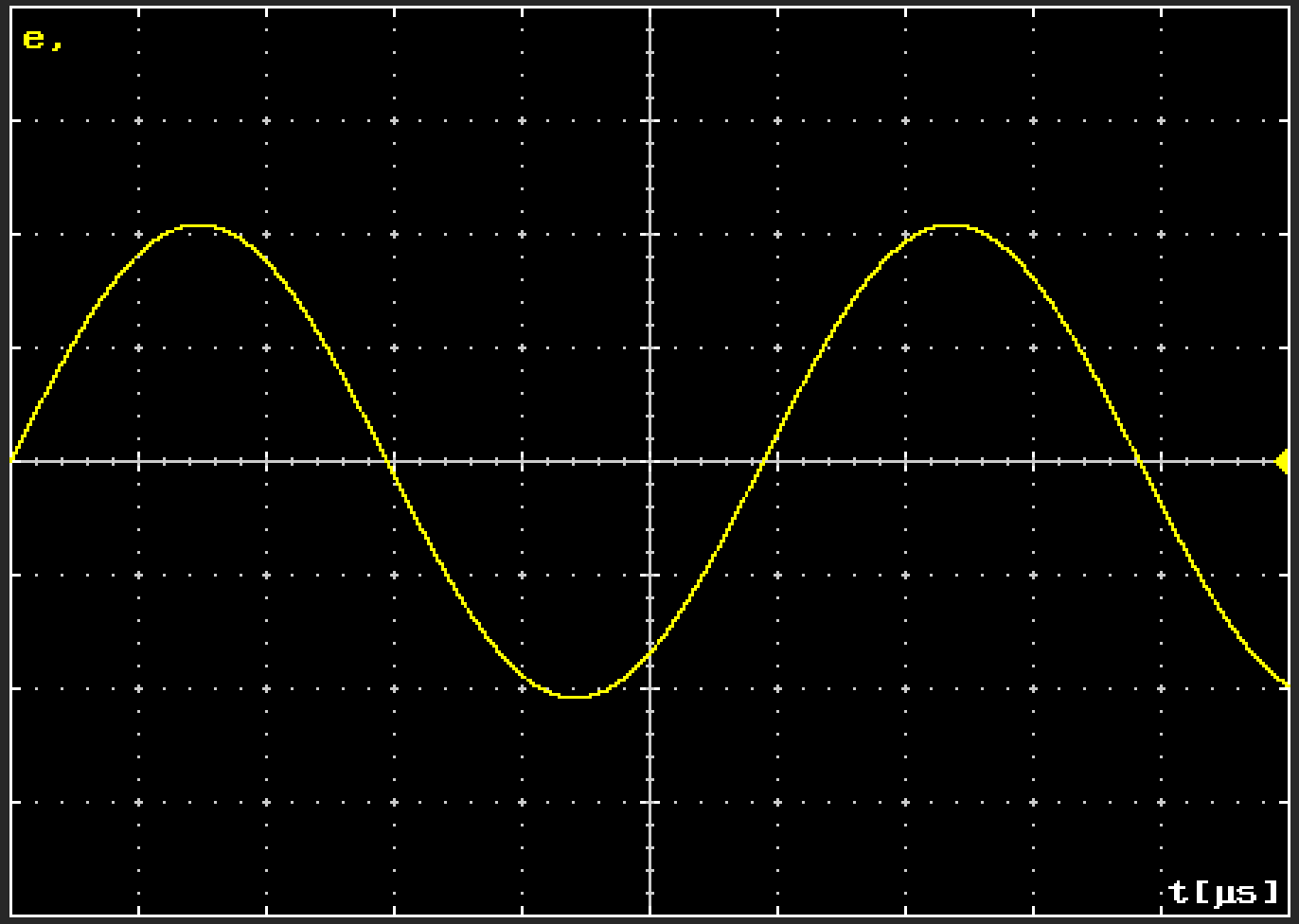
710

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

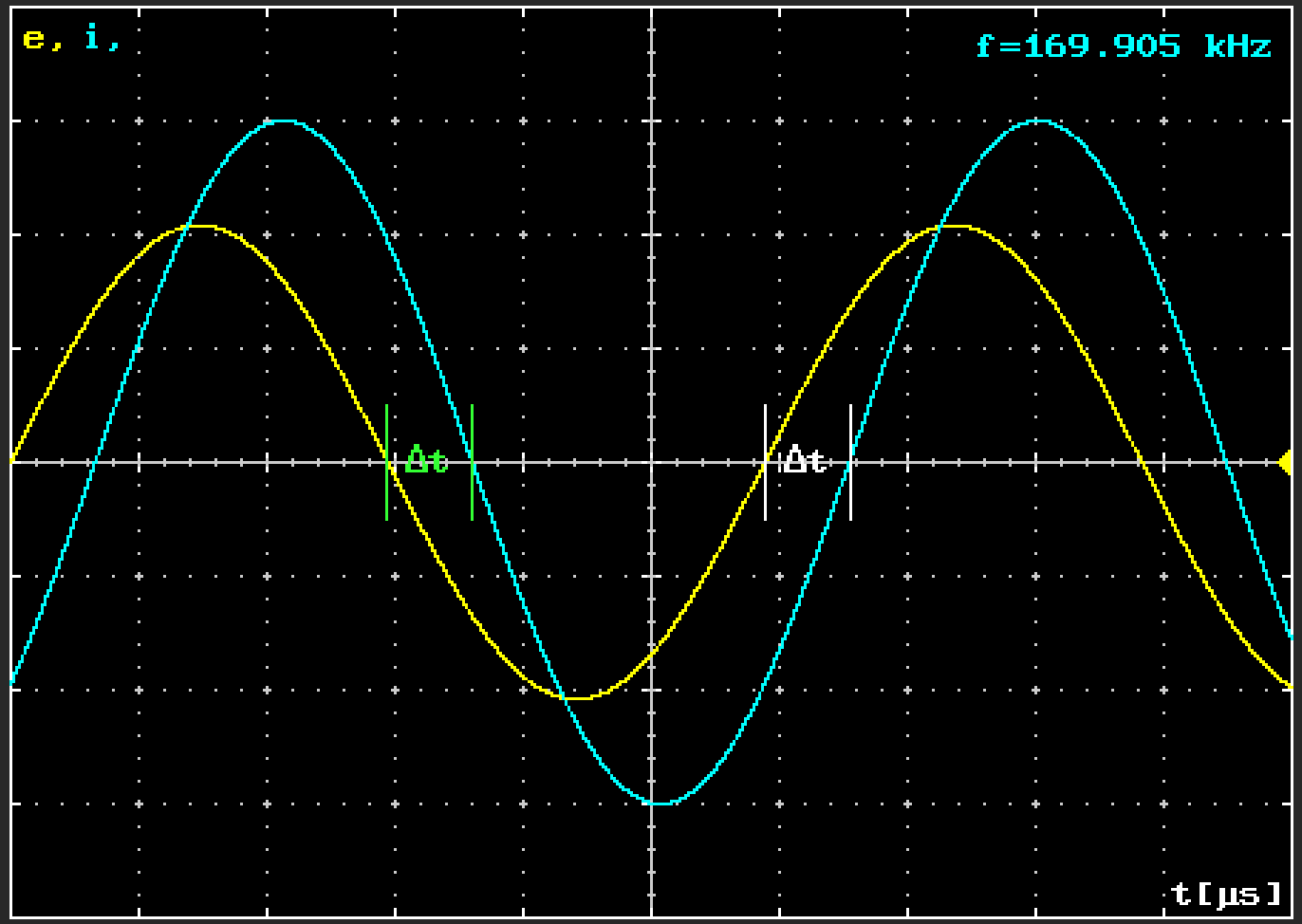
711

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=-40.30°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

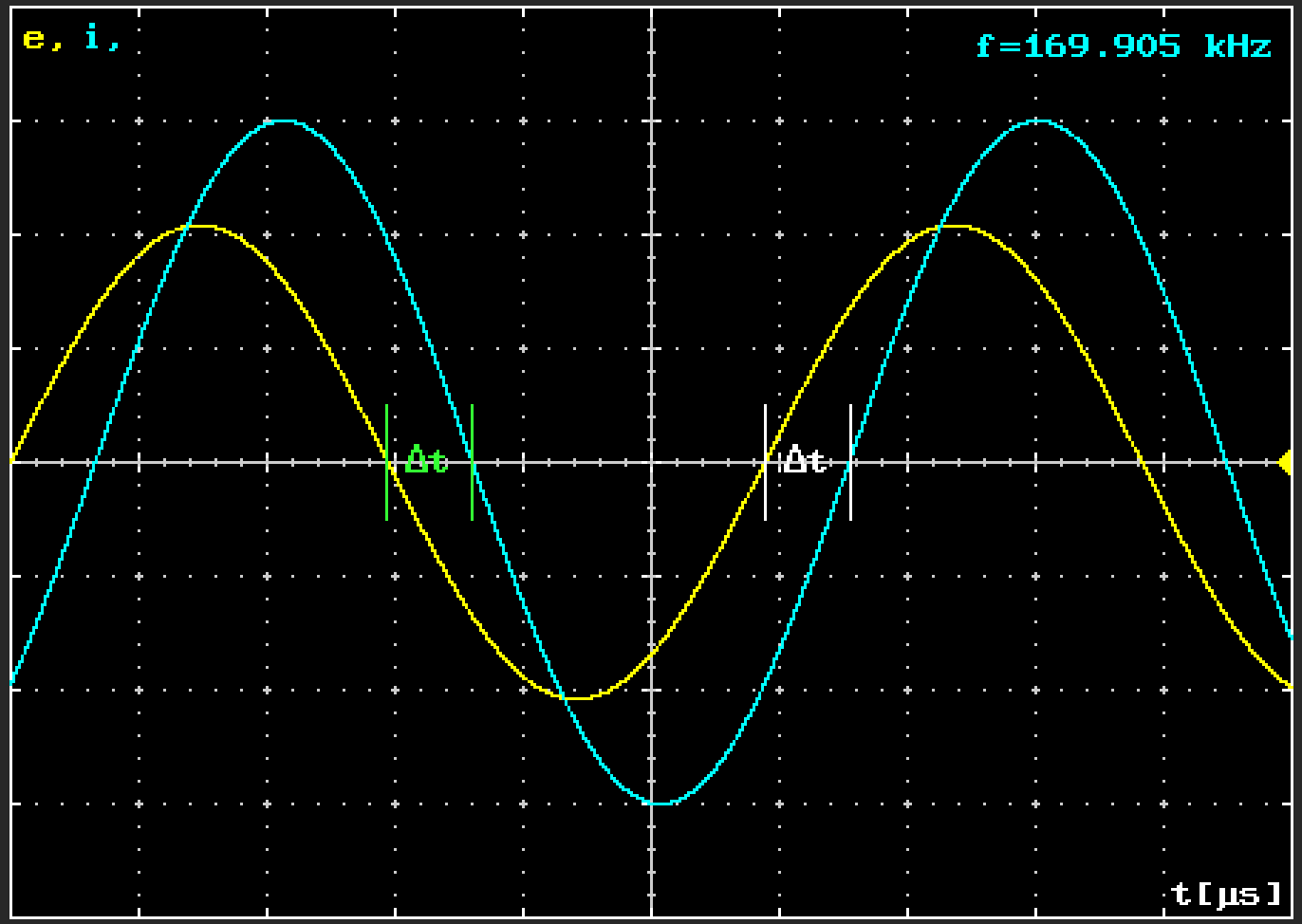
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-40.30°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

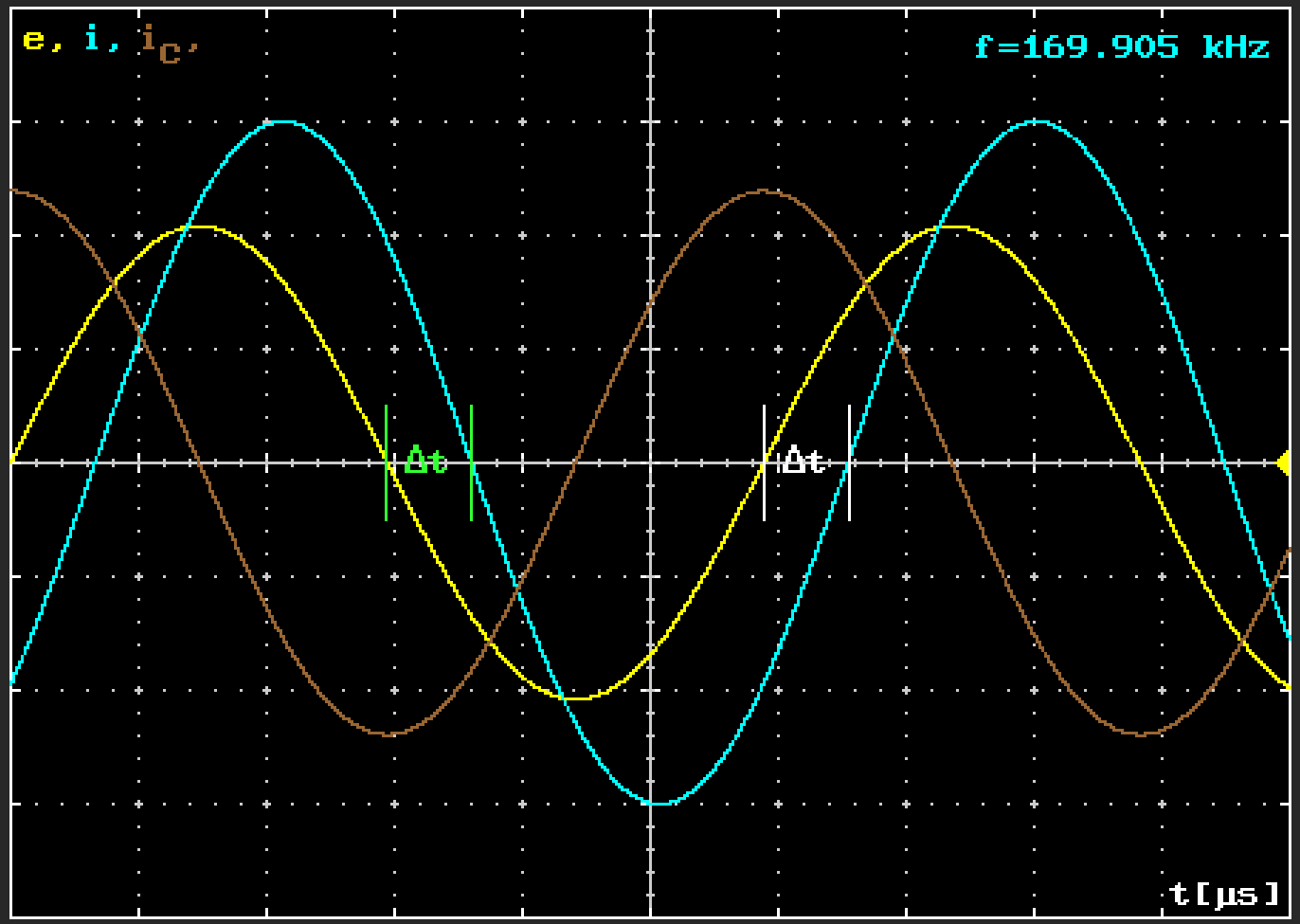
713

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 4.77864 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-40.30°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

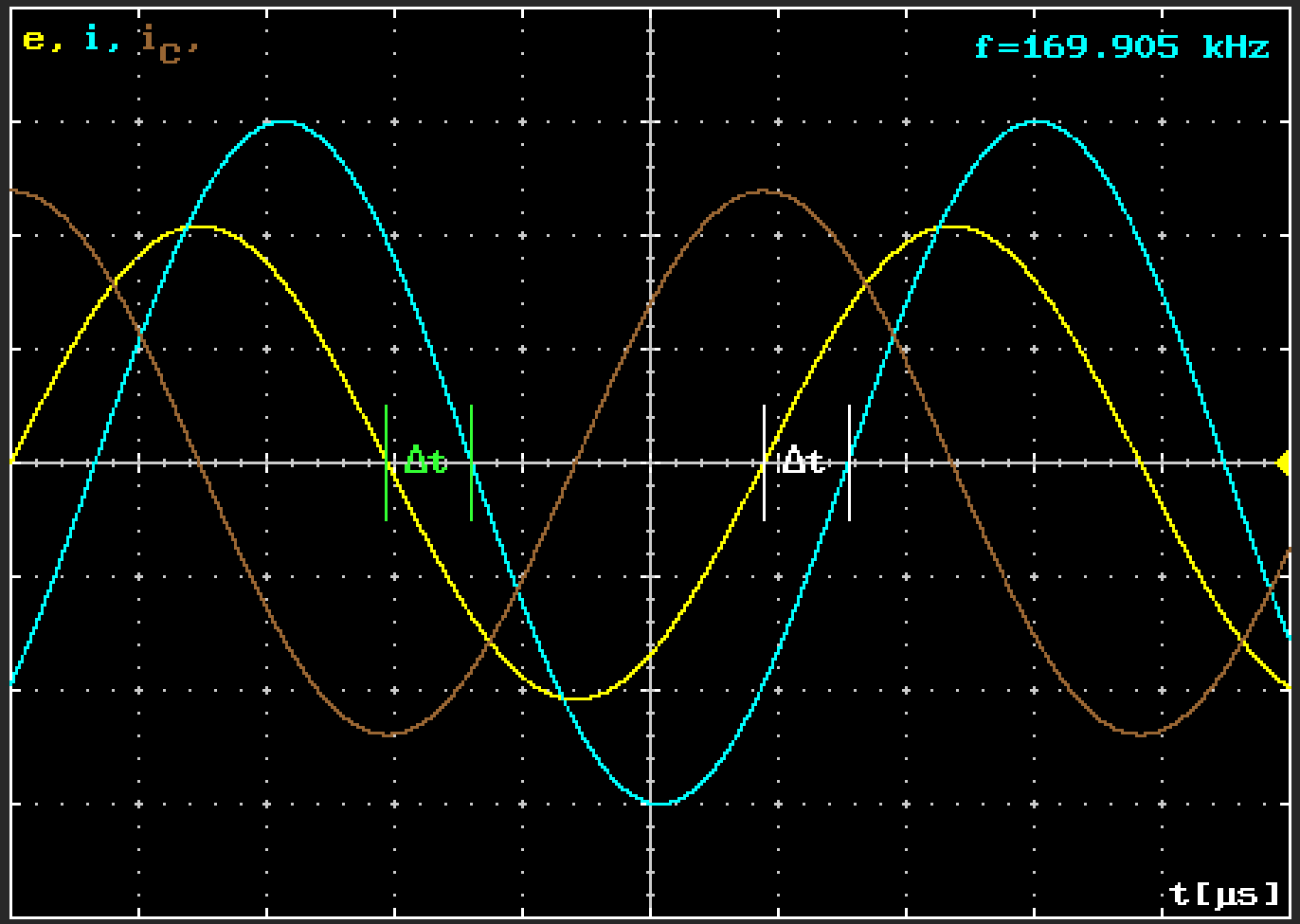
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_C	4.77864 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-40.30°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

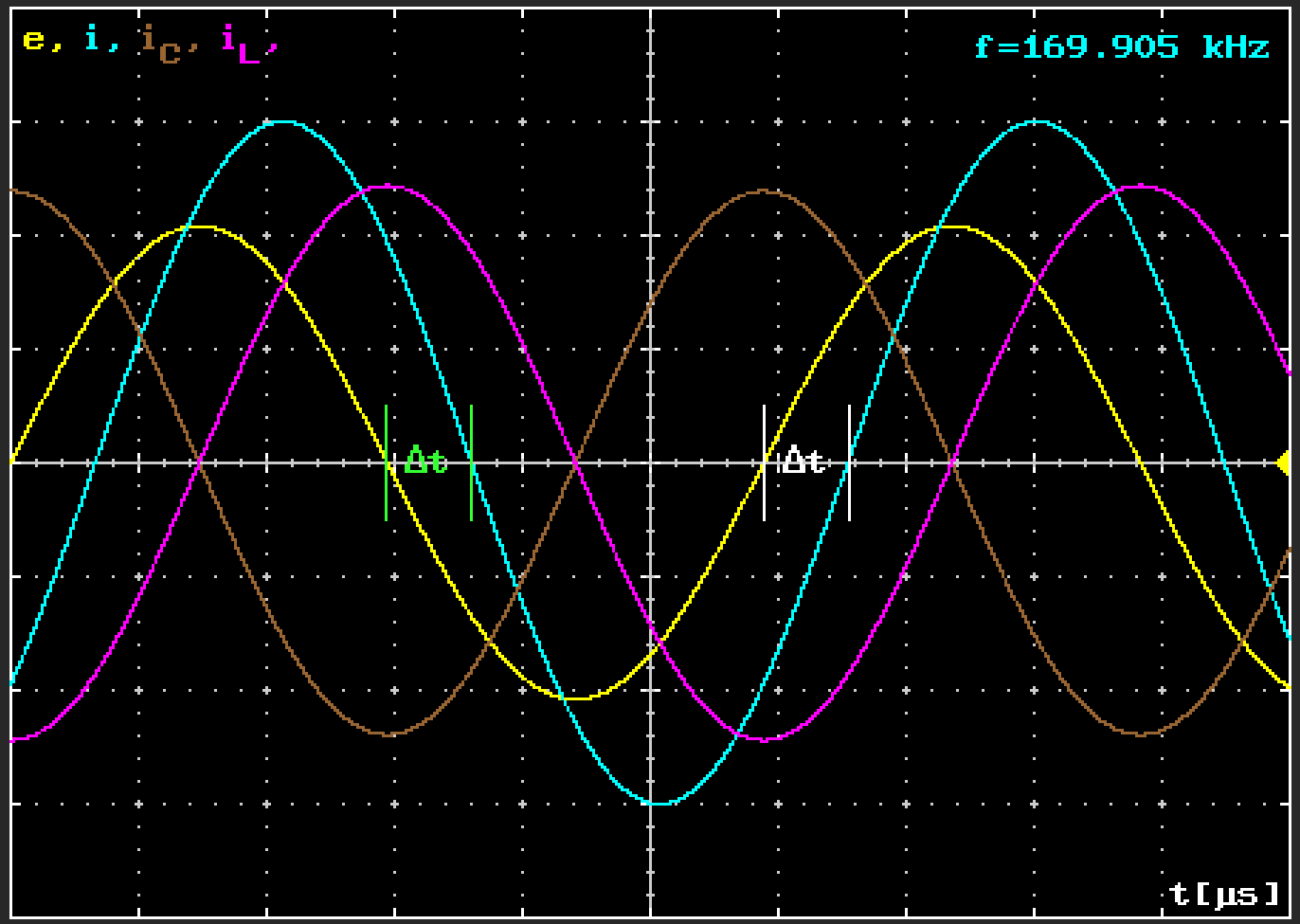
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 4.87566 mA; $\varphi_L=-90°$

I_C 4.77864 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-40.30°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

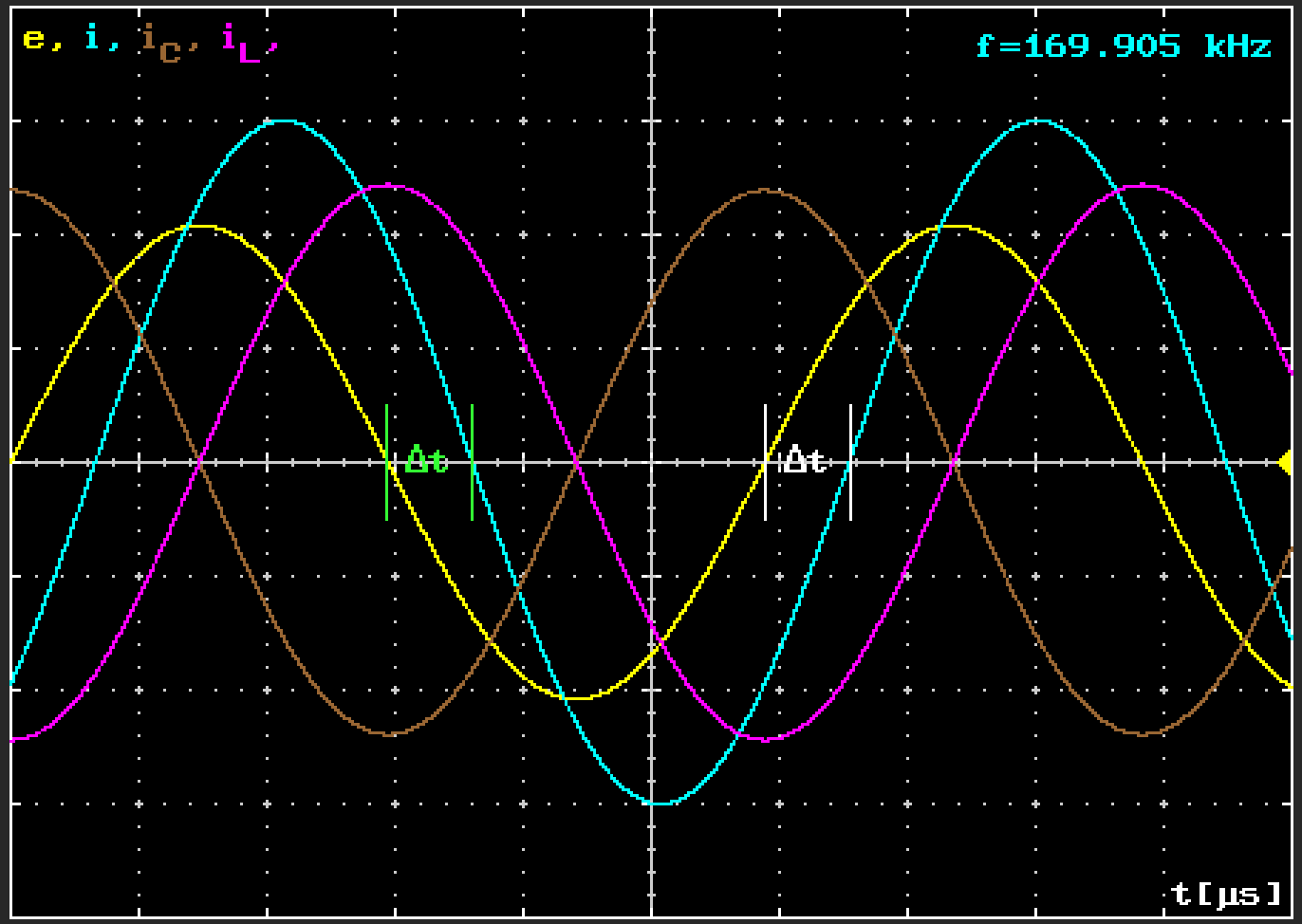
716

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	4.87566 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.77864 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-40.30°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

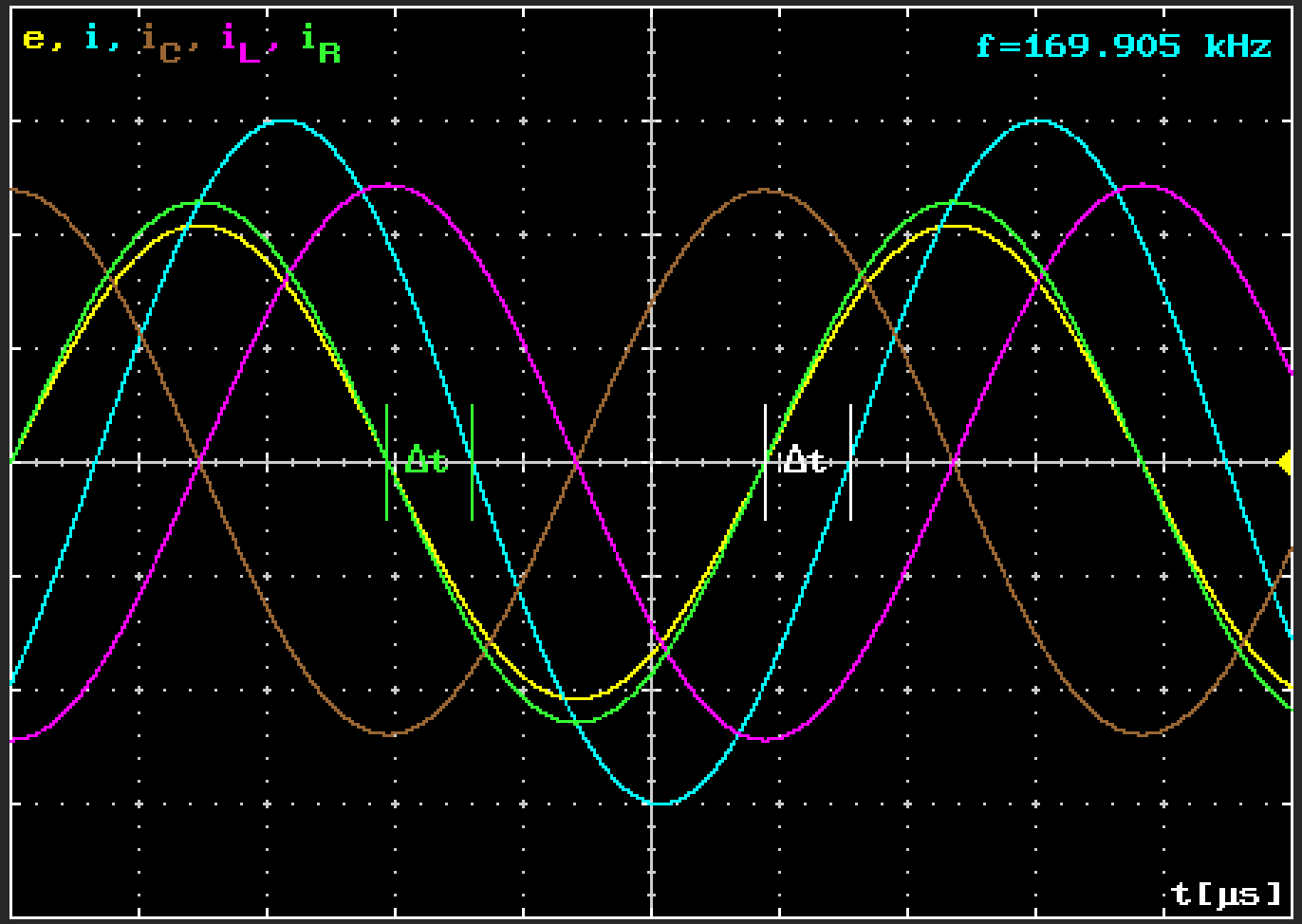
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	114.395 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	4.87566 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.77864 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-40.30°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

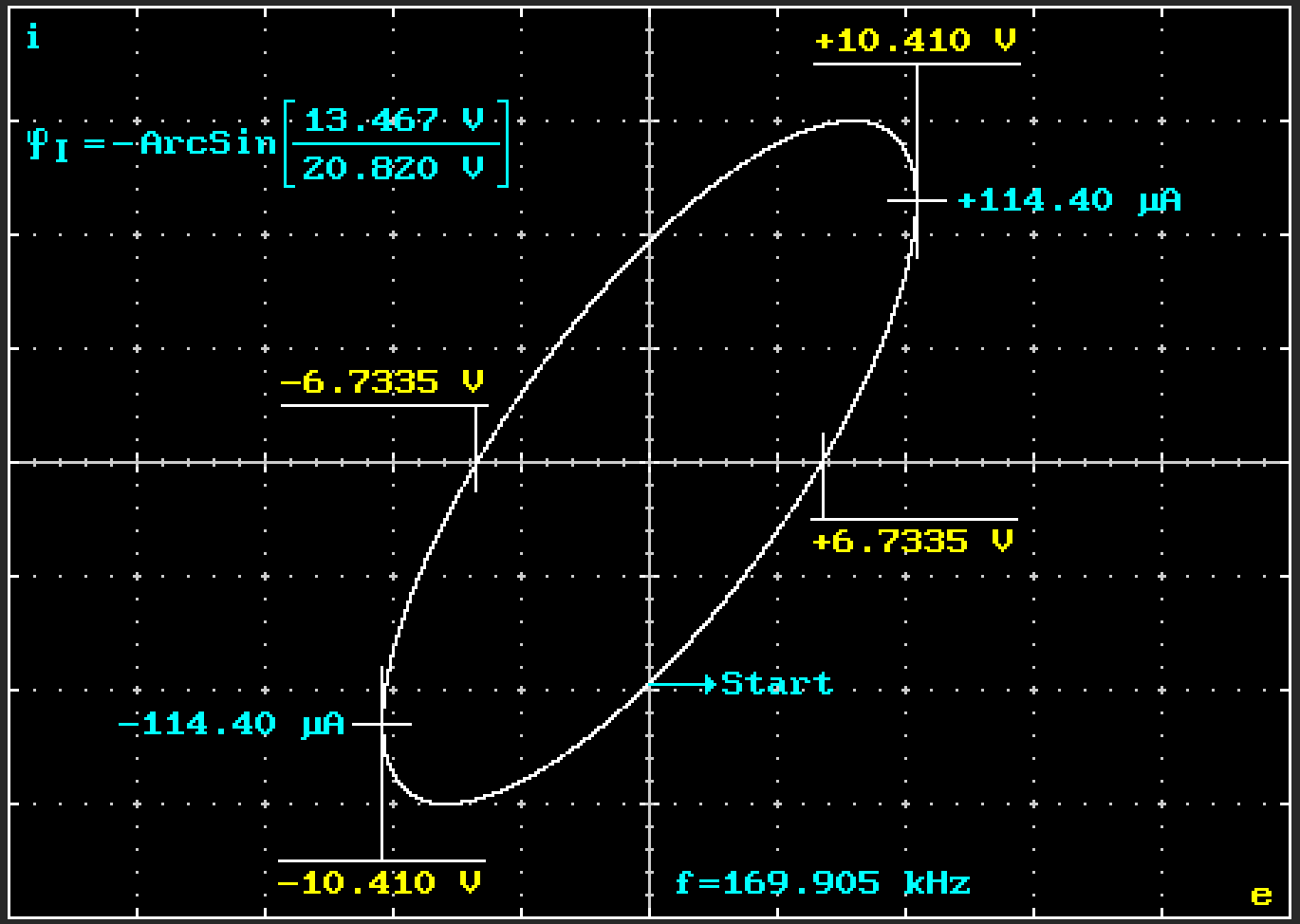
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 14.41 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	114.395 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	4.87566 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.77864 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-40.30°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=170.763 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=373.0 ns-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

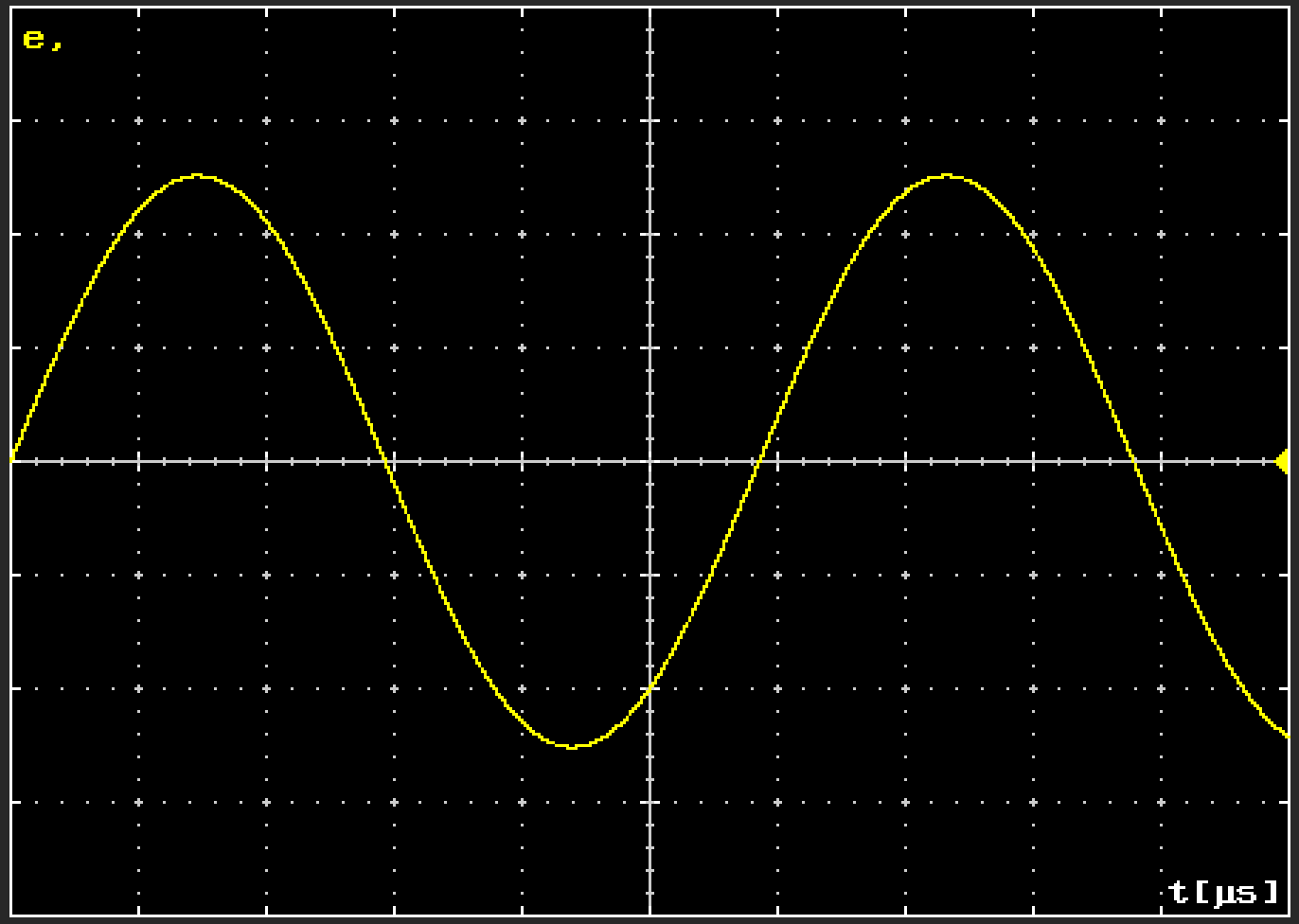
720

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

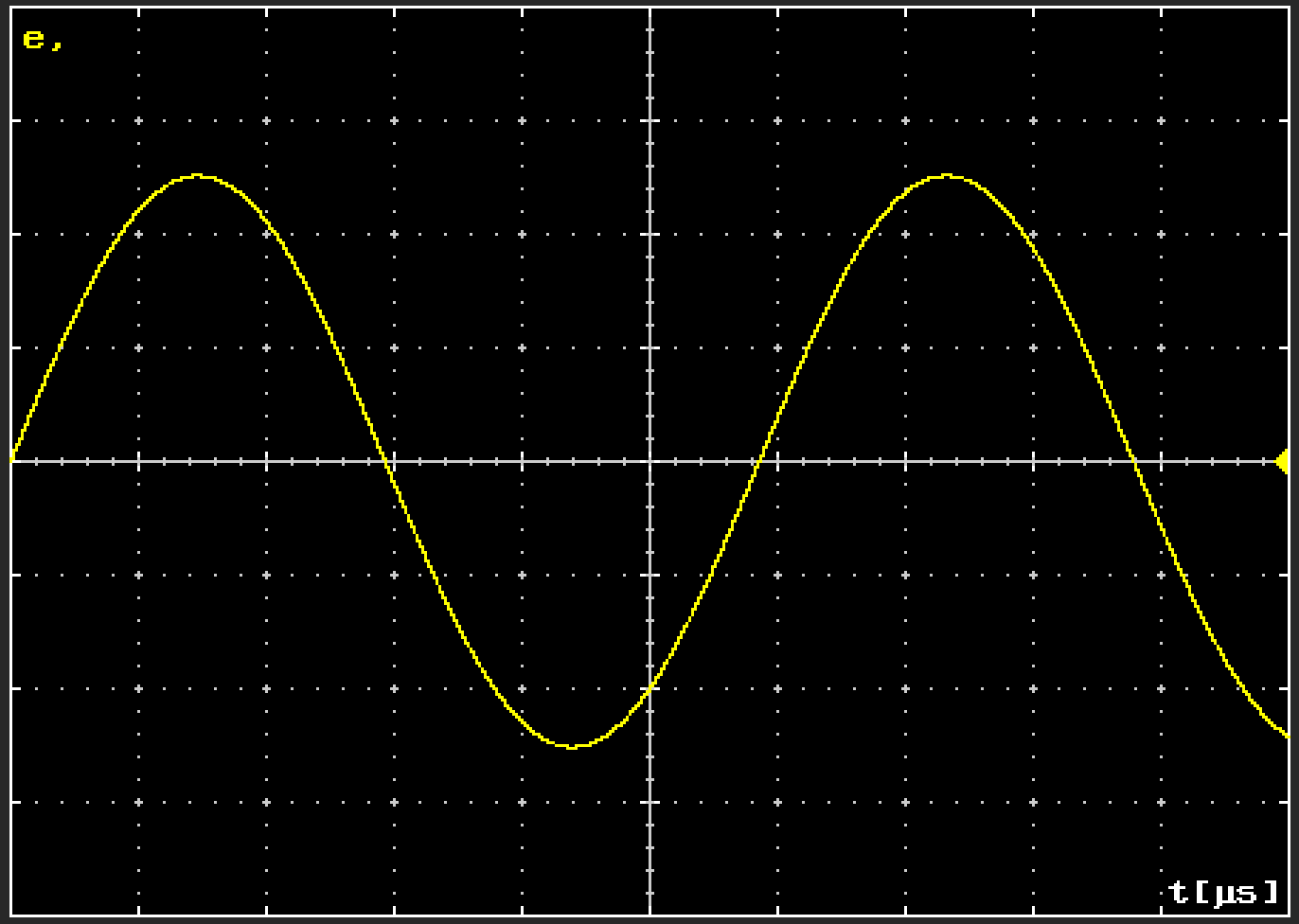
721

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

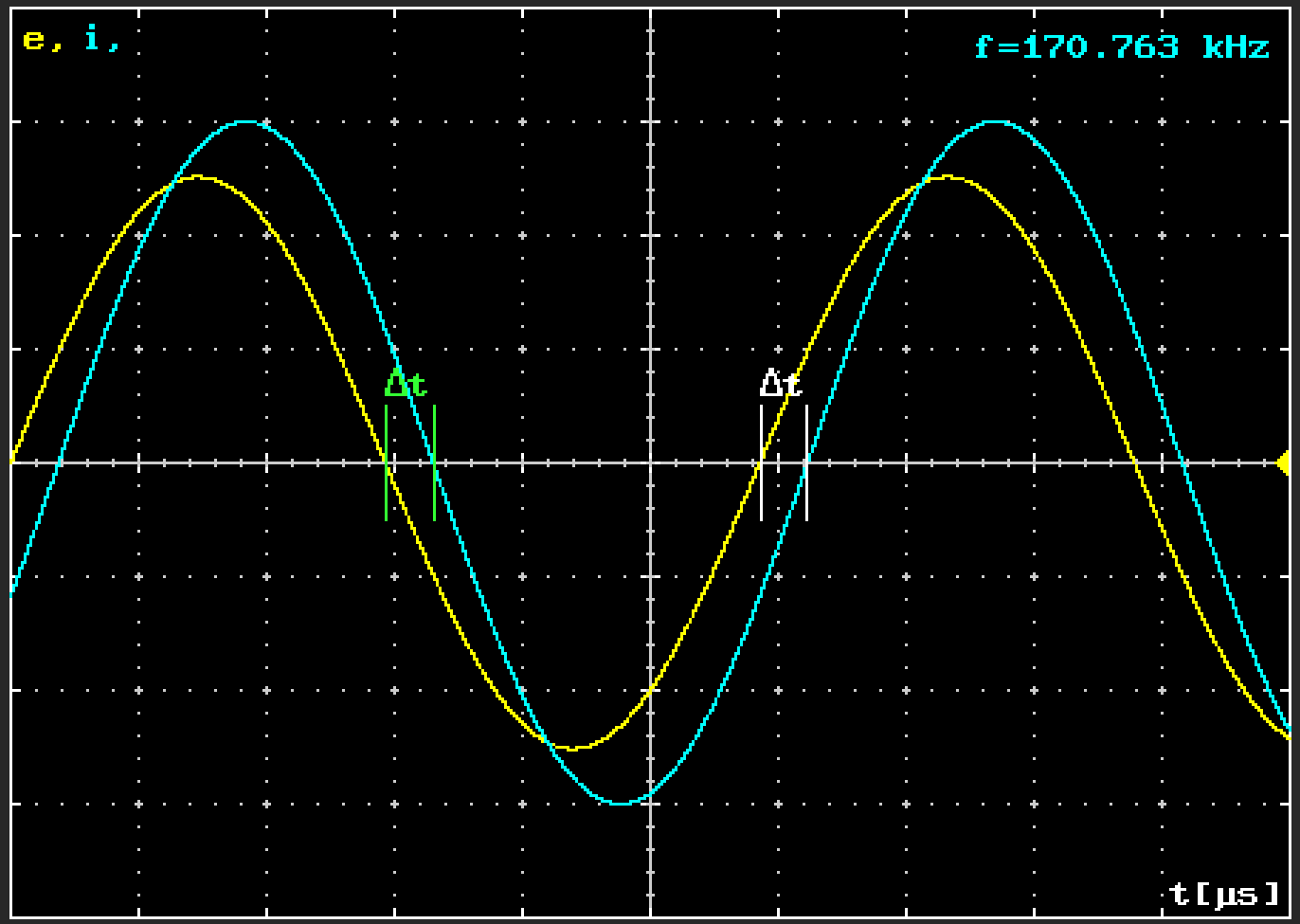
722

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

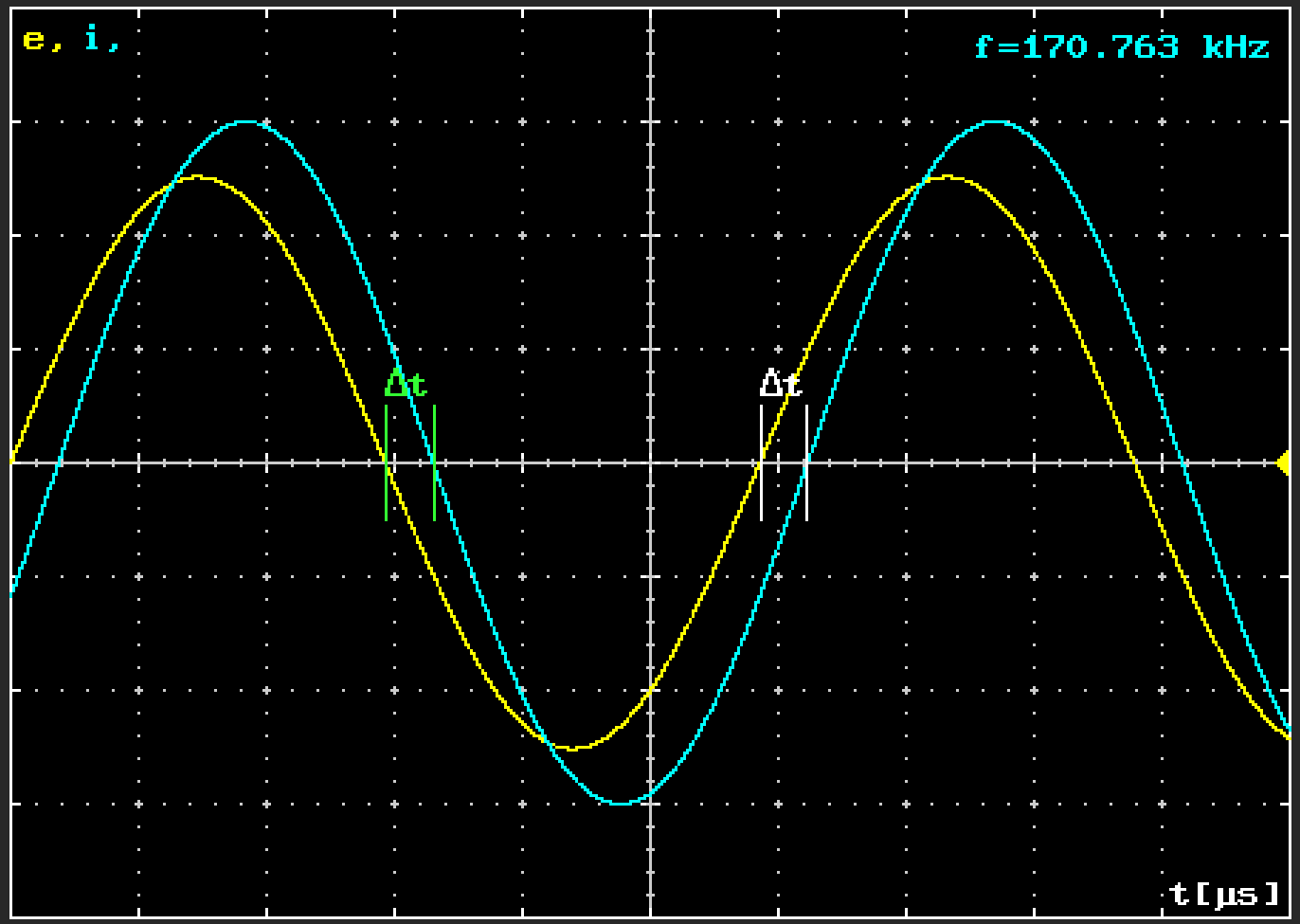
723

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

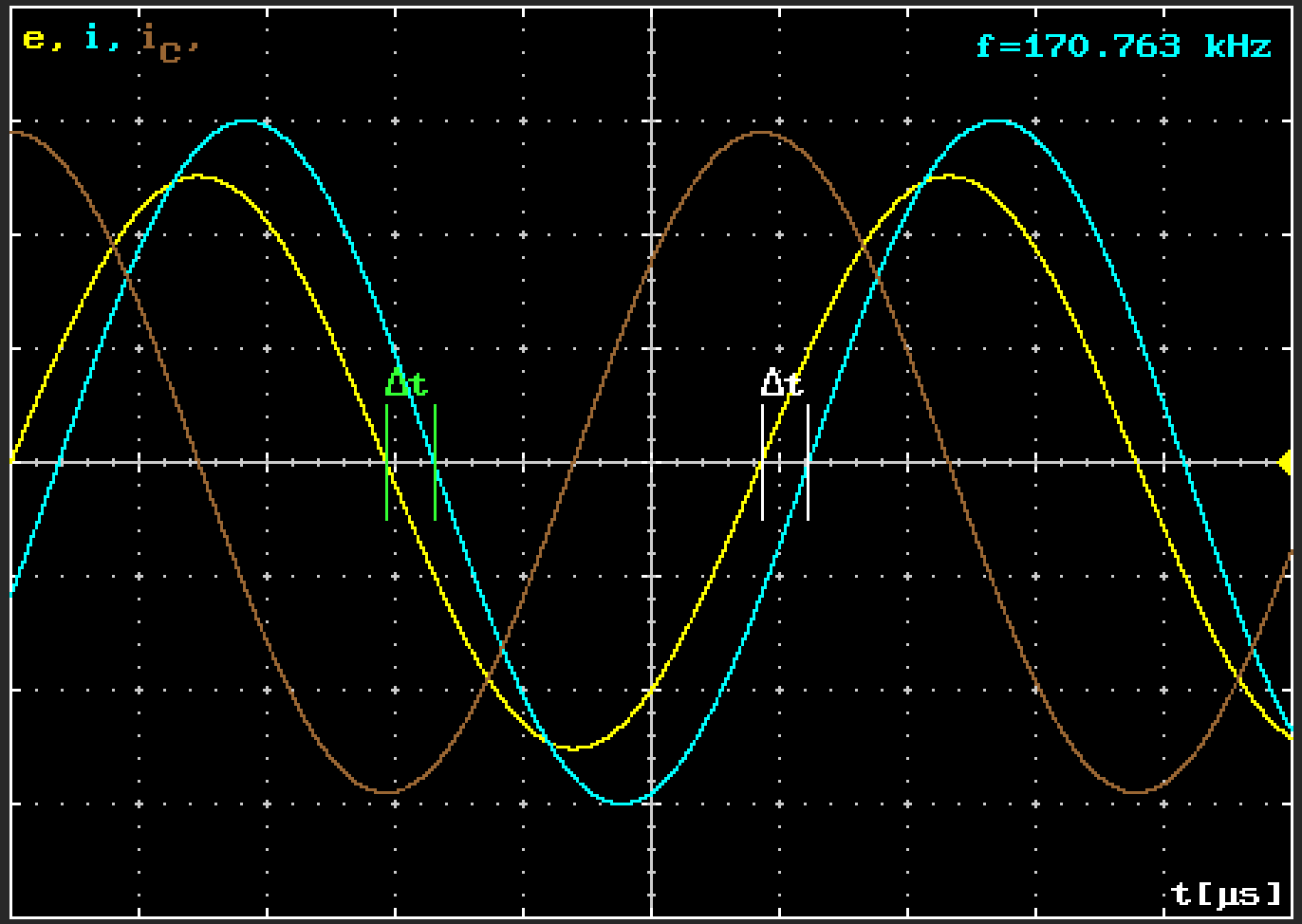
724

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 5.79993 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

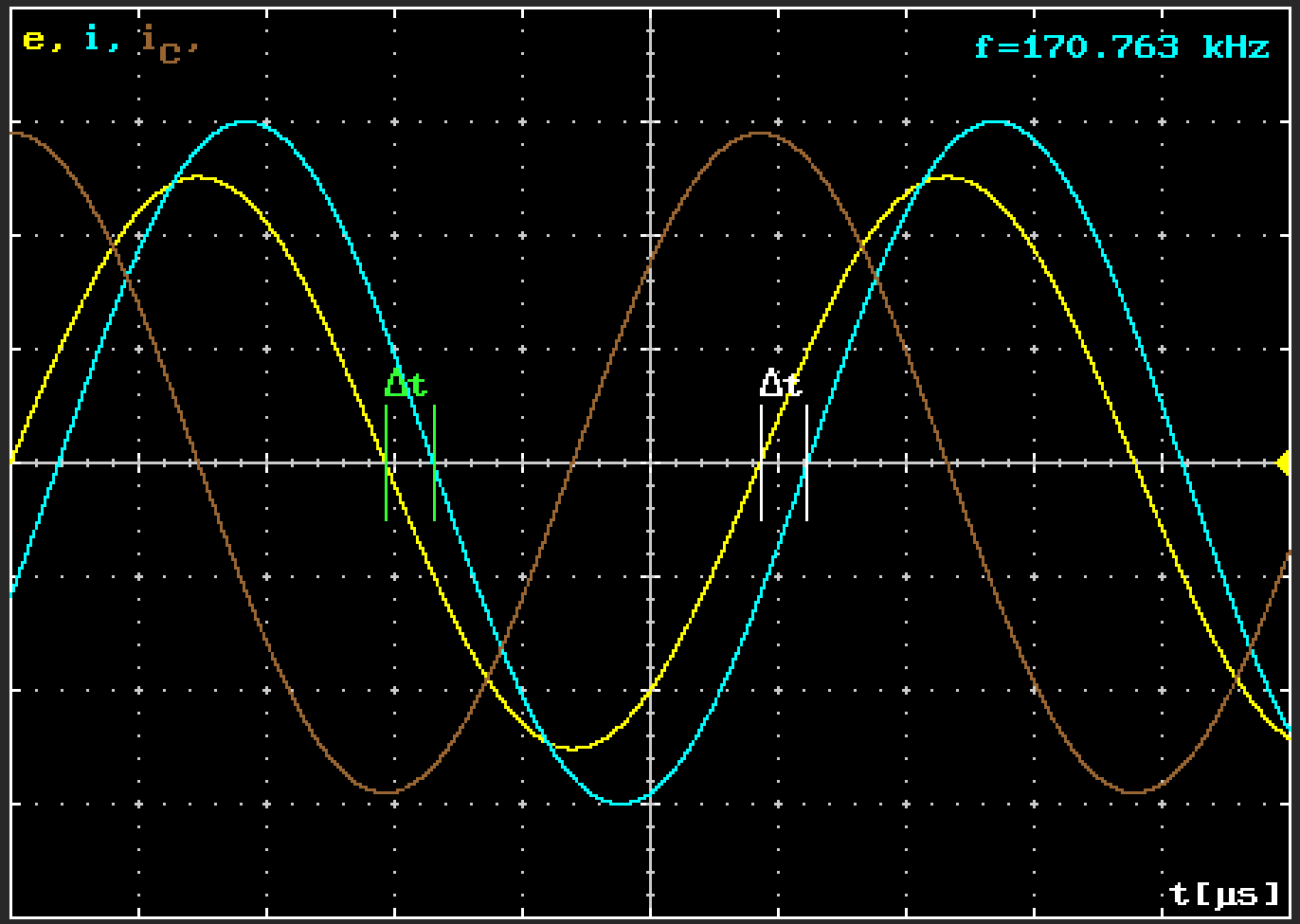
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 5.79993 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

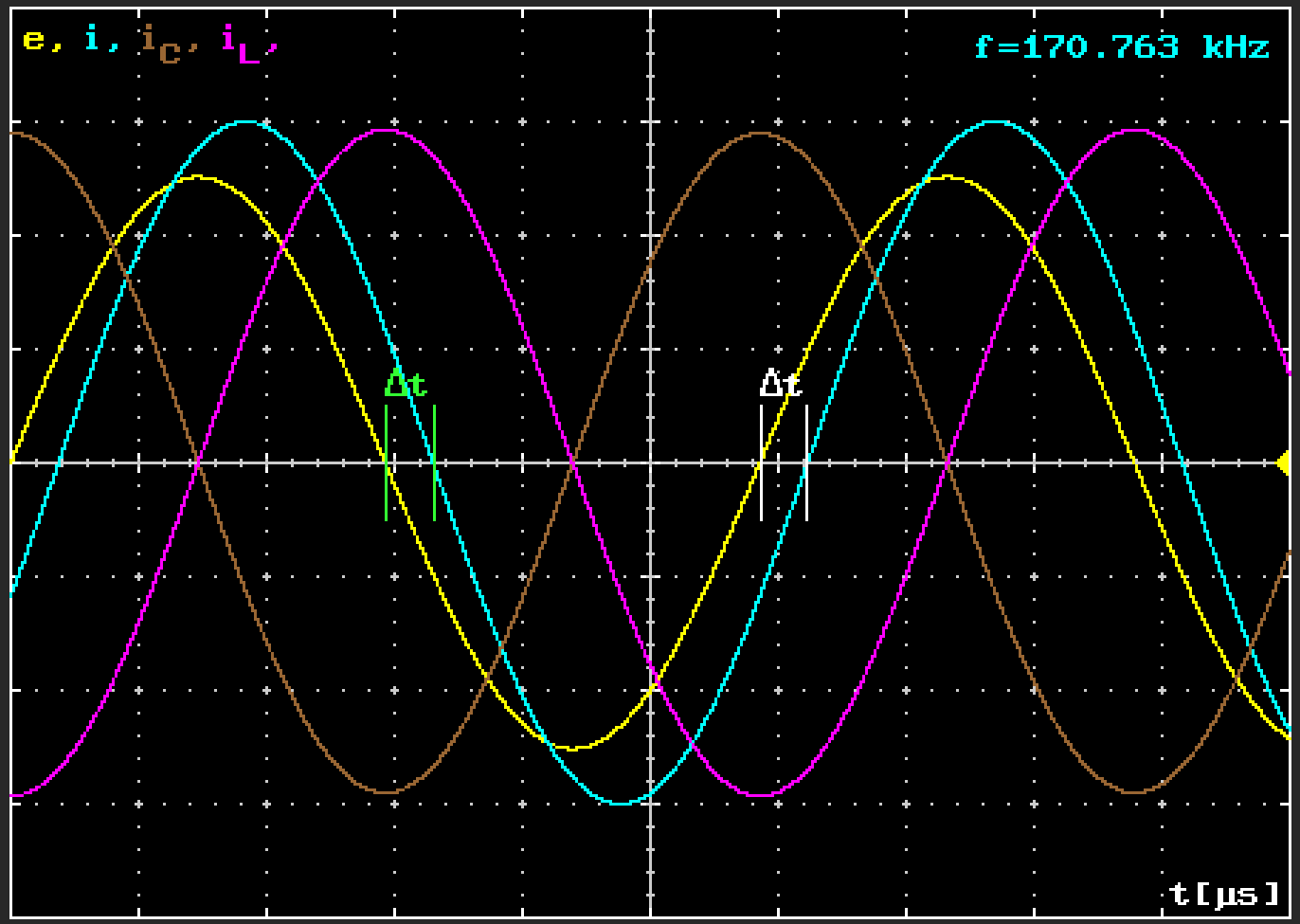
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 5.85838 mA; $\varphi_L=-90°$

I_C 5.79993 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

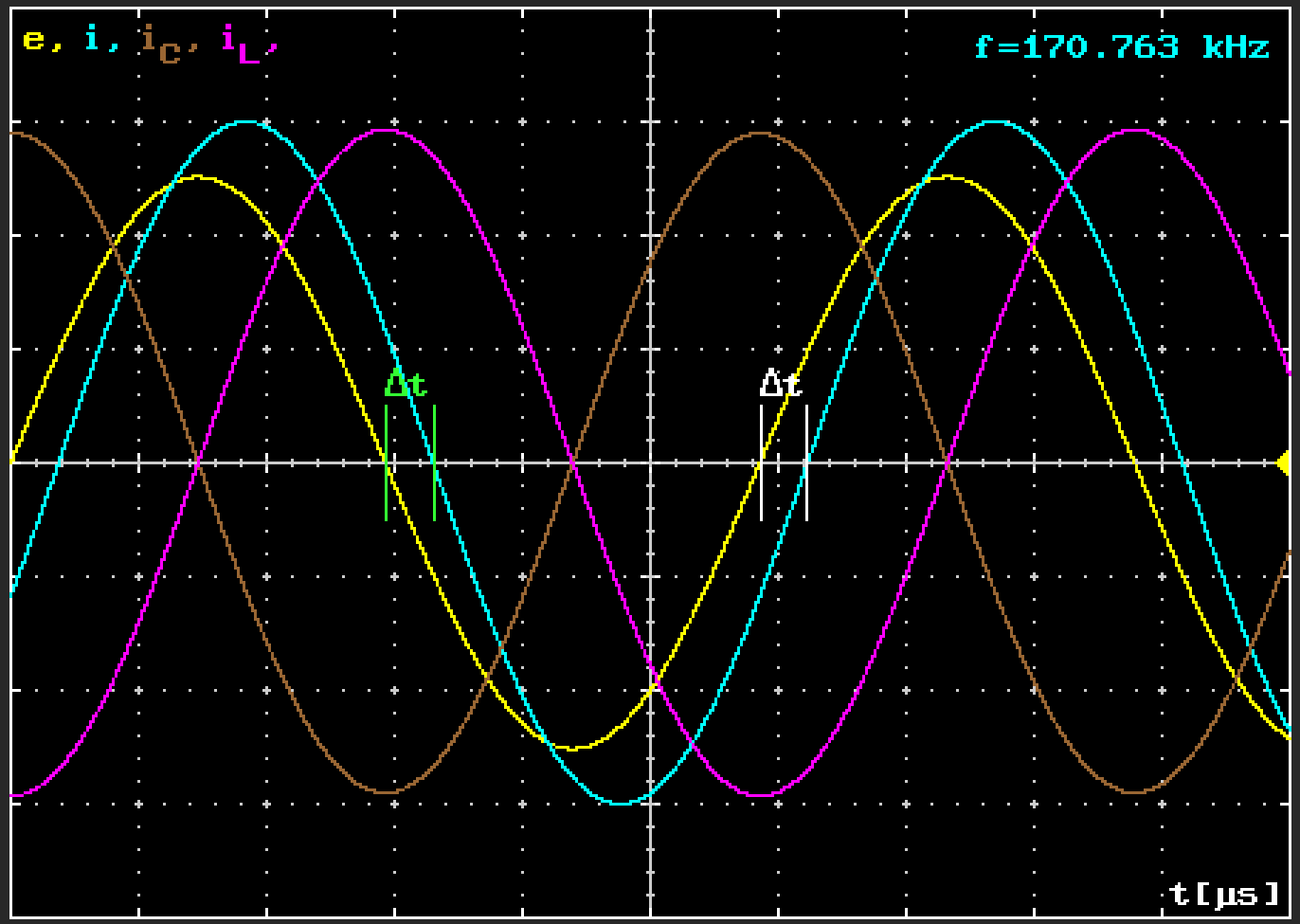
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 5.85838 mA; $\varphi_L=-90°$

I_C 5.79993 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=-22.93°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

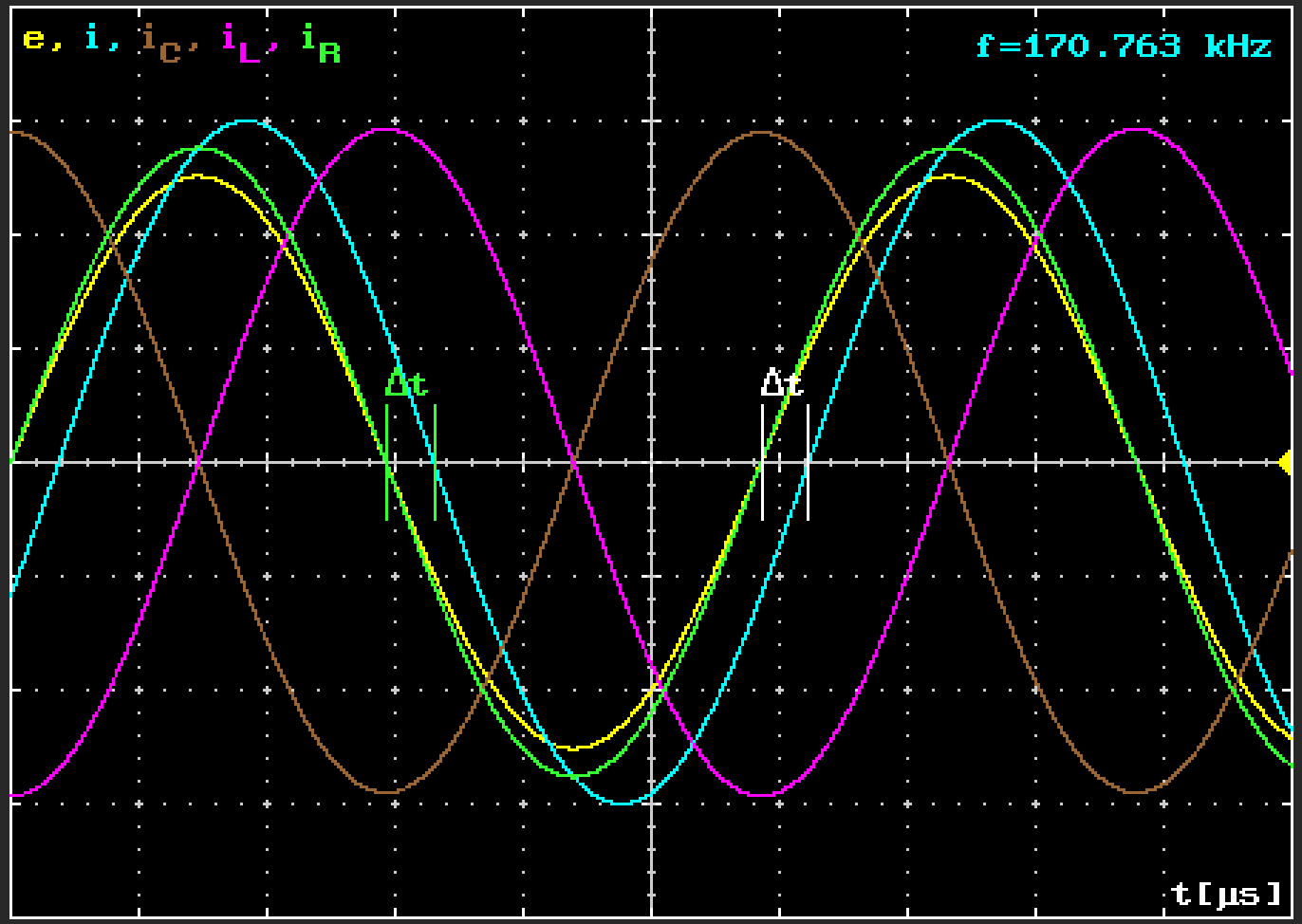
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	138.146 µA; φ_R=0°
I_L	5.85838 mA; φ_L=−90°
I_C	5.79993 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−22.93°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

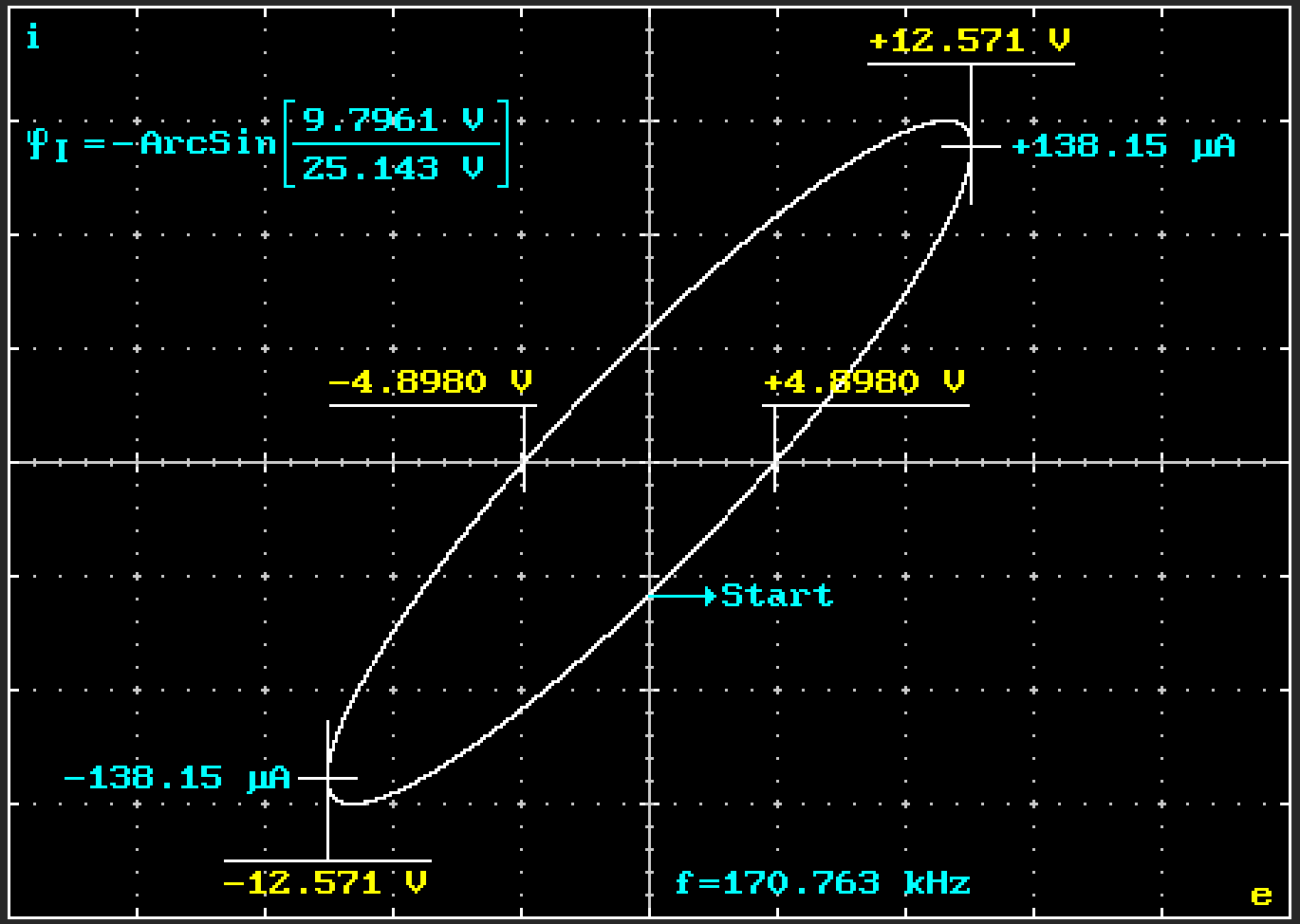
729

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.93 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= -0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	138.146 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	5.85838 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	5.79993 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-22.93°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=171.278 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=155.5 ns-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

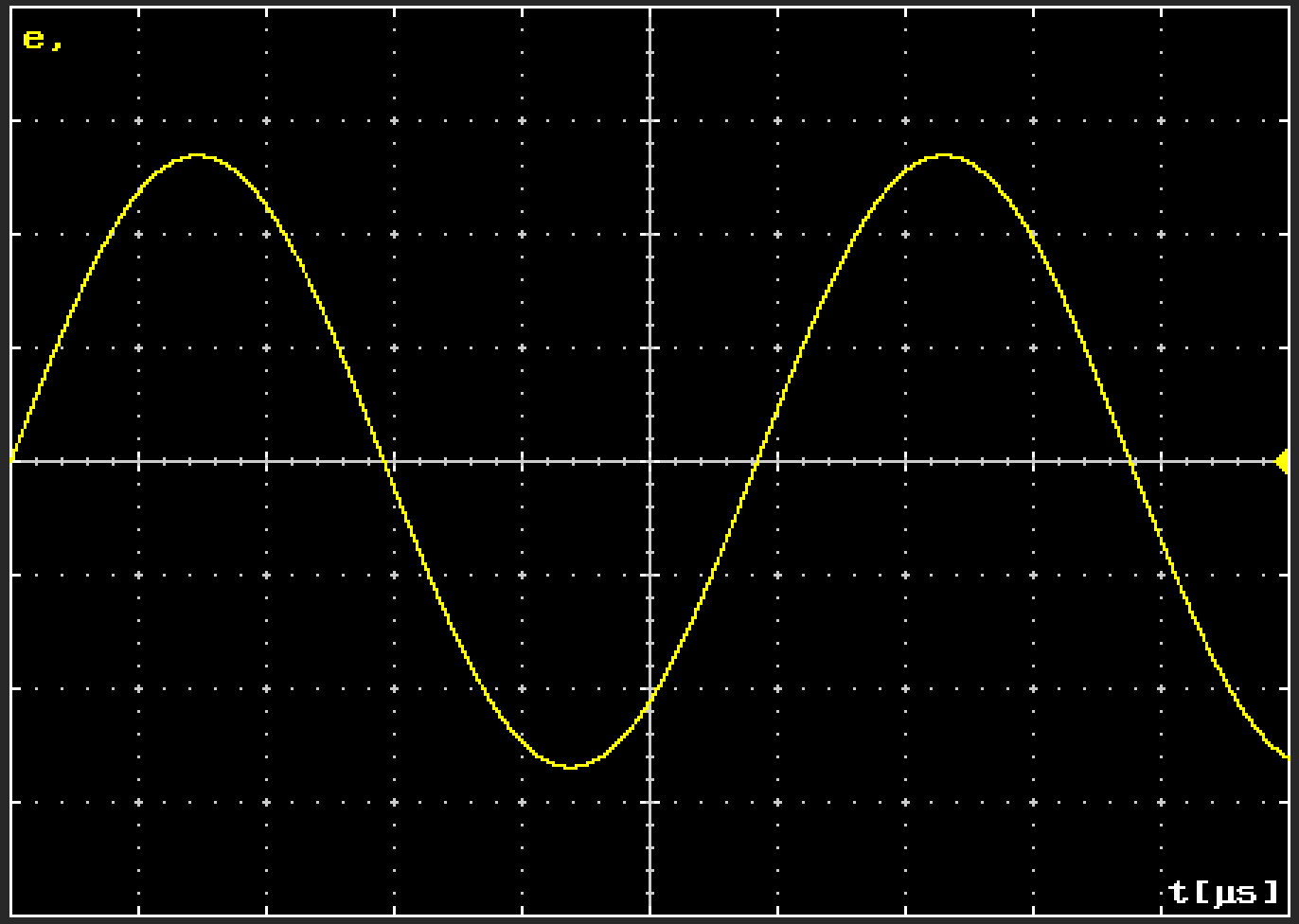
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

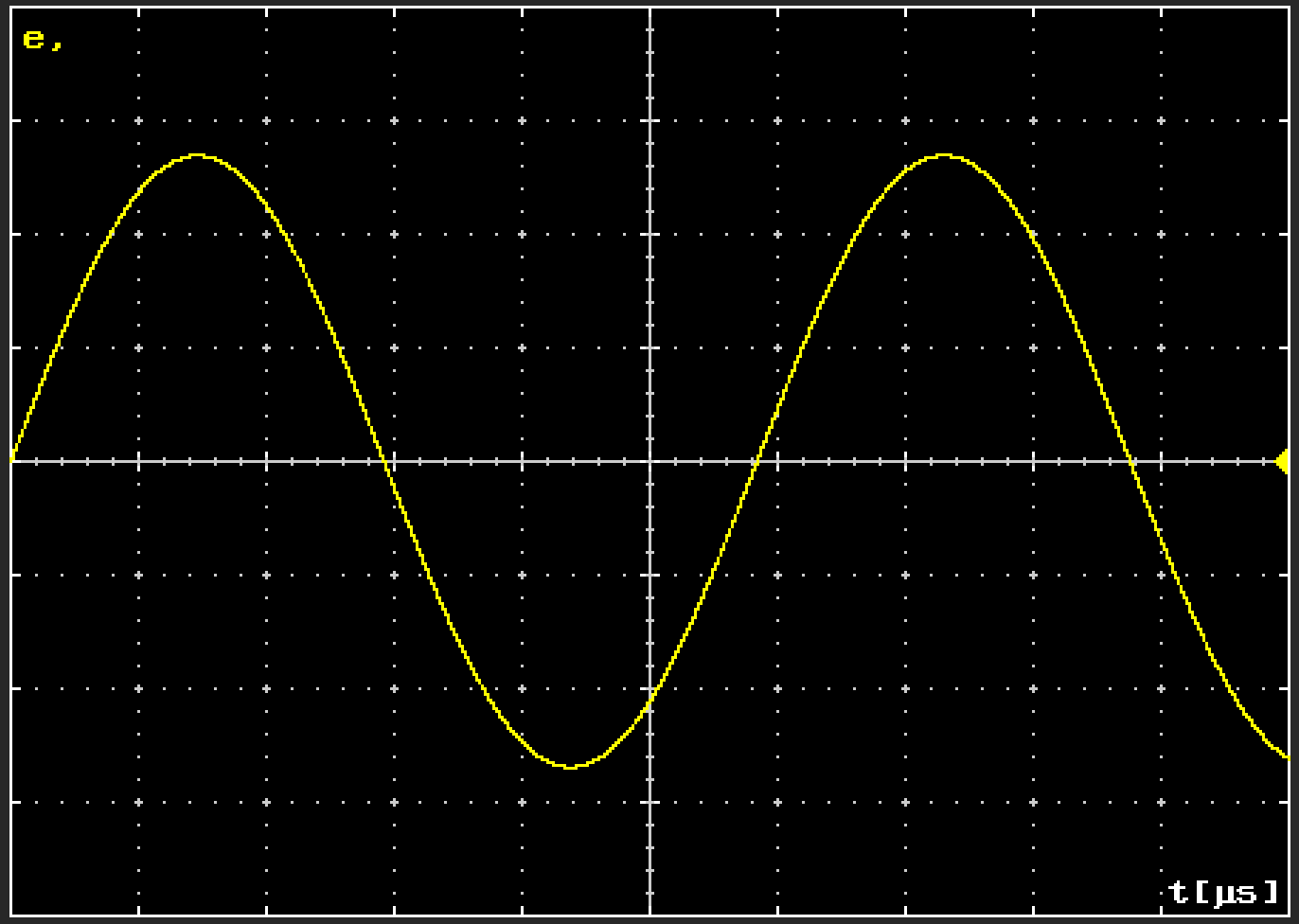
732

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]	

1 t[µs/div]

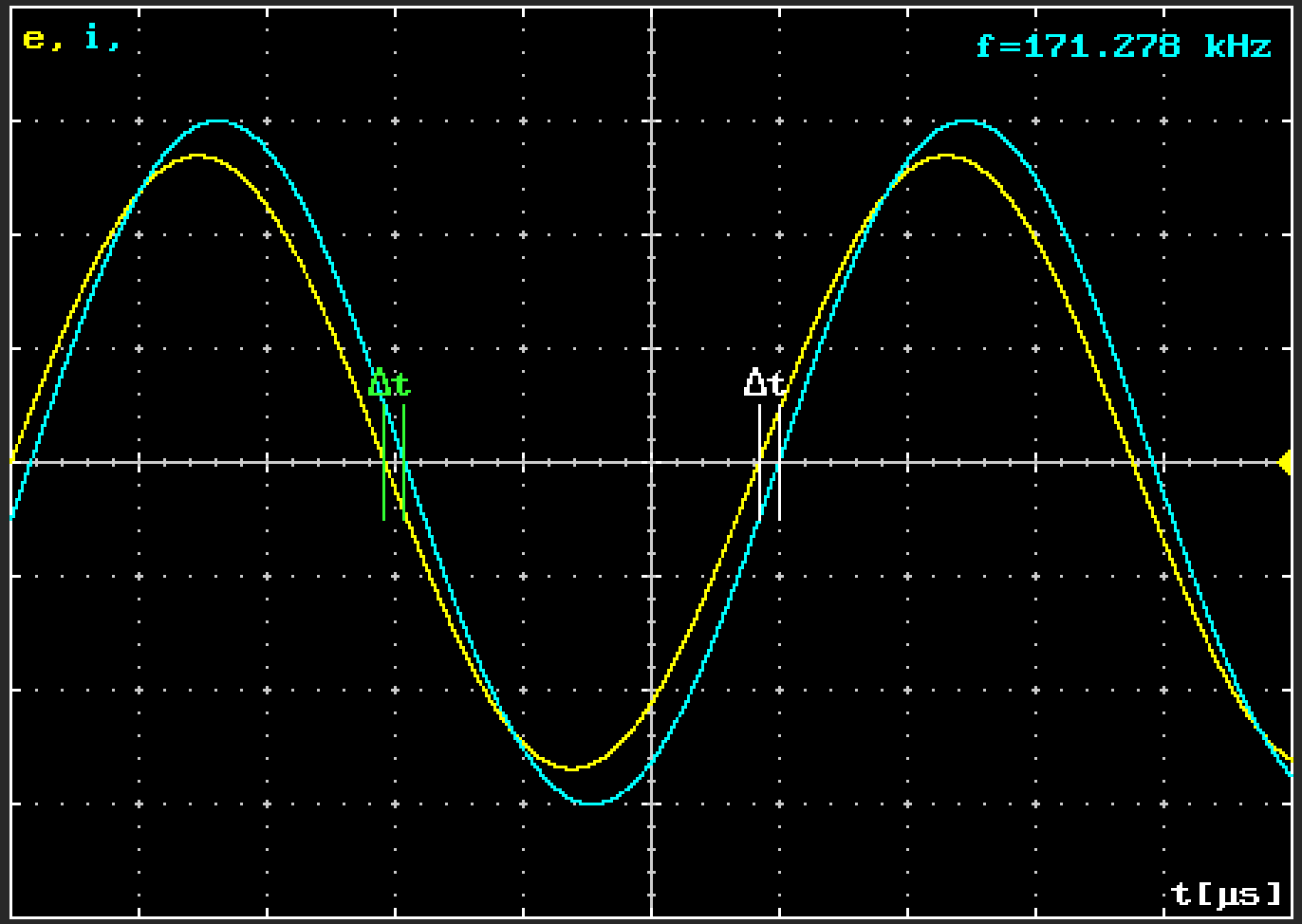
733

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

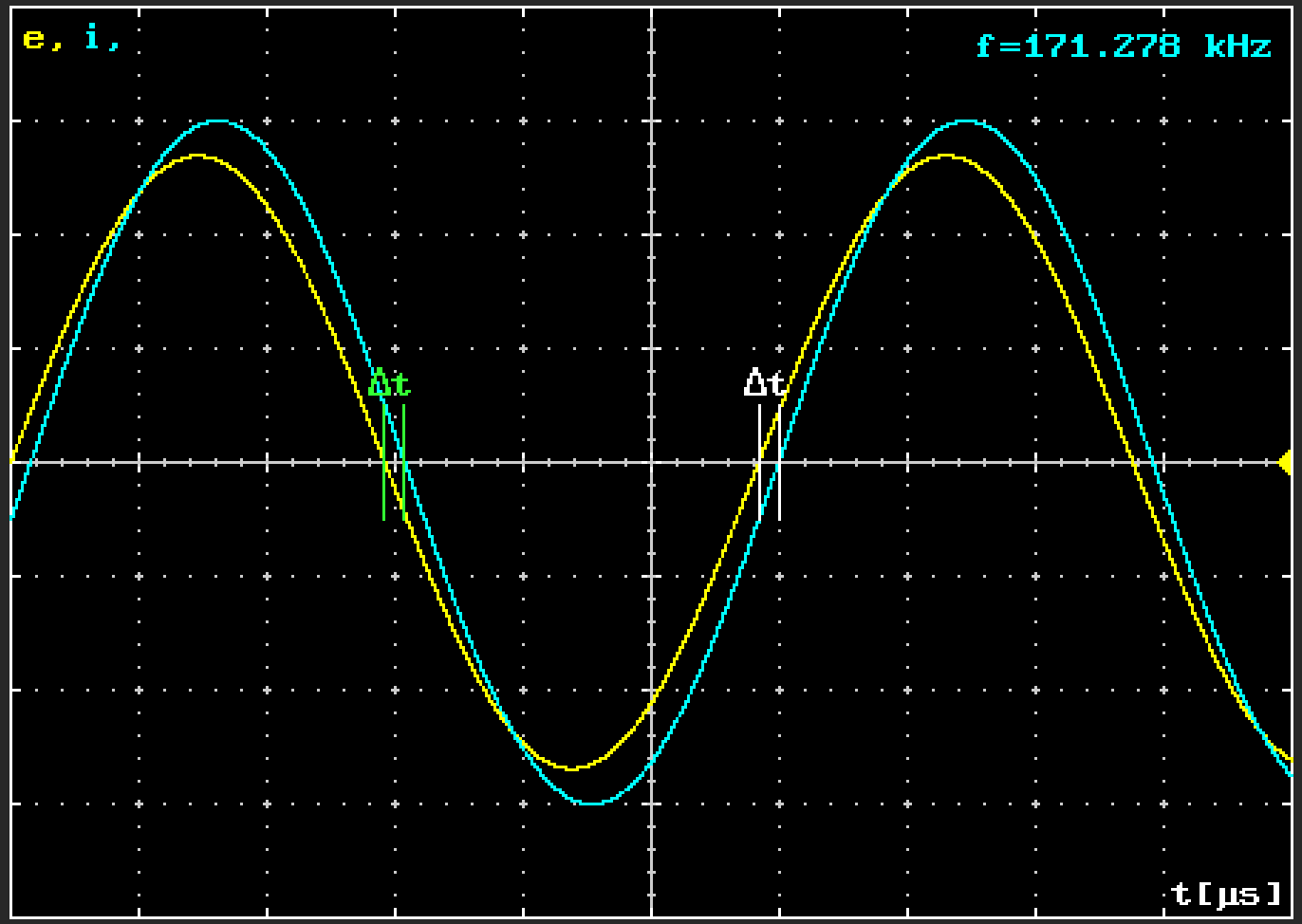
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

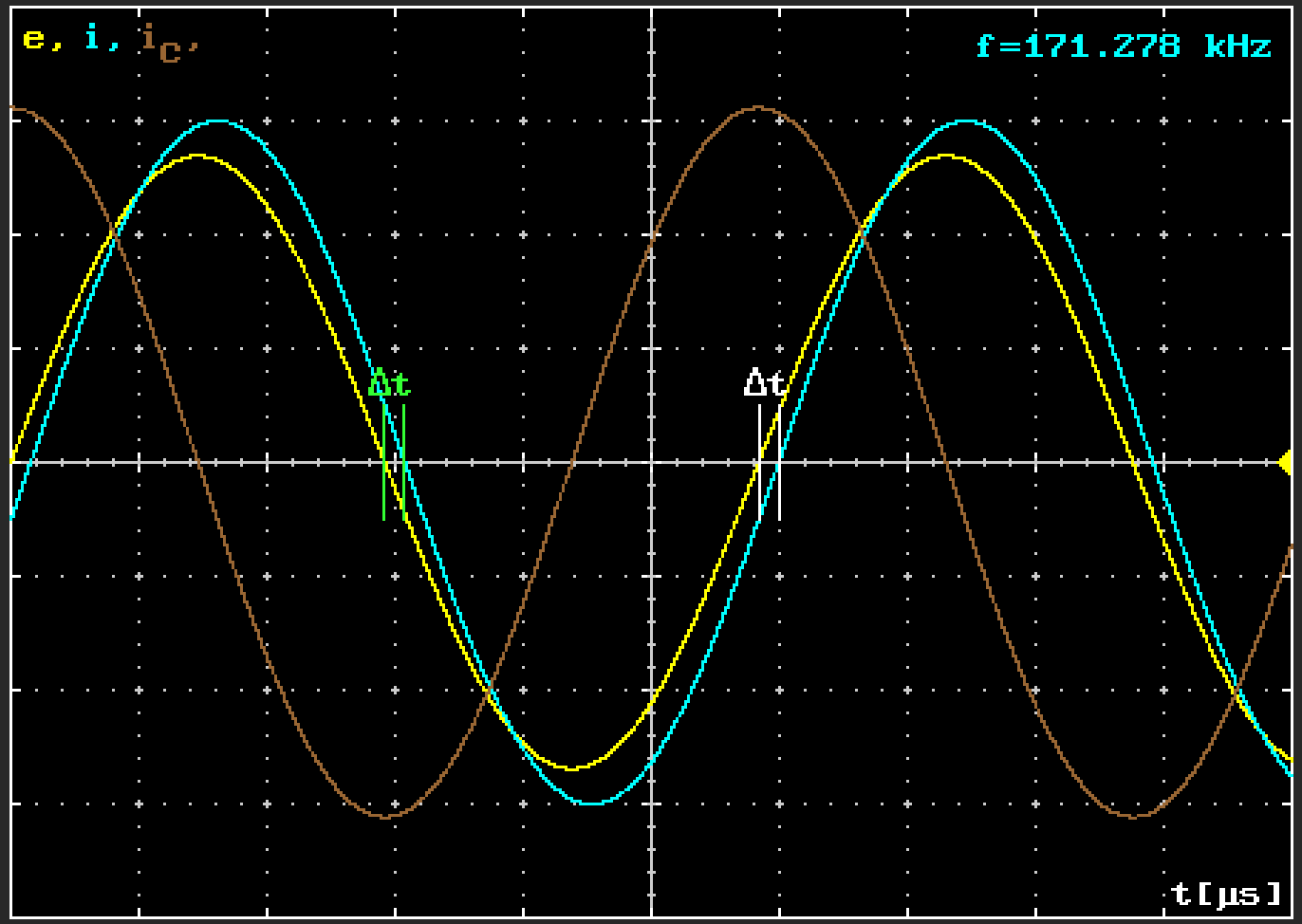
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

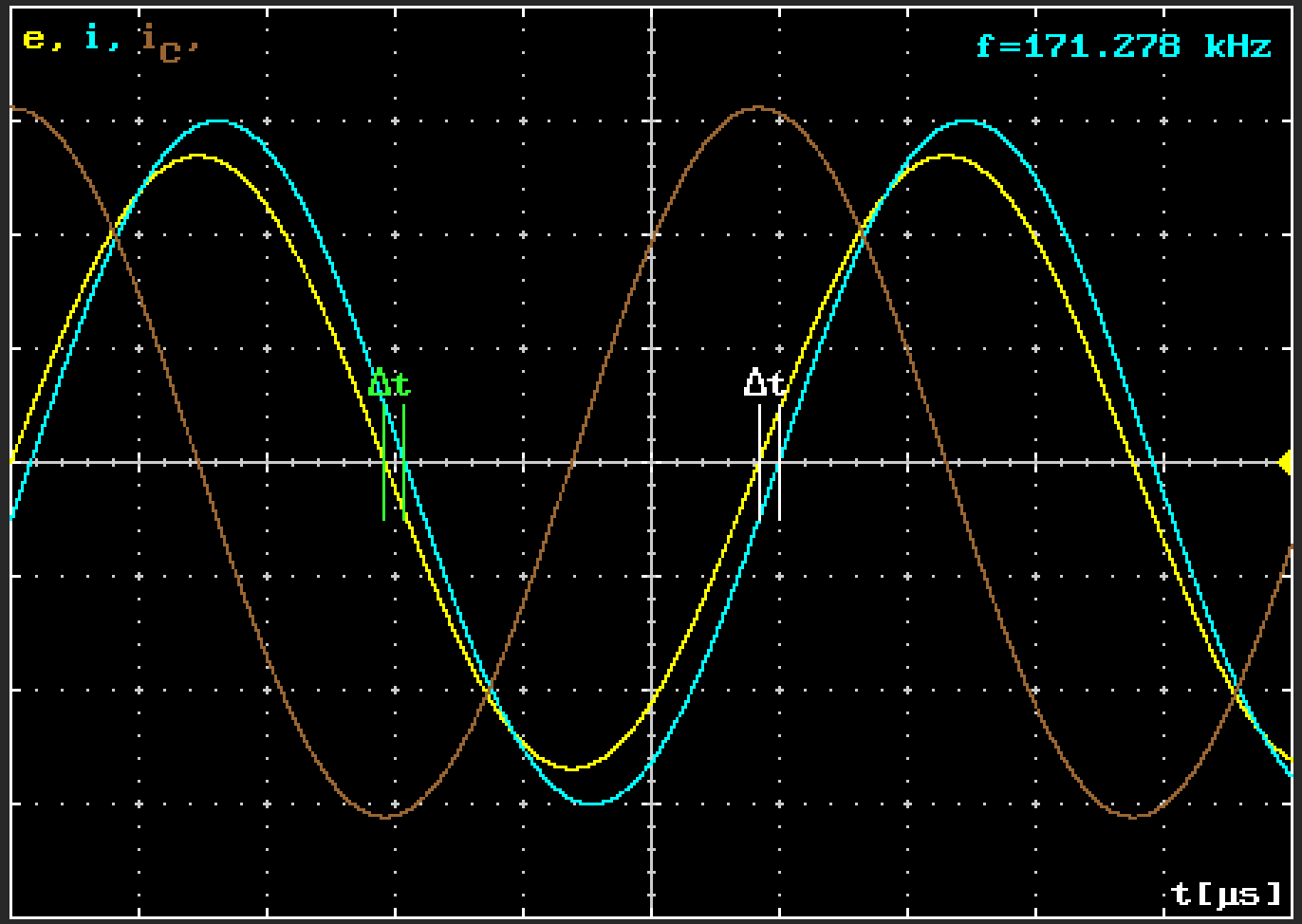
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

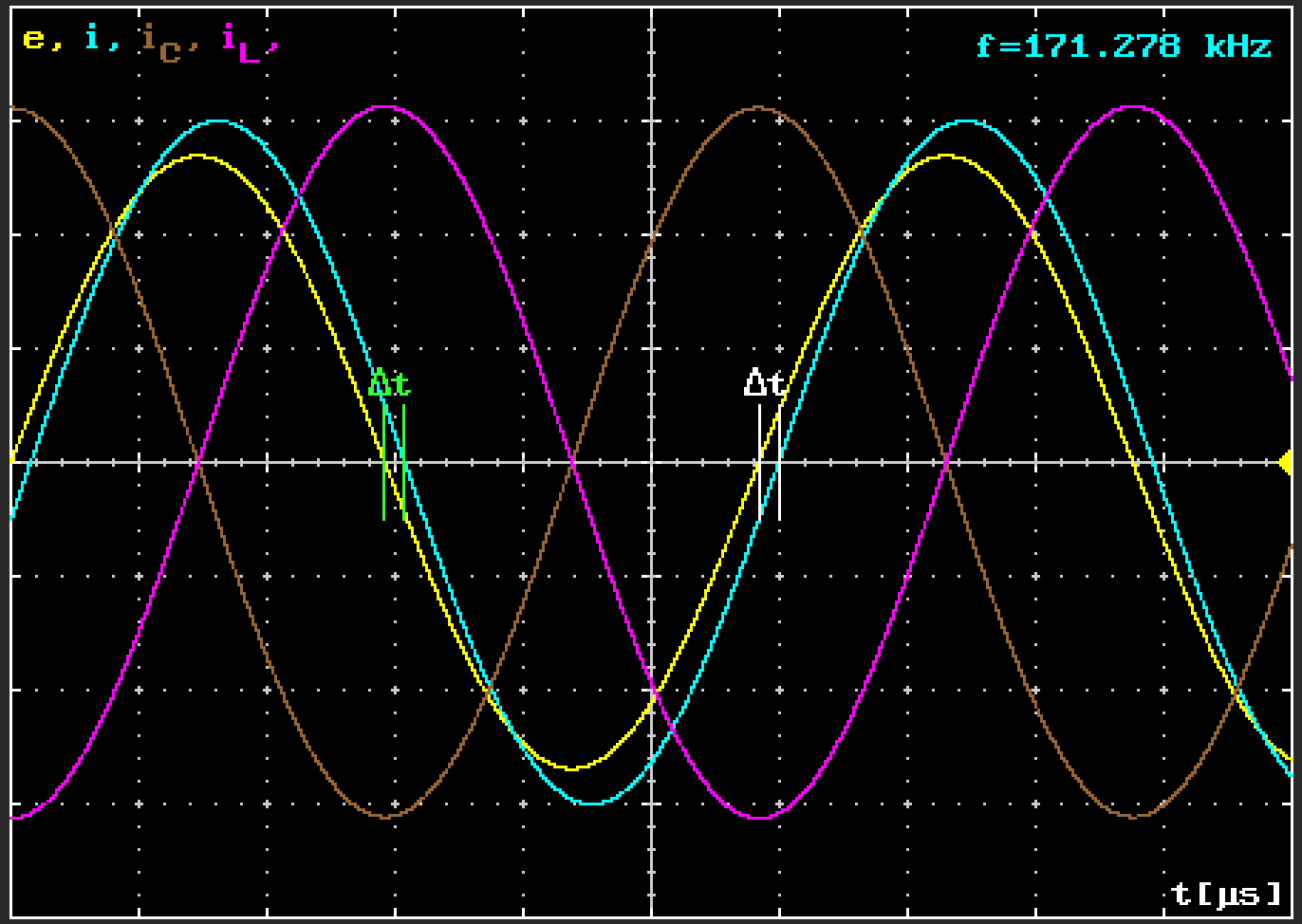
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	6.25334 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

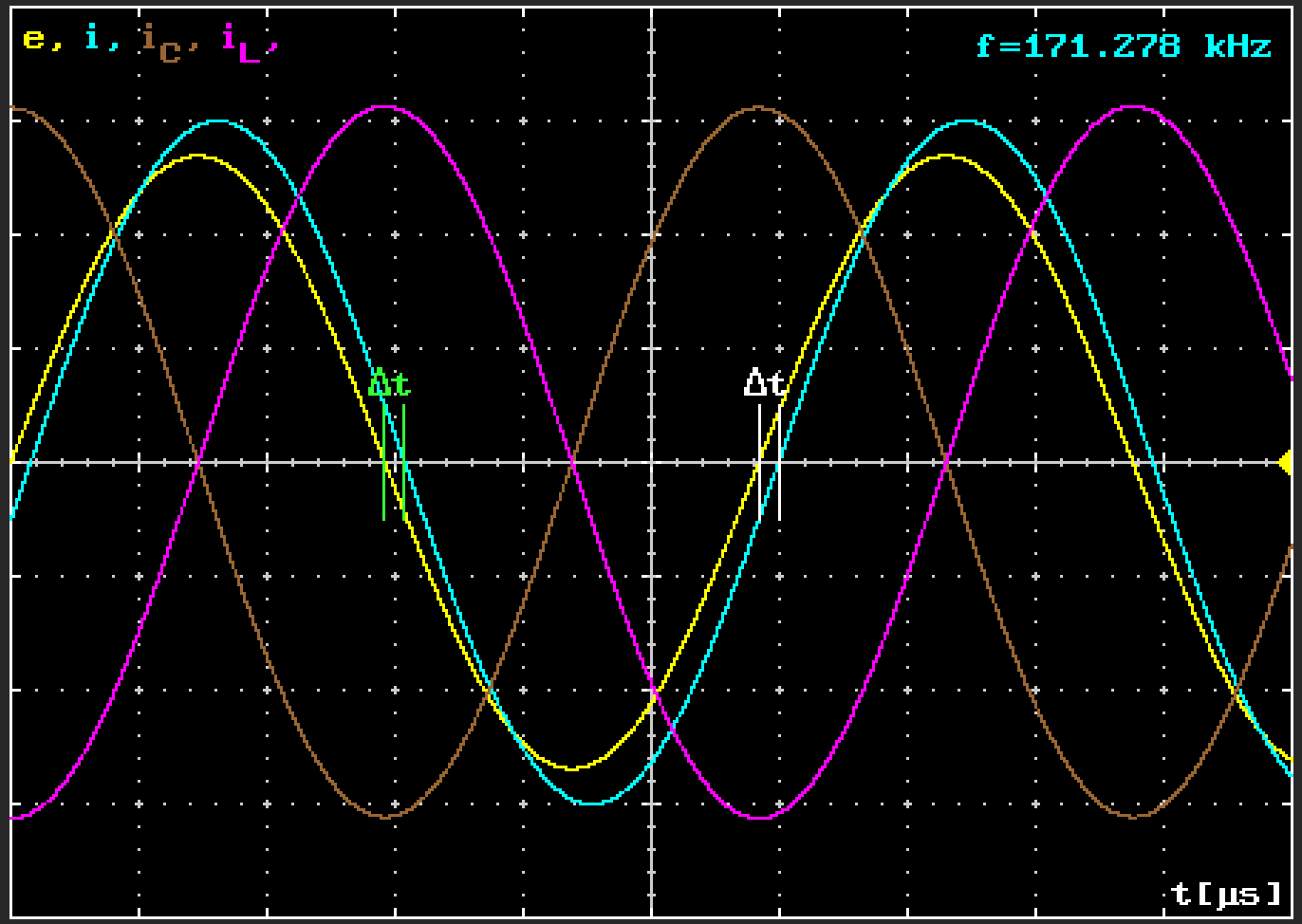
738

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	6.25334 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

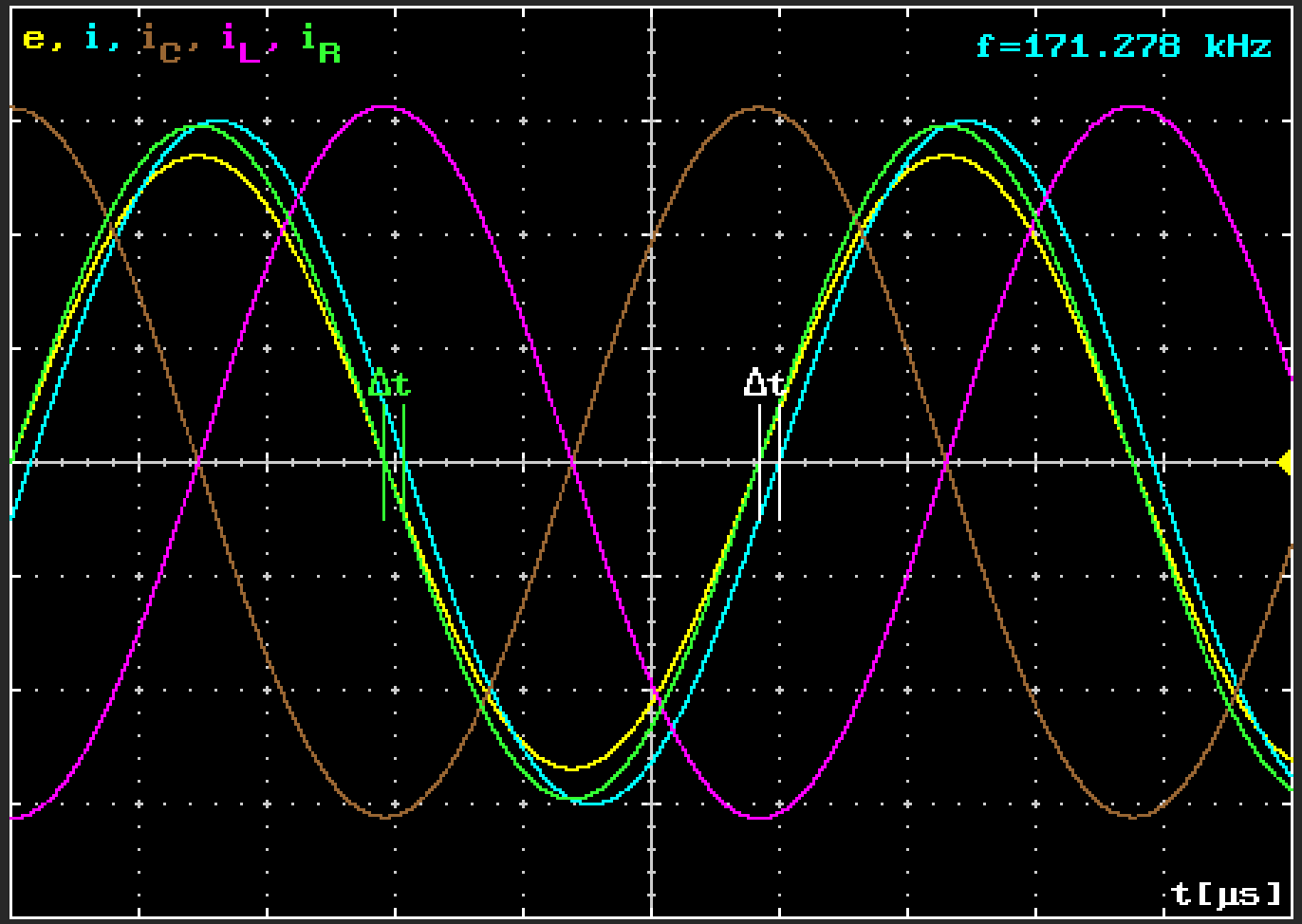
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	147.905 µA; φ_R=0°
I_L	6.25334 mA; φ_L=−90°
I_C	6.22835 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−9.59°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

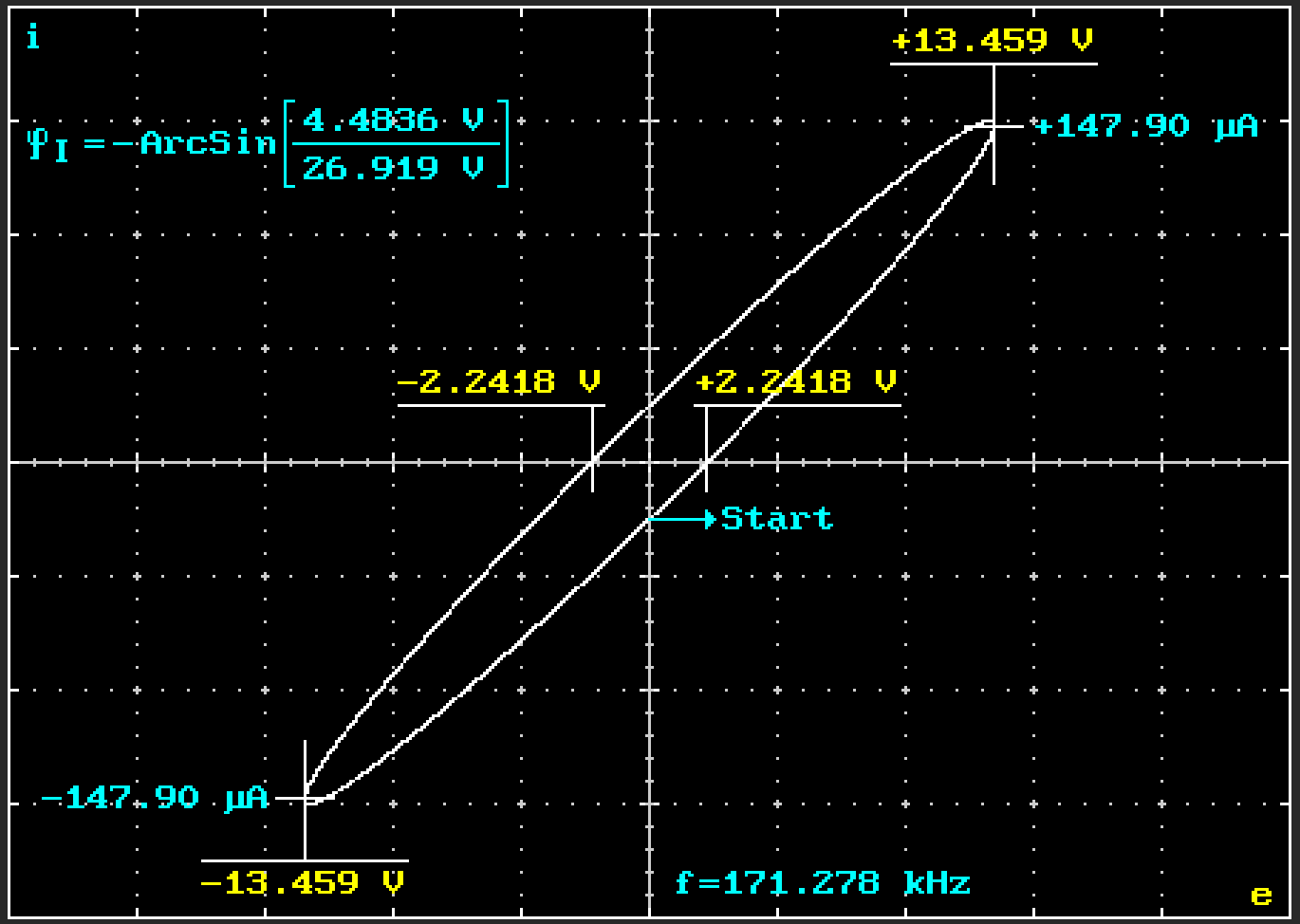
740

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.905 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.25334 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 μA; $\varphi_I=-9.59°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

f=171.450 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia előtt

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=78.00 ns-ot késik az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör induktív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4
5	50	2	2	50
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]

1
t[µs/div]

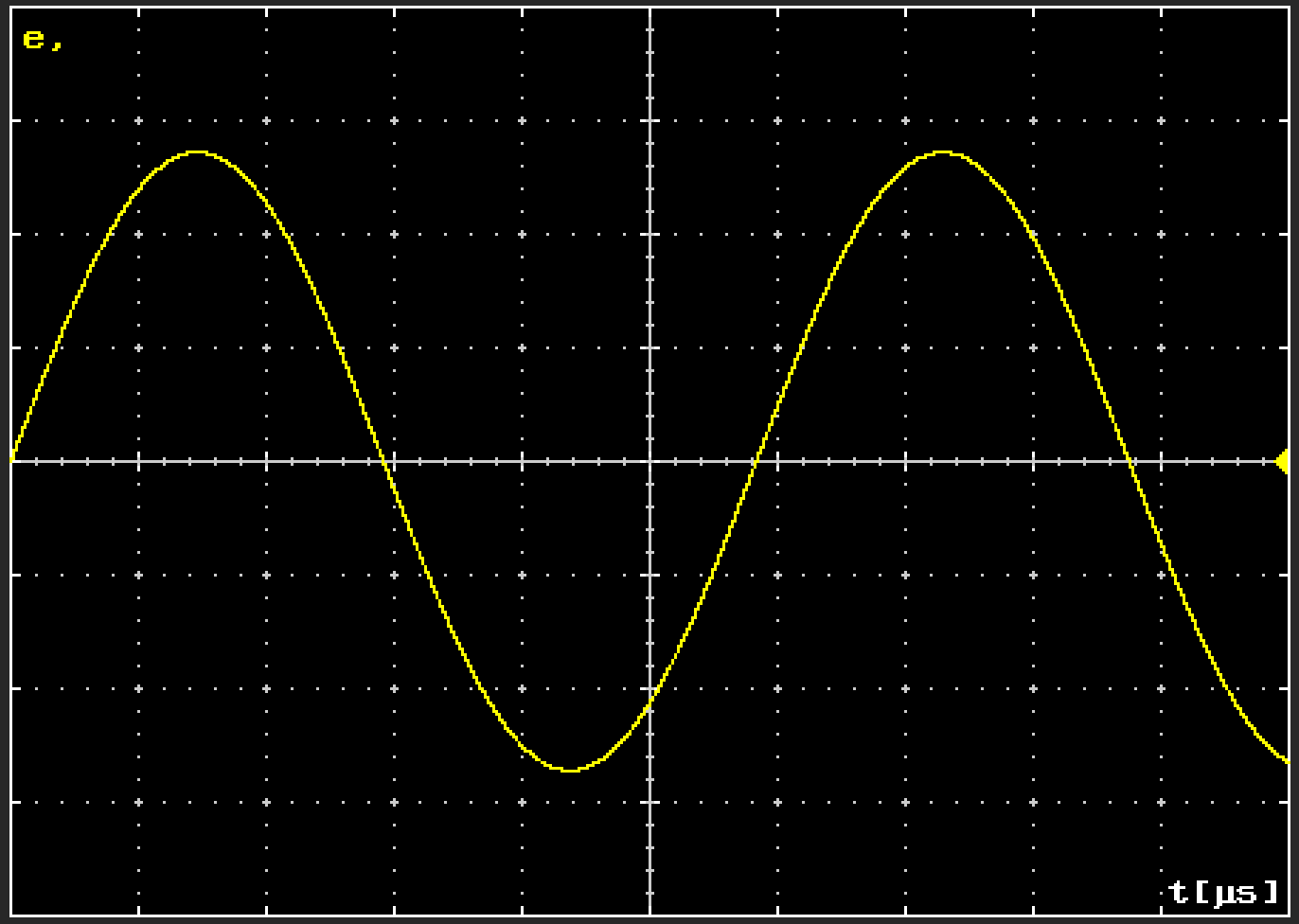
742

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

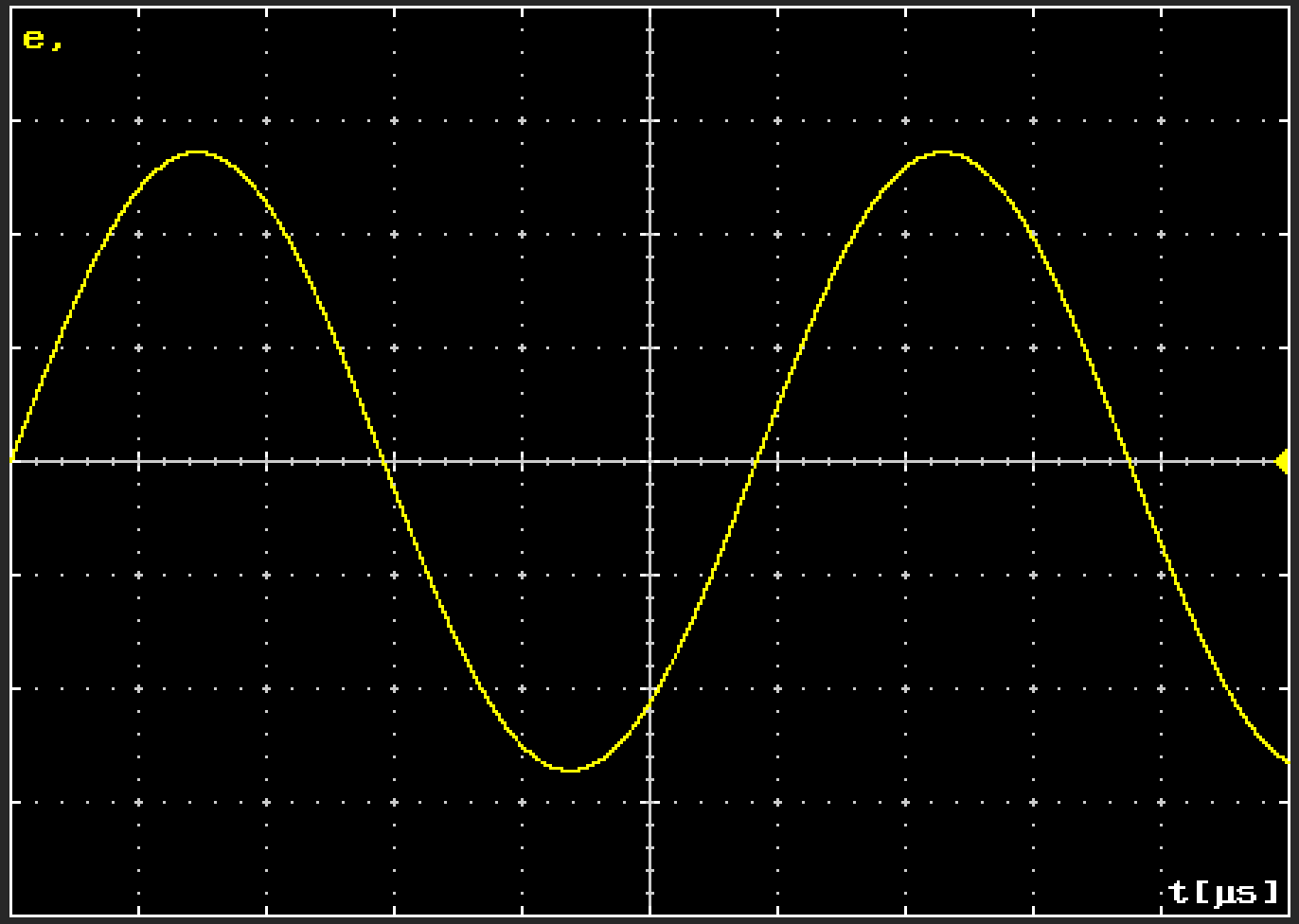
743

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

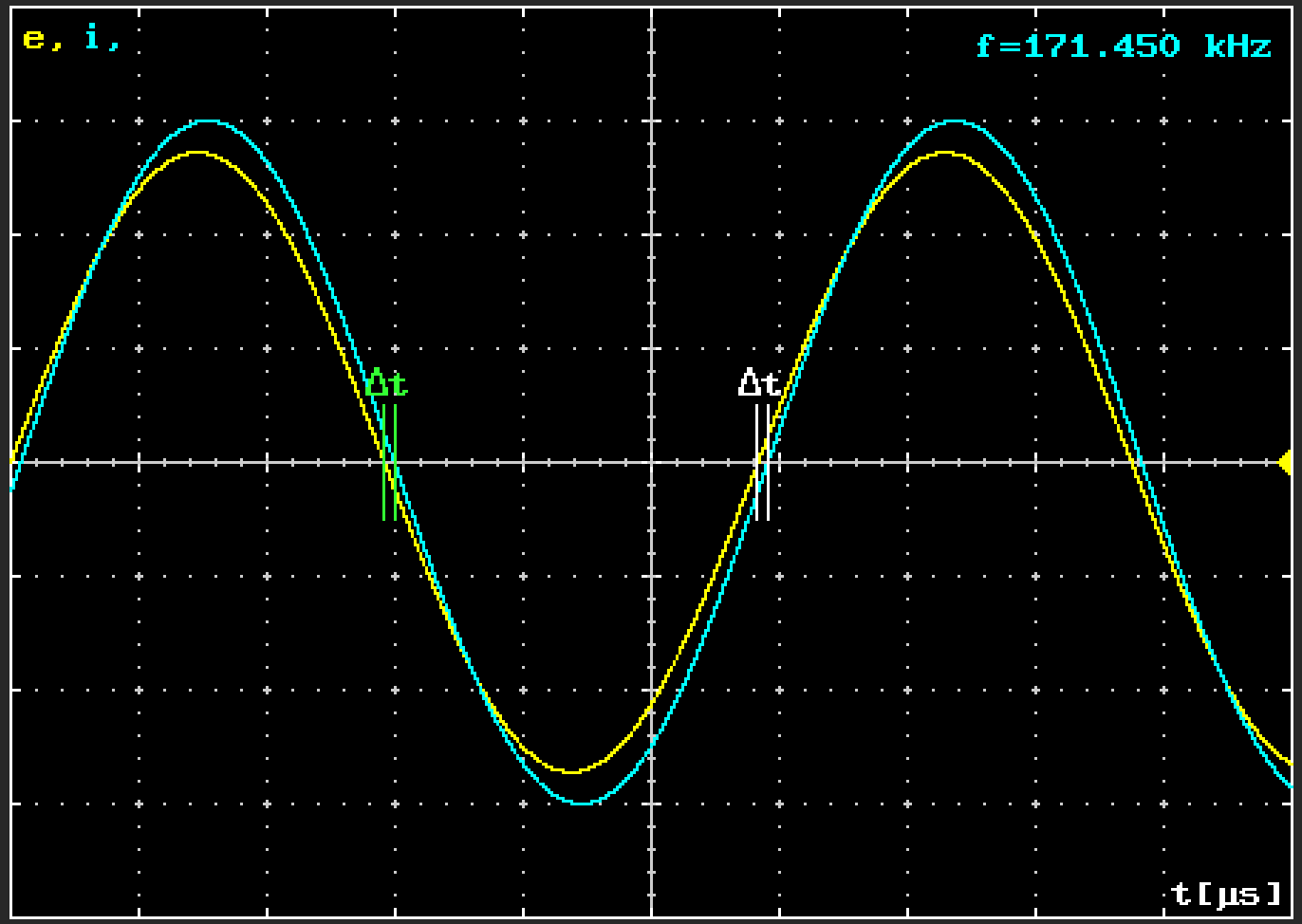
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

744

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 μS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

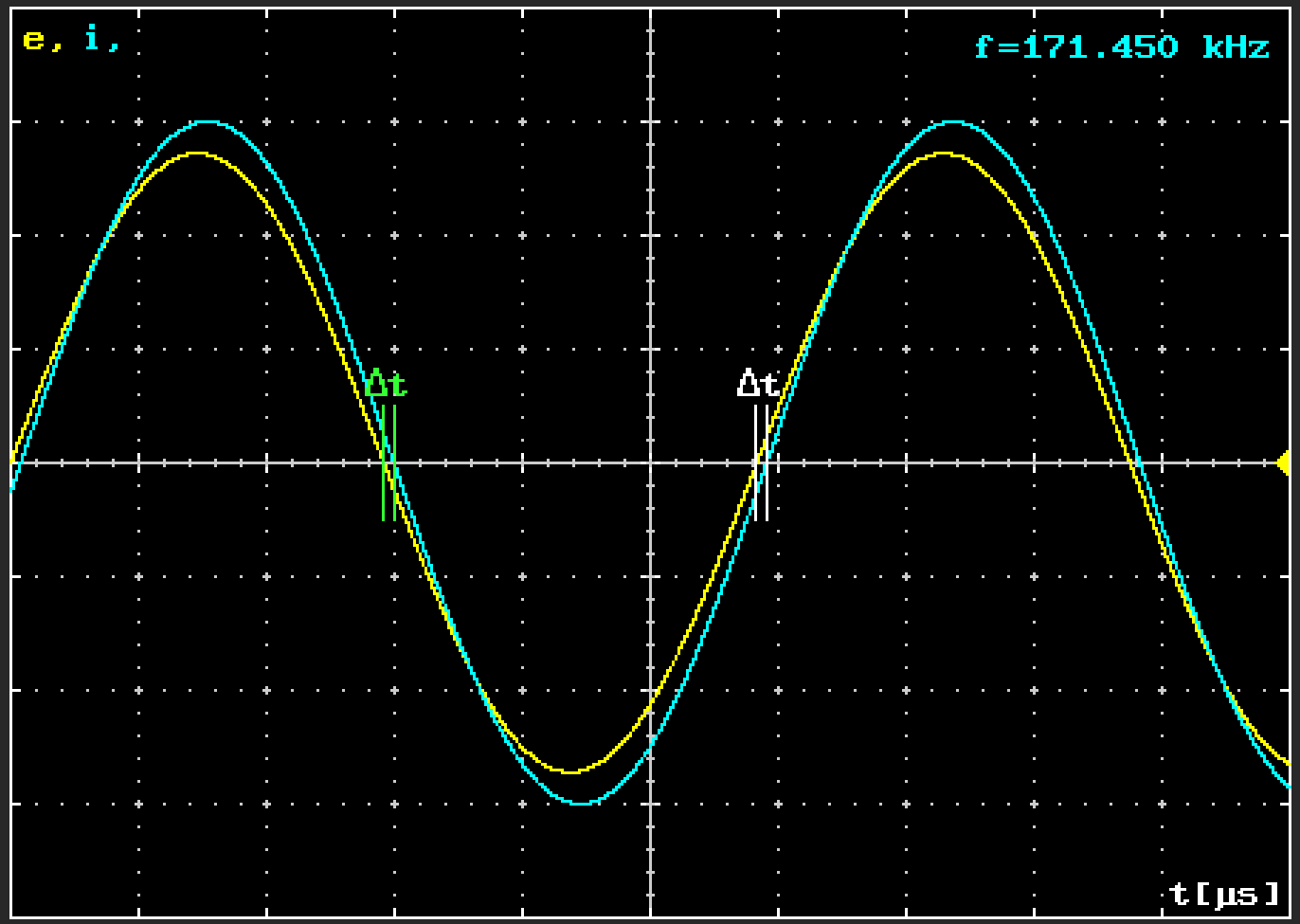
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 μS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_C	
I_0	150 μA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

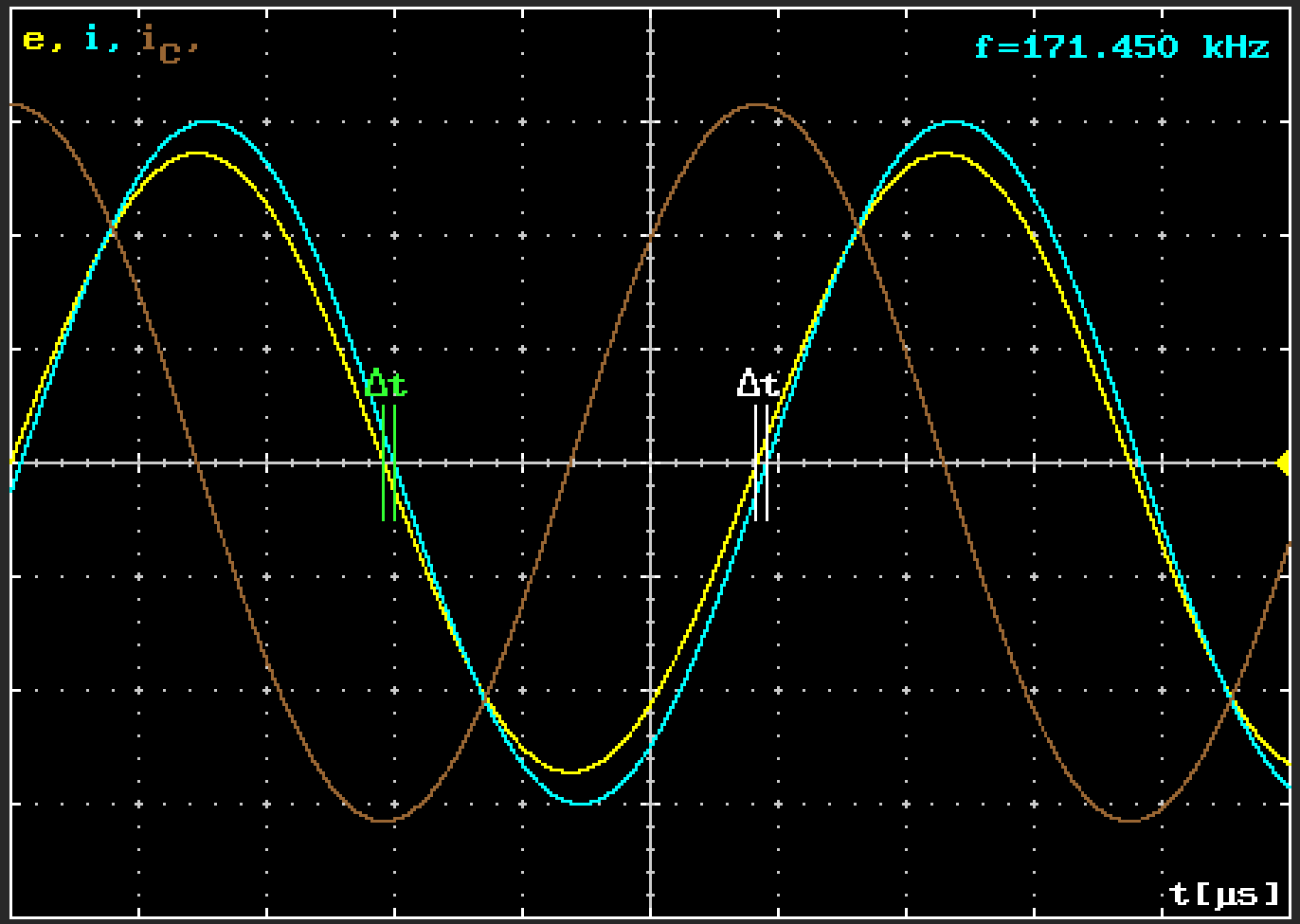
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

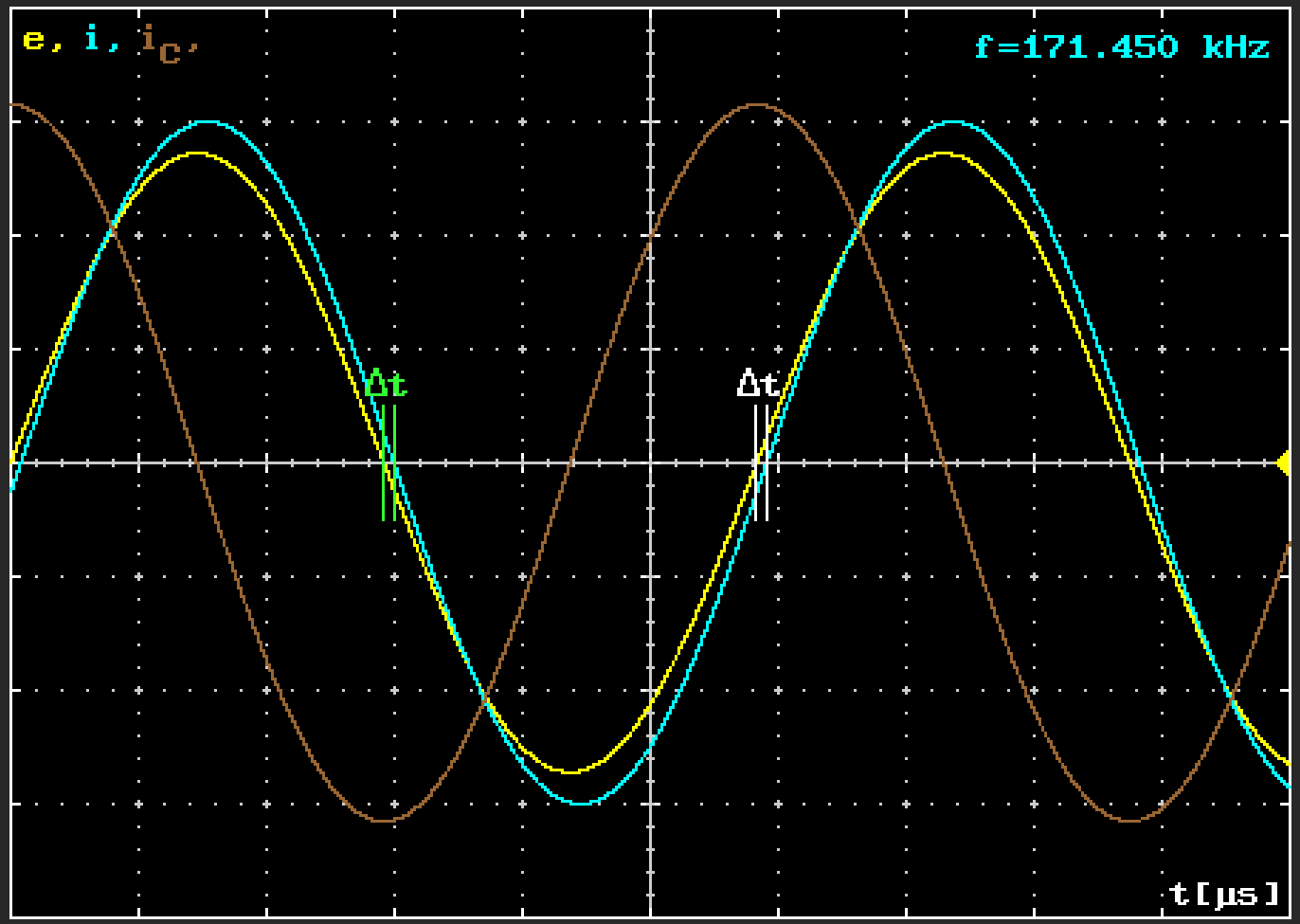
747

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

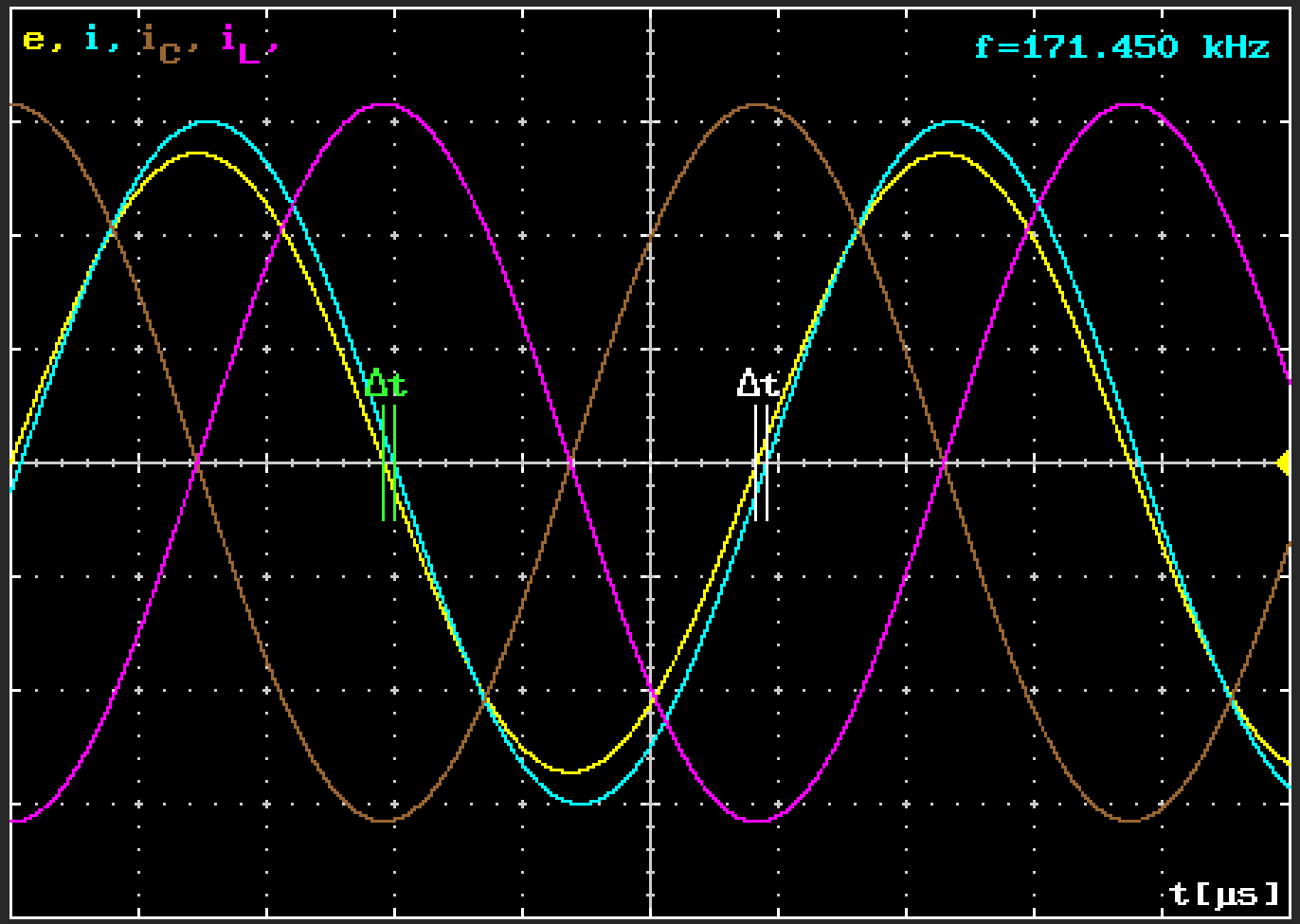
748

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.31321 mA; φ_L=−90°
I_C	6.30063 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−4.81°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

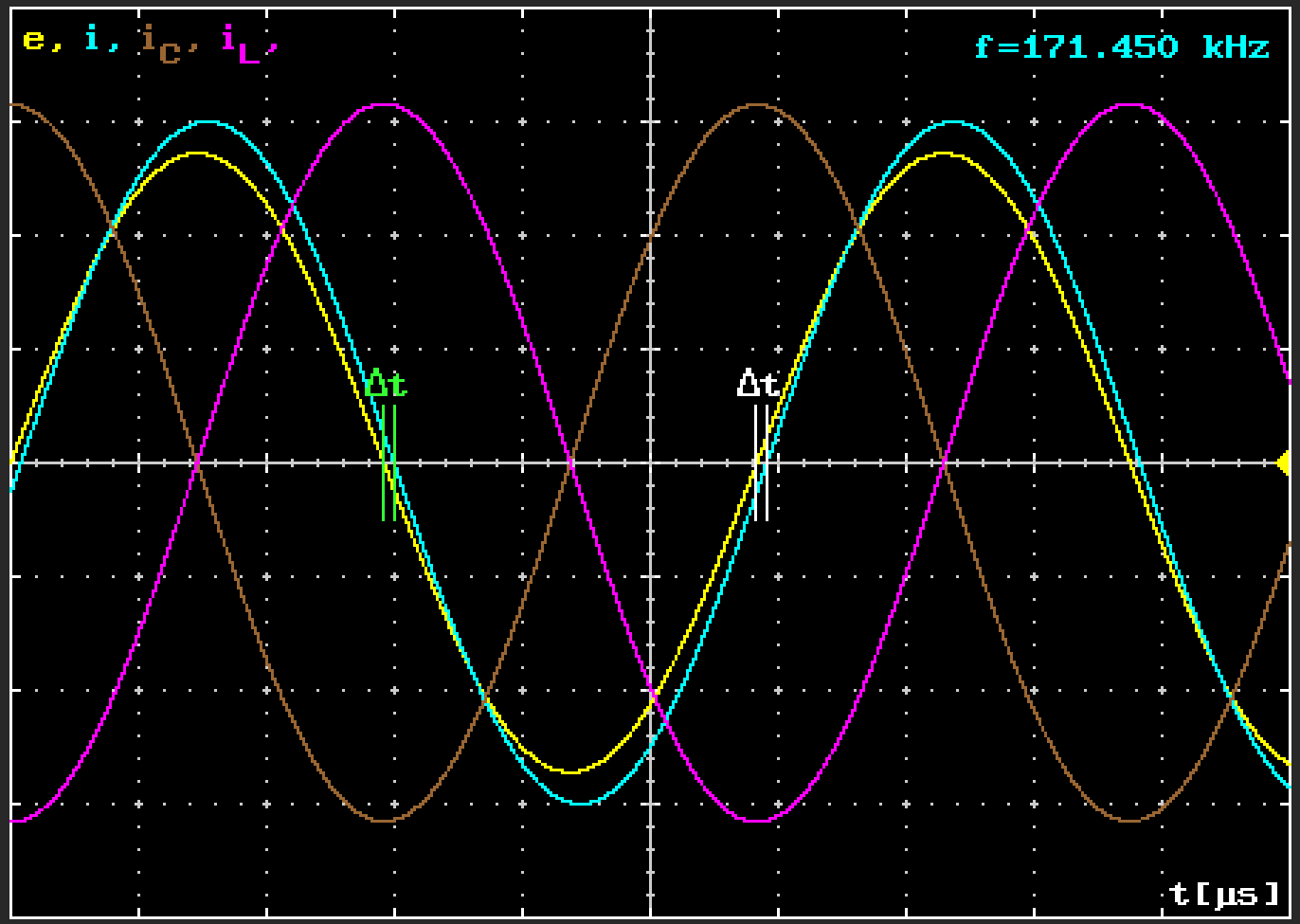
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.31321 mA; φ_L=−90°
I_C	6.30063 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−4.81°

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

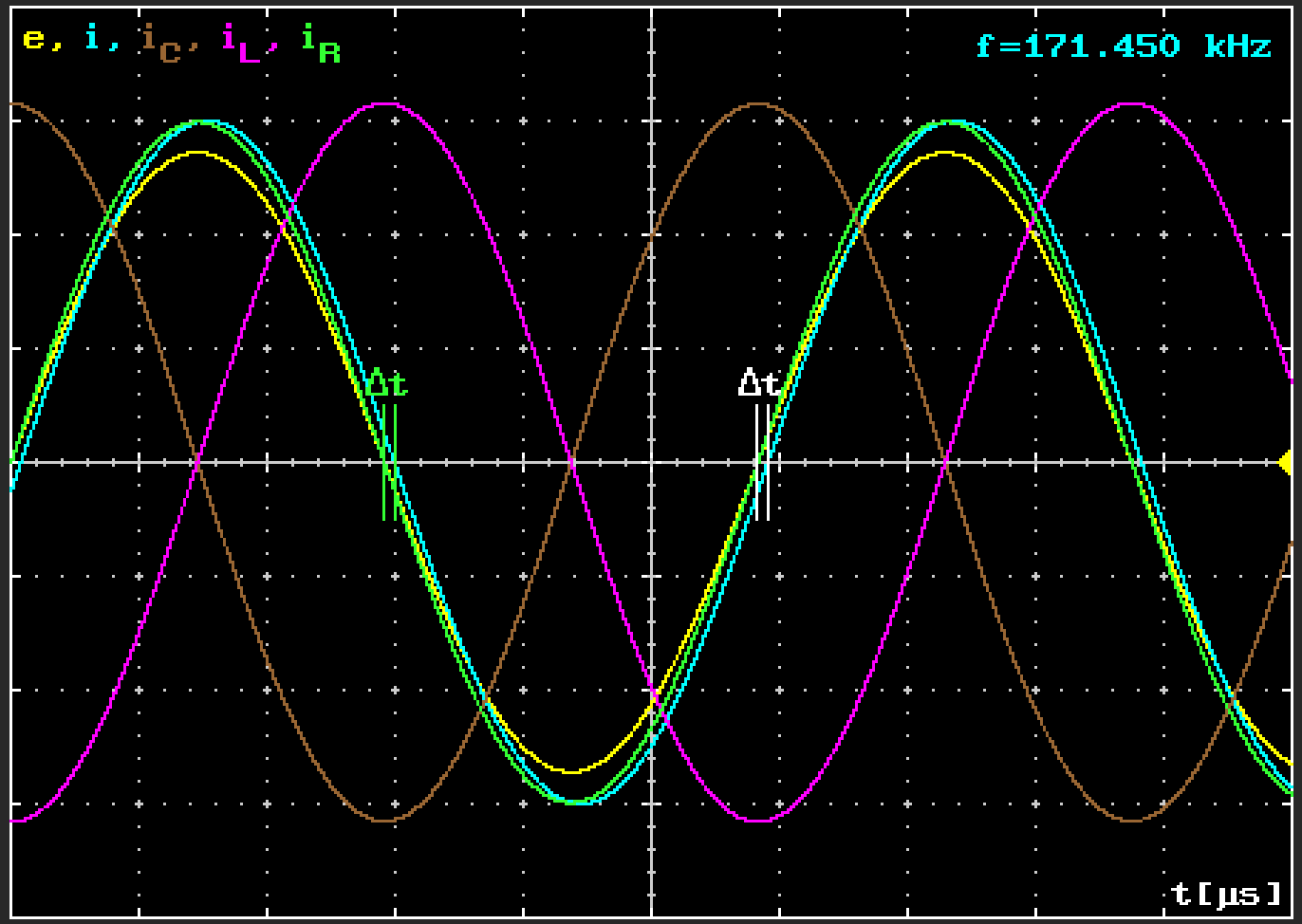
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.471 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

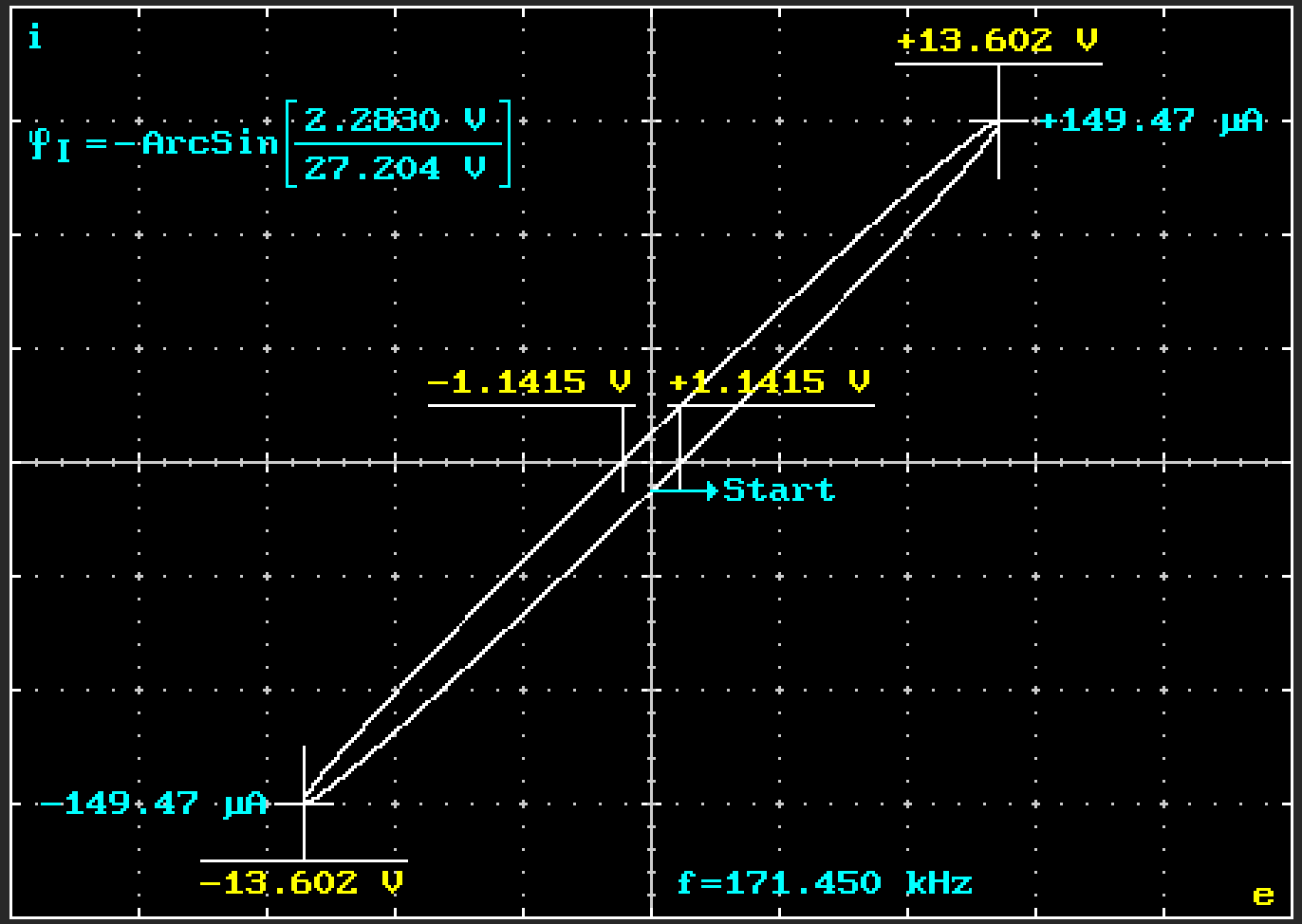
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = -0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.471 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája

f=171.621 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancián

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük soros R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát Megállapítjuk, hogy az i azonos fázisban ($\Delta t=0$) van az e referenciafeszültséggel.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör rezisztív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

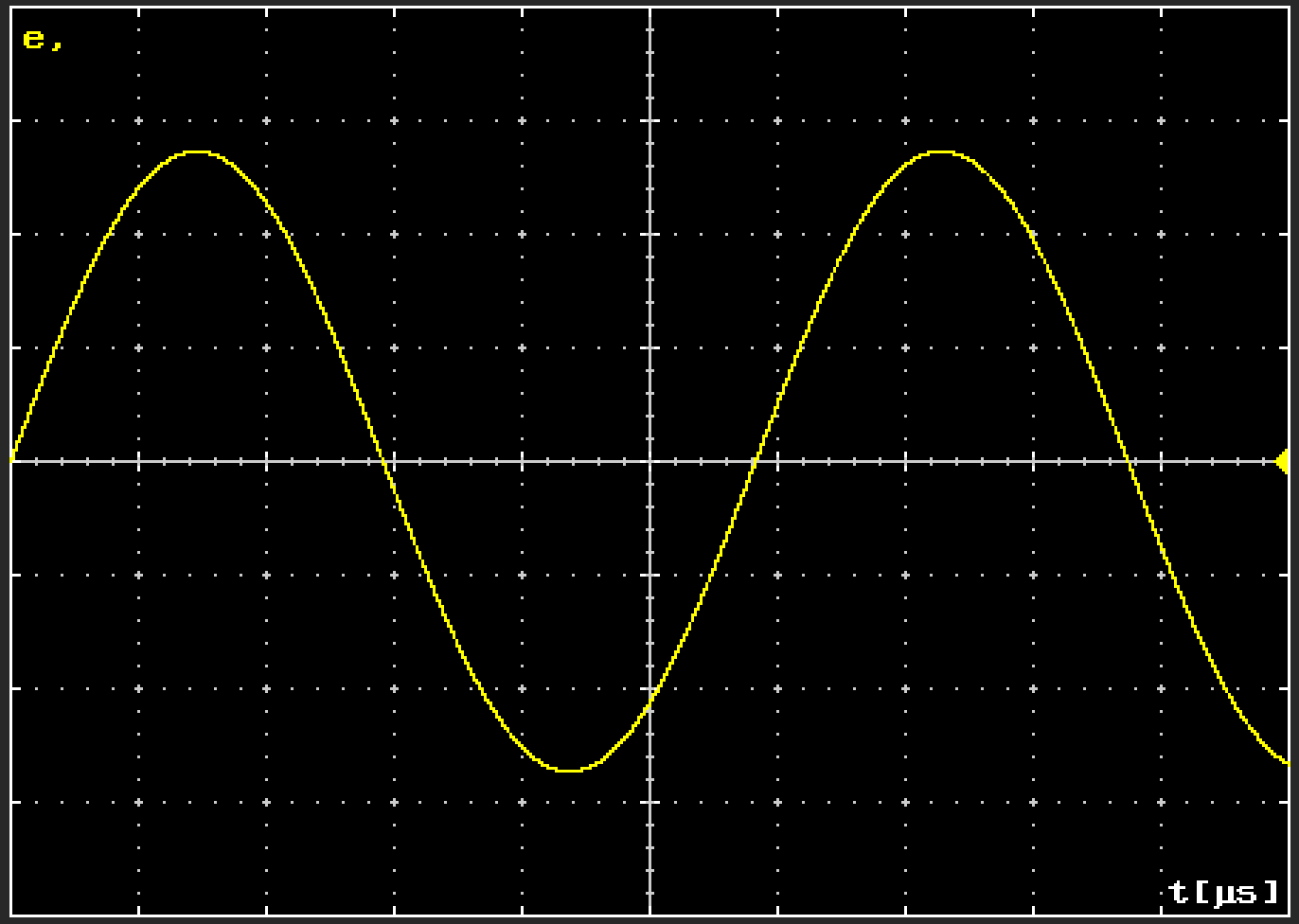
753

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



LH Trigger

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

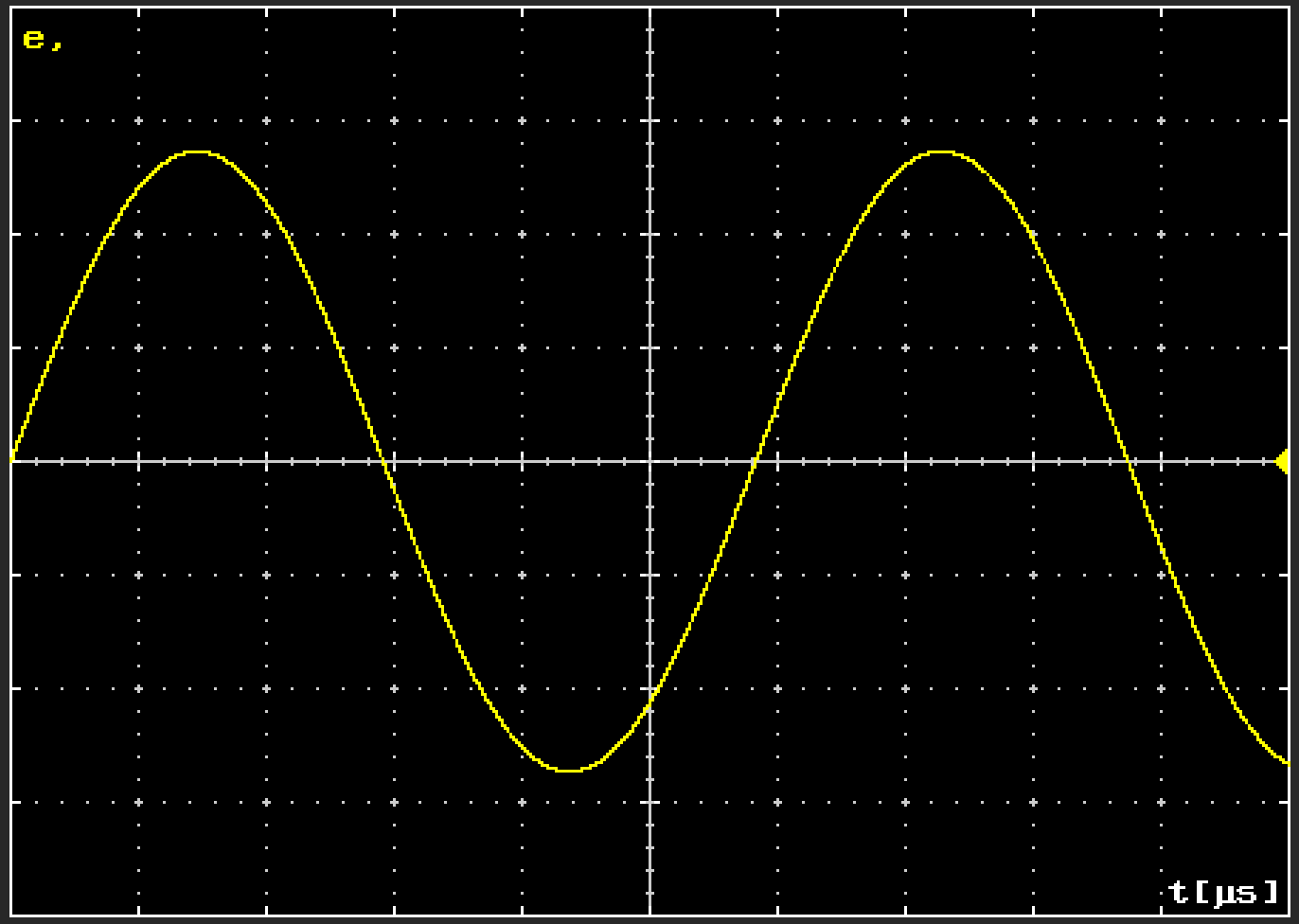
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O

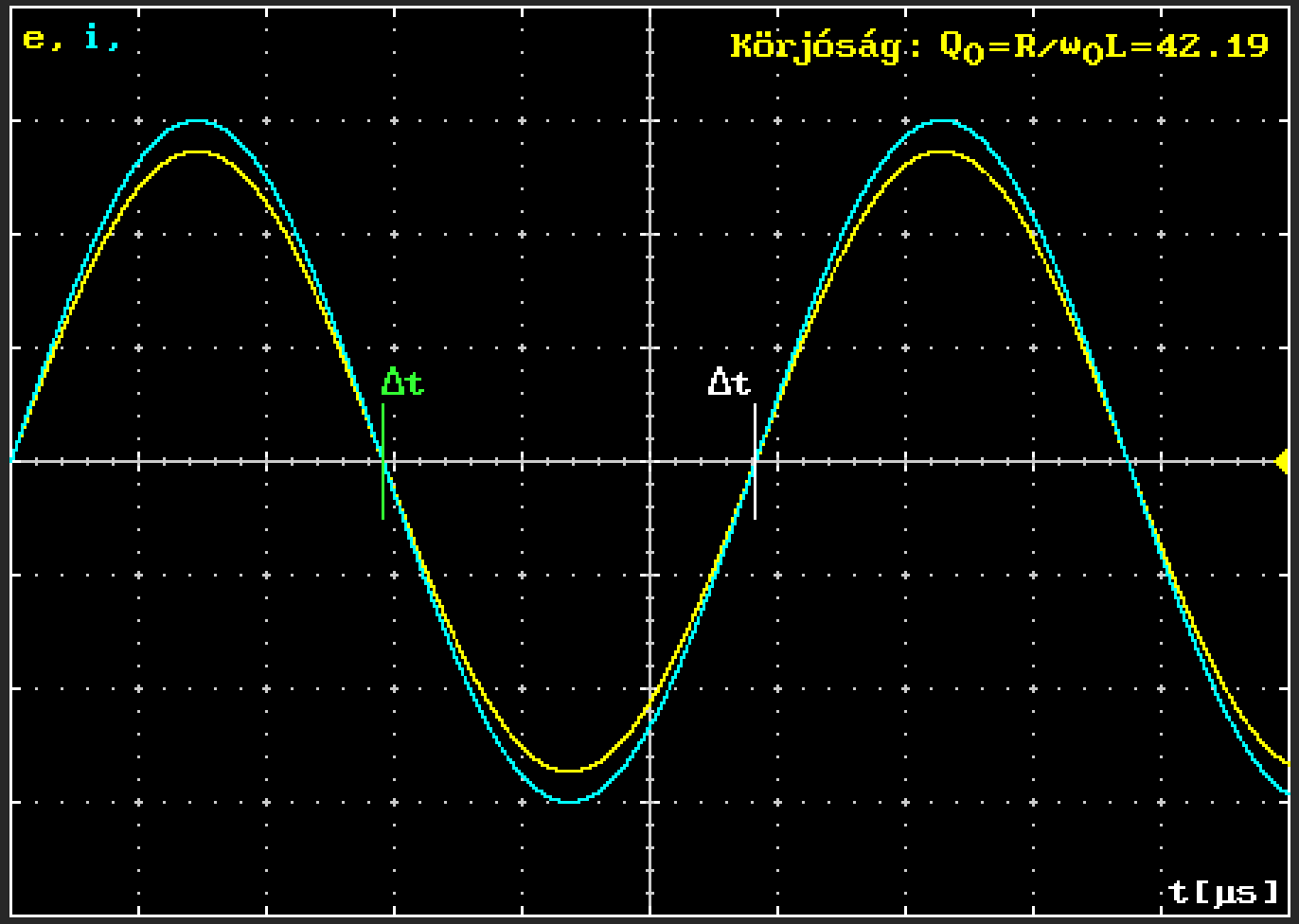
LH Trigger

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

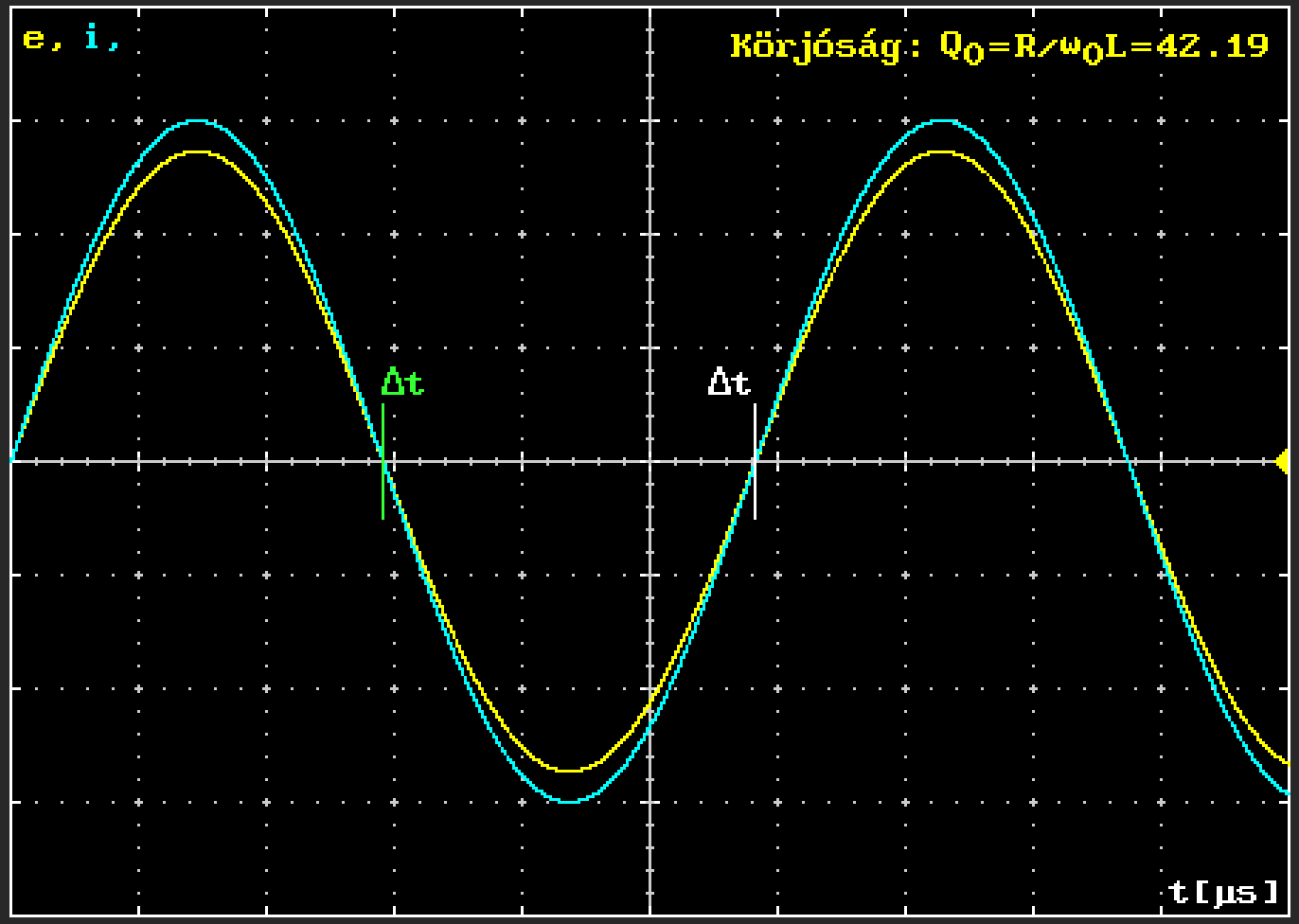
Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

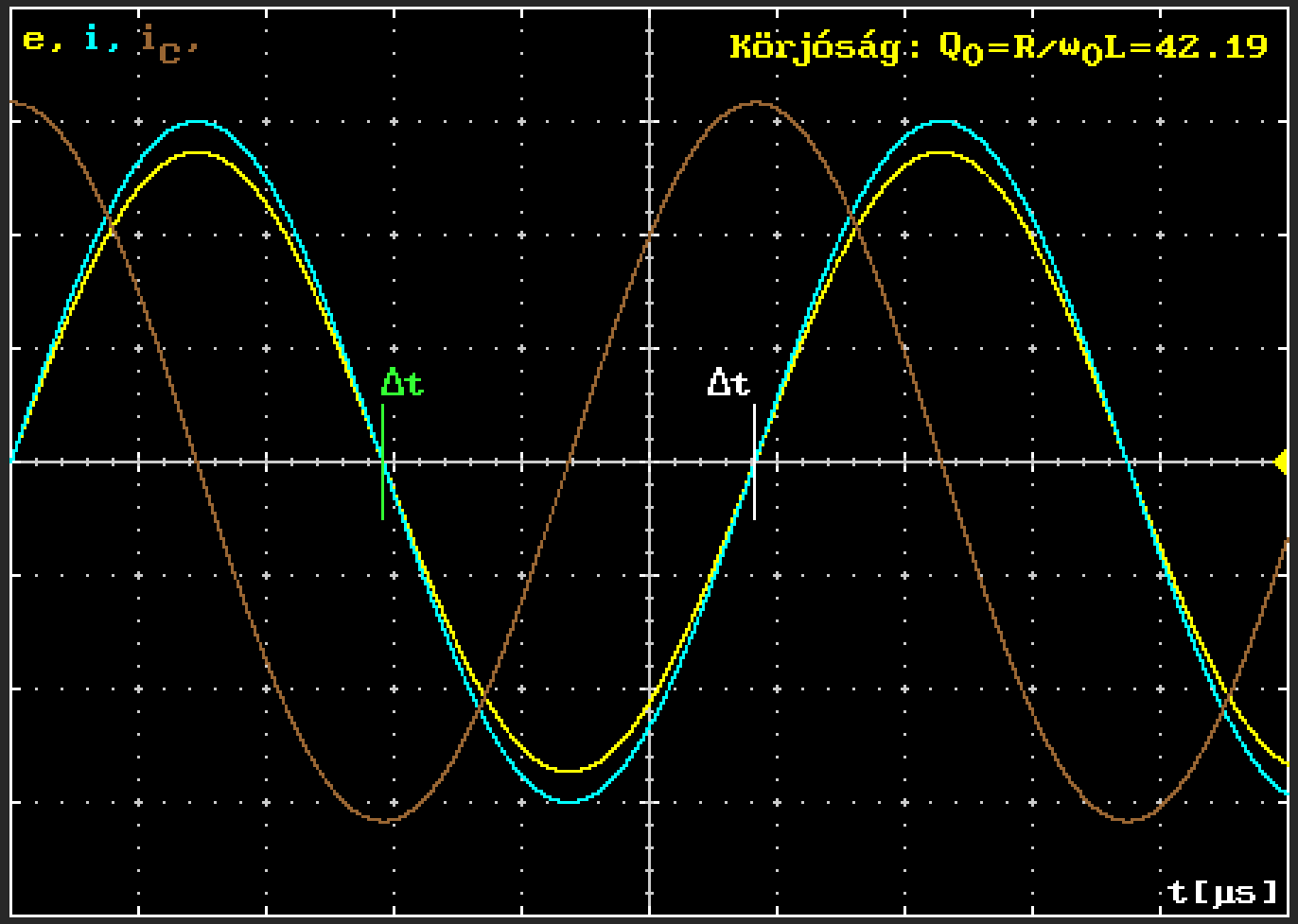
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

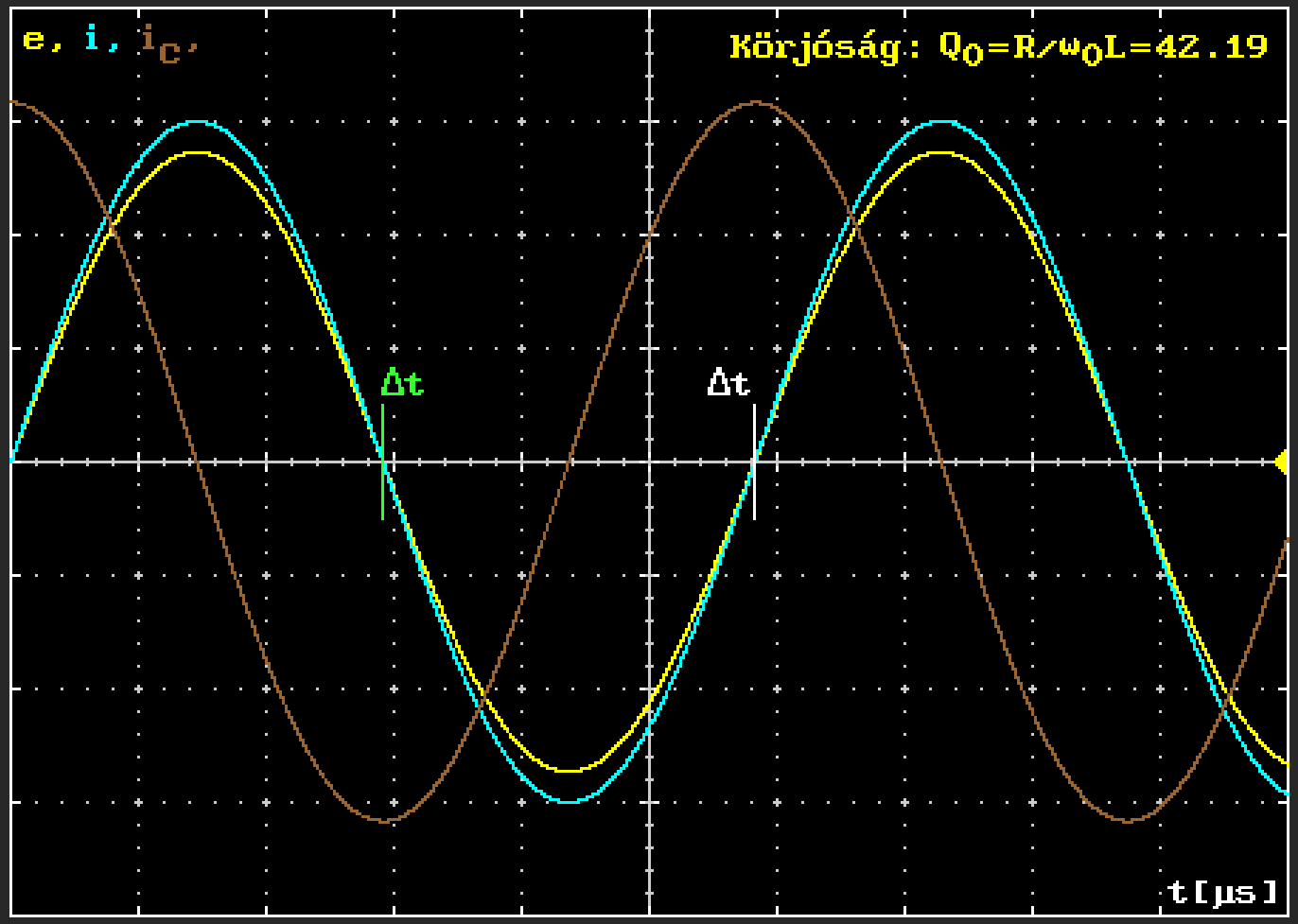
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

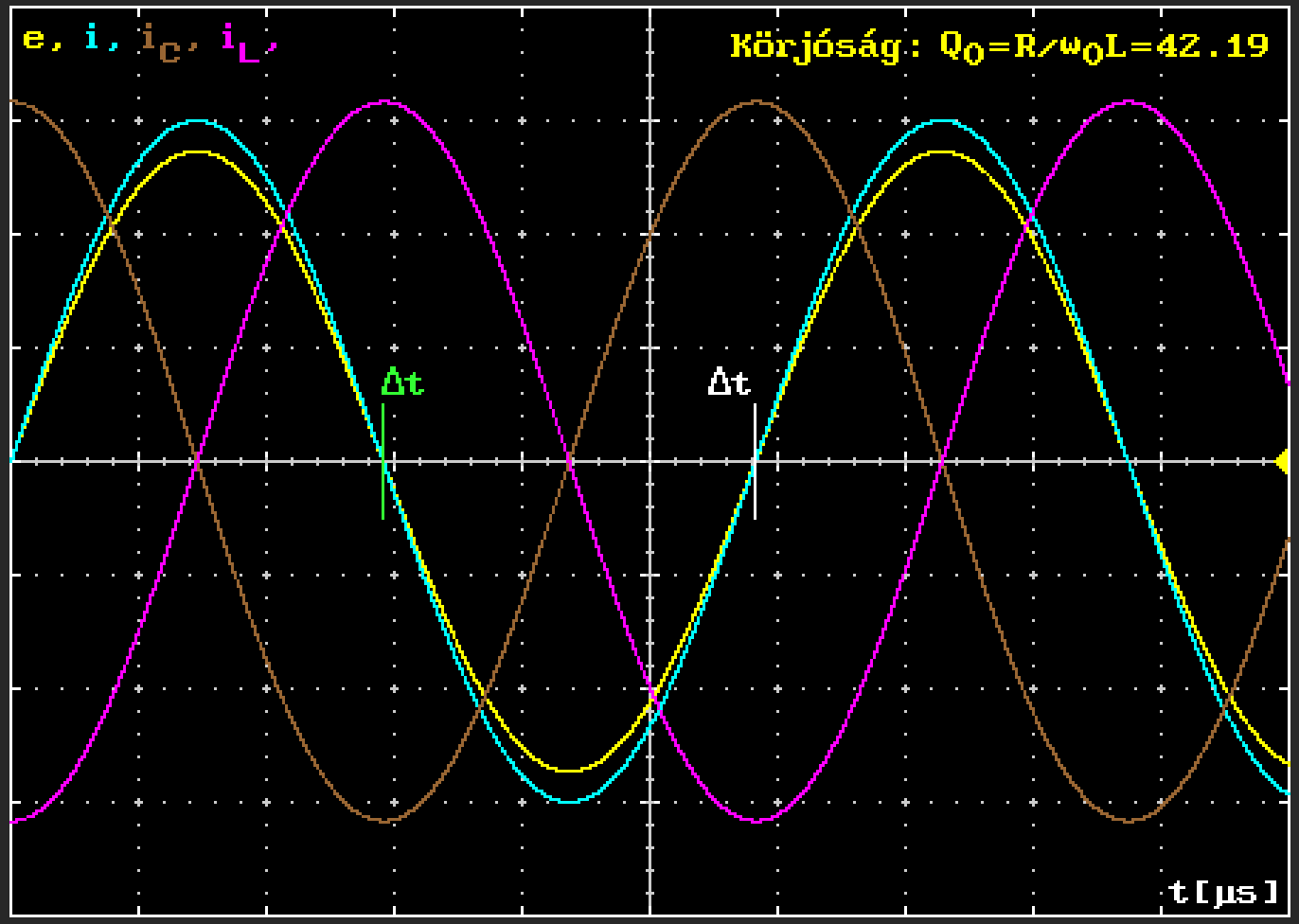
Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L 6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

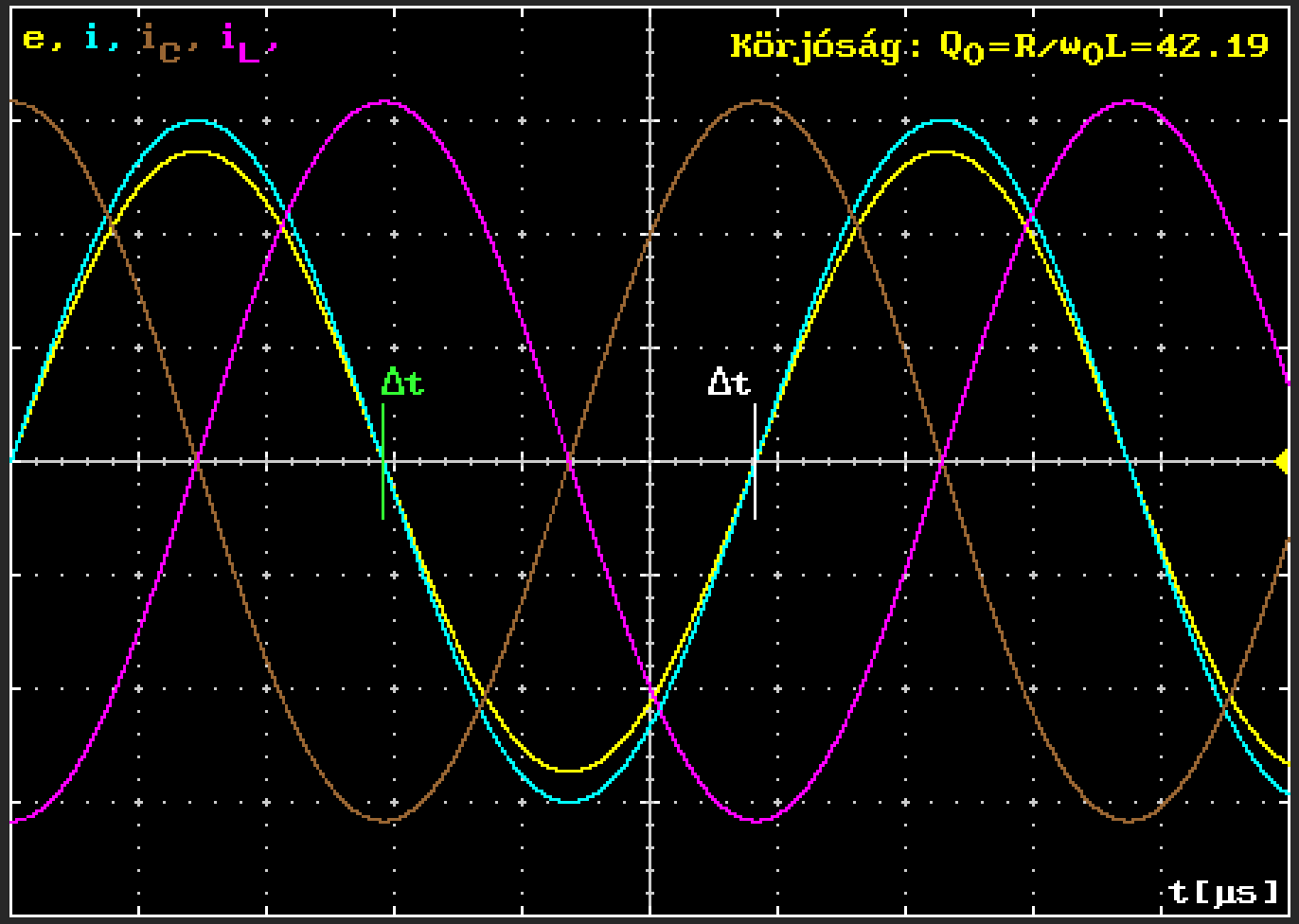
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L 6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$

I_C 6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

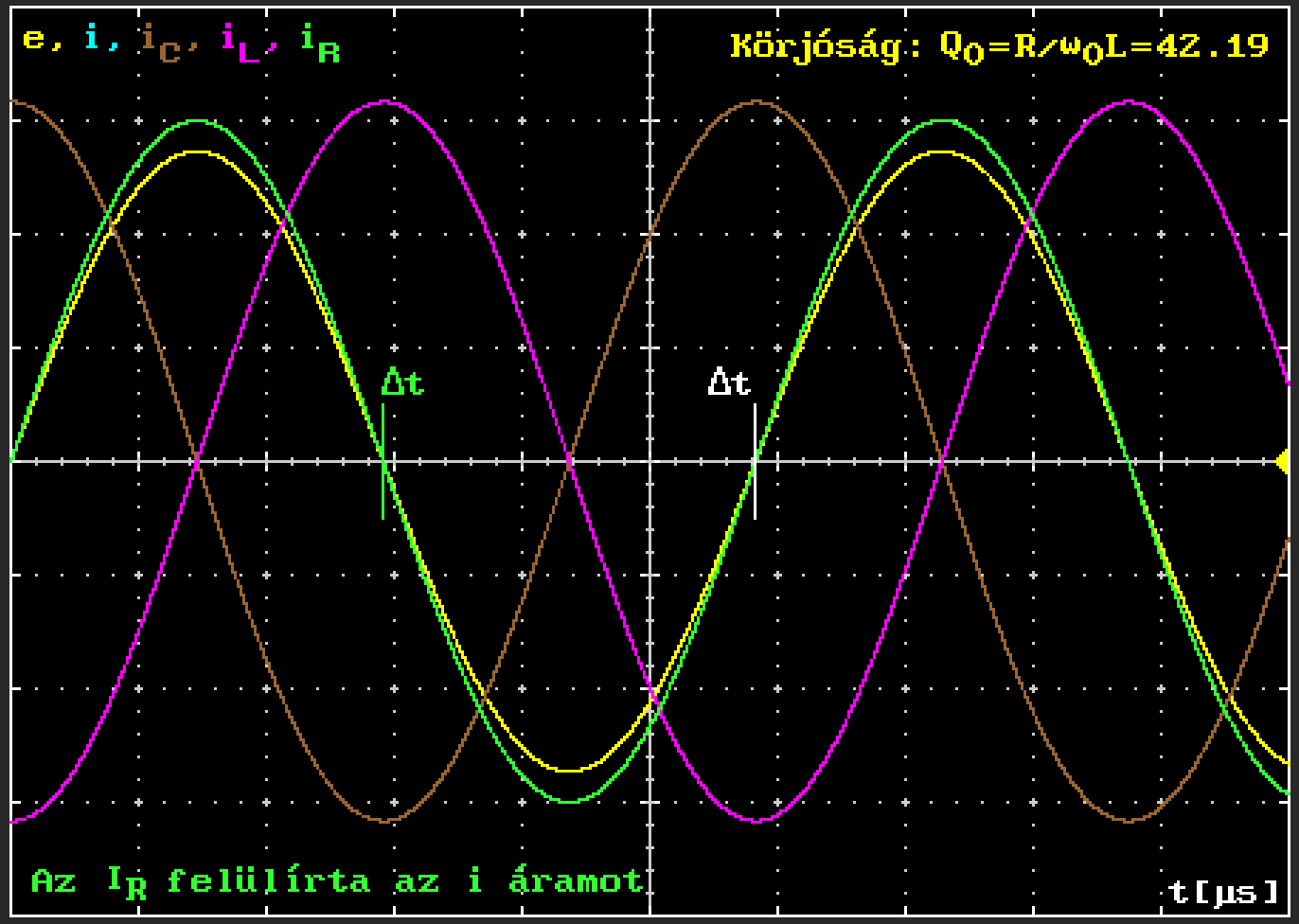
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

761

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 10.99 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	150.000 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

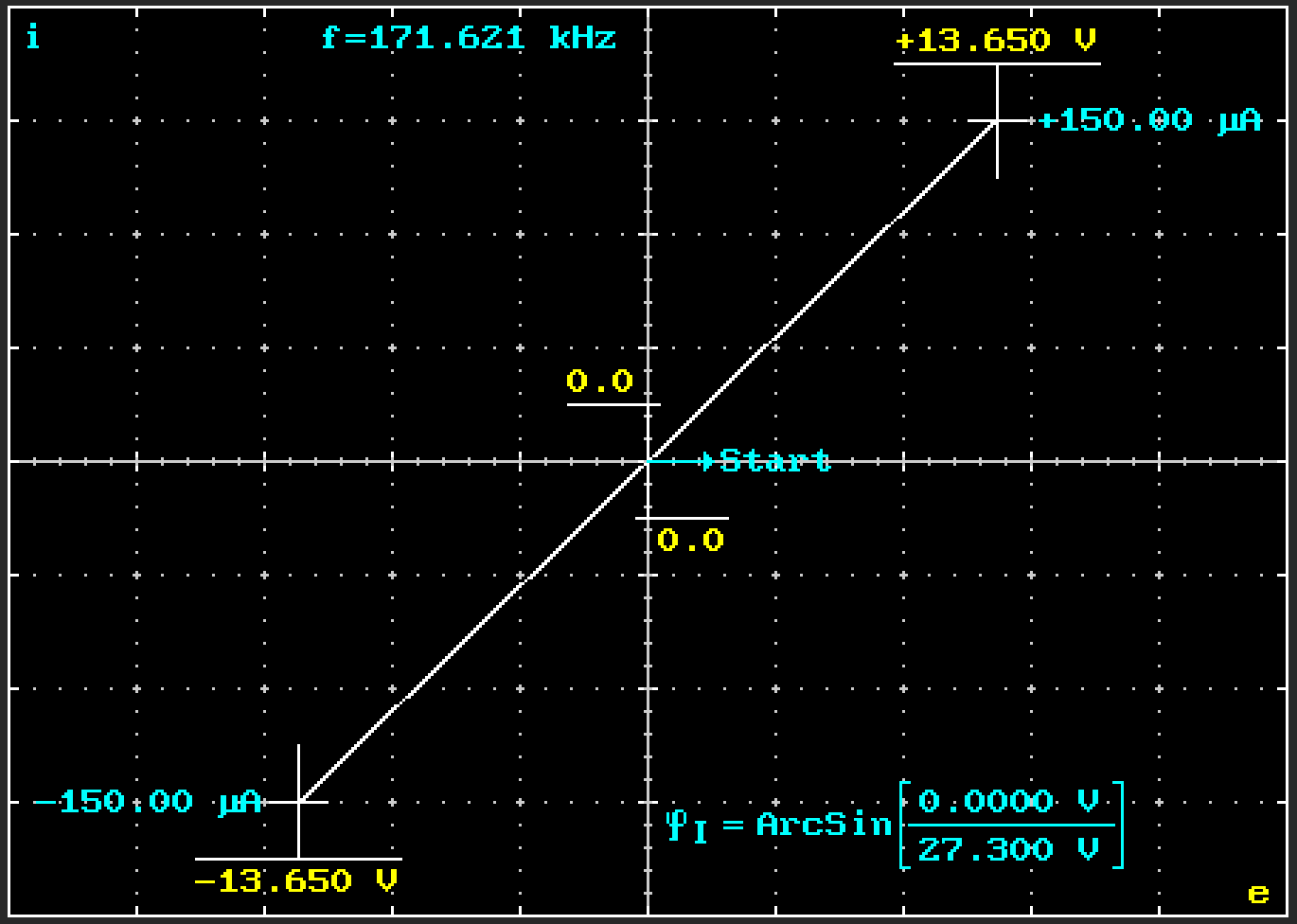
762

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	150.000 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=0°$

Végeredmény: az e és az i fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=171.793 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=78.04 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

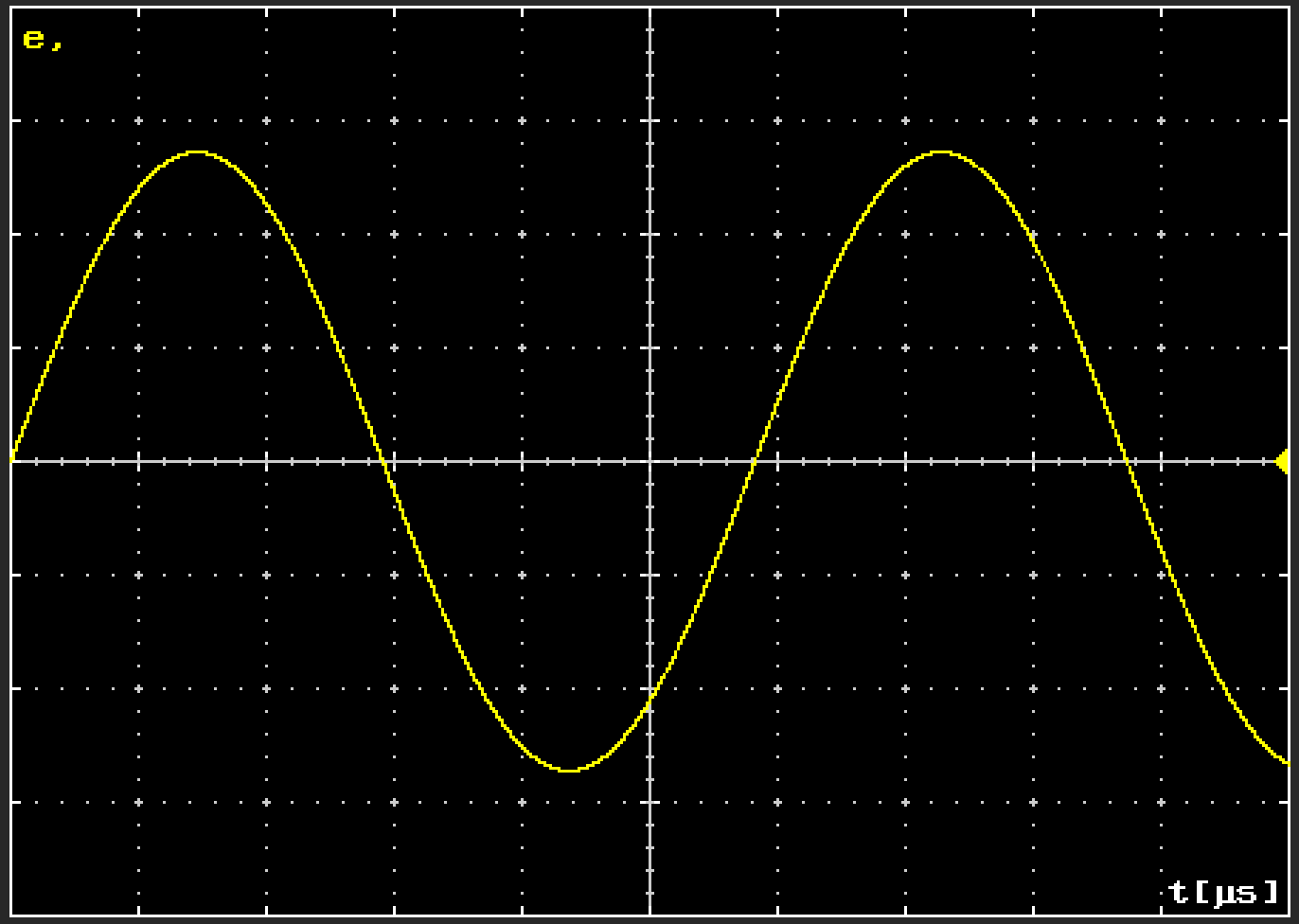
A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C
I_0

LH Trigger

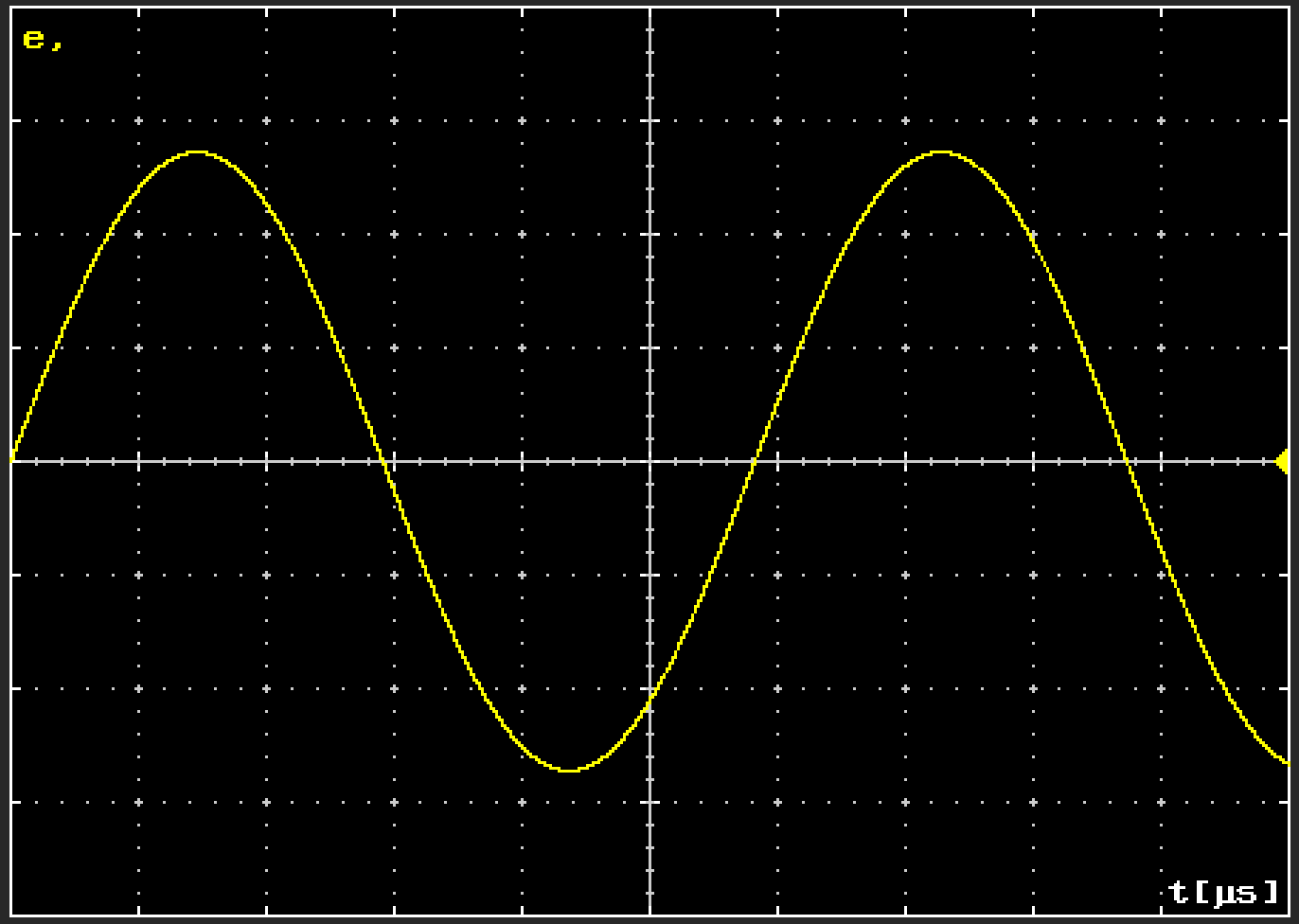
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	2	i_L[mA/div]
3	2	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1 t[µs/div]

766

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C 6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$

I_0 150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

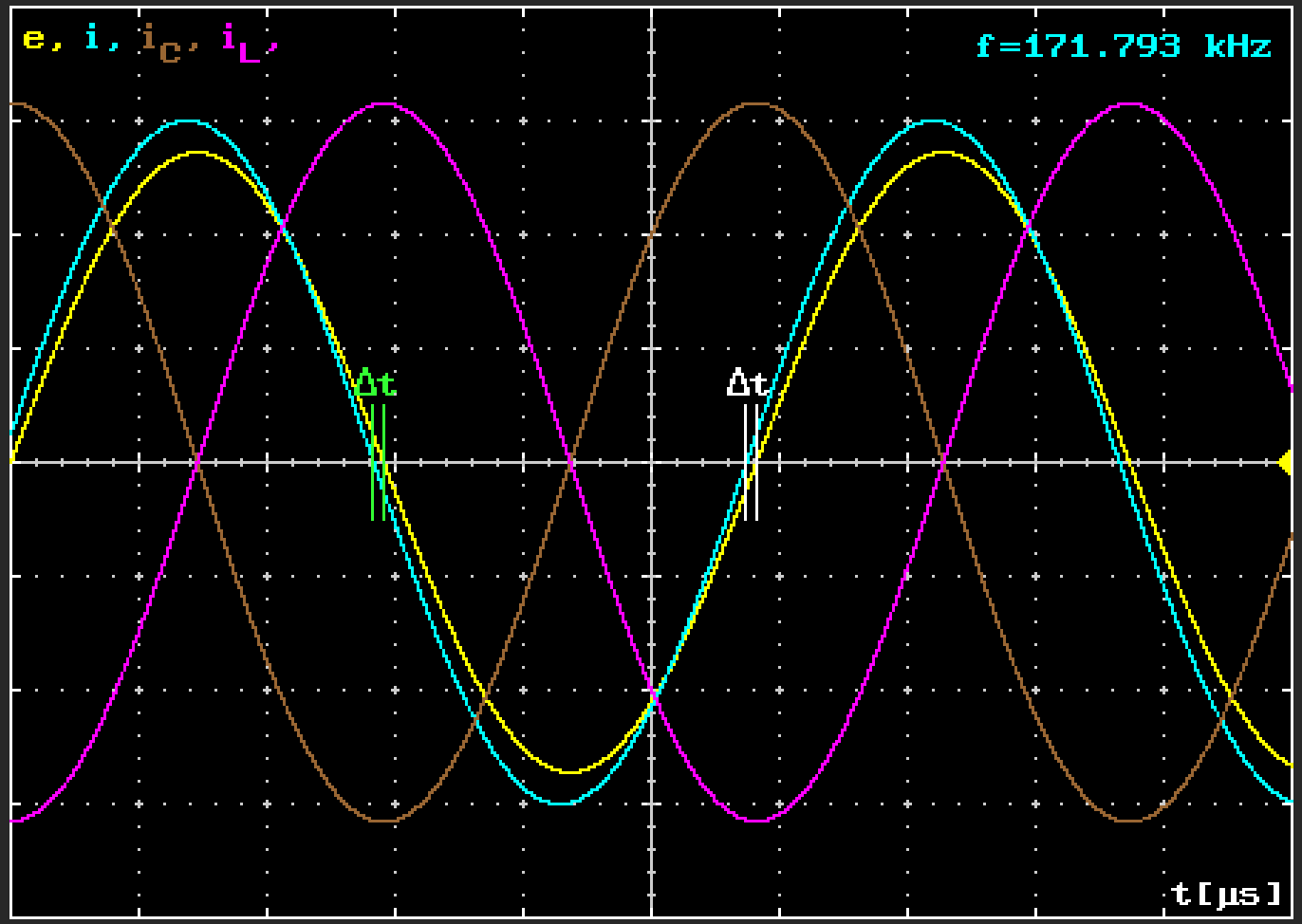
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.30049 mA; φ_L=−90°
I_C	6.31311 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+4.83°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

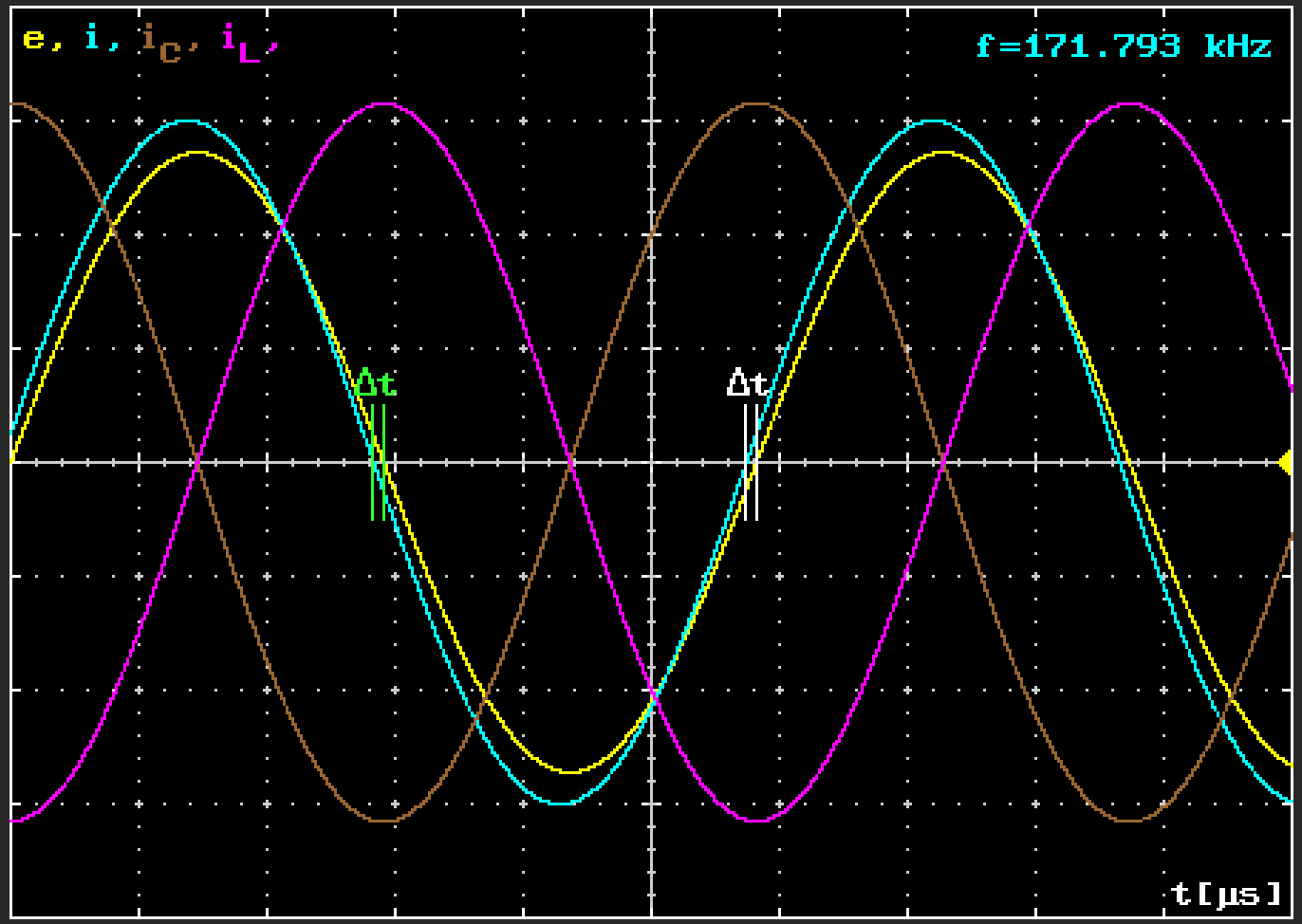
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.30049 mA; φ_L=−90°
I_C	6.31311 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+4.83°

LH Trigger

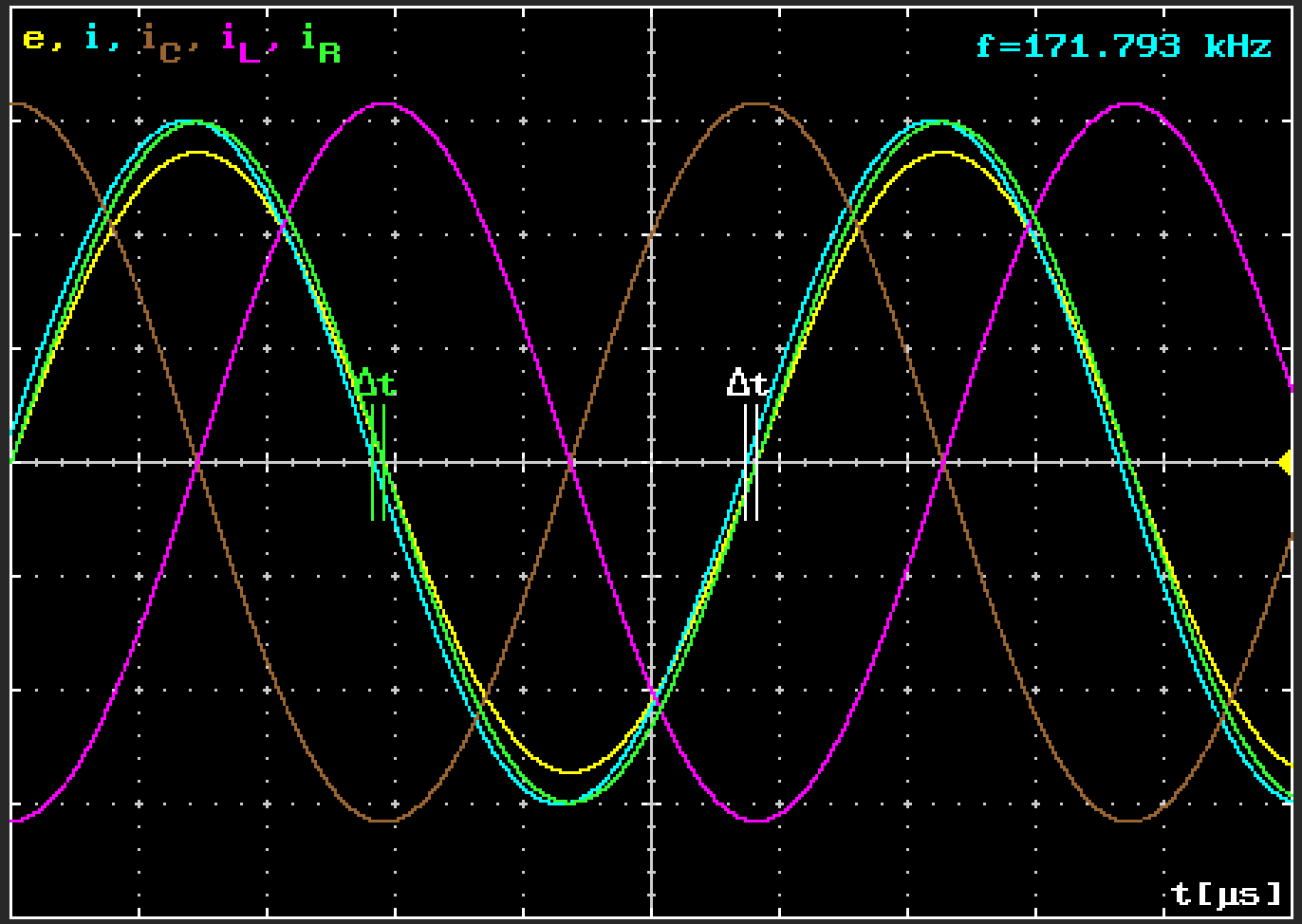
Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	149.468 µA; φ_R=0°
I_L	6.30049 mA; φ_L=−90°
I_C	6.31311 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+4.83°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

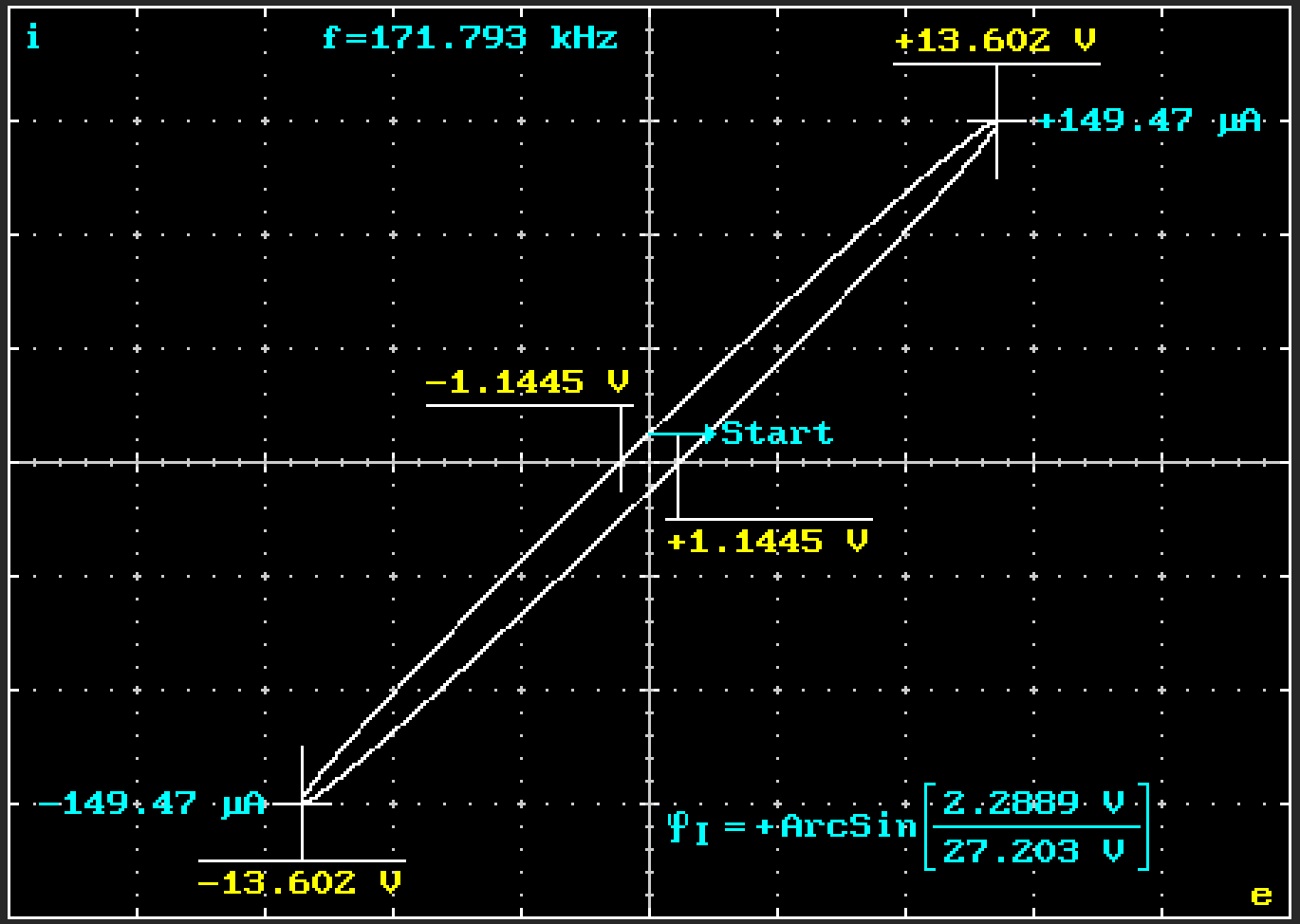
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.468 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.30049 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=171.964 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=154.4 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

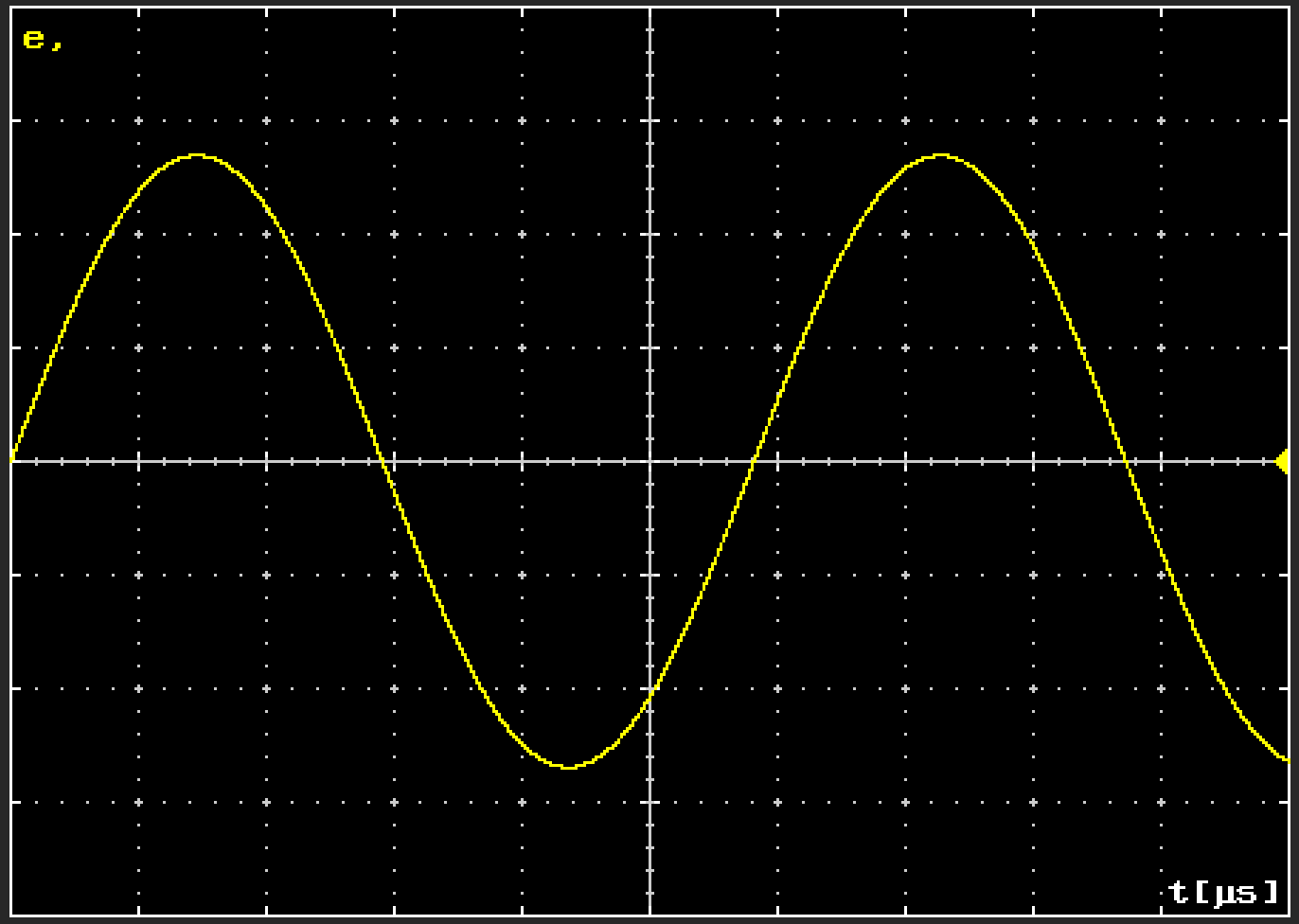
0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	2	i_L[mA/div]
3	2	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1	t[µs/div]

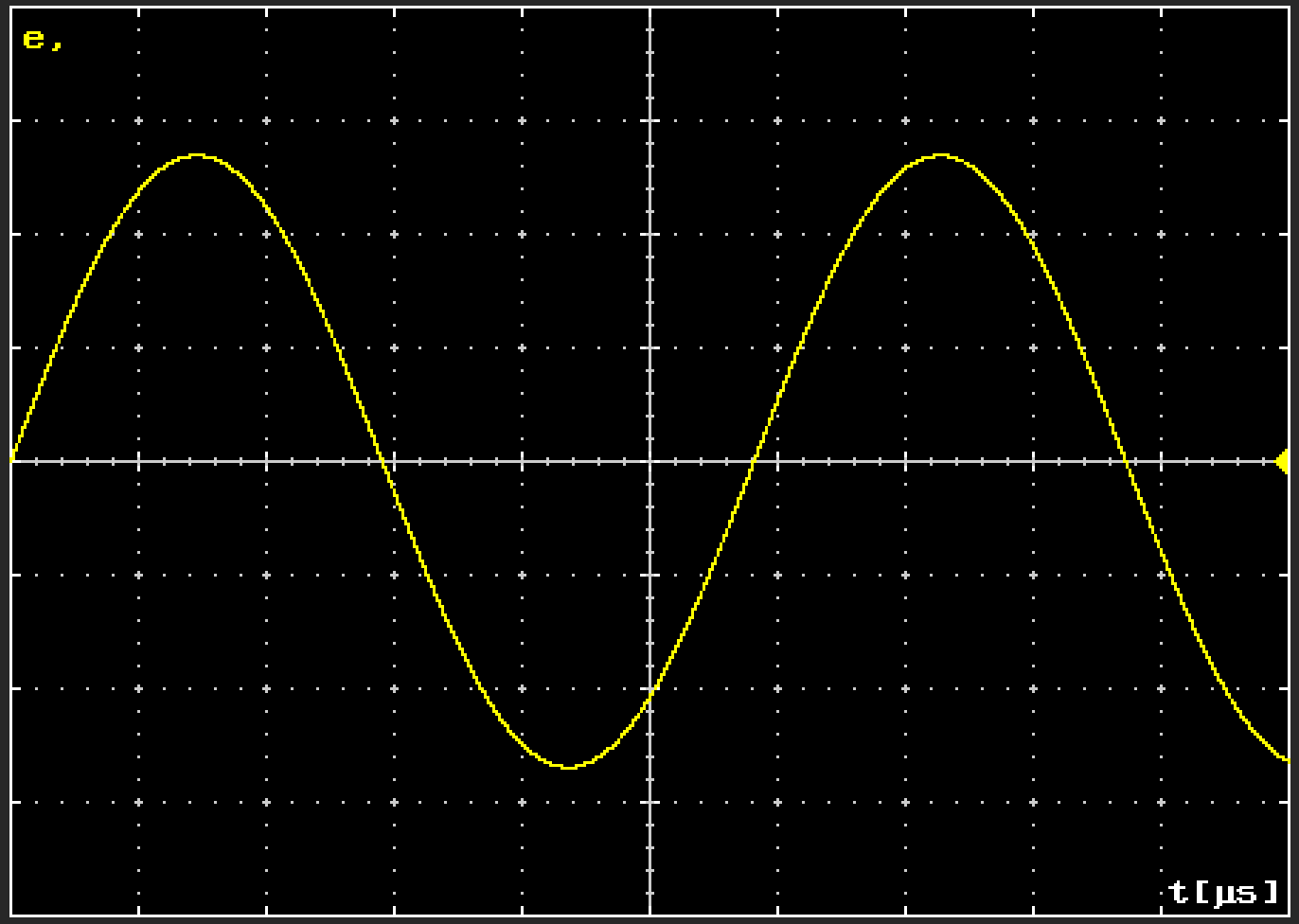
776

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	2	i_L[mA/div]
3	2	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

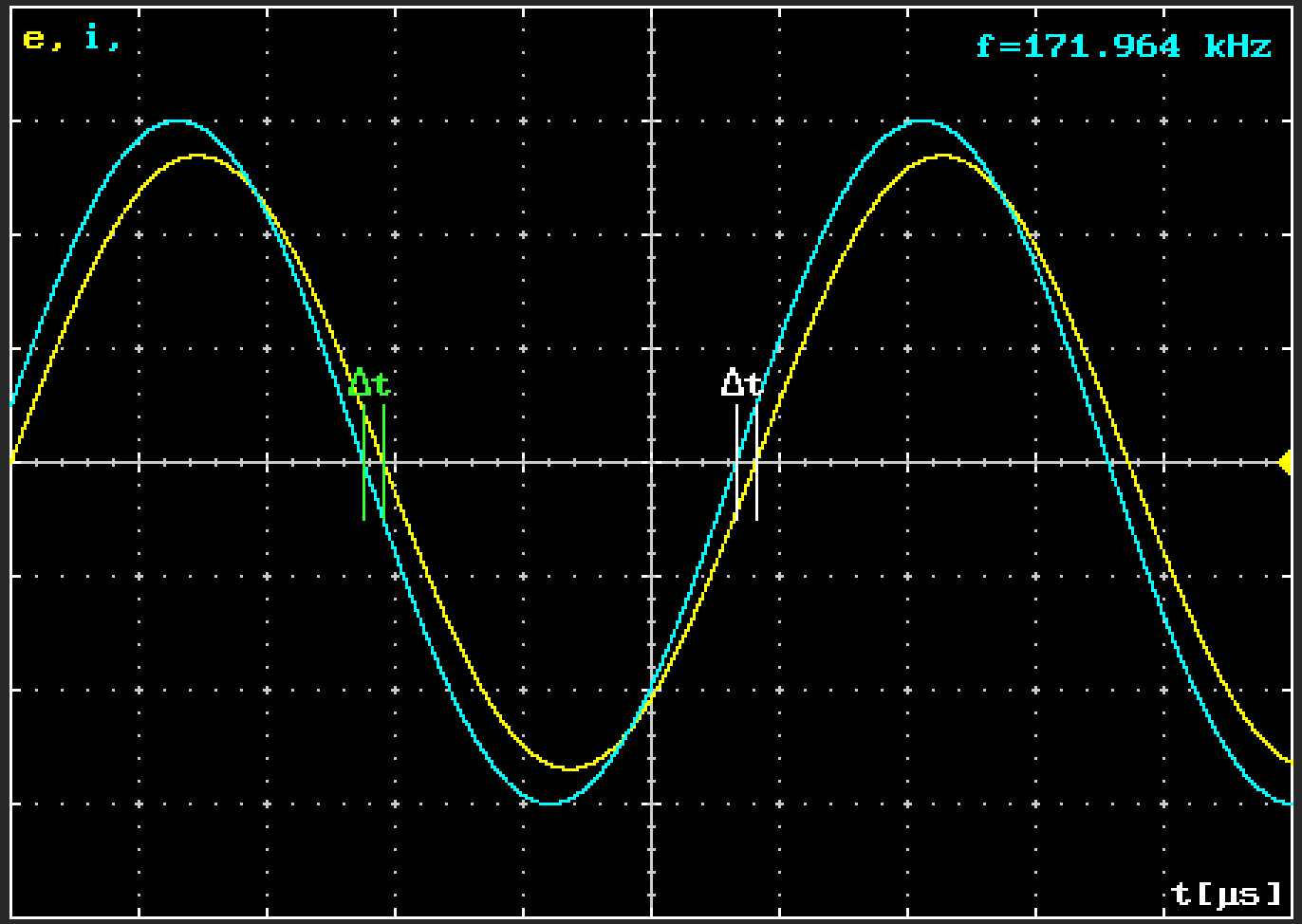
1	t[µs/div]

777

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+9.56°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

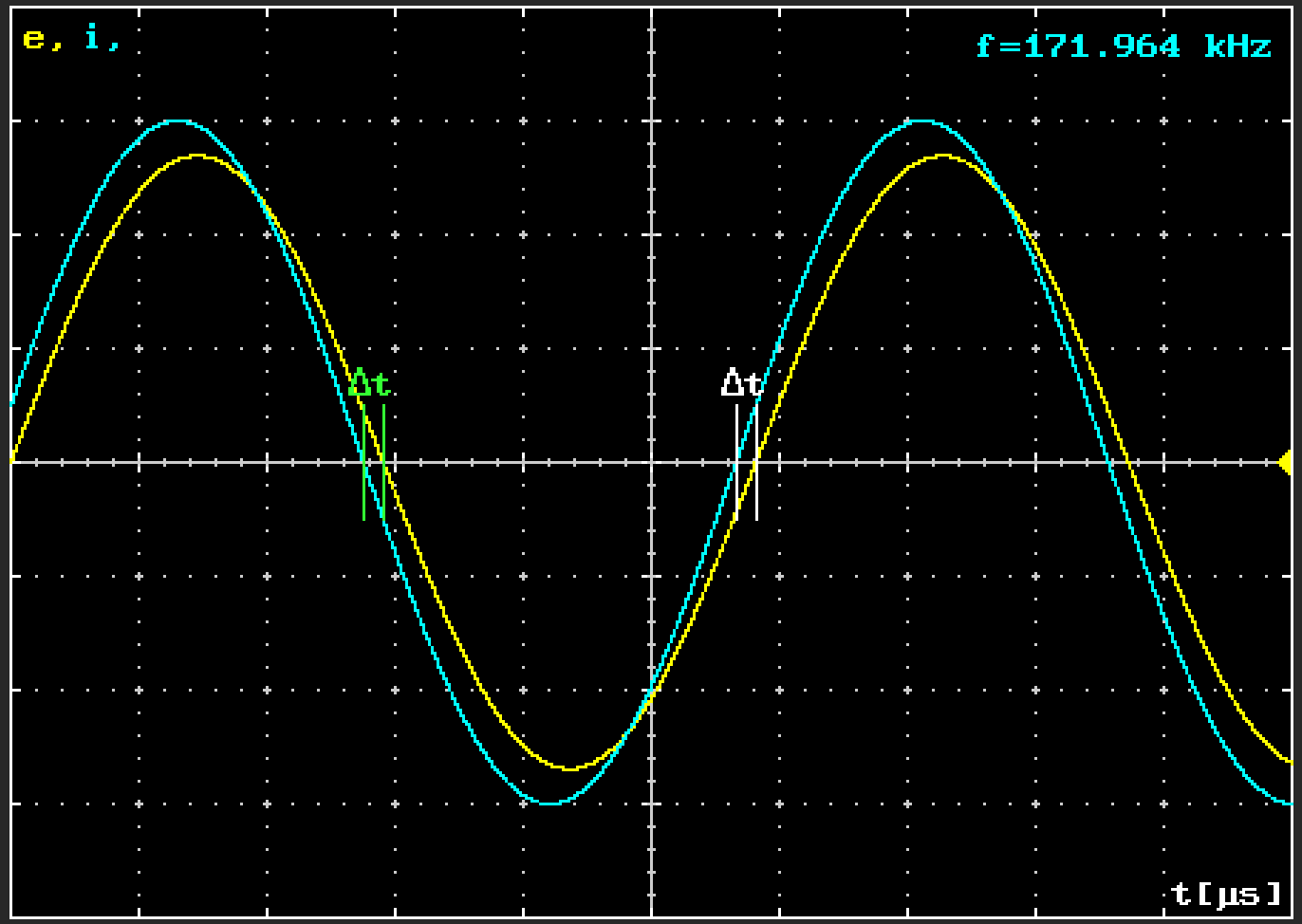
0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 μS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=+9.56°$

LH Trigger

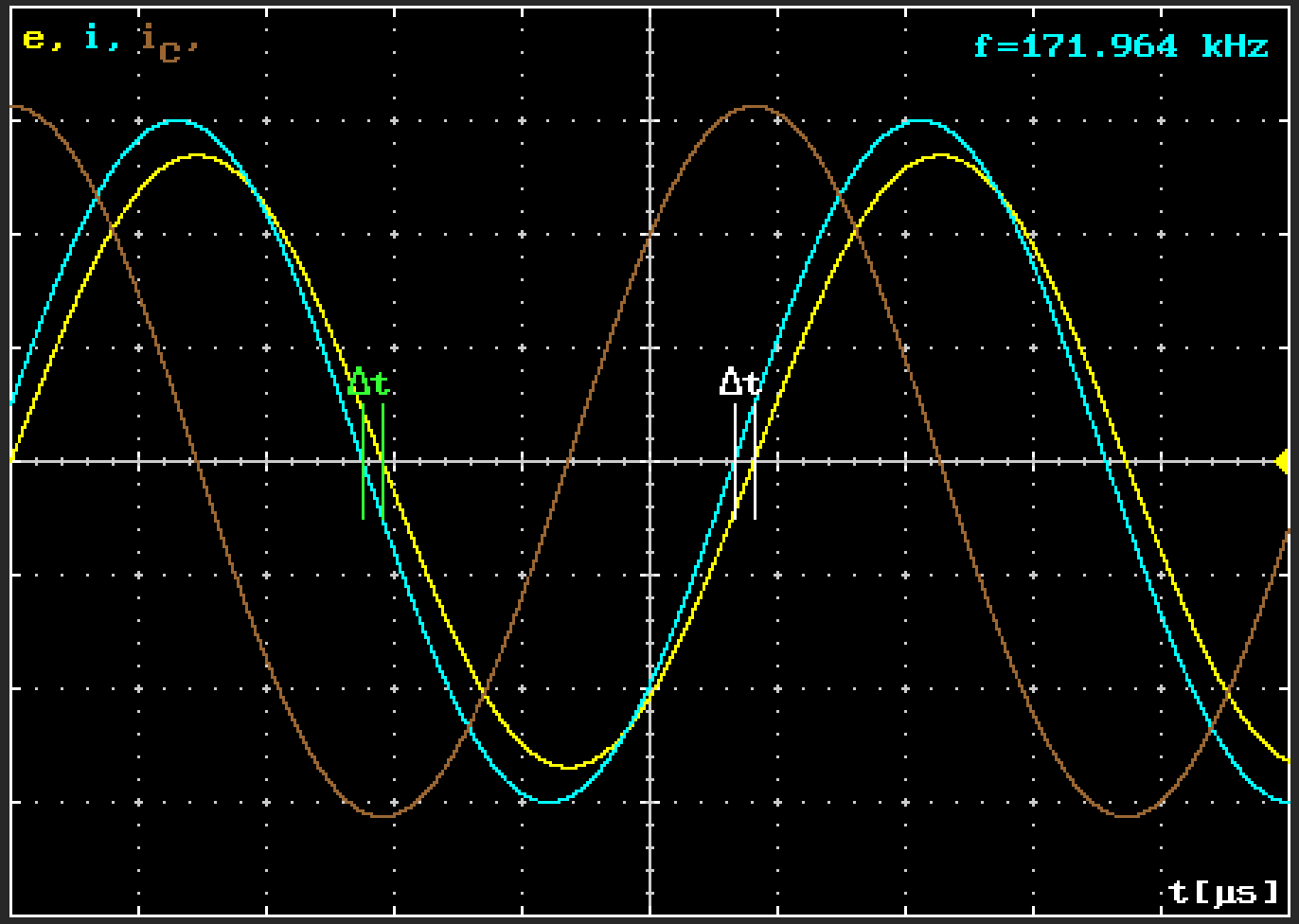
Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C 6.25383 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0 150 µA; $\varphi_I=+9.56°$

LH Trigger

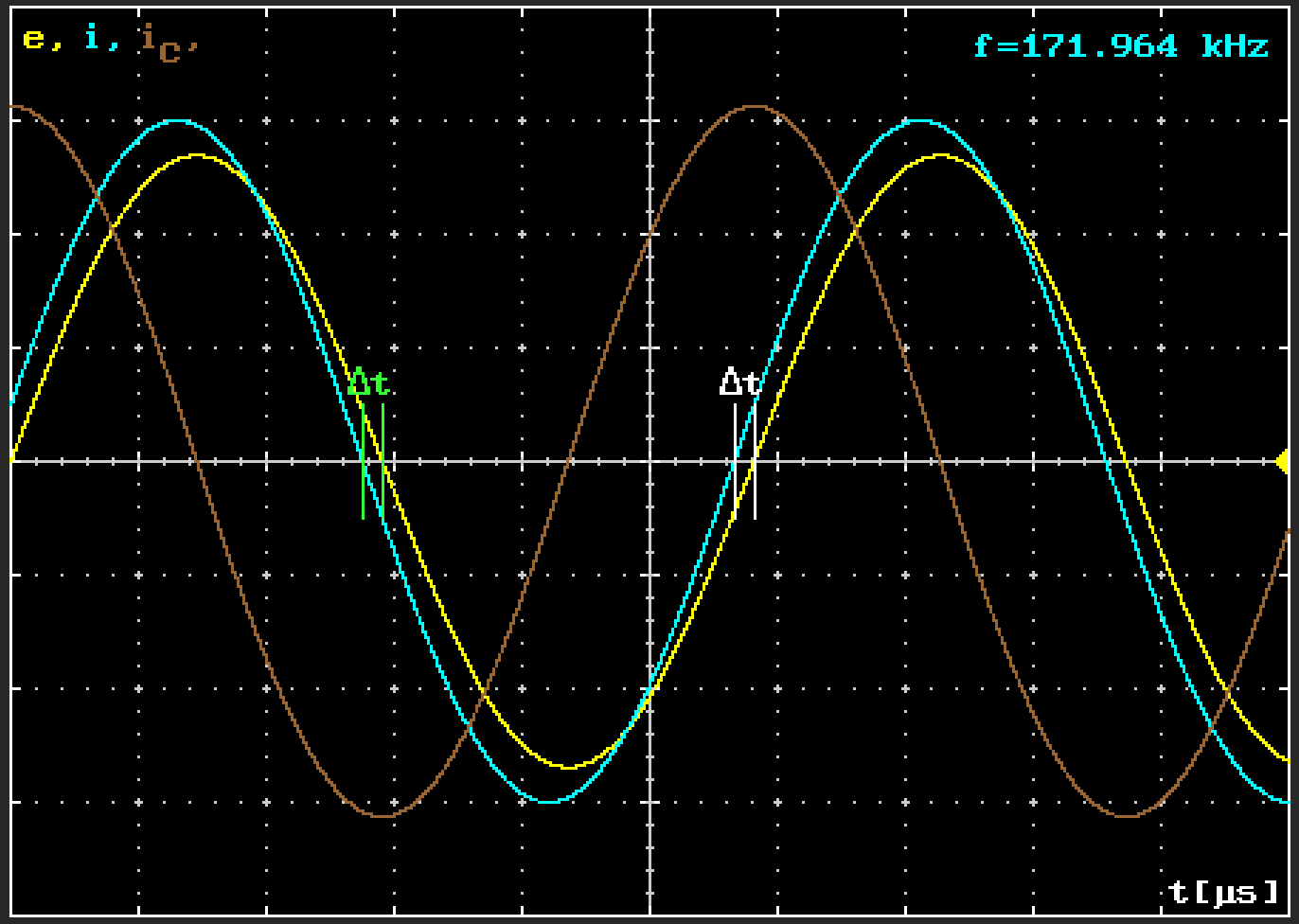
Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C 6.25383 mA; φ_C=+90°
I_0 150 μA; φ_I=+9.56°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

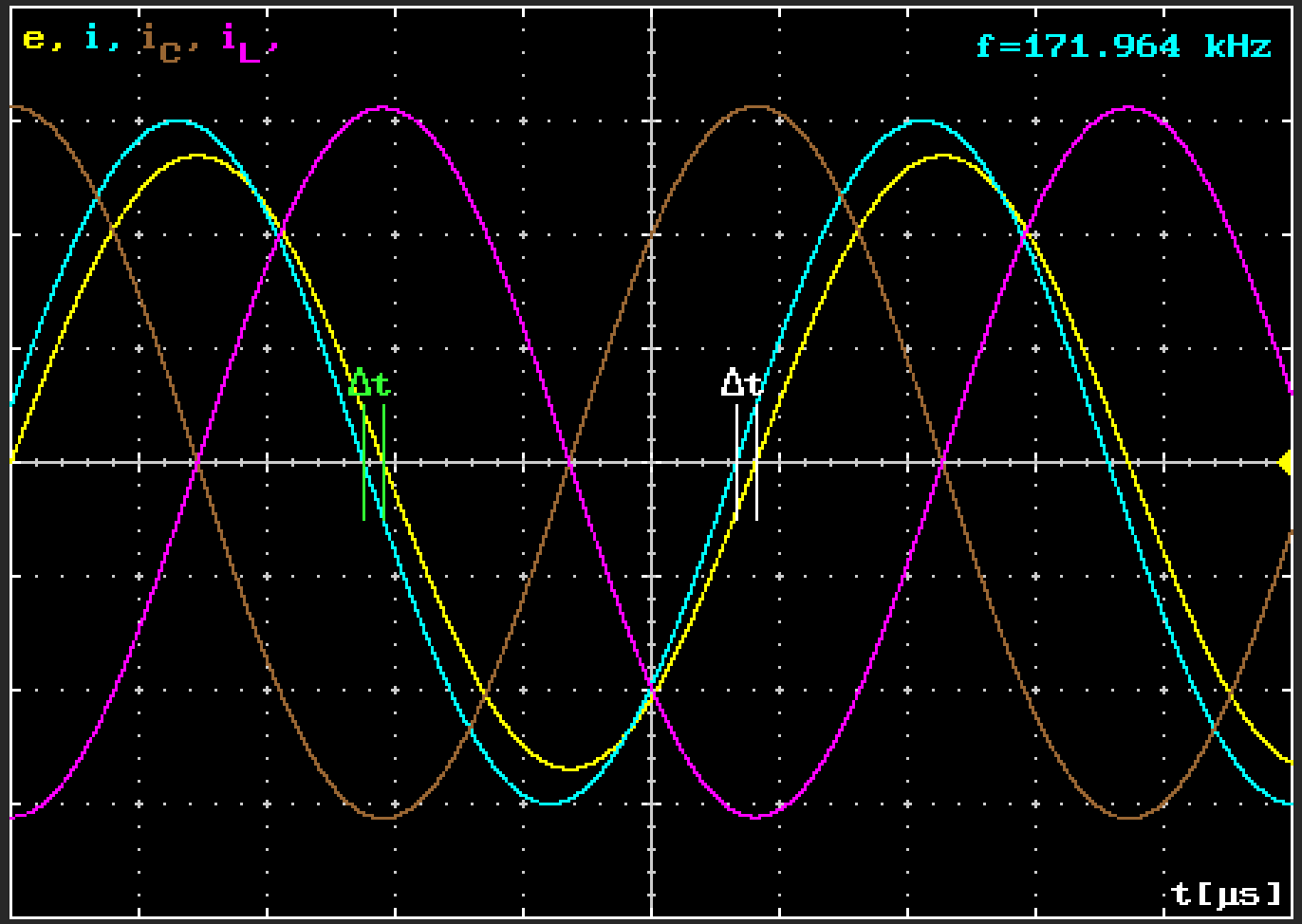
781

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.22892 mA; φ_L=−90°
I_C	6.25383 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+9.56°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

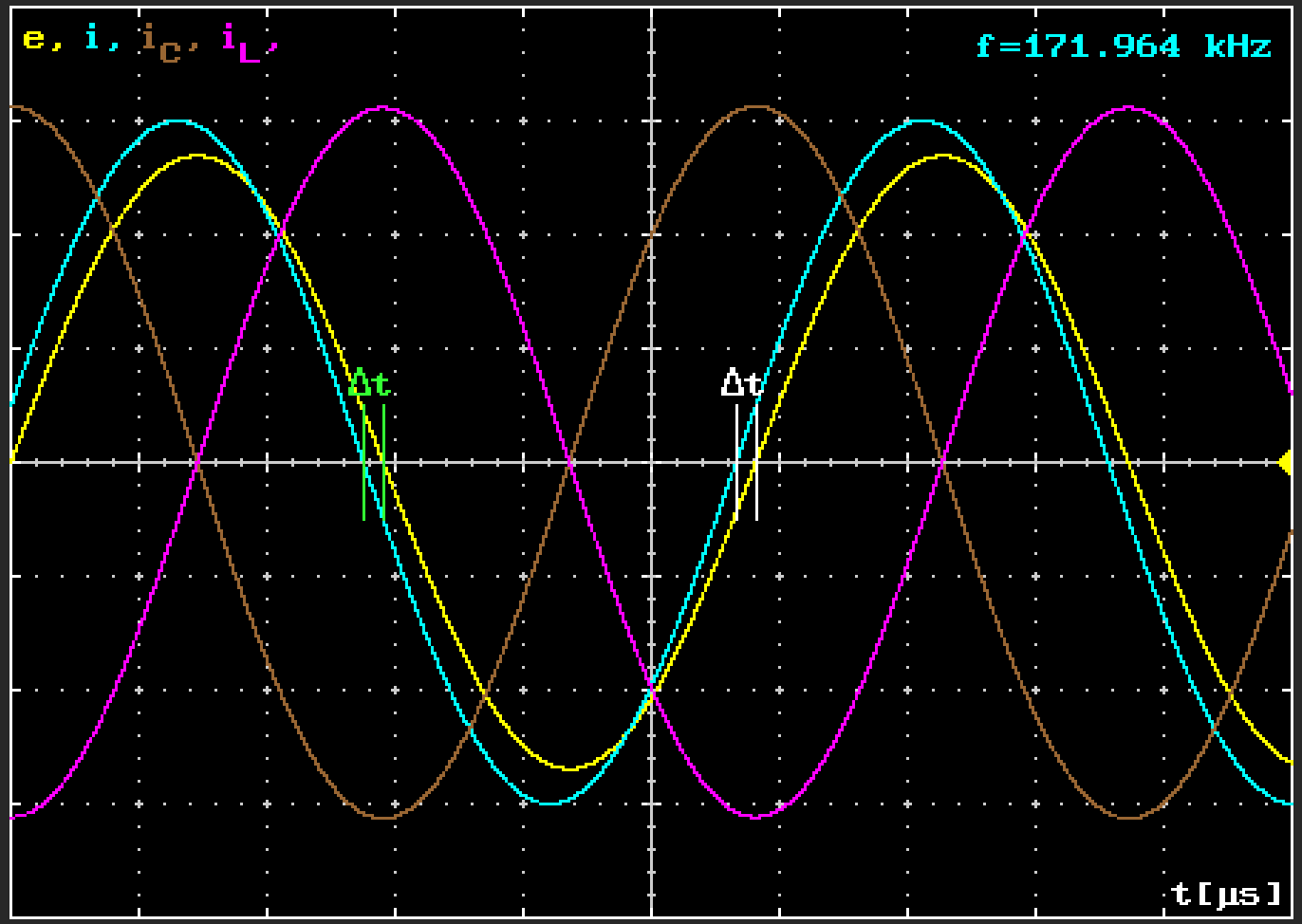
782

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	6.22892 mA; φ_L=−90°
I_C	6.25383 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+9.56°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

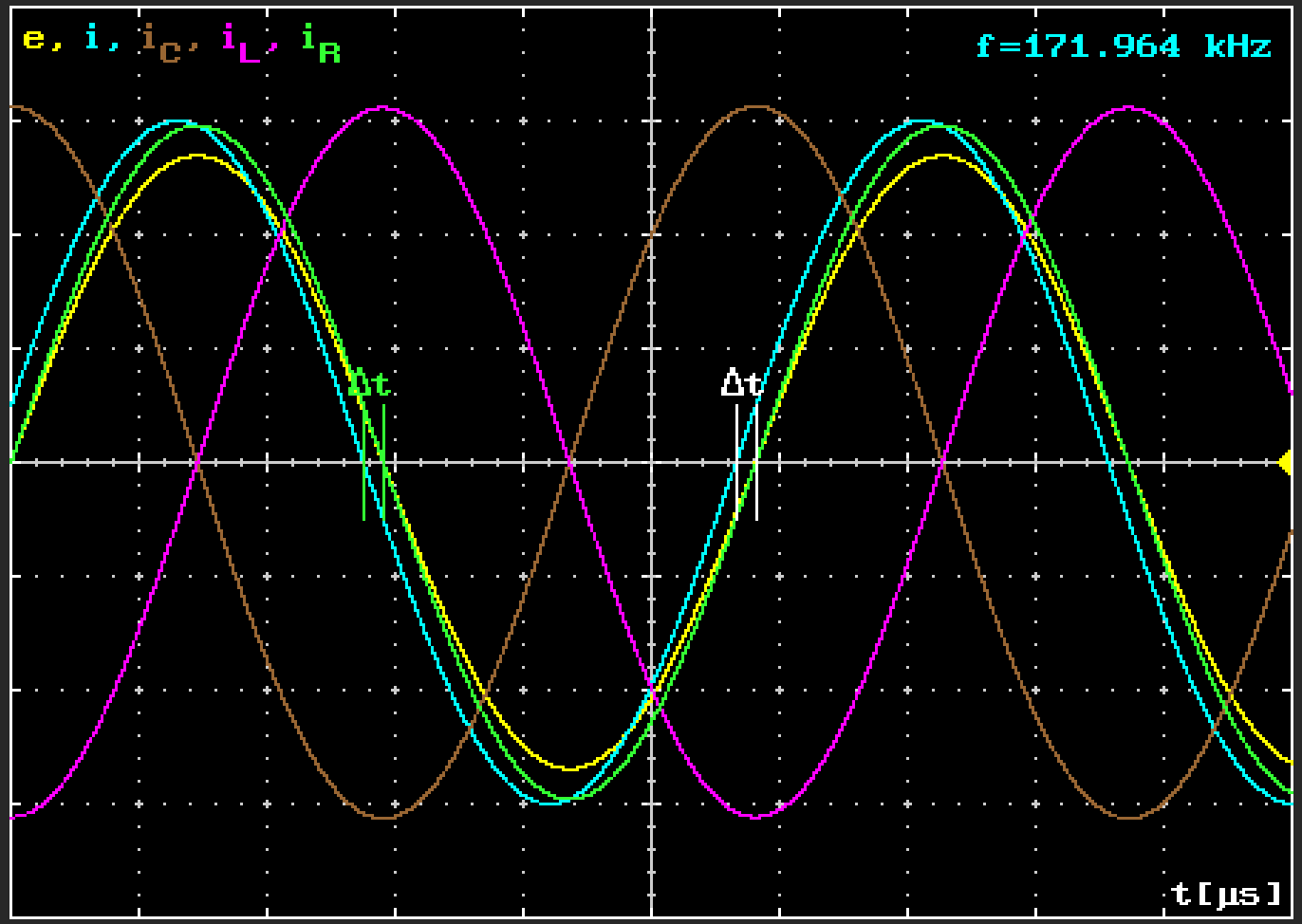
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.917 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.22892 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.25383 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+9.56°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

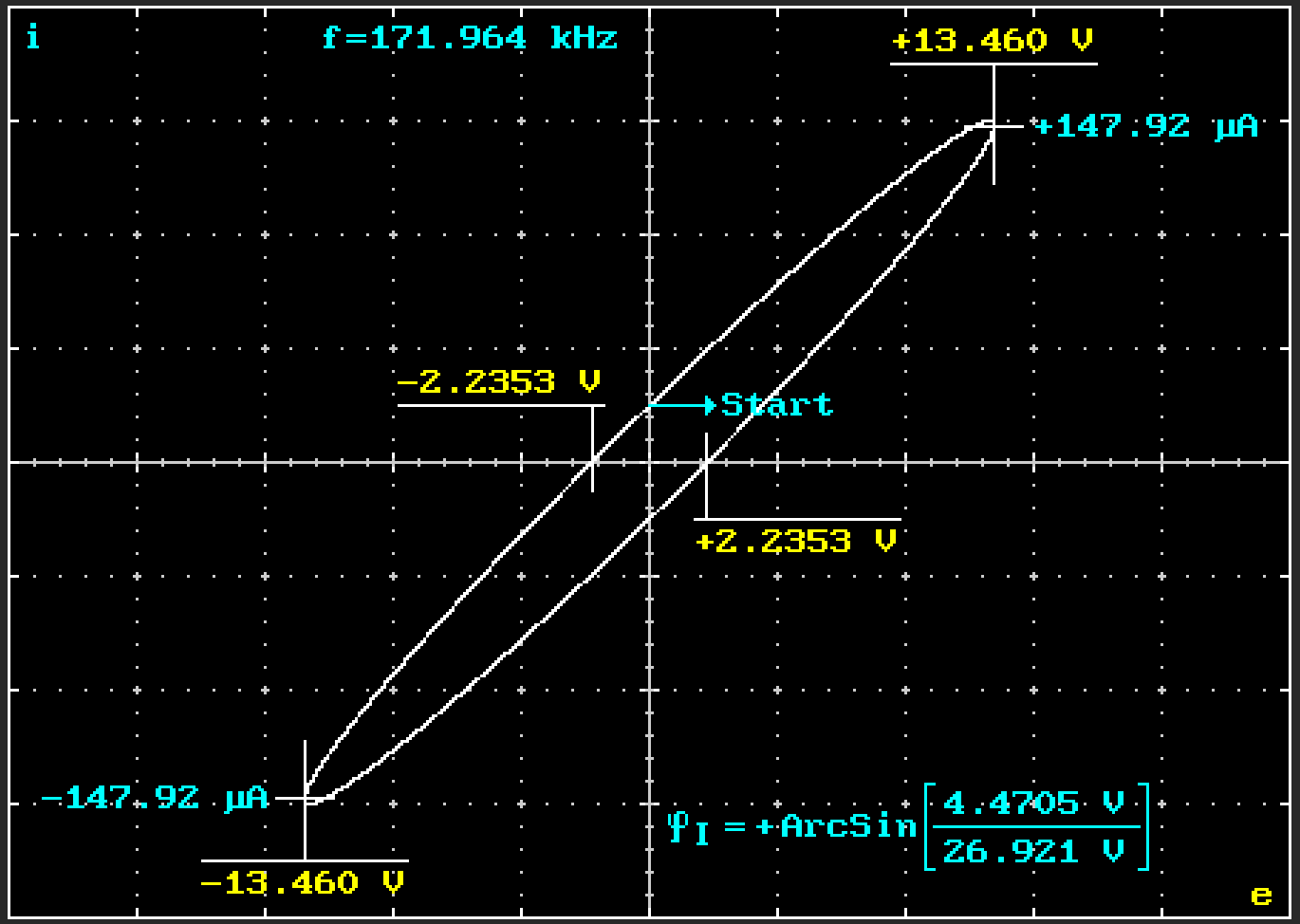
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	147.917 µA; φ_R=0°
I_L	6.22892 mA; φ_L=−90°
I_C	6.25383 mA; φ_C=+90°
I_O	150 µA; φ_I=+9.56°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=172.479 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=367.5 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

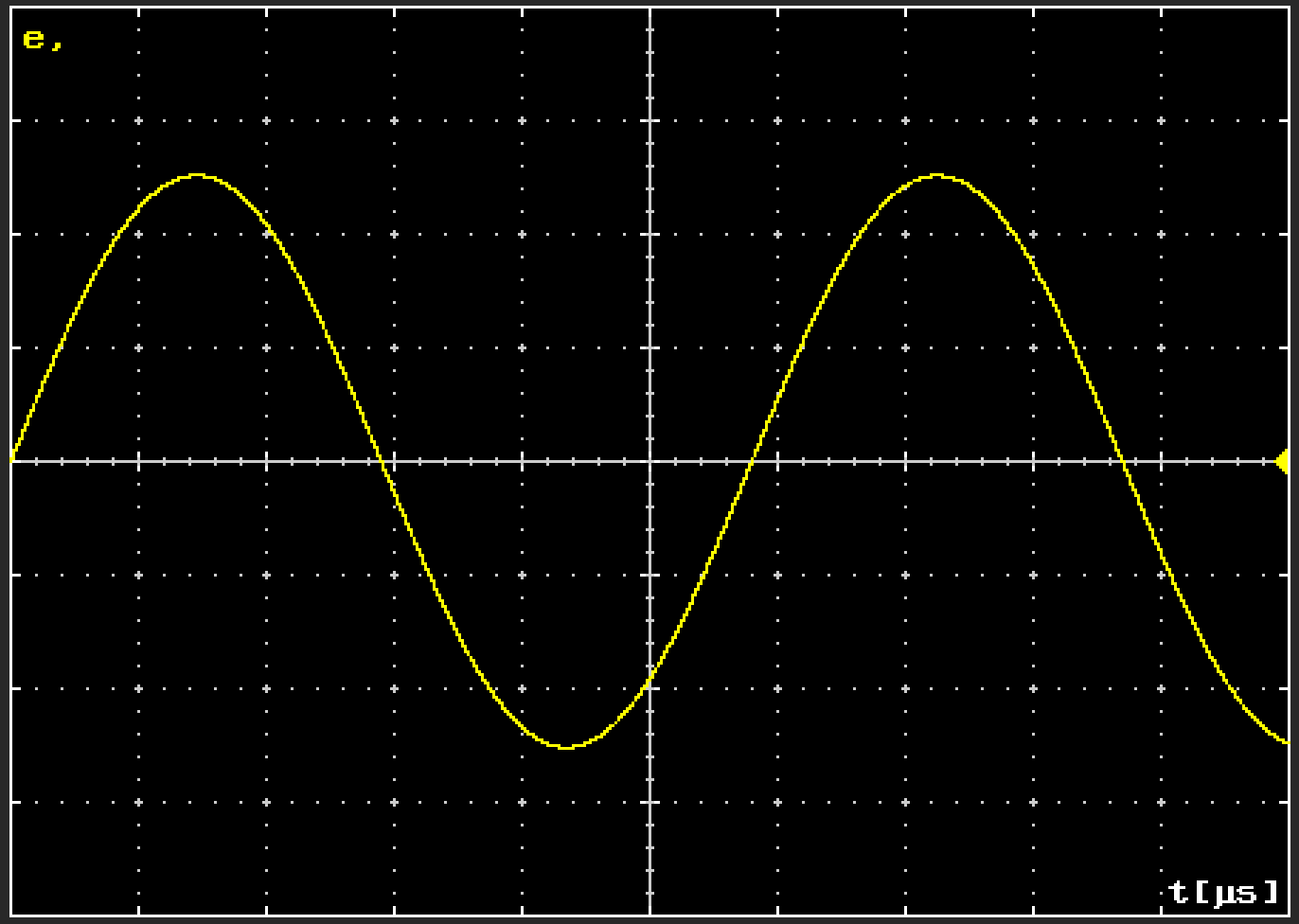
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

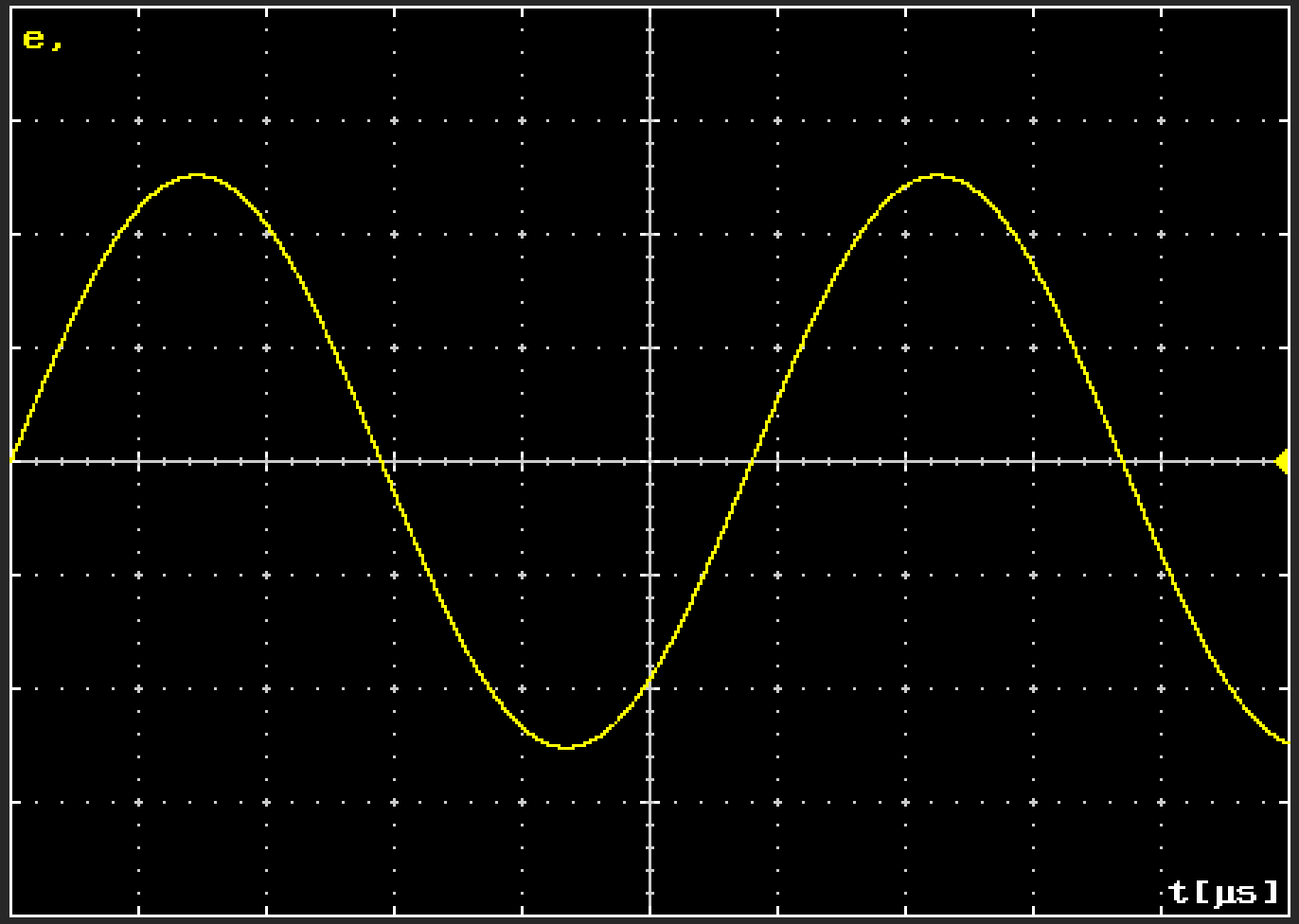
787

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	5	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	2	i_L[mA/div]
3	2	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

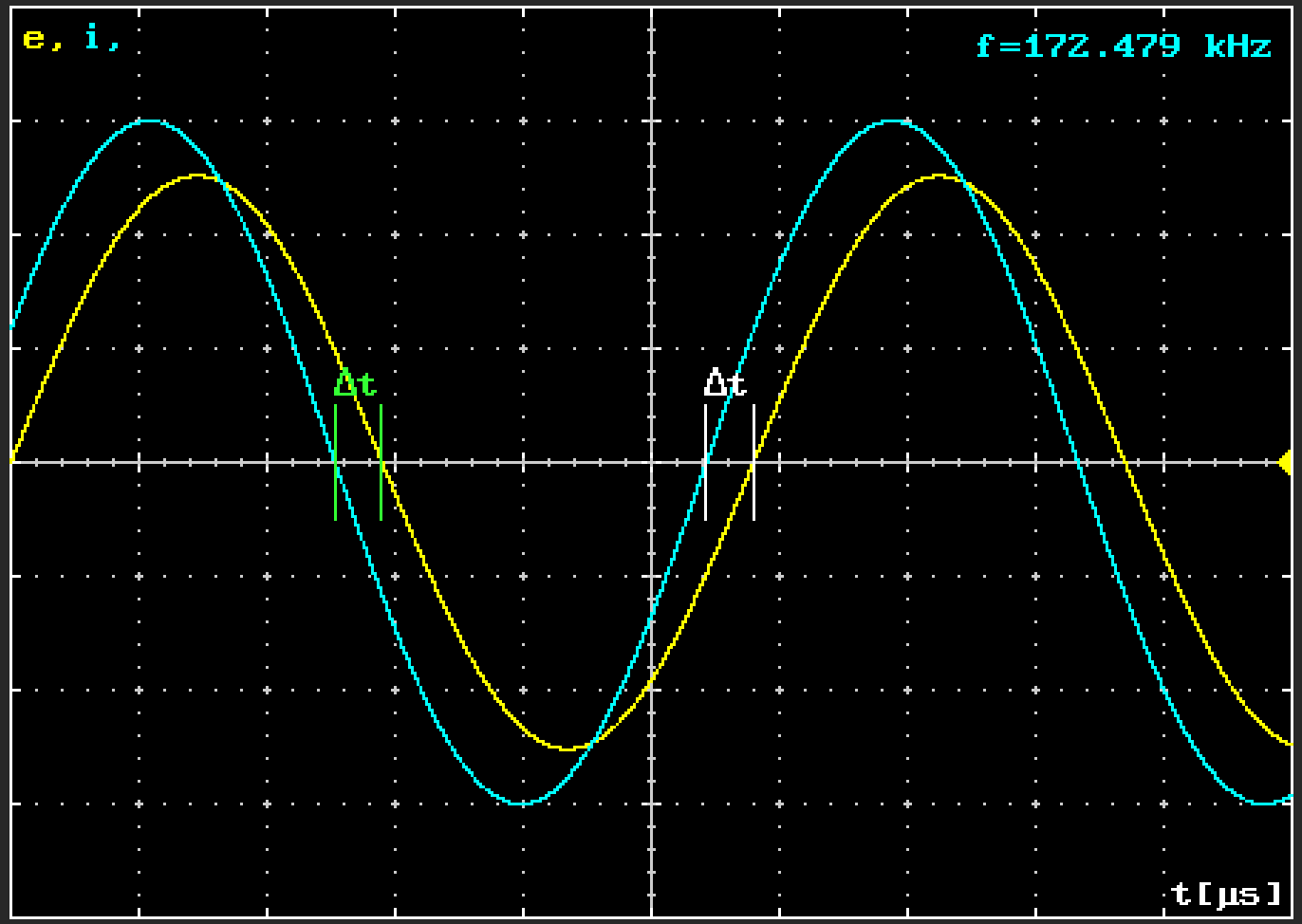
1	t[µs/div]

788

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C
I_0 150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

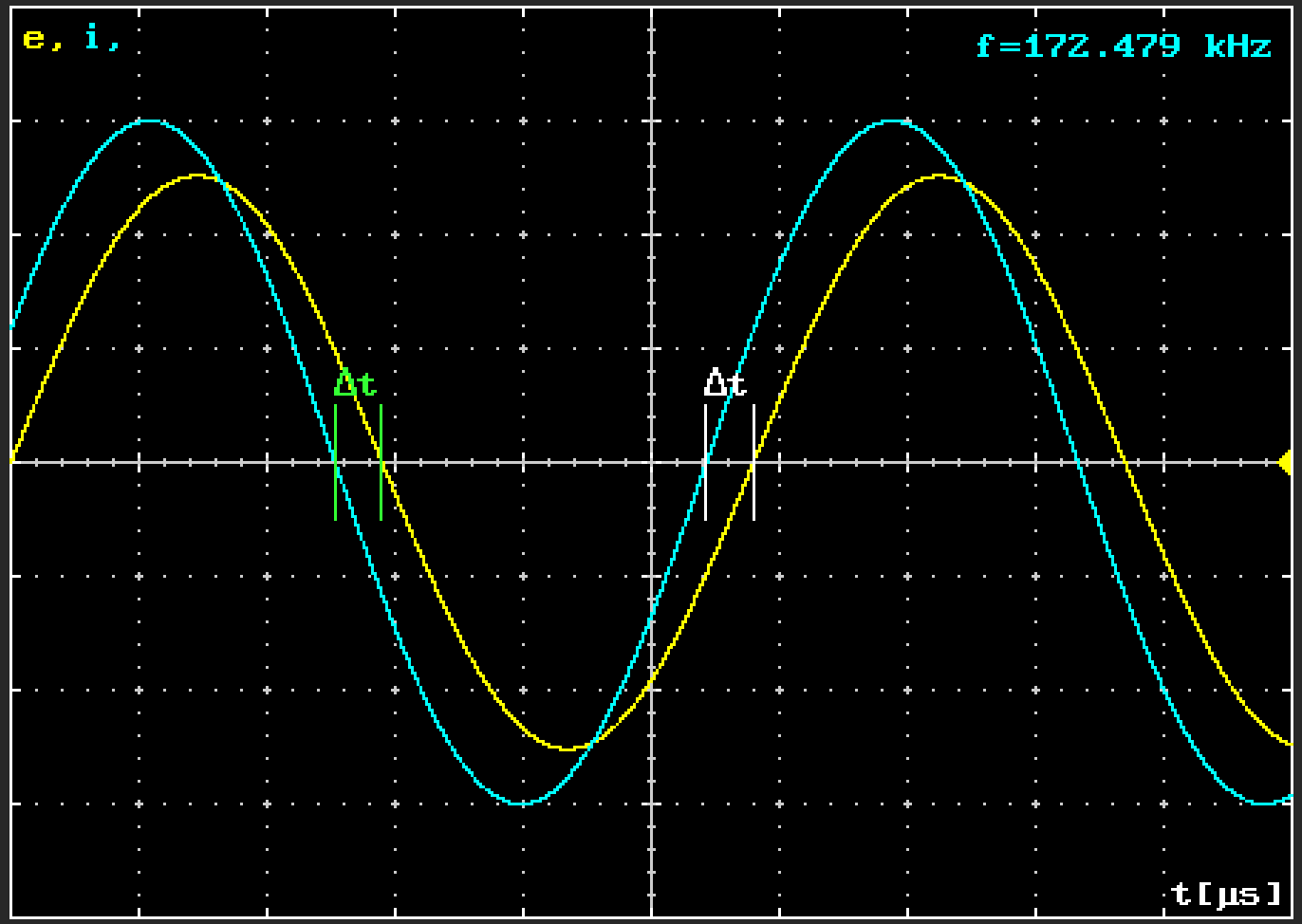
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+22.82°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.92 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	5.86303 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.92 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	5.86303 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

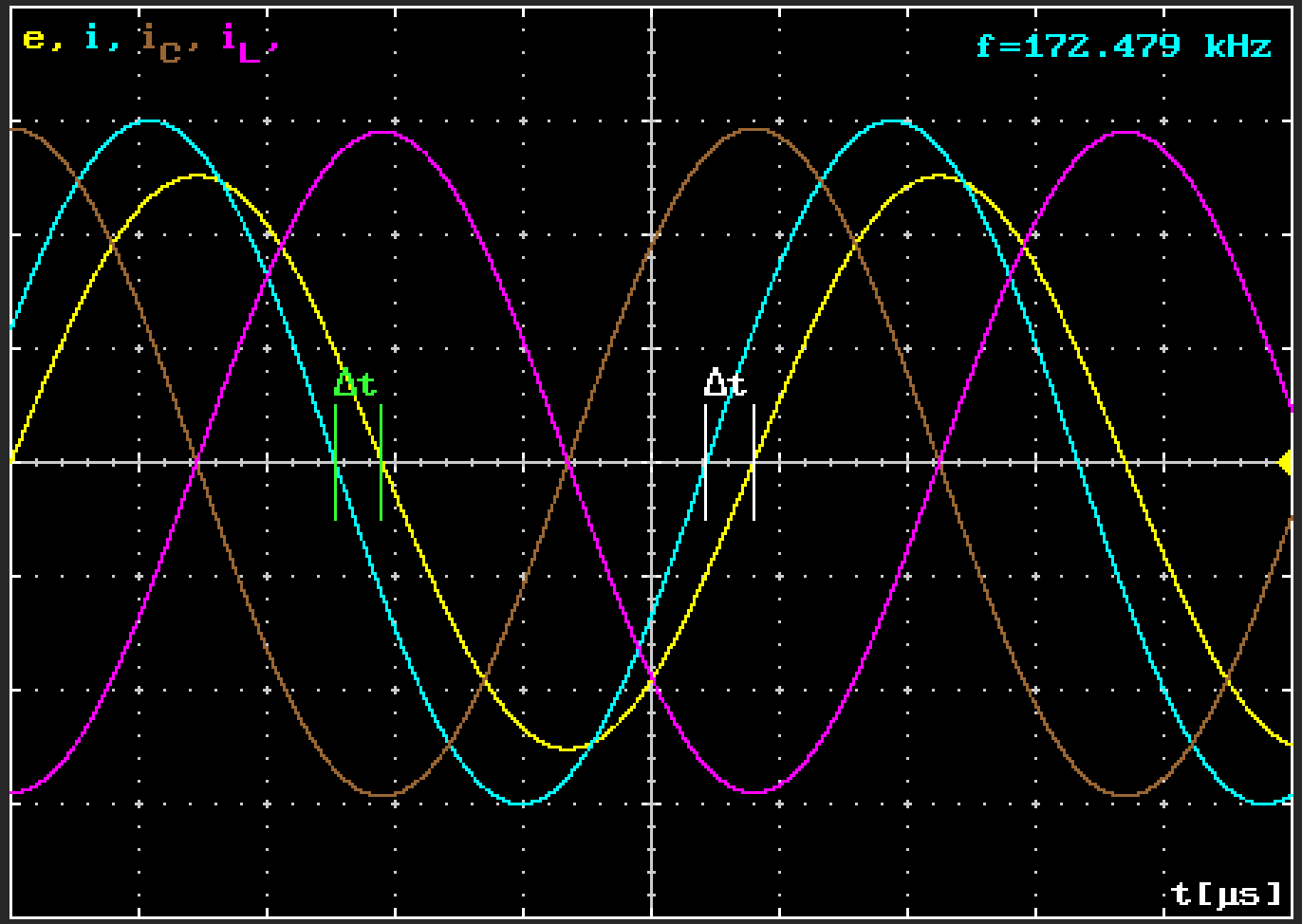
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	5.80486 mA; φ_L=−90°
I_C	5.86303 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

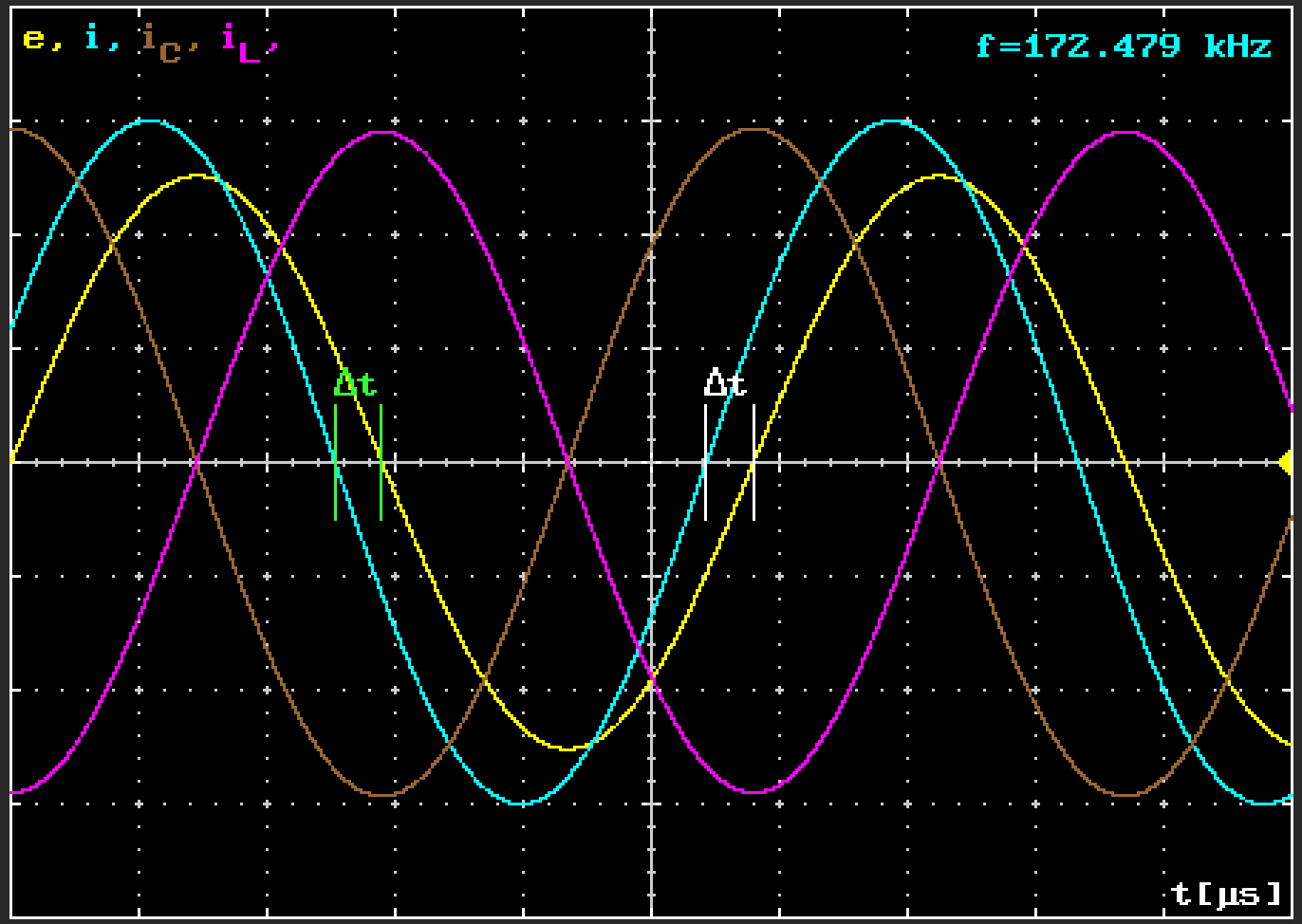
Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L 5.80486 mA; φ_L=-90°
I_C 5.86303 mA; φ_C=+90°
I_0 150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

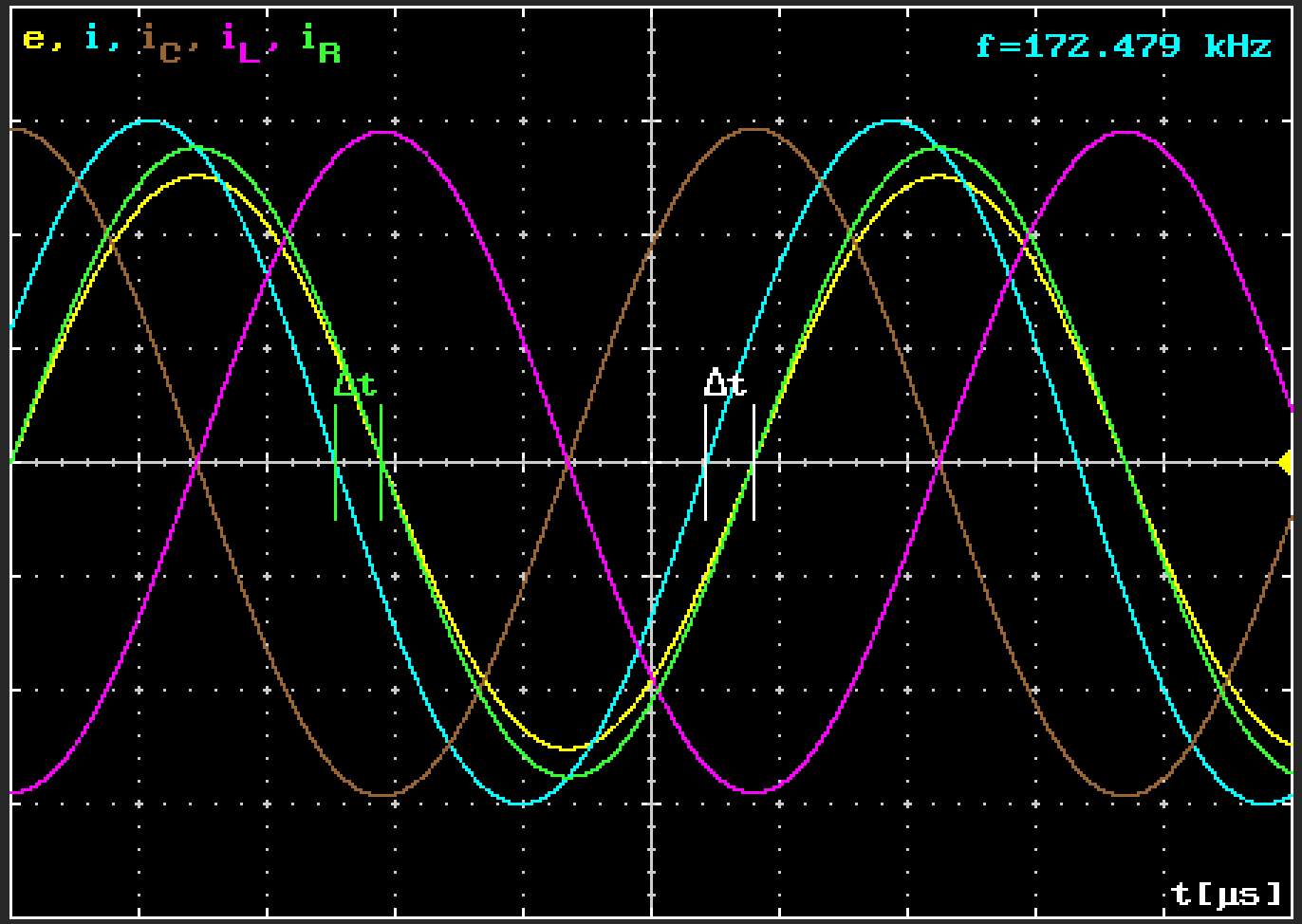
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.92 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	138.260 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	5.80486 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	5.86303 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+22.82°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

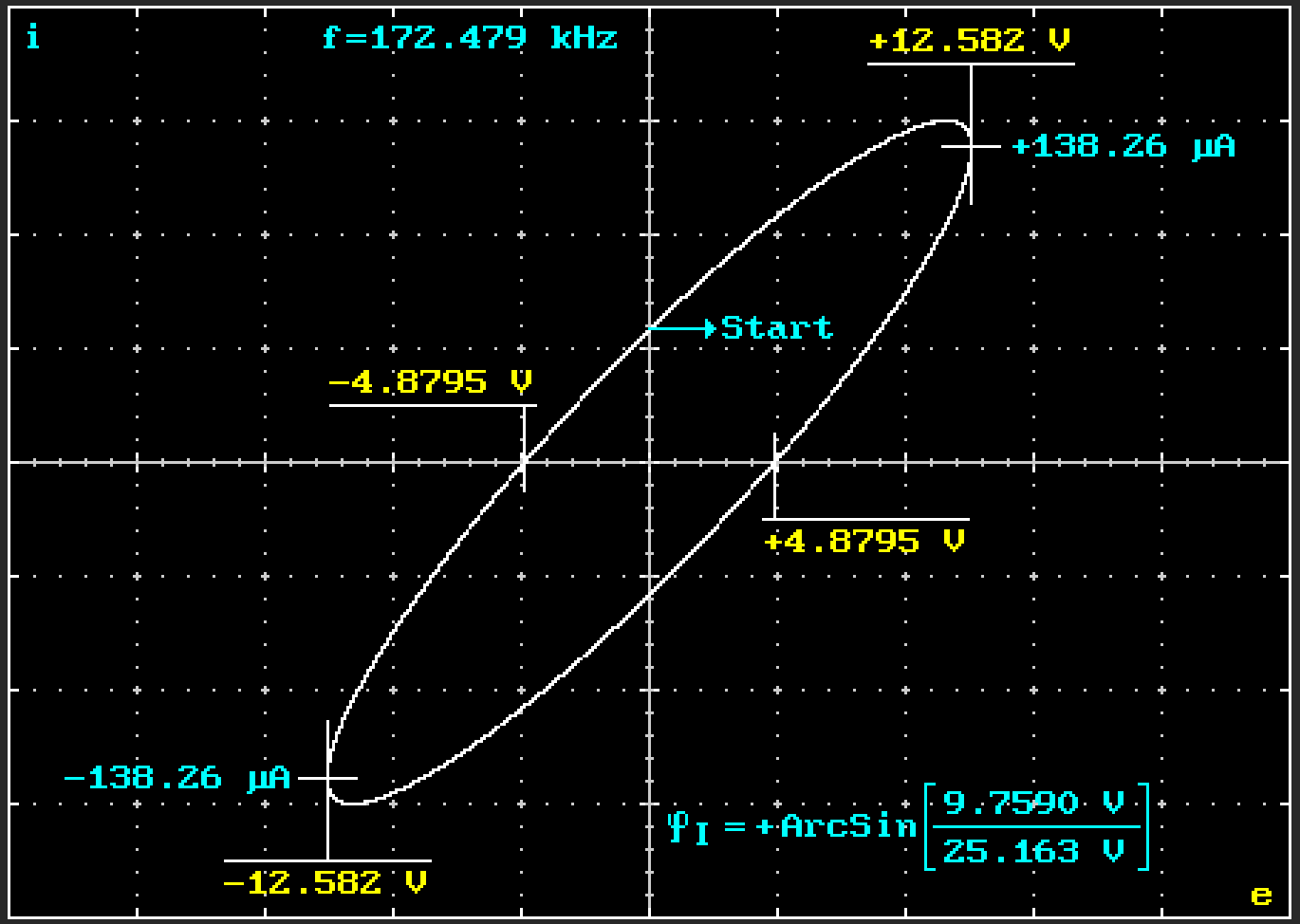
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	138.260 µA; φ_R=0°
I_L	5.80486 mA; φ_L=−90°
I_C	5.86303 mA; φ_C=+90°
I_O	150 µA; φ_I=+22.82°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=173.337 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=641.2 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

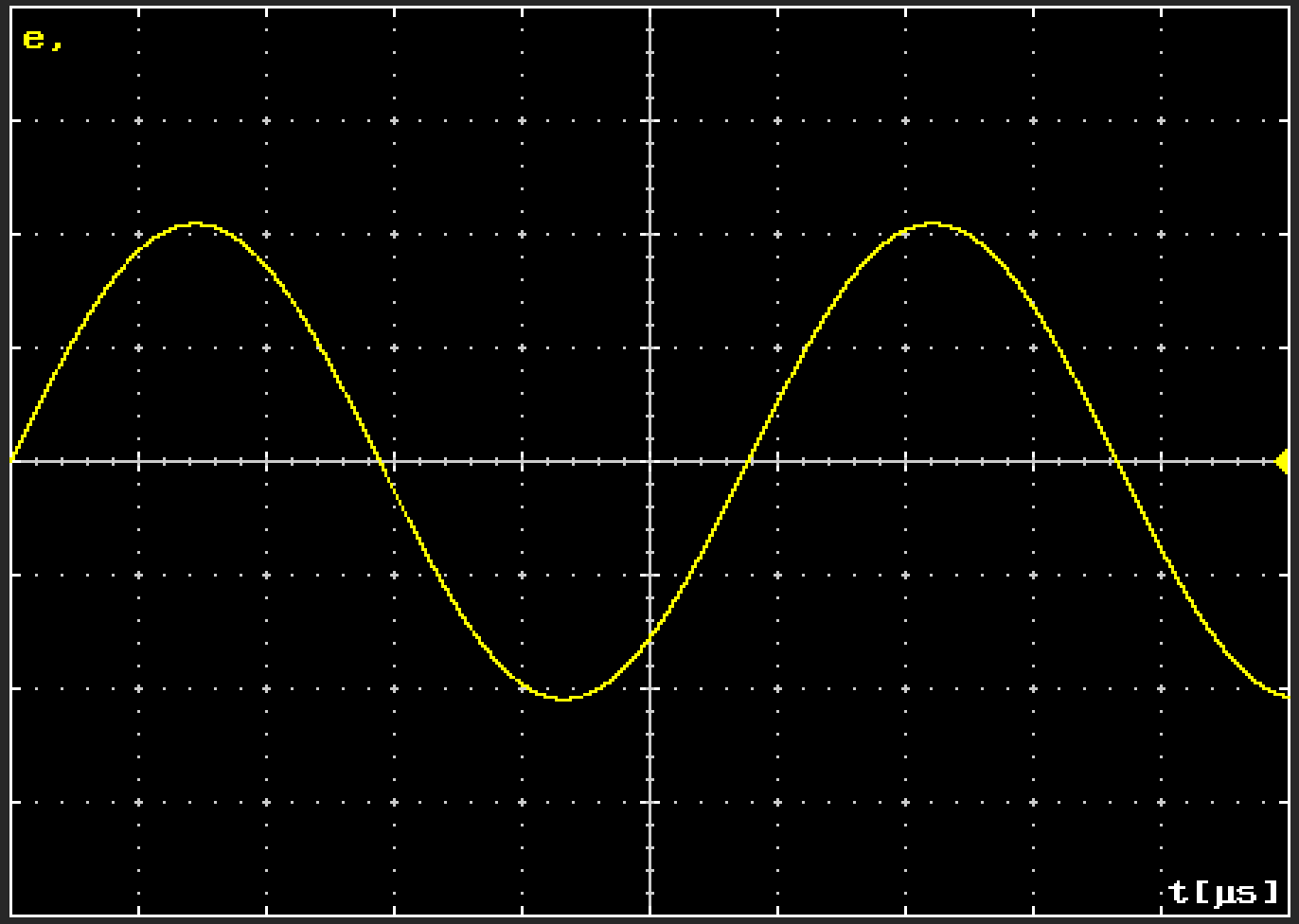
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

797

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.5 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C
I_0

LH Trigger

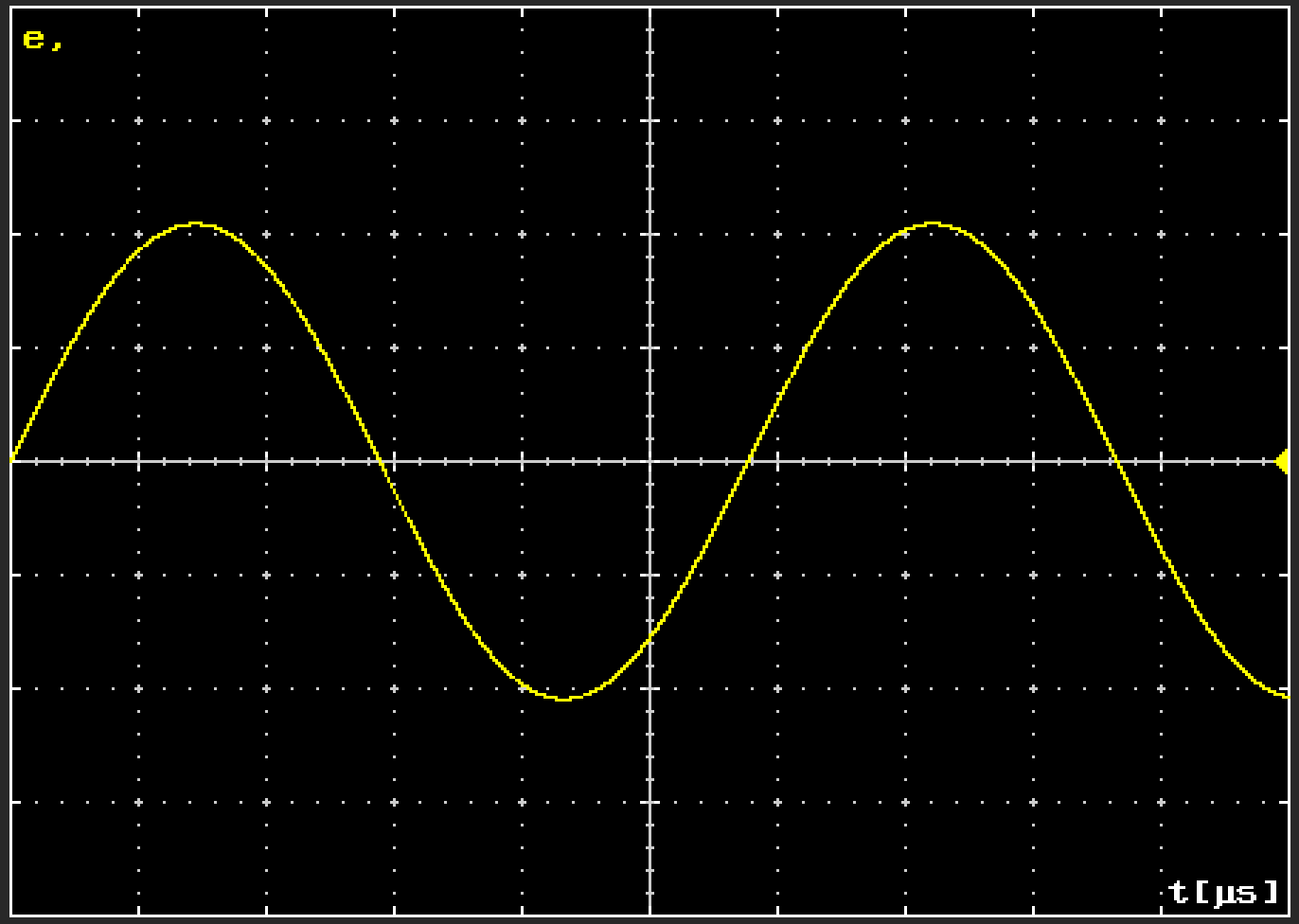
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

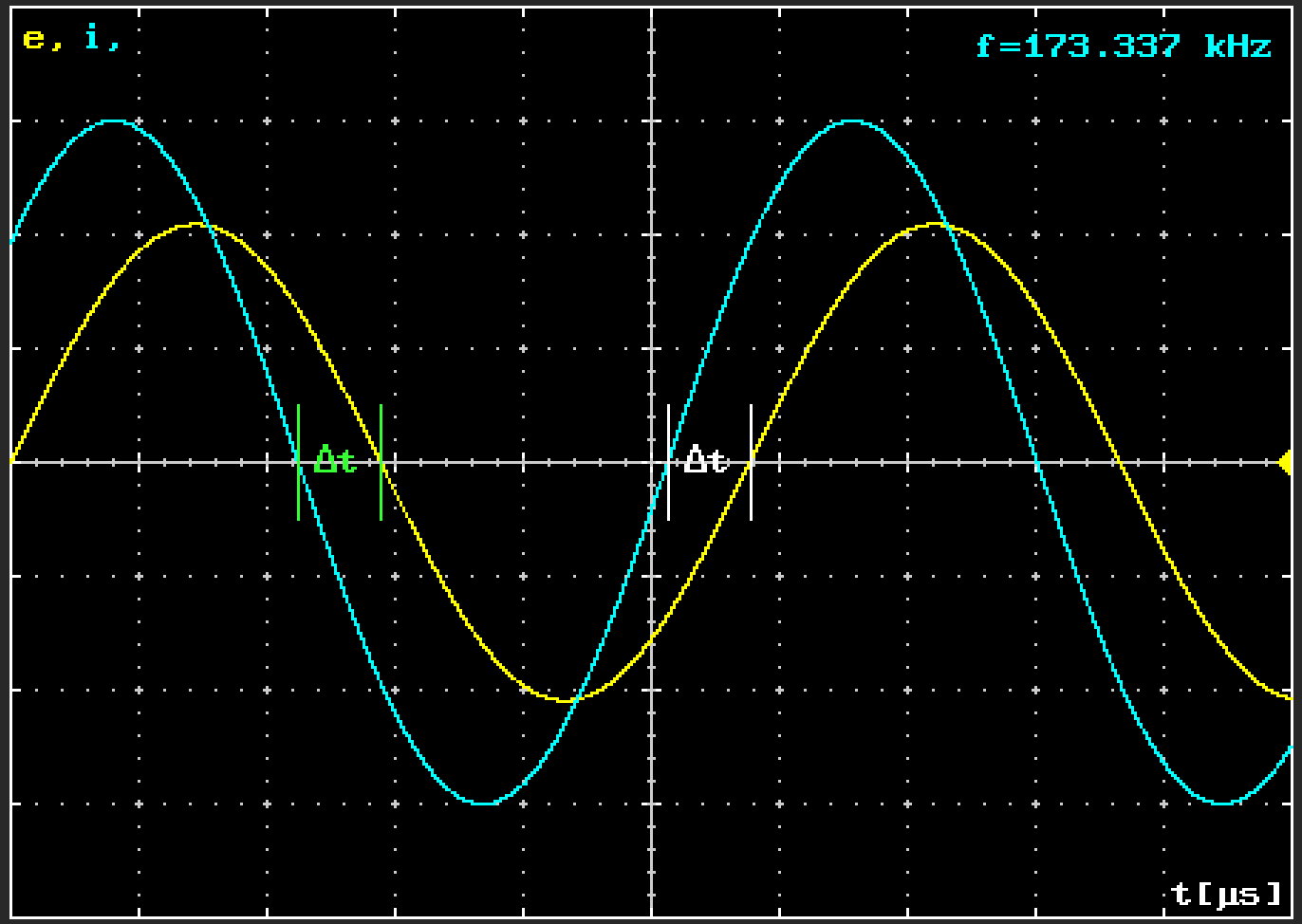
LH Trigger

0	5	1	50	2	2	3	2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+40.01°$

LH Trigger

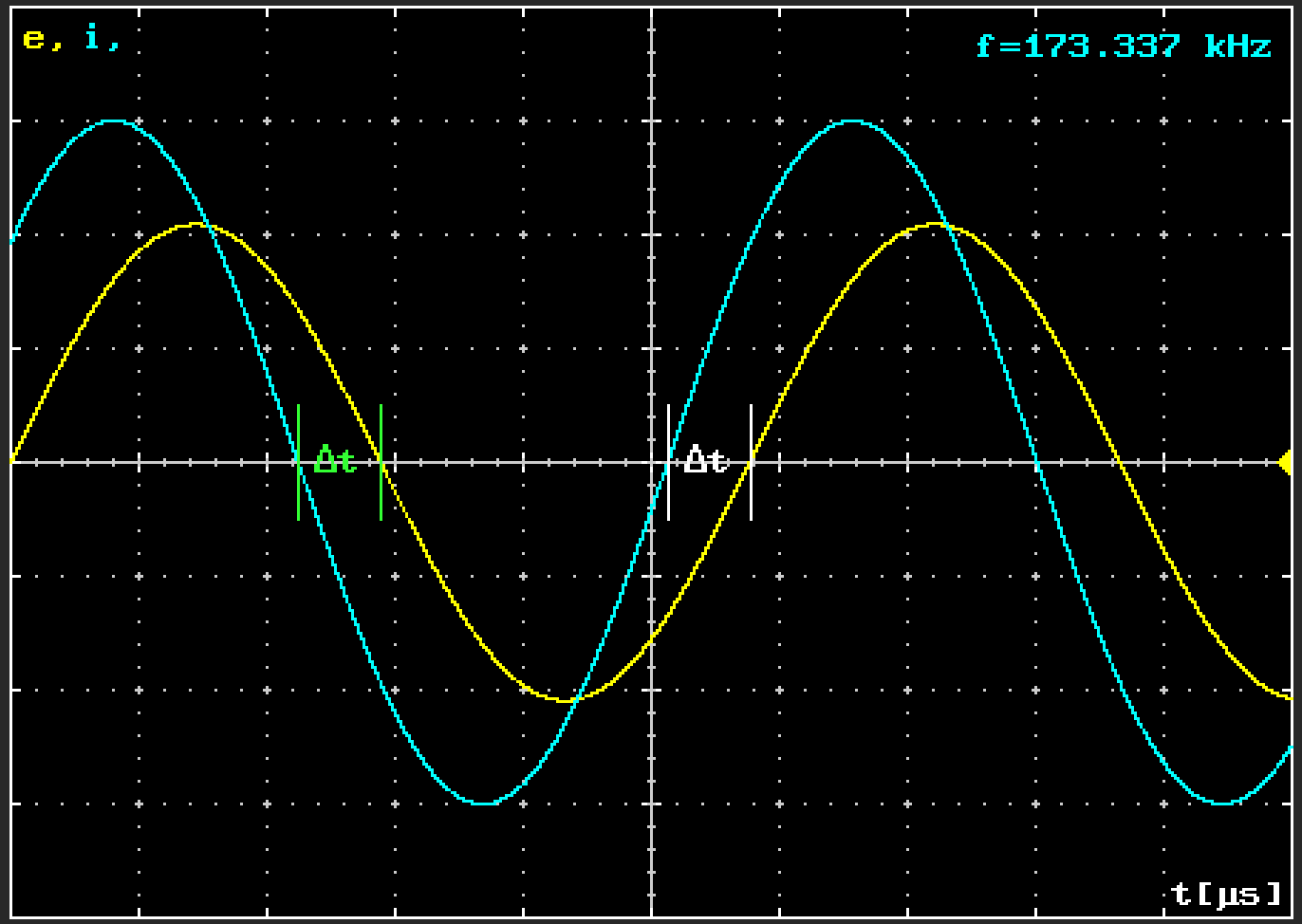
Az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 µA; $\varphi_I=+40.01°$

LH Trigger

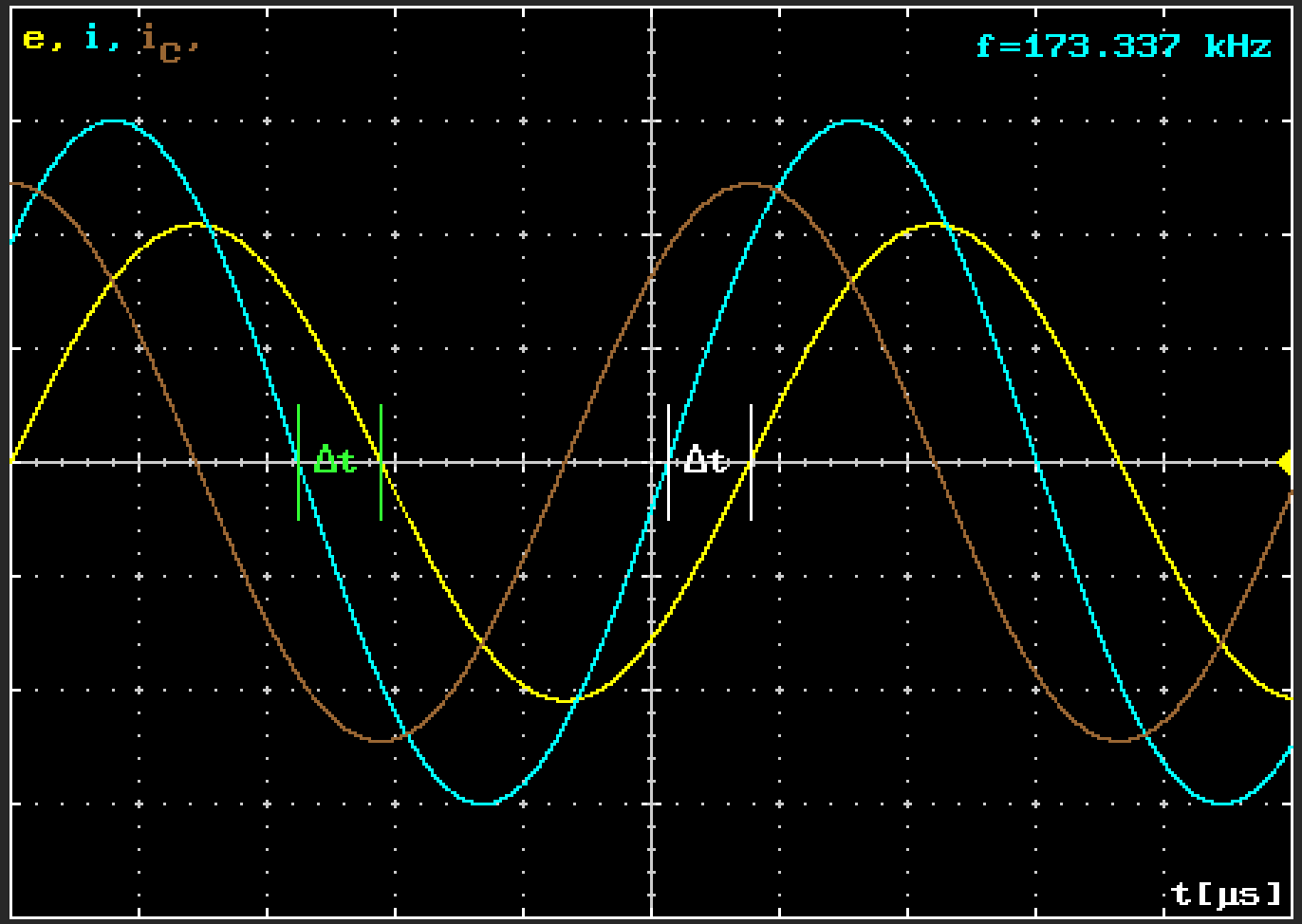
Az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 14.35 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	4.89593 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+40.01°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

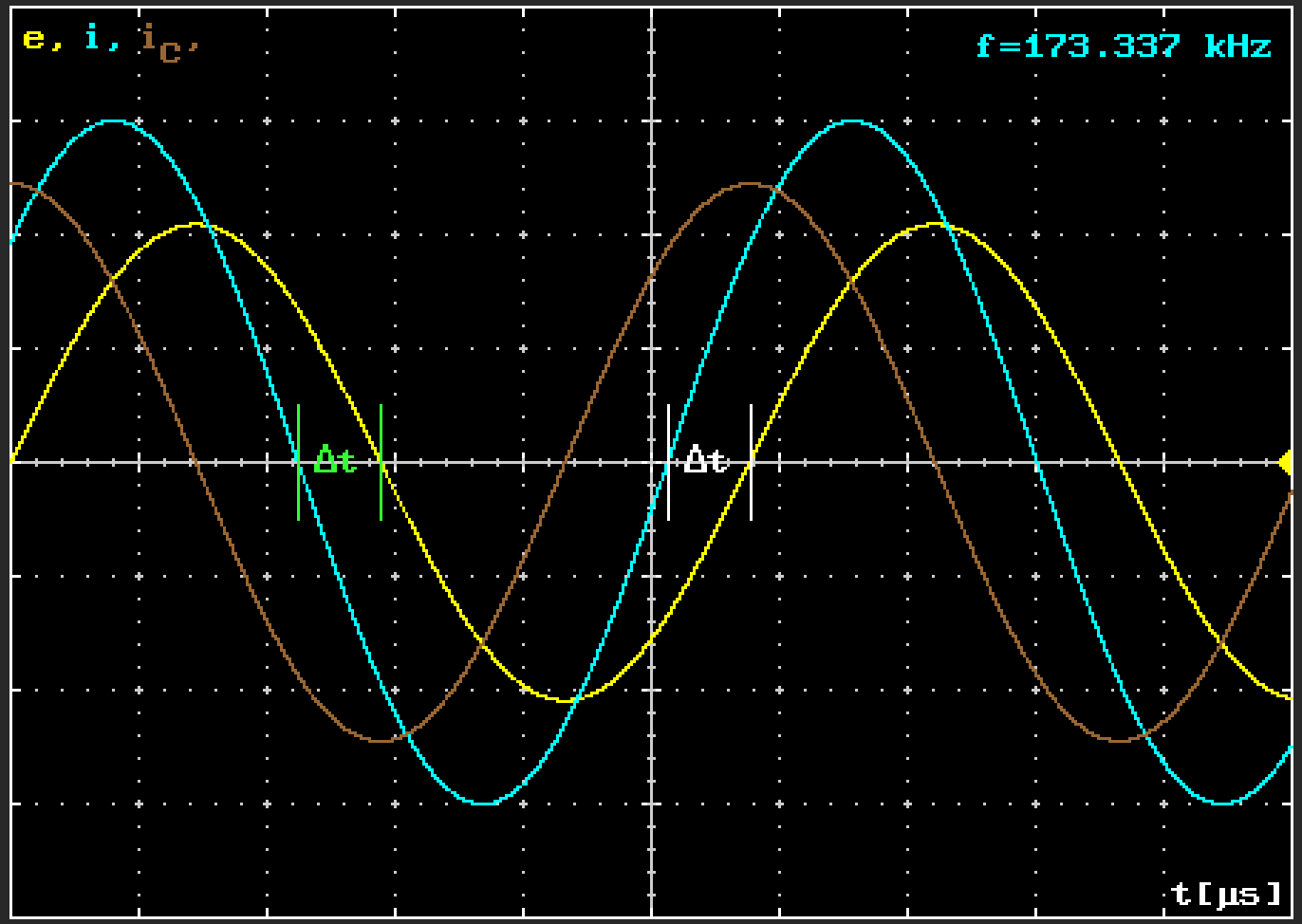
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

802

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C 4.89593 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O 150 µA; $\varphi_I=+40.01°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

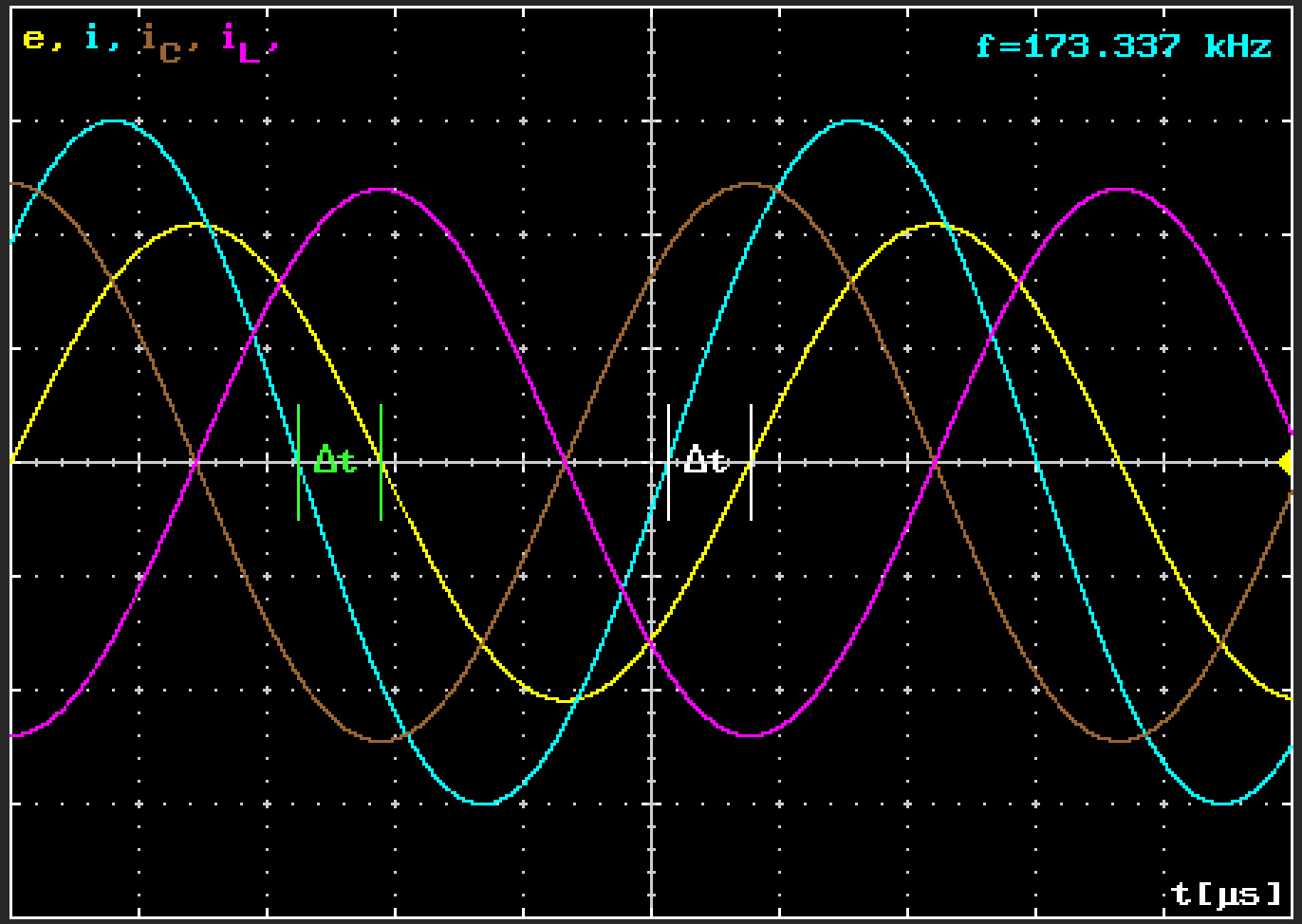
803

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	4.79948 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.89593 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+40.01°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

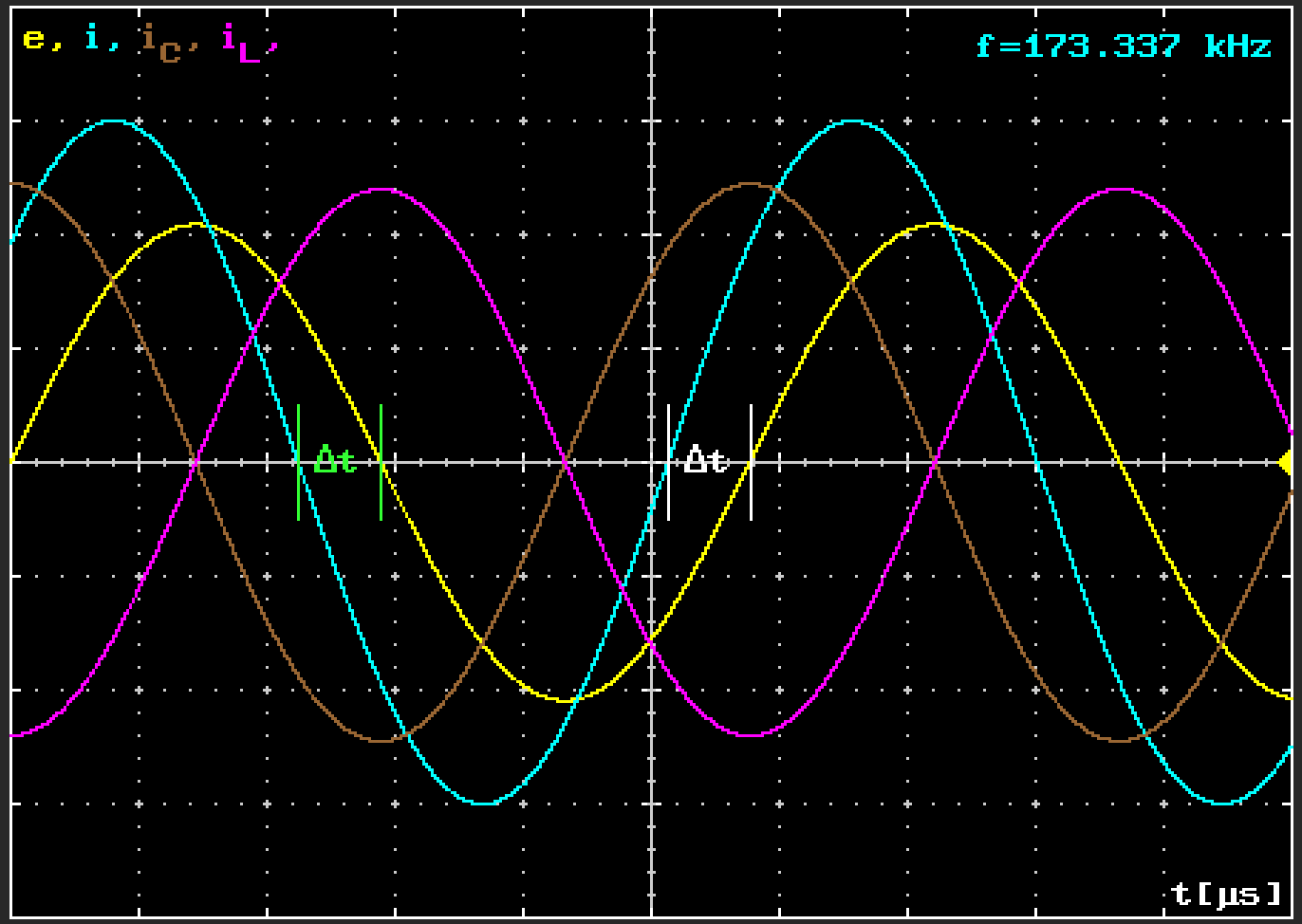
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 14.35 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	
I_L	4.79948 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.89593 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+40.01°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

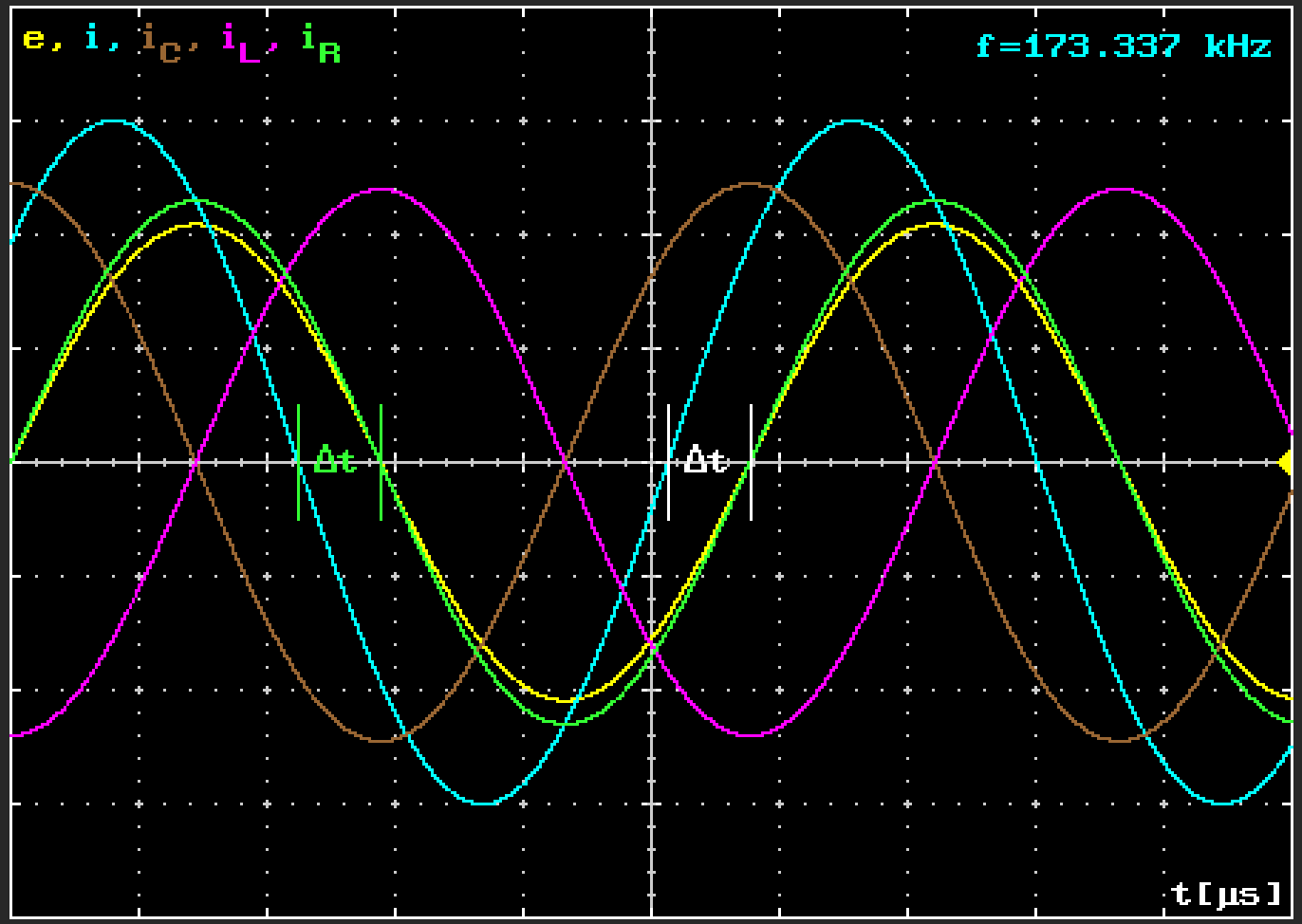
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	114.883 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	4.79948 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.89593 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+40.01°$

LH Trigger

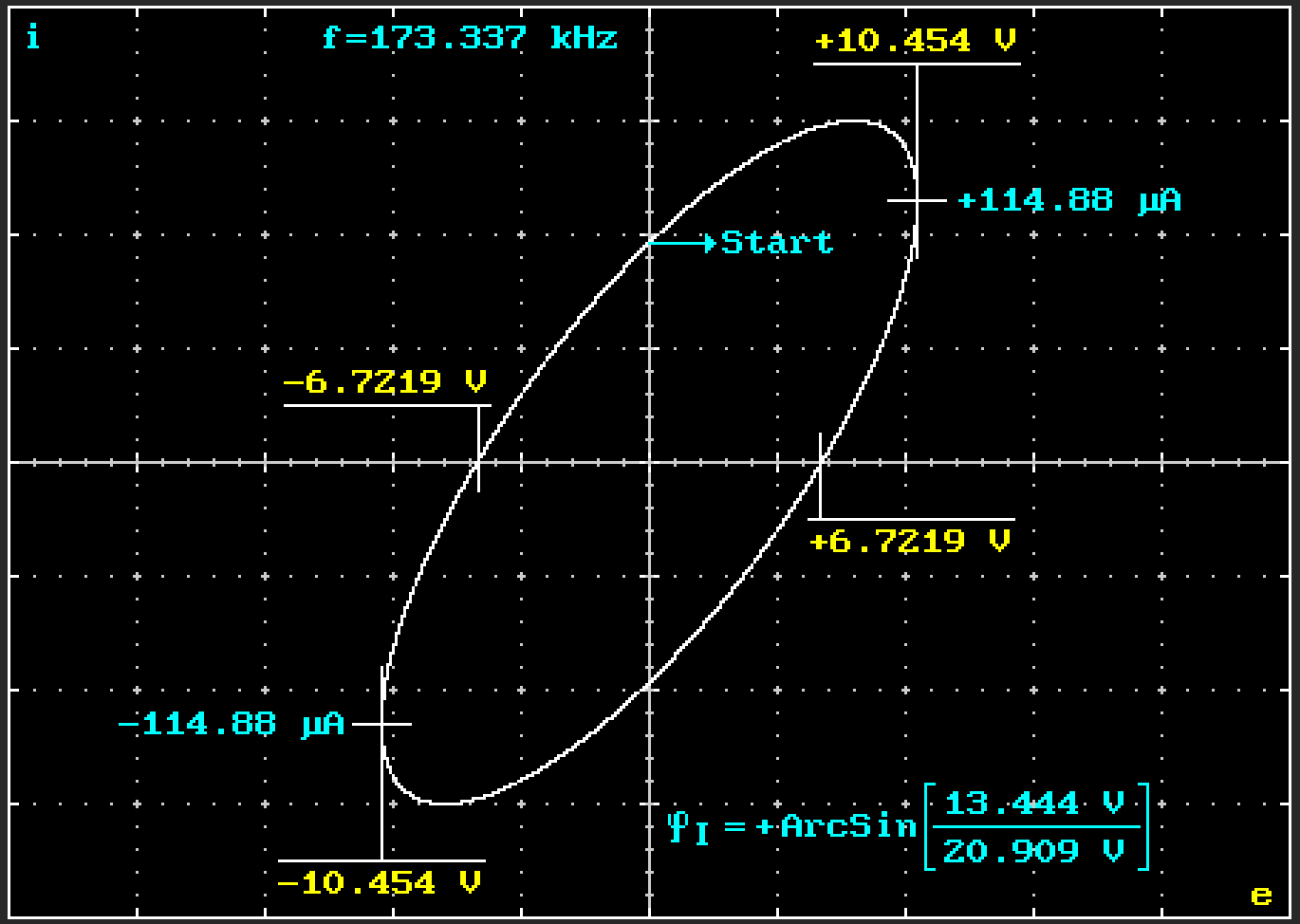
Az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	114.883 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	4.79948 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.89593 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+40.01°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

807

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=175.054 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=937.9 ns-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

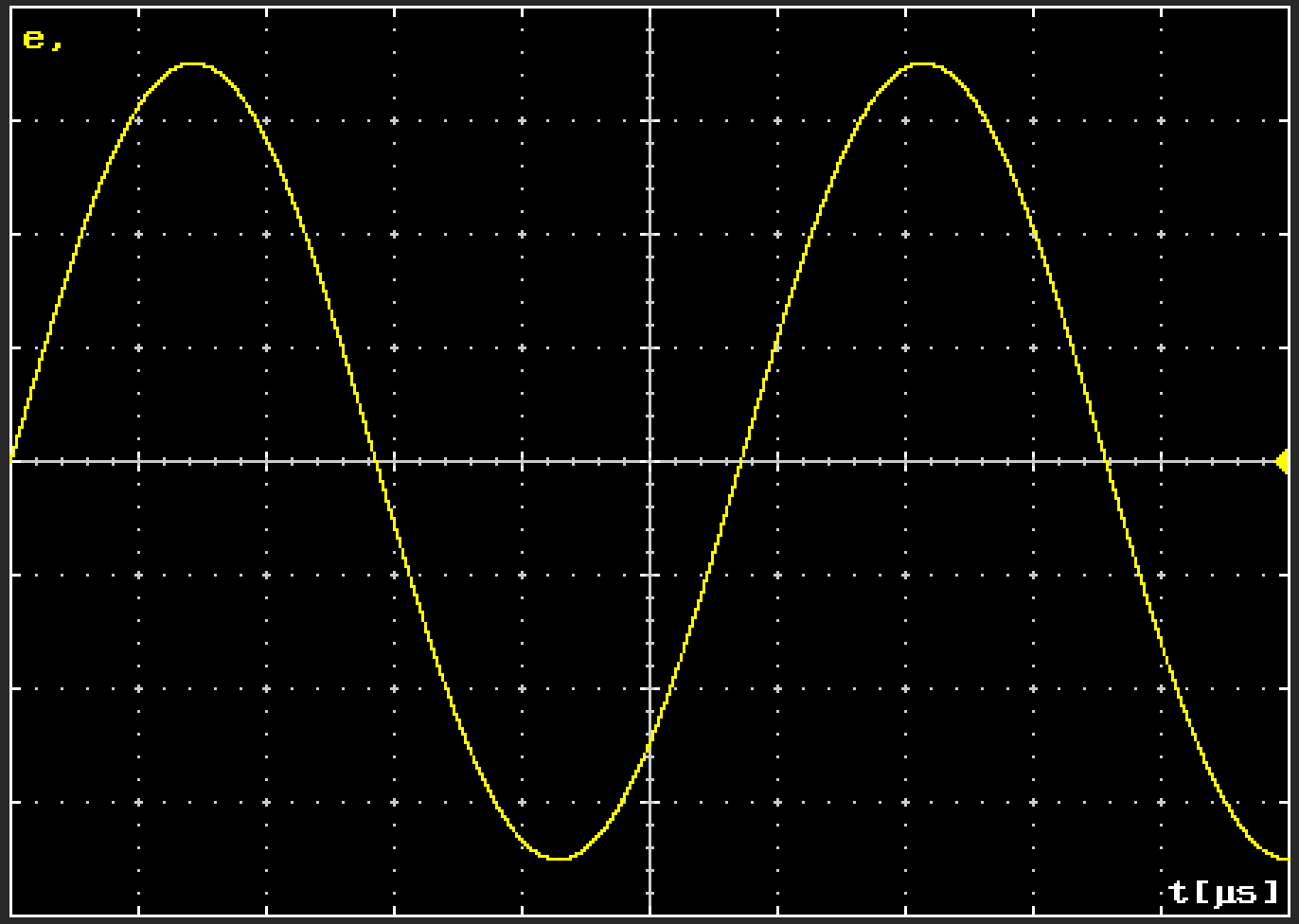
1	t[µs/div]

808

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O

LH Trigger

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1	t[µs/div]

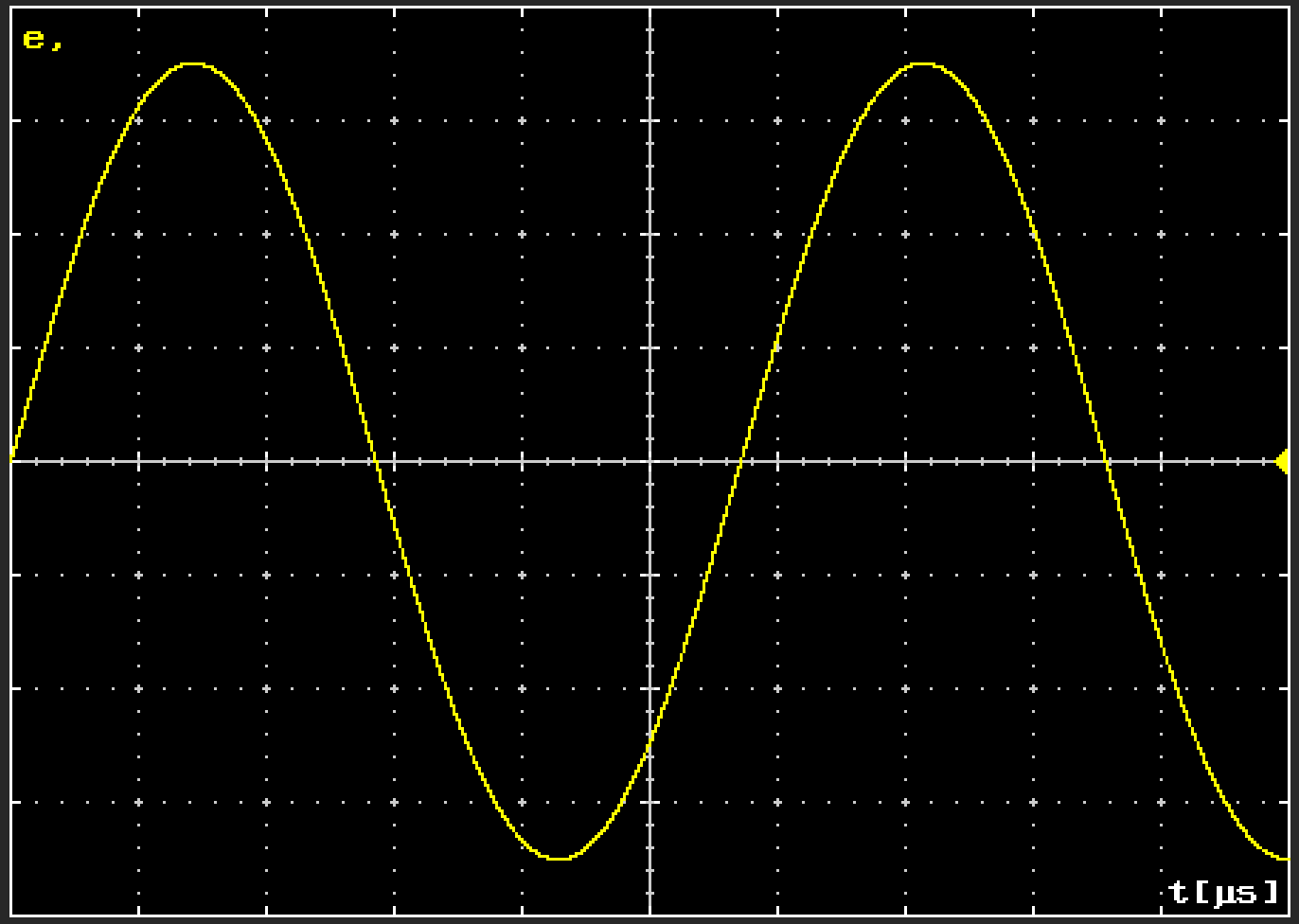
809

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

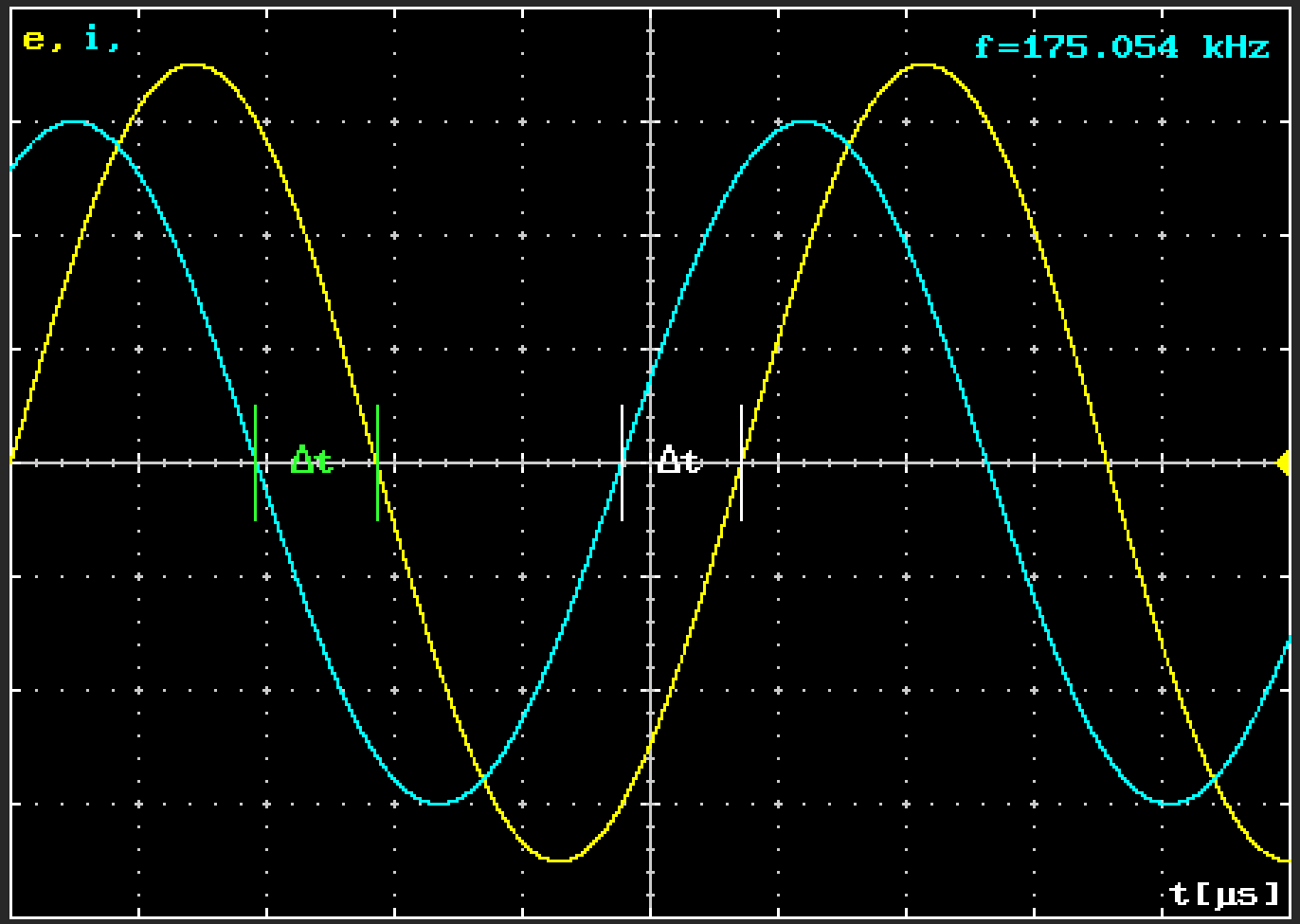
1	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 μS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O 150 μA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

811

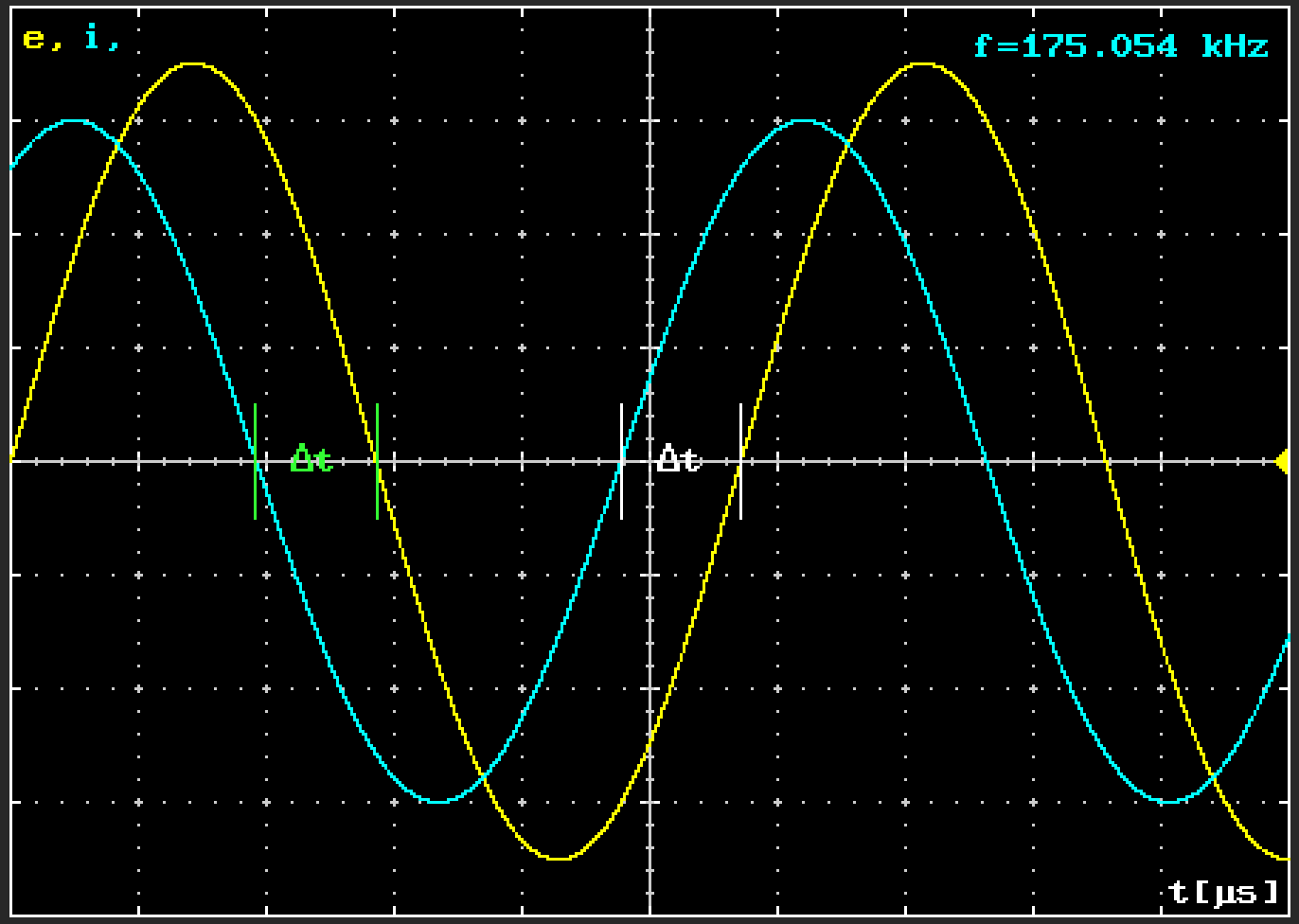
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

147

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O 150 µA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[µA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]
	1	t[µs/div]

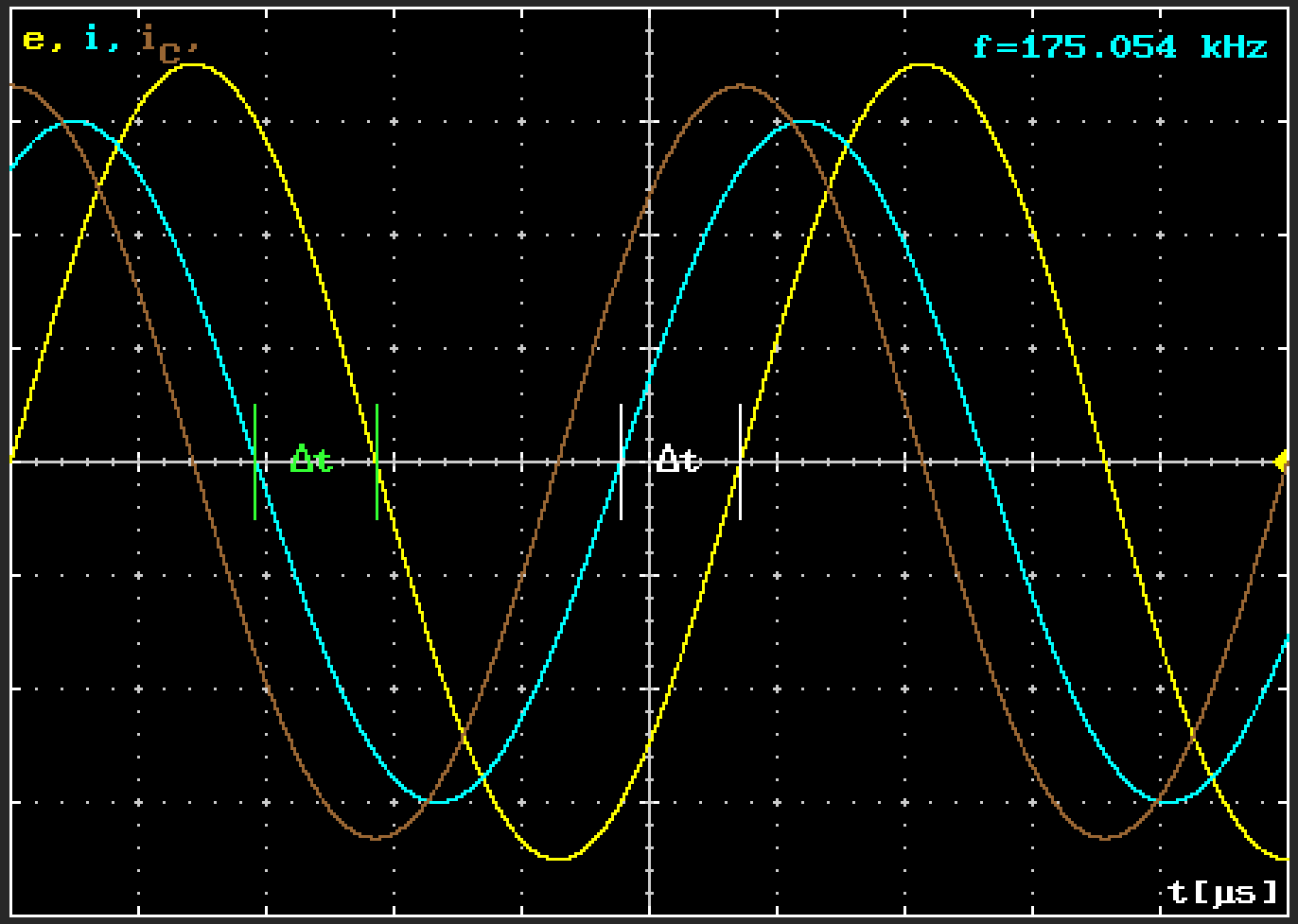
812

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 21.40 μS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	3.31452 mA; φ_C=+90°
I_O	150 μA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

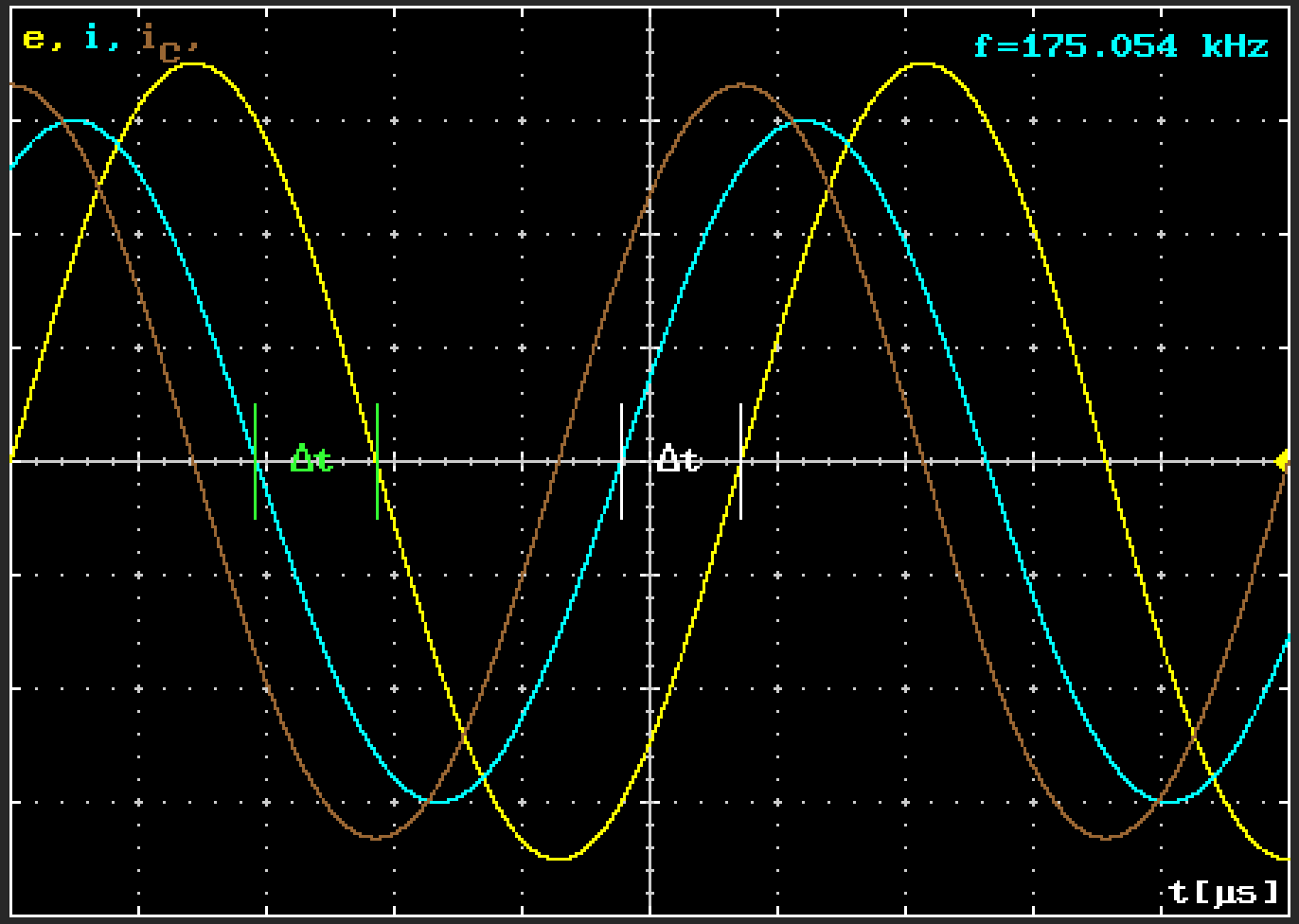
Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C 3.31452 mA; φ_C=+90°
I_O 150 µA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

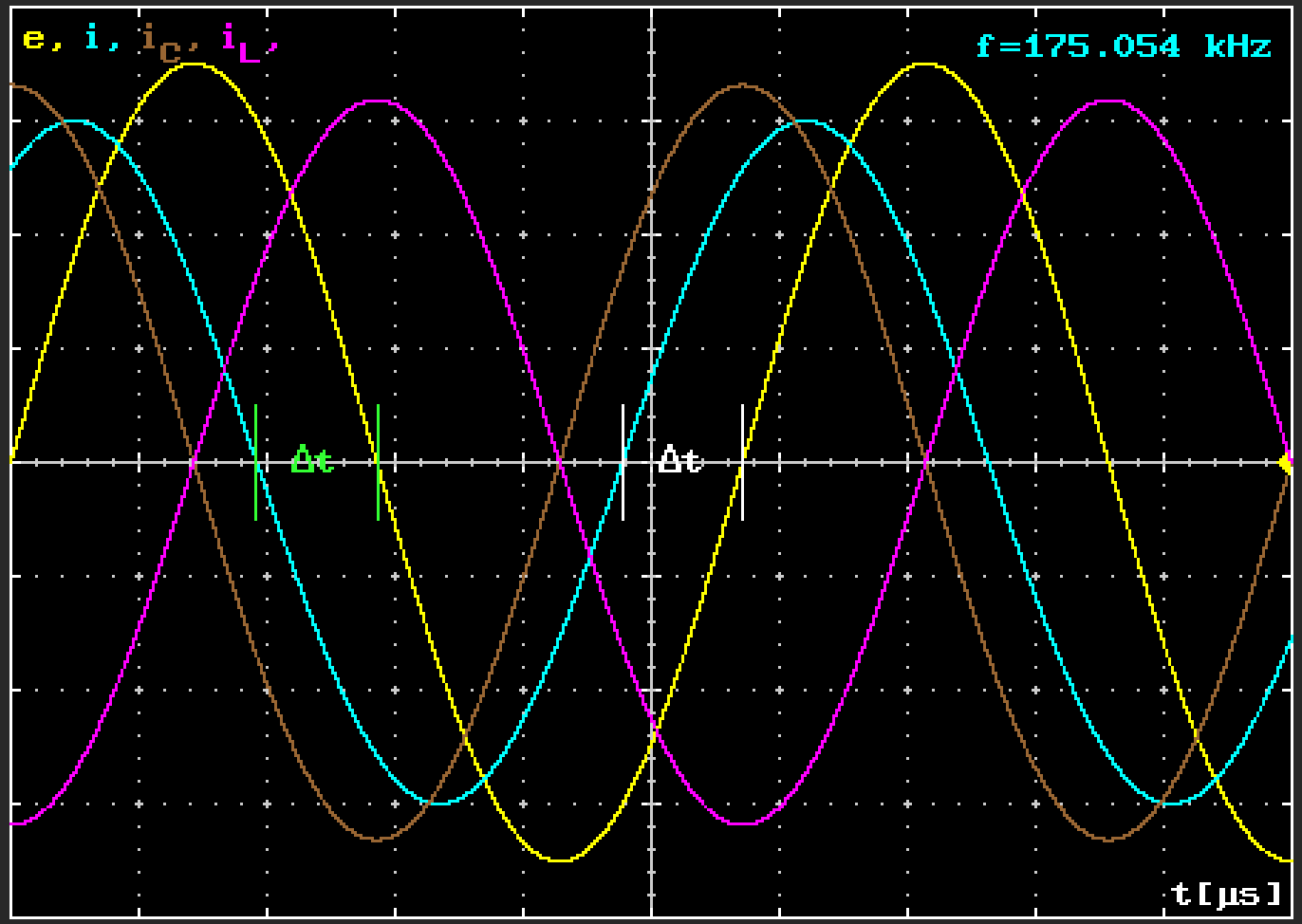
0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 21.40 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= +2.00%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	3.18580 mA; φ_L=−90°
I_C	3.31452 mA; φ_C=+90°
I_O	150 µA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

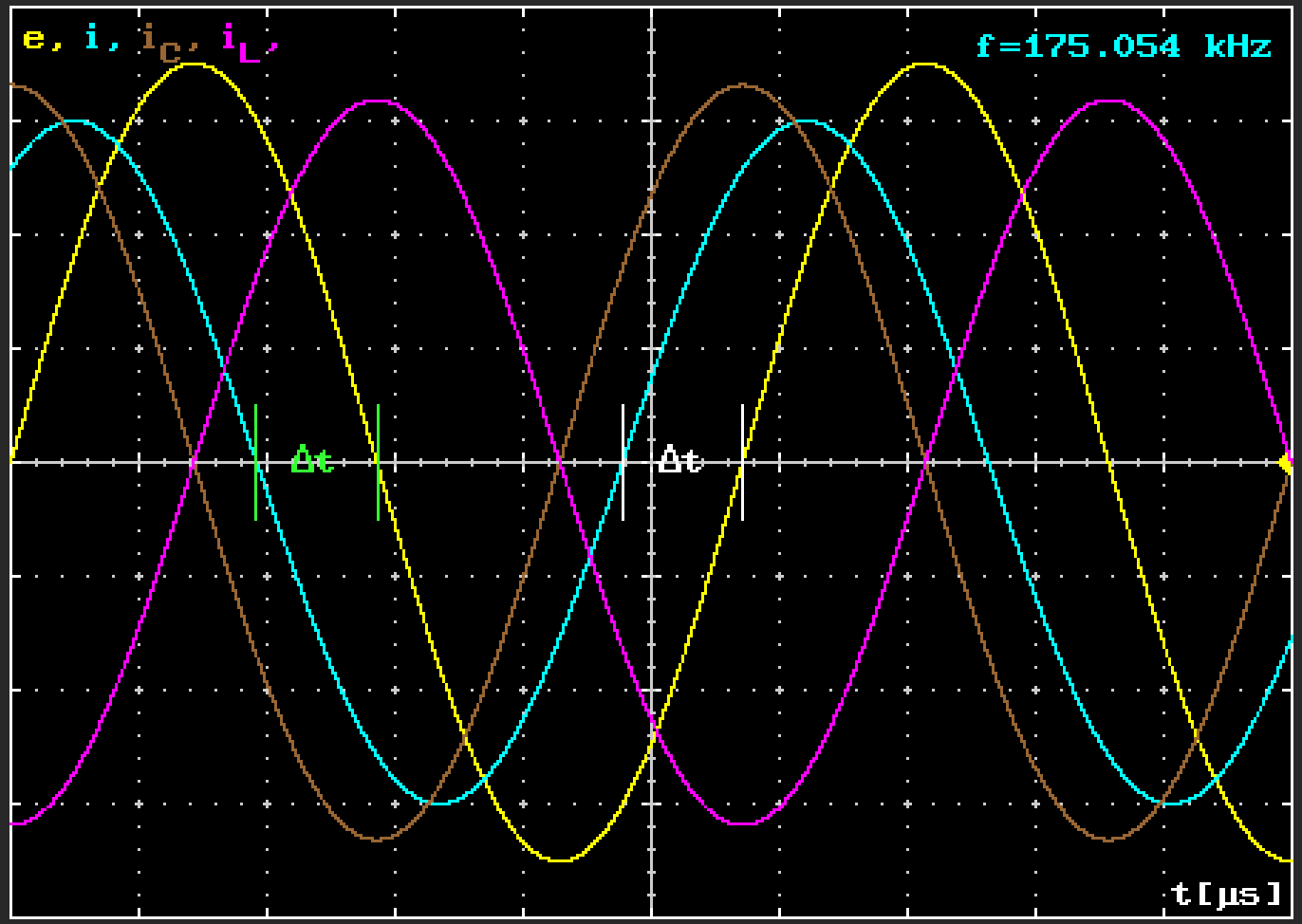
0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 21.40 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +2.00%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	3.18580 mA; φ_L=−90°
I_C	3.31452 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

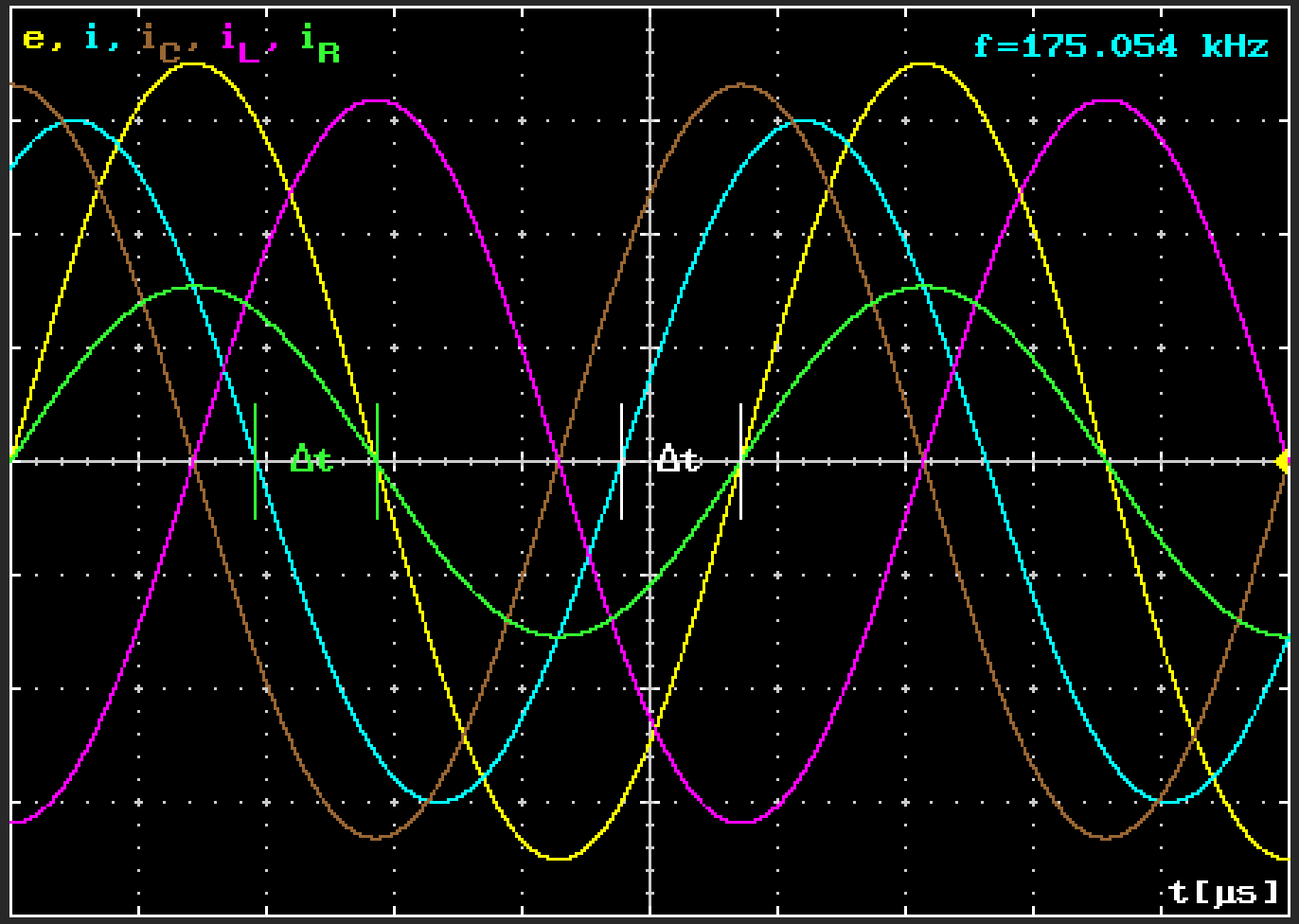
0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

816

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	77.0122 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	3.18580 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	3.31452 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+59.11°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

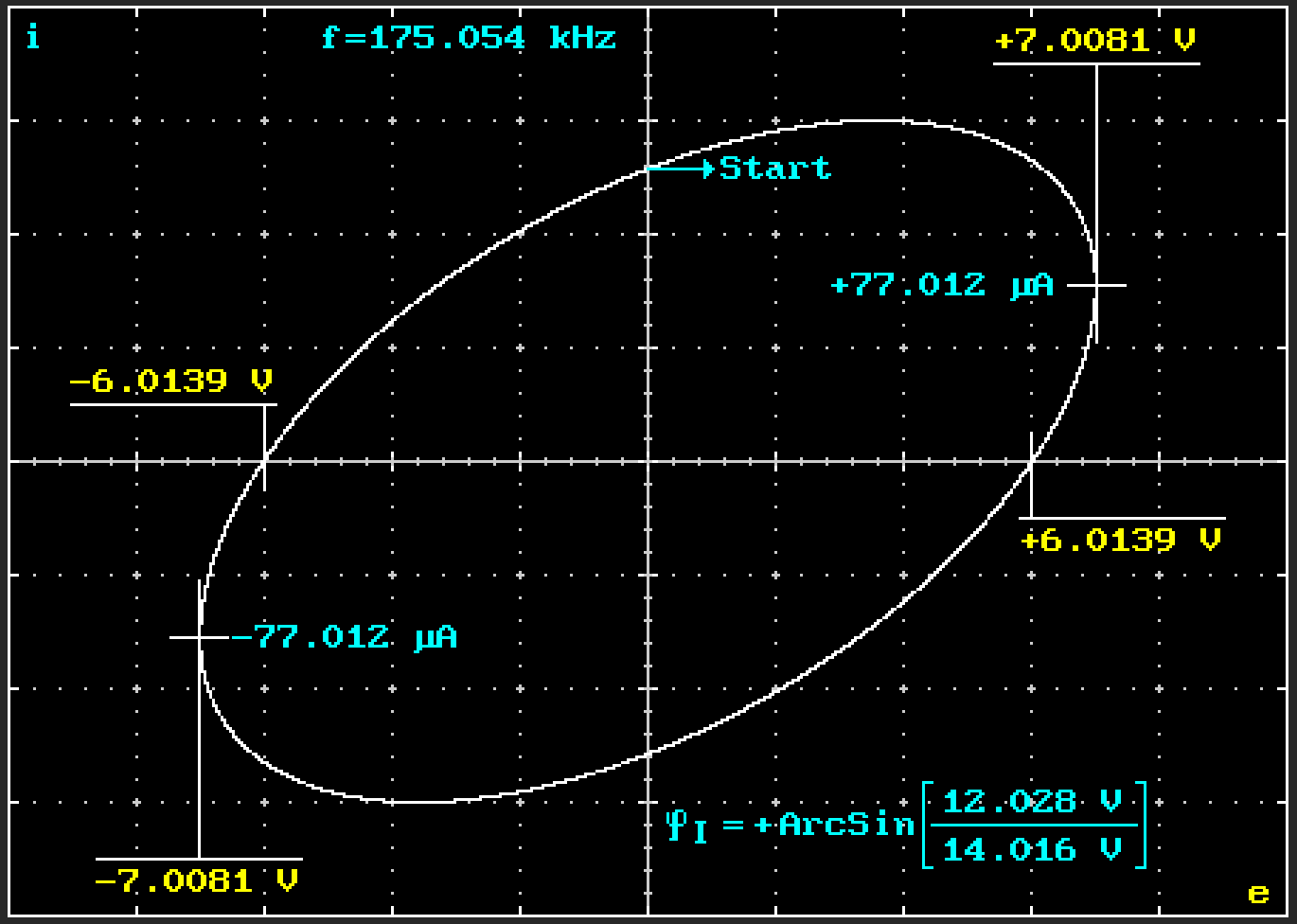
0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; φ_{REF}=0°
I_R	77.0122 µA; φ_R=0°
I_L	3.18580 mA; φ_L=−90°
I_C	3.31452 mA; φ_C=+90°
I_O	150 µA; φ_I=+59.11°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]
0 2	1 50	2 1	3 1	4 50	1

818

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=180.202 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=1.177 µs-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

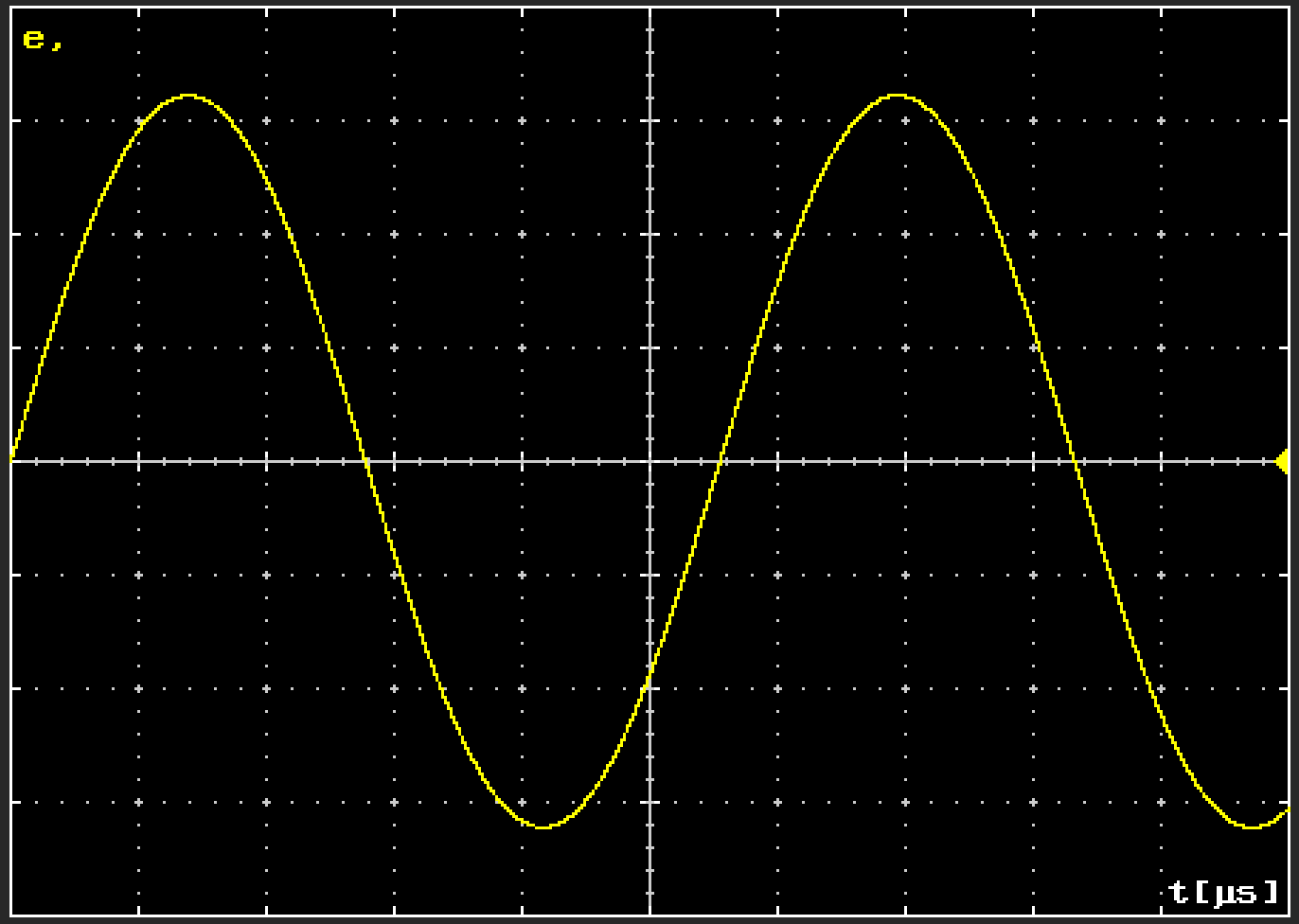
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

819

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.22 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O

LH Trigger

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

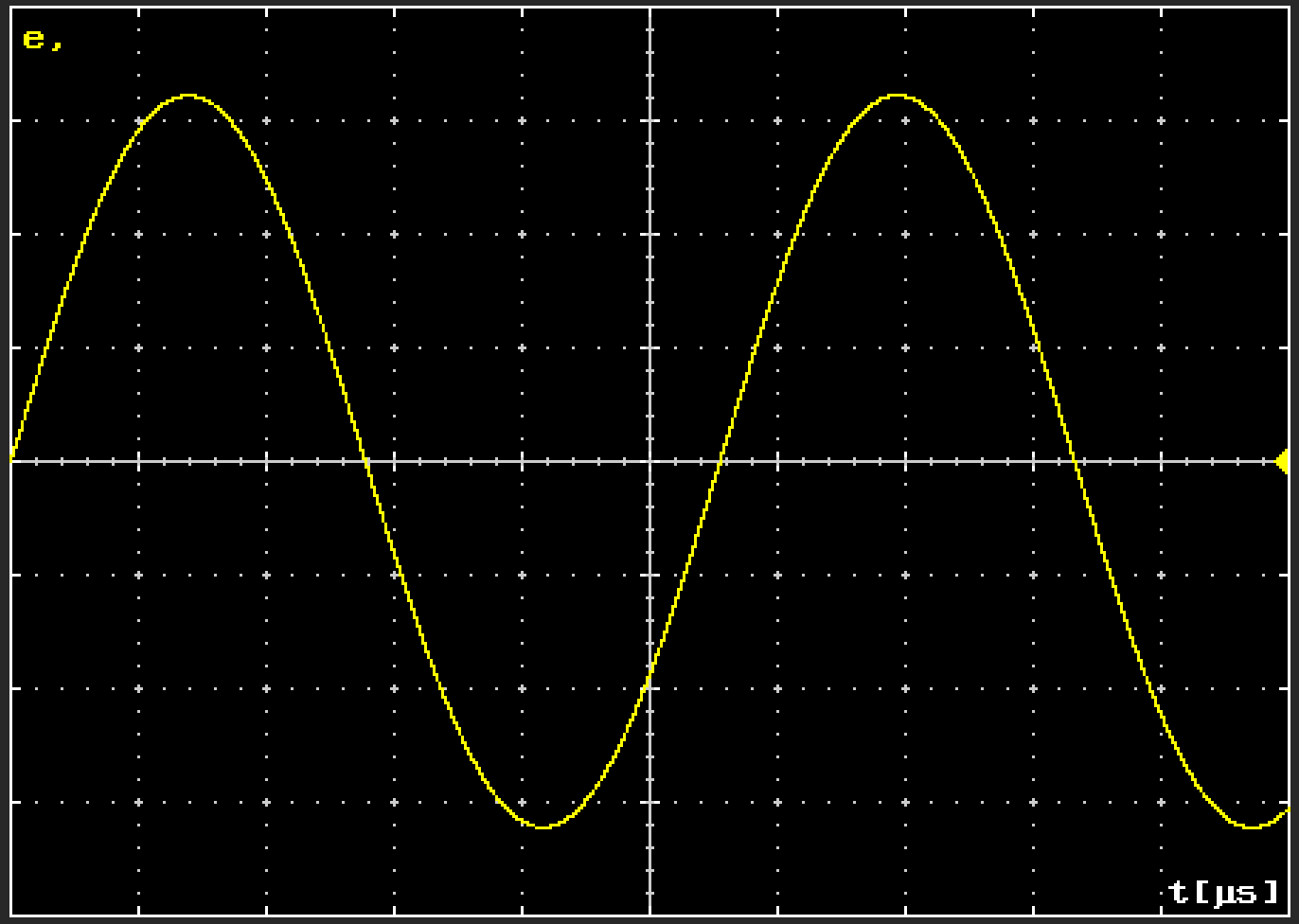
820

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.22 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

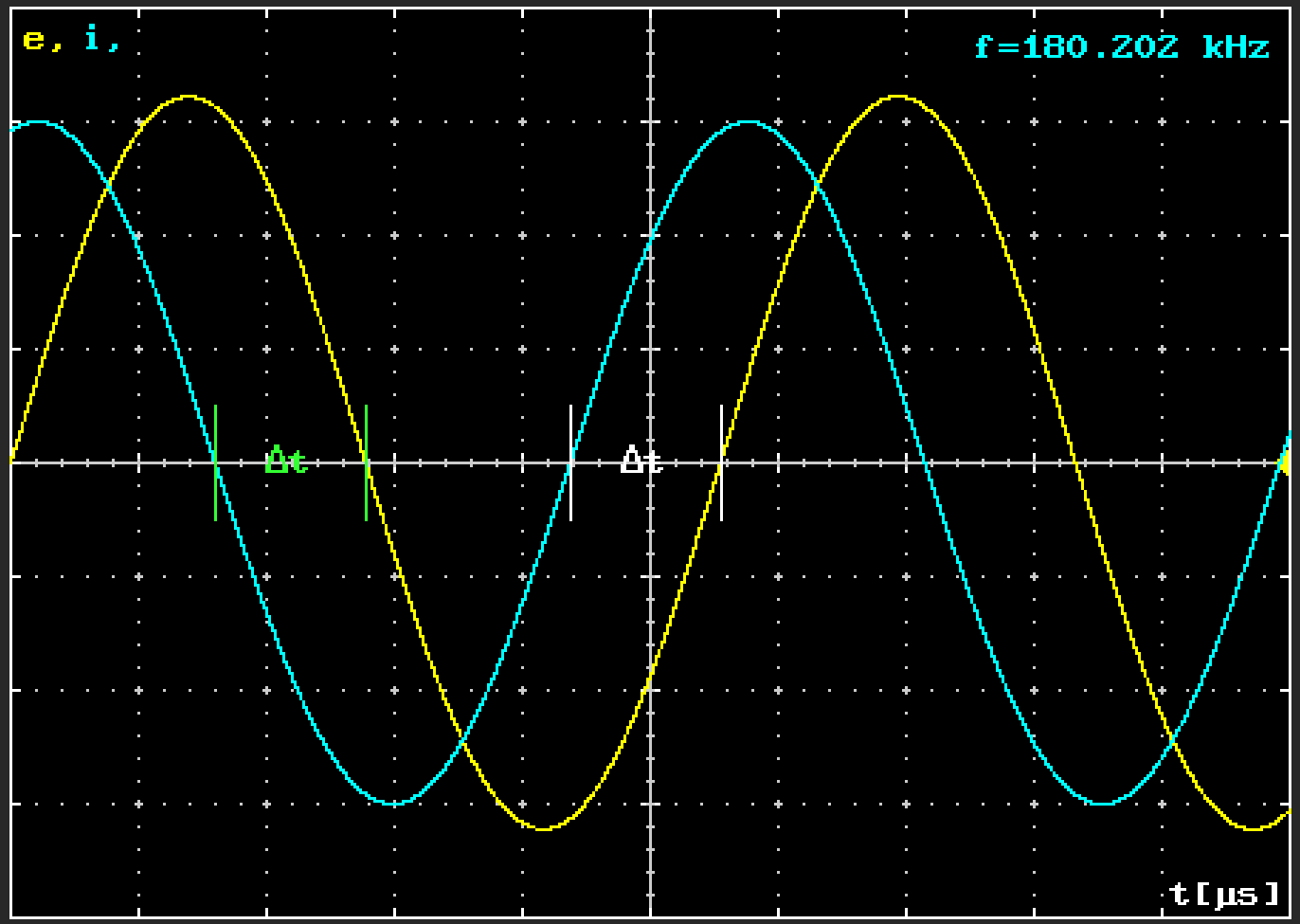
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

821

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.22 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; φ_I=+76.35°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.177 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

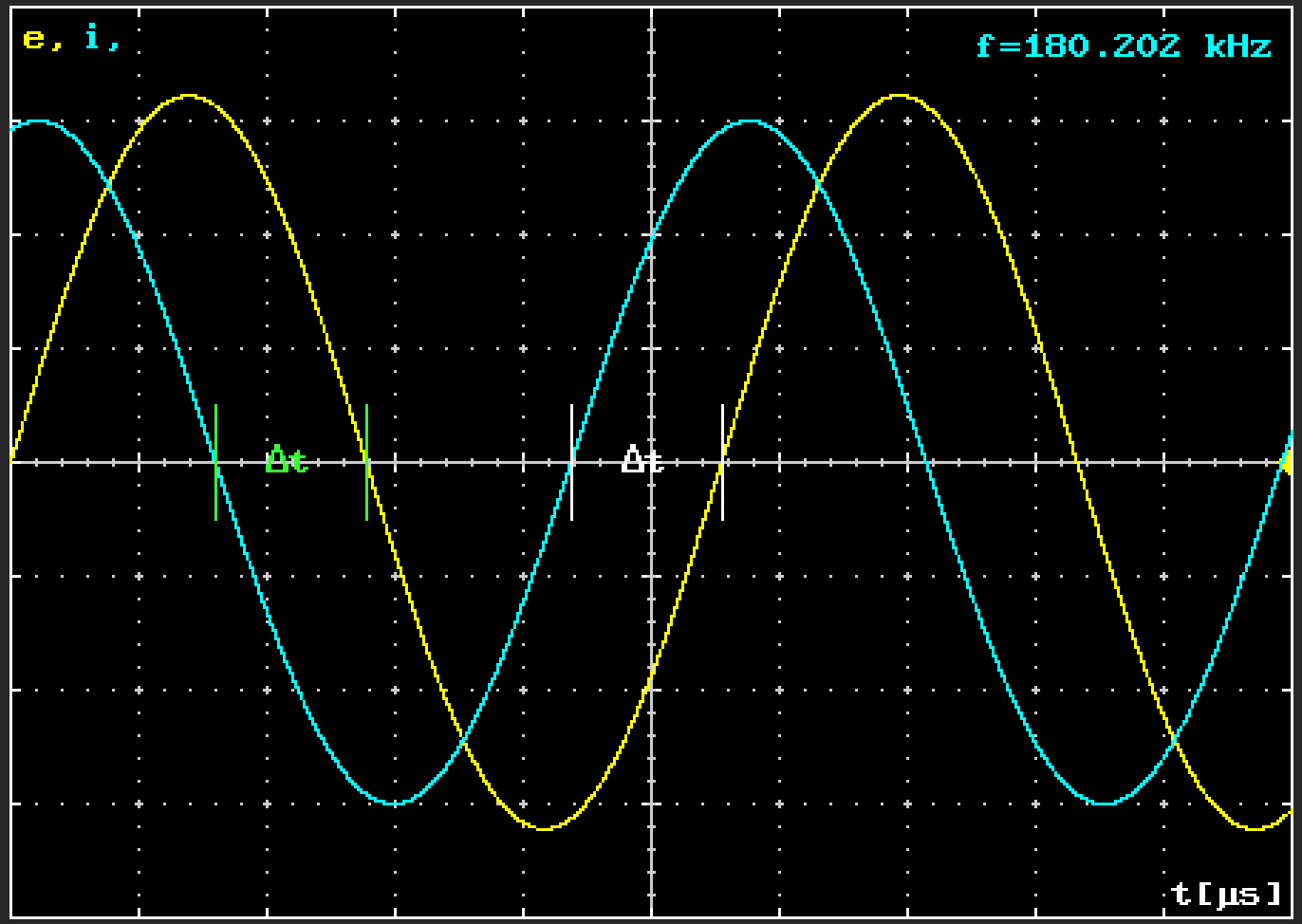
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

822

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.22 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; φ_I=+76.35°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.177 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]	

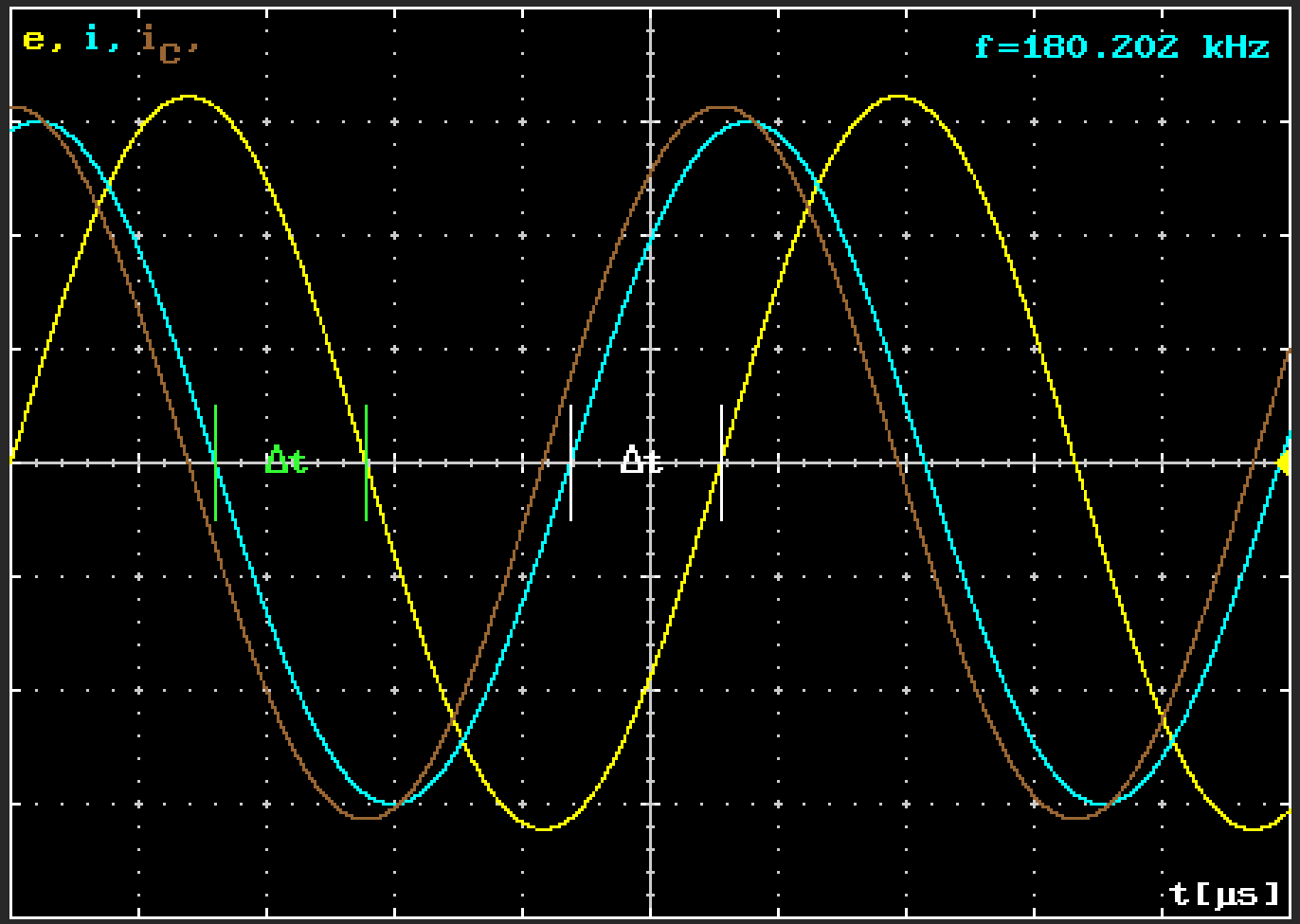
823

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.22 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C 1.56791 mA; φ_C=+90°

I_O 150 µA; φ_I=+76.35°

LH Trigger

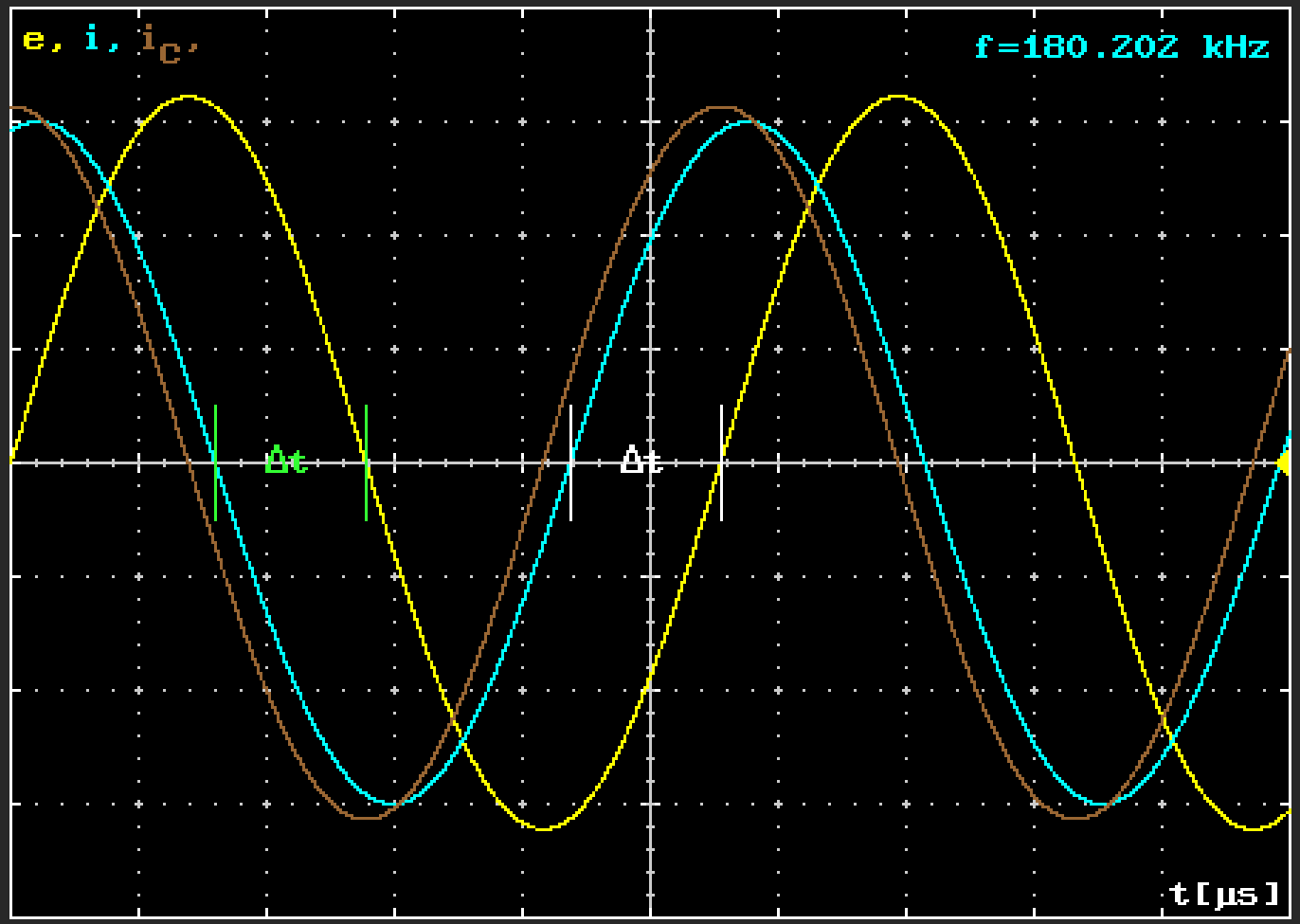
Az e-hez képest az i Δt=1.177 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 μS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.22 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C 1.56791 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O 150 μA; $\varphi_I=+76.35°$

LH Trigger

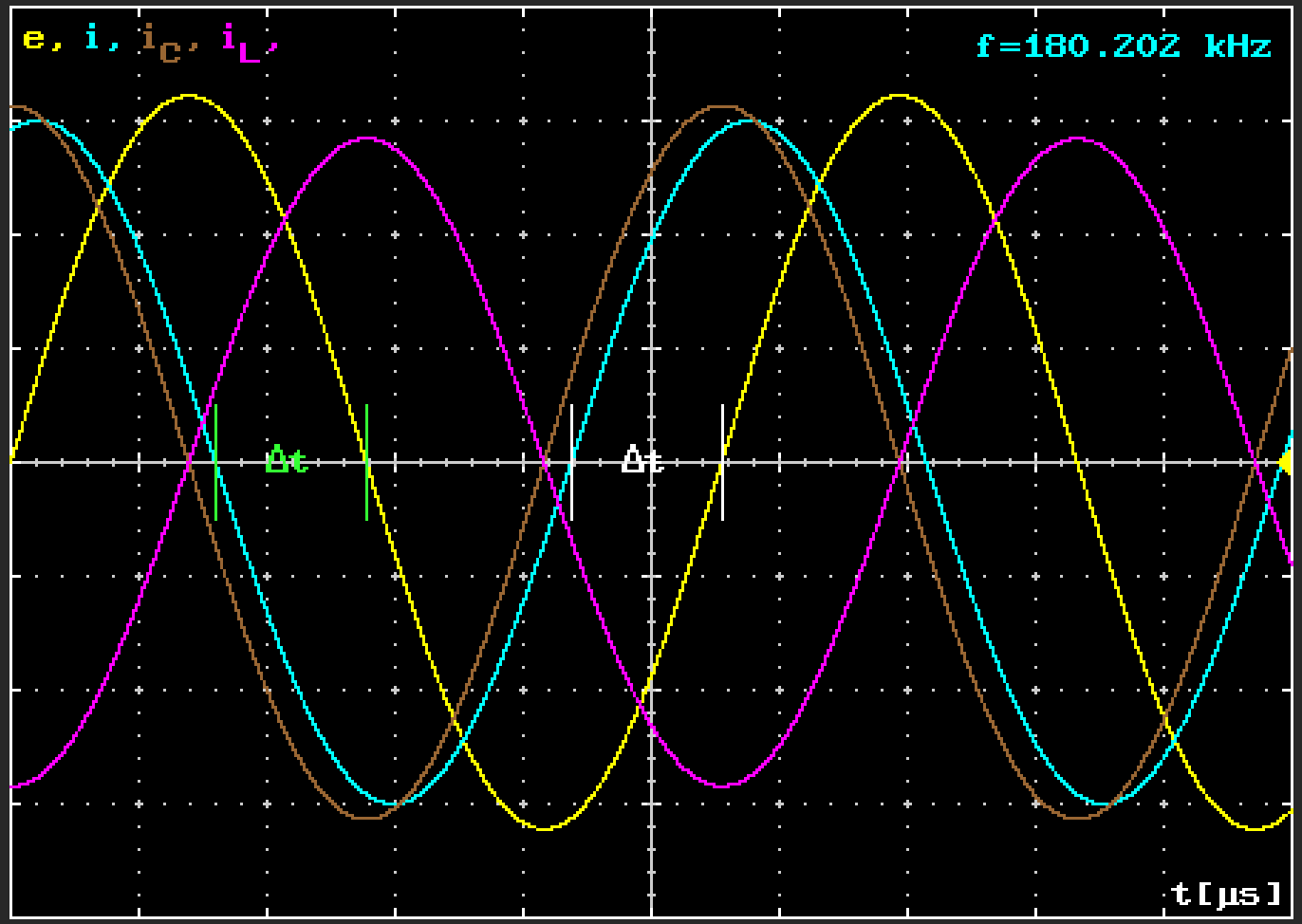
Az e-hez képest az i Δt=1.177 μs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	3.22 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	1.42215 mA; φ_L=−90°
I_C	1.56791 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+76.35°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.177 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

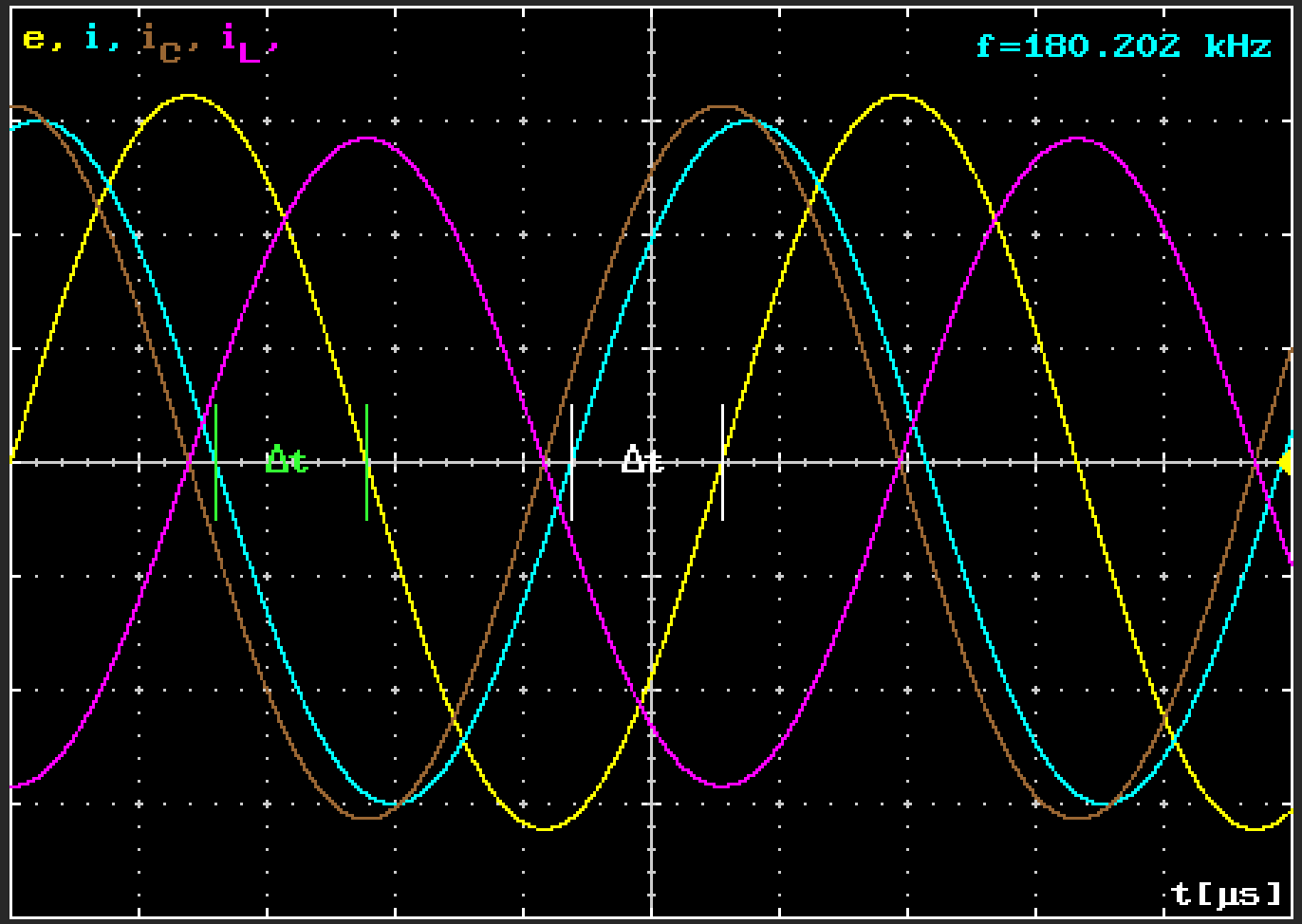
826

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.22 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L 1.42215 mA; φ_L=−90°

I_C 1.56791 mA; φ_C=+90°

I_0 150 µA; φ_I=+76.35°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.177 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

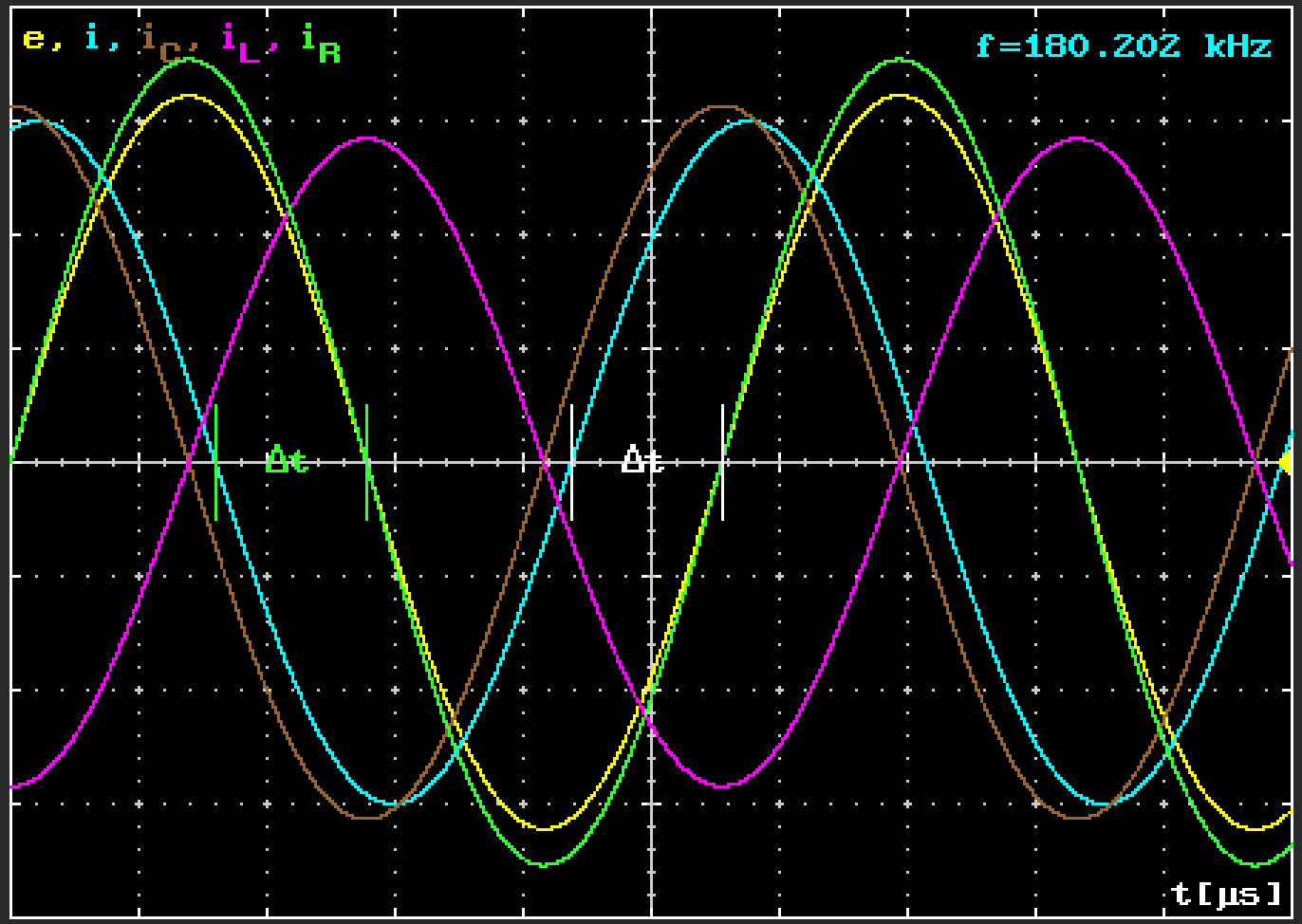
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

827

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	3.22 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	35.3893 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	1.42215 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	1.56791 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+76.35°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.177 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

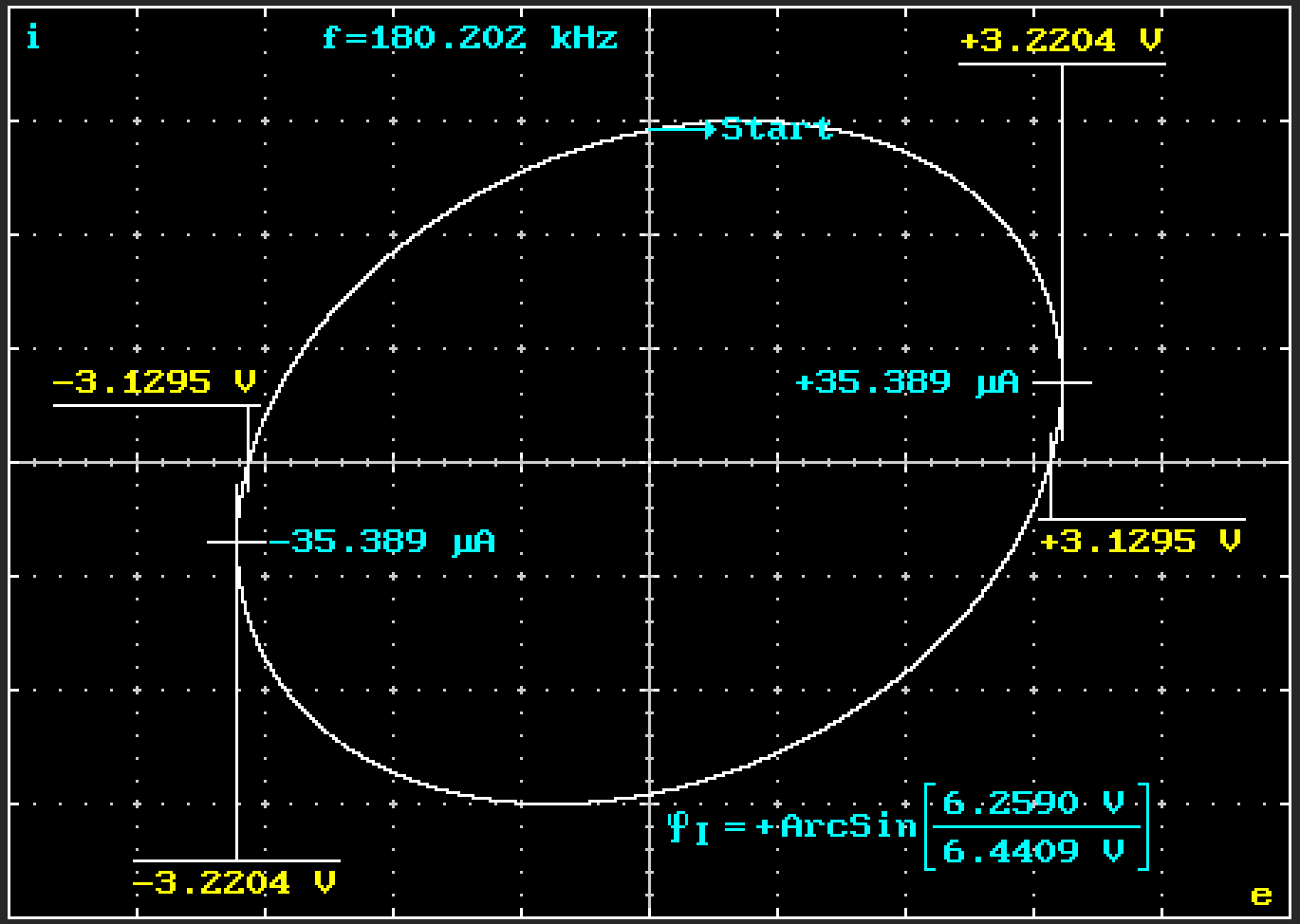
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	3.22 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	35.3893 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	1.42215 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	1.56791 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+76.35°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.177 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=188.783 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=1.220 µs-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

0	0.5	e[V/div]
1	10	i_R[µA/div]
2	0.2	i_L[mA/div]
3	0.5	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

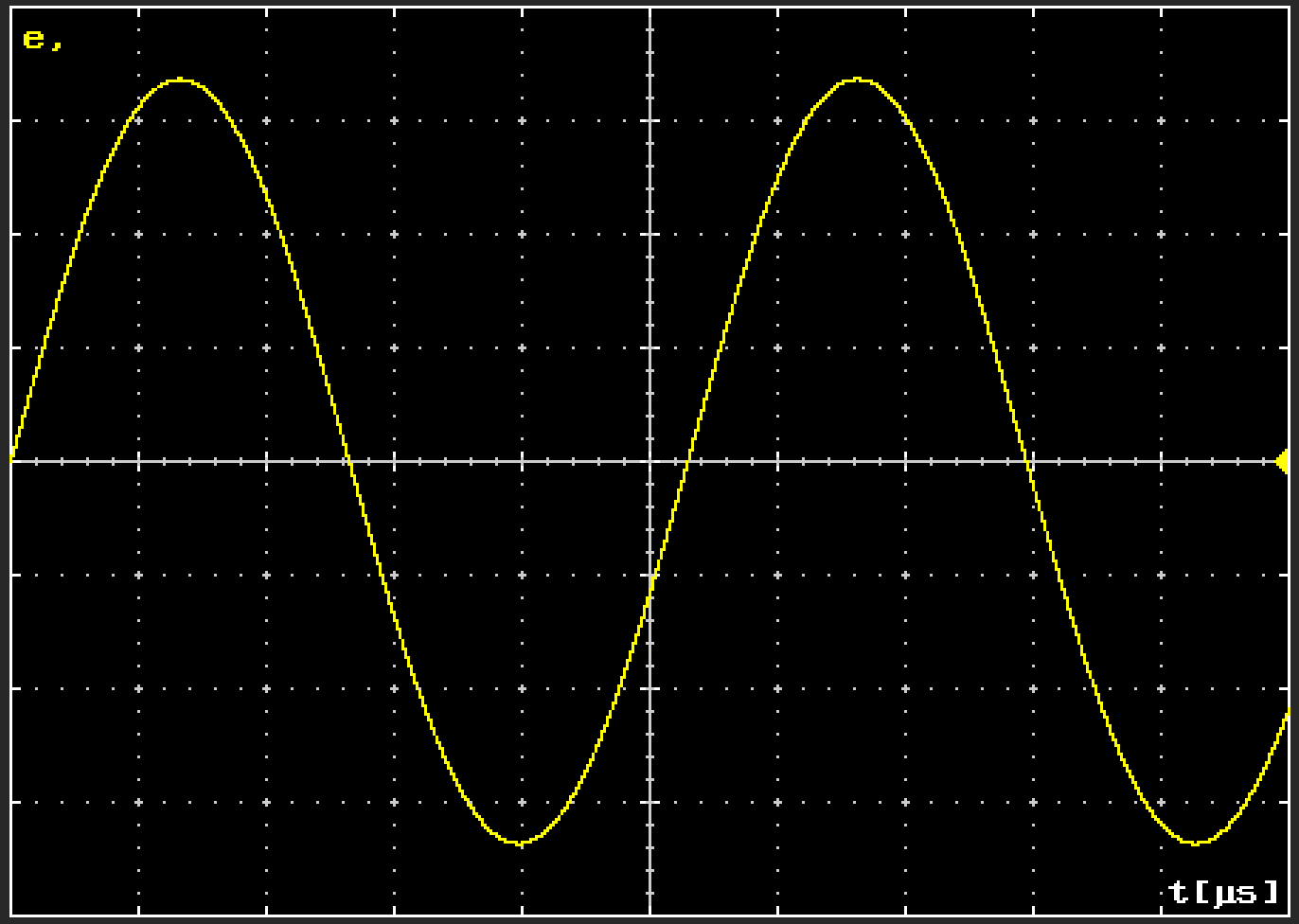
1	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.68 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

0	0.5	1	10	2	0.2	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

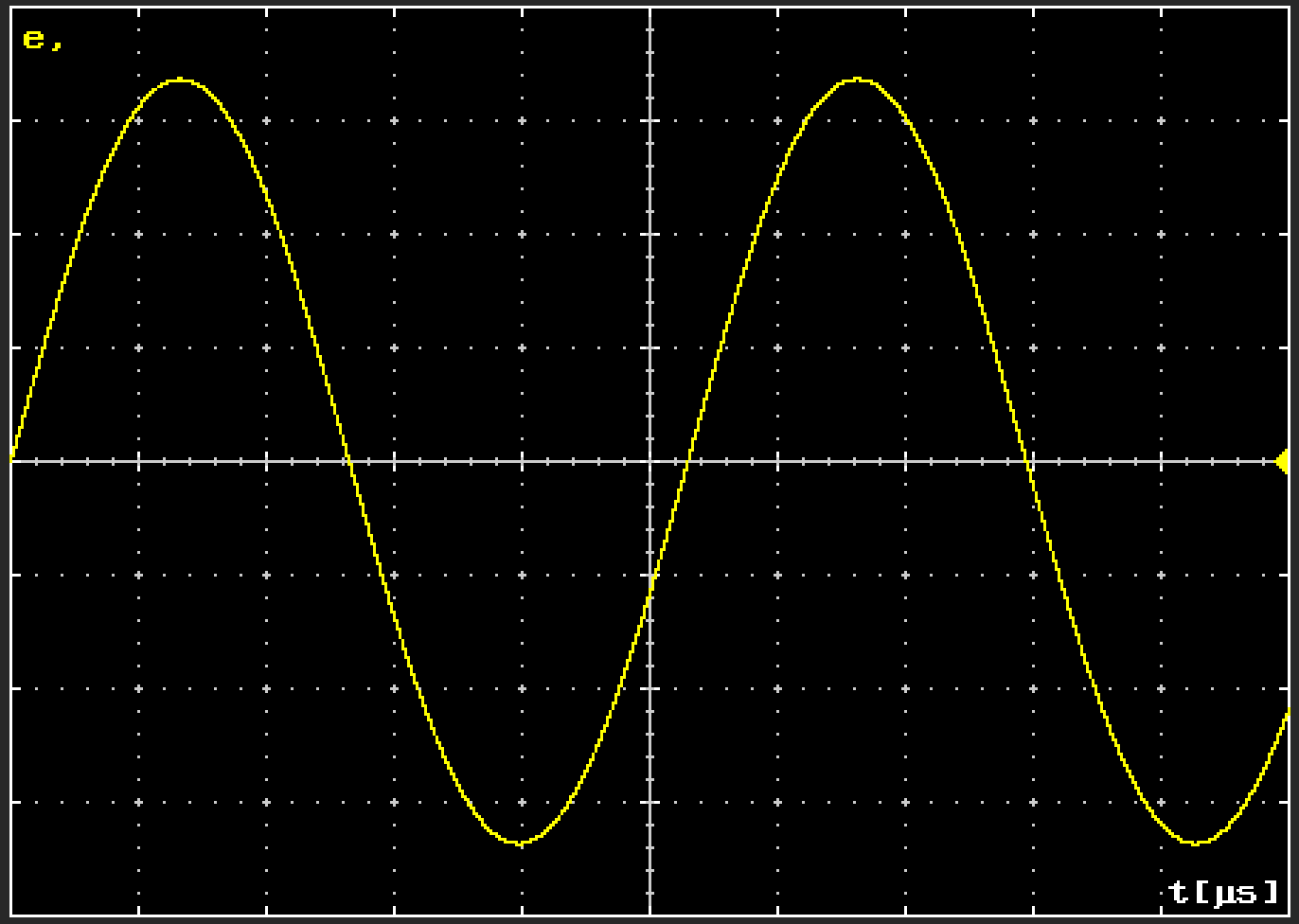
831

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.68 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0

LH Trigger

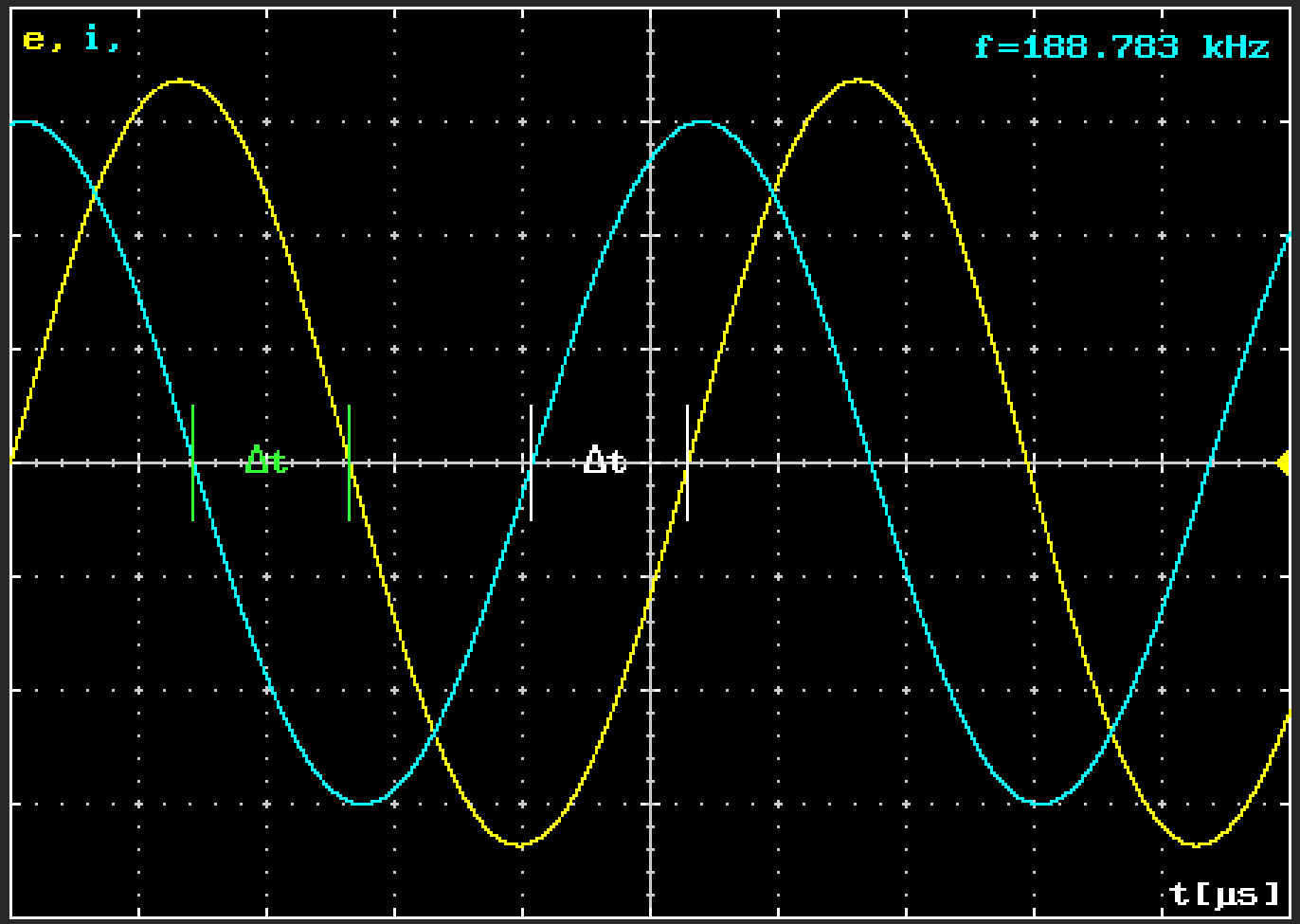
0	0.5	1	10	2	0.2	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

832

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.68 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O 150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

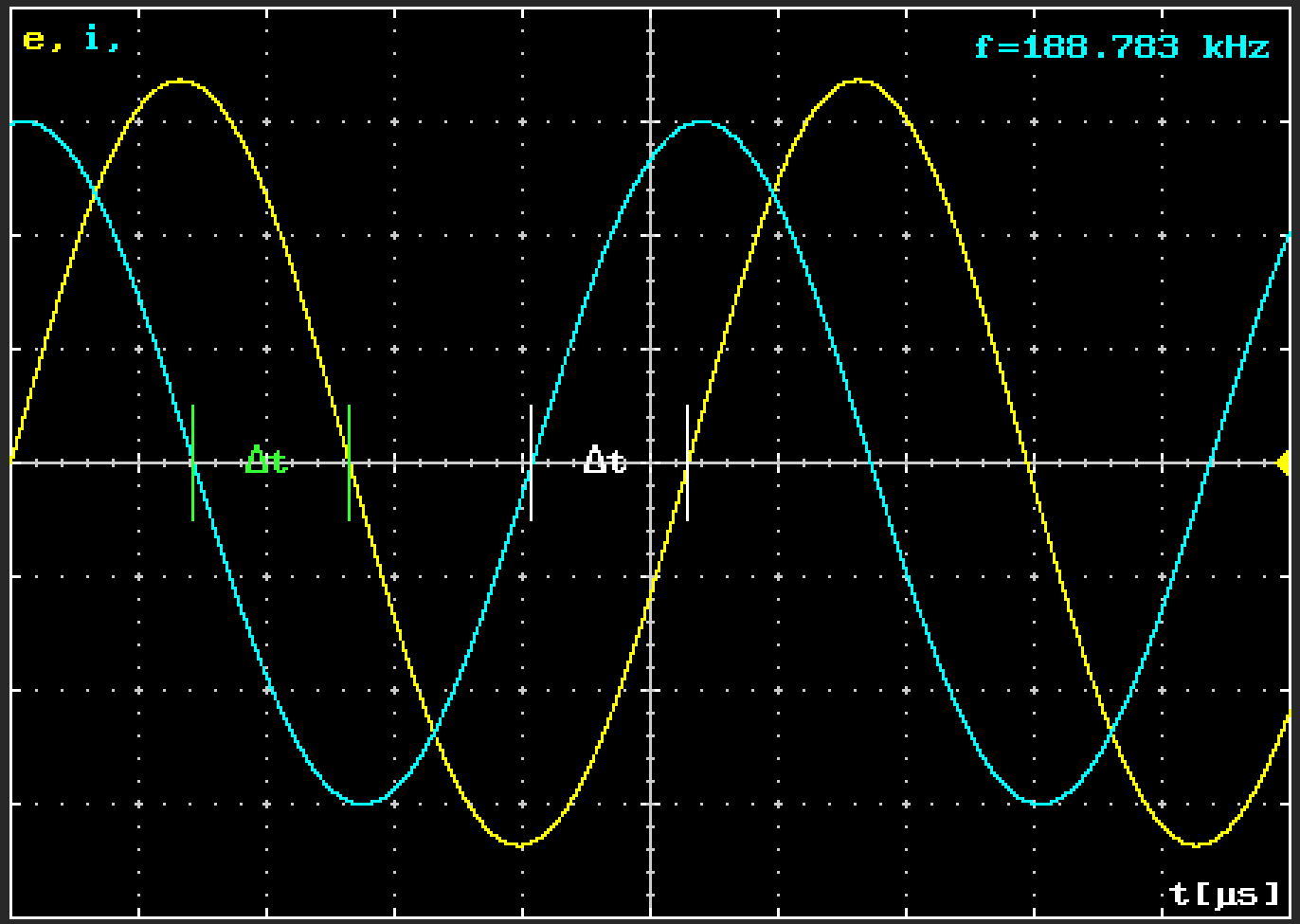
Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	0.5	1	10	2	0.2	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C
I_0 150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

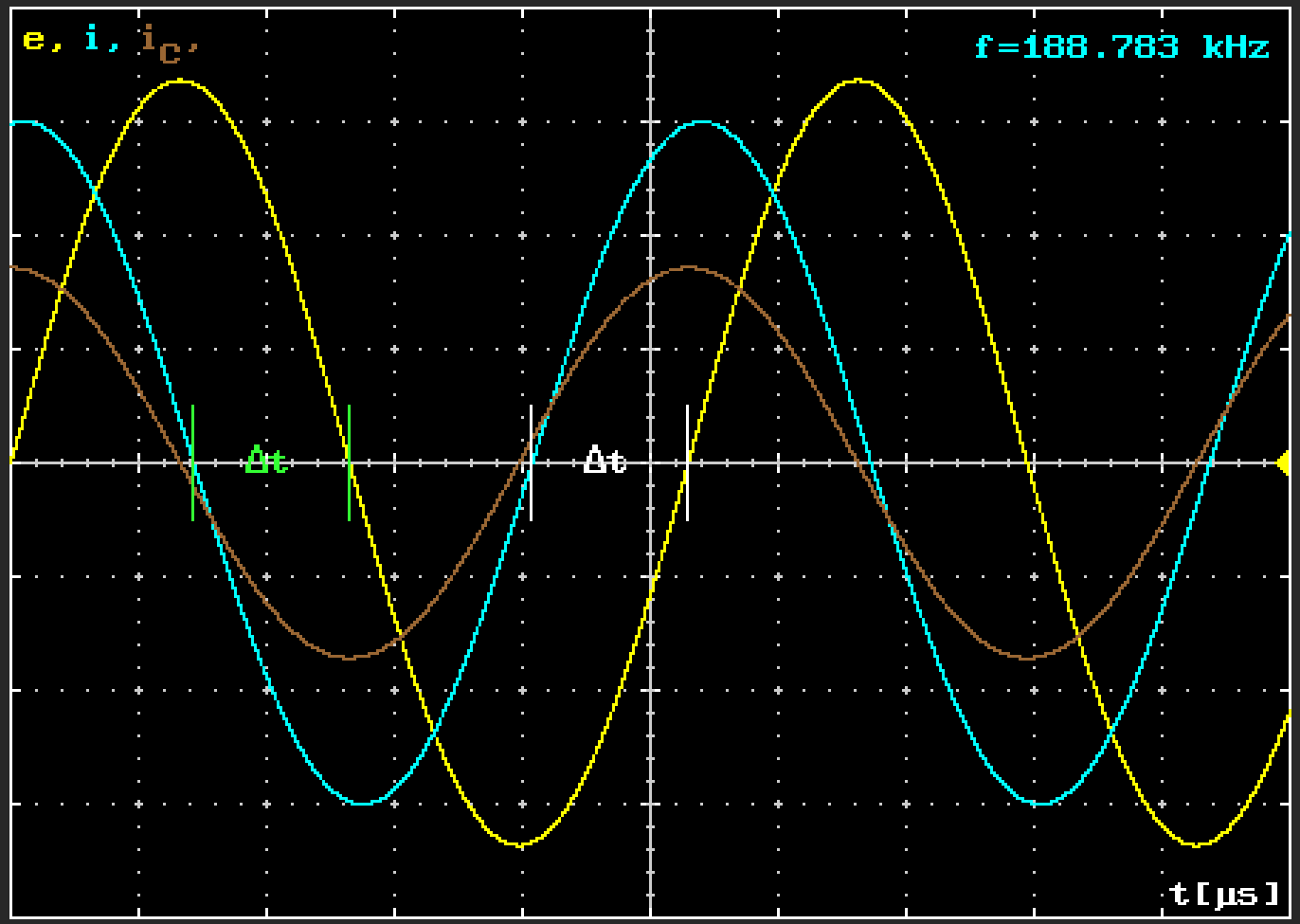
0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 89.20 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	857.715 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

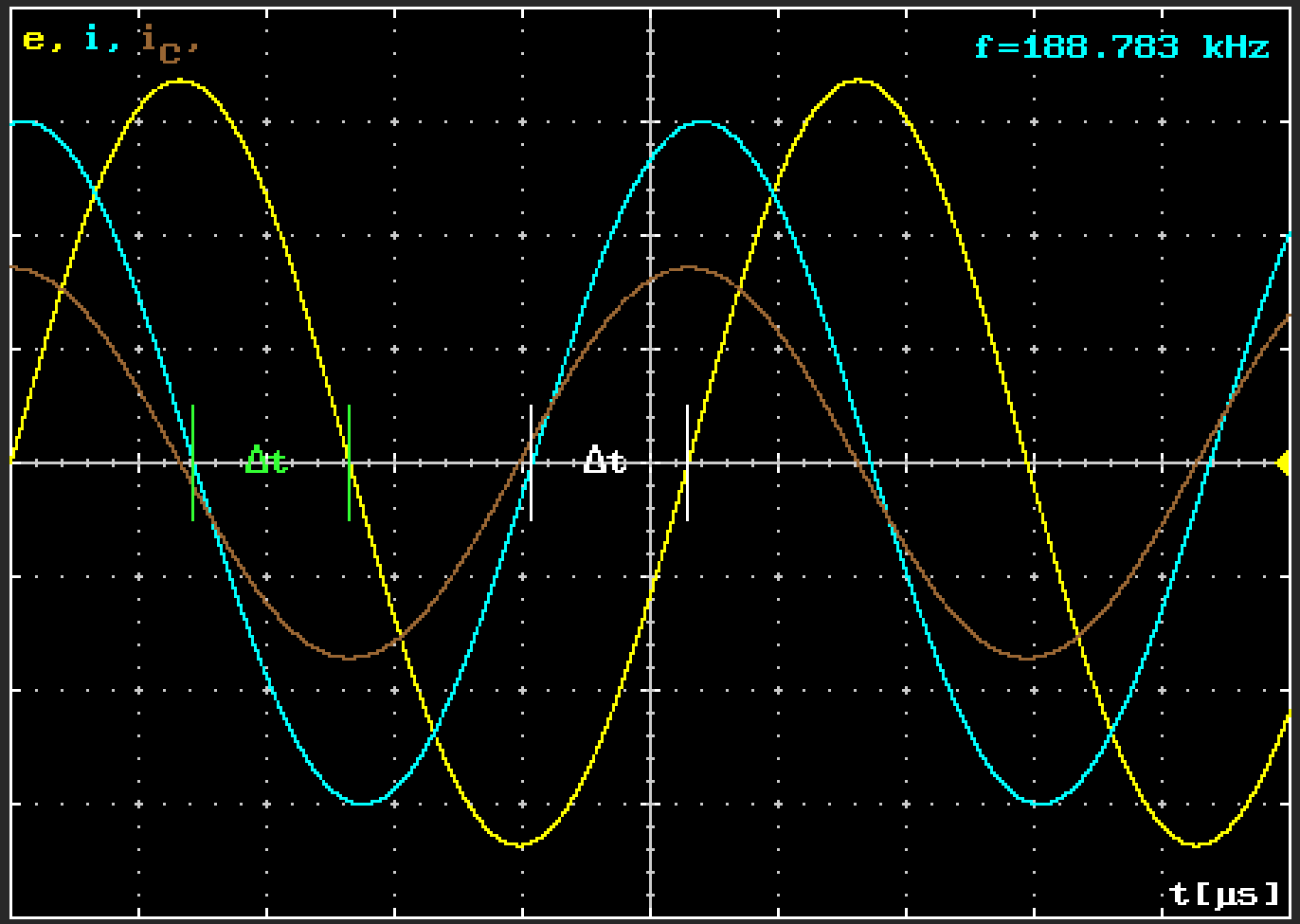
Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 μS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	
I_C	857.715 μA; φ_C=+90°
I_O	150 μA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

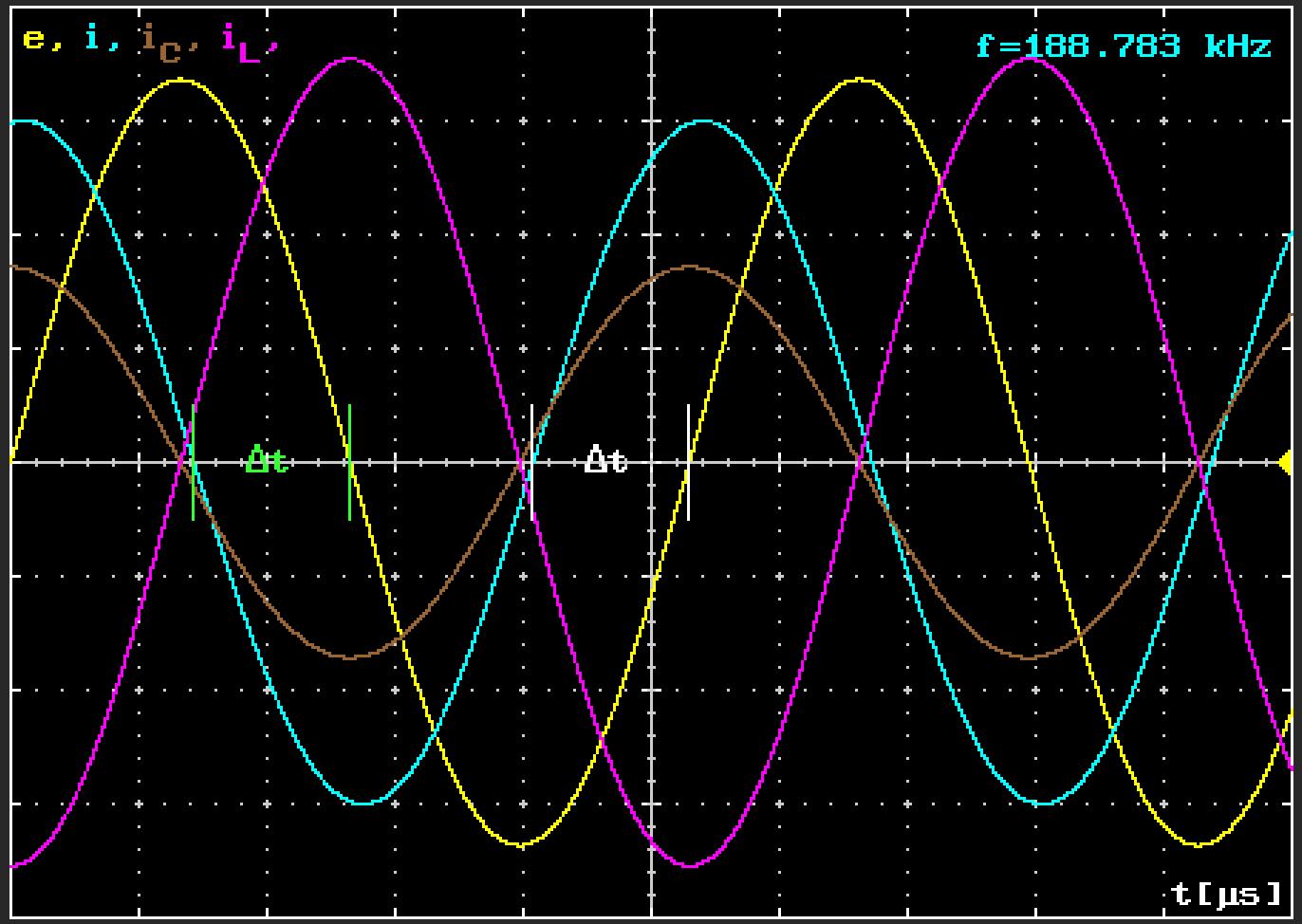
Az e-hez képest az i Δt=1.220 μs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	708.858 µA; φ_L=−90°
I_C	857.715 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

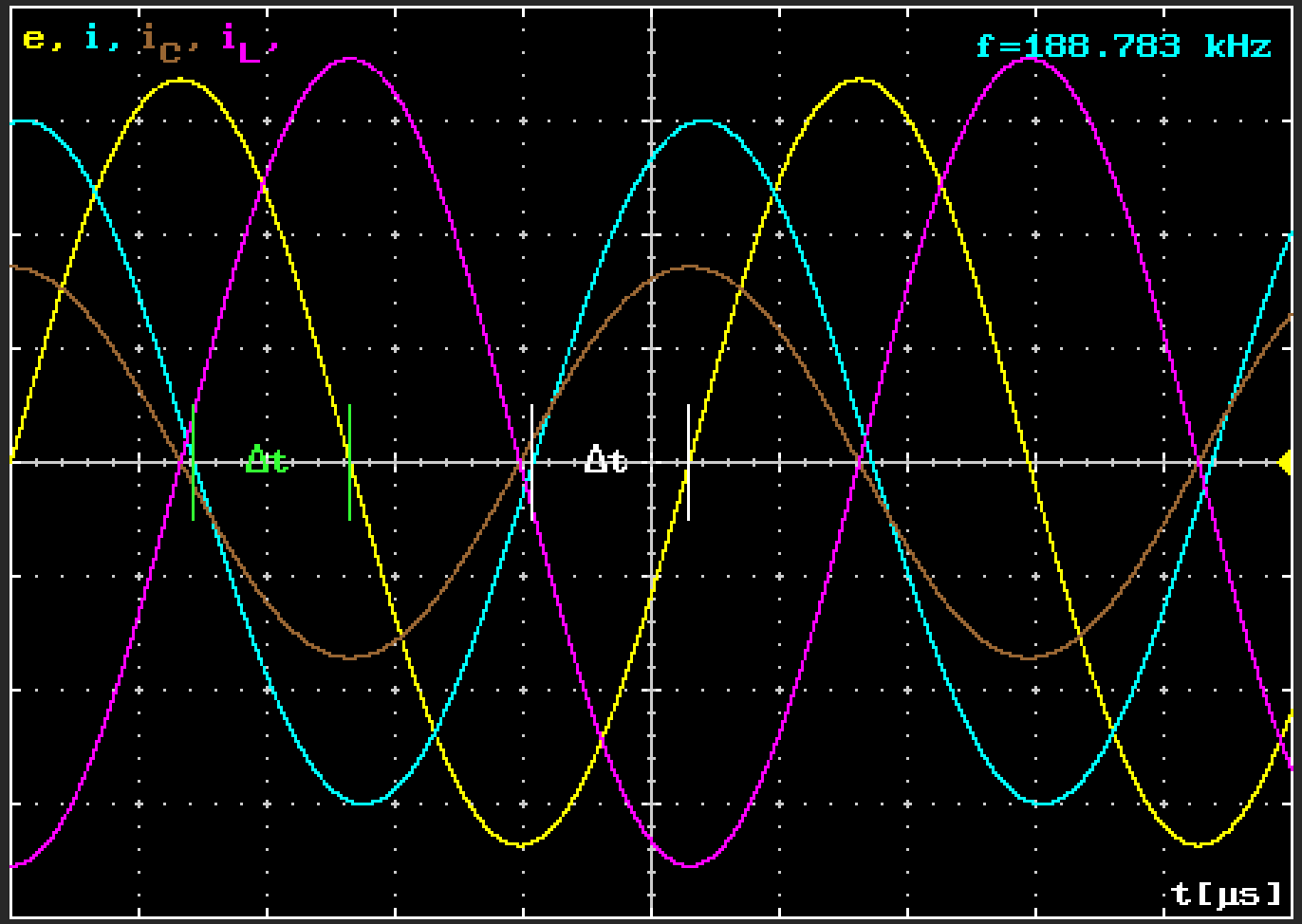
0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 89.20 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	708.858 µA; φ_L=−90°
I_C	857.715 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

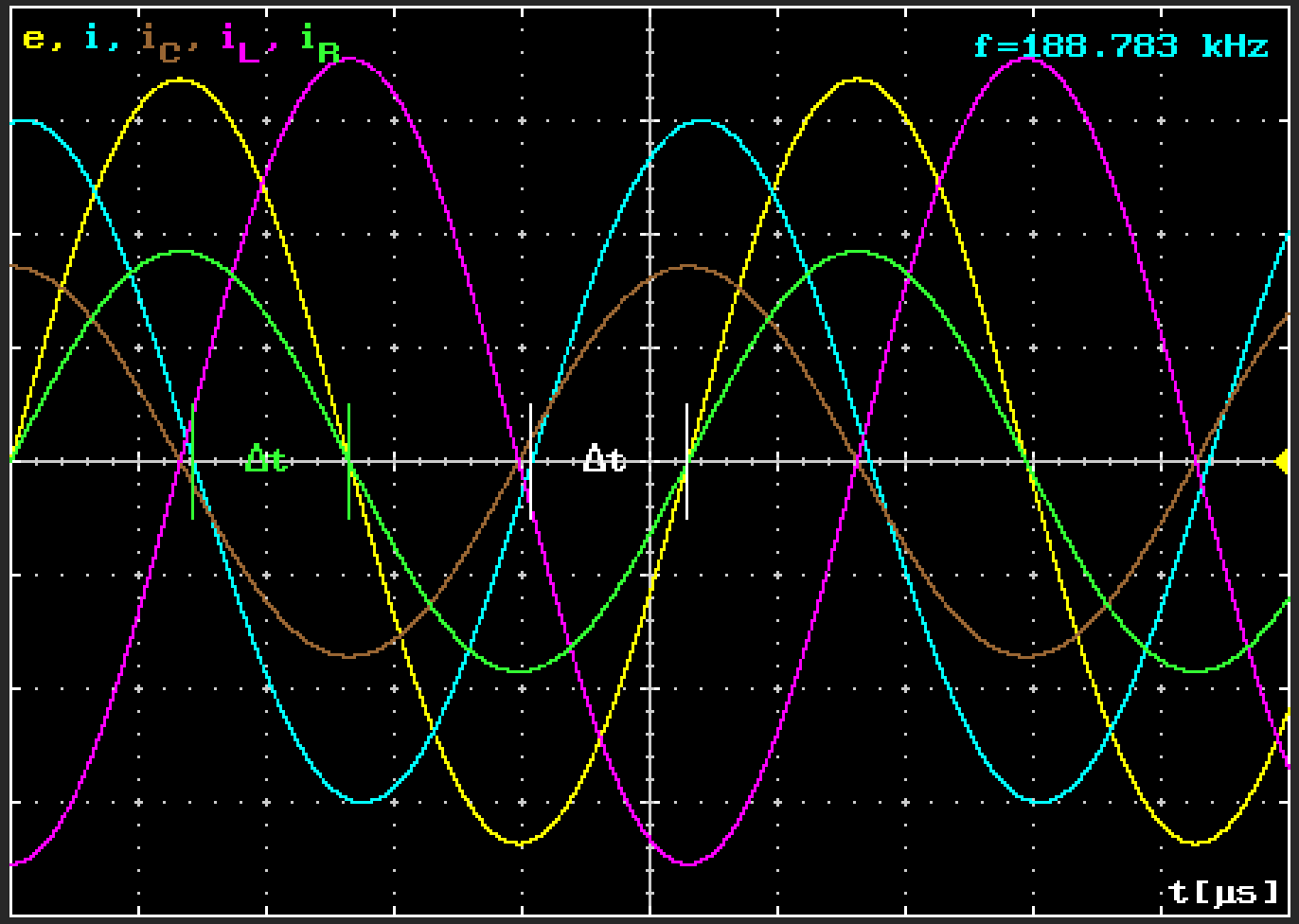
Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	18.4795 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	708.858 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	857.715 µA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+82.92°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

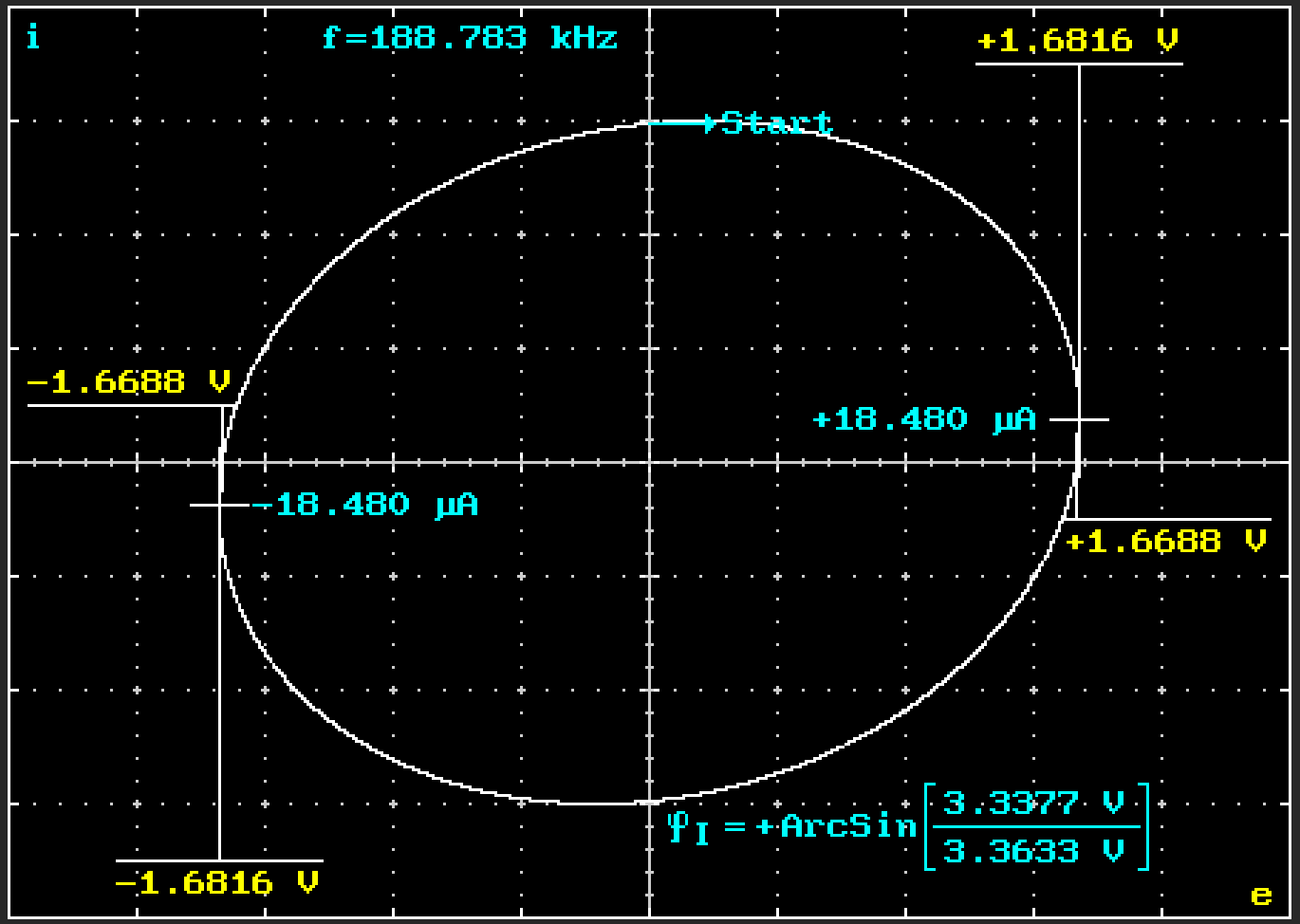
0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	18.4795 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	708.858 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	857.715 µA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+82.92°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

840

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

f=205.945 kHz

A párhuzamos RLC viselkedése a rezonancia után

Az L induktivitást, a C kapacitást és a velük párhuzamos R ellenállást az AC áramgenerátorra kötjük. Az e feszültség közös, ahhoz viszonyítjuk az egyes elemeken átfolyó áramok nagyságát és fázisát. Megállapítjuk, hogy az i Δt=1.164 µs-ot siet az e referenciafeszültséghez képest.

LH Trigger: az e pozitív (LH) nullátmenetét érzékeli, ez indítja az oszcilloszkóp idővonalát.

Végeredmény: az áramkör kapacitív jellegű.

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	0.5	e[V/div]
1	5	i_R[µA/div]
2	0.1	i_L[mA/div]
3	0.2	i_C[mA/div]
4	50	i[µA/div]

1 t[µs/div]

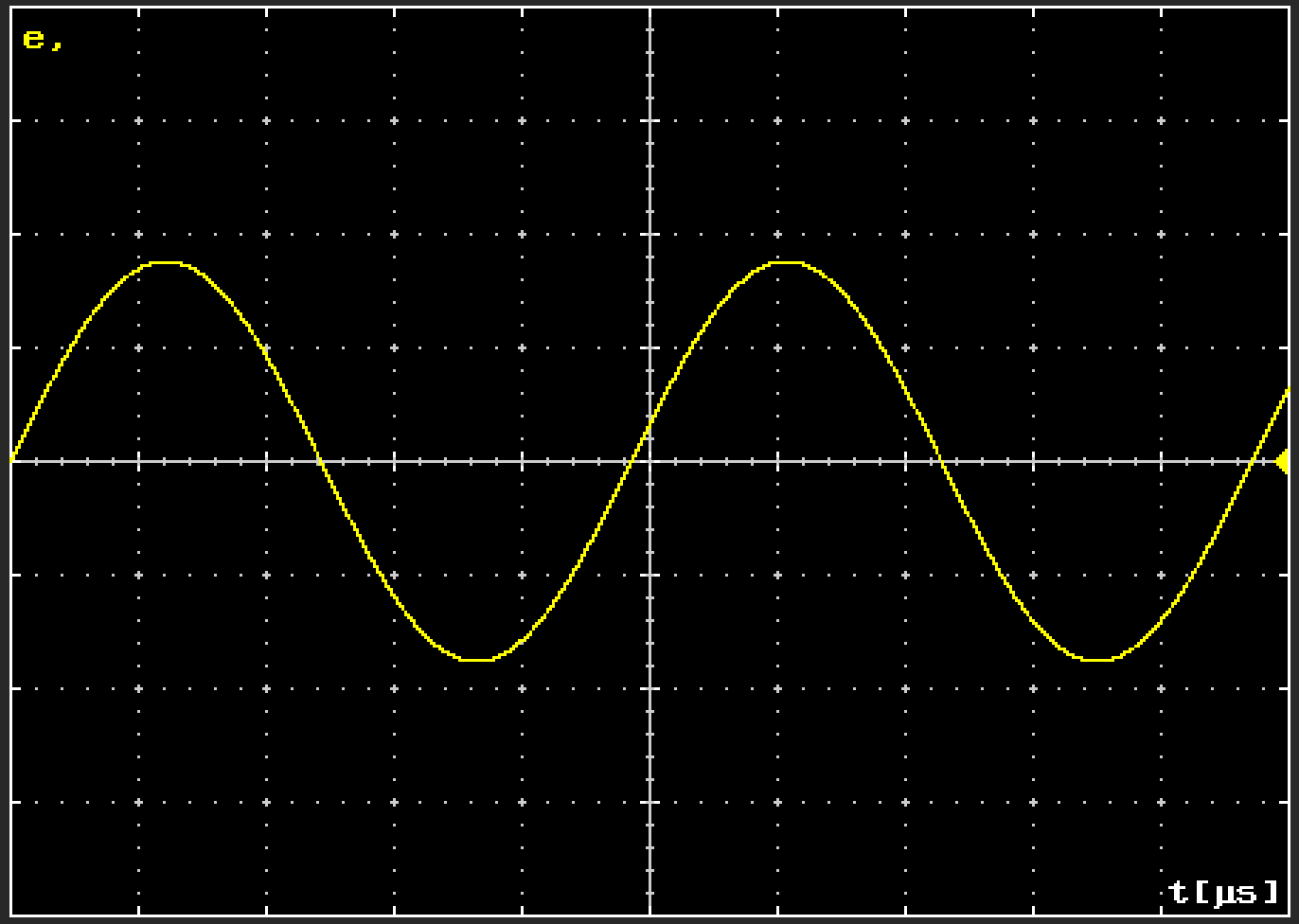
841

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 880 mV; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O

LH Trigger

0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

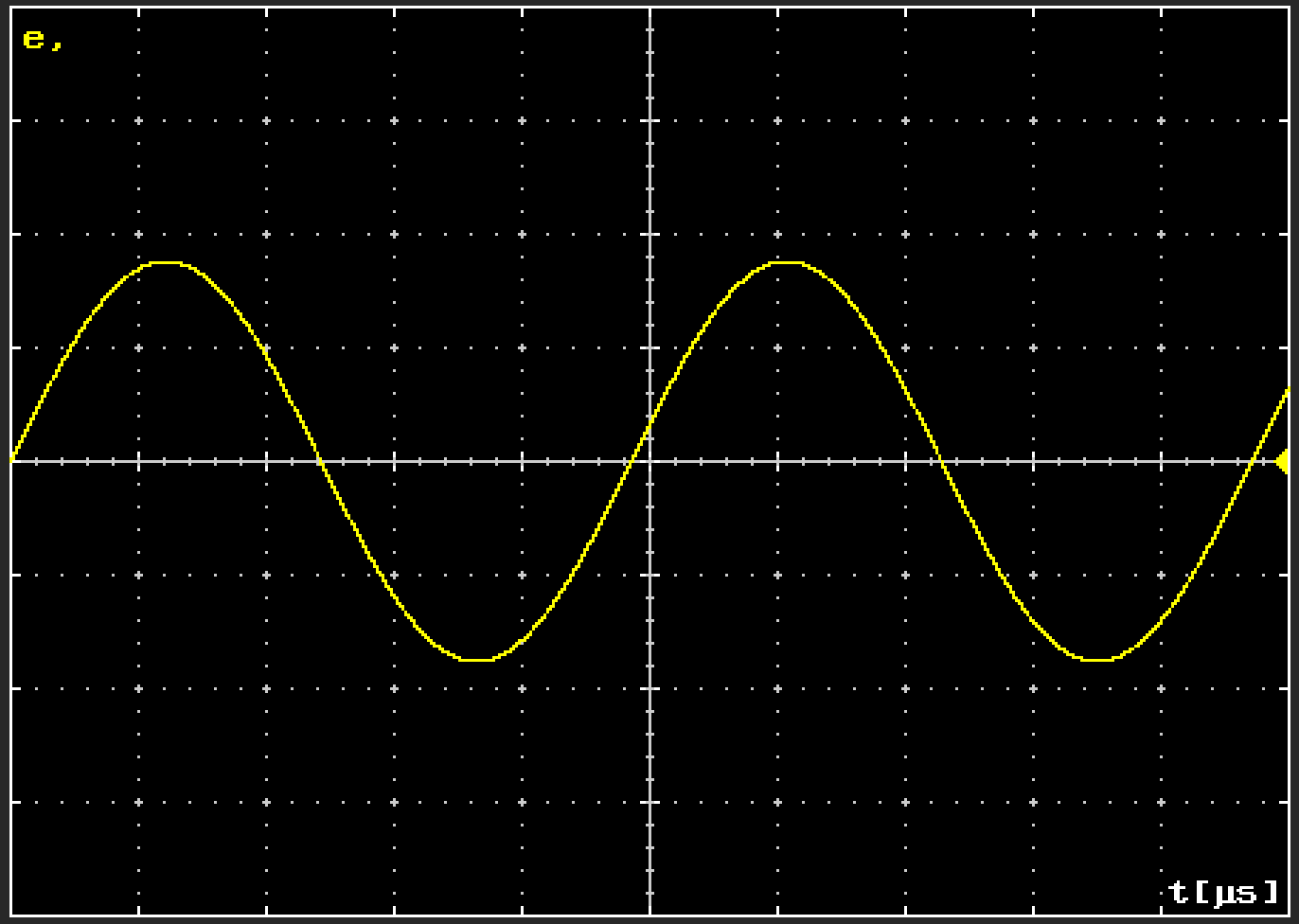
842

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 880 mV; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O

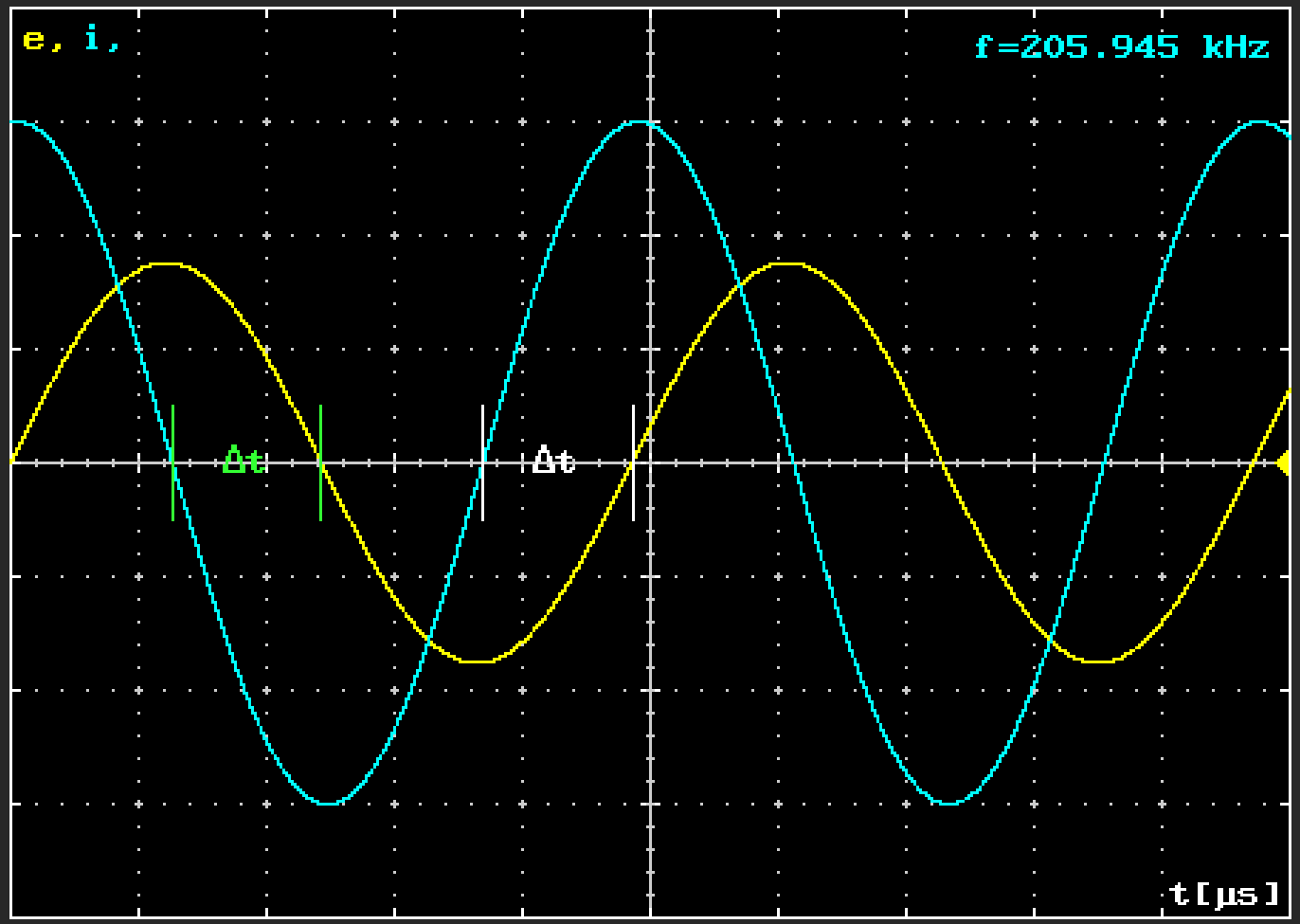
LH Trigger

0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 880 mV; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; φ_I=+86.30°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.164 μs-ot siet, az áramkör kapacitív

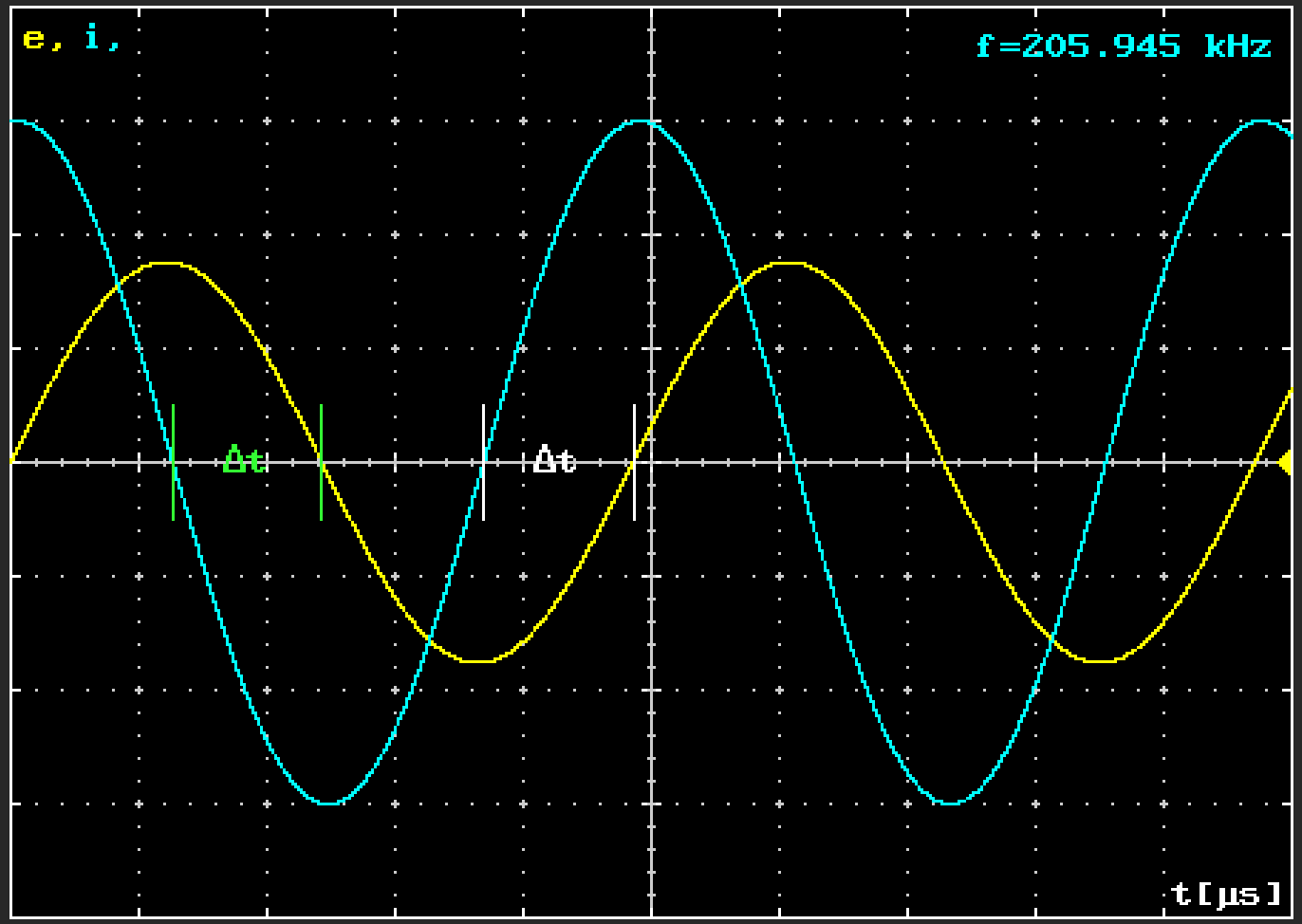
0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]			t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 880 mV; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; φ_I=+86.30°

LH Trigger

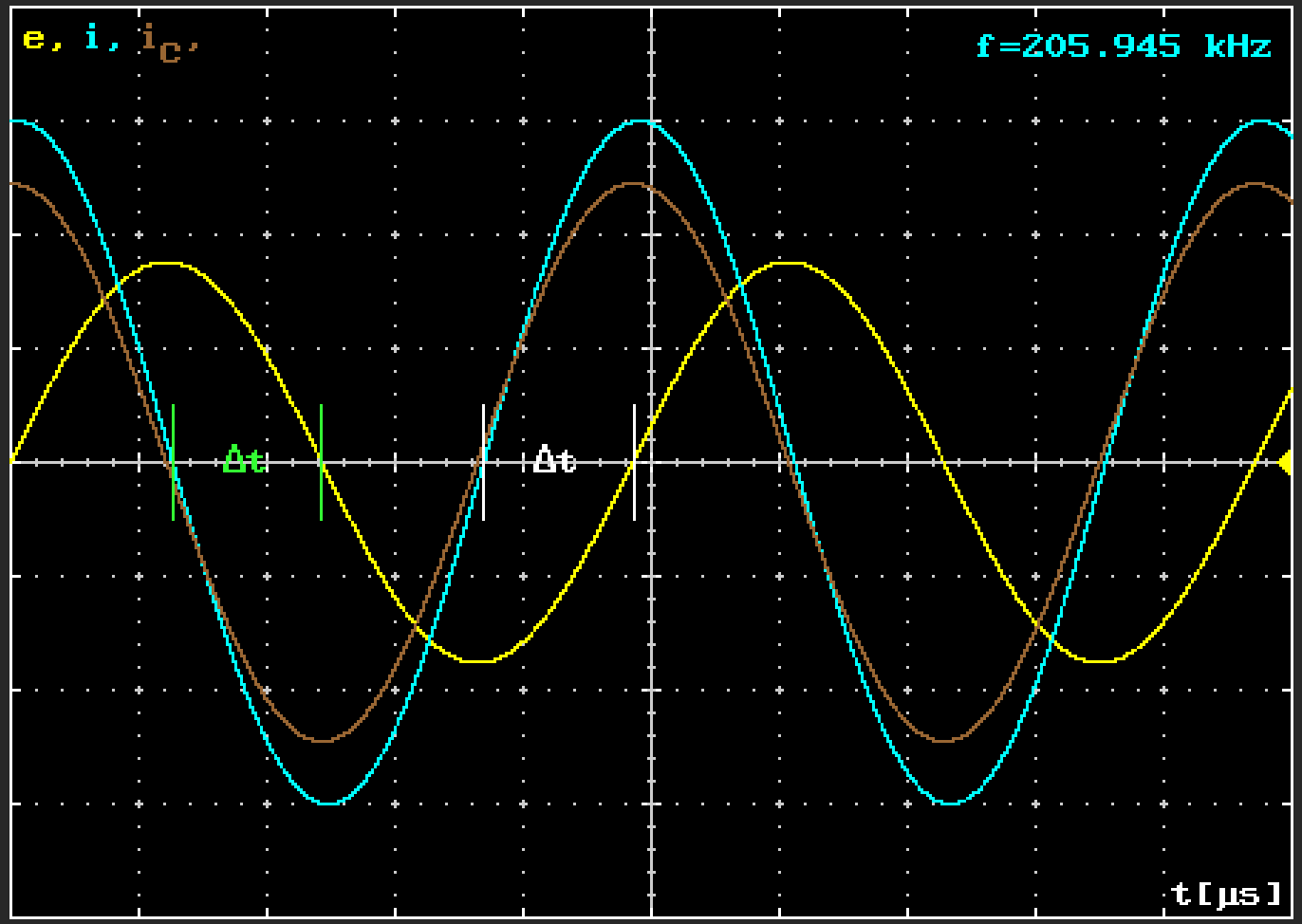
Az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 880 mV; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C 489.891 μA; φ_C=+90°
I_0 150 μA; φ_I=+86.30°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.164 μs-ot siet, az áramkör kapacitív

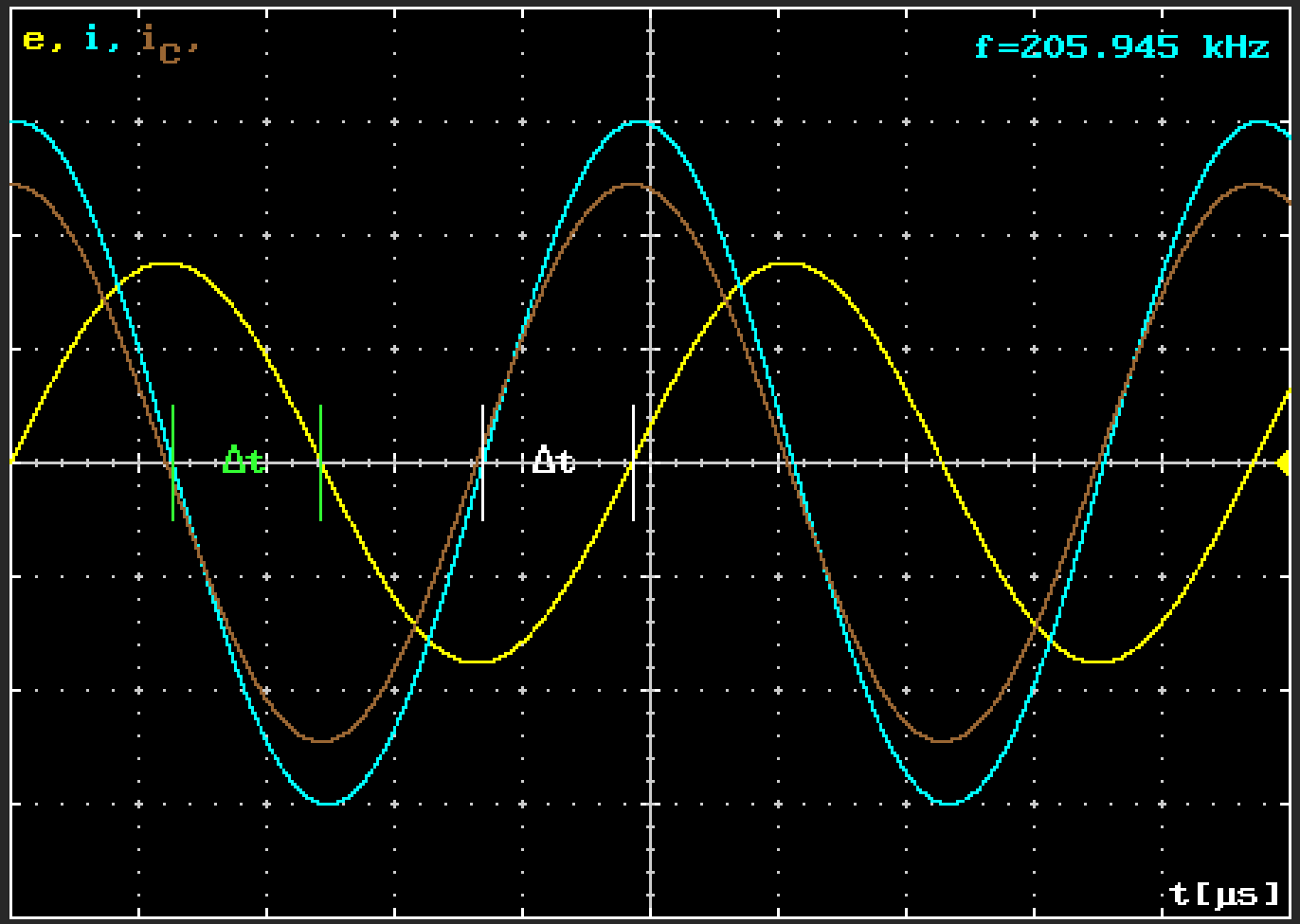
0	1	2	3	4	
0.5	5	0.1	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 880 mV; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C 489.891 μA; φ_C=+90°

I_0 150 μA; φ_I=+86.30°

LH Trigger

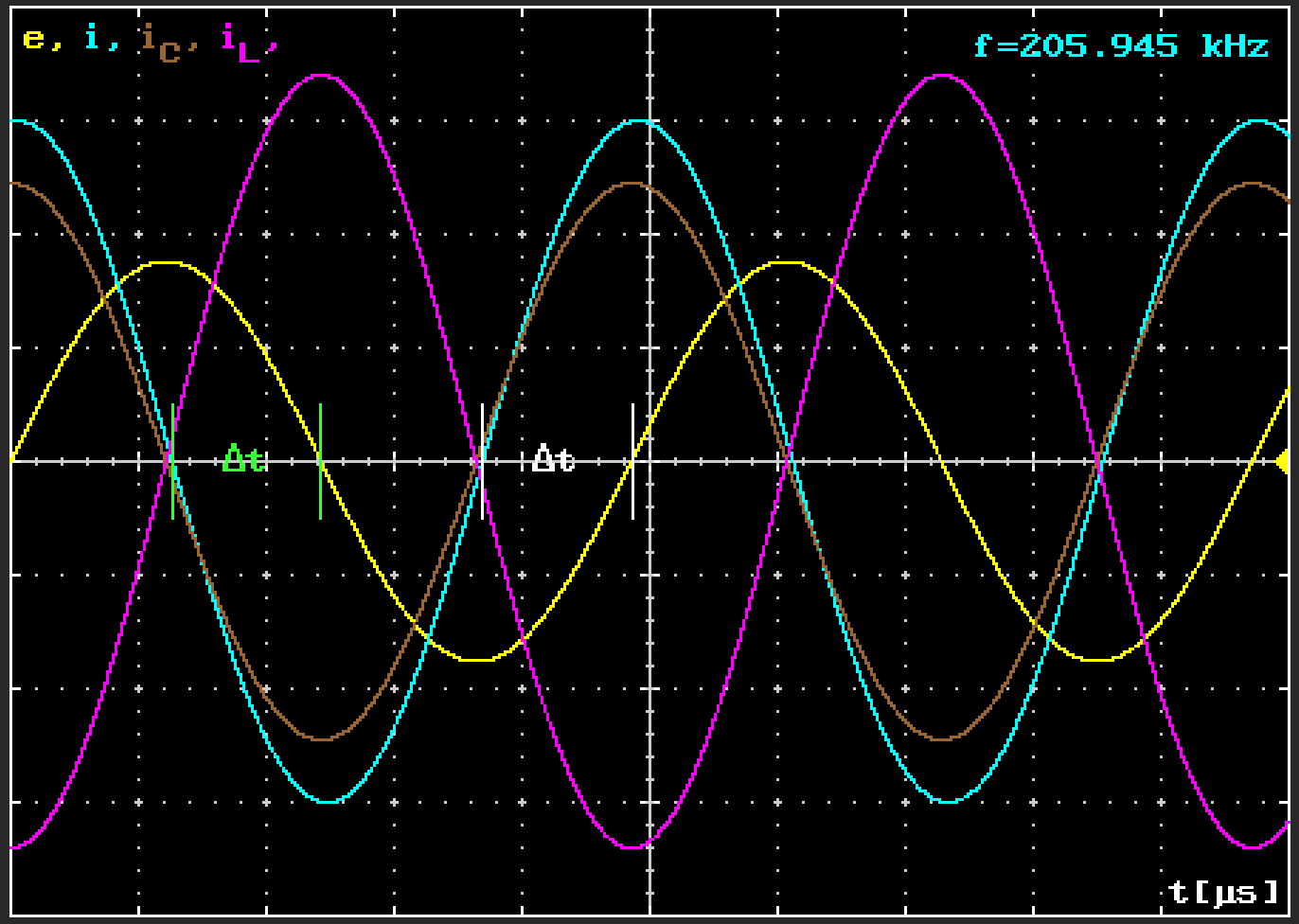
Az e-hez képest az i Δt=1.164 μs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	880 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	340.204 µA; φ_L=−90°
I_C	489.891 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+86.30°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

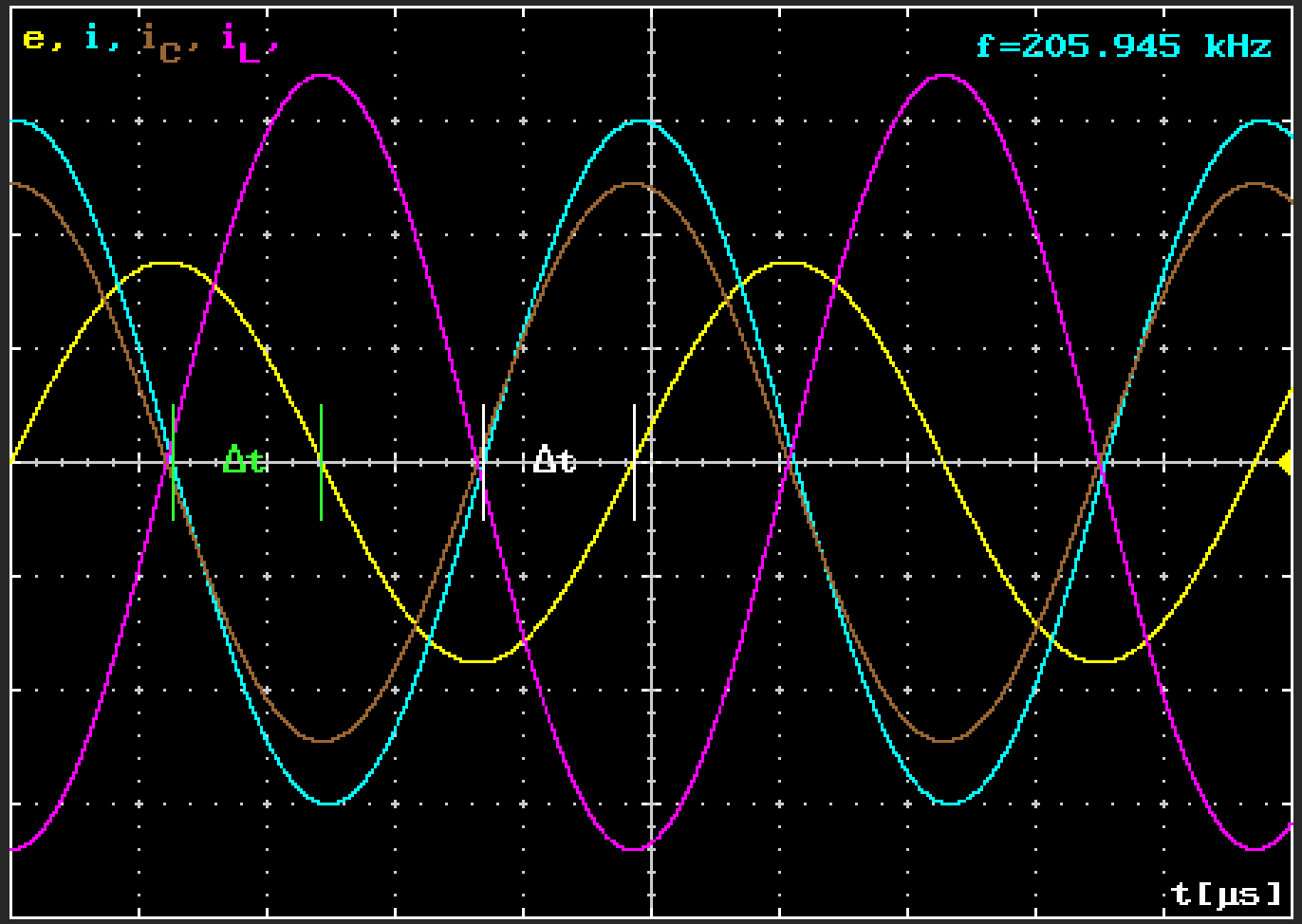
0	1	2	3	4	
0.5	5	0.1	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	880 mV; φ_{REF}=0°
I_R	
I_L	340.204 µA; φ_L=−90°
I_C	489.891 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+86.30°

LH Trigger

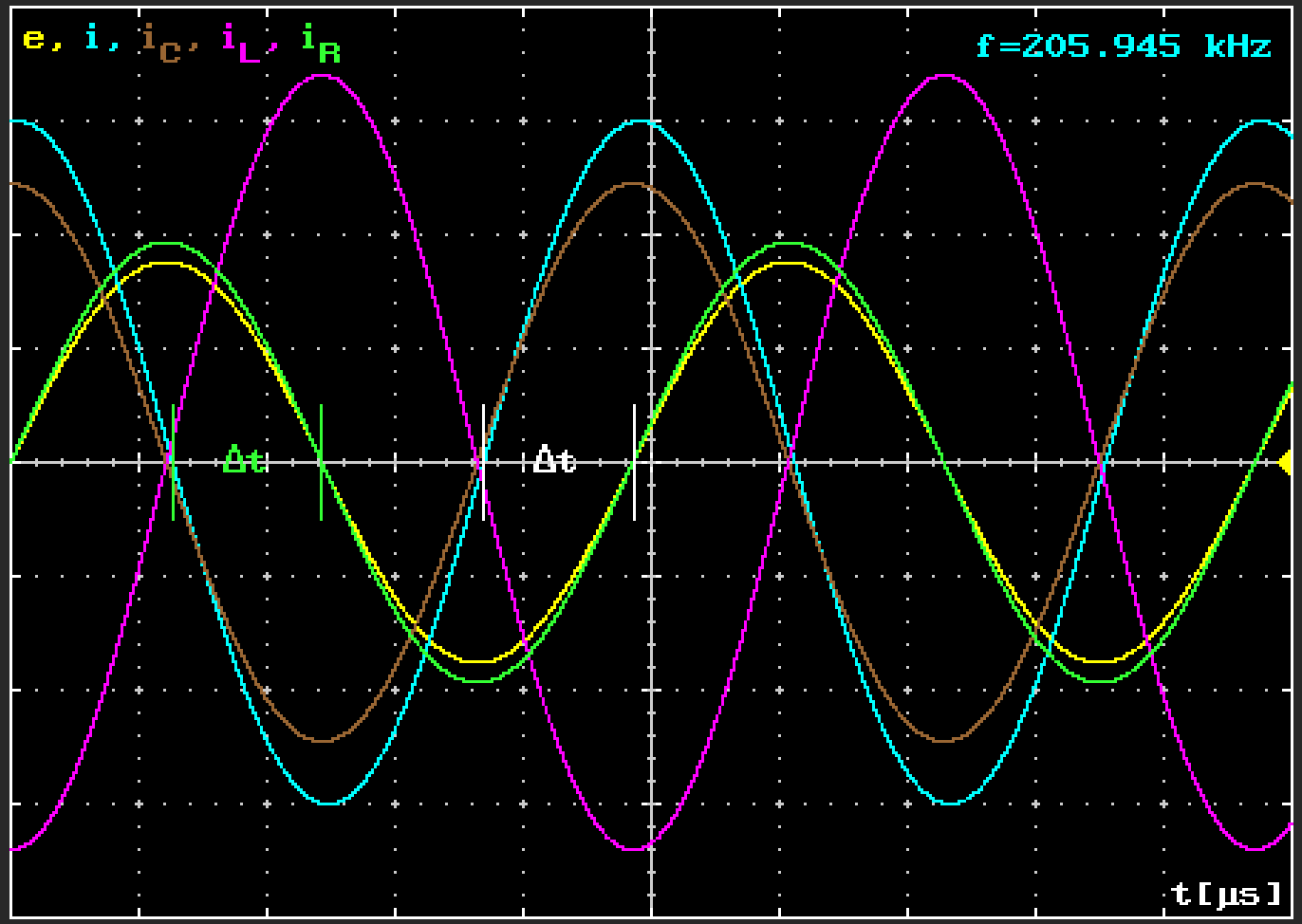
Az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.1	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	880 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	9.67518 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	340.204 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	489.891 µA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+86.30°$

LH Trigger

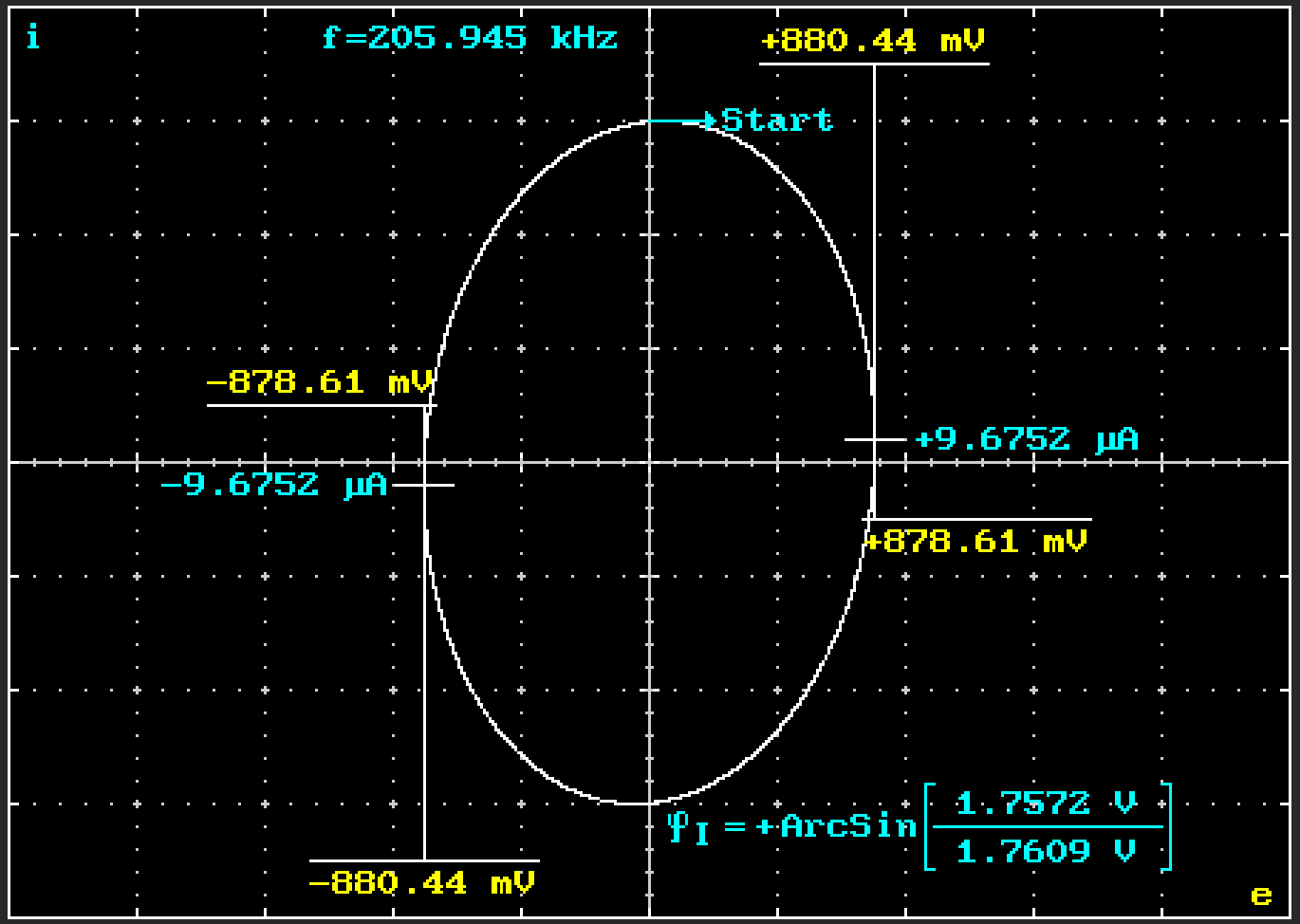
Az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.1	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLC17

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 170.4 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	880 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	9.67518 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	340.204 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	489.891 µA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+86.30°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.1	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

A soros RLC áramkör rezonancia-körüli jellegváltásának vizsgálata 17 frekvencián

A rezonancia előtt az áramkör kapacitív jellegű, mert az i áramhoz képest az e feszültség mindig késik, de egyre kevesebbet, ez olyan mintha egy sRC lenne. A rezonancián az i áram fázisban van az e feszültséggel, ezért egy egyszerű R ellenállásként viselkedik. A rezonancia után a fázisviszony megfordul, a fáziskülönbség egyre nő, a soros RLC egy sRL-ként, induktívan viselkedik. Először a rezonancia XY oszcilloszkópszerű bemutatása majd a 871. oldaltól a fázismenetek építése következik.

Főcímlap + 17x2+2 = 36 oszcillogram - [852..889]

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

Az sRLC és a pRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	1	2	3	4
50	2	0.1	0.1	50
i[μA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]

1
t[μs/div]

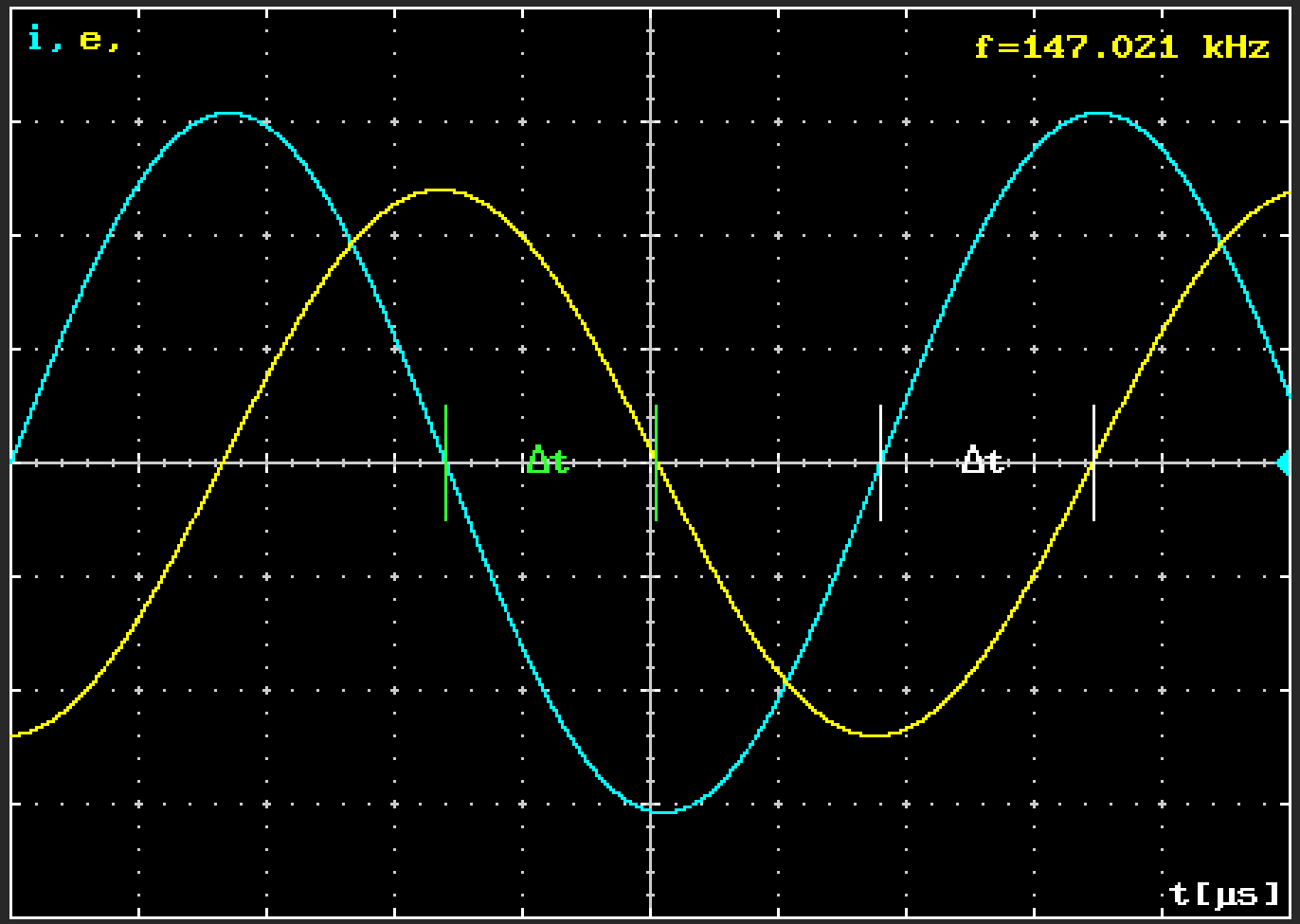
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I — 154 μA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 — 120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.655 μs-ot késik, az áramkör kapacitív

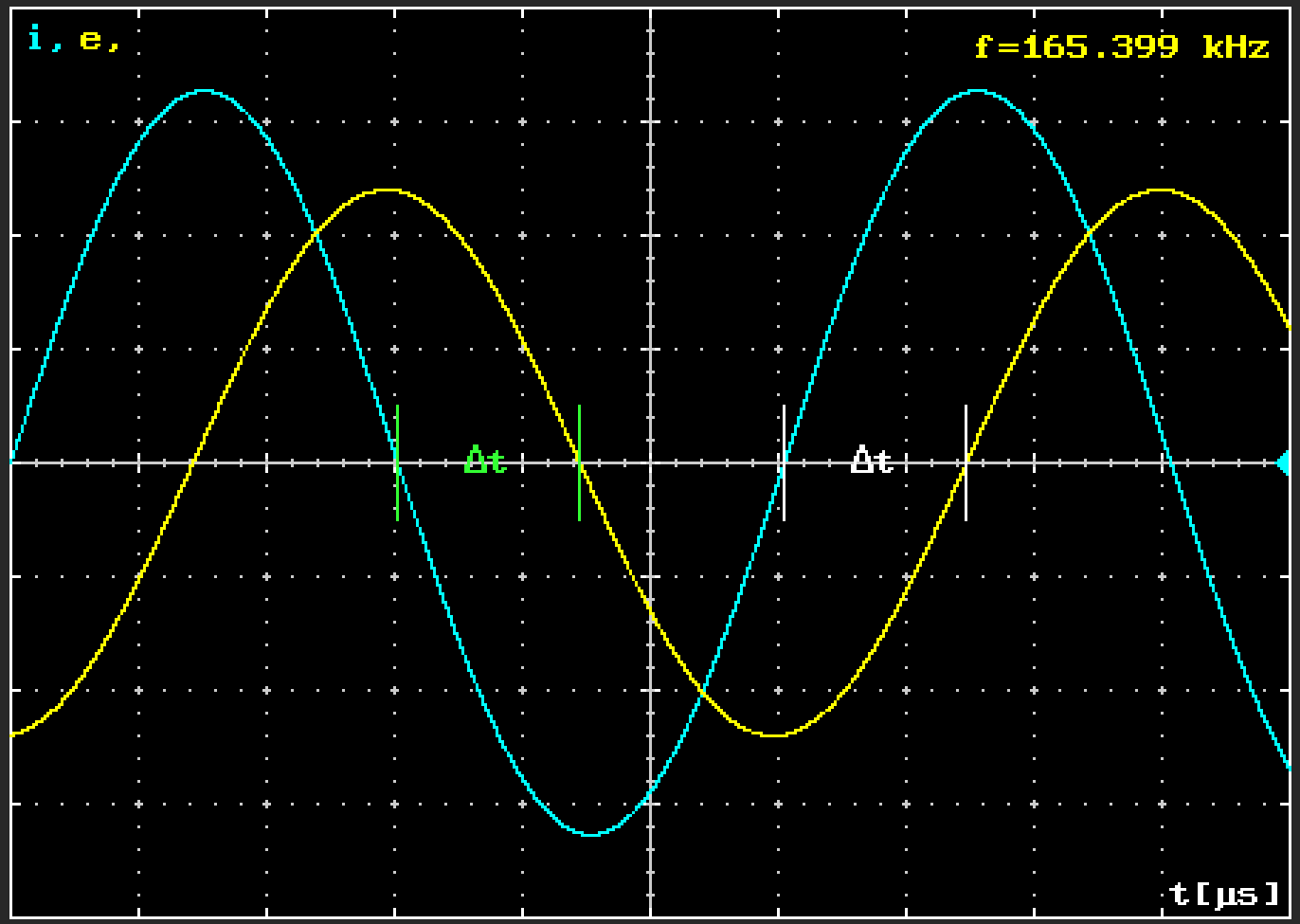
0	1	2	3	4	
50	2	0.1	0.1	50	1
i[μA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 327 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-84.84°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

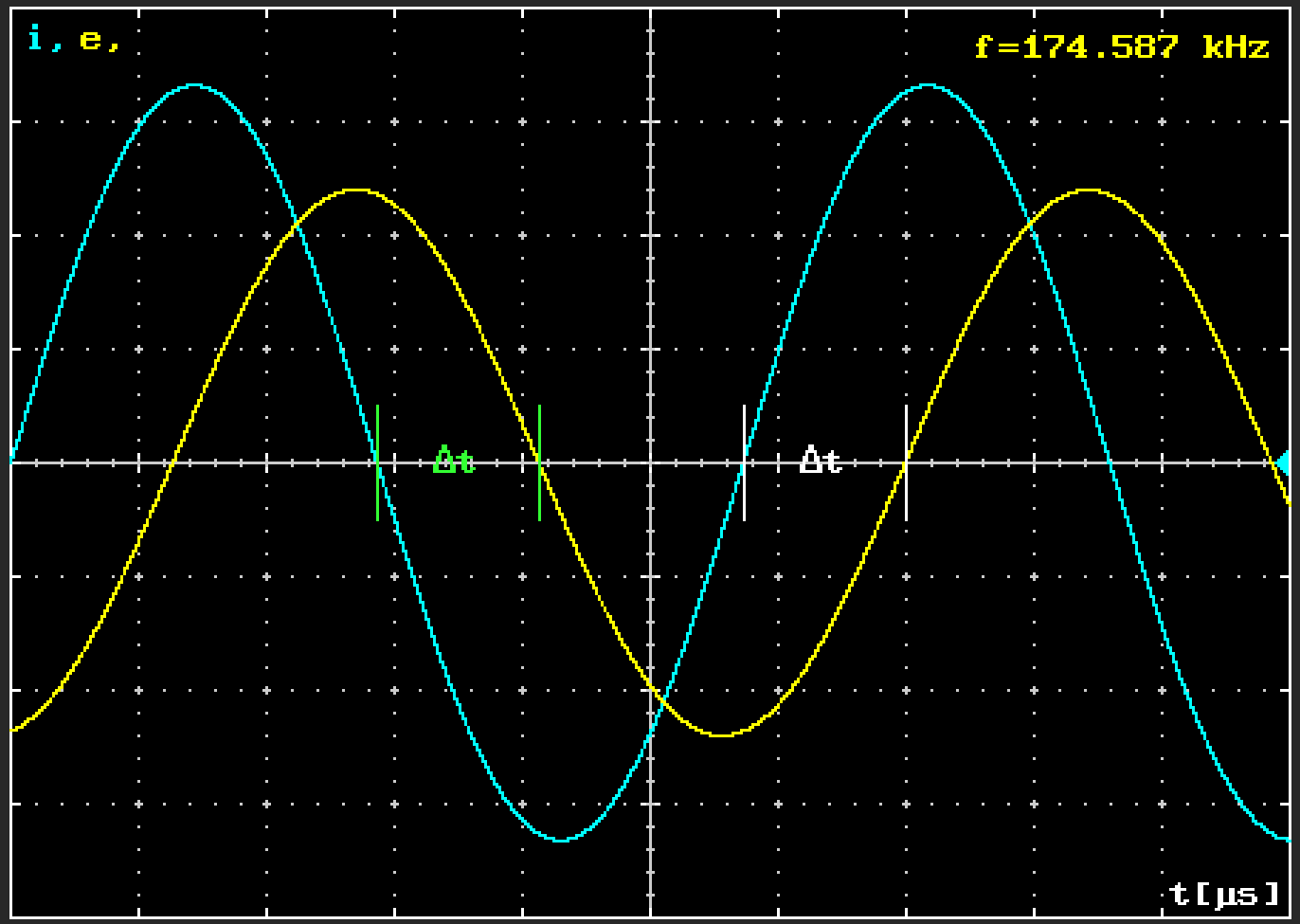
0	0.1	1	5	2	0.2	3	0.2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 664 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-79.48°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.265 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

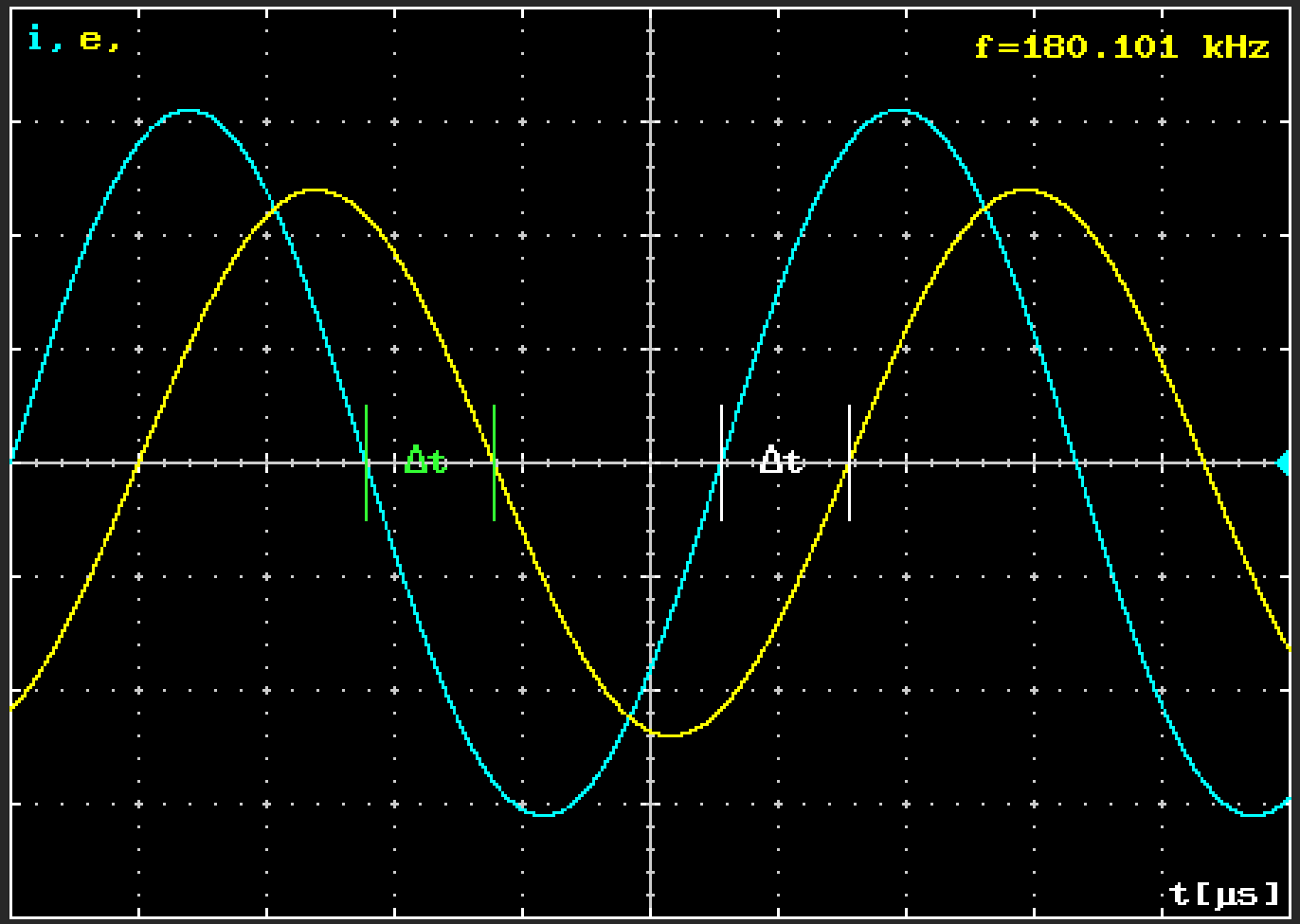
855

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

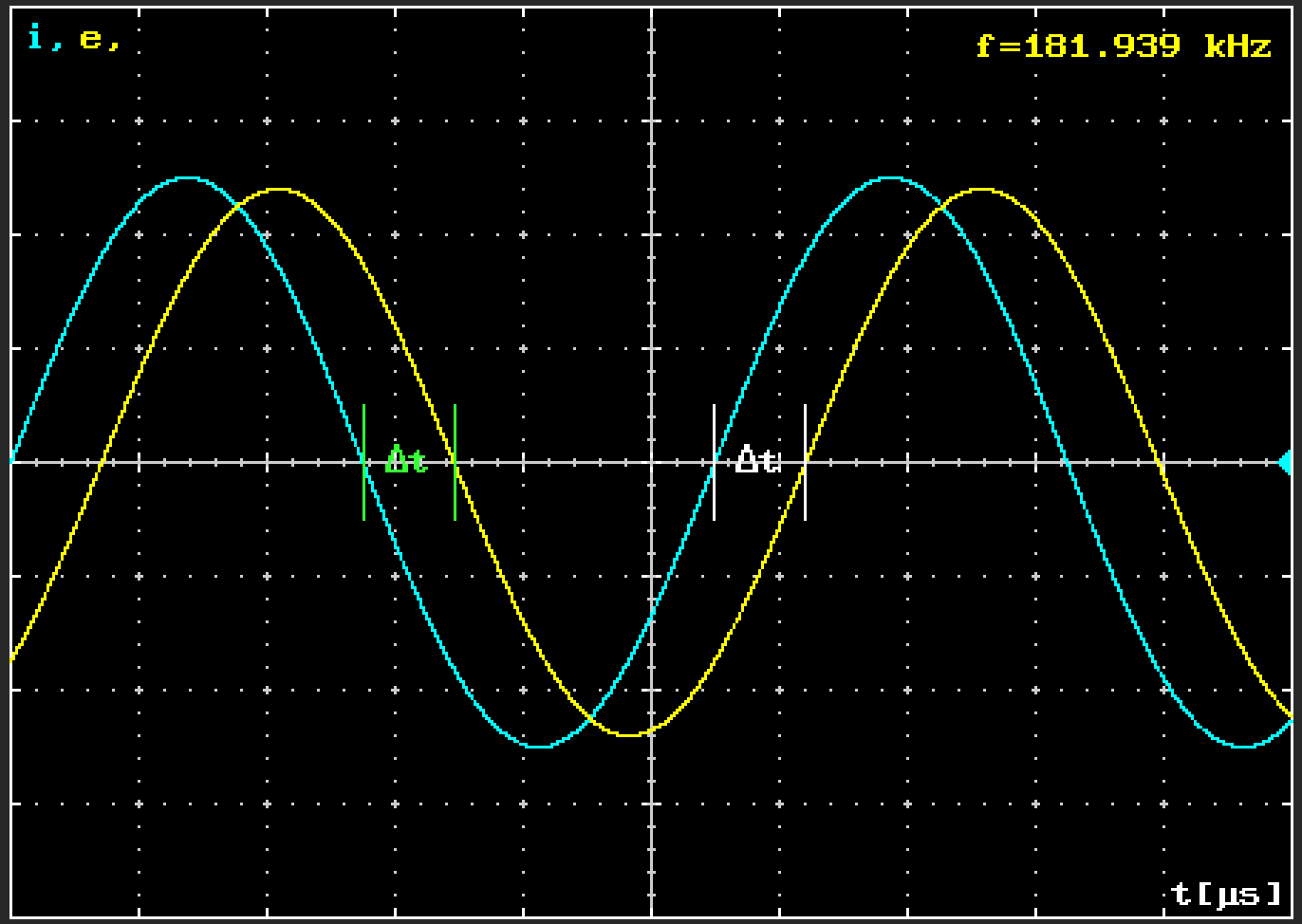
0	0.5	1	20	2	1	3	1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

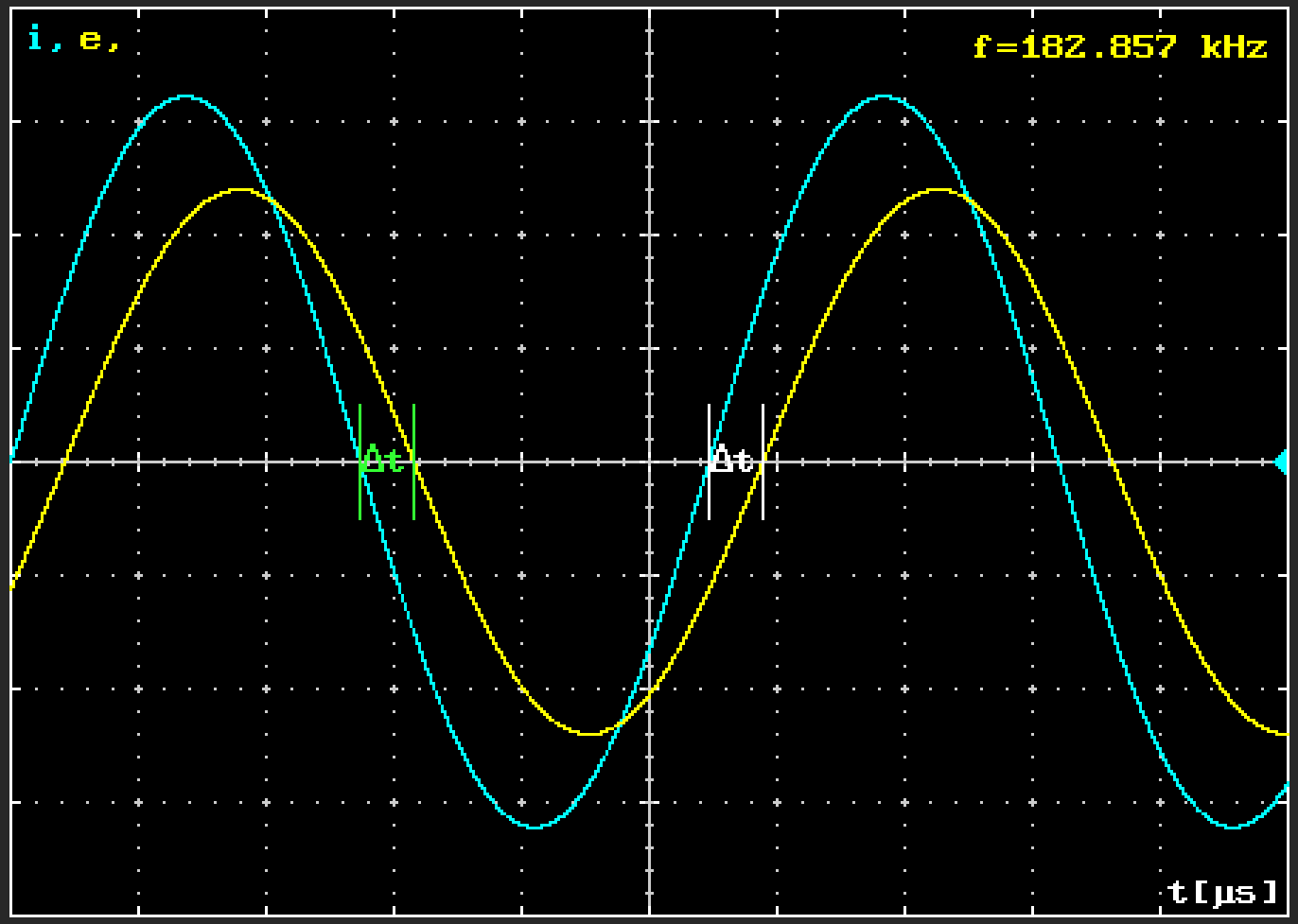
857

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

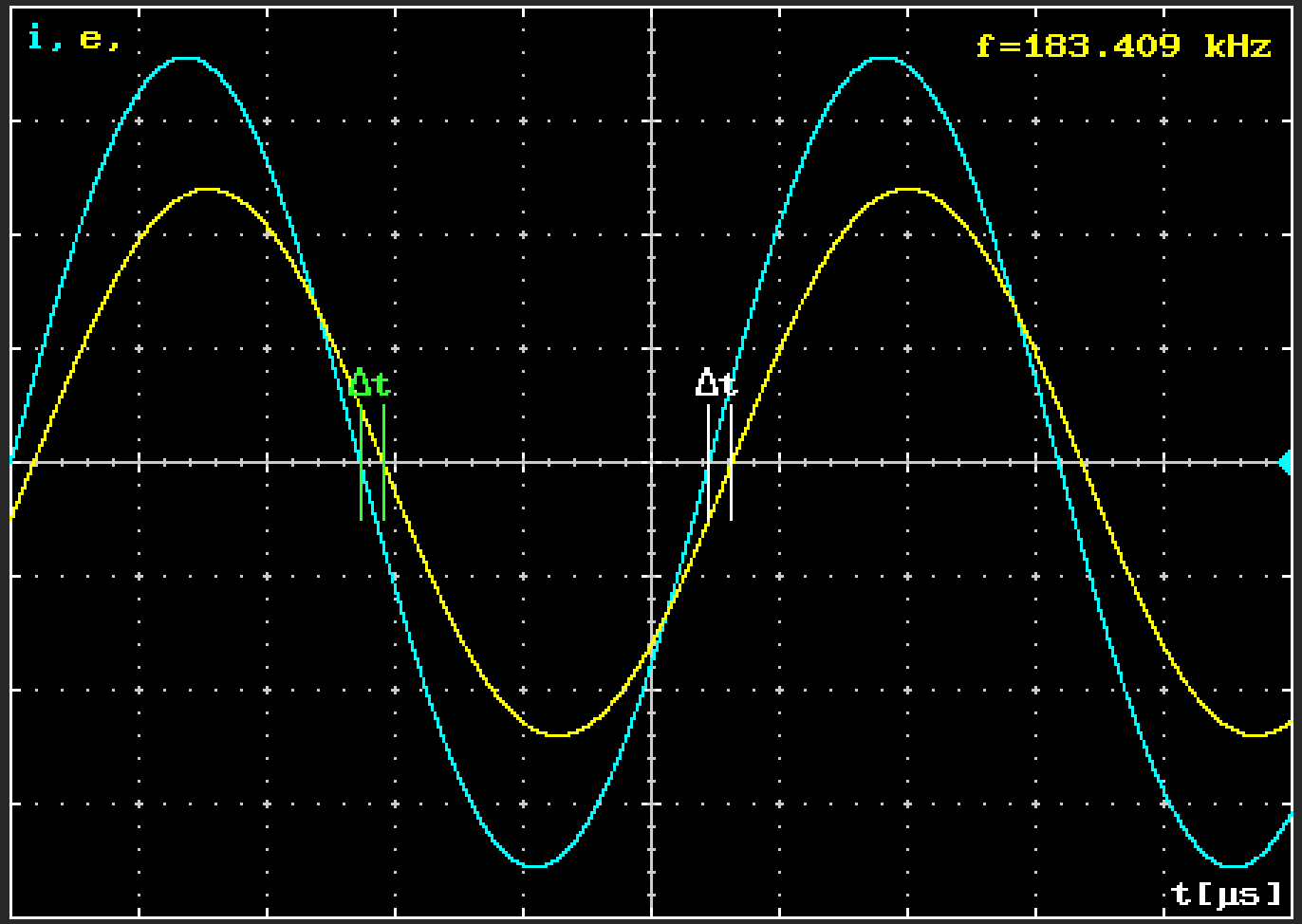
858

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

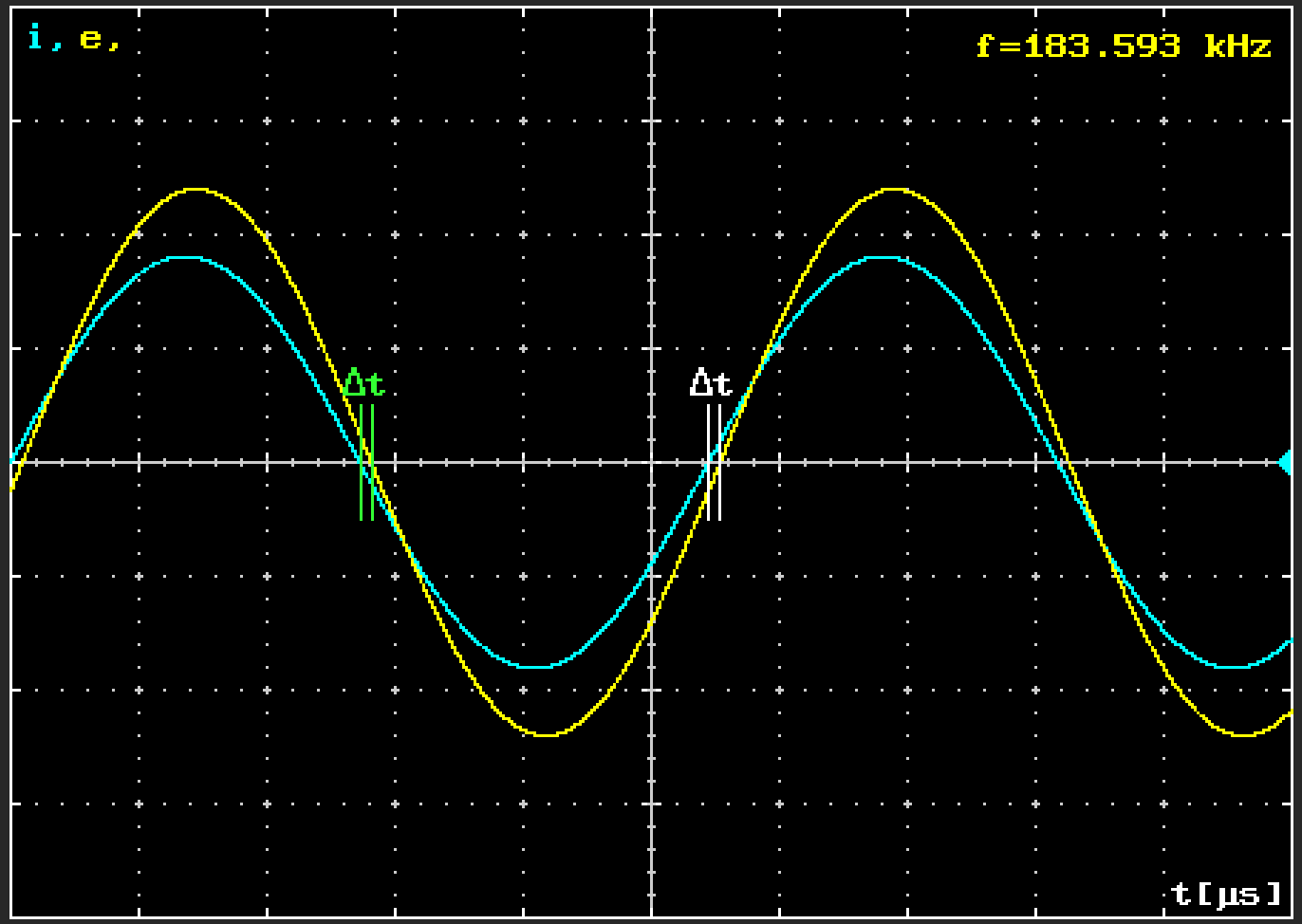
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger Az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

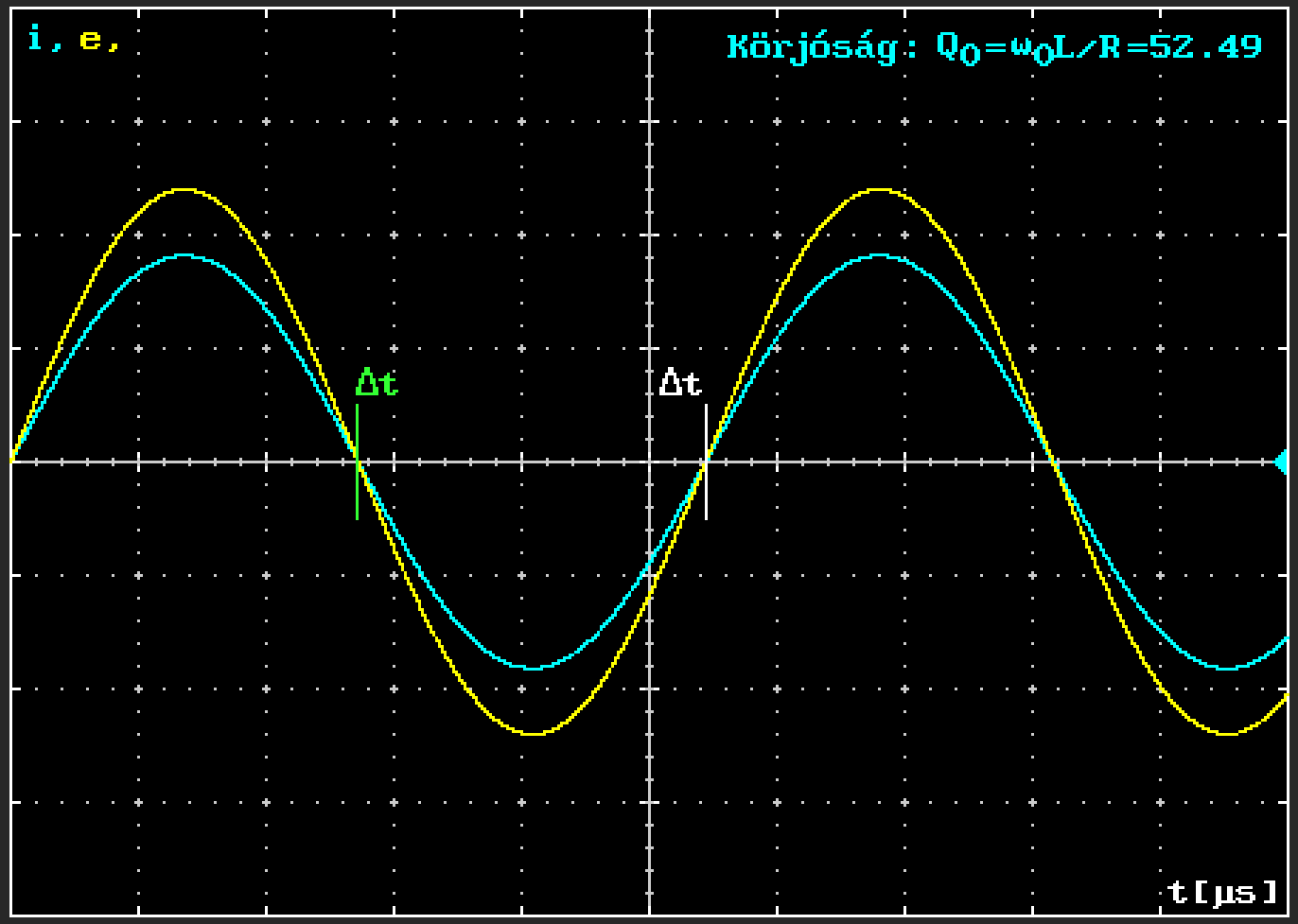
860

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

Az i és az e fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	2	1	50	2	2	3	2	4	50	1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]

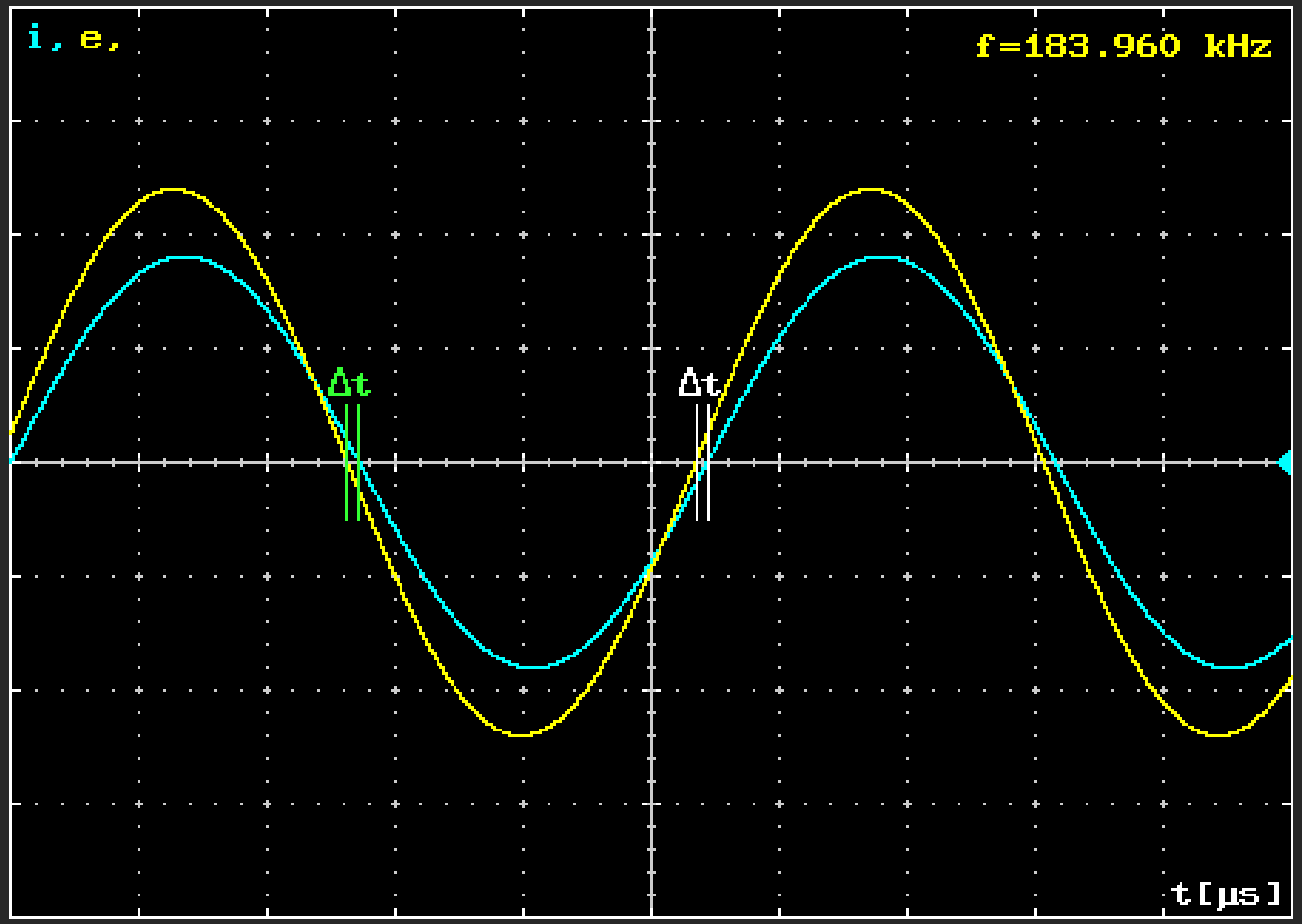
861

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

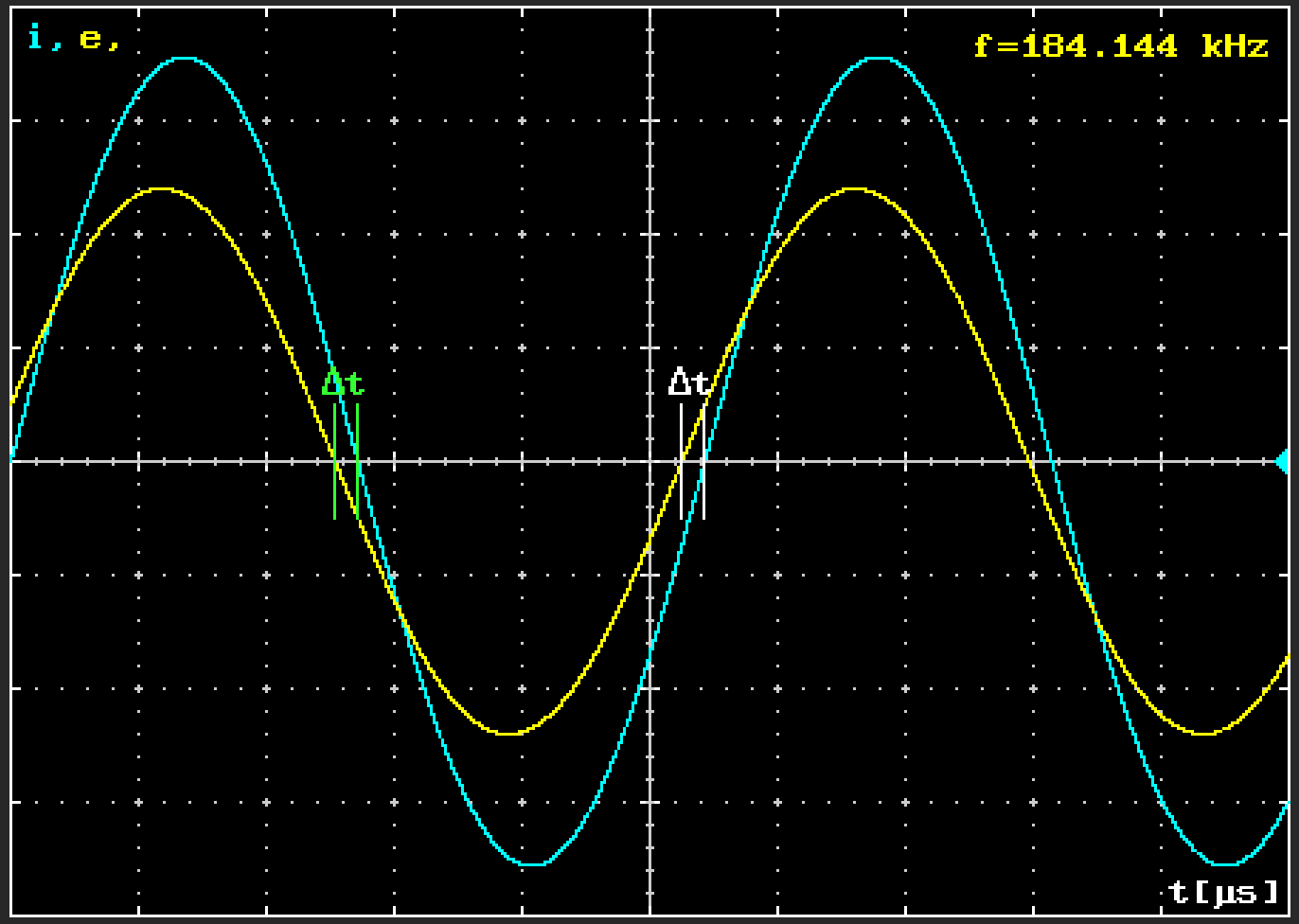
862

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

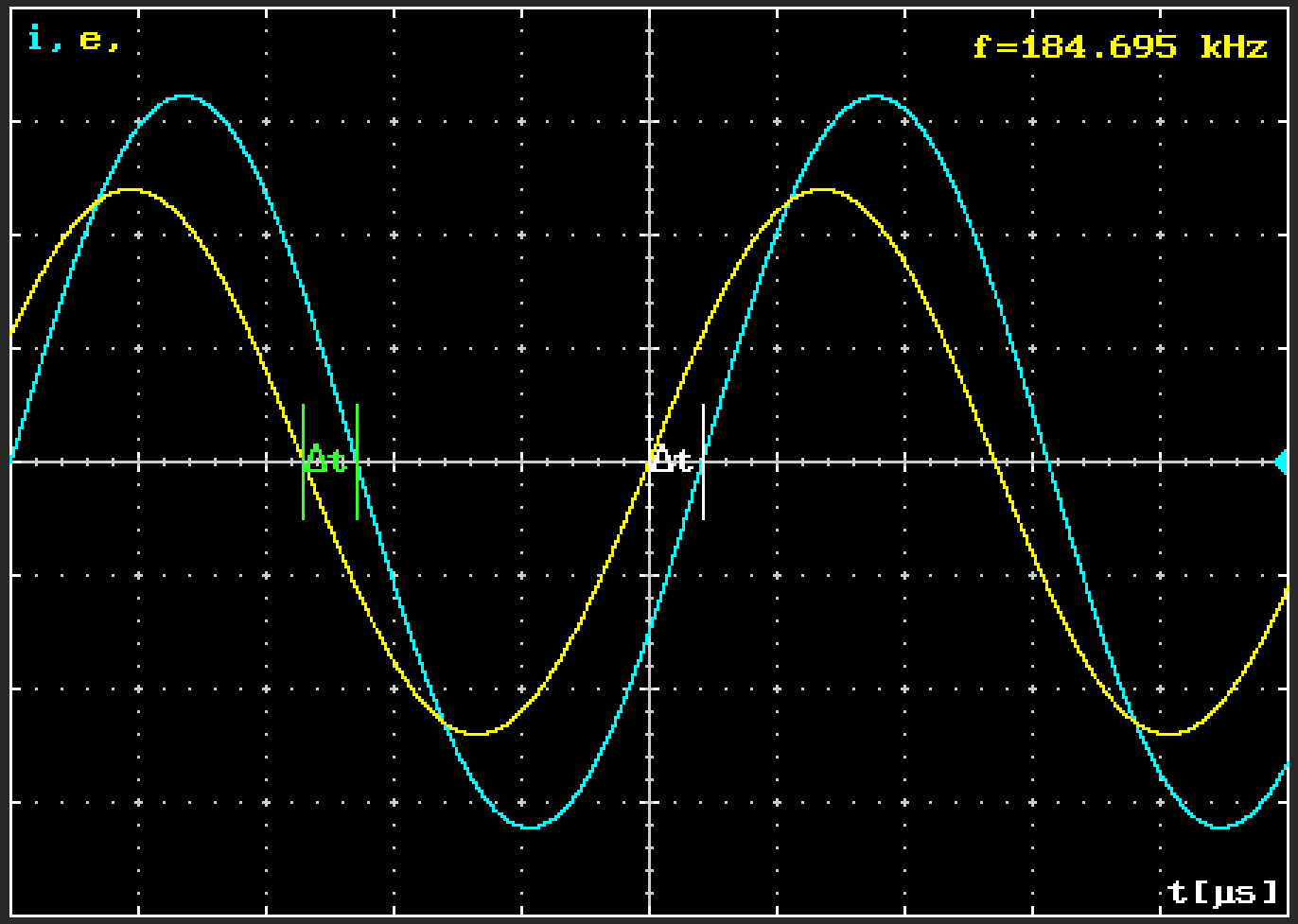
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

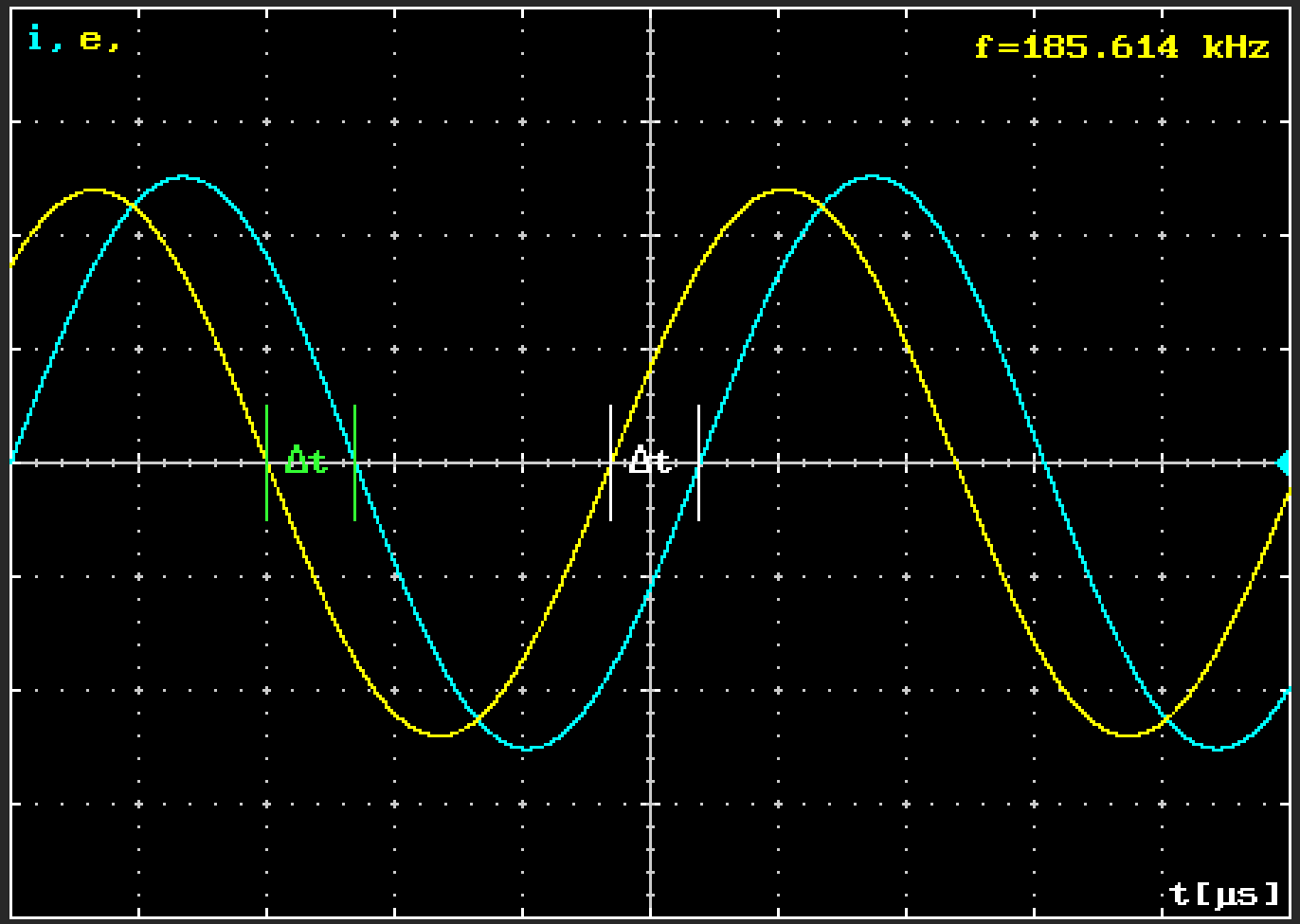
864

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

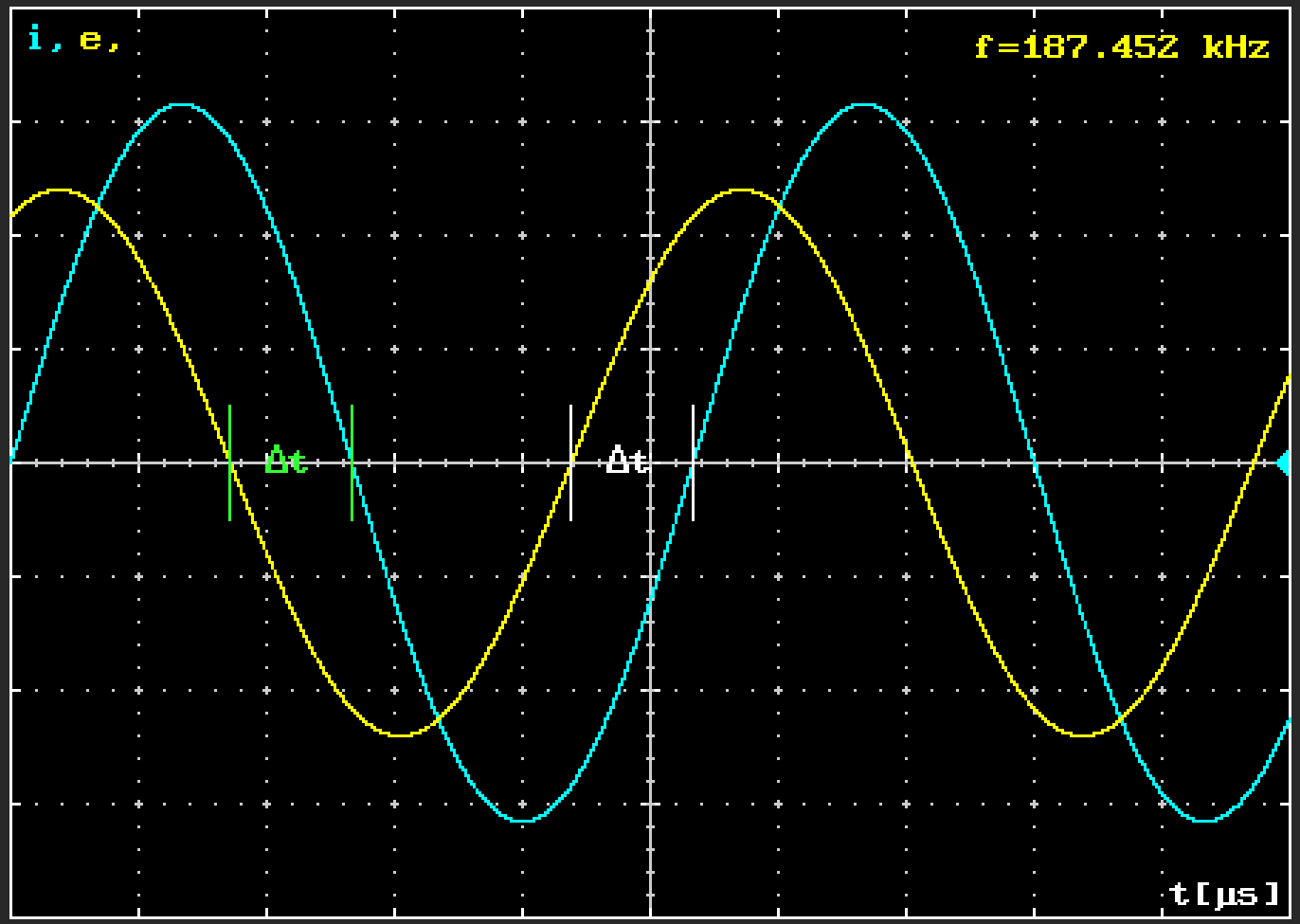
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

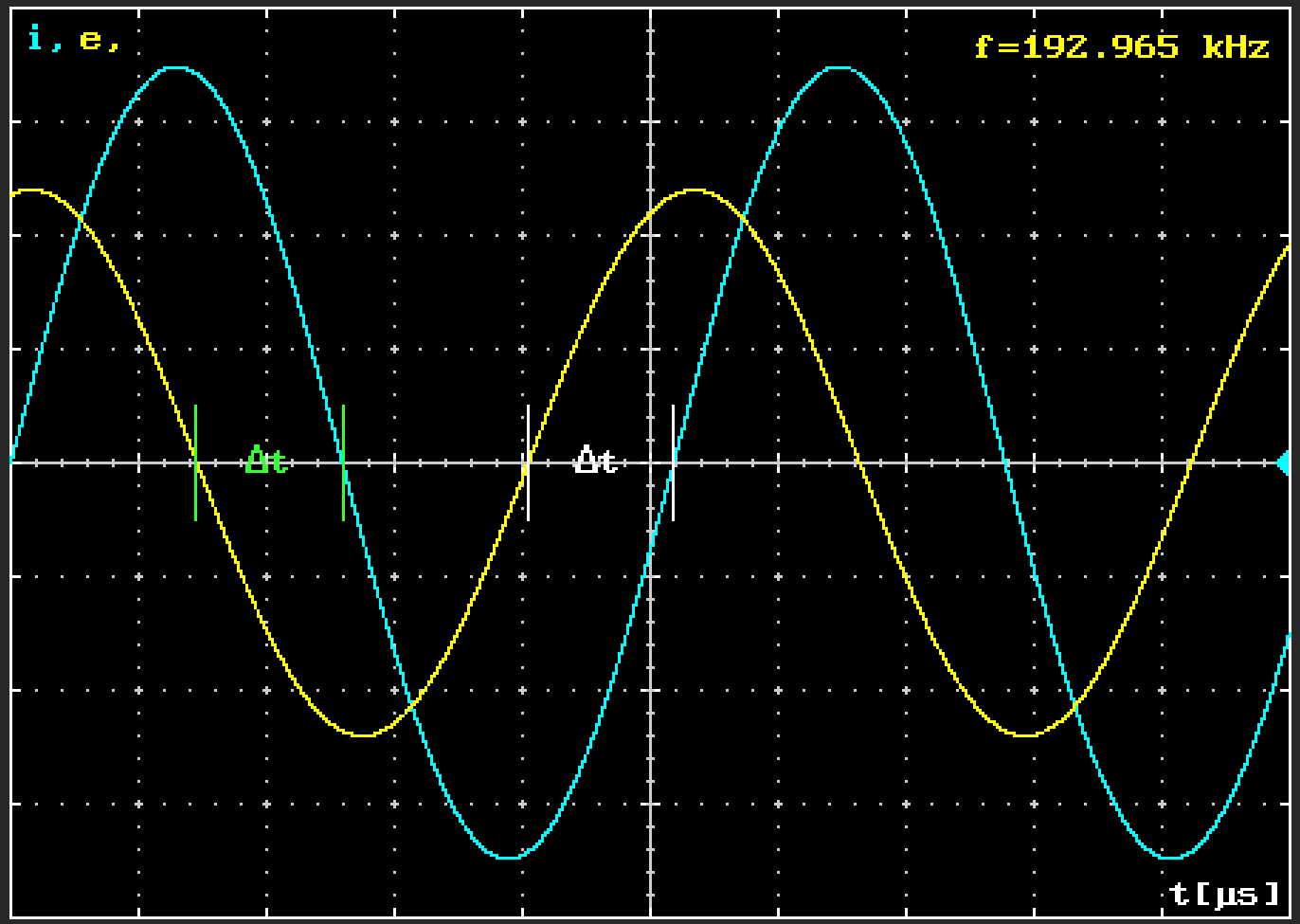
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 697 µA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+78.96°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.137 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	0.2	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

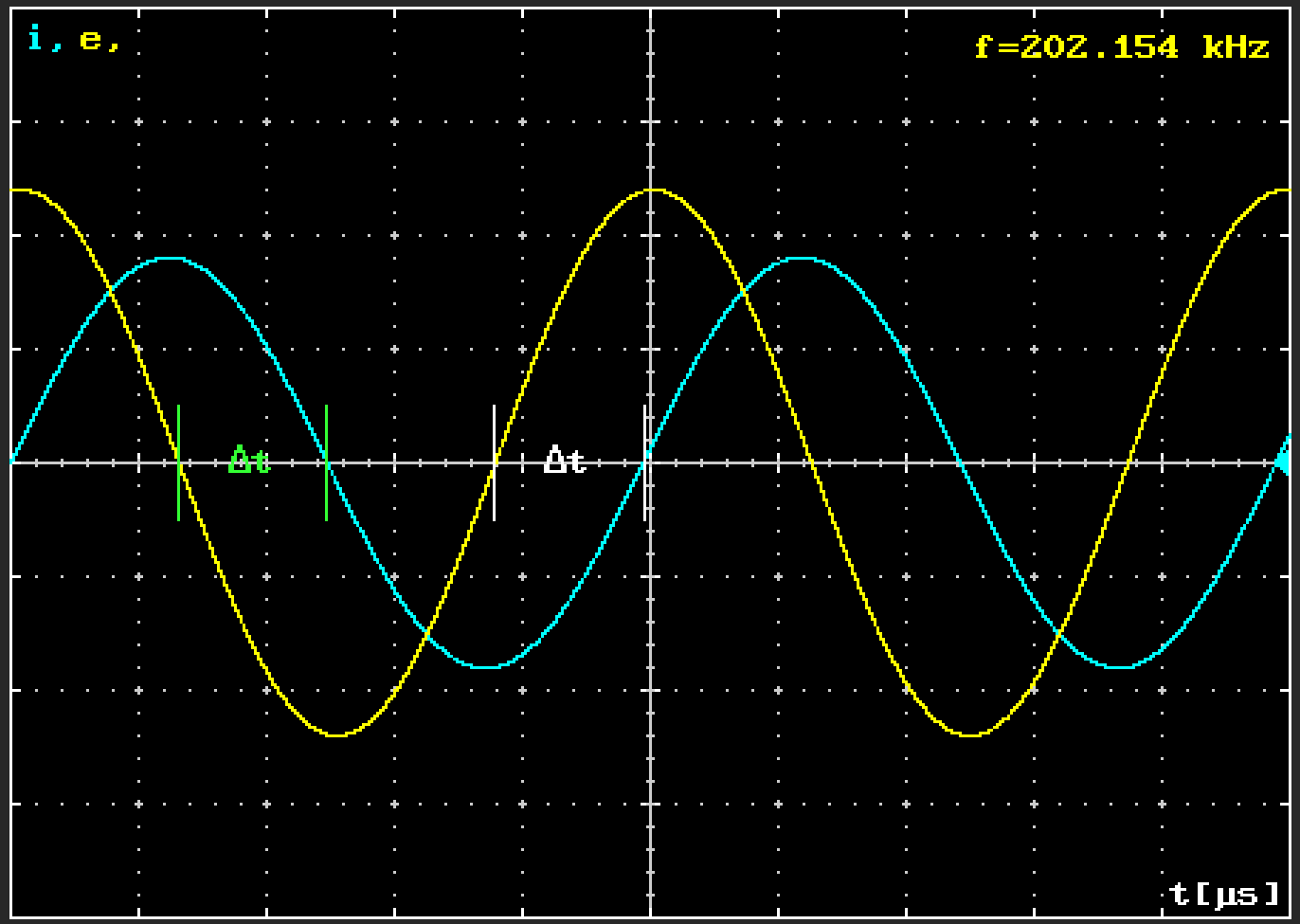
867

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I 361 μA; φ_{REF}=0°

U_R

U_L

U_C

E_0 120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.158 μs-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[μs/div]

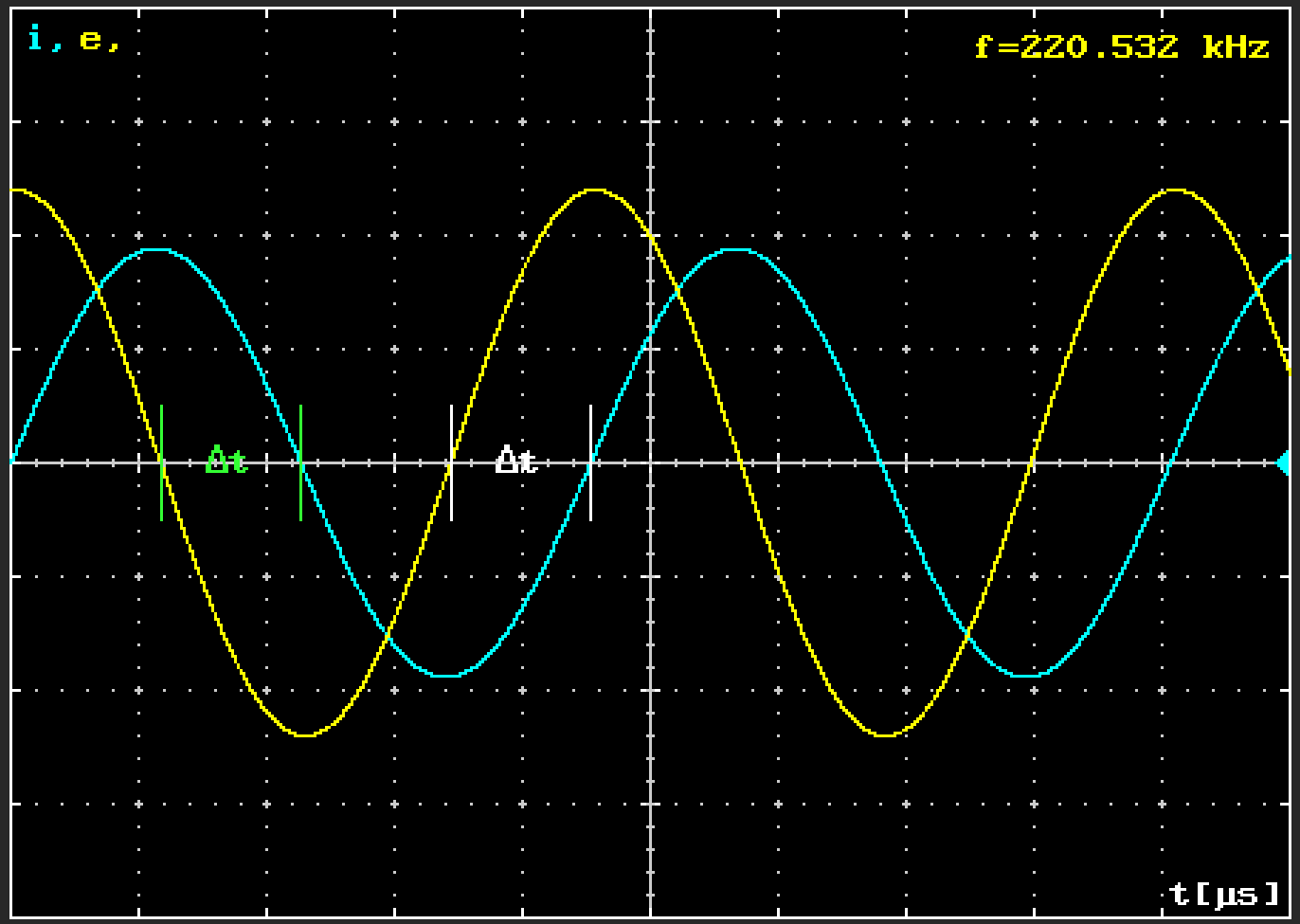
868

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I — 189 µA; $\varphi_{REF}=0°$

U_R

U_L

U_C

E_0 — 120 mV; $\varphi_E=+87.03°$

LH Trigger

Az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

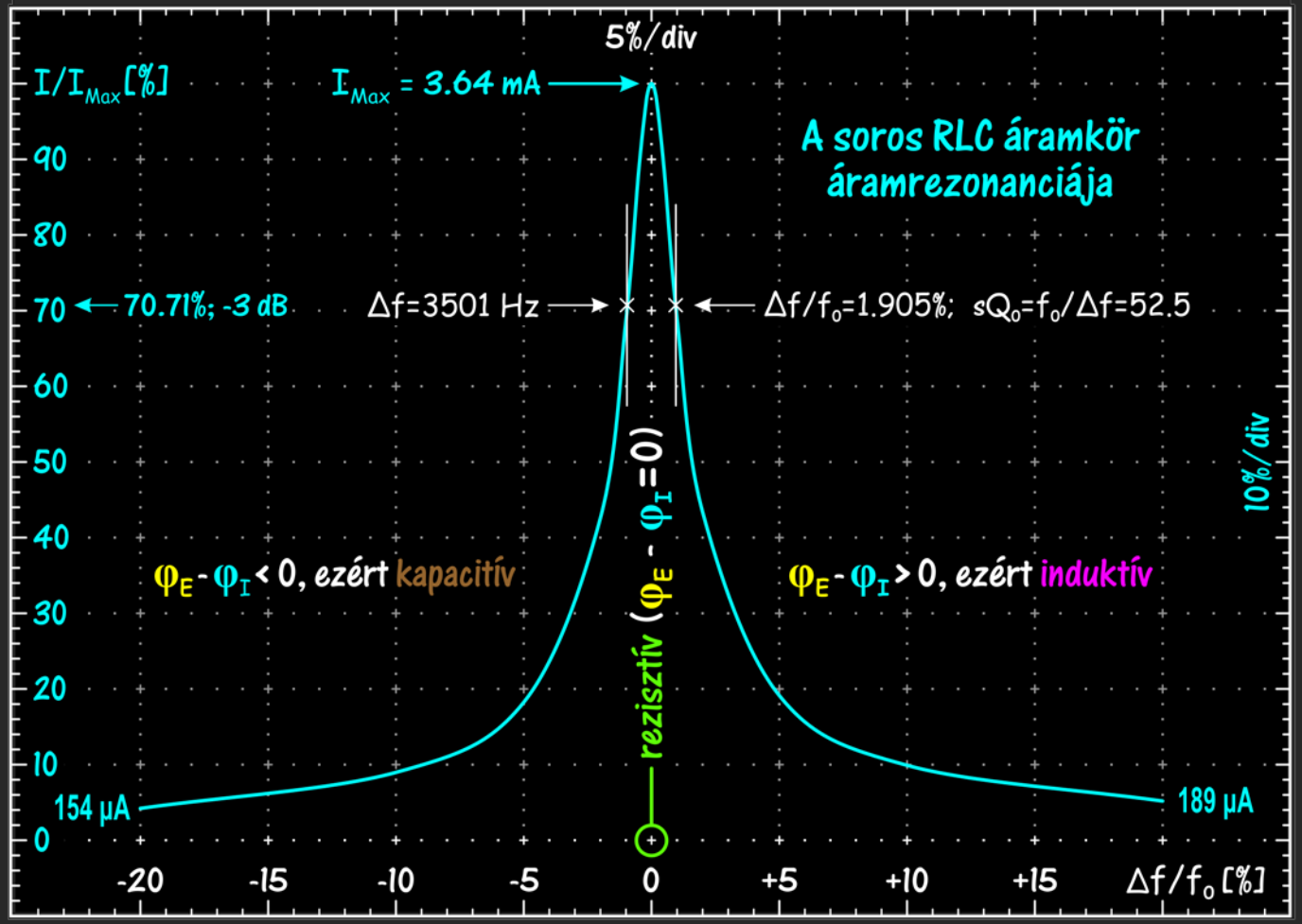
0	1	2	3	4	
0.1	2	0.2	0.1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

A soros RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 635.9 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	=

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	6.22691 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	392.195 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	272.356 mV; [illegible]°
E_0	120 mV; [illegible]°

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az ára[illegible]ktív

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

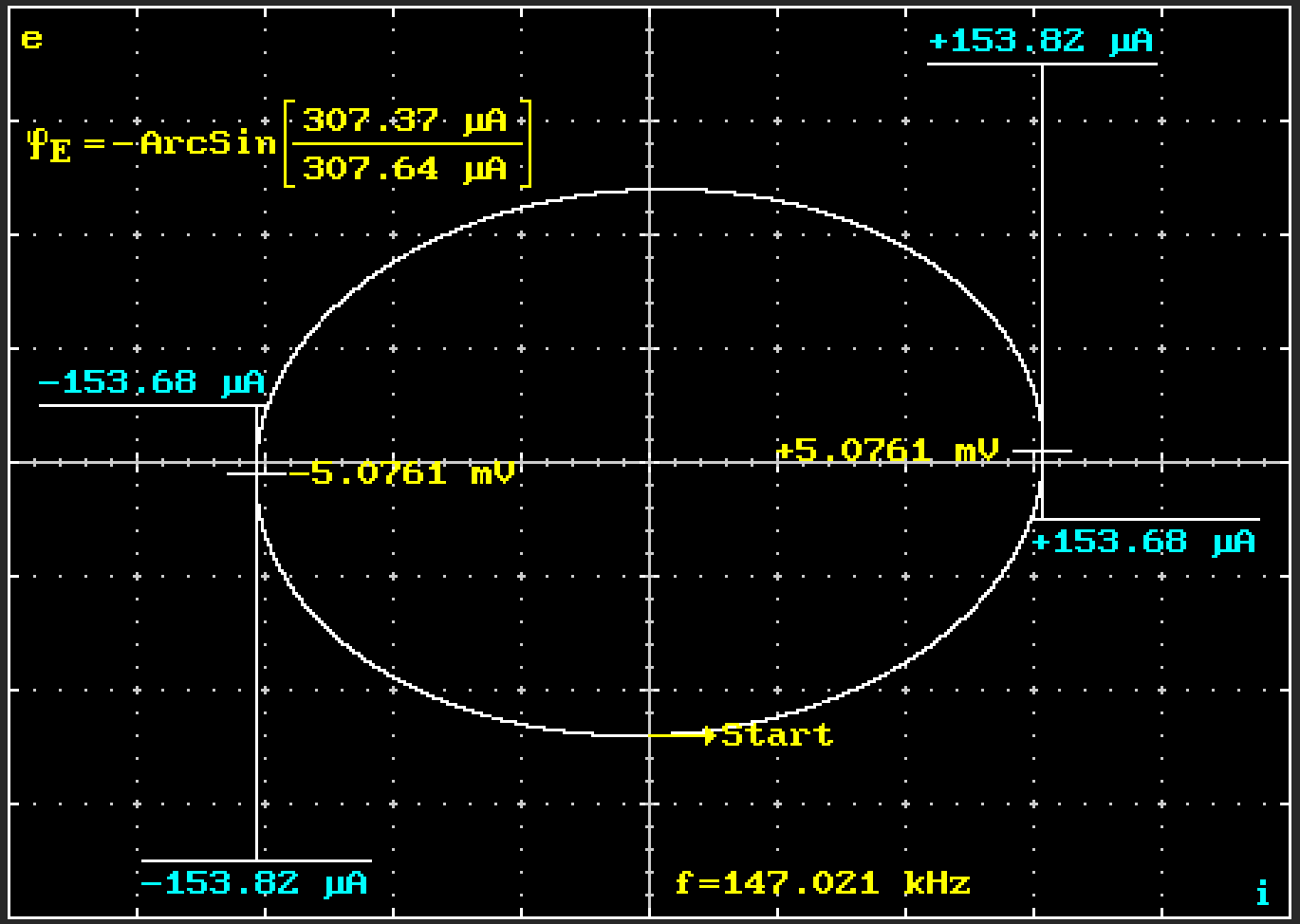
0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50	[illegible]
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		[illegible]s/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	154 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	5.07613 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	213.142 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	333.035 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.655 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

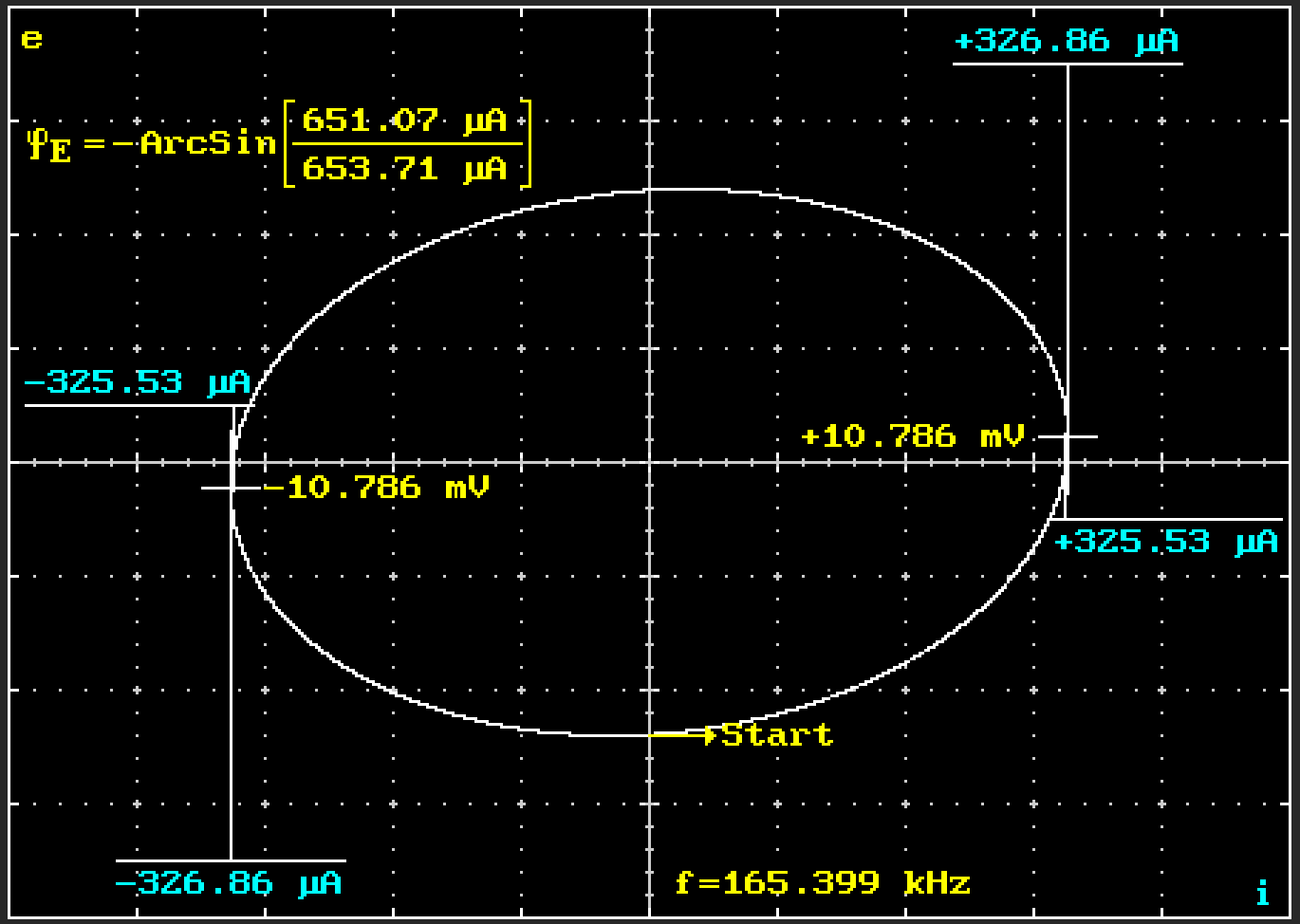
0	1	2	3	4	
50	2	0.1	0.1	50	1
i[µA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	10.7862 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	509.519 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	629.033 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-84.84°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.425 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

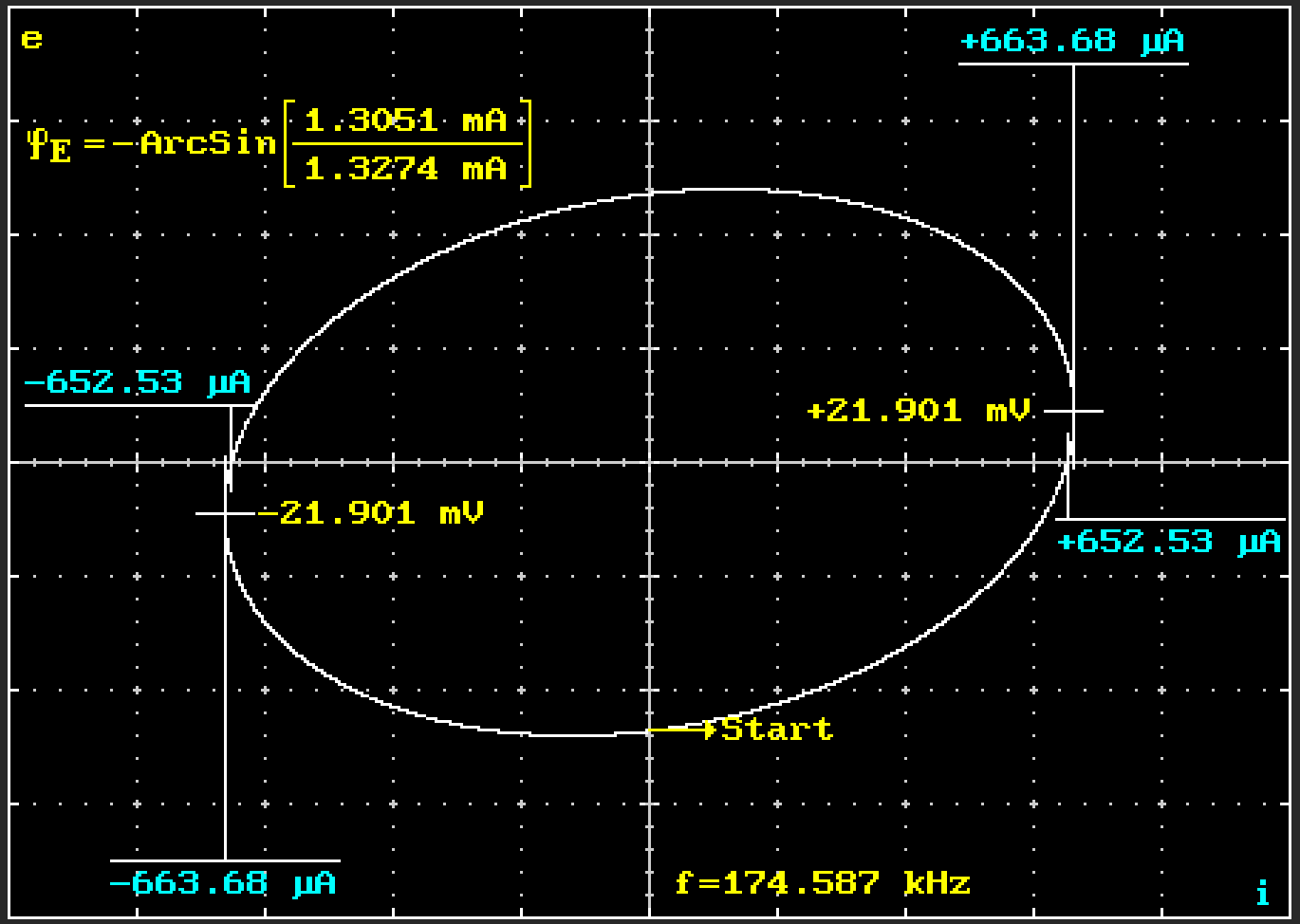
872

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 180.8 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	664 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	21.9015 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	1.09205 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	1.21003 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-79.48°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.265 µs-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

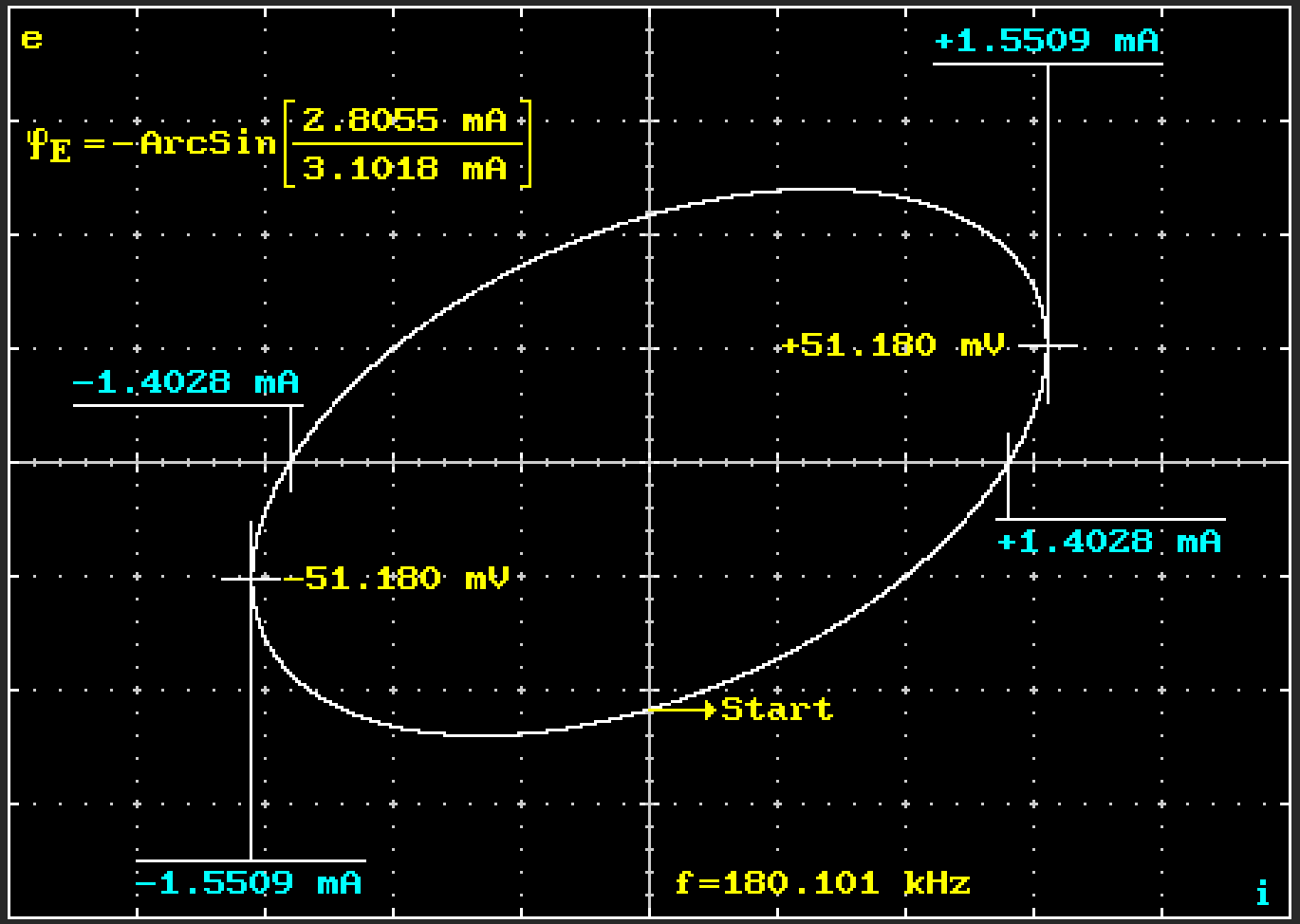
873

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	51.1795 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.63251 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.74105 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=998.7 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

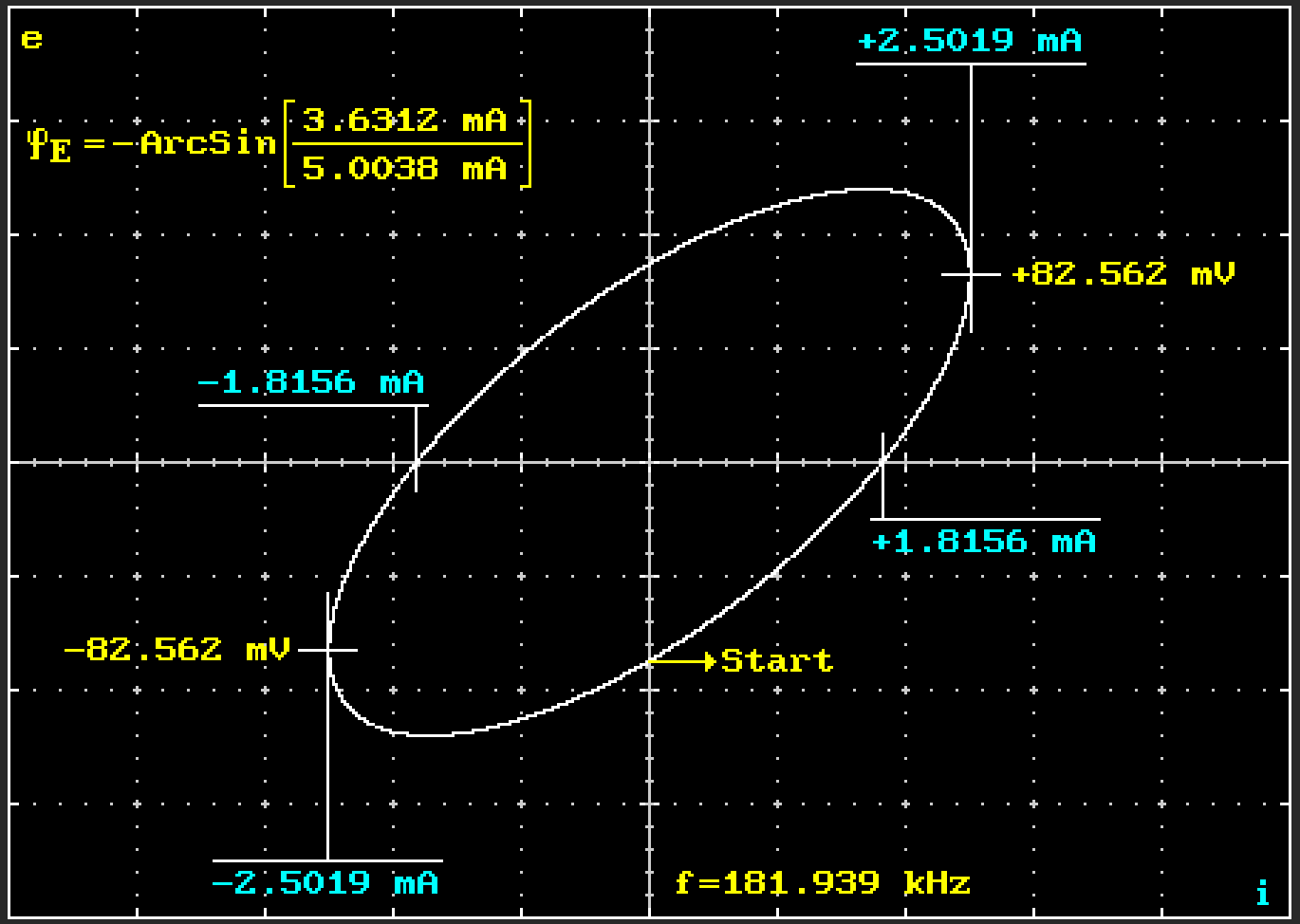
874

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	82.5621 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	4.29006 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.37715 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=710.4 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

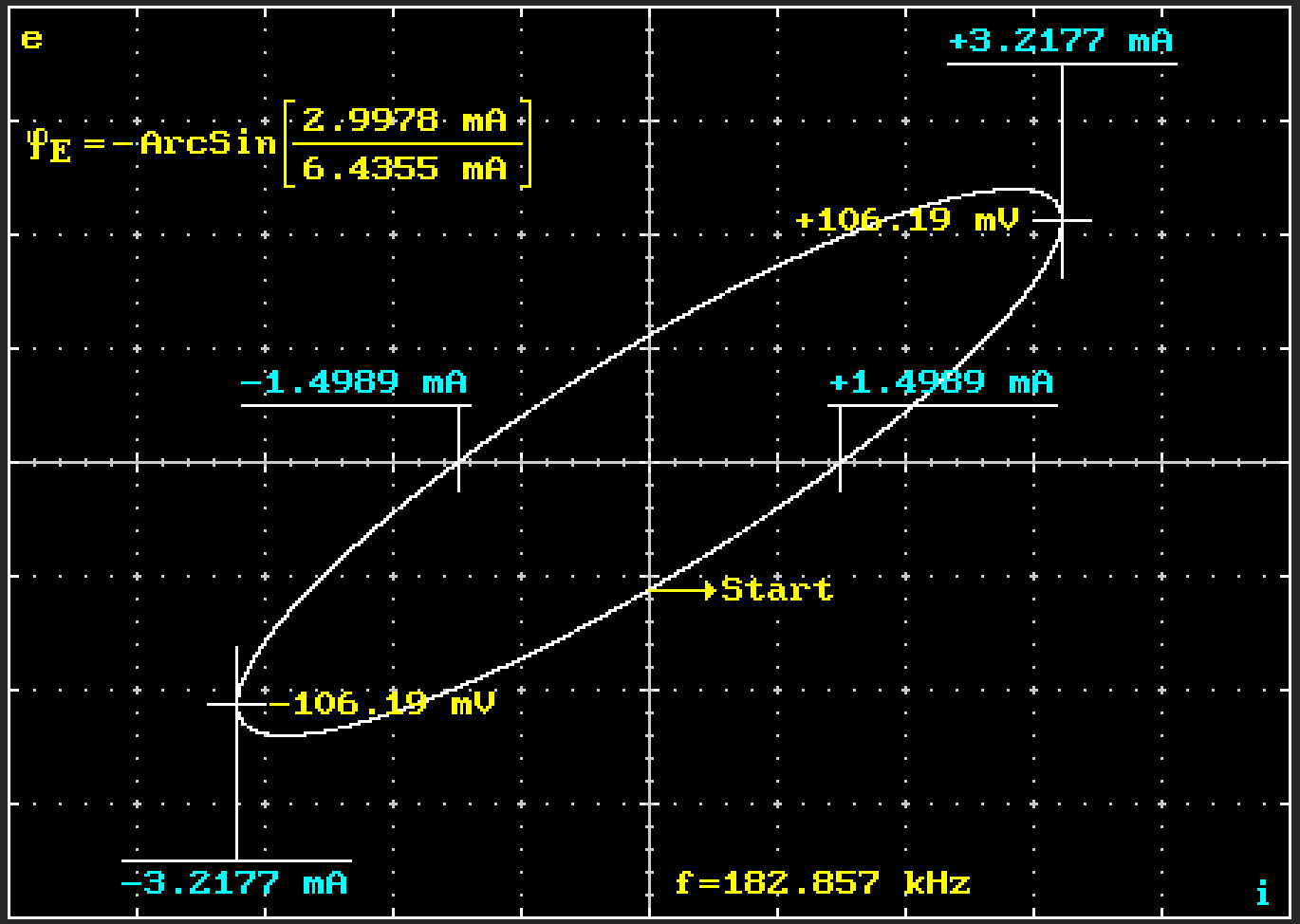
875

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.186 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=421.8 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

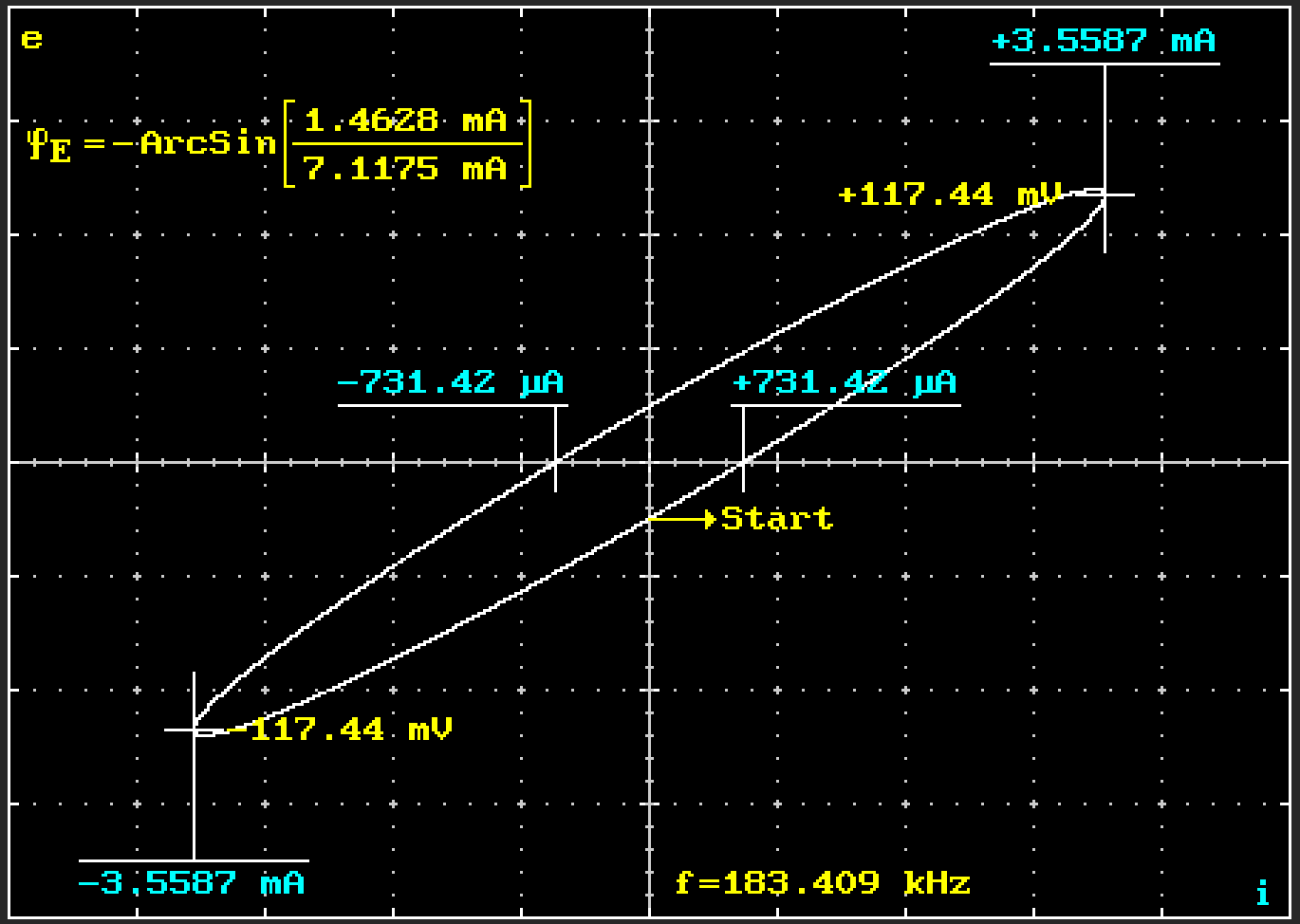
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.438 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=179.6 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

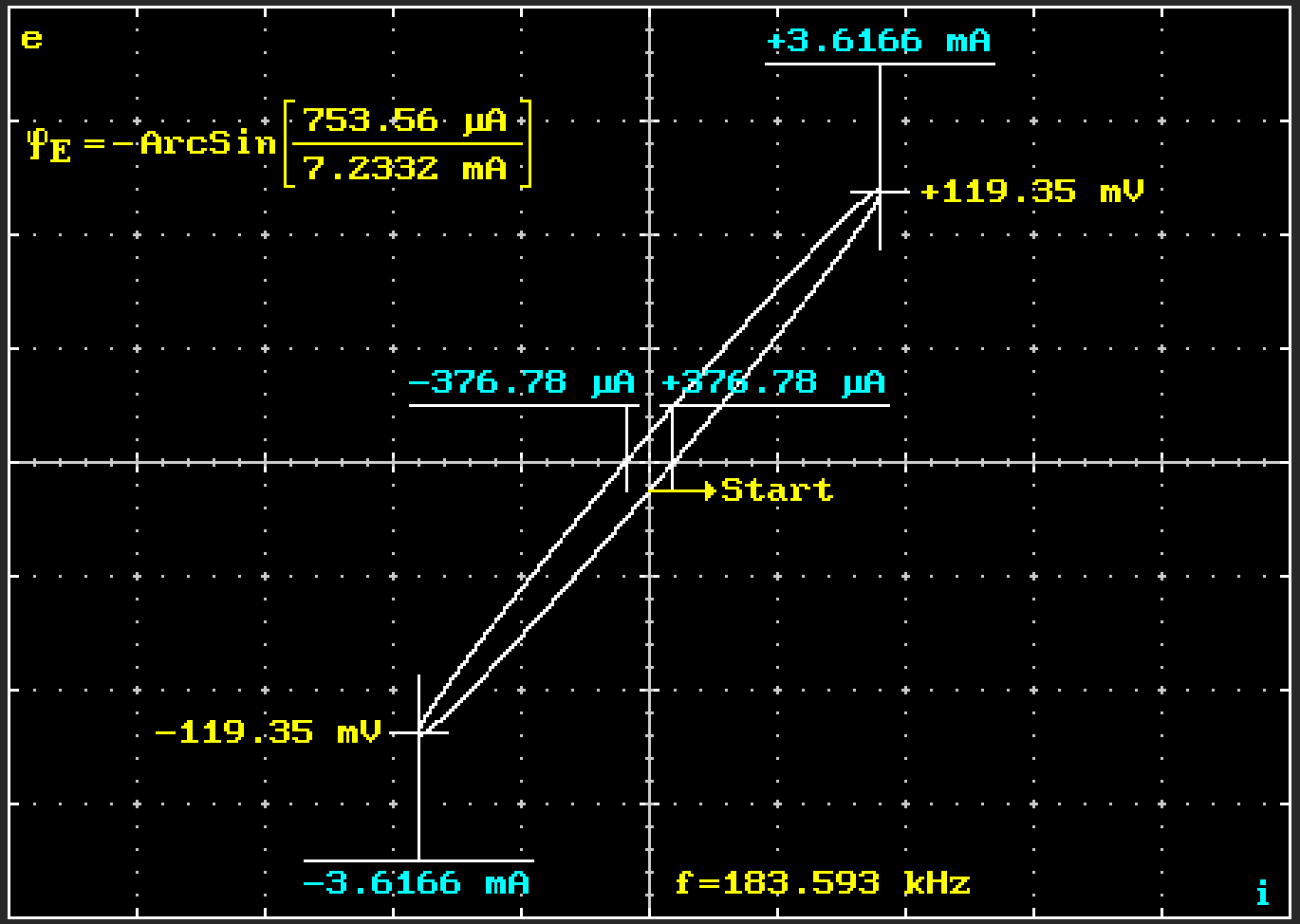
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.18 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= -0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.347 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=90.48 ns-ot késik, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

878

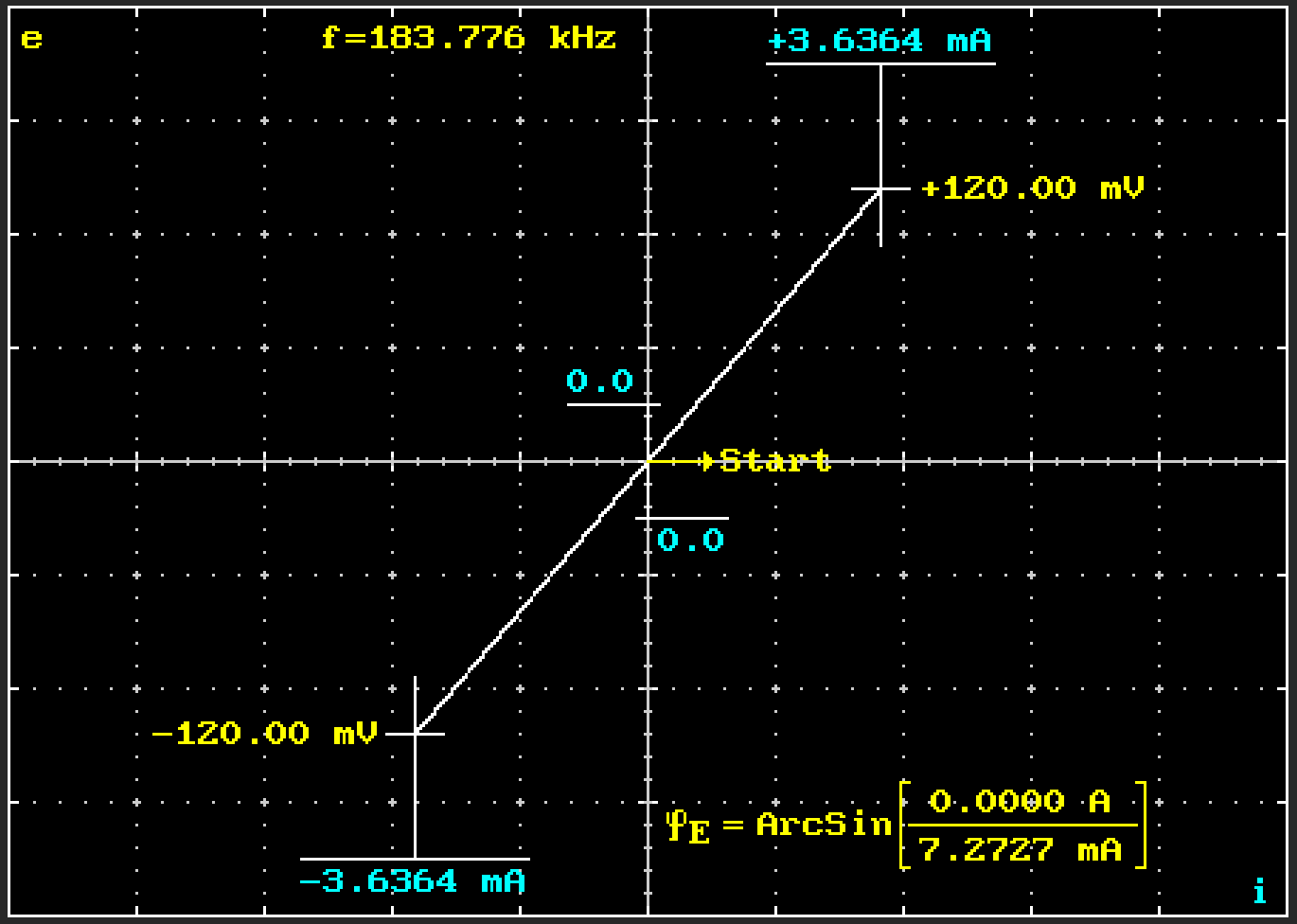
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

88

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLCjv

A soros RLC áramkör áramrezonanciája



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 33.00 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	120.000 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

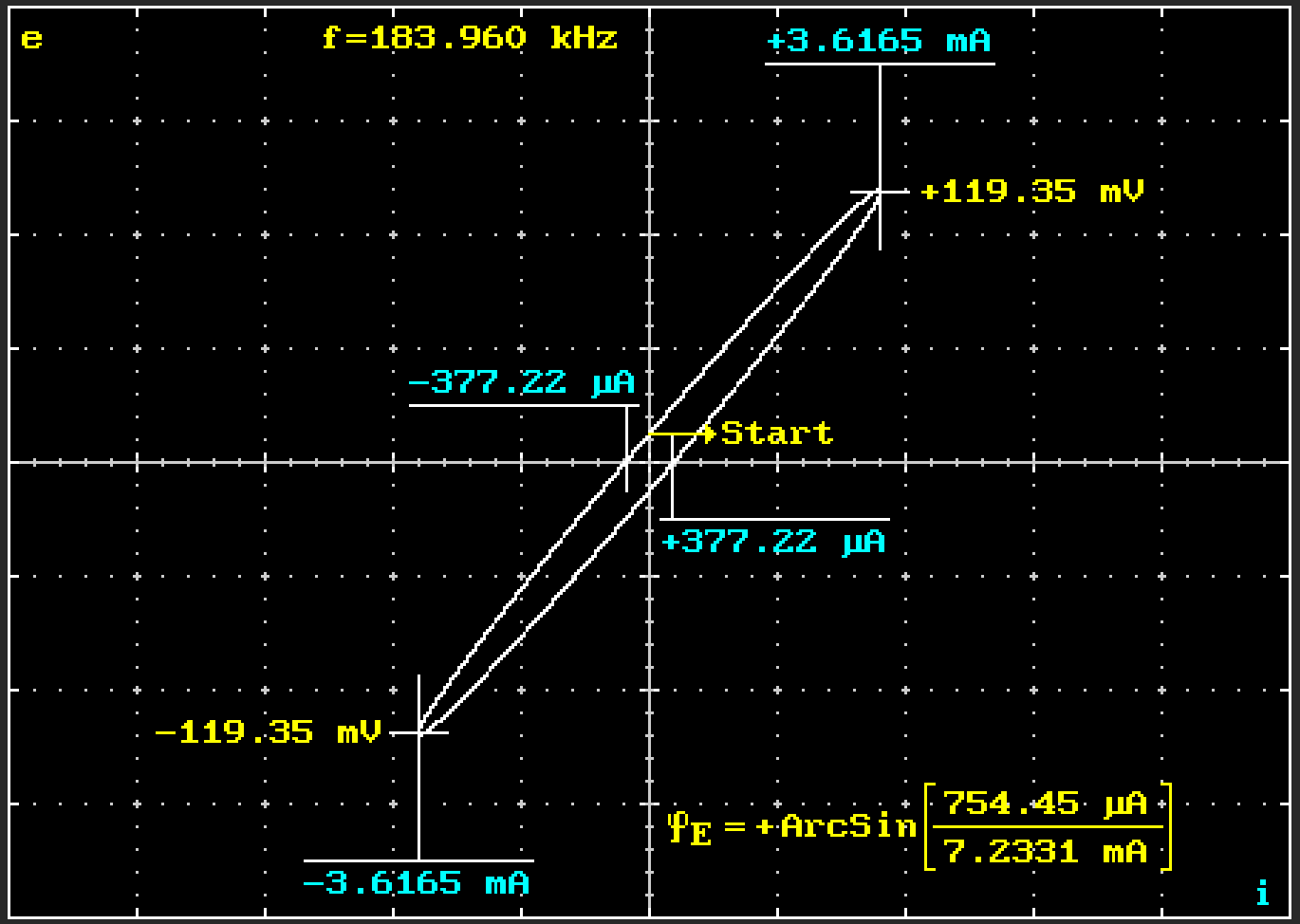
Végeredmény: az i és az e fázisban van ($\Delta t=0$), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.345 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=90.41 ns-ot siet, az áramkör induktív

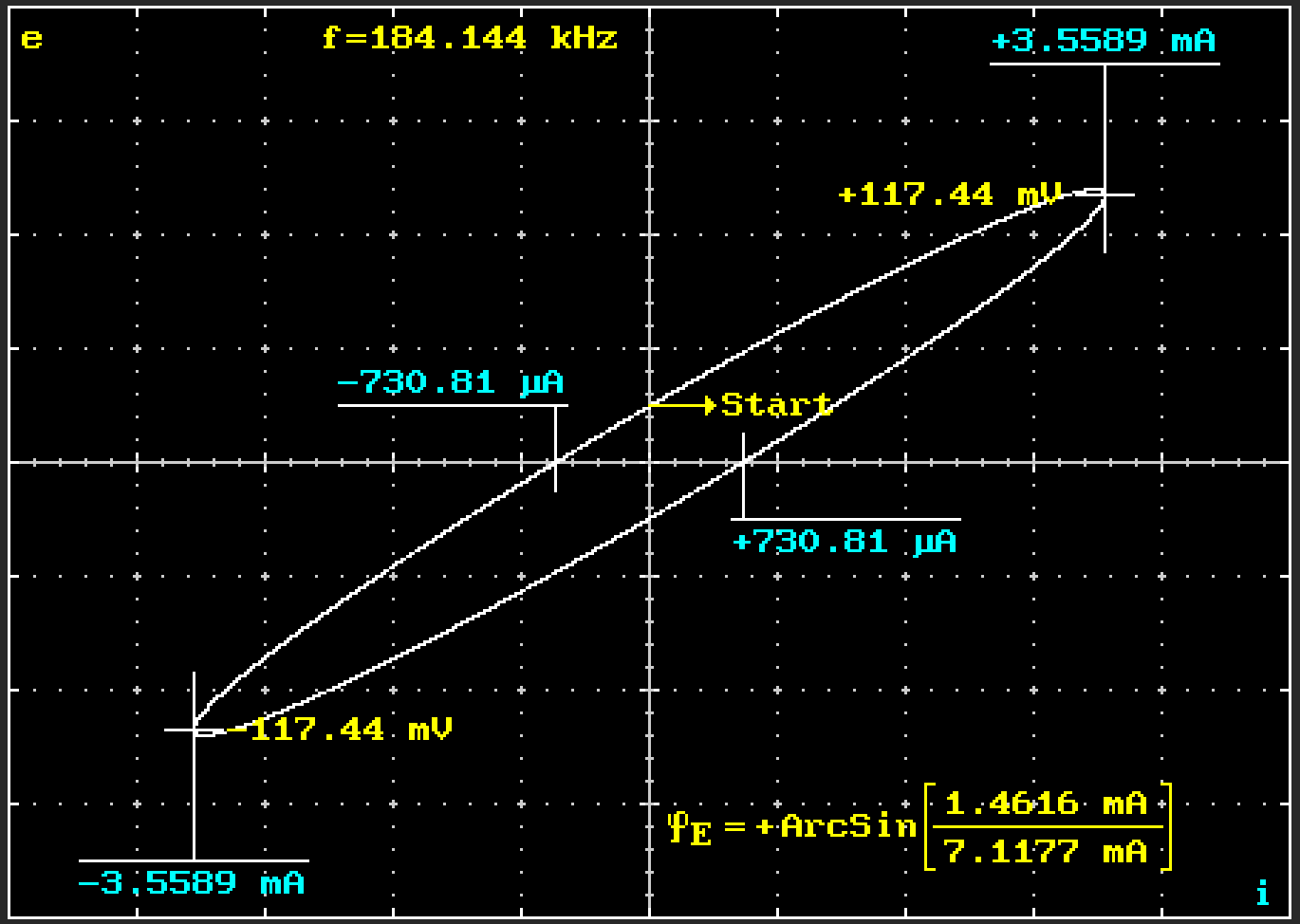
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.443 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=178.8 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

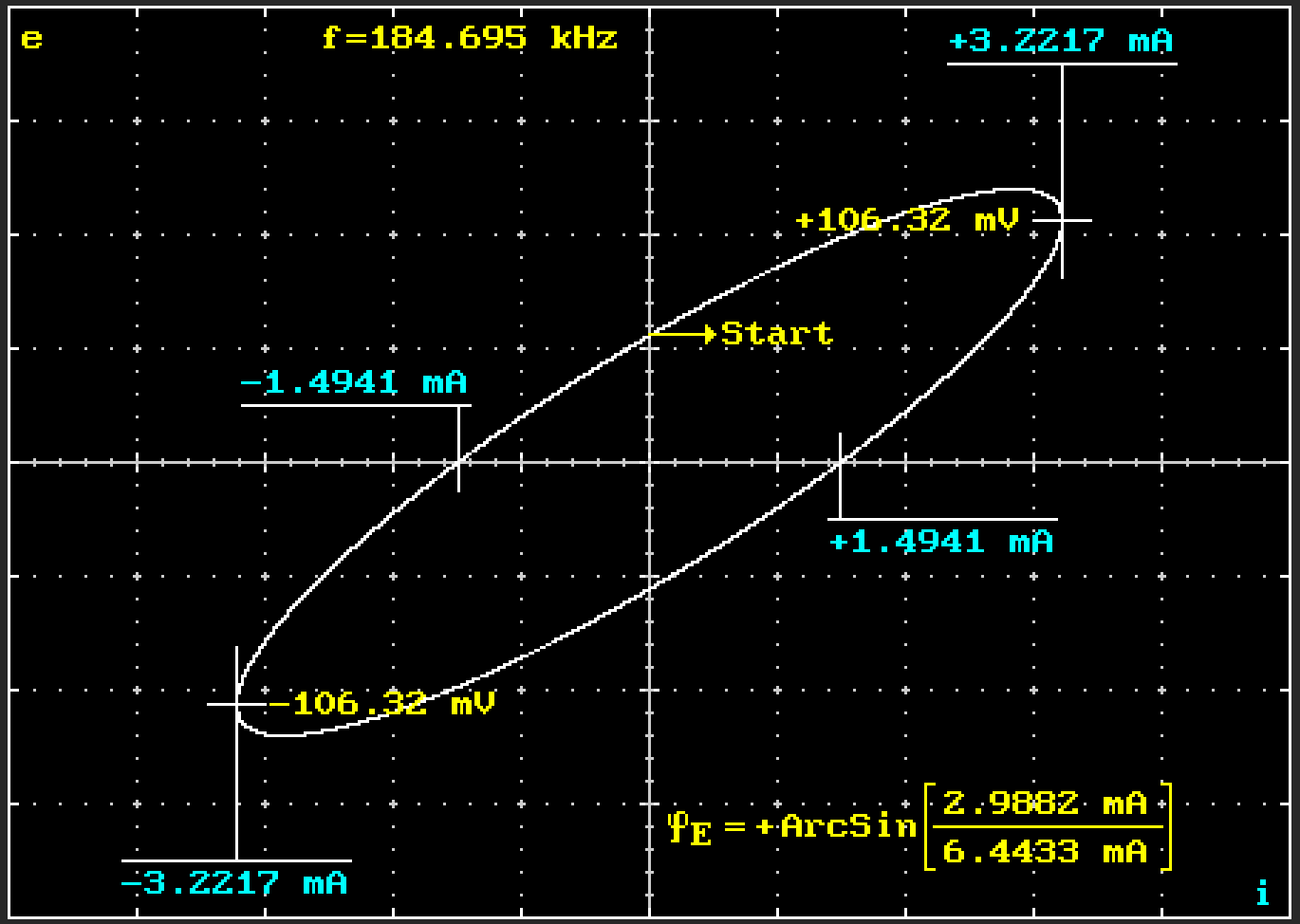
881

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.25 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.315 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.60800 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.55235 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=415.6 ns-ot siet, az áramkör induktív

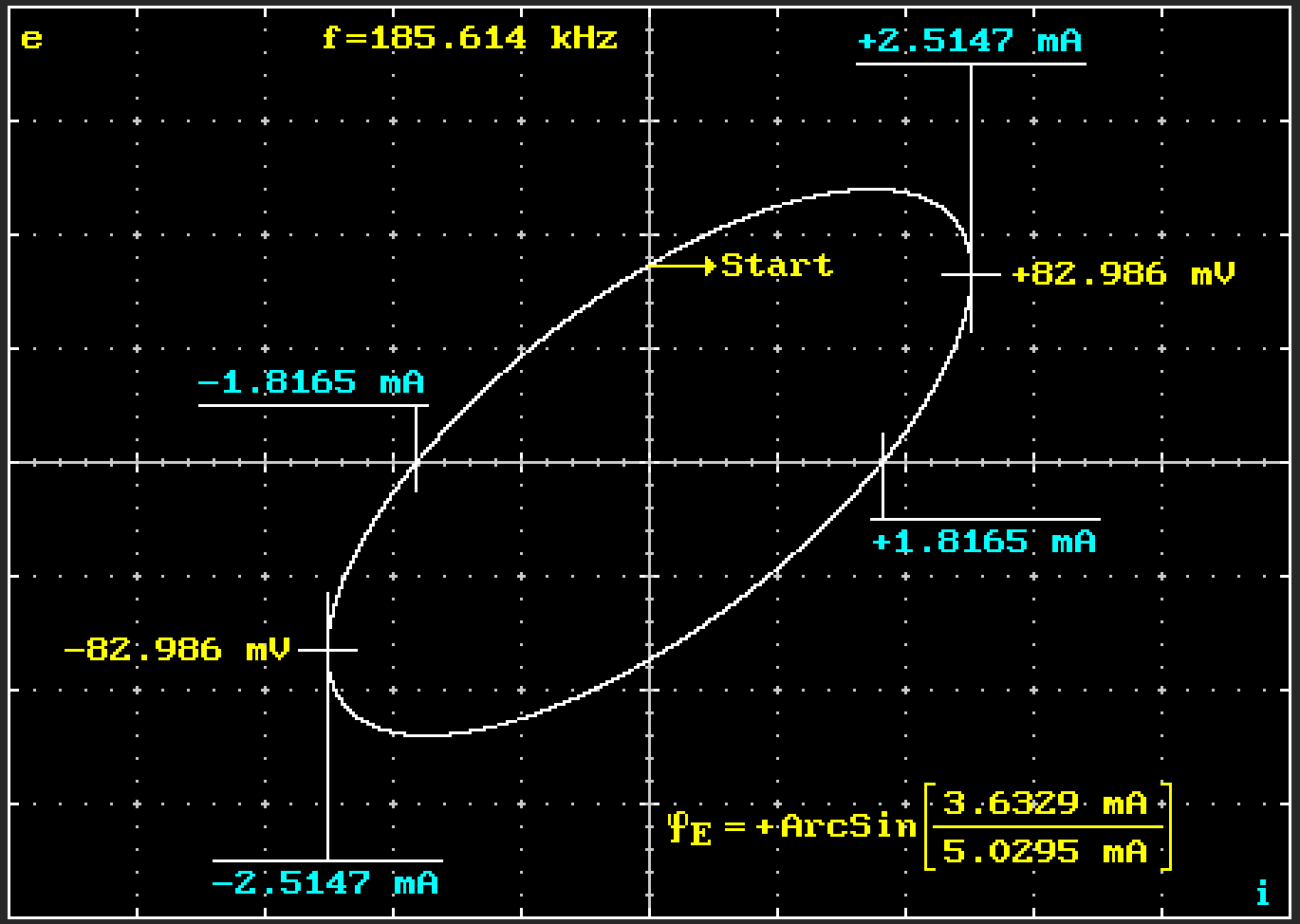
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

882

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	82.9864 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	4.39921 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.31253 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=692.1 ns-ot siet, az áramkör induktív

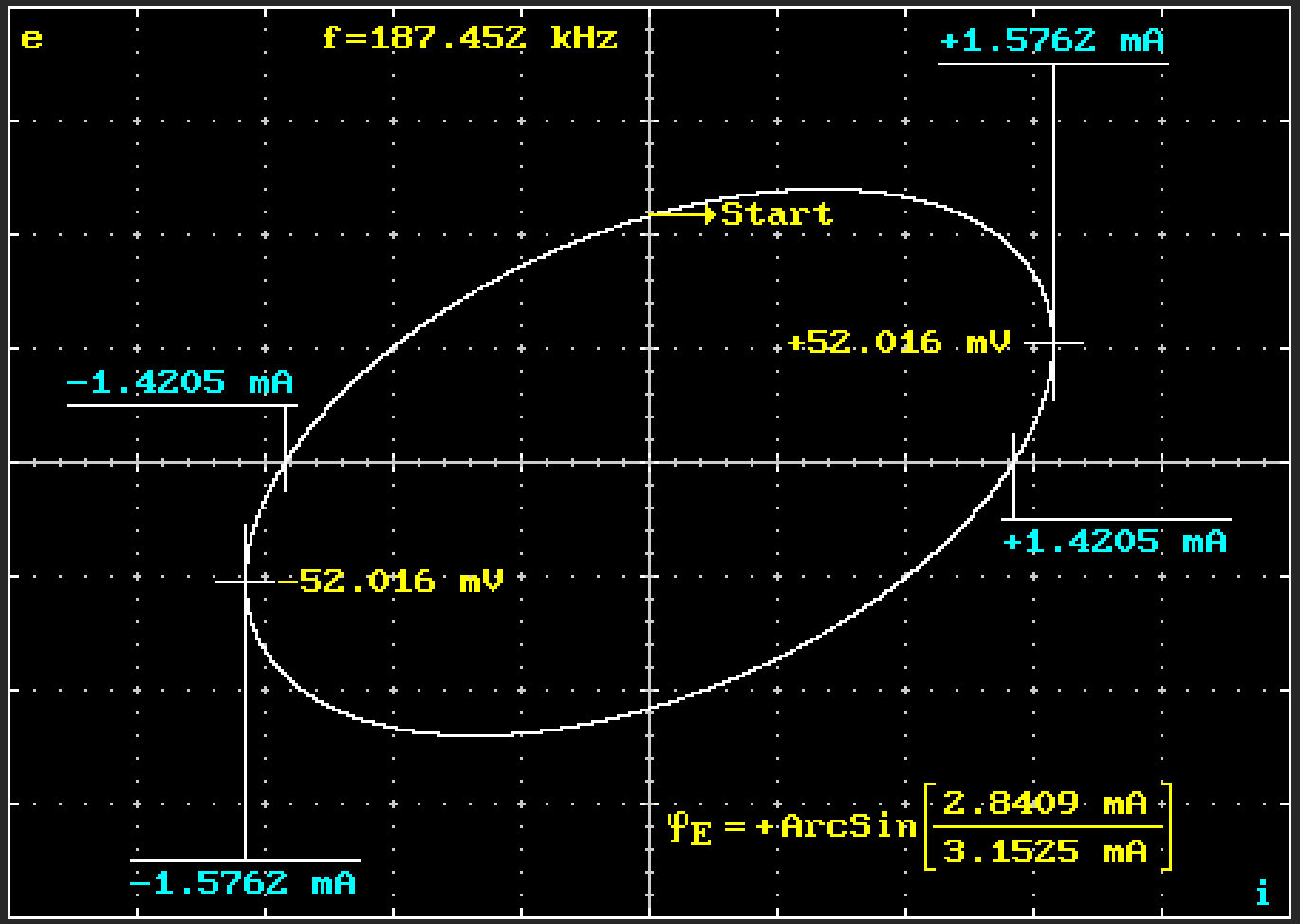
0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[μs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	52.0162 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

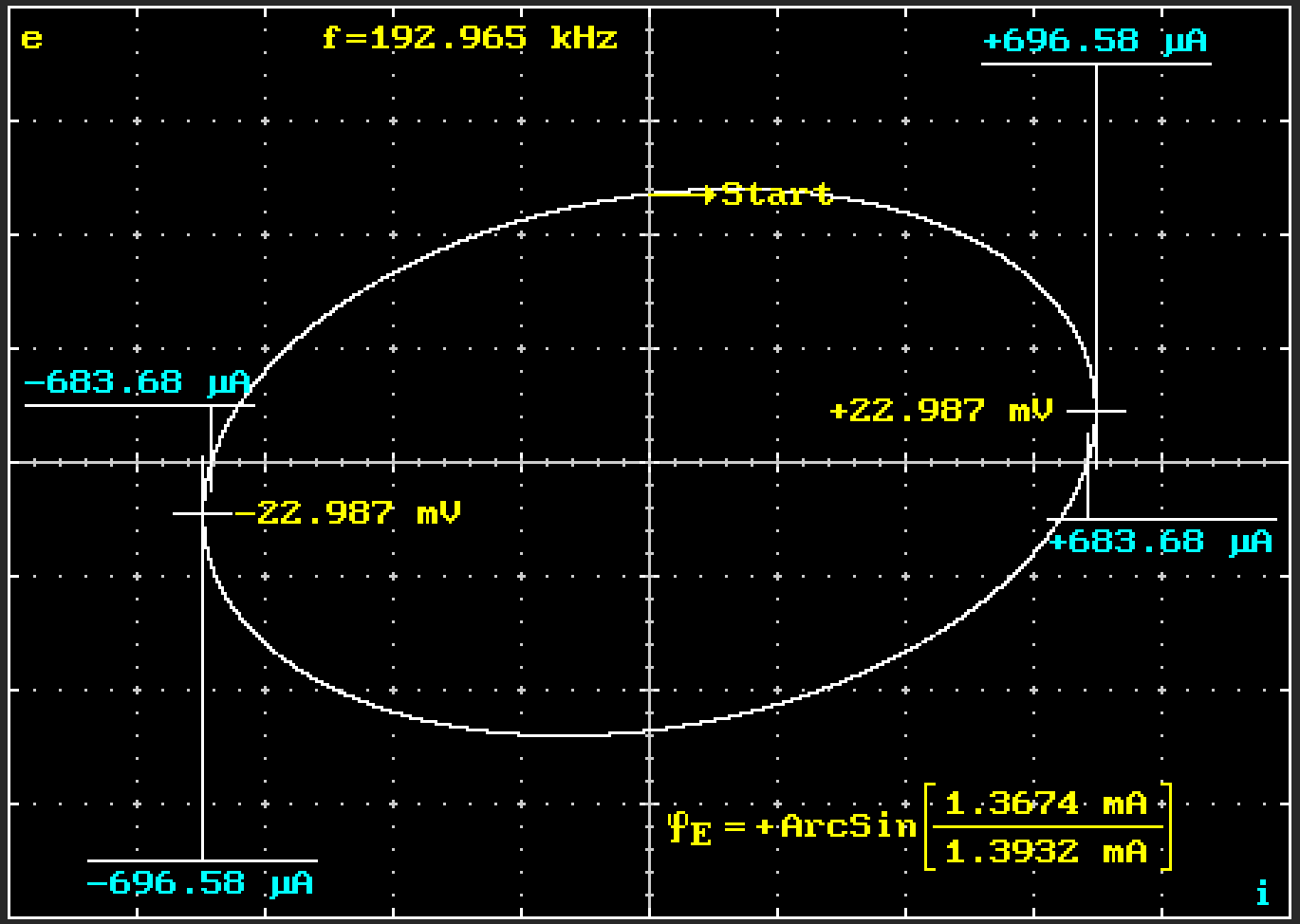
Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=953.0 ns-ot siet, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 172.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	697 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	22.9873 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	1.26684 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	1.14907 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+78.96°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.137 µs-ot siet, az áramkör induktív

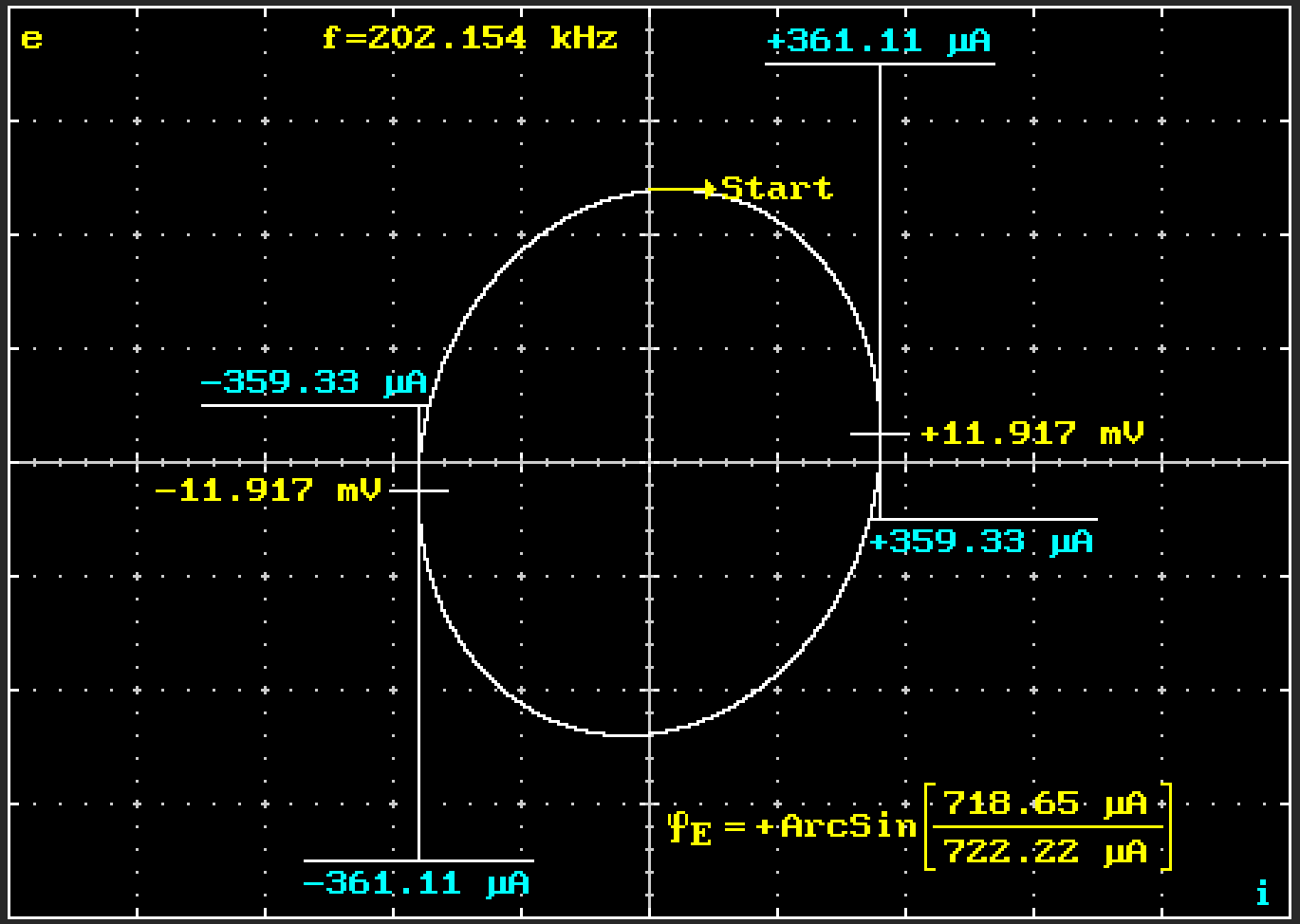
0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	11.9167 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	688.009 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	568.602 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+84.30°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.158 µs-ot siet, az áramkör induktív

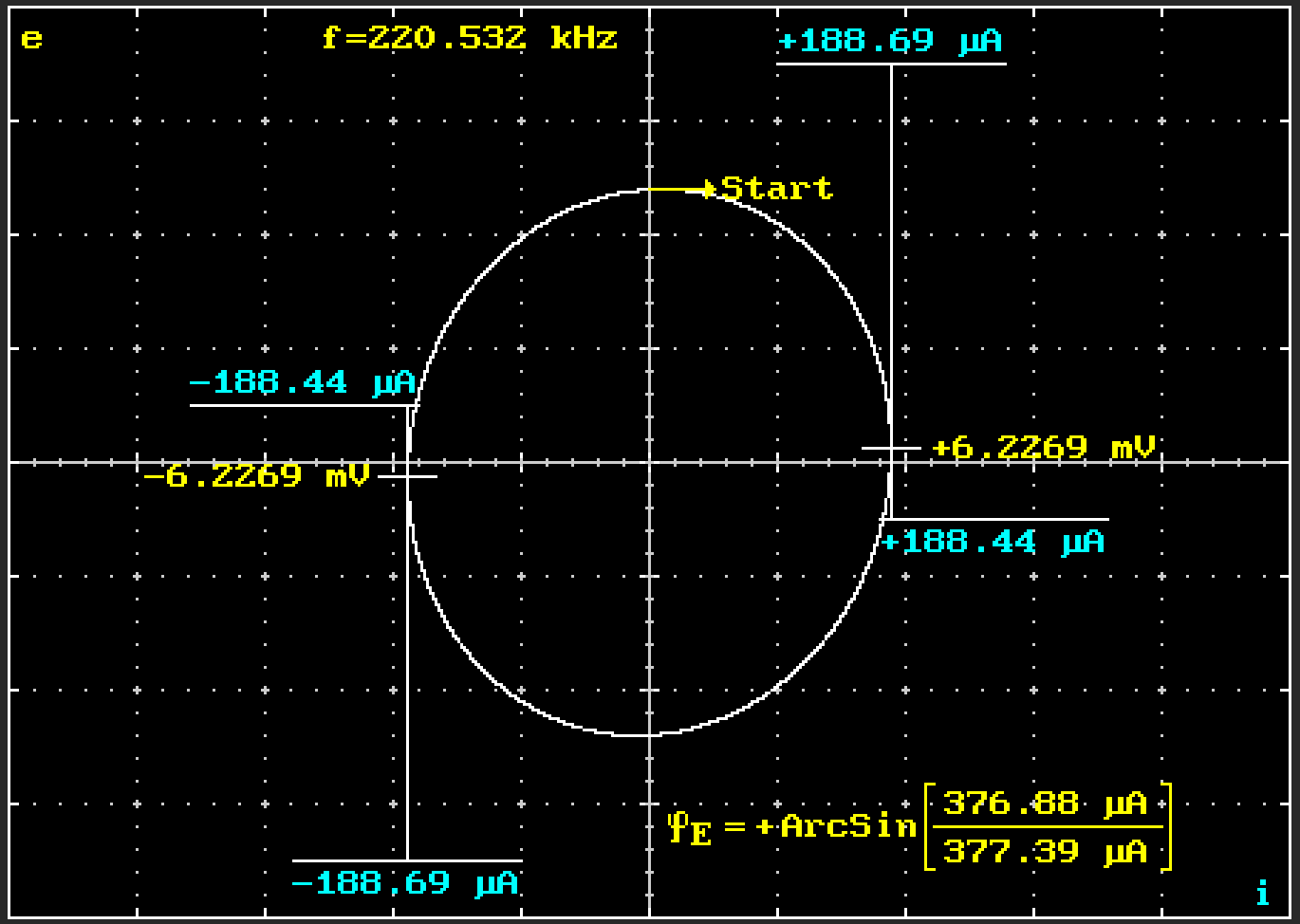
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

Soros áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	6.22691 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	392.195 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	272.356 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+87.03°$

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az áramkör induktív

0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[µs/div]

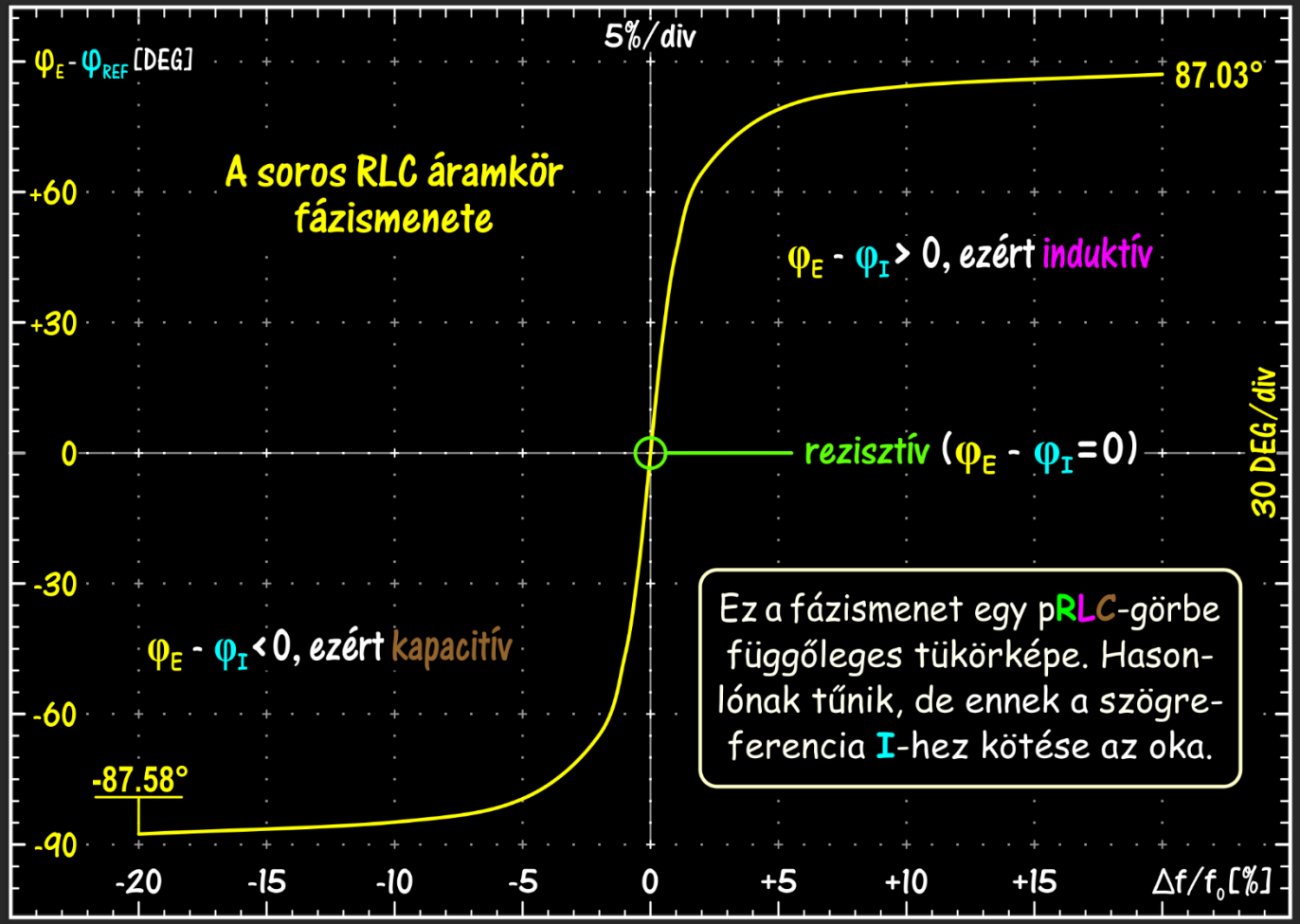
887

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

sRLCjv

A soros RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 635.9 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	=

Időreferencia: I (trigonometriai irány)

I	189 μA; φ_{REF}=0°
U_R	6.22691 mV; φ_R=0°
U_L	392.195 mV; φ_L =+90°
U_C	272.356 mV; [illegible]°
E_0	120 mV; [illegible]°

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.096 μs-ot siet, az ára[illegible]ktív

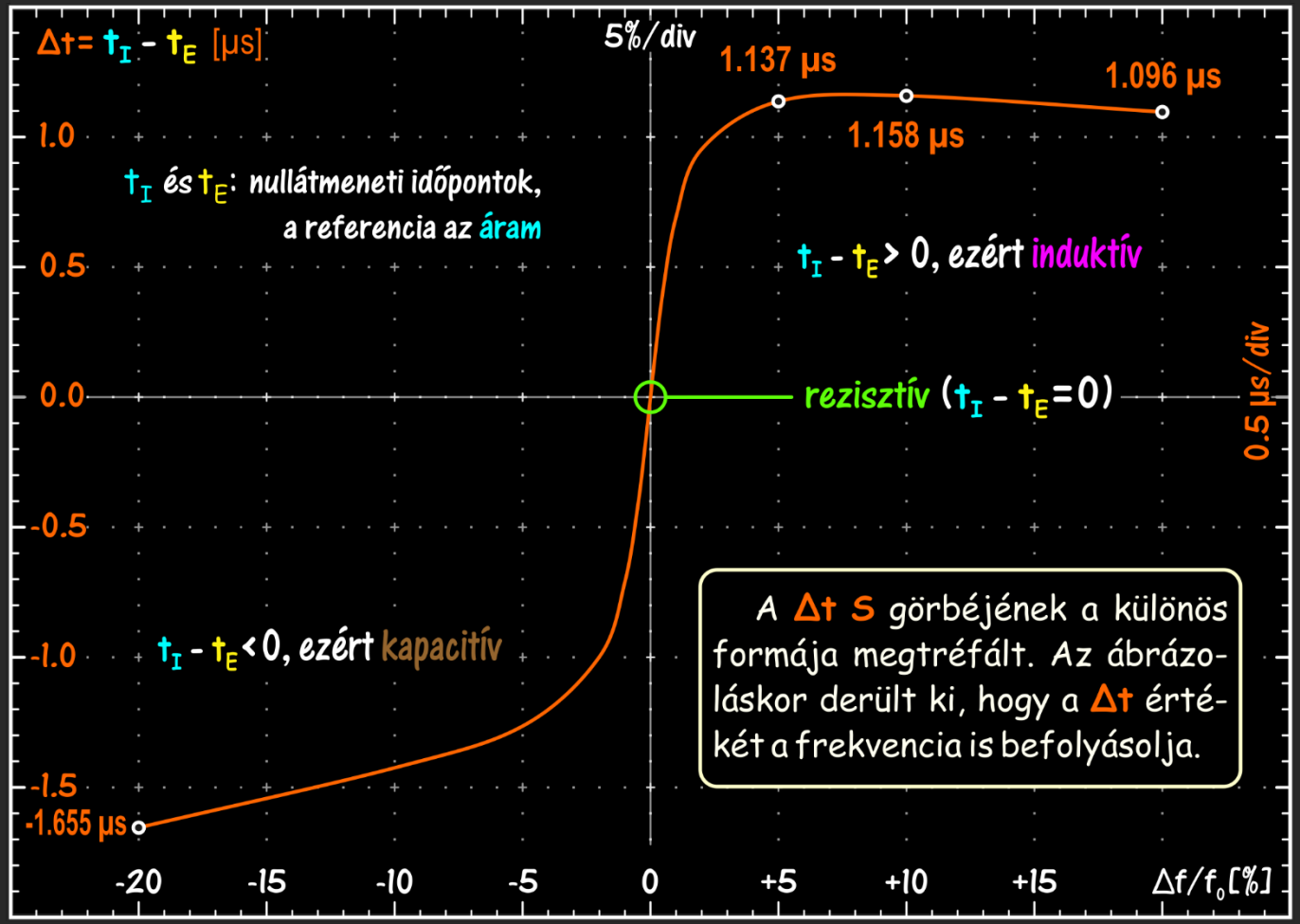
0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50	[illegible]
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		[illegible]s/div]

888

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

sRLCjv

A soros RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.096 μs-ot siet, az ára ktív

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 635.9 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ =

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 μA; φ_{REF}=0°
U_R	6.22691 mV; φ_R=0°
U_L	392.195 mV; φ_L =+90°
U_C	272.356 mV ...0°
E_0	120 mV ...3°

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50		
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		...s/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ =

A párhuzamos RLC áramkör rezonancia-körüli jellegváltásának vizsgálata 17 frekvencián

A rezonancia előtt az áramkör induktív jellegű, mert az e feszültséghez képest az i áram mindig késik, de egyre kevesebbet, ez olyan mintha egy pRL lenne. A rezonancián az i áram fázisban van az e feszültséggel, ezért egy egyszerű R ellenállásként viselkedik. A rezonancia után a fázisviszony megfordul, a fáziskülönbség egyre nő, a párhuzamos RLC egy pRC-ként kapacitíven viselkedik. Először a rezonancia XY oszcilloszkópszerű bemutatása majd a 910. oldaltól a fázismenetek építése következik.

Főcímlap + 17x2+2 oszcillogram - [890..927]

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

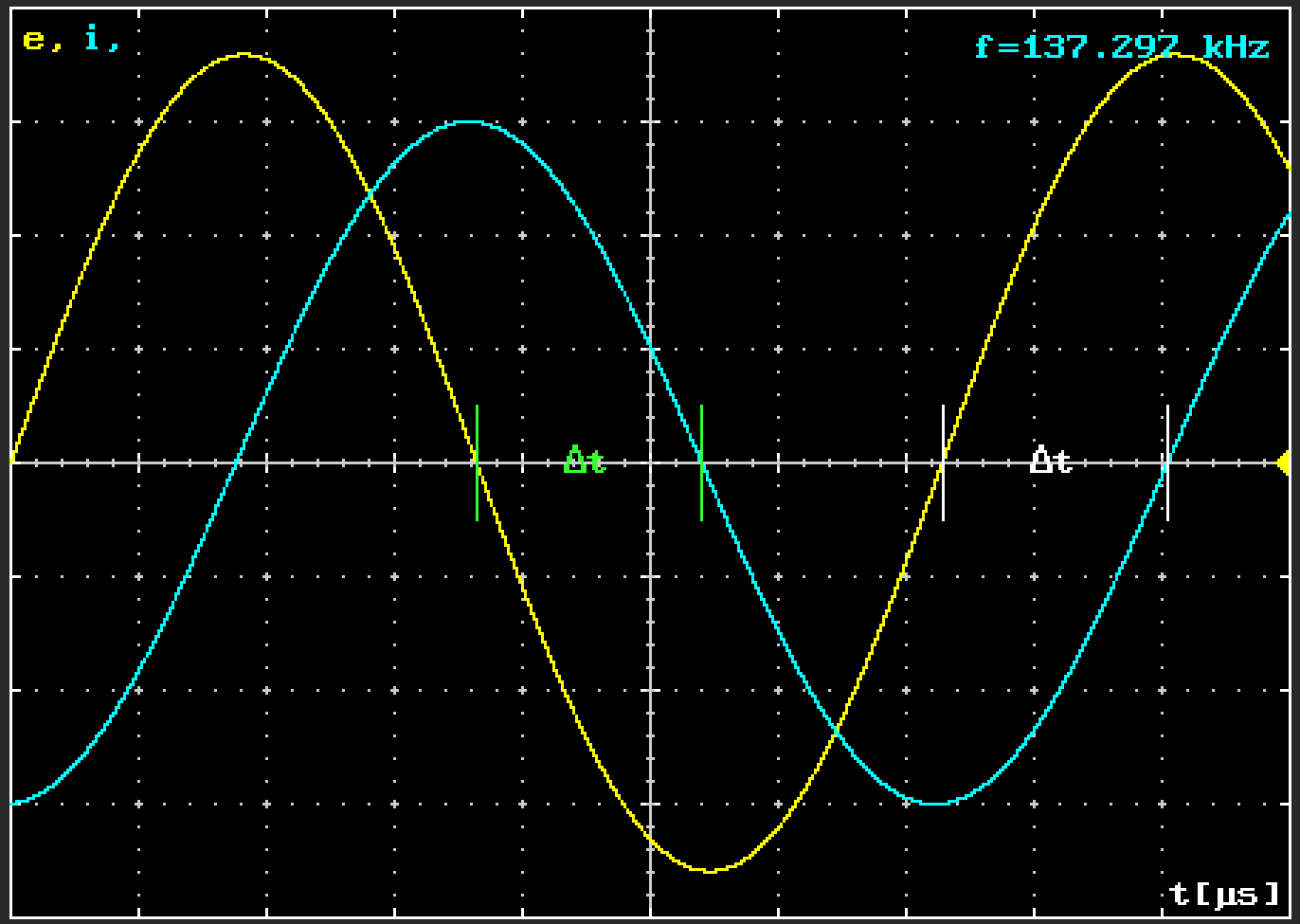
A pRLC és az sRLC áramkörök konstrukciós adatait úgy választottuk meg, hogy a rezonanciafrekvencia és a körjóság is közel azonos legyen. Ennek eredményeként kvalitatív és kvantitatív következtetéseket is levonhattunk.

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.1	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 718 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 µA; $\varphi_I=-86.99°$

LH Trigger

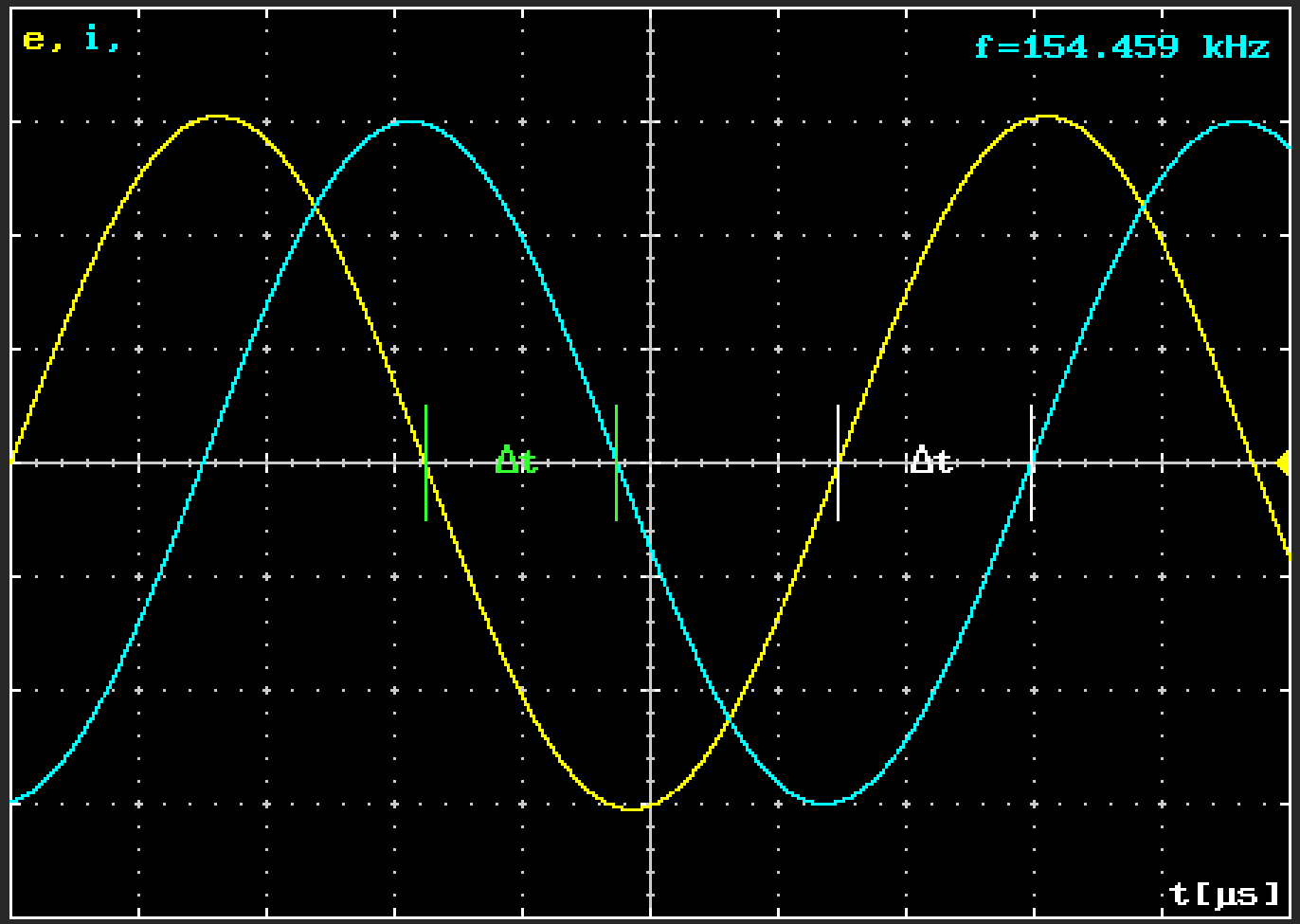
Az e-hez képest az i Δt=1.760 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.1	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.52 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=-83.59°$

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

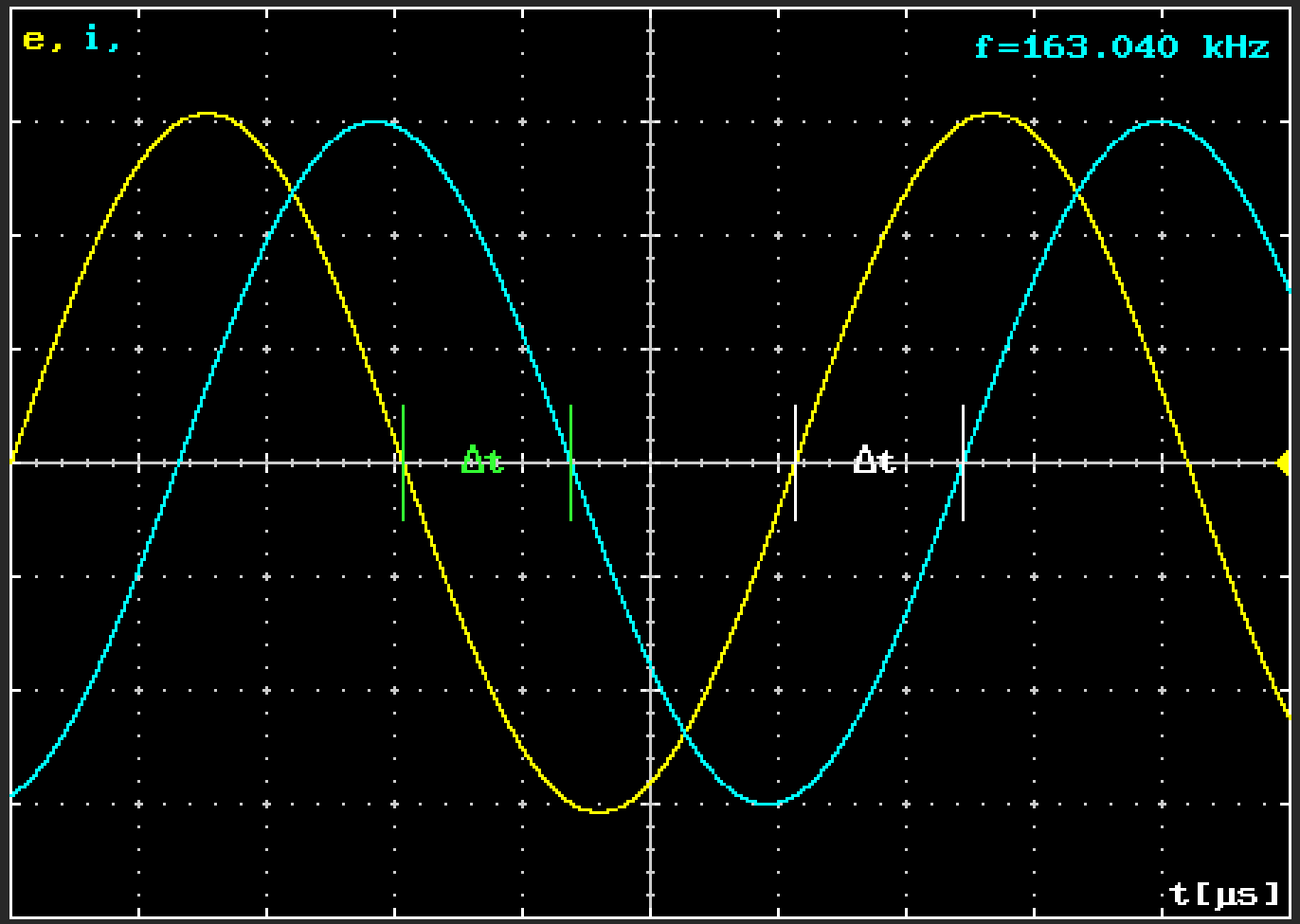
0	0.5	1	5	2	0.5	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

892

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-77.00°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=1.312 μs-ot késik, az áramkör induktív

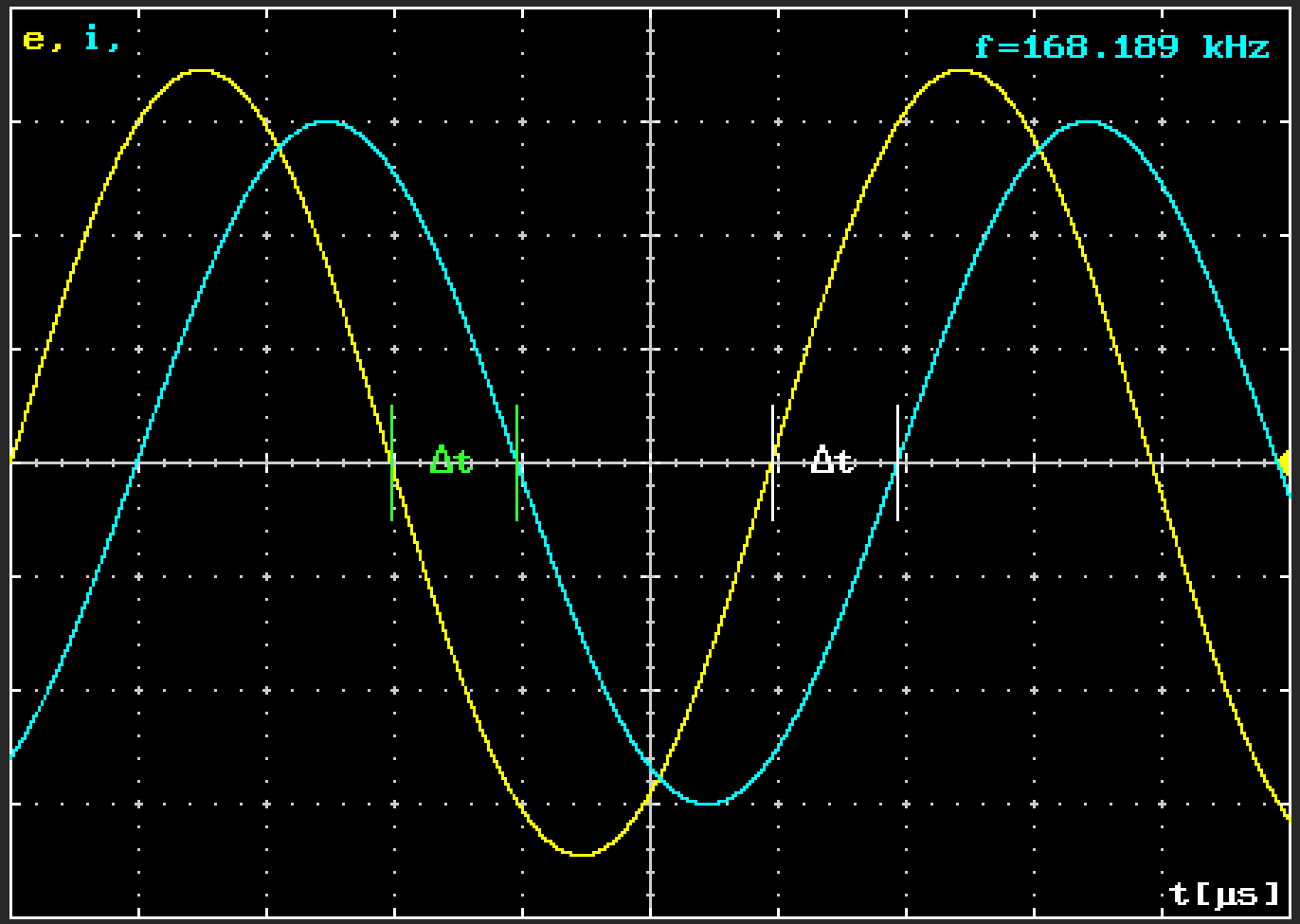
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		t[μs/div]	

893

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 μA; $\varphi_I=-59.61°$

LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	2	e[V/div]
1	50	i_R[μA/div]
2	1	i_L[mA/div]
3	1	i_C[mA/div]
4	50	i[μA/div]
	1	t[μs/div]

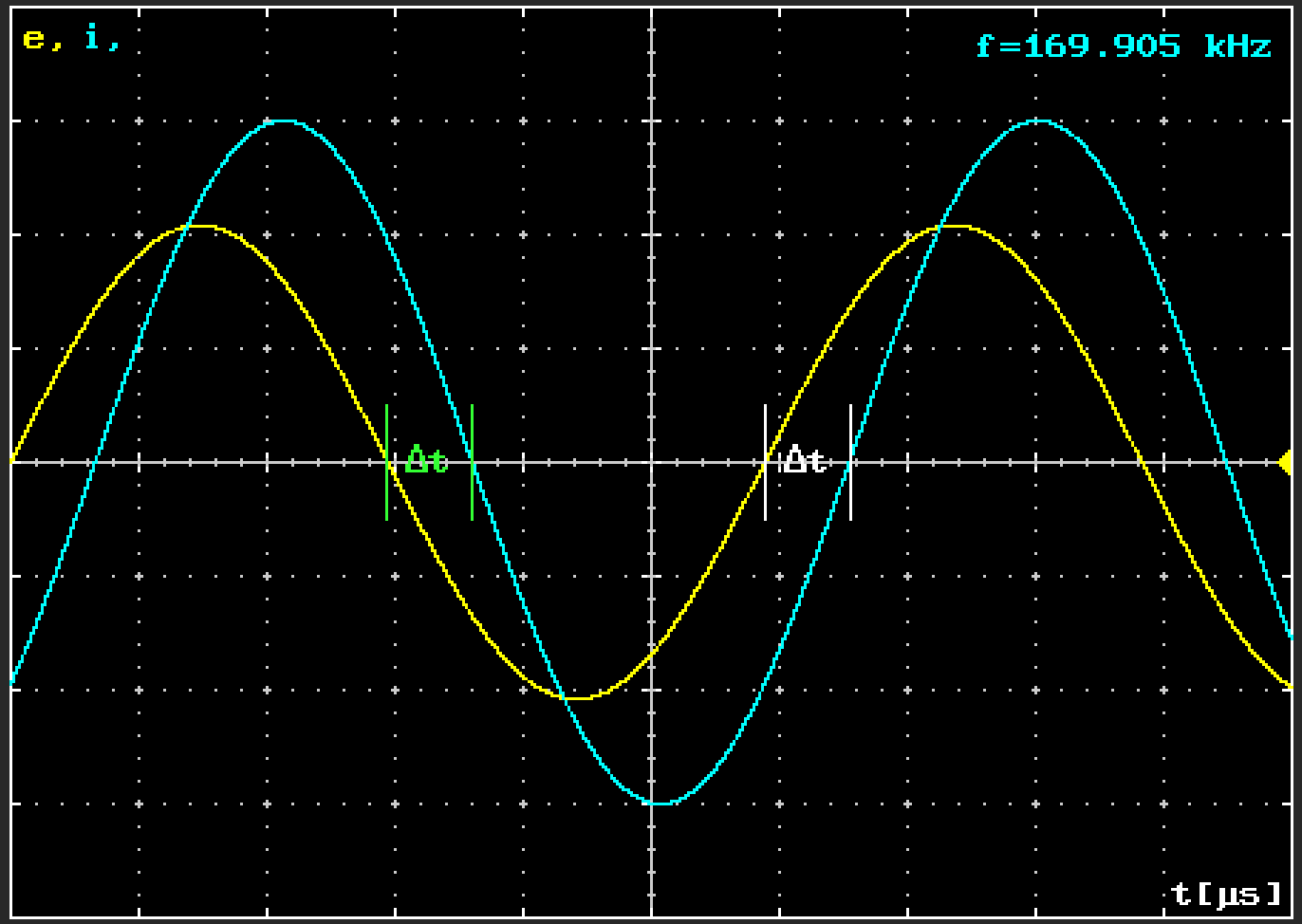
894

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=-40.30°$

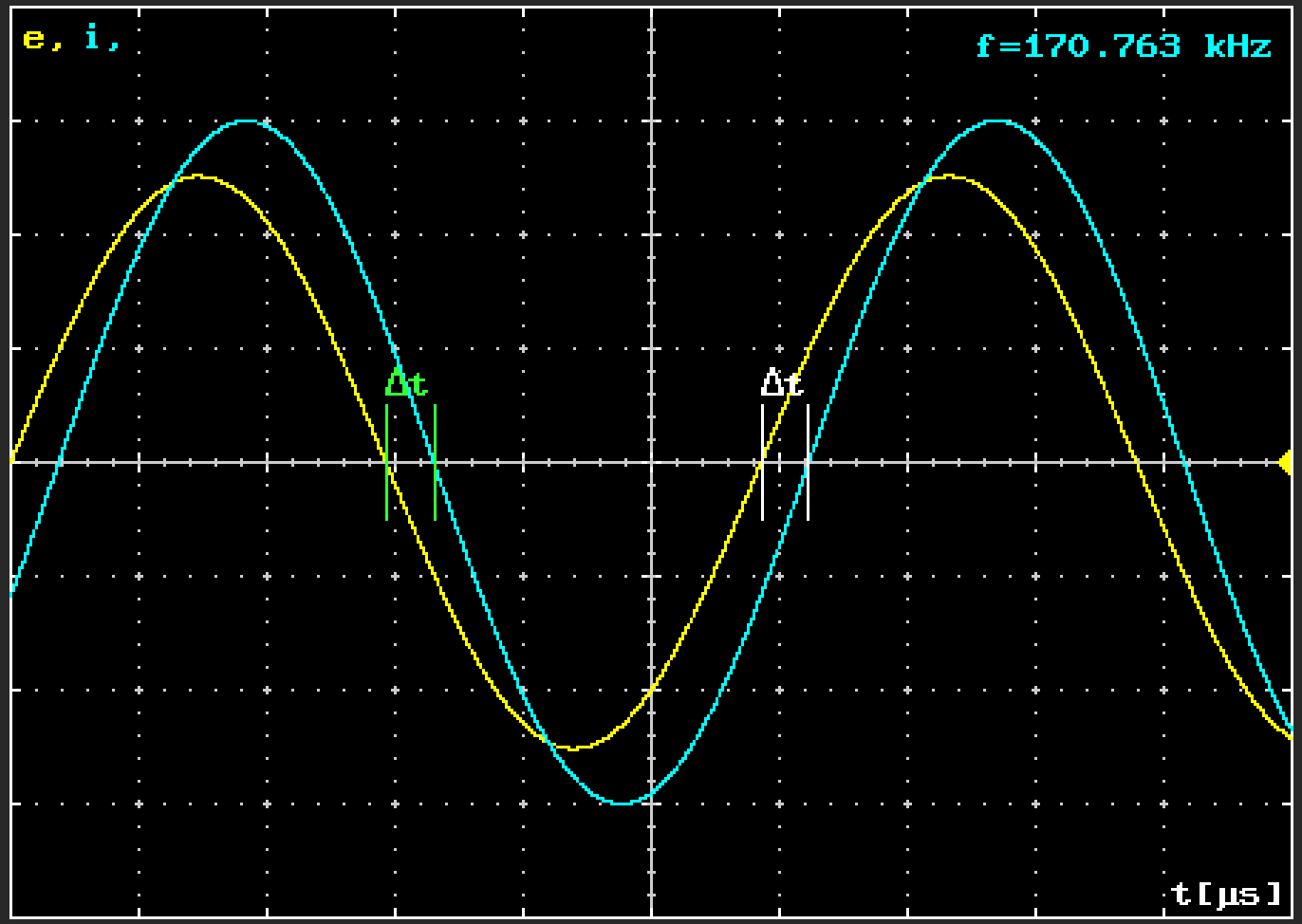
LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 μA; $\varphi_I=-22.93°$

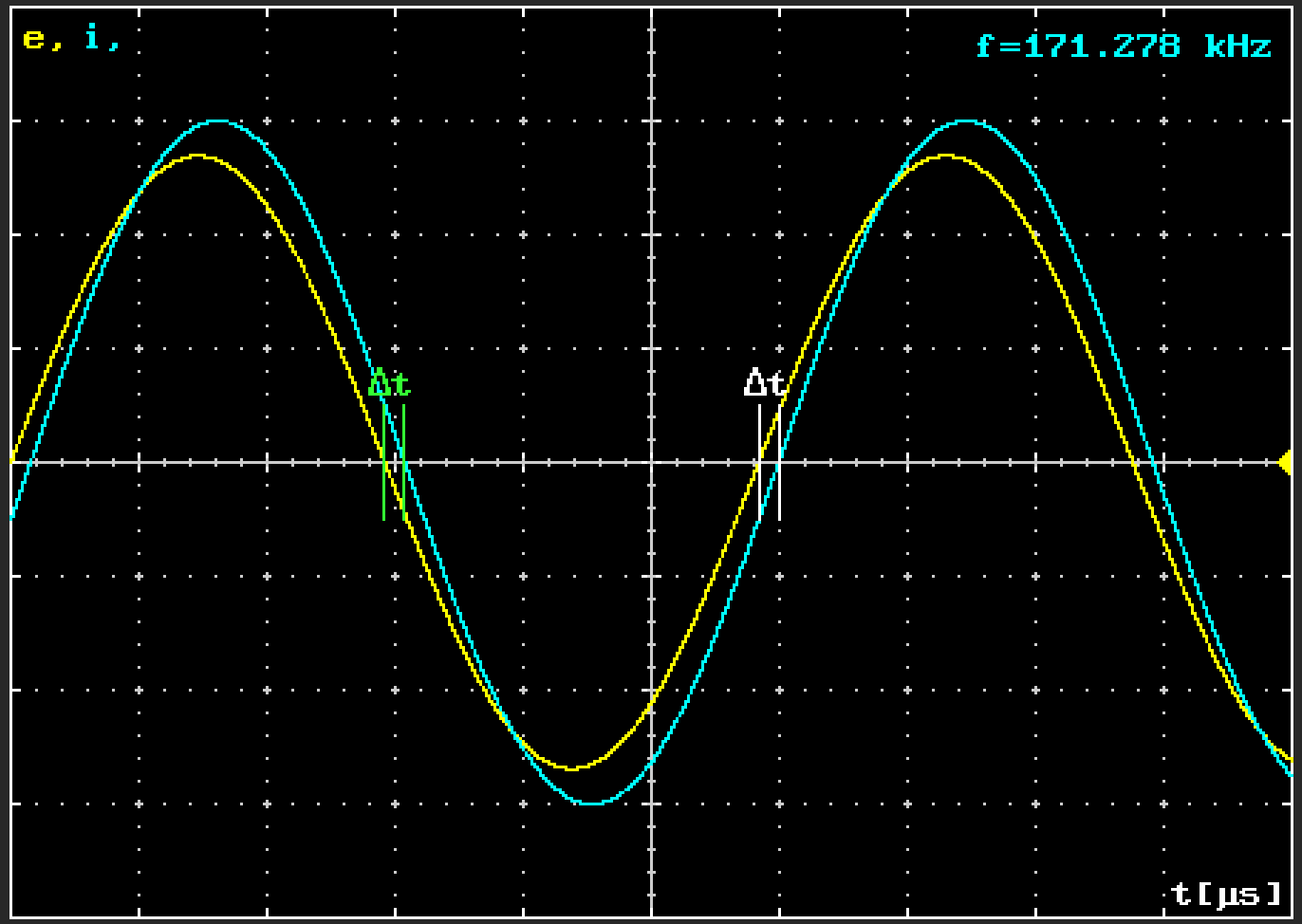
LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 μA; $\varphi_I=-9.59°$

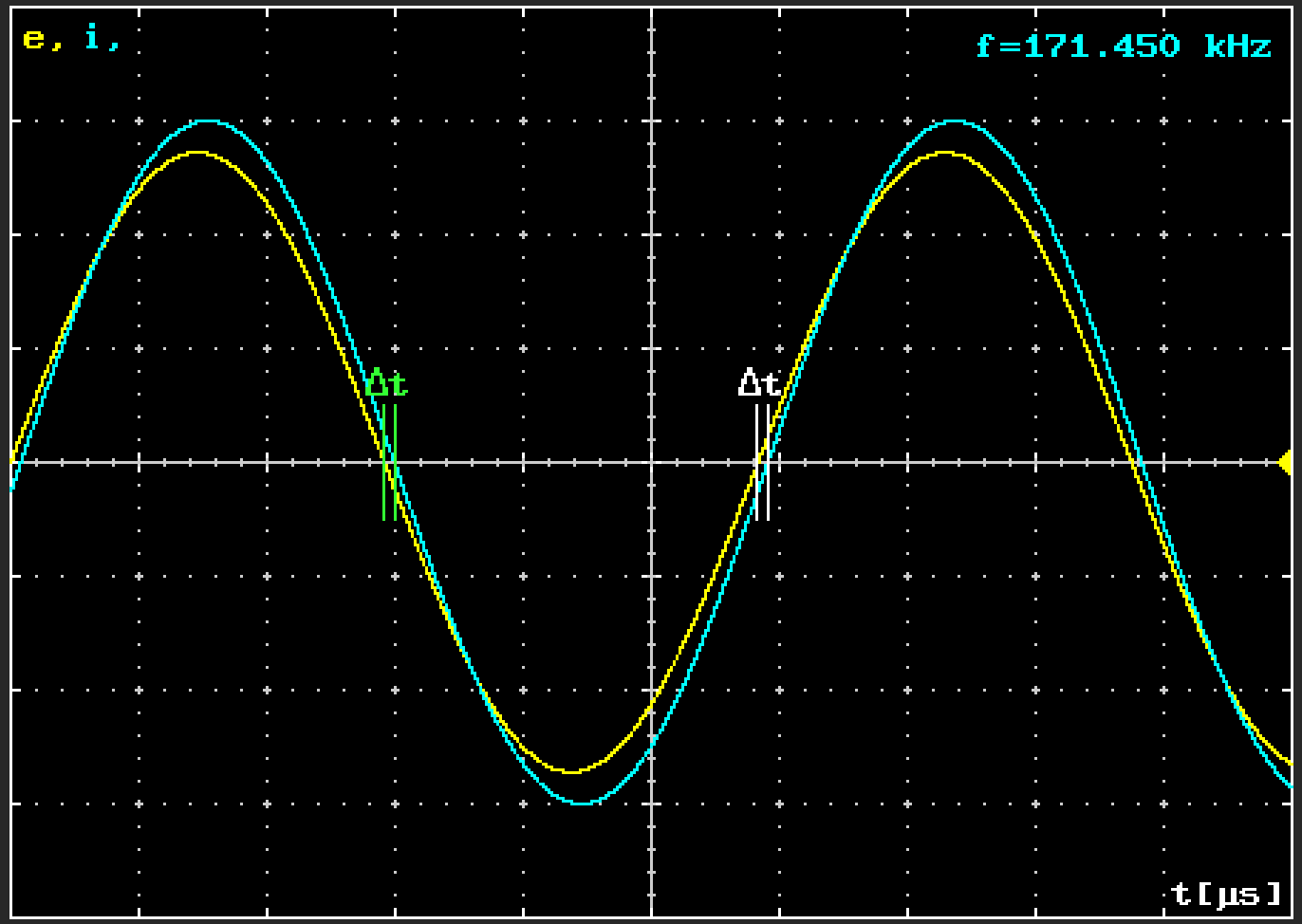
LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

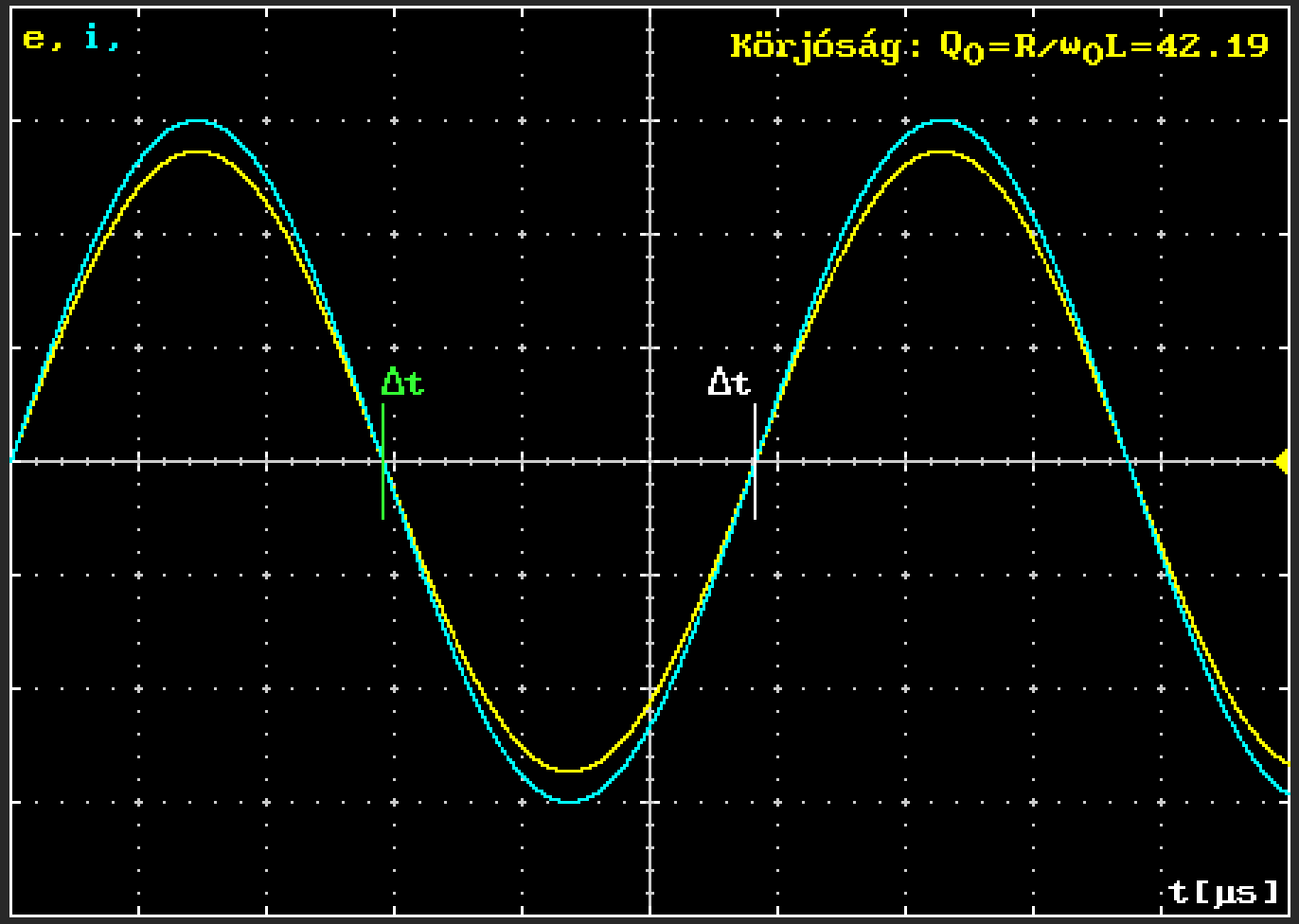
LH Trigger Az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_0 = 150 μA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 μS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R
I_L
I_C
I_0 150 μA; $\varphi_I=0°$

LH Trigger

Az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után

Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_O 150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

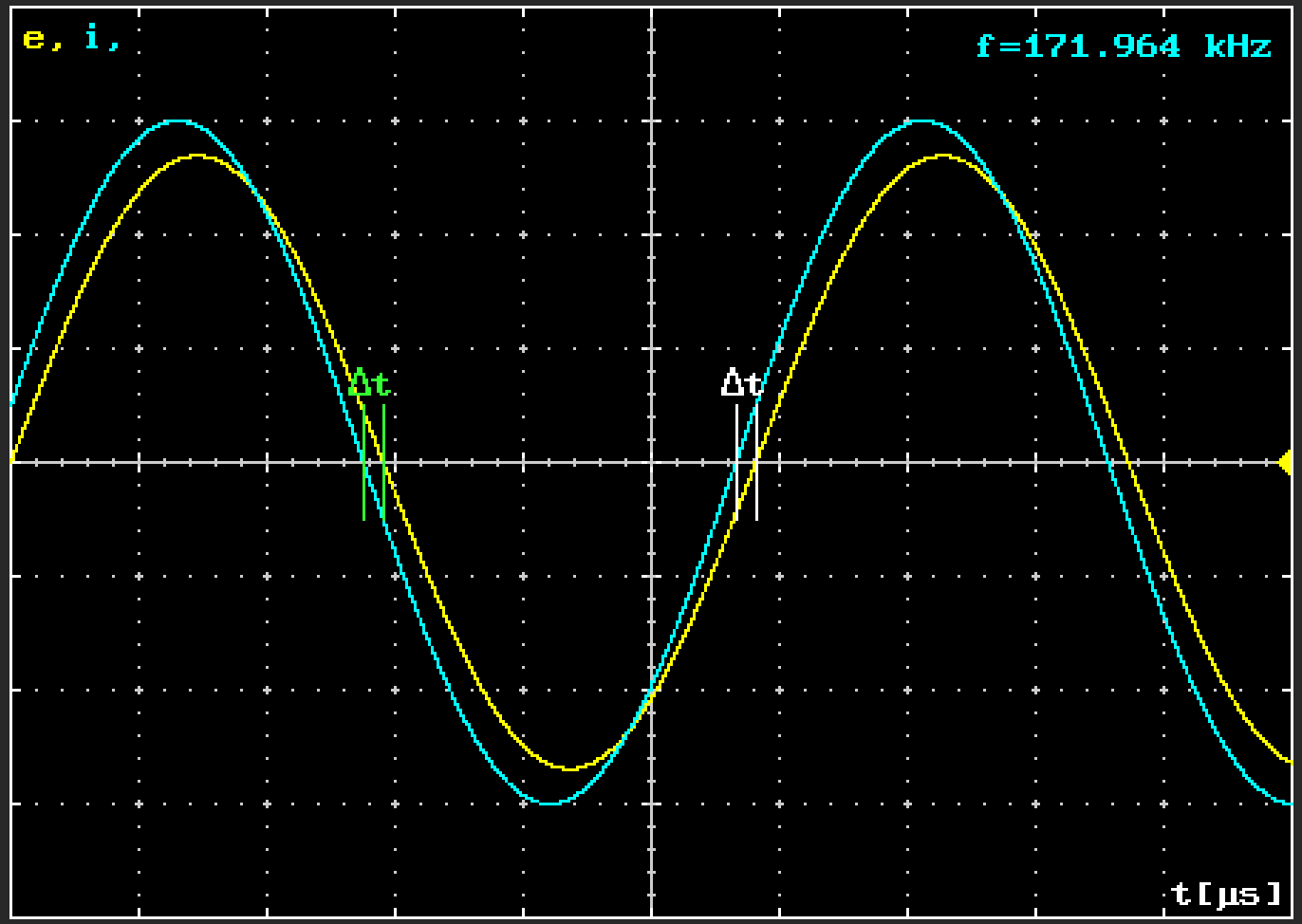
Az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 13.5 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O 150 µA; φ_I=+9.56°

LH Trigger

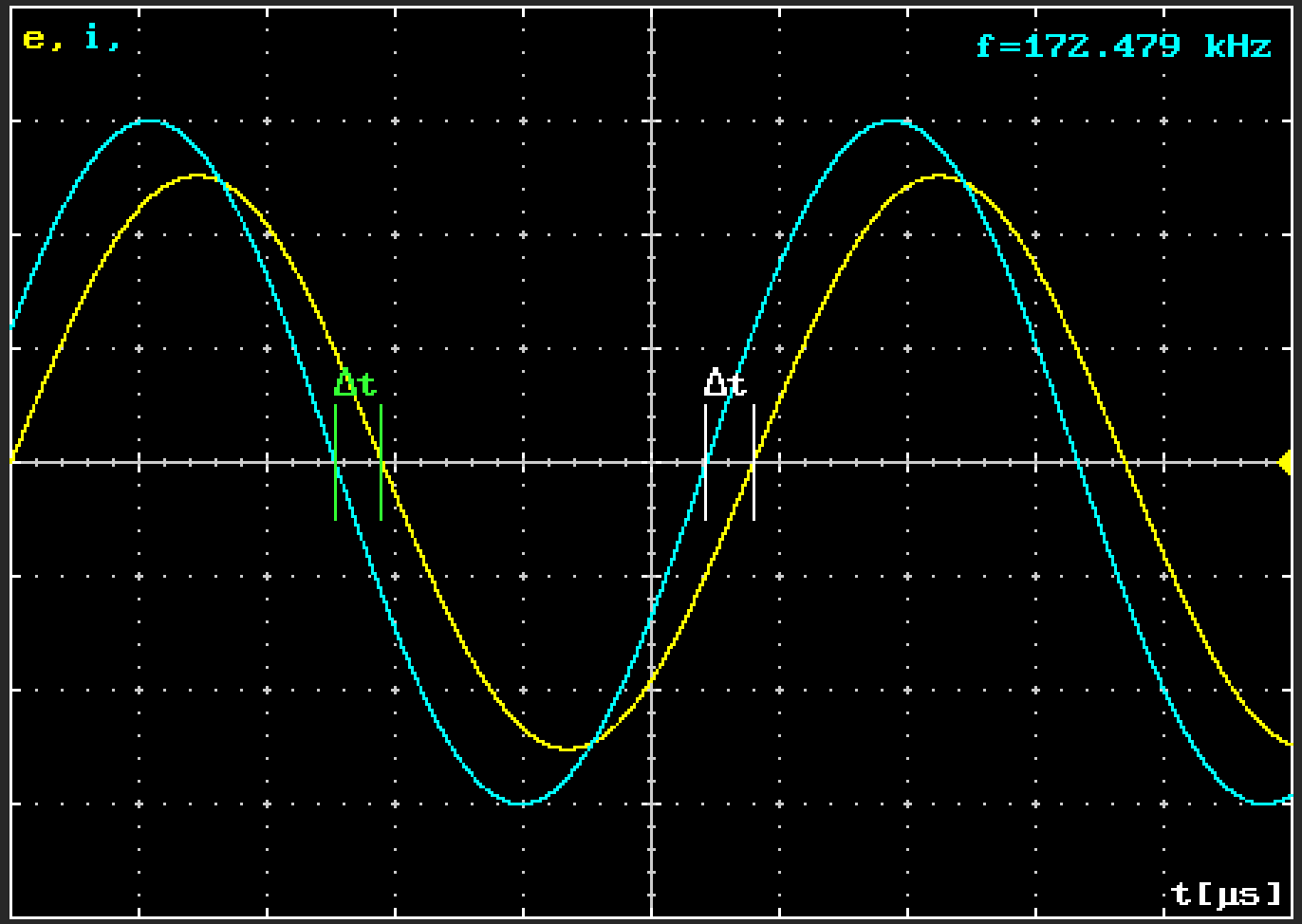
Az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	Z	Z	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 12.6 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

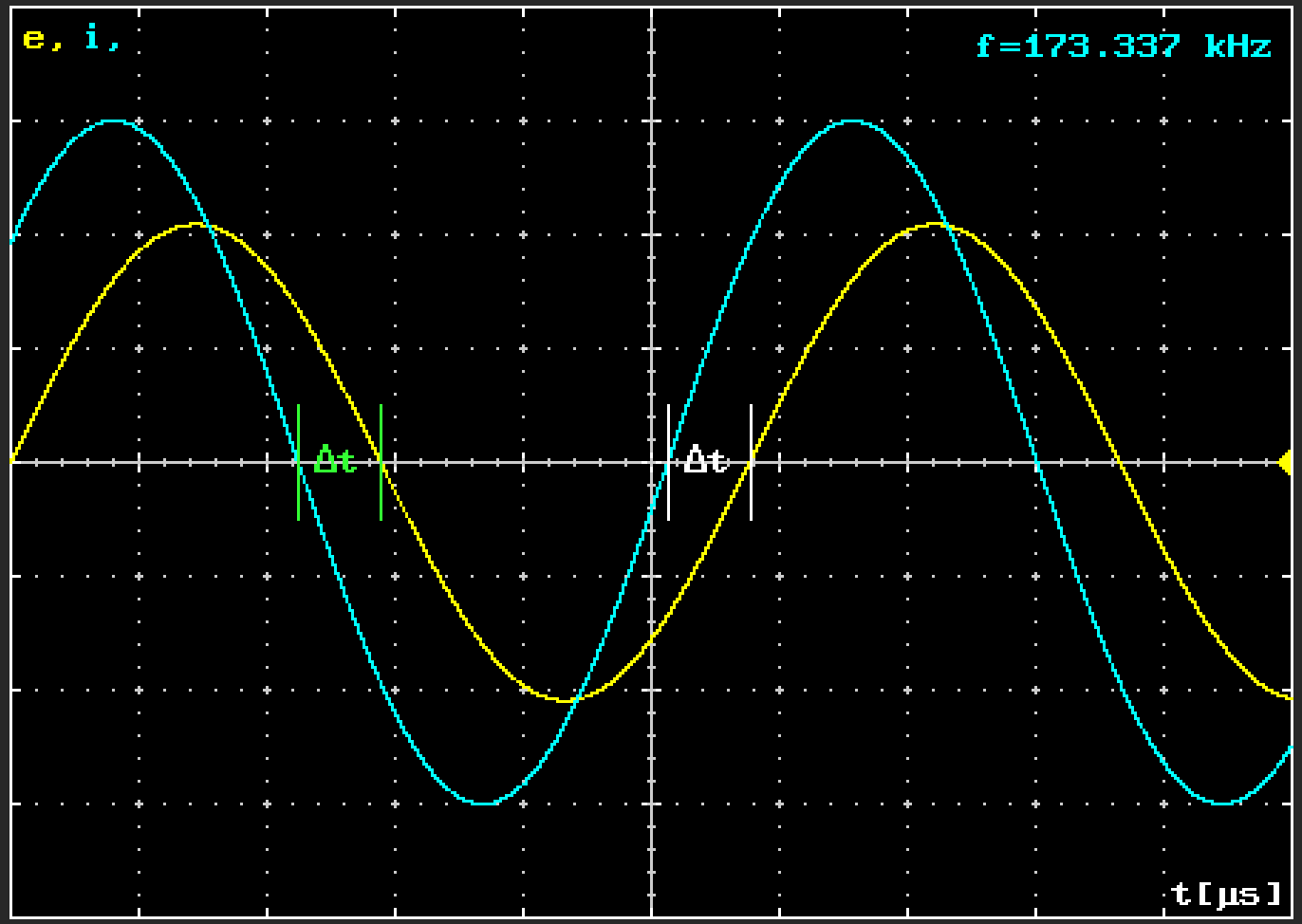
Az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 10.5 V; $\varphi_{REF}=0°$

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; $\varphi_I=+40.01°$

LH Trigger

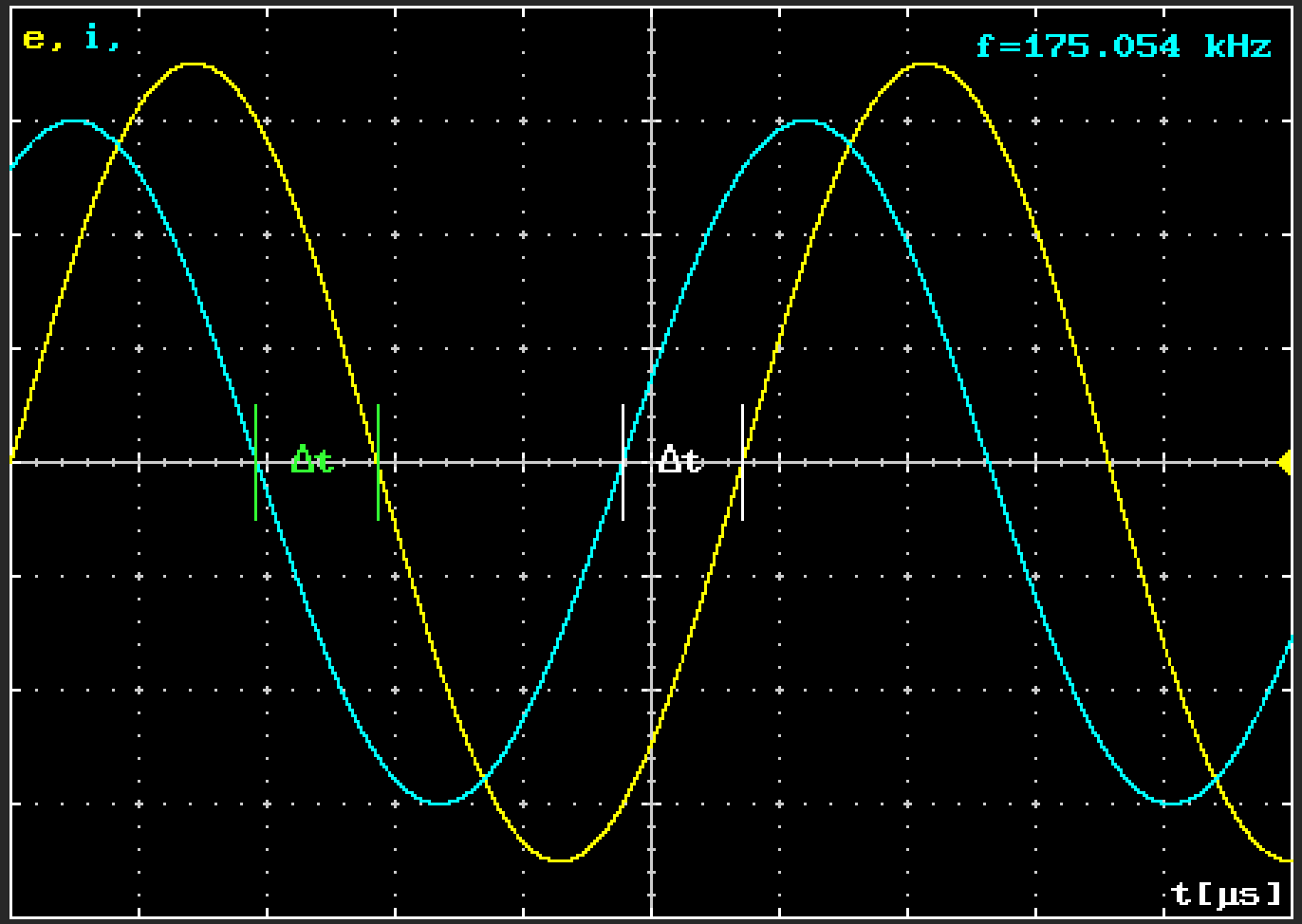
Az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 7.01 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_O 150 µA; φ_I=+59.11°

LH Trigger

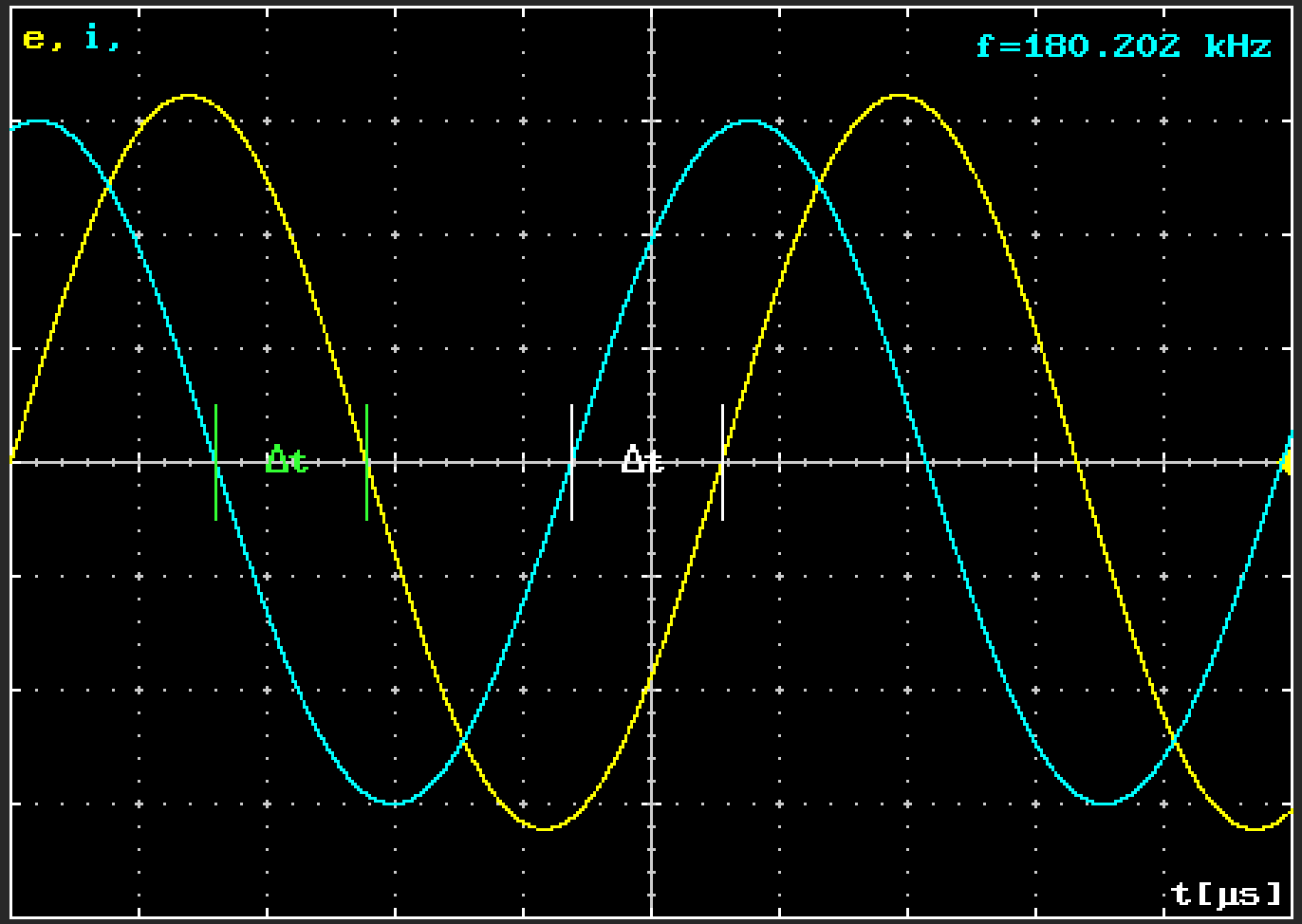
Az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	2	1	50	2	1	3	1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 3.22 V; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; φ_I=+76.35°

LH Trigger

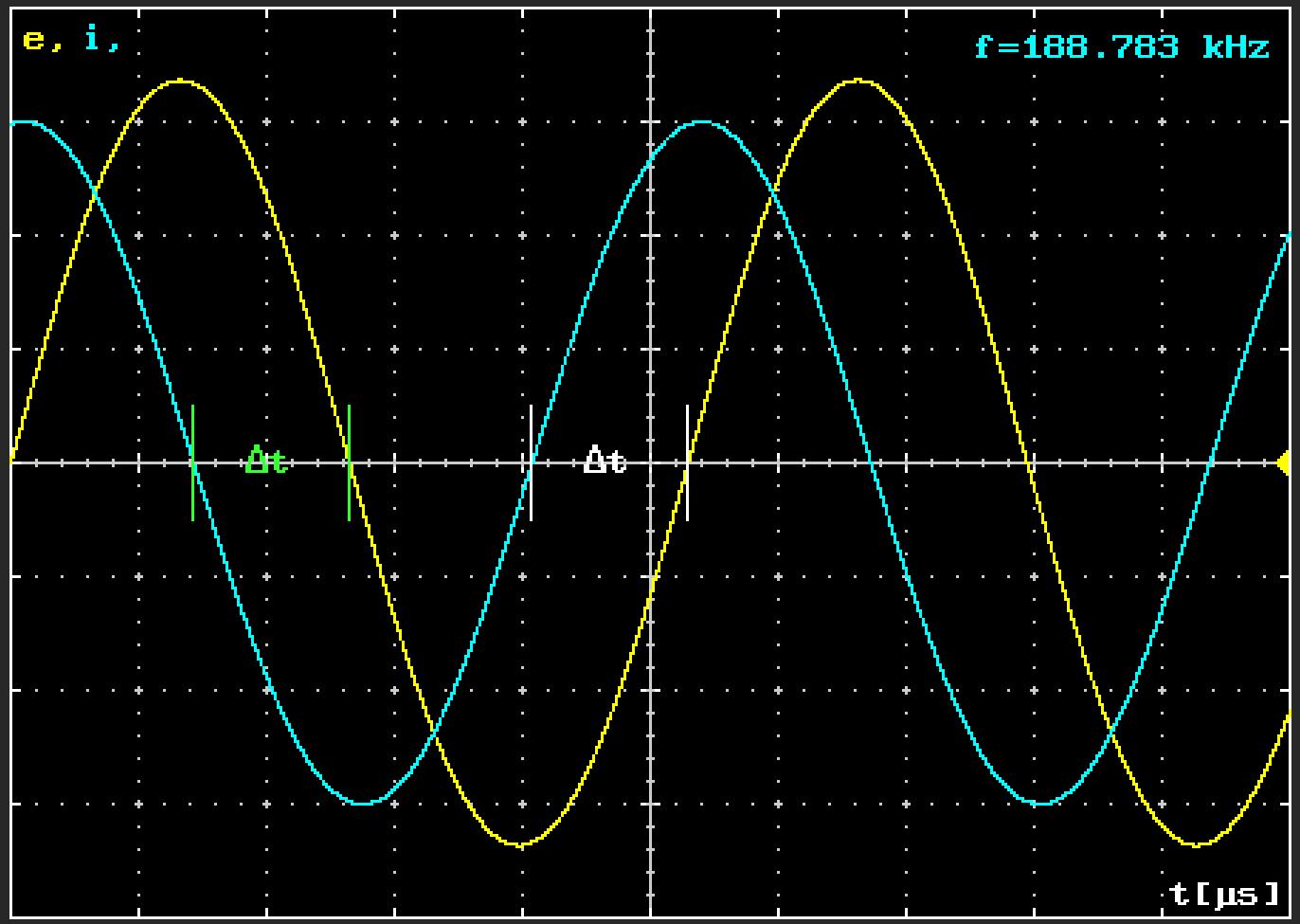
Az e-hez képest az i Δt=1.177 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R
I_L
I_C
I_0 150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

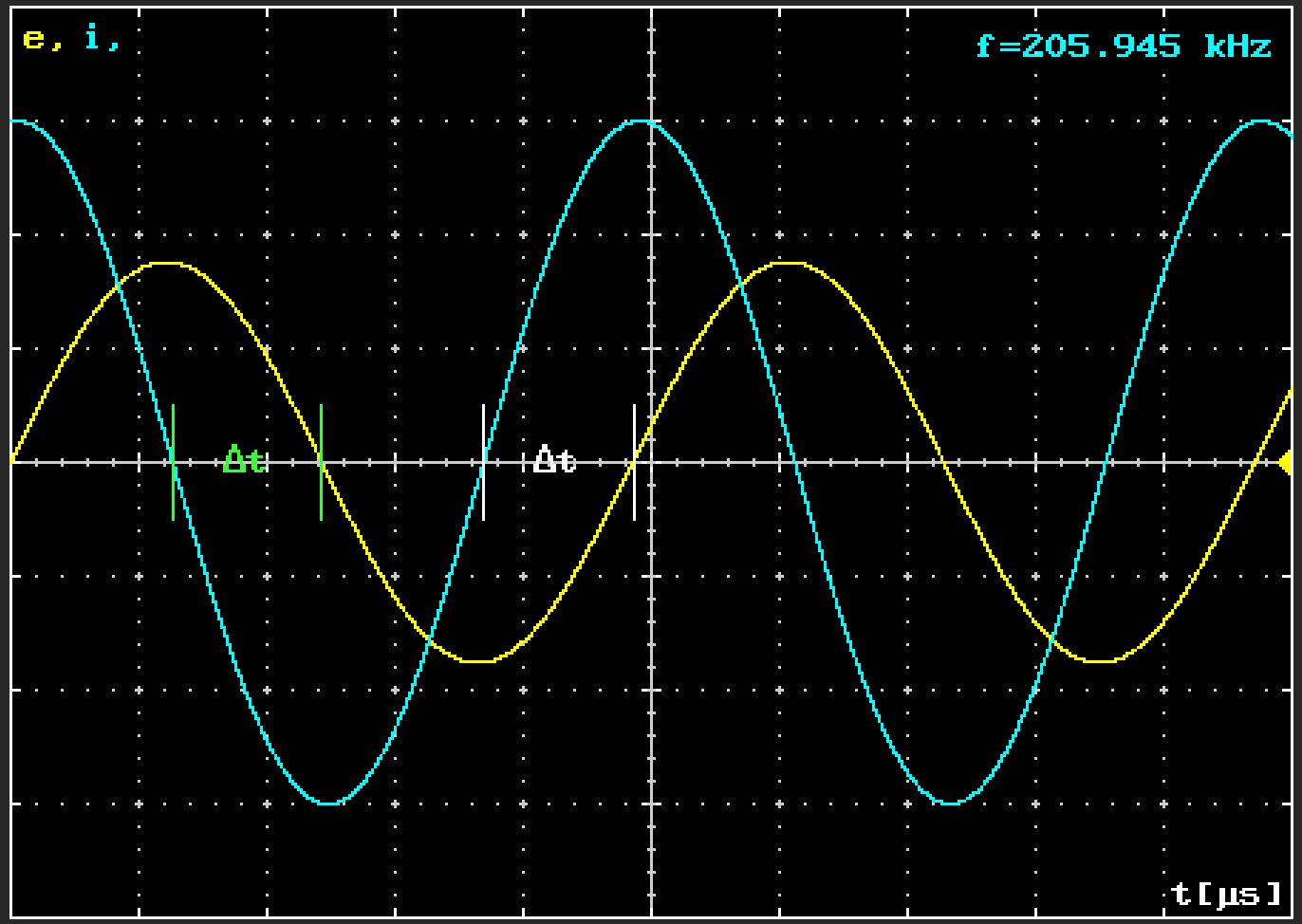
0	0.5	1	10	2	0.2	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E 880 mV; φ_{REF}=0°

I_R

I_L

I_C

I_0 150 µA; φ_I=+86.30°

LH Trigger

Az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

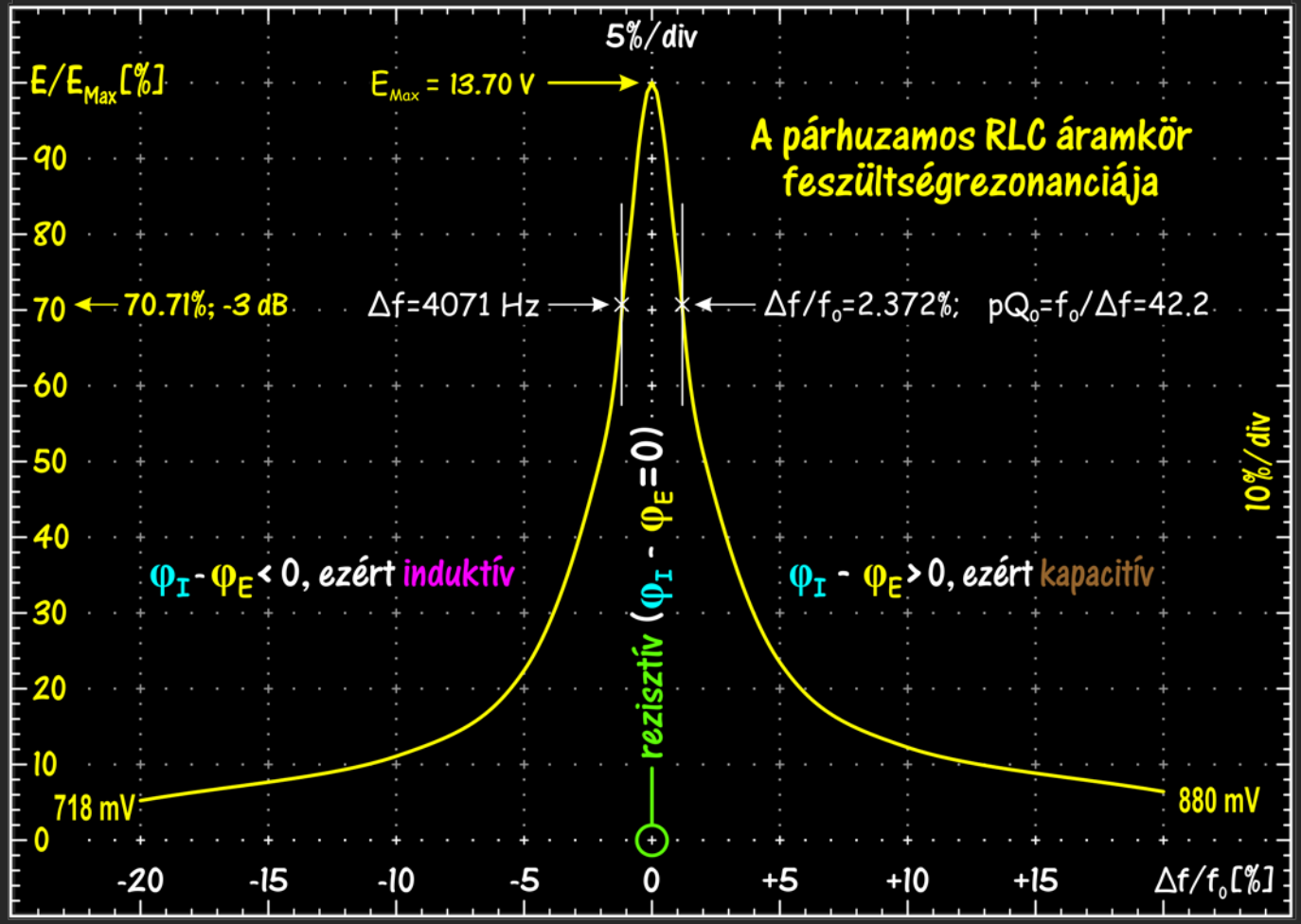
0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50	1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		t[µs/div]

907

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

A párhuzamos RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 170.4 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	=

Időreferencia: E (trigonometriai irány)

E	880 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	9.67518 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	340.204 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	489.891 µA; [illegible]°
I_O	150 µA; [illegible]°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az ára[illegible]citív

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

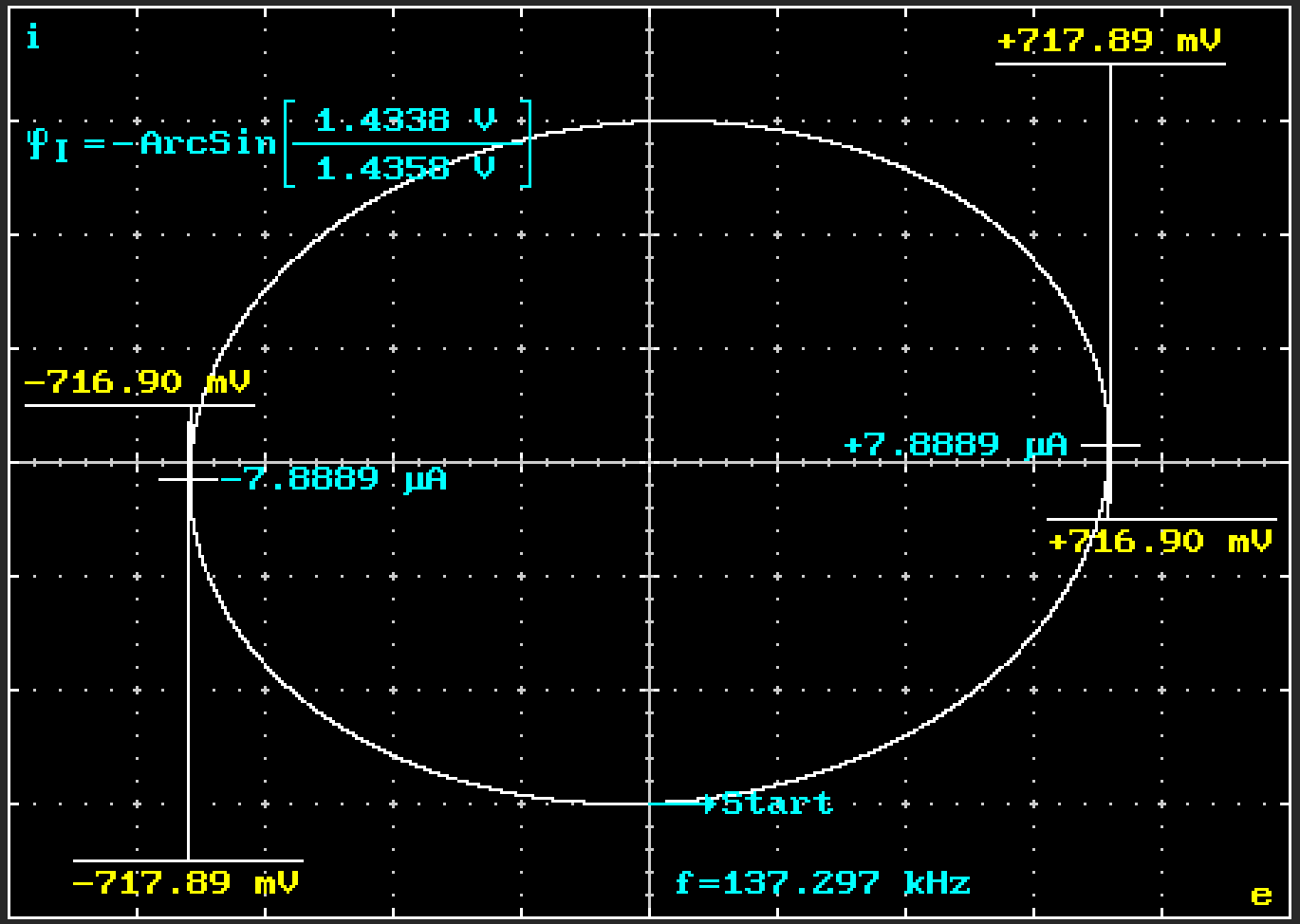
0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50	[illegible]
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		[illegible]s/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 208.9 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	718 mV; φ_{REF}=0°
I_R	7.88892 µA; φ_R=0°
I_L	416.091 µA; φ_L=−90°
I_C	266.298 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−86.99°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.760 µs-ot késik, az áramkör induktív

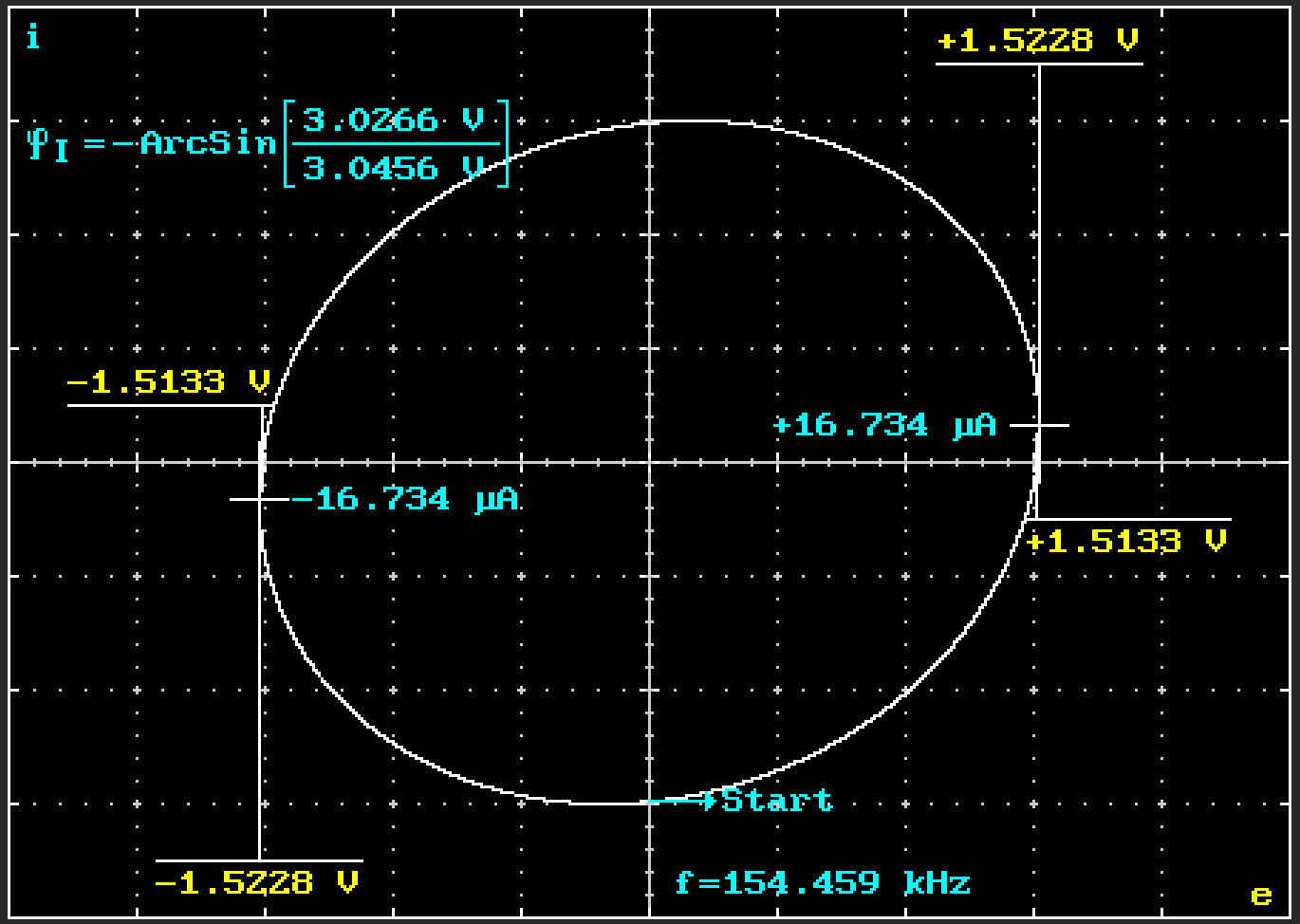
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 98.50 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	16.7339 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	784.543 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	635.479 µA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-83.59°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.503 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

910

Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

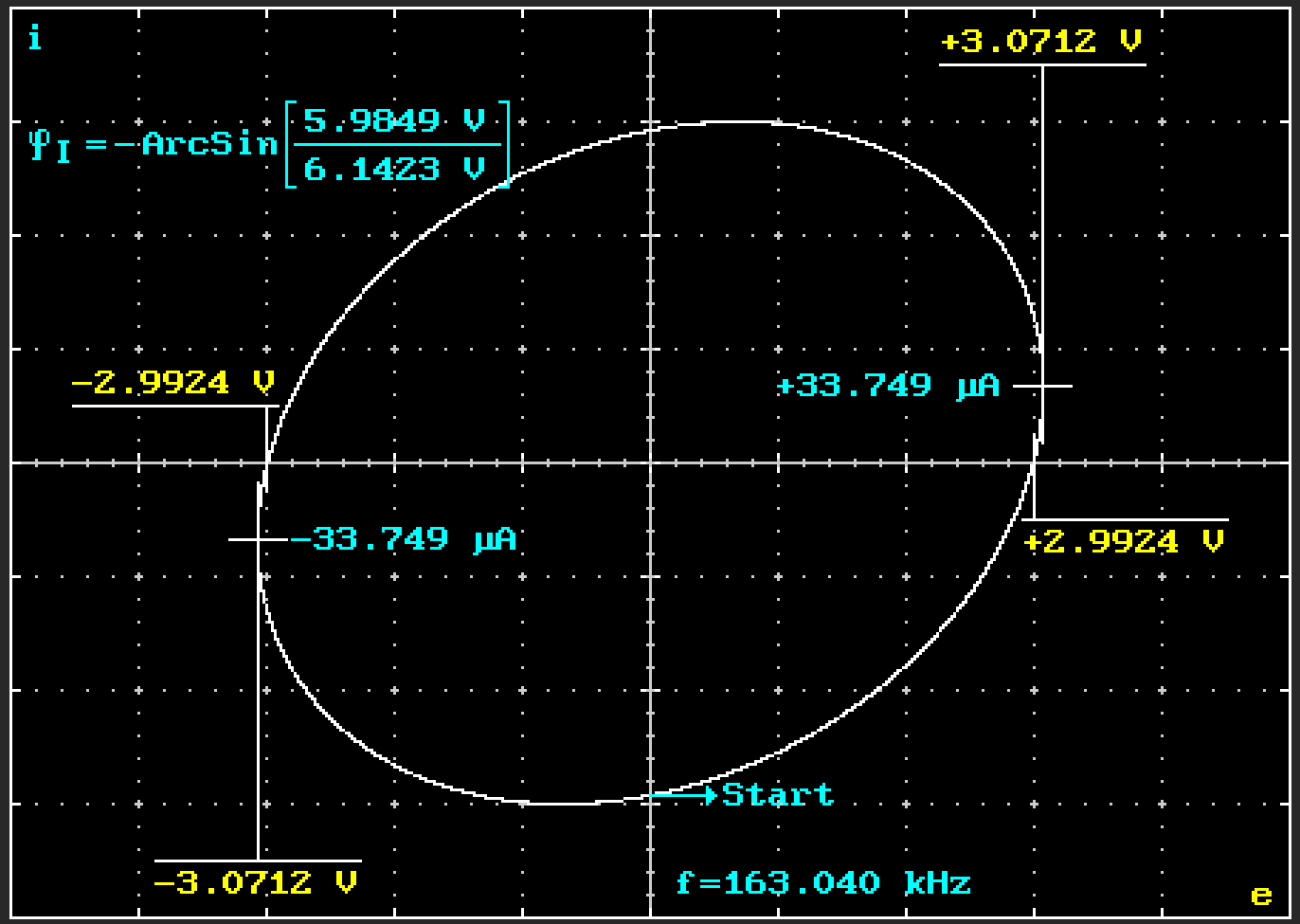
22

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 48.84 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= −5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	3.07 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	33.7491 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	1.49899 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	1.35284 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-77.00°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.312 µs-ot késik, az áramkör induktív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]	

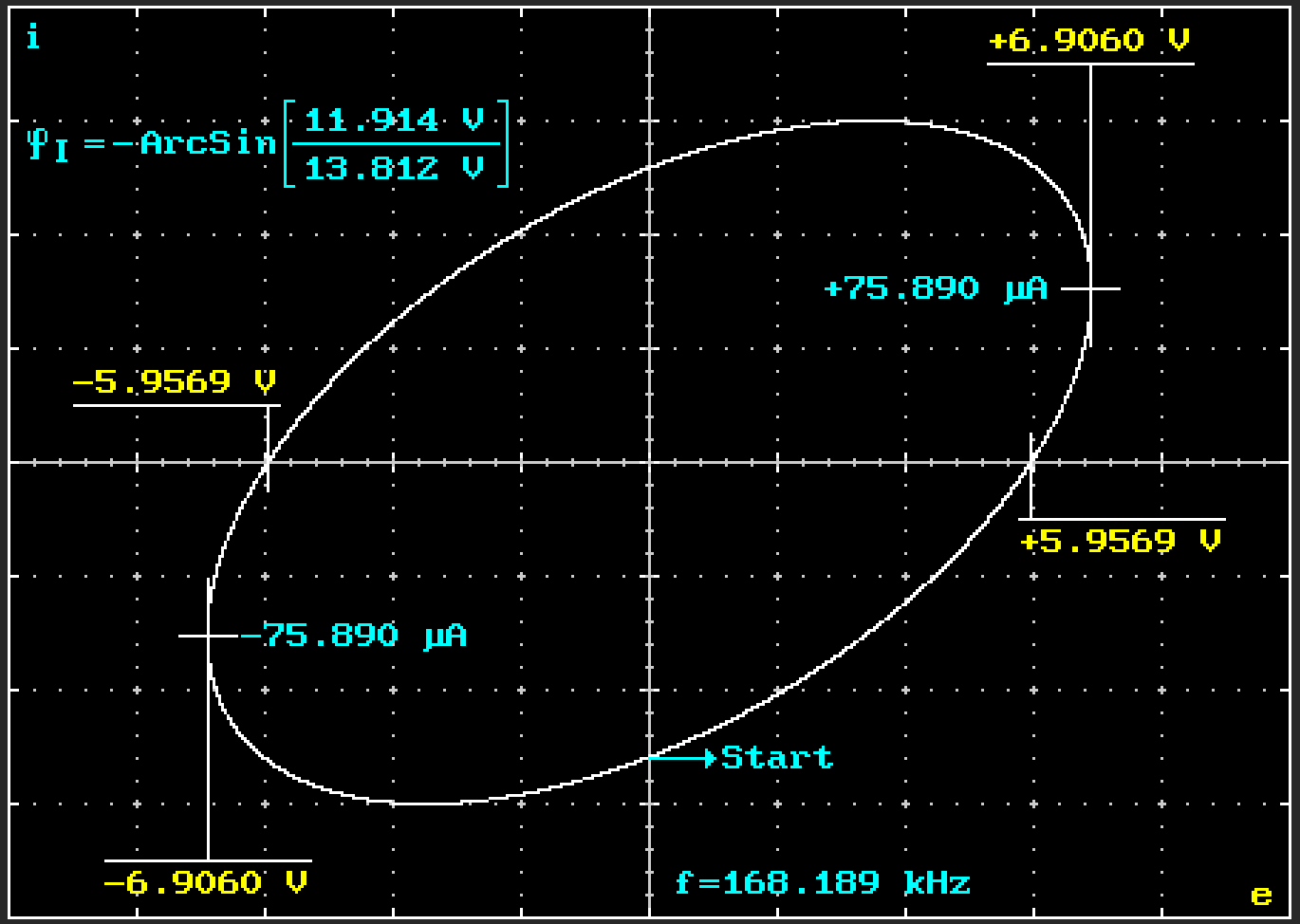
1
t[µs/div]

911

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	75.8903 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	3.26754 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	3.13815 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-59.61°$

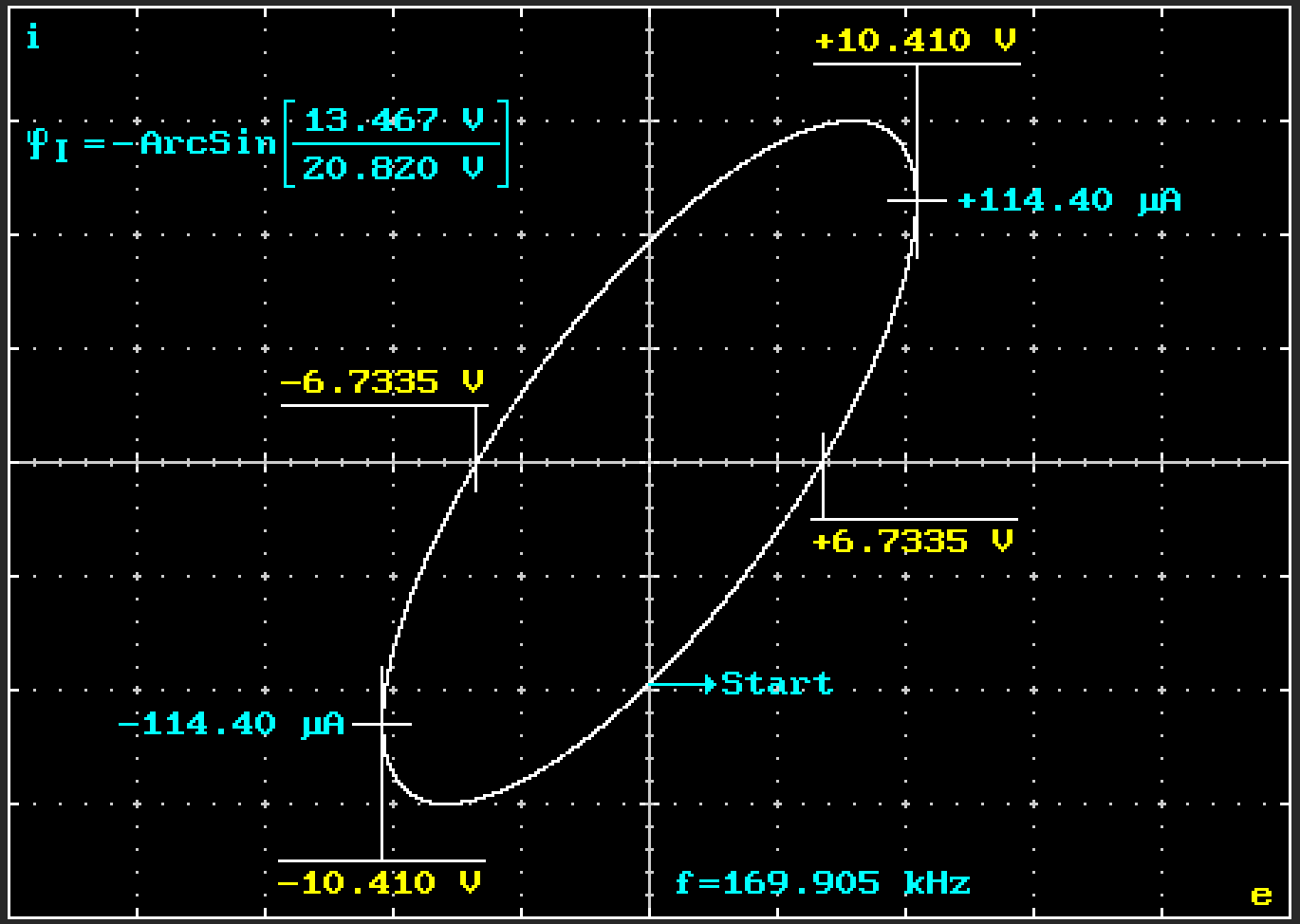
Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=984.5 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_0	= 150 μA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 14.41 μS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= −1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	114.395 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	4.87566 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.77864 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 μA; $\varphi_I=-40.30°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=658.9 ns-ot késik, az áramkör induktív

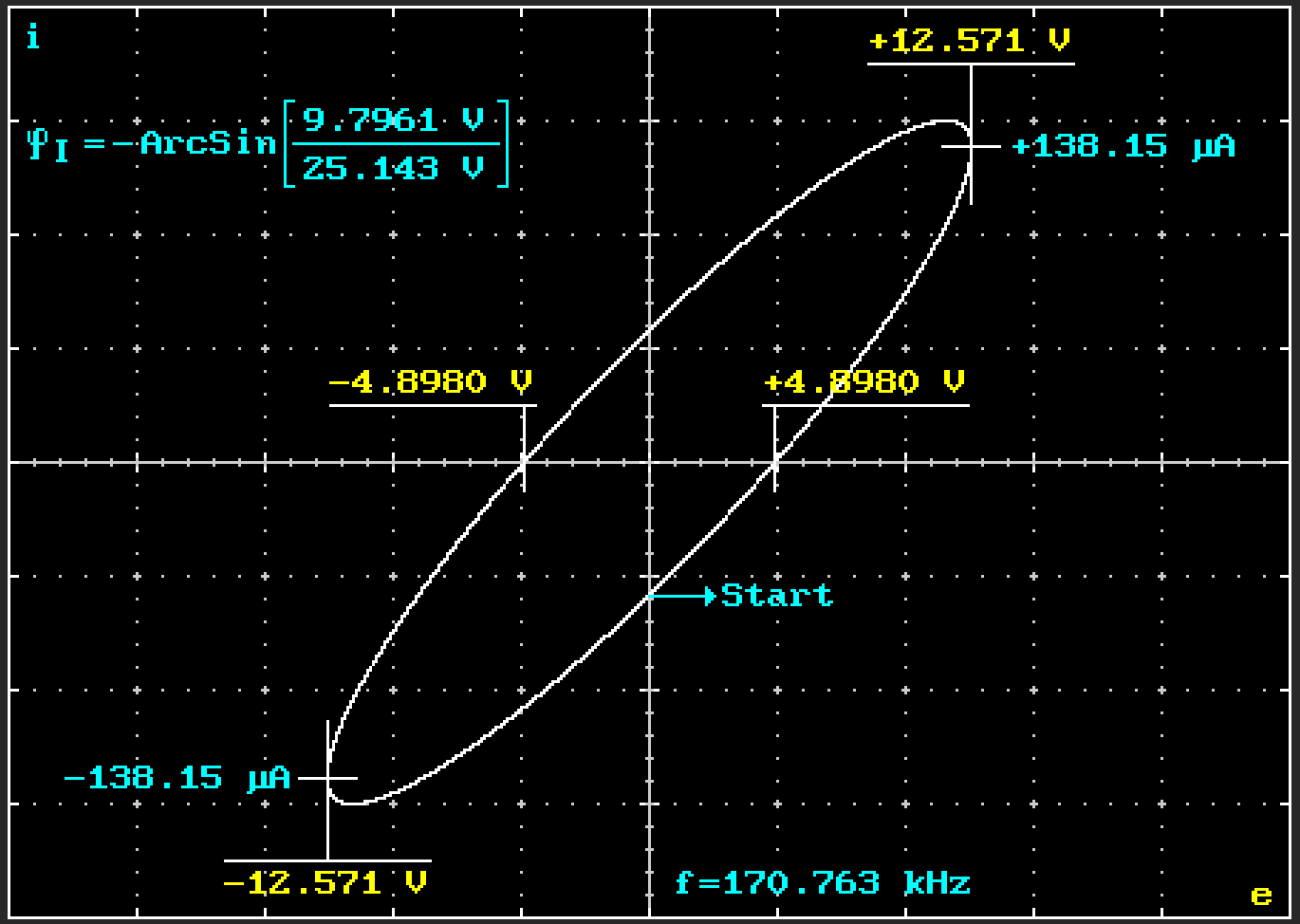
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[μA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[μA/div]	t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	138.146 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	5.85838 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	5.79993 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-22.93°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=373.0 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

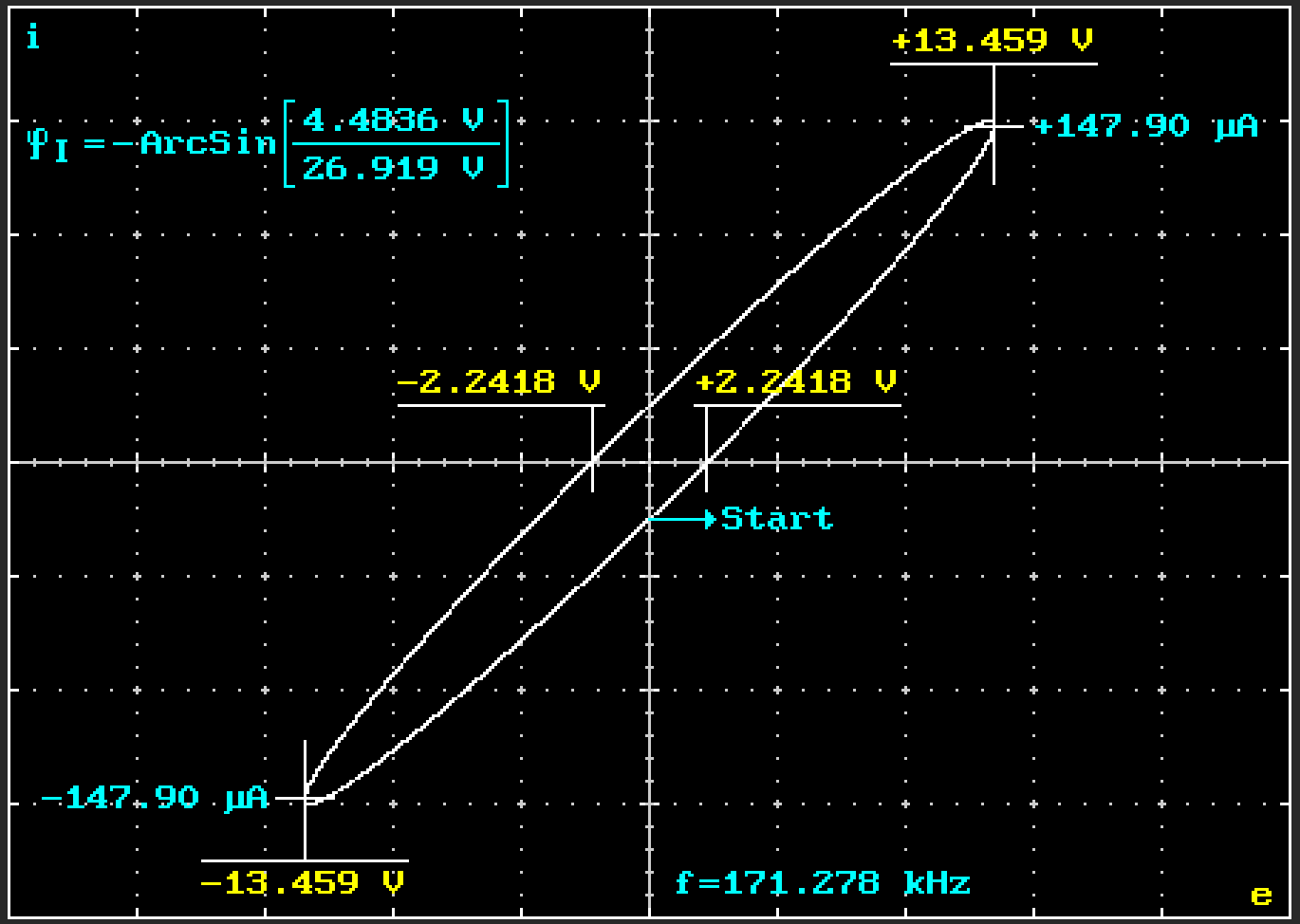
914

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= −0.20%

Időreferencia: **E**
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.905 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.25334 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-9.59°$

Végeredmény: az **e**-hez képest az **i** Δt=155.5 ns-ot késik, az áramkör **induktív**

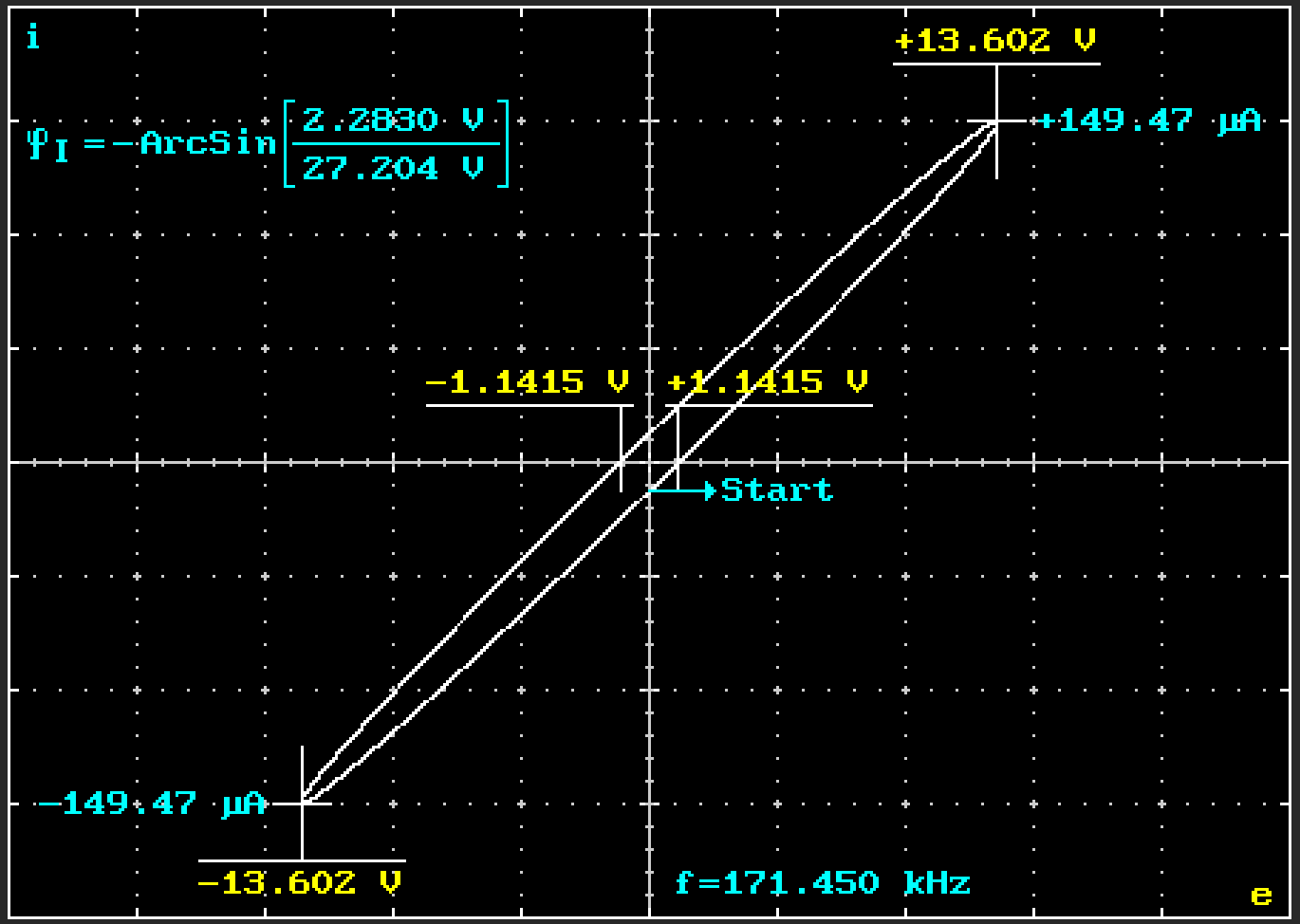
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia előtt



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = -0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.471 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=78.00 ns-ot késik, az áramkör induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

916

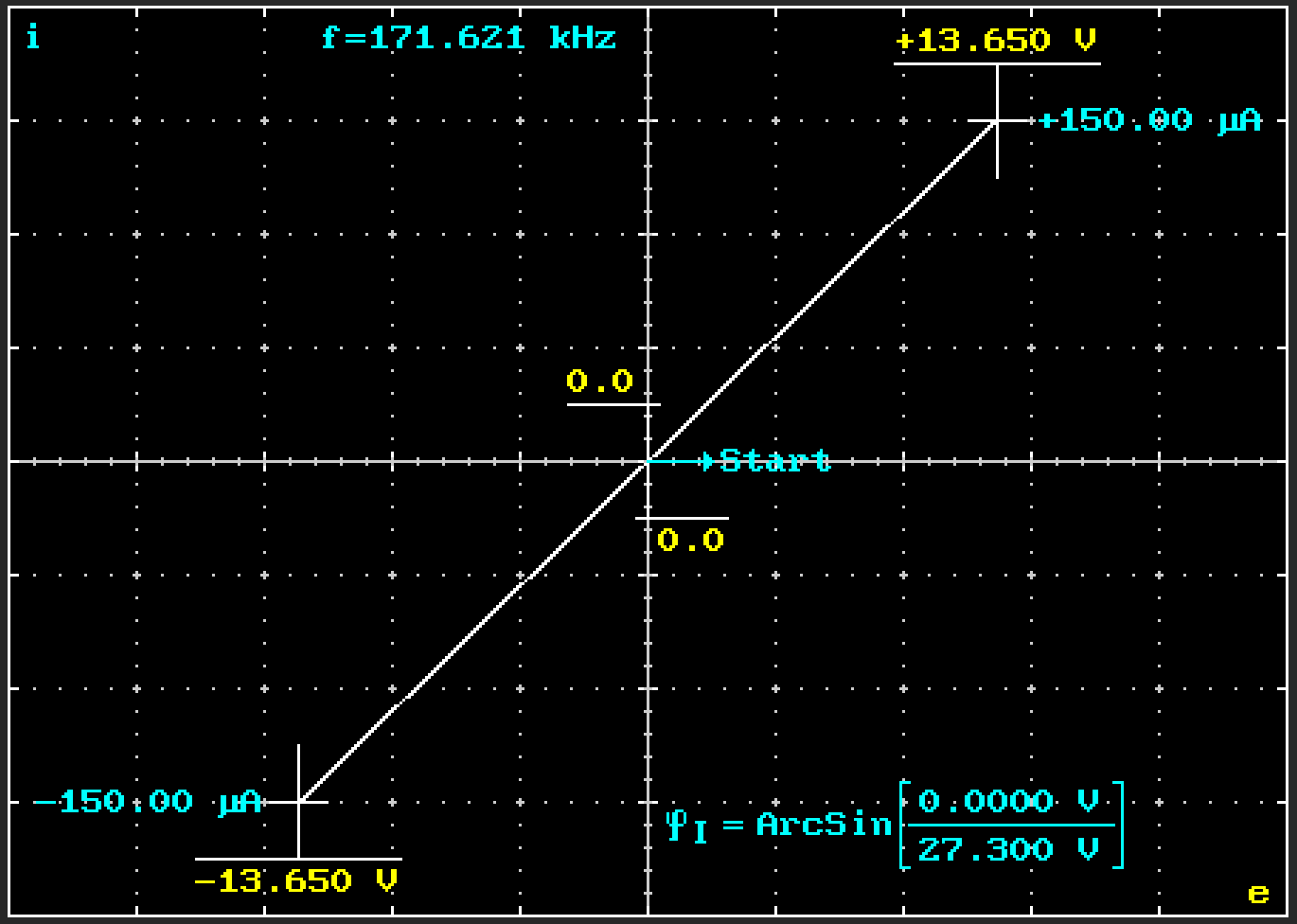
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

88

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

A párhuzamos RLC áramkör feszültségrezonanciája



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.7 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	150.000 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.32924 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.32924 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=0°$

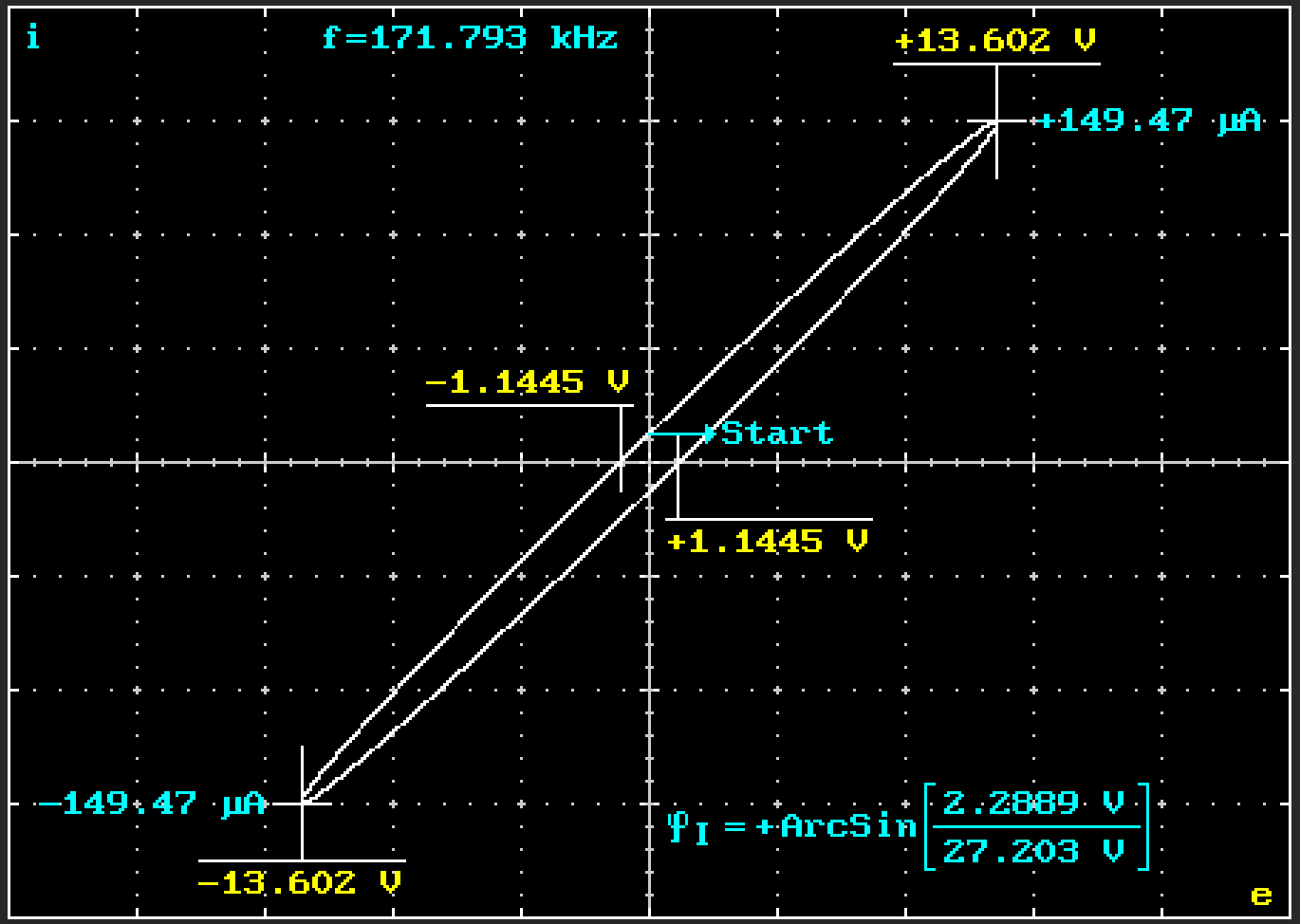
Végeredmény: az e és az i fázisban van (Δt=0), az áramkör rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.03 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.468 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.30049 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=78.04 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

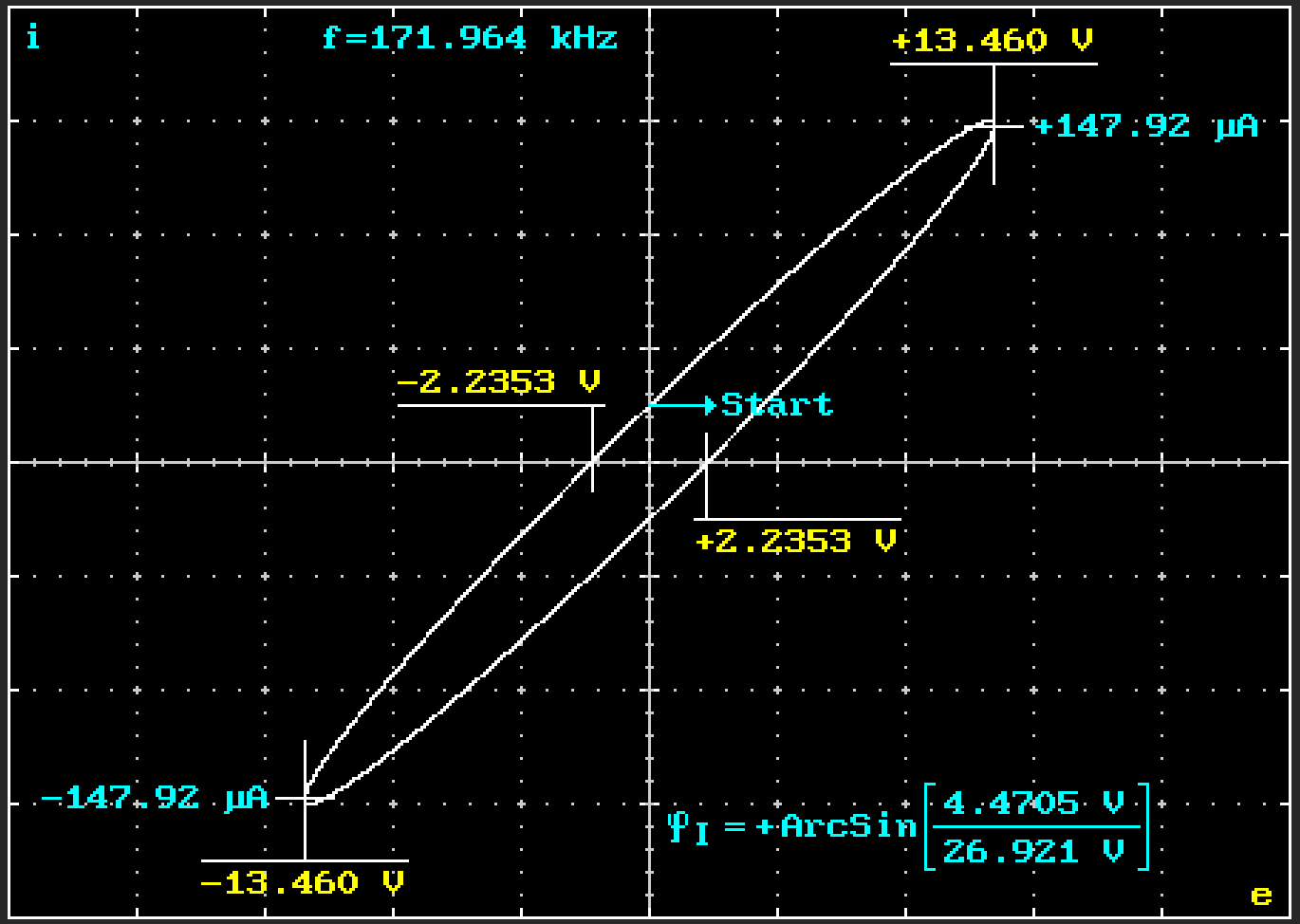
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.917 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.22892 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.25383 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+9.56°$

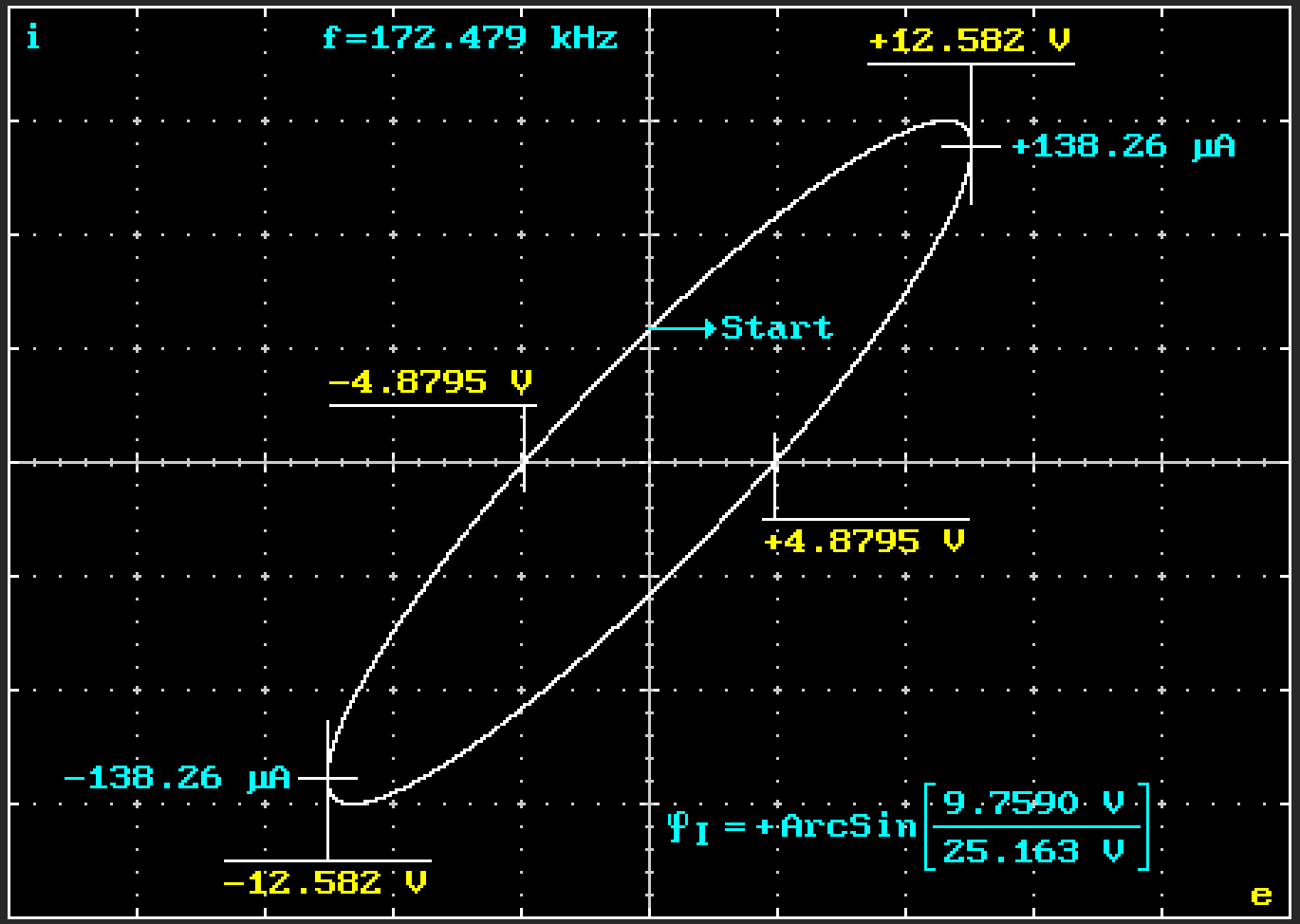
Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=154.4 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	138.260 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	5.80486 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	5.86303 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+22.82°$

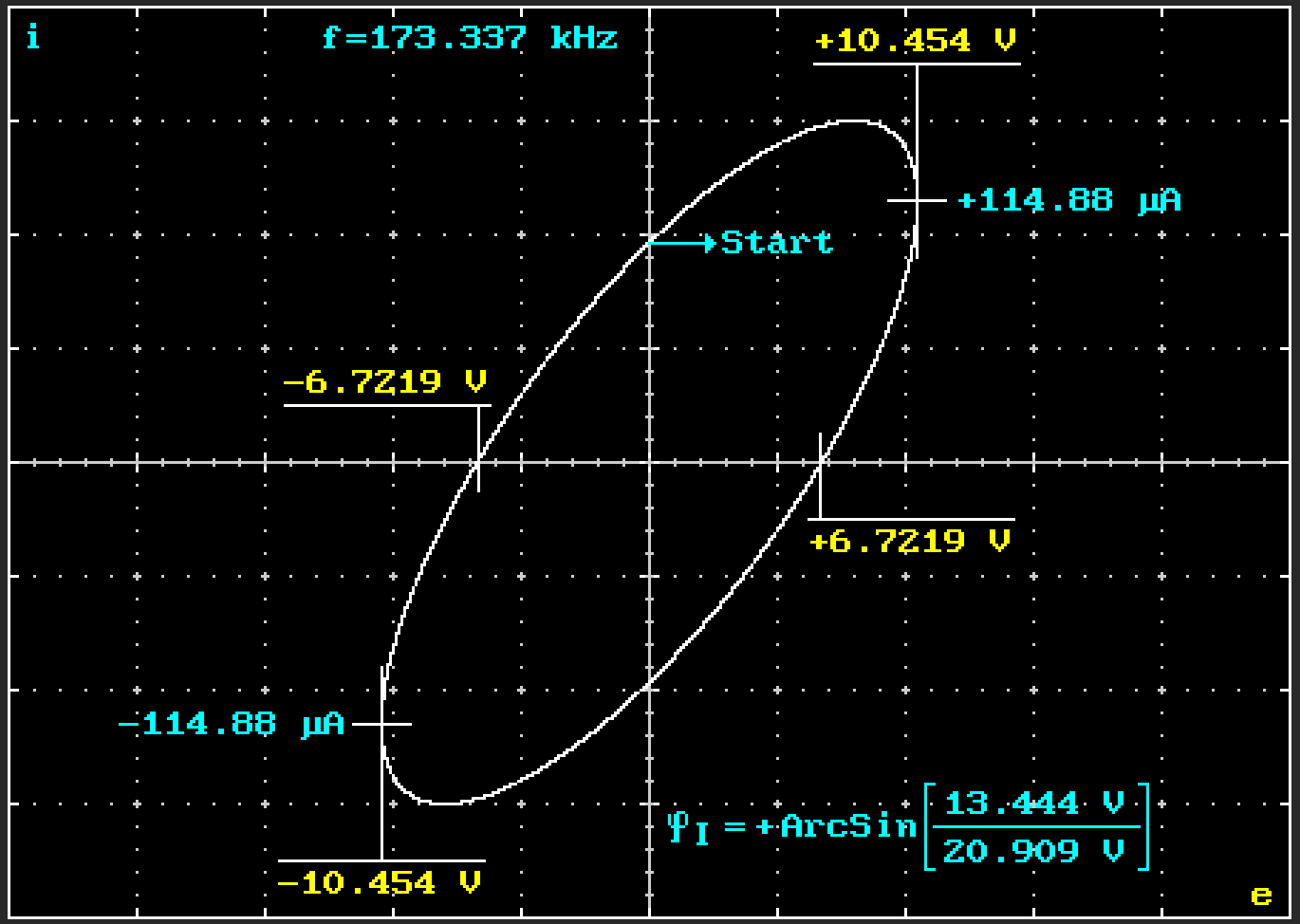
Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=367.5 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	114.883 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	4.79948 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.89593 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+40.01°$

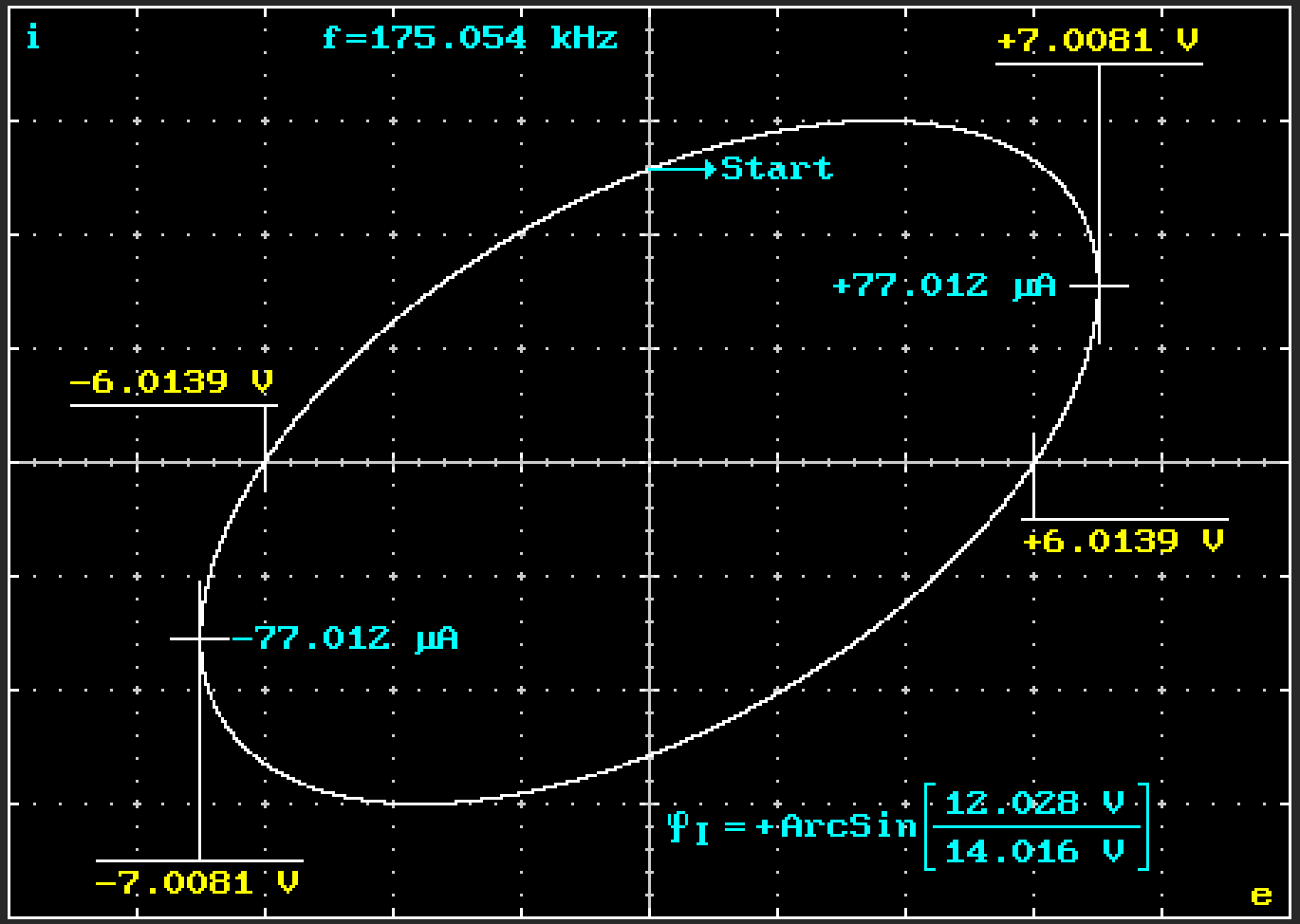
Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=641.2 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 21.40 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	77.0122 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	3.18580 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	3.31452 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+59.11°$

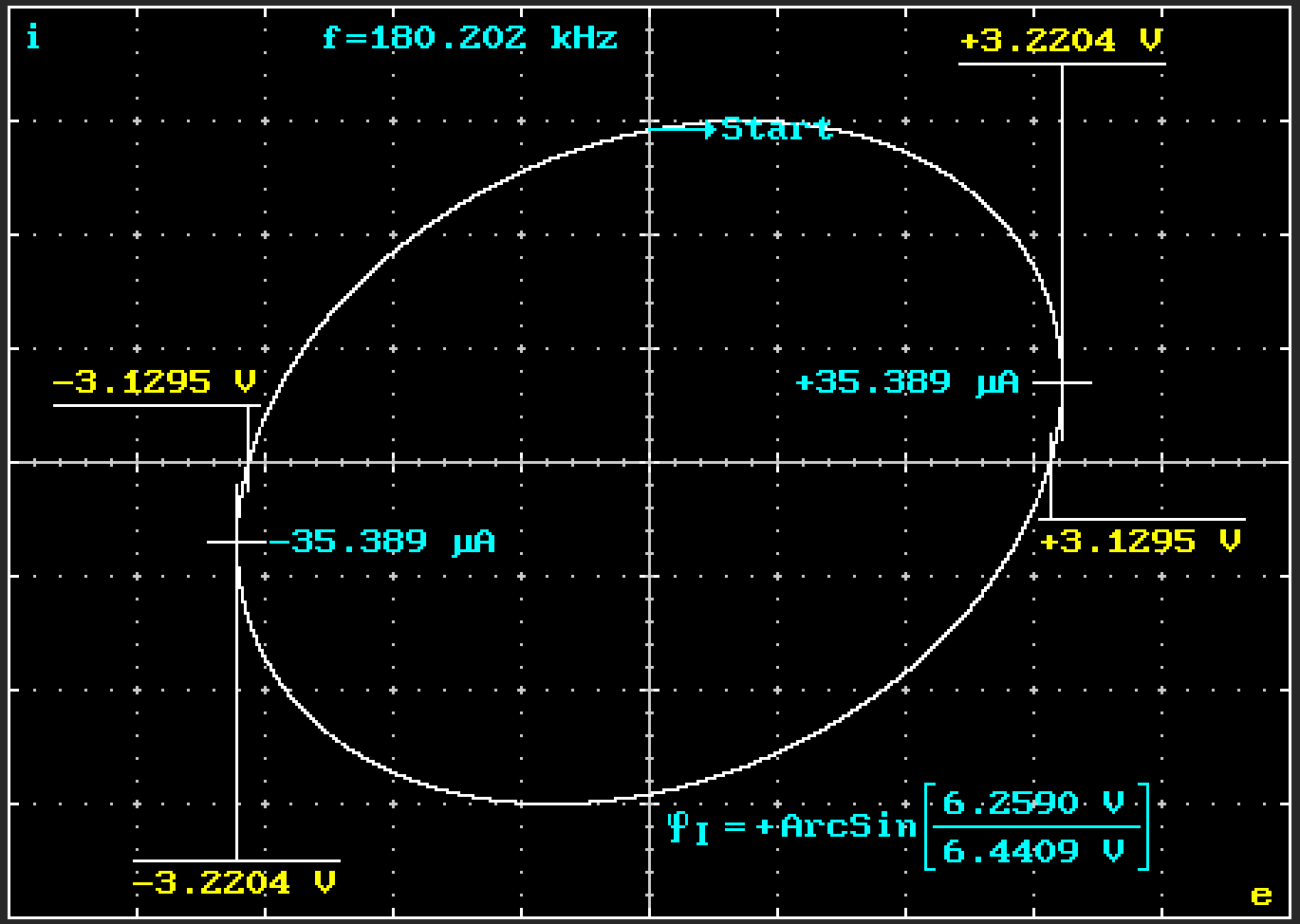
Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=937.9 ns-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	3.22 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	35.3893 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	1.42215 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	1.56791 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+76.35°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.177 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

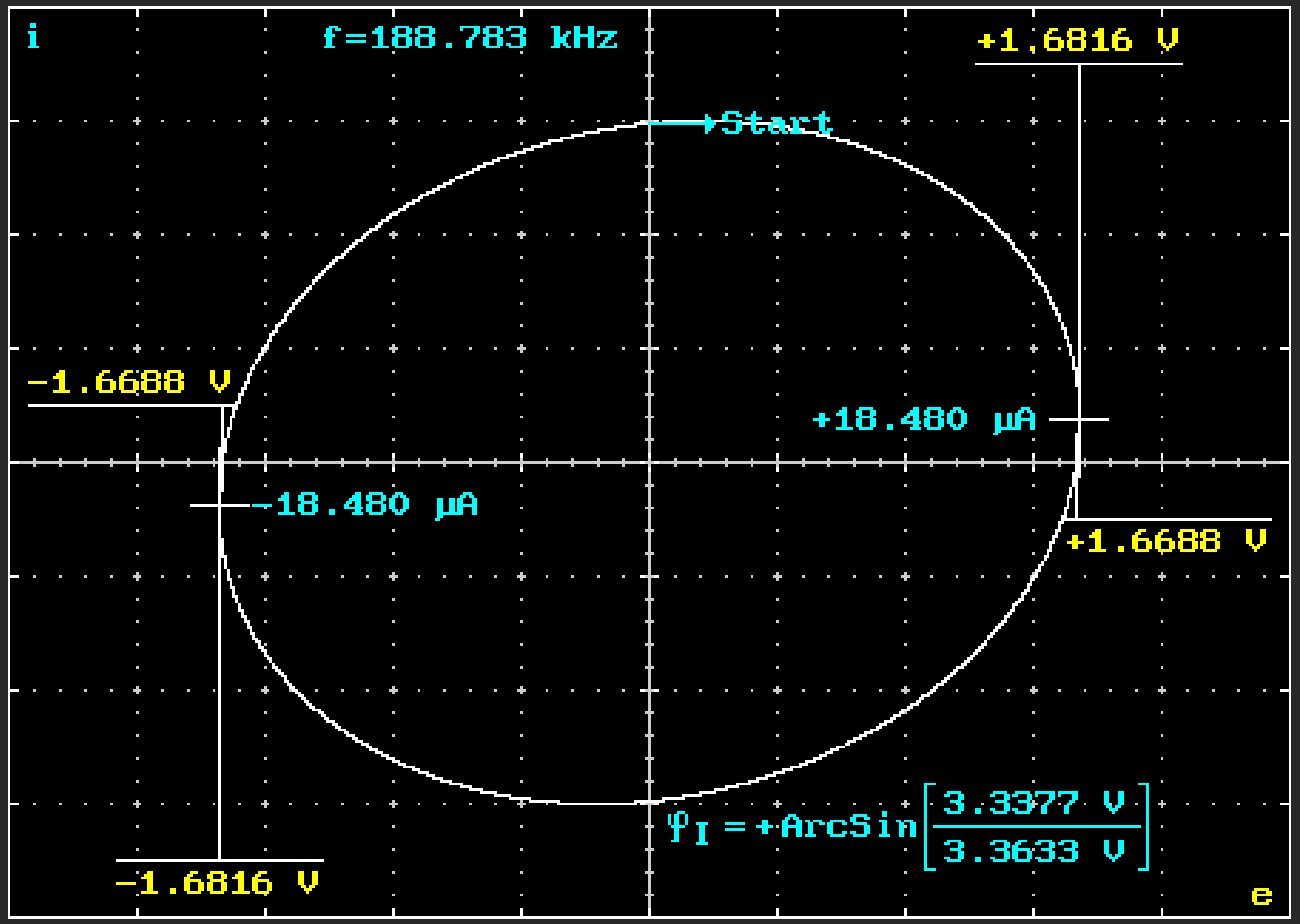
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	18.4795 µA; φ_R=0°
I_L	708.858 µA; φ_L=−90°
I_C	857.715 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+82.92°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.220 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

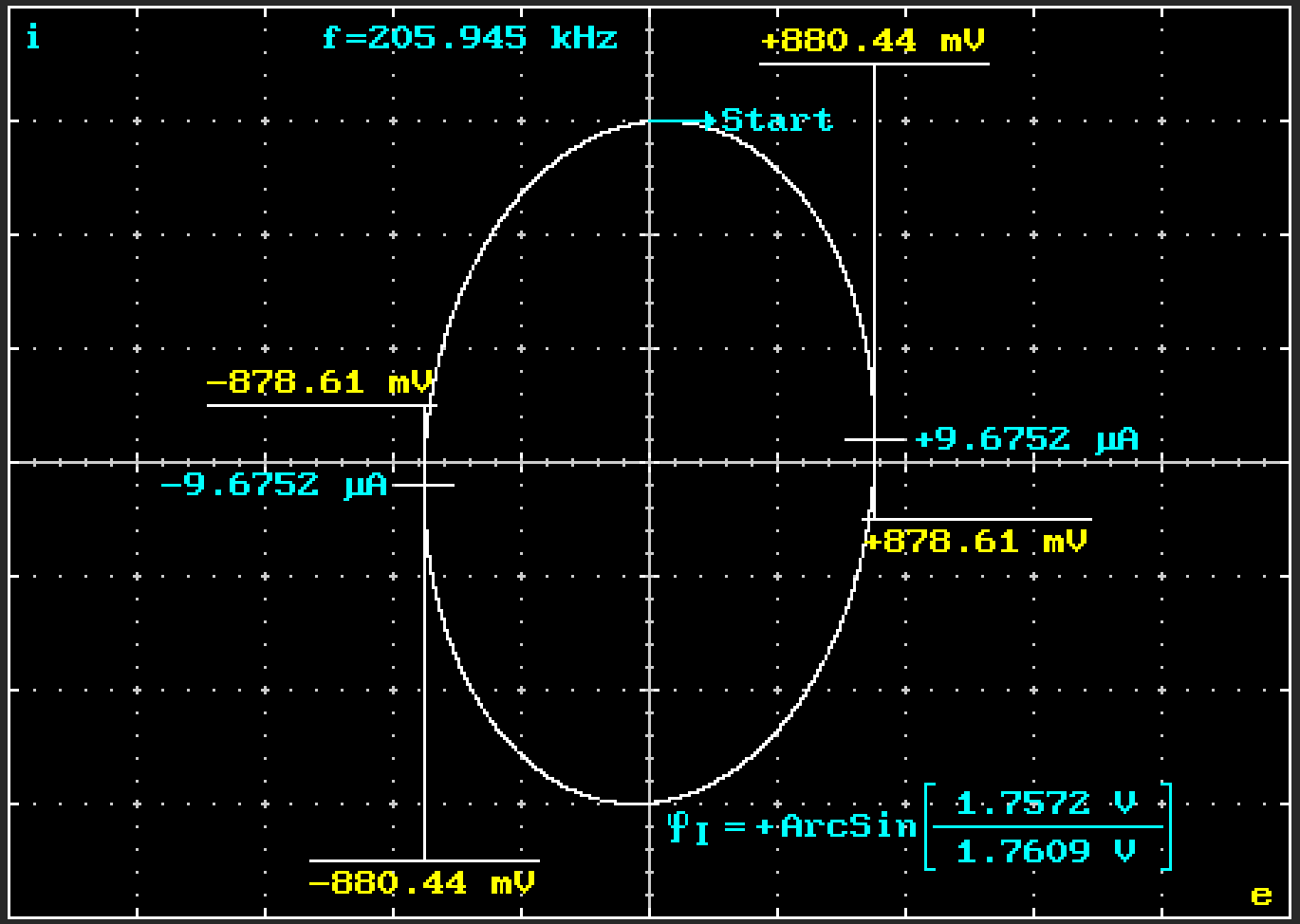
924

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

pRLCjv

Párhuzamos áramkörök – RLC áramkör a rezonancia után



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 170.4 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	= +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	880 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	9.67518 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	340.204 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	489.891 µA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+86.30°$

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az áramkör kapacitív

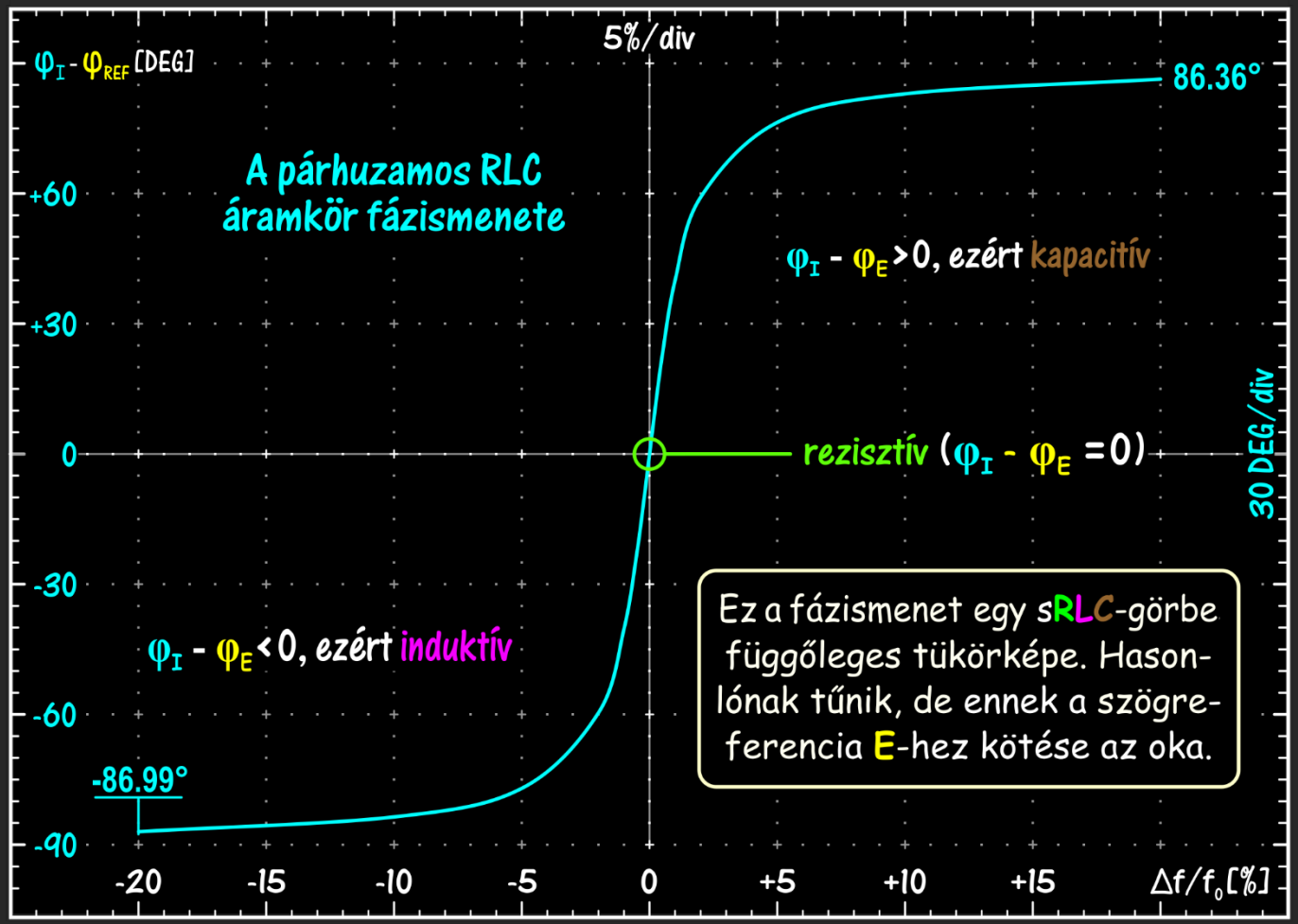
0	1	2	3	4	
0.5	5	0.1	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

925

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

A párhuzamos RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 170.4 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	=

Időreferencia: E (trigonometriai irány)

E	880 mV; φ_{REF}=0°
I_R	9.67518 µA; φ_R=0°
I_L	340.204 µA; φ_L =−90°
I_C	489.891 µA; [illegible]°
I_0	150 µA; [illegible]°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az ára[illegible]citív

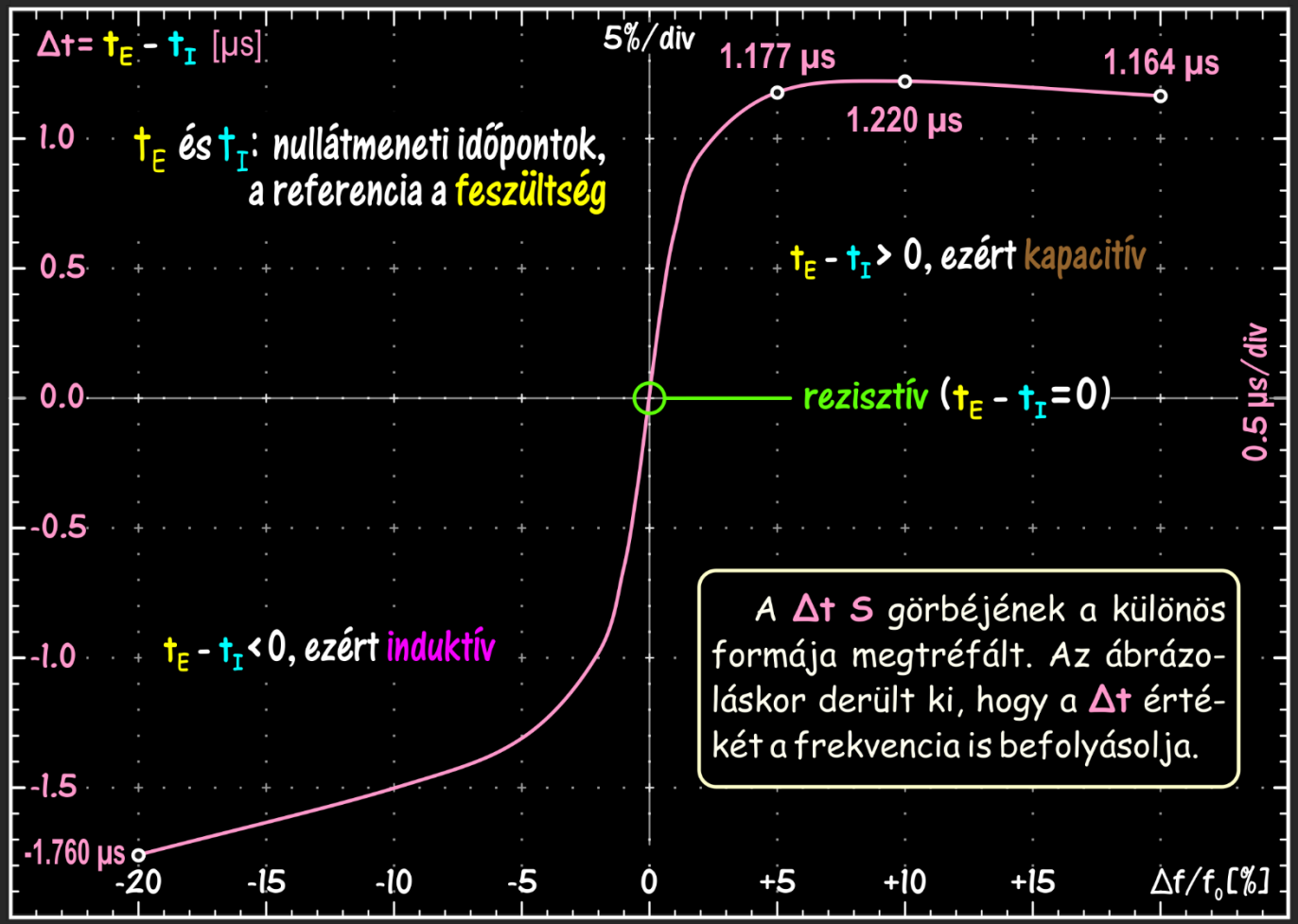
A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

	0	1	2	3	4	
	0.5	5	0.1	0.2	50	
	e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	[illegible]s/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

pRLCjv

A párhuzamos RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0	=	150 μA, állandó
R	=	91.0 kΩ
L	=	2.00 mH
C	=	430 pF
Y	=	170.4 μS
f_0	=	171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	=	

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	880 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	9.67518 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	340.204 μA; $\varphi_L=-90°$
I_C	489.891 μA; 90°
I_0	150 μA; 0°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.164 μs-ot siet, az ára… …itív

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50		
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		…s/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül

f=147.021 kHz

A soros RLC áramkör rezonancia-körüli jelleg-váltásának oszcilloszkópszerű vizsgálata

Egy olyan szimulációs kísérlet bemutatása következik, amelyet a legmodernebb oszcilloszkópokkal se lehetne láttatni, hiszen az U_L nem hozzáférhető. A kísérletben a soros RLC rezonanciájának a lényegét keressük: a rezonancián hova tűnik az U_L és az U_C? Amikor kiegyenlítődnek, létrejön a rezonancia, az áramkör rezisztív, de előtte és utána az erősebbik határozza meg az áramkör jellegét. Az U_L és az U_C nagyságát és fázisát 17 frekvencián vizsgáltuk meg. A rezonancián az értékük hat számjegyes pontossággal egyenlő. Hasonló eredményre jutunk a pRLC áramköröknél is.

Főcímlap + 17 oszcillogram - [928..945]

Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ =

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I
U_R
U_L
U_C
E_0

A rezonancia jelensége a soros RLC áramkör U_L és U_C jeleinek a „párharcából" születik. Ezek a jelek ellentétes fázisúak, a rezonancián kioltják egymást. Kívülről mi csak az eredményt, az áramrezonanciát érzékelhetjük.

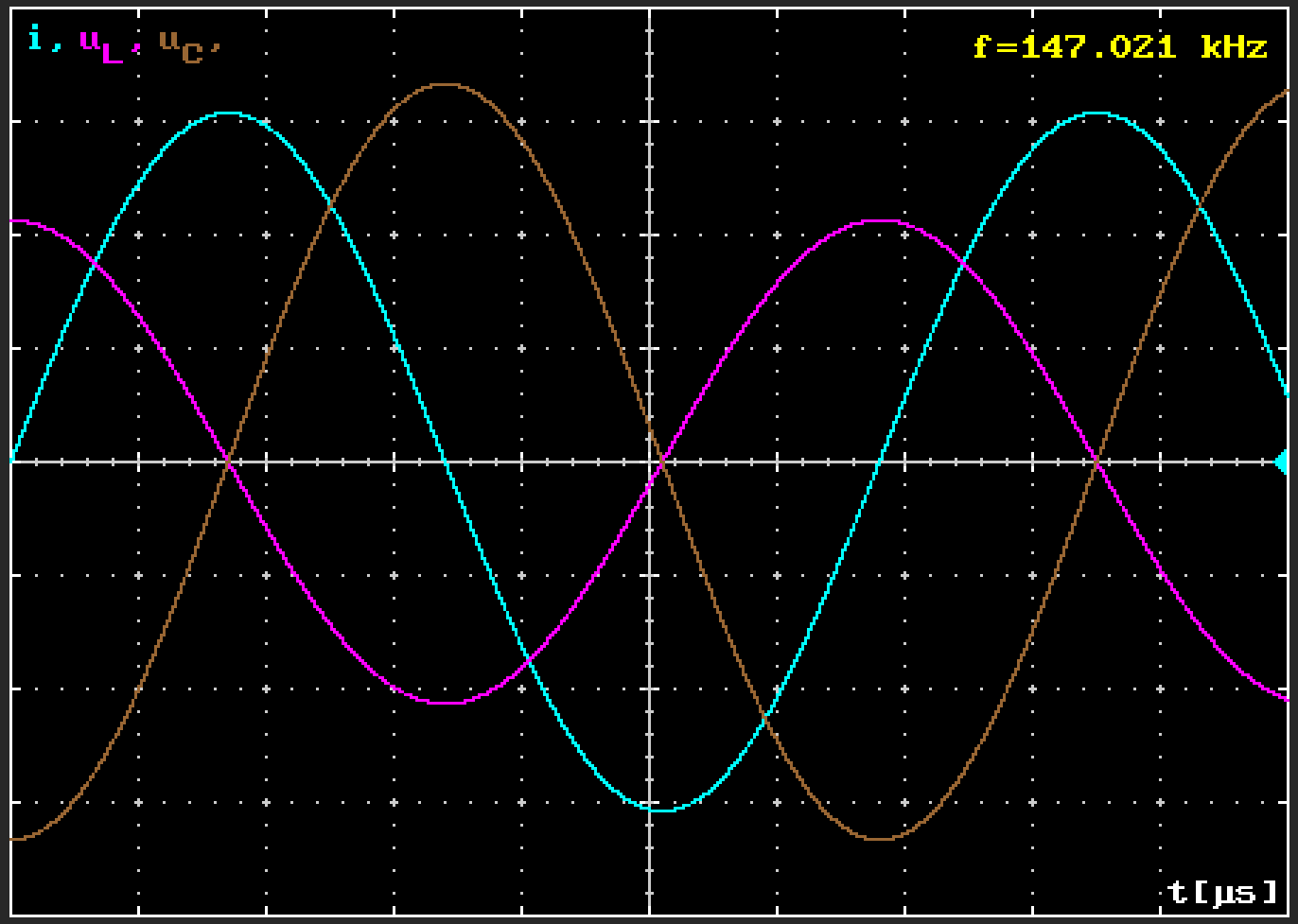
Az oszcillogram görbéinek összehasonlításakor vegyük figyelembe az automatikus érzékenységi kapcsolók állásait is!

0	50	1	2	2	0.1	3	0.1	4	50		1
i[μA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]			t[μs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 780.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	154 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	5.07613 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	213.142 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	333.035 mV; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-87.58°$

LH Trigger

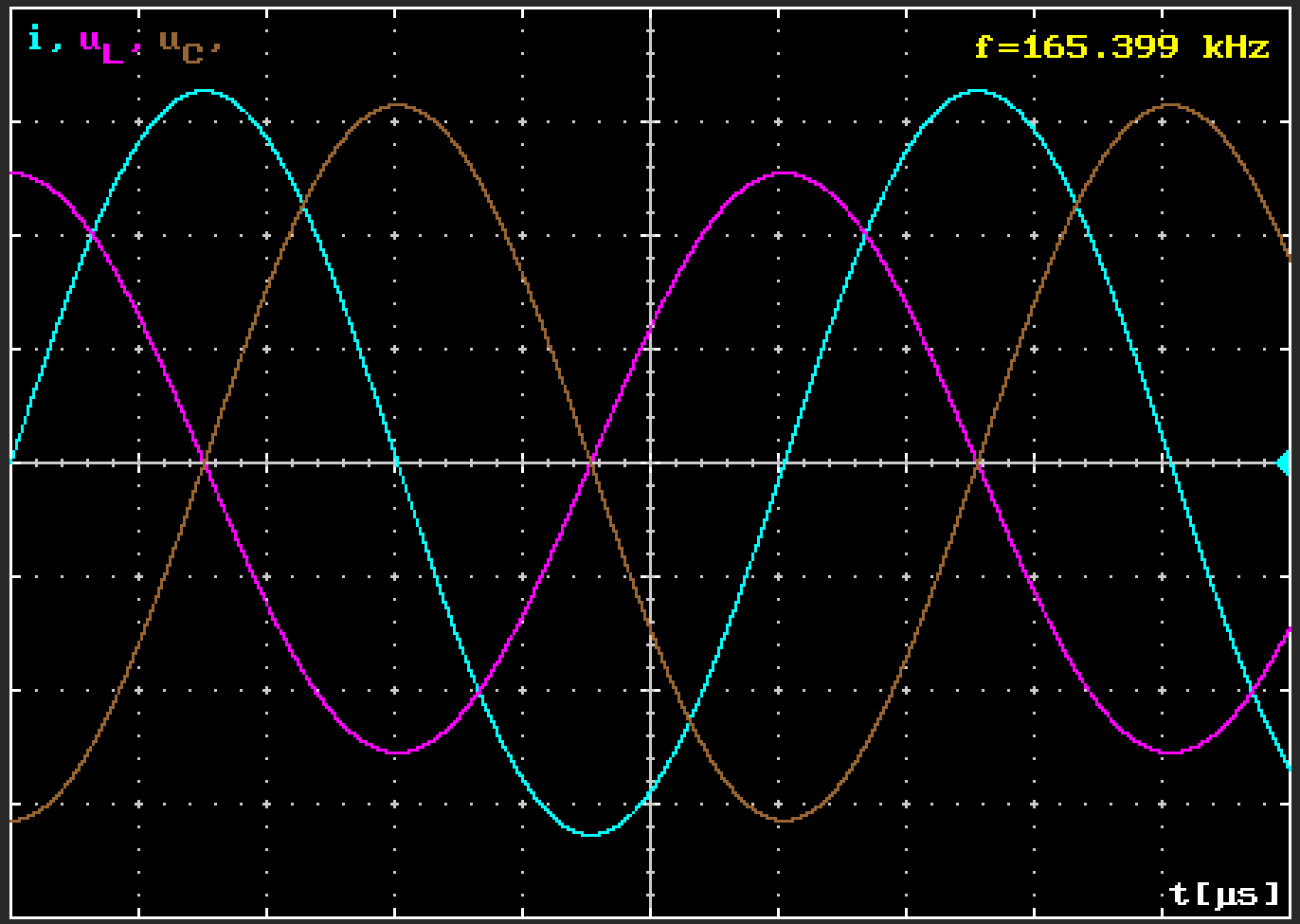
A soros RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

0	1	2	3	4	
50	2	0.1	0.1	50	1
i[µA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 367.1 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	327 µA; φ_{REF}=0°
U_R	10.7862 mV; φ_R=0°
U_L	509.519 mV; φ_L=+90°
U_C	629.033 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=−84.84°

LH Trigger

A soros RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

0	1	2	3	4	
0.1	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

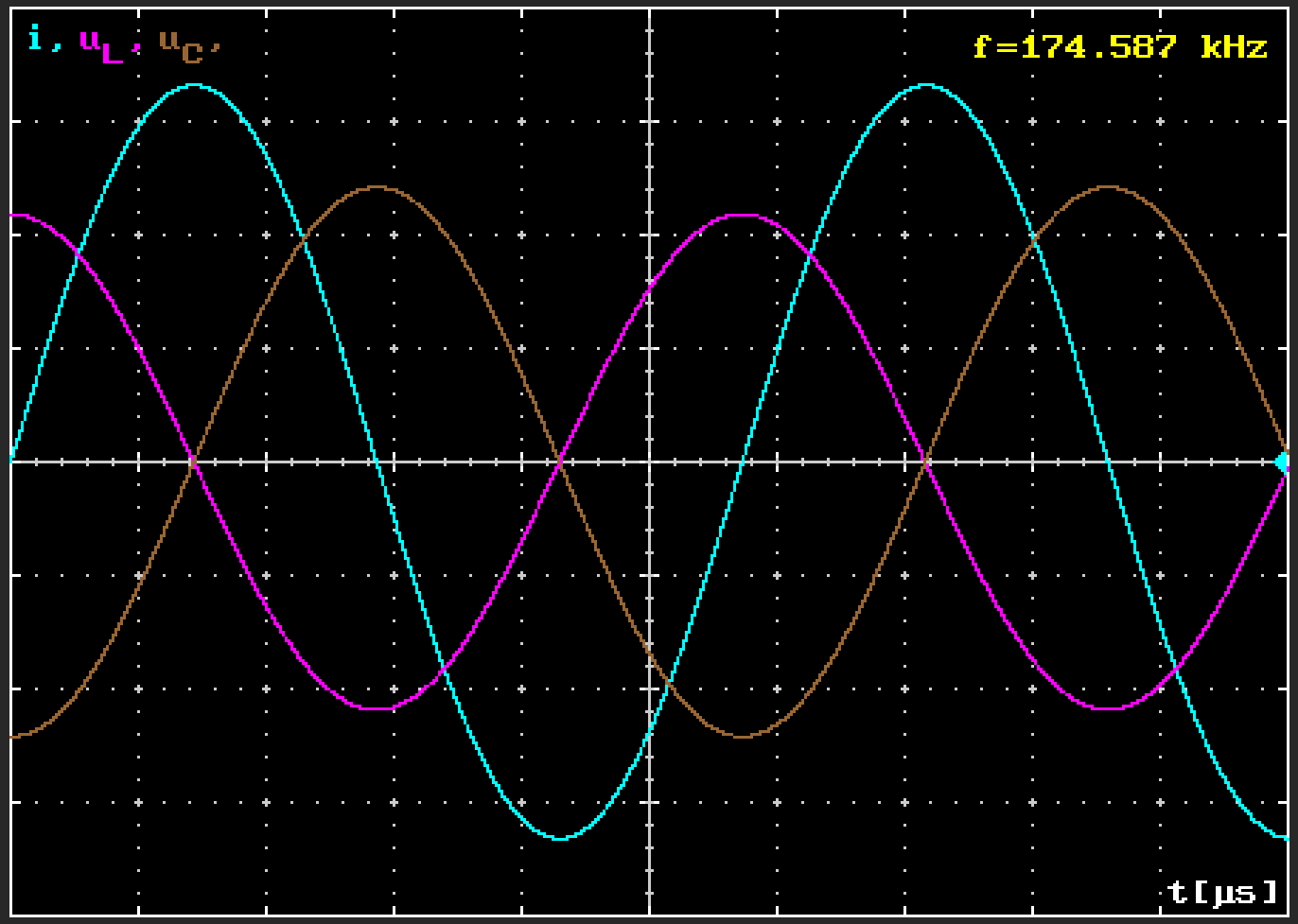
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

2

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 180.8 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	664 µA; φ_{REF}=0°
U_R	21.9015 mV; φ_R=0°
U_L	1.09205 V; φ_L=+90°
U_C	1.21003 V; φ_C=-90°
E_0	120 mV; φ_E=-79.48°

LH Trigger

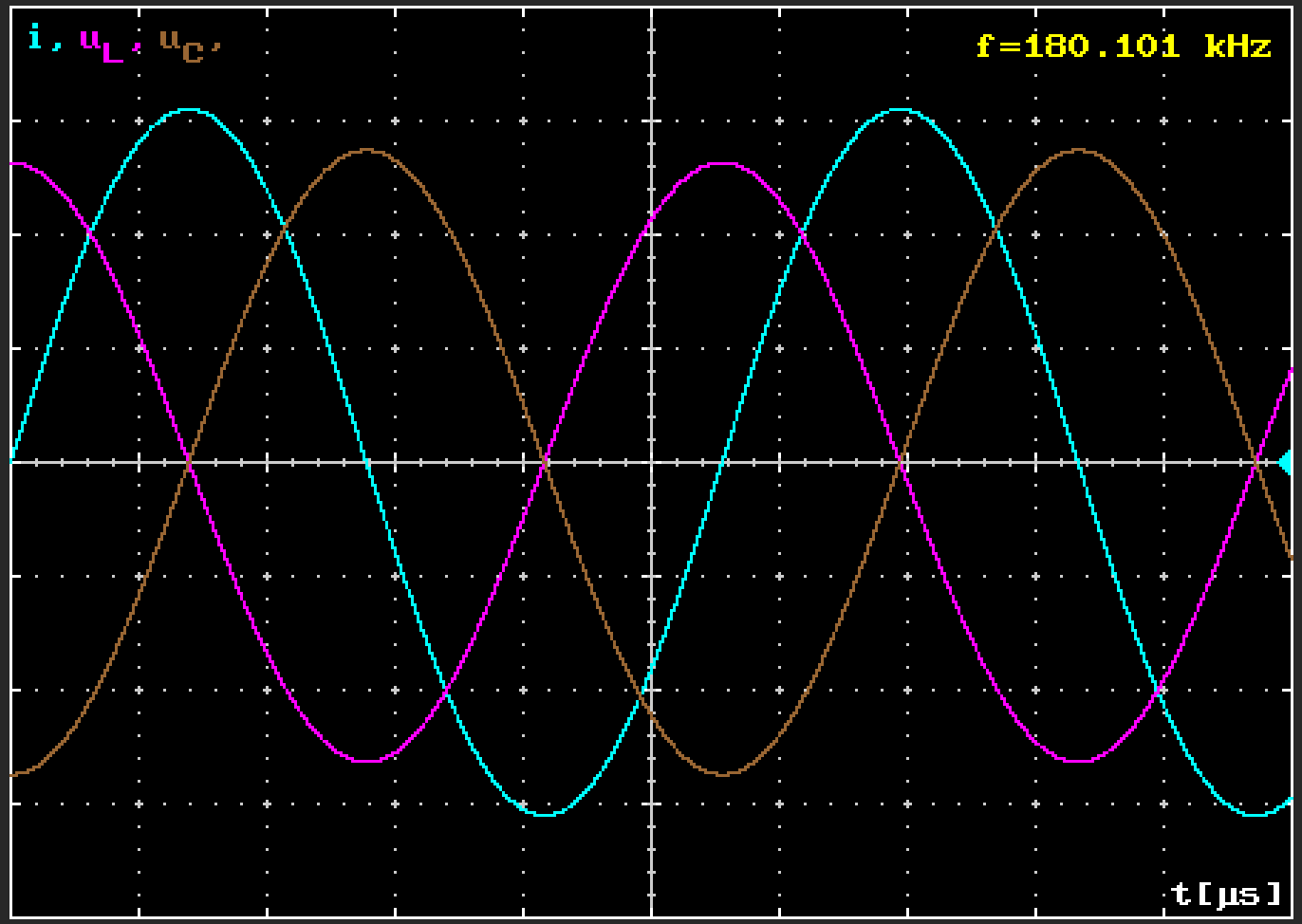
A soros RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 77.37 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.55 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	51.1795 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.63251 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.74105 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-64.75°$

LH Trigger

A soros RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

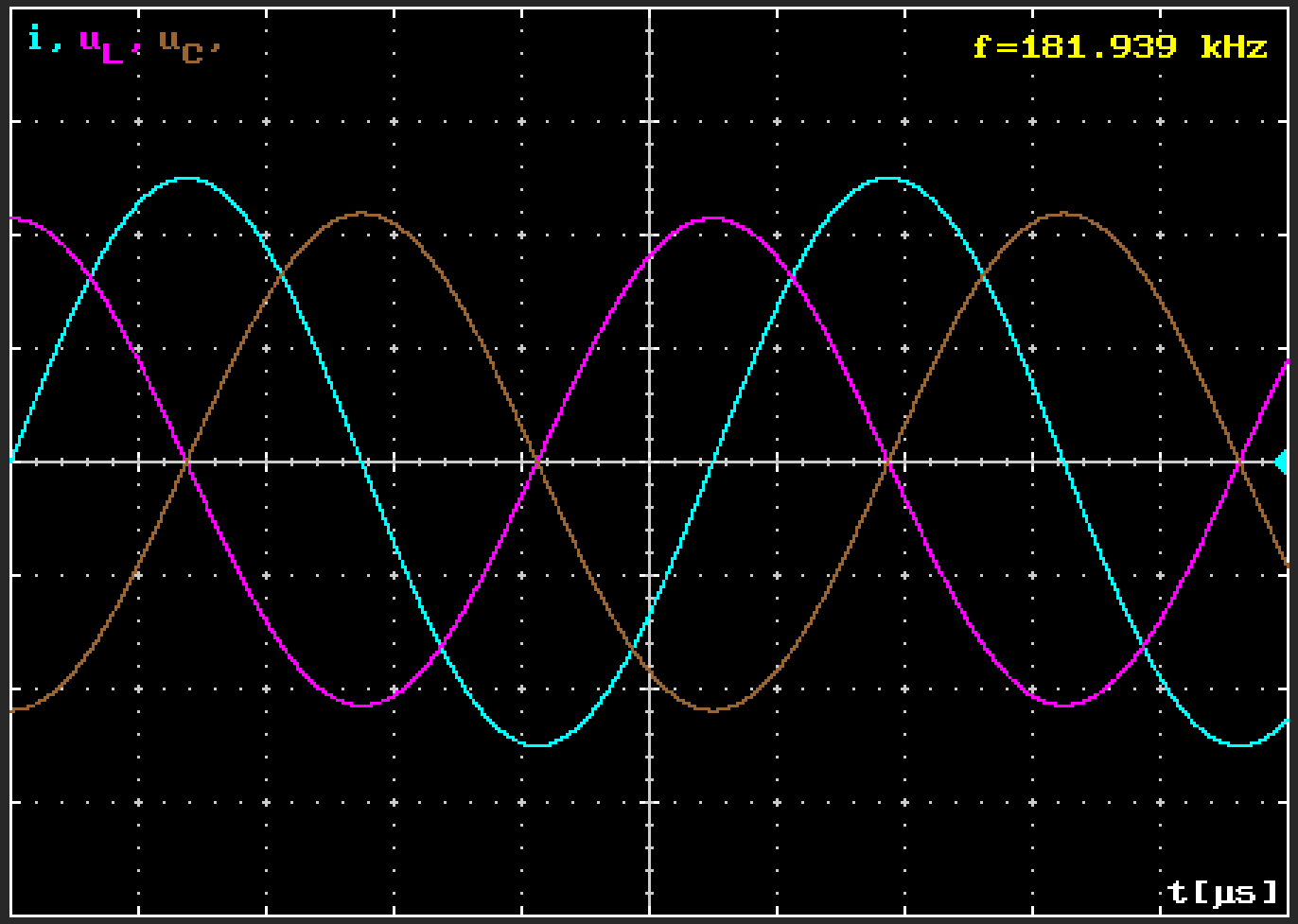
0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.96 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.50 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	82.5621 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	4.29006 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.37715 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-46.53°$

LH Trigger

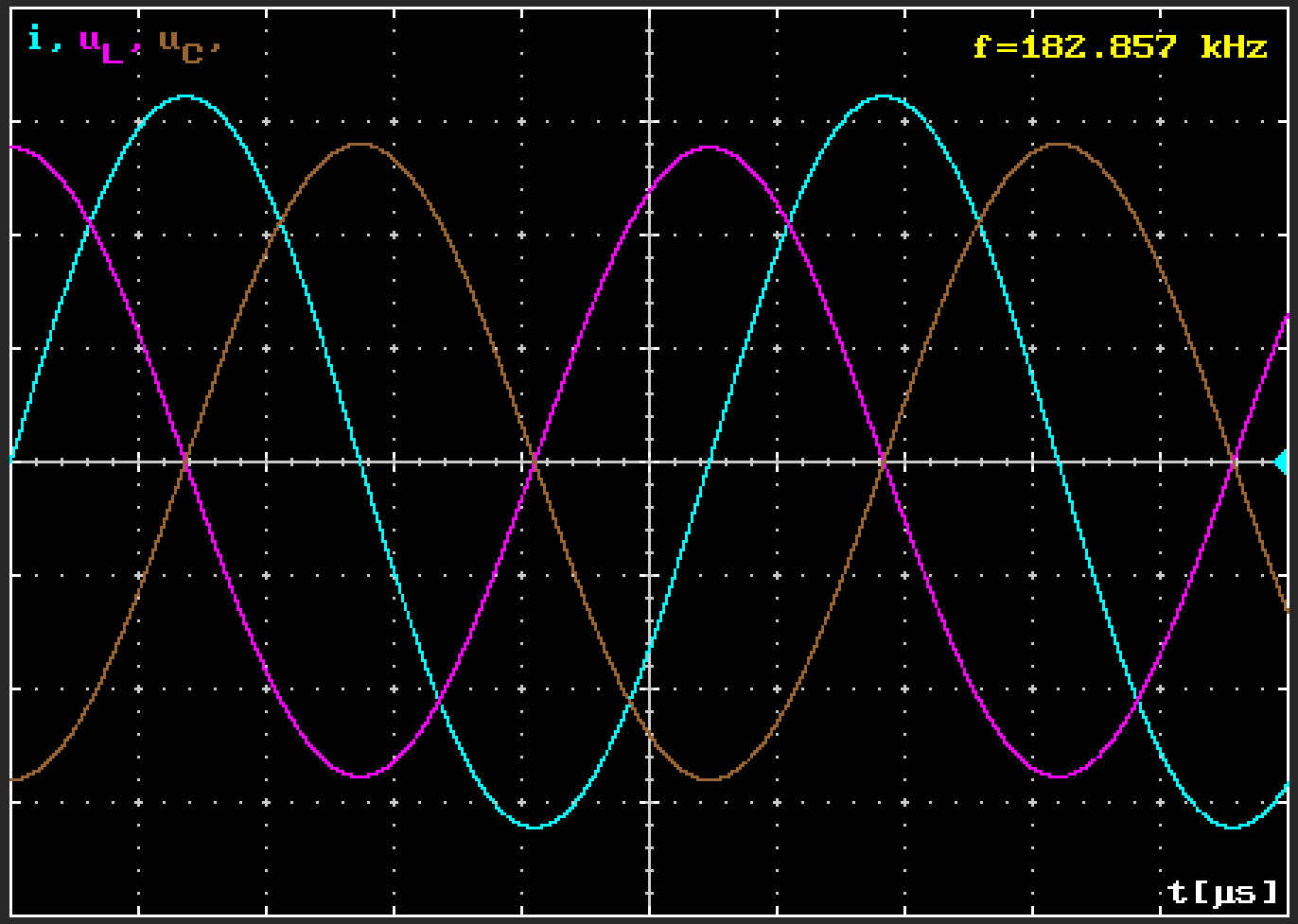
A soros RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 37.29 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.186 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.54542 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.60131 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-27.76°$

LH Trigger

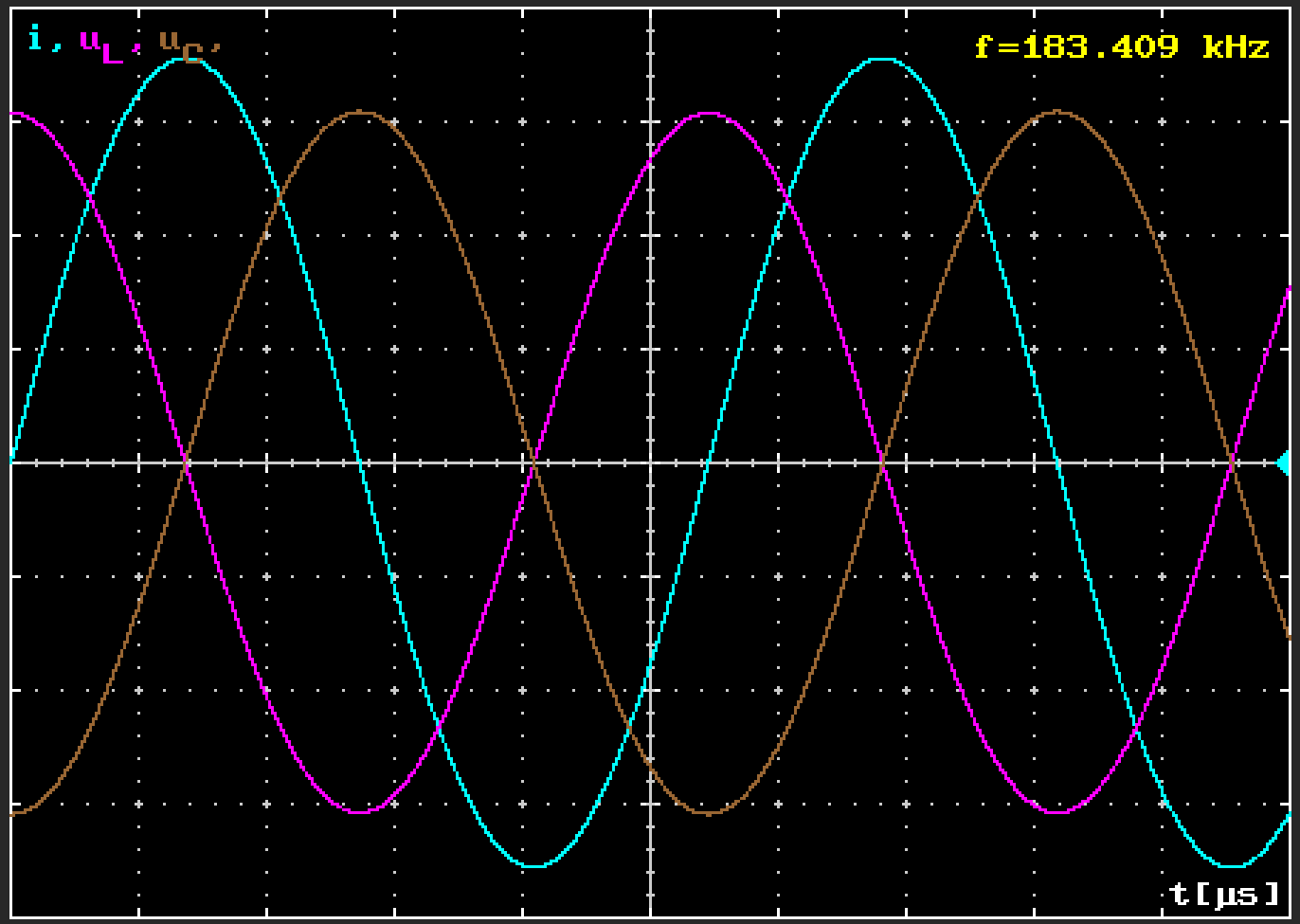
A soros RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.438 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.15159 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.17625 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-11.86°$

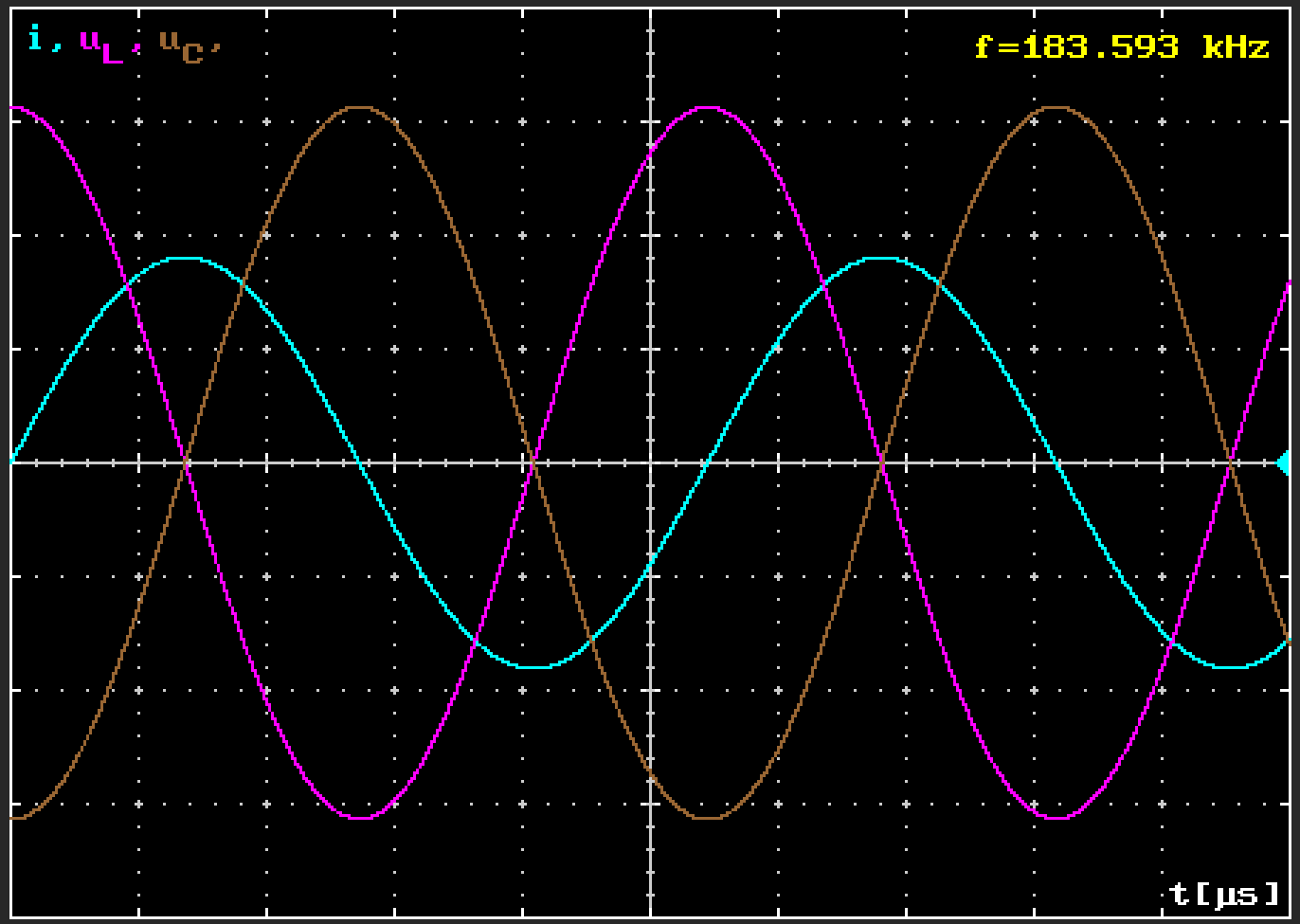
LH Trigger A soros RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.347 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.25784 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.27035 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=-5.98°$

LH Trigger

A soros RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

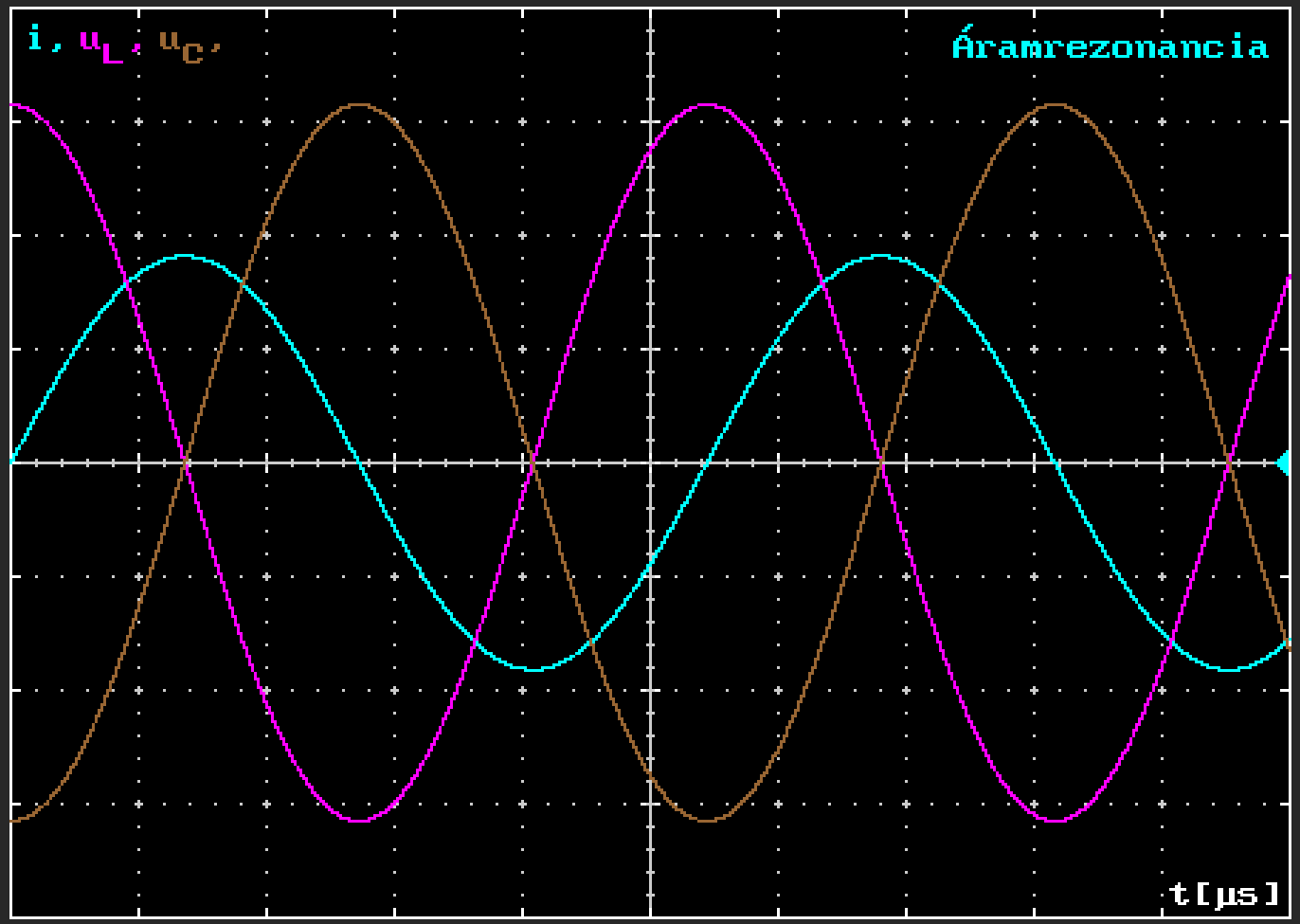
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

936

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.00 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.64 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	120.000 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.29837 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.29837 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=0°$

LH Trigger

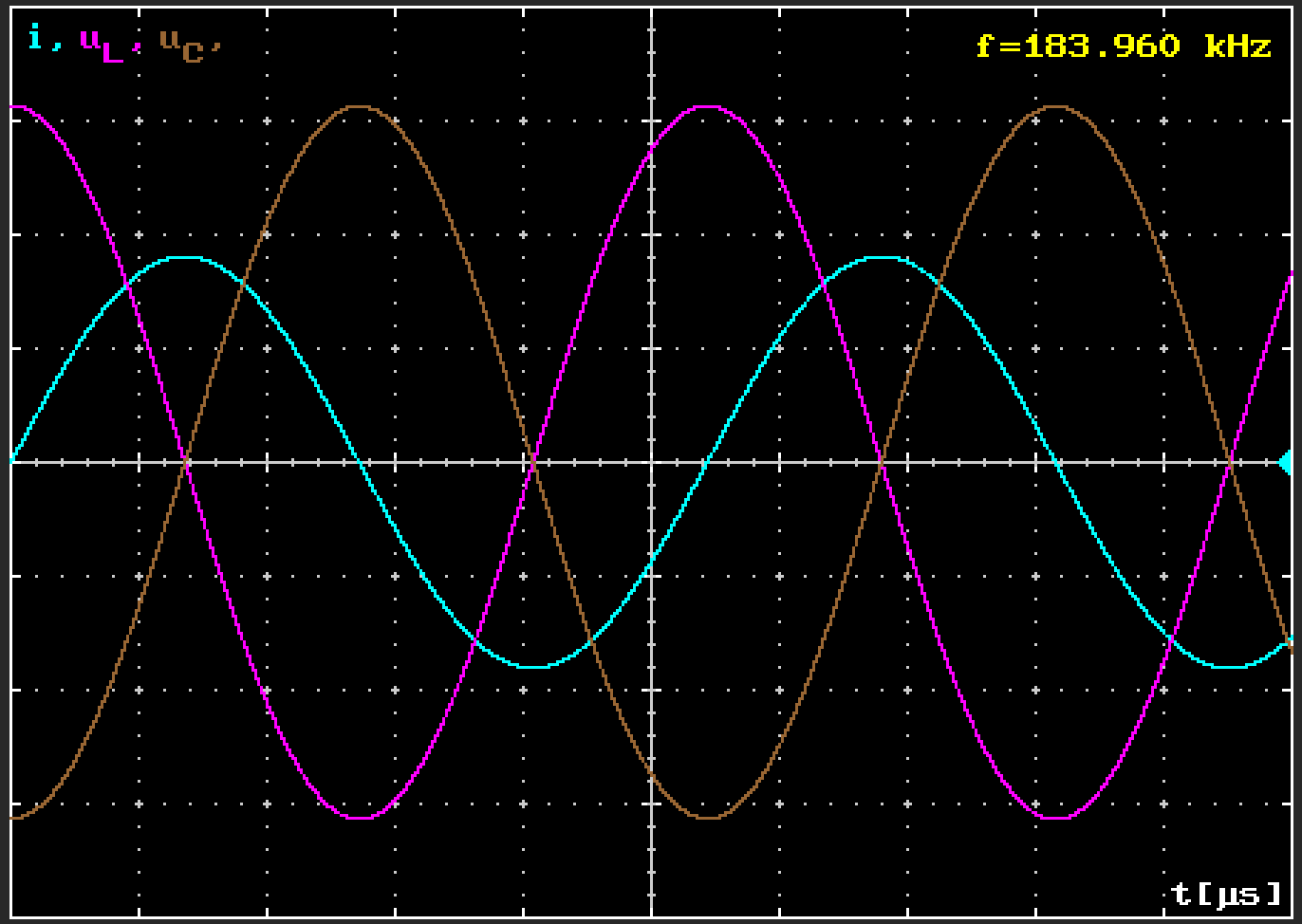
A soros RLC jellege ezen a frekvencián: rezisztív

0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.18 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.62 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	119.345 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.27027 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.25776 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+5.99°$

LH Trigger A soros RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

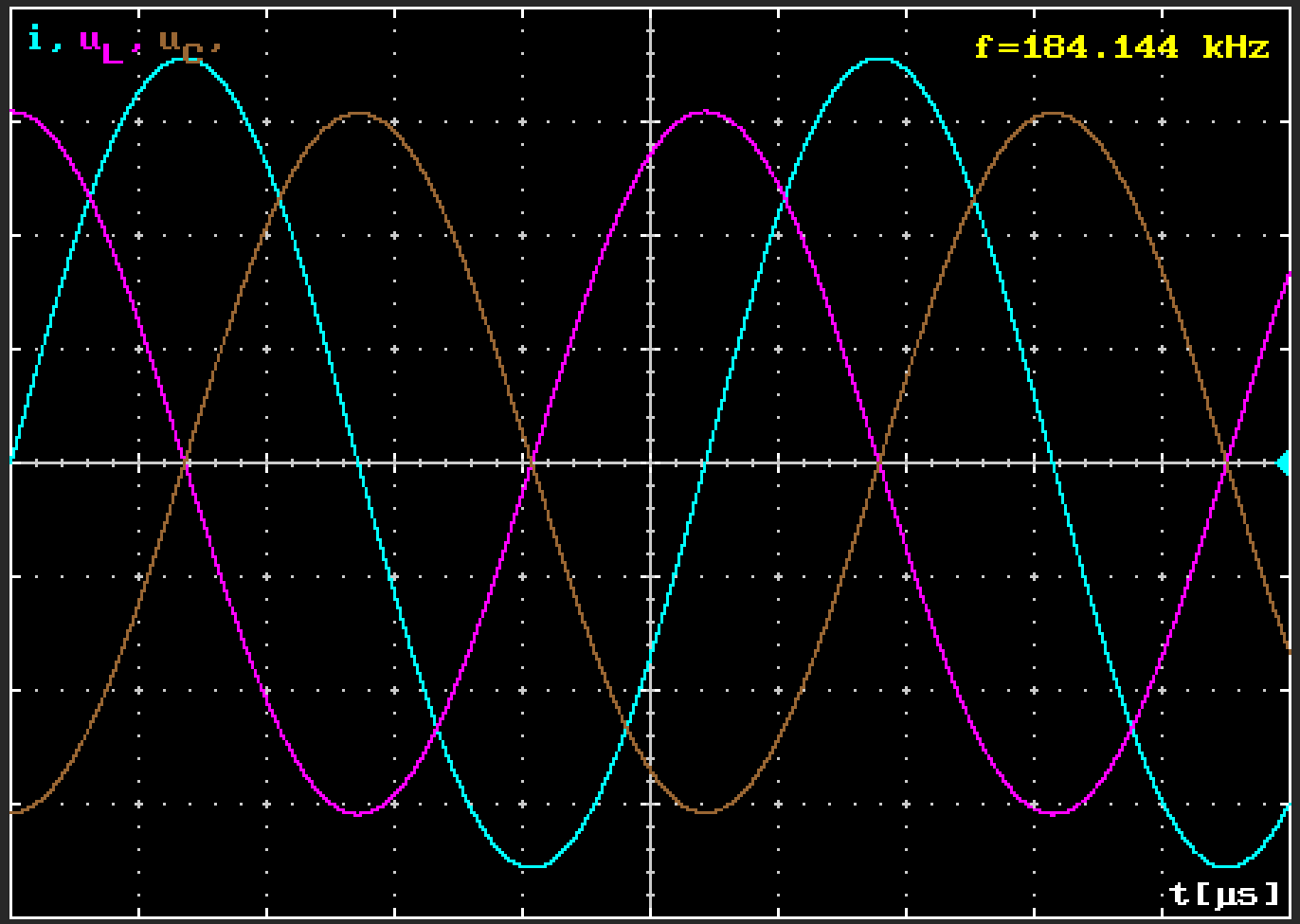
0	1	2	3	4	
2	50	2	2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

938

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 33.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.20%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.56 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	117.443 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	6.17647 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	6.15183 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+11.85°$

LH Trigger

A soros RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

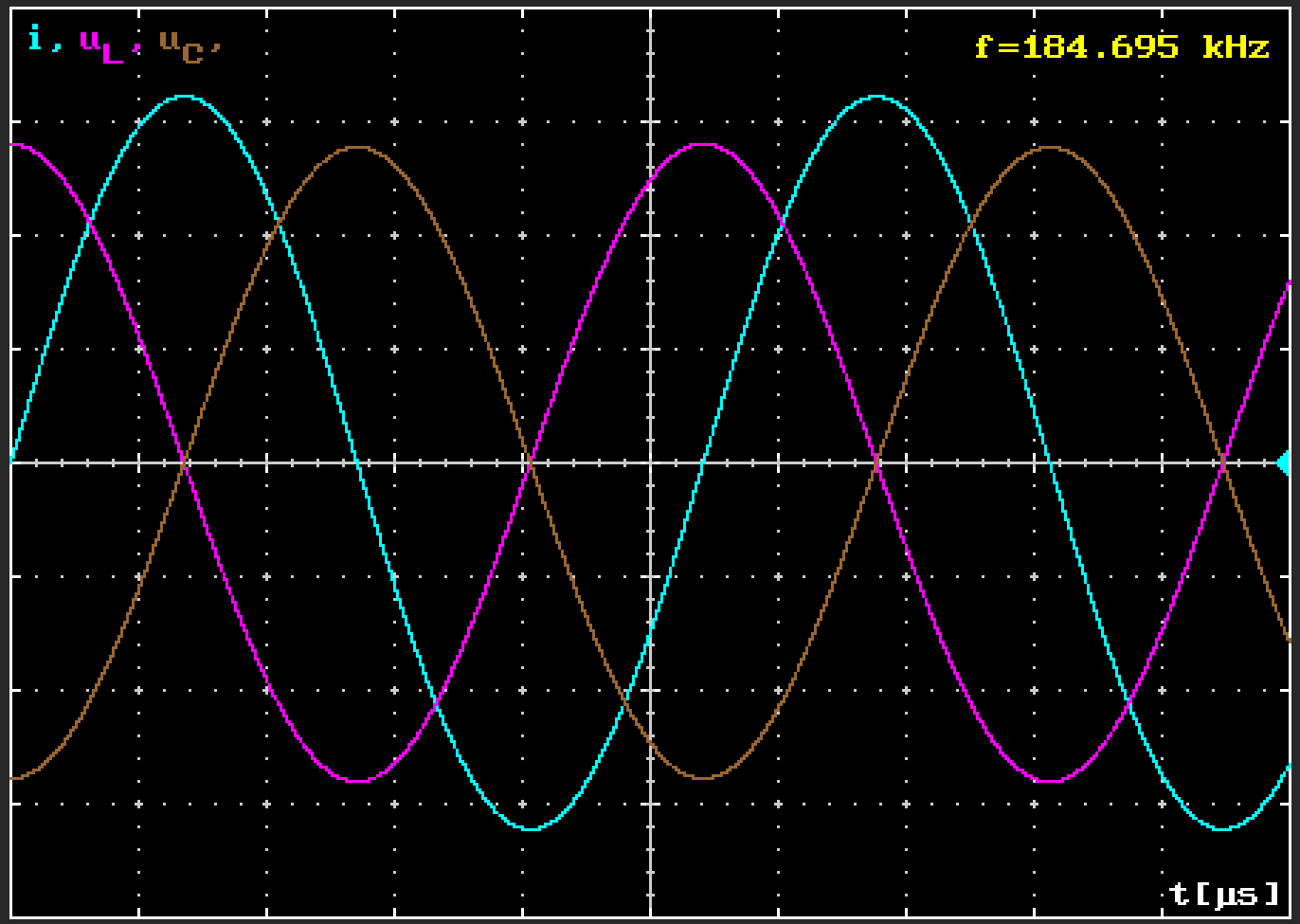
939

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 37.25 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.50%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	3.22 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	106.315 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	5.60800 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	5.55235 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+27.63°$

LH Trigger

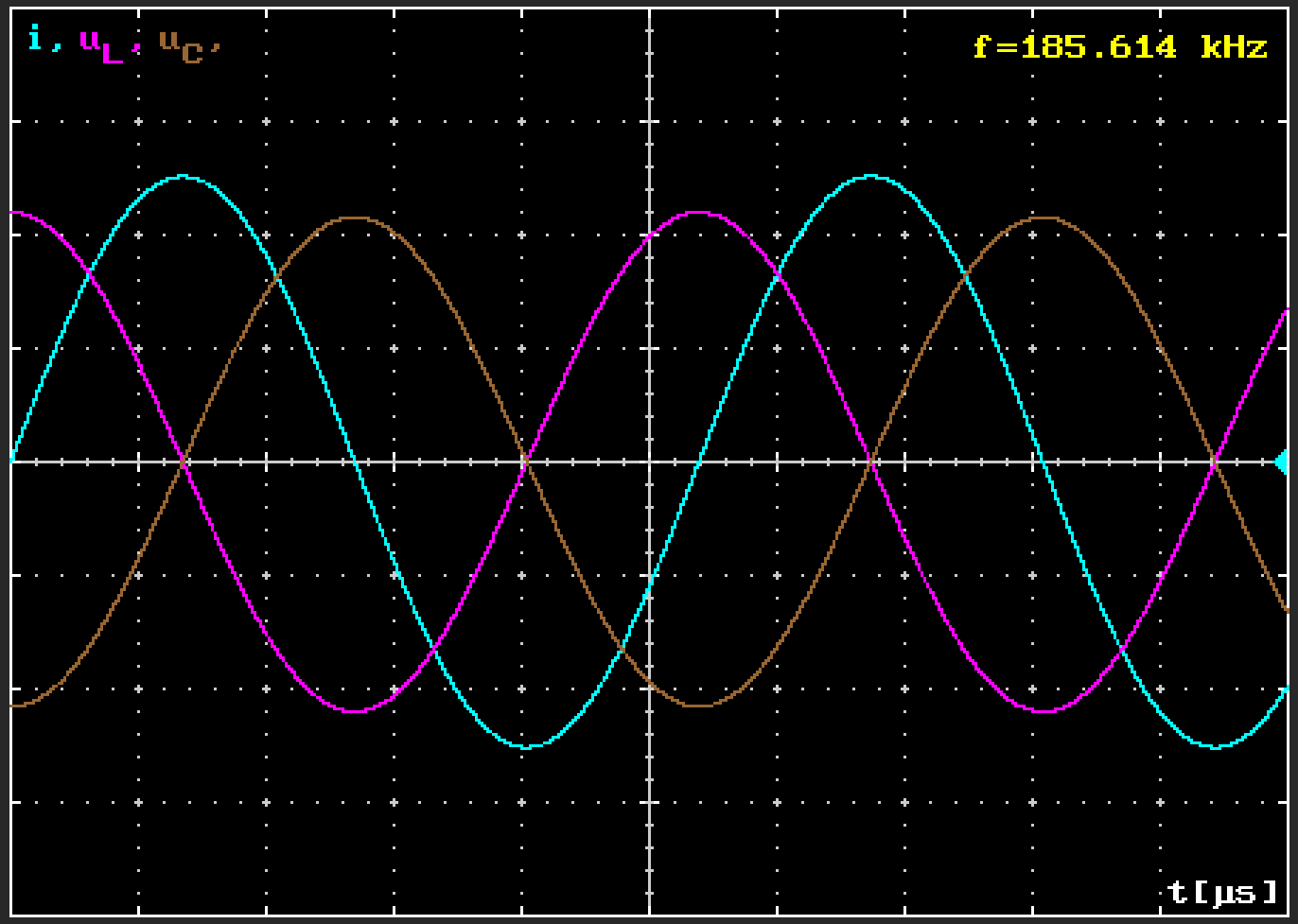
A soros RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 47.72 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	2.51 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	82.9864 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	4.39921 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	4.31253 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+46.25°$

LH Trigger

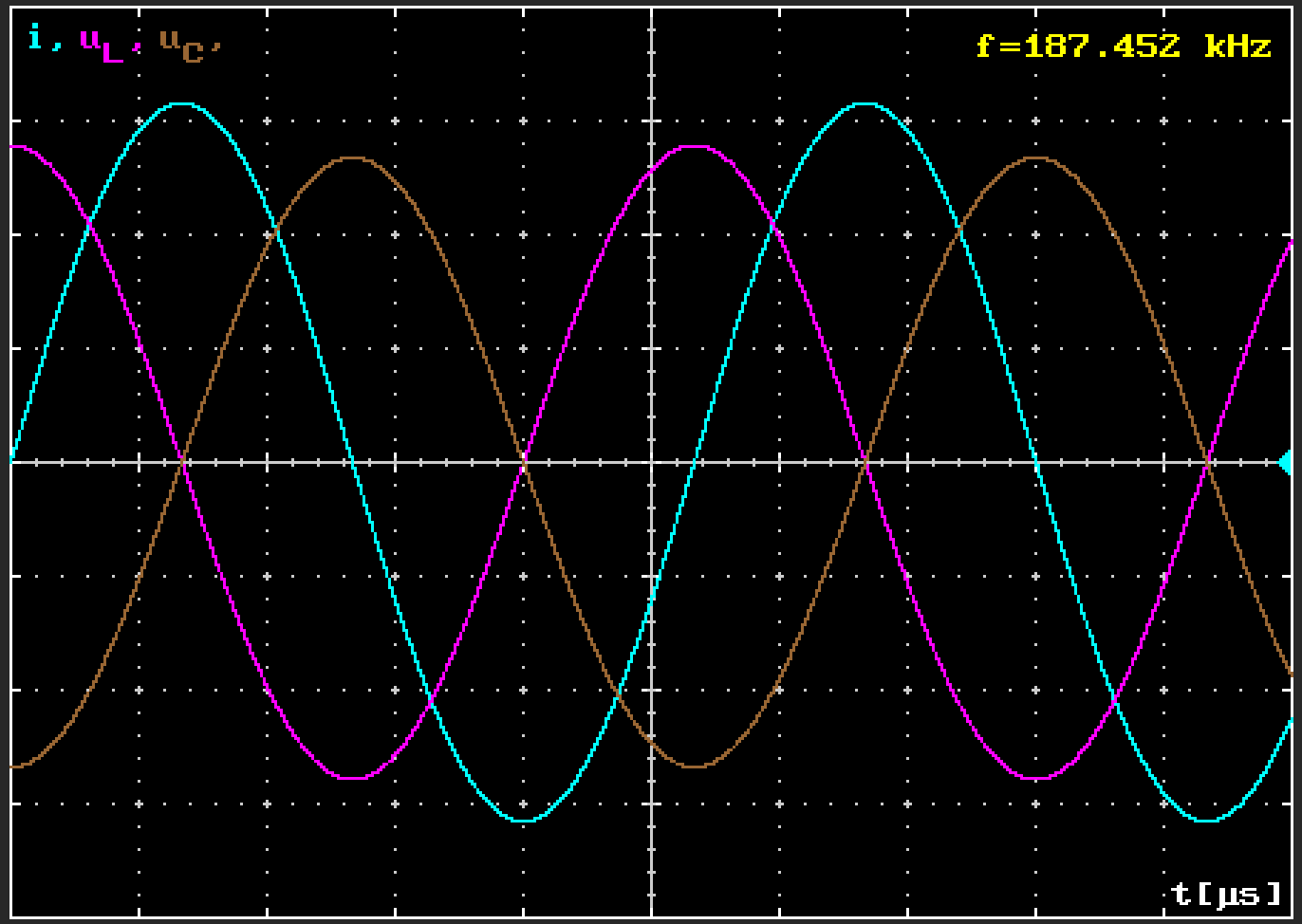
A soros RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	1	50	2	2	3	2	4	50		1
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		t[µs/div]	

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 76.13 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +2.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	1.58 mA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	52.0162 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	2.78475 V; $\varphi_L=+90°$
U_C	2.67661 V; $\varphi_C=-90°$
E_0	120 mV; $\varphi_E=+64.31°$

LH Trigger

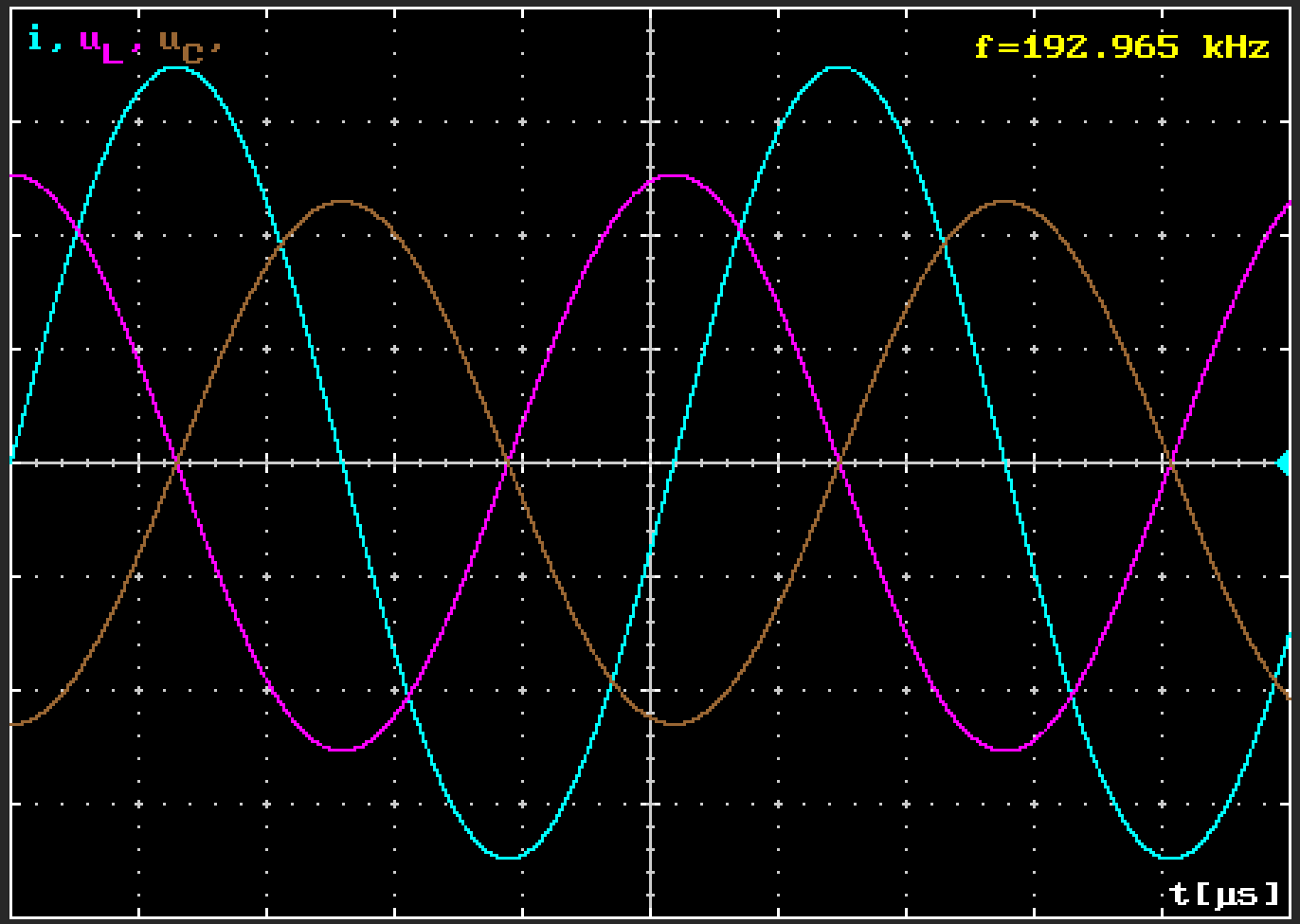
A soros RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	2	3	4	
0.5	20	1	1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0	120 mV, állandó
R	33.0 Ω
L	1.50 mH
C	500 pF
Z	172.3 Ω
f_0	183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	+5.00%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	697 µA; φ_{REF}=0°
U_R	22.9873 mV; φ_R=0°
U_L	1.26684 V; φ_L=+90°
U_C	1.14907 V; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+78.96°

LH Trigger

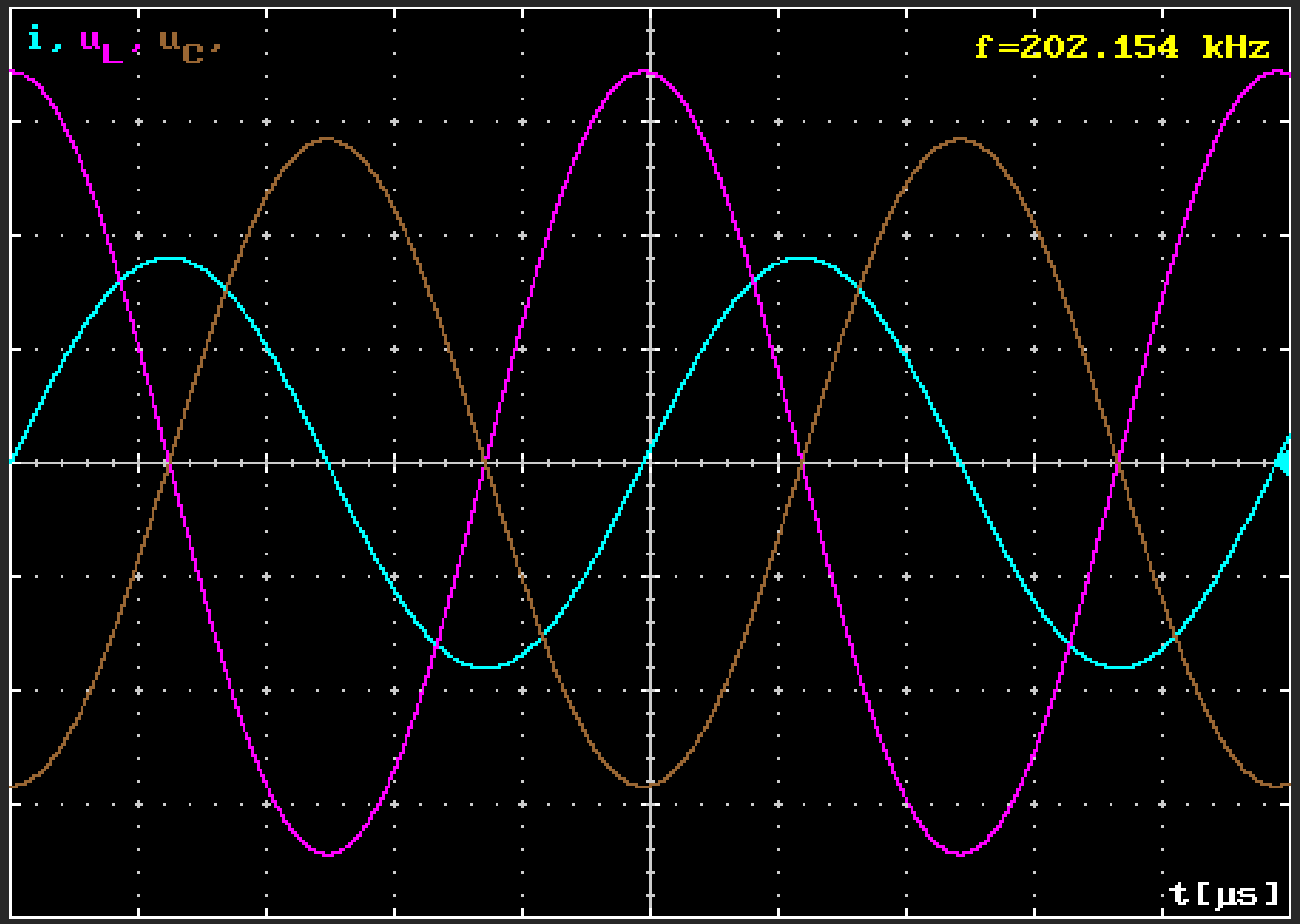
A soros RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	2	3	4	
0.2	10	0.5	0.5	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0 = 120 mV, állandó
R = 33.0 Ω
L = 1.50 mH
C = 500 pF
Z = 332.3 Ω
f_0 = 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	361 µA; φ_{REF}=0°
U_R	11.9167 mV; φ_R=0°
U_L	688.009 mV; φ_L=+90°
U_C	568.602 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+84.30°

LH Trigger

A soros RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

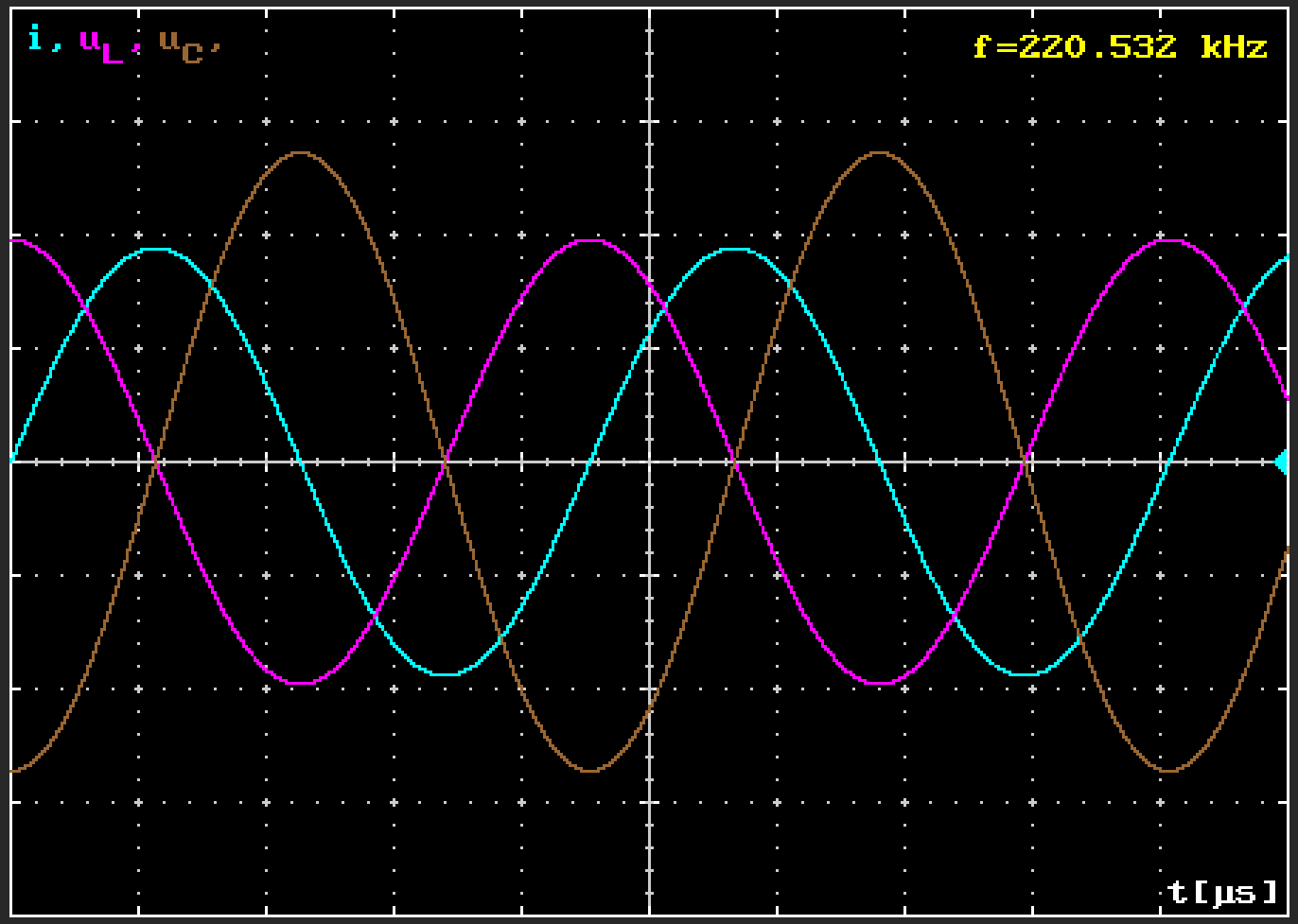
0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.2	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

signEQ

A soros RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0	120 mV, állandó
R	33.0 Ω
L	1.50 mH
C	500 pF
Z	635.9 Ω
f_0	183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	+20.0%

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 µA; φ_{REF}=0°
U_R	6.22691 mV; φ_R=0°
U_L	392.195 mV; φ_L=+90°
U_C	272.356 mV; φ_C=−90°
E_0	120 mV; φ_E=+87.03°

LH Trigger

A soros RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	2	3	4	
0.1	2	0.2	0.1	50	1
i[mA/div]	u_R[mV/div]	u_L[V/div]	u_C[V/div]	e[mV/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül

f=137.297 kHz

A párhuzamos RLC áramkör rezonancia-körüli jellegváltásának oszcilloszkópszerű vizsgálata

Egy olyan szimulációs kísérlet bemutatása következik, amelyet a legmodernebb oszcilloszkópokkal se lehetne láttatni, hiszen az áramfigyelő ellenállások felborítják a pRLC szerkezetét. A kísérletben a párhuzamos RLC rezonanciájának a lényegét keressük: a rezonancián hova tűnik az I_L és az I_C? Amikor kiegyenlítődnek, létrejön a rezonancia, az áramkör rezisztív, de előtte és utána az erősebbik határozza meg az áramkör jellegét. Az I_L és az I_C nagyságát és fázisát 17 frekvencián vizsgáltuk meg. A rezonancián az értékük hat számjegyes pontossággal egyenlő.

Főcímlap + 17 oszcillogram - [946..963]

Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E
I_R
I_L
I_C
I_0

A rezonancia jelensége a párhuzamos RLC áramkör I_L és I_C jeleinek a „párharcából" születik. Ezek a jelek ellentétes fázisúak, a rezonancián kioltják egymást. Kívülről mi csak az eredményt, a feszültségrezonanciát érzékelhetjük.

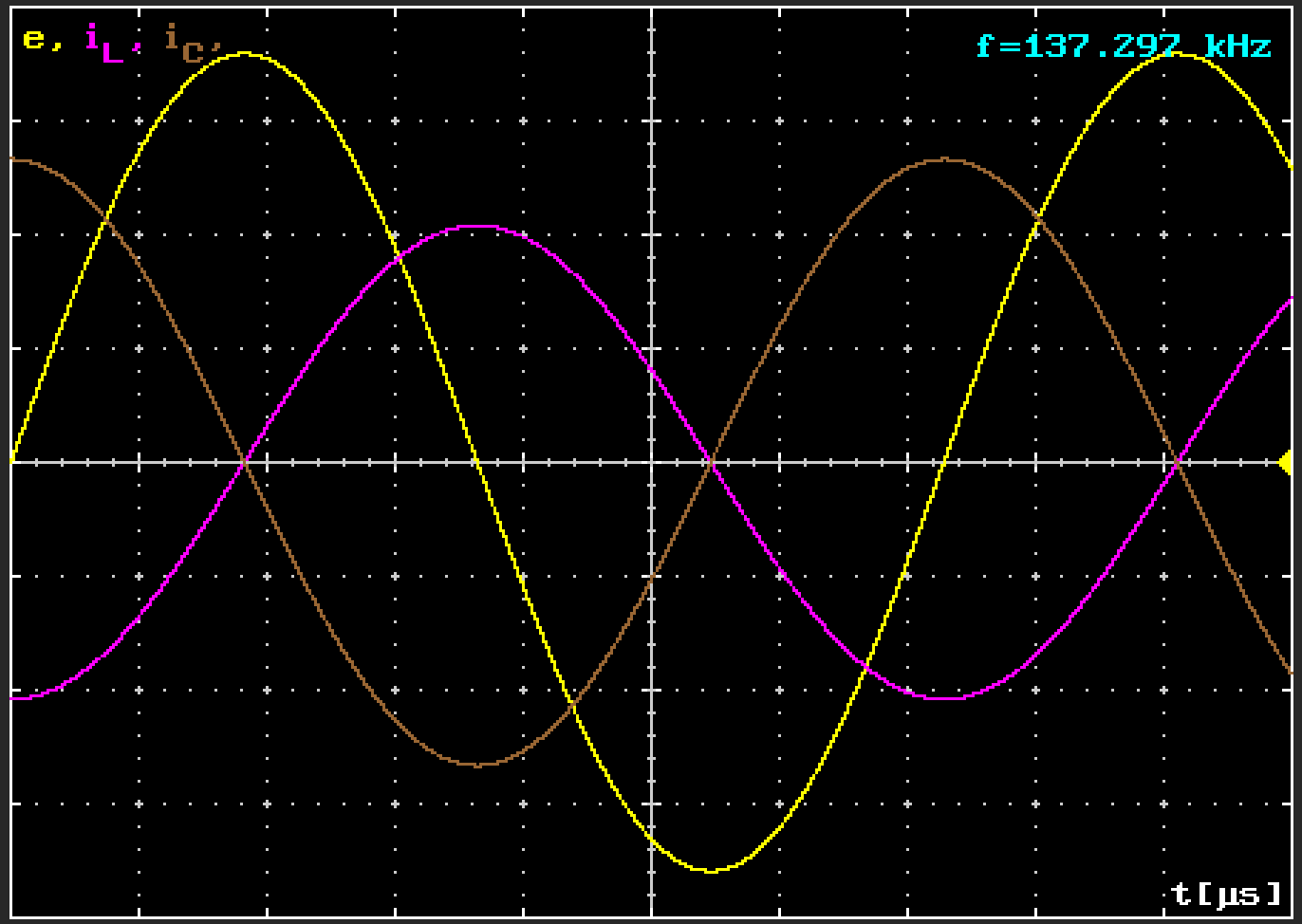
Az oszcillogram görbéinek összehasonlításakor vegyük figyelembe az automatikus érzékenységi kapcsolók állásait is!

0	0.2	1	5	2	0.2	3	0.1	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 208.9 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	718 mV; φ_{REF}=0°
I_R	7.88892 µA; φ_R=0°
I_L	416.091 µA; φ_L=-90°
I_C	266.298 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=-86.99°

LH Trigger

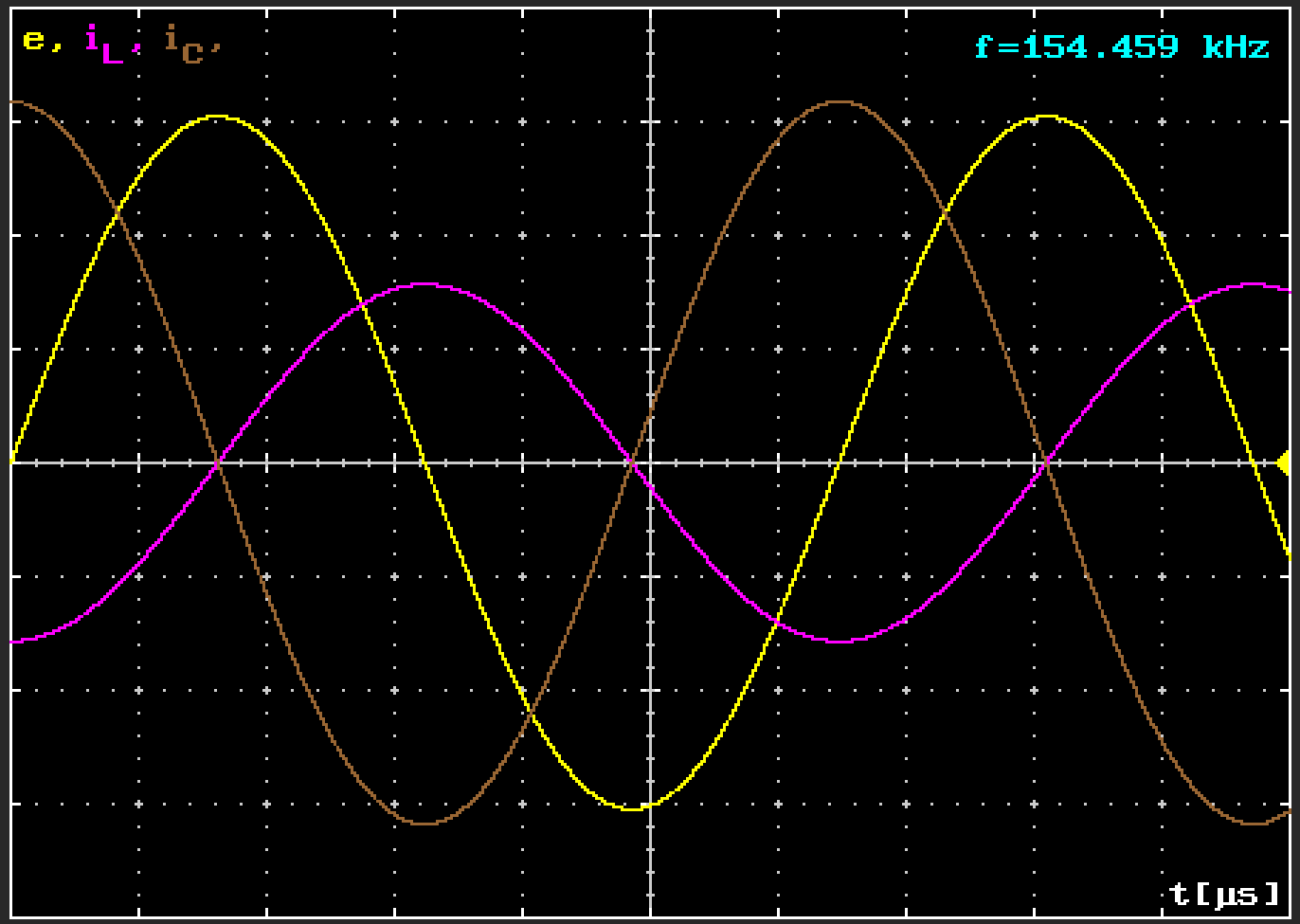
A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	2	3	4	
0.2	5	0.2	0.1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 98.50 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.52 V; φ_{REF}=0°
I_R	16.7339 µA; φ_R=0°
I_L	784.543 µA; φ_L=−90°
I_C	635.479 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−83.59°

LH Trigger

A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.5	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

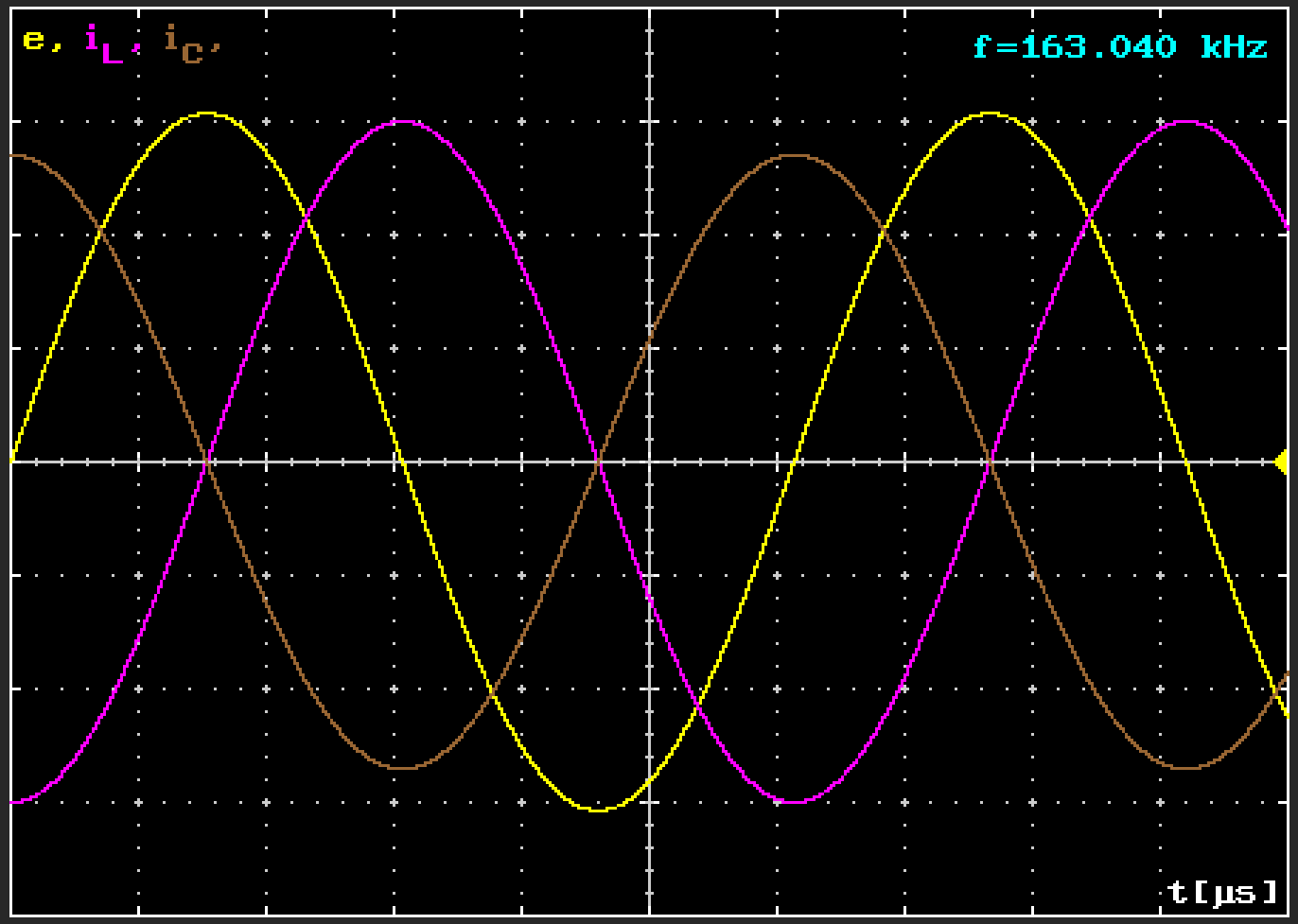
Fizikum – ADY Endre Líceum – Nagyvárad, 1996

2

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 48.84 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	3.07 V; φ_{REF}=0°
I_R	33.7491 µA; φ_R=0°
I_L	1.49899 mA; φ_L=-90°
I_C	1.35284 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=-77.00°

LH Trigger

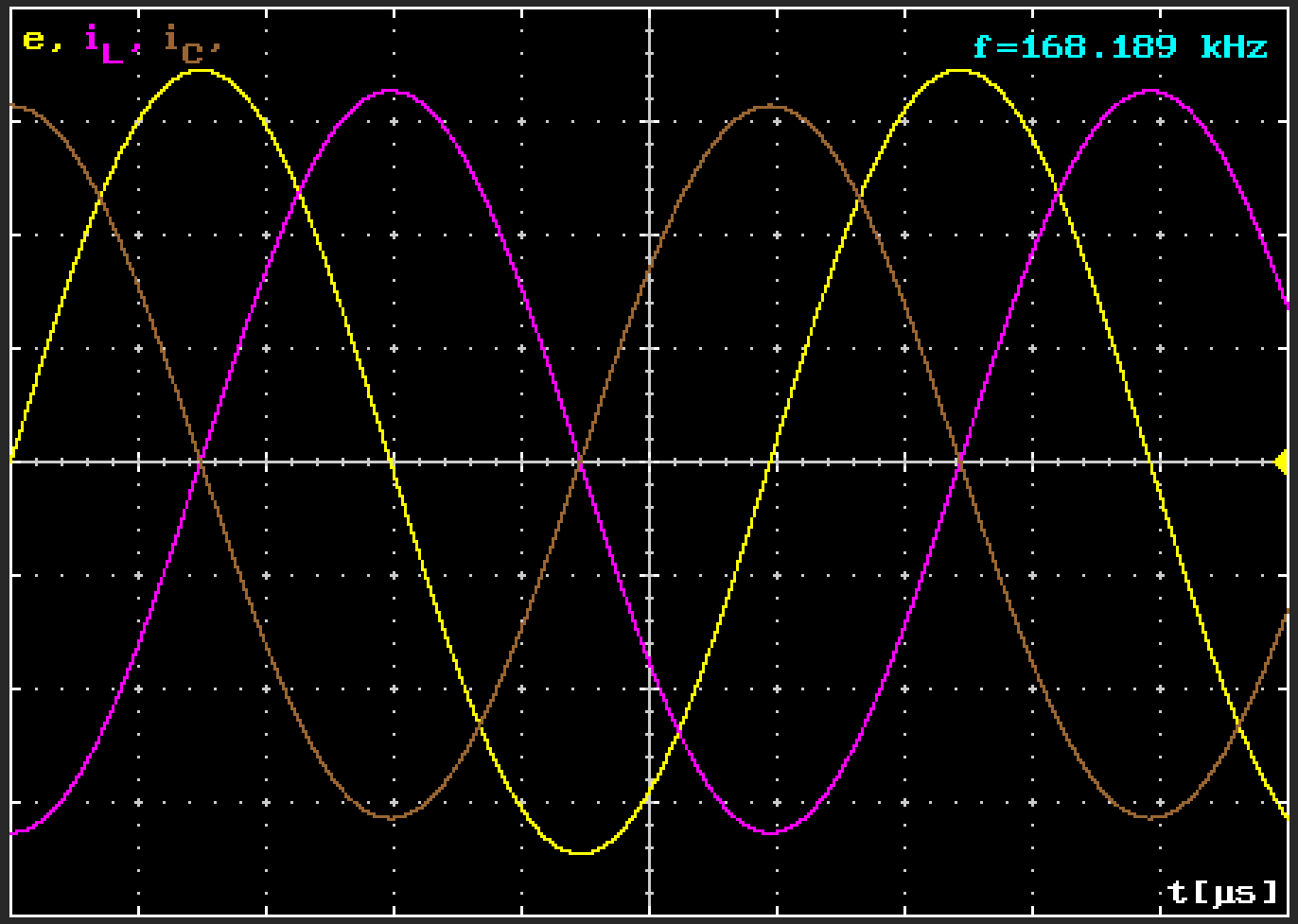
A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.72 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	6.91 V; φ_{REF}=0°
I_R	75.8903 µA; φ_R=0°
I_L	3.26754 mA; φ_L=-90°
I_C	3.13815 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=-59.61°

LH Trigger

A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

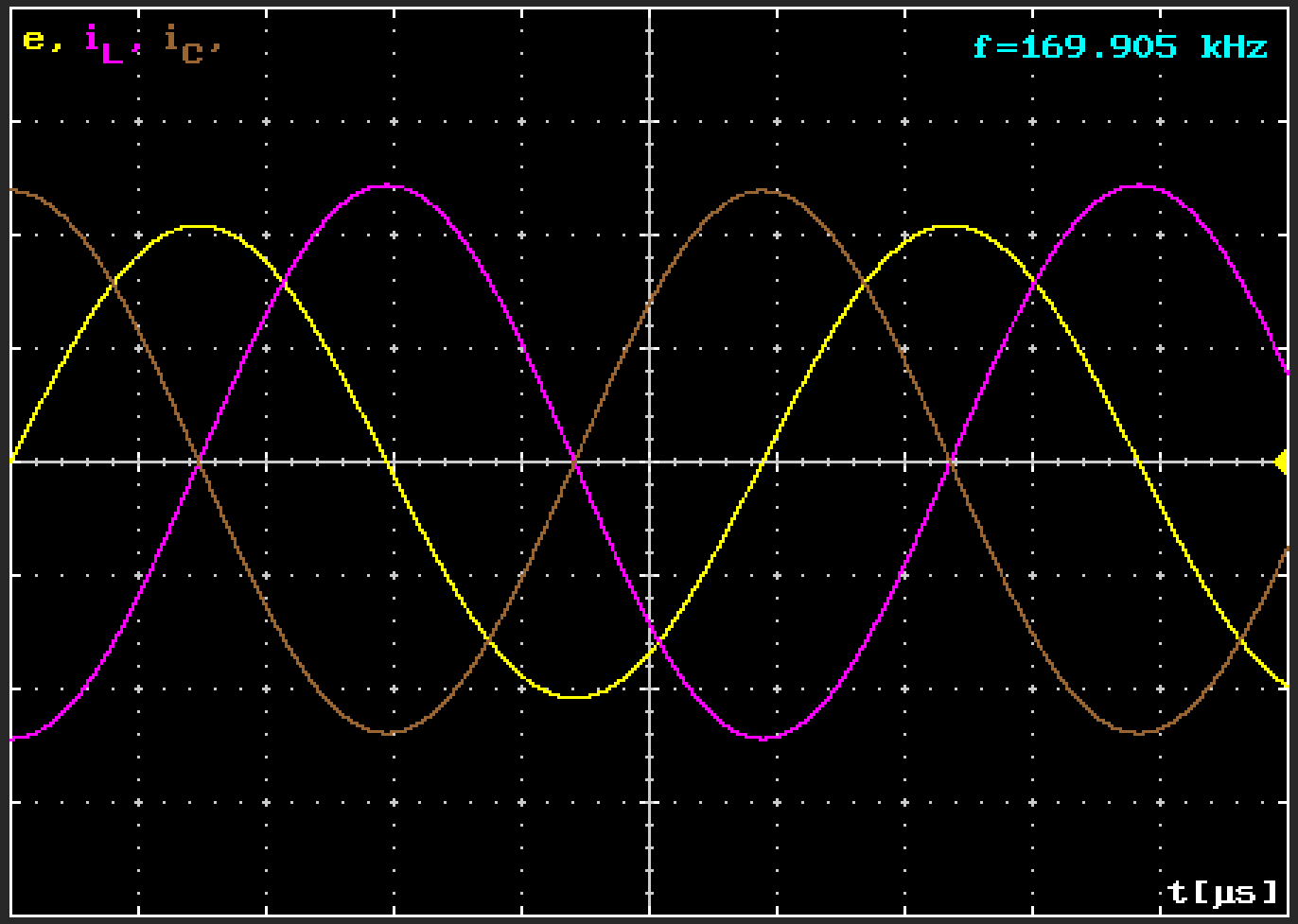
0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.41 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = -1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.4 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	114.395 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	4.87566 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	4.77864 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-40.30°$

LH Trigger

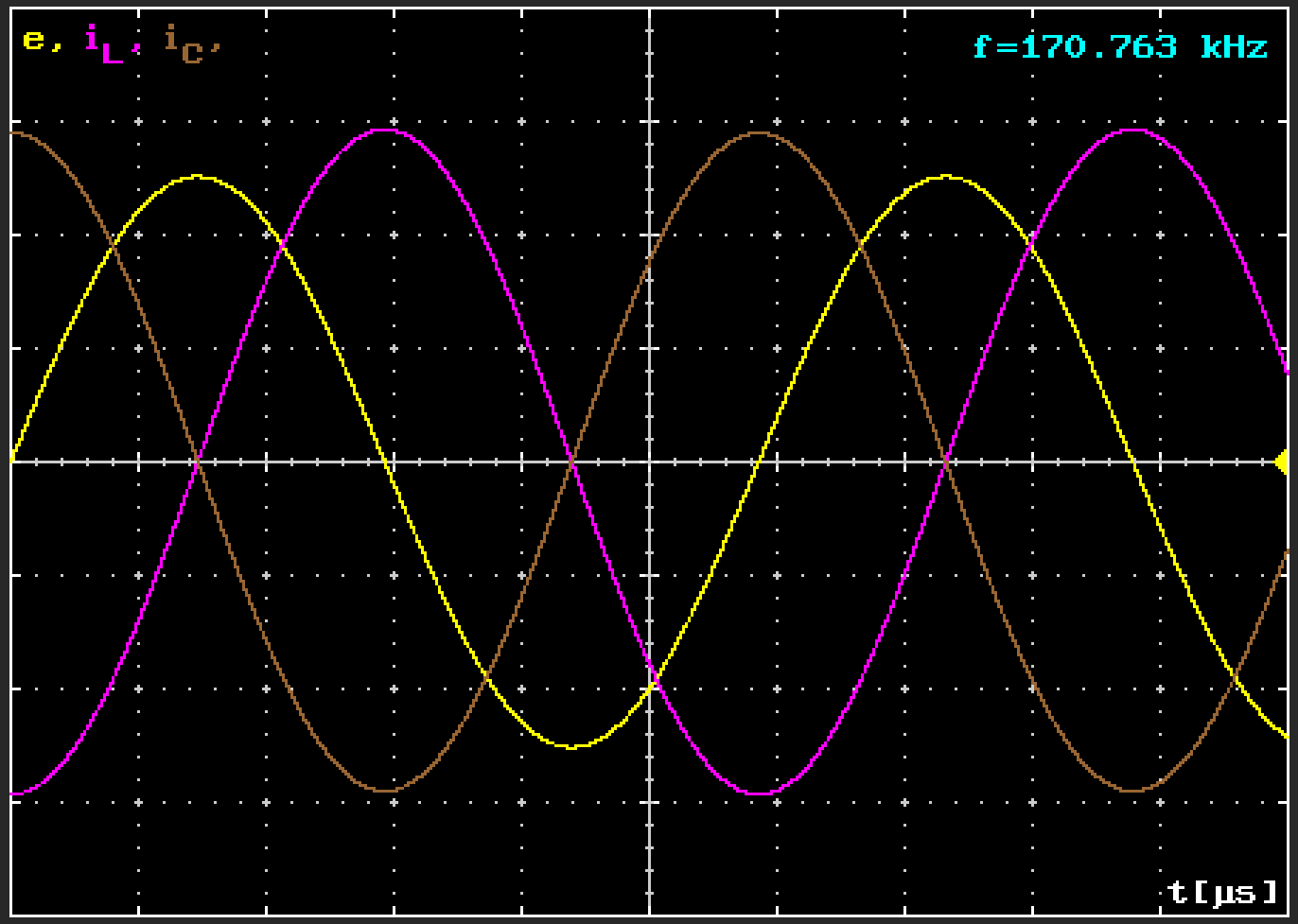
A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.93 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	138.146 µA; φ_R=0°
I_L	5.85838 mA; φ_L=−90°
I_C	5.79993 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=−22.93°

LH Trigger

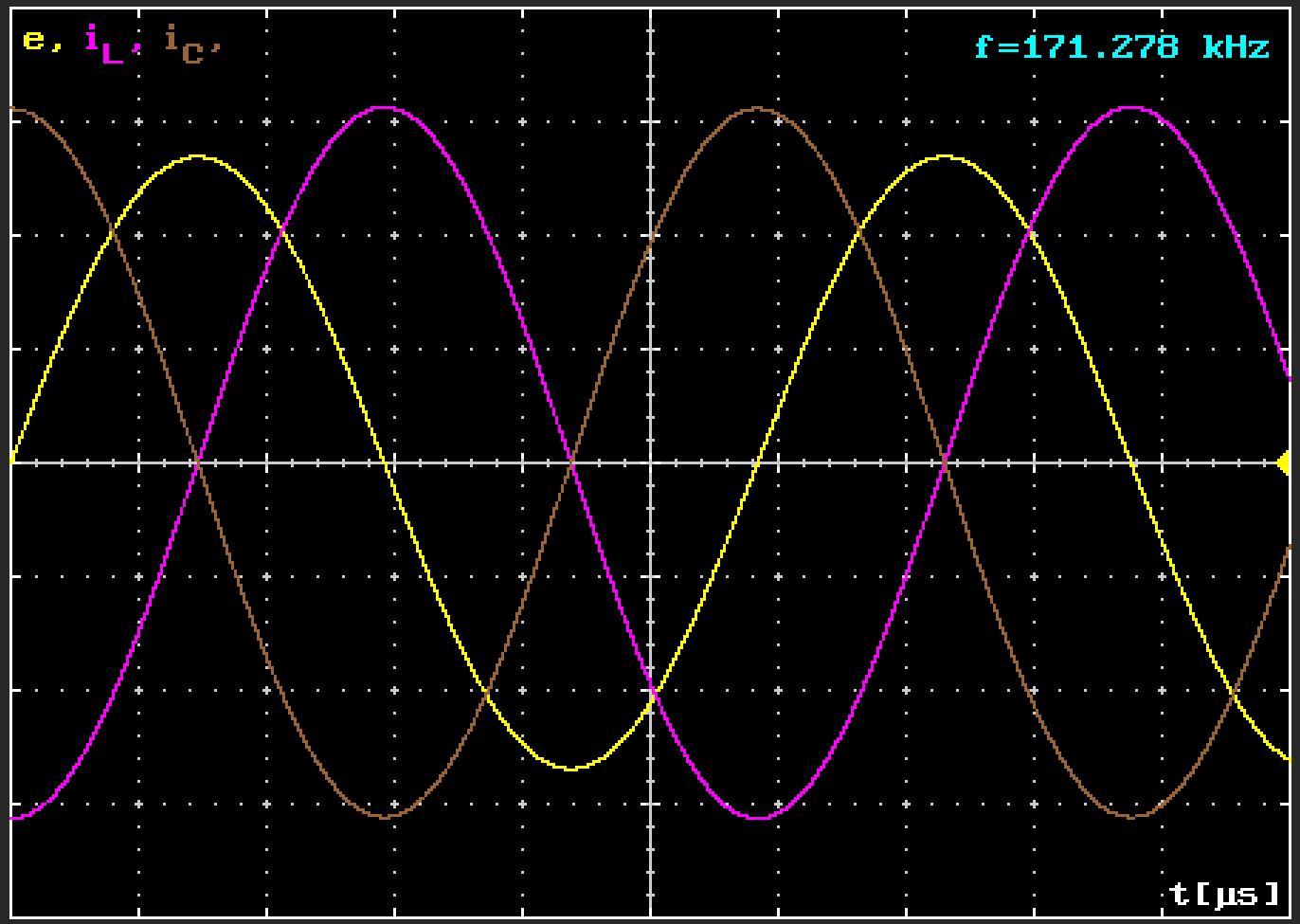
A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.14 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.905 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.25334 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.22835 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-9.59°$

LH Trigger

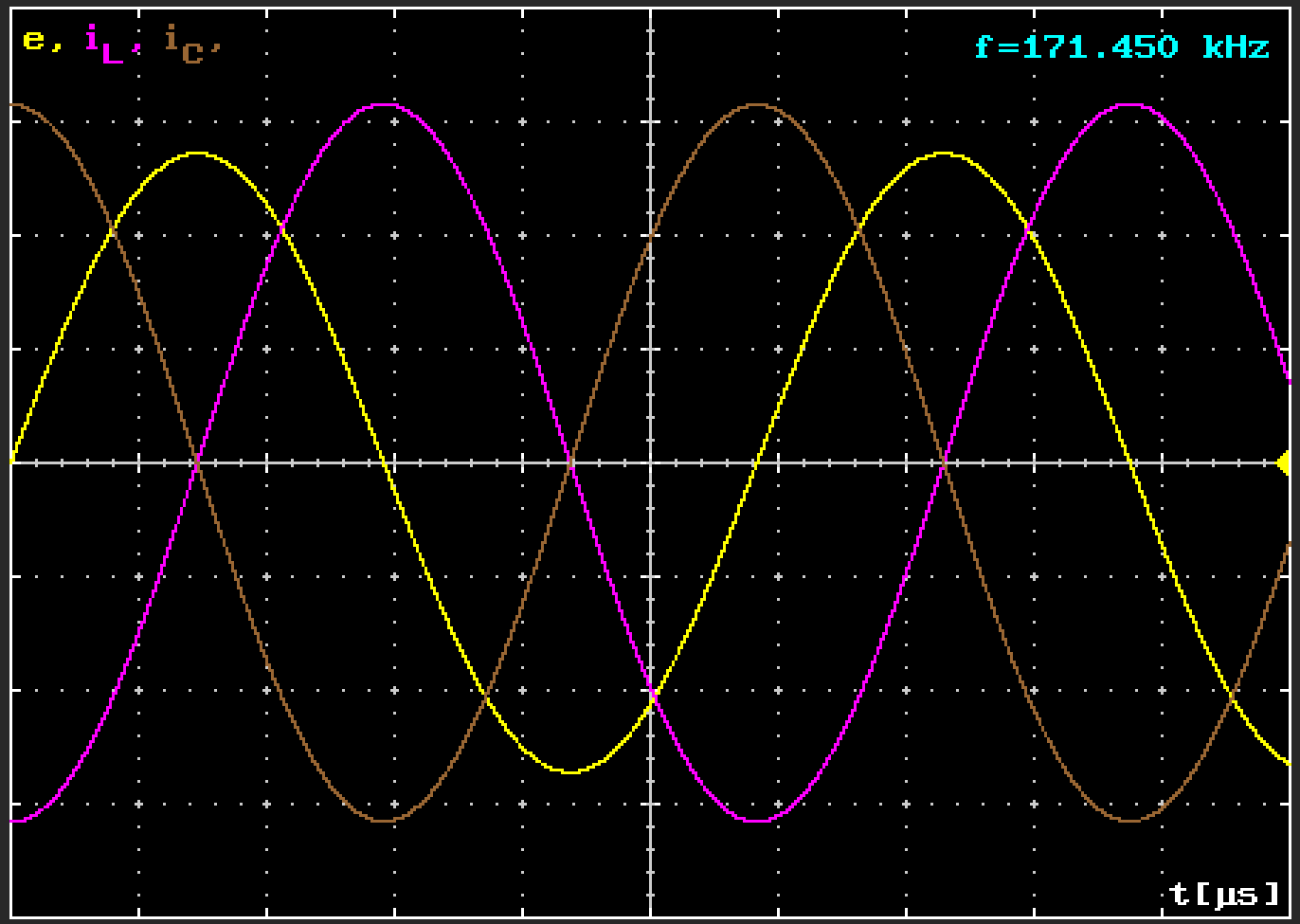
A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = −0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.471 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.31321 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.30063 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=-4.81°$

LH Trigger

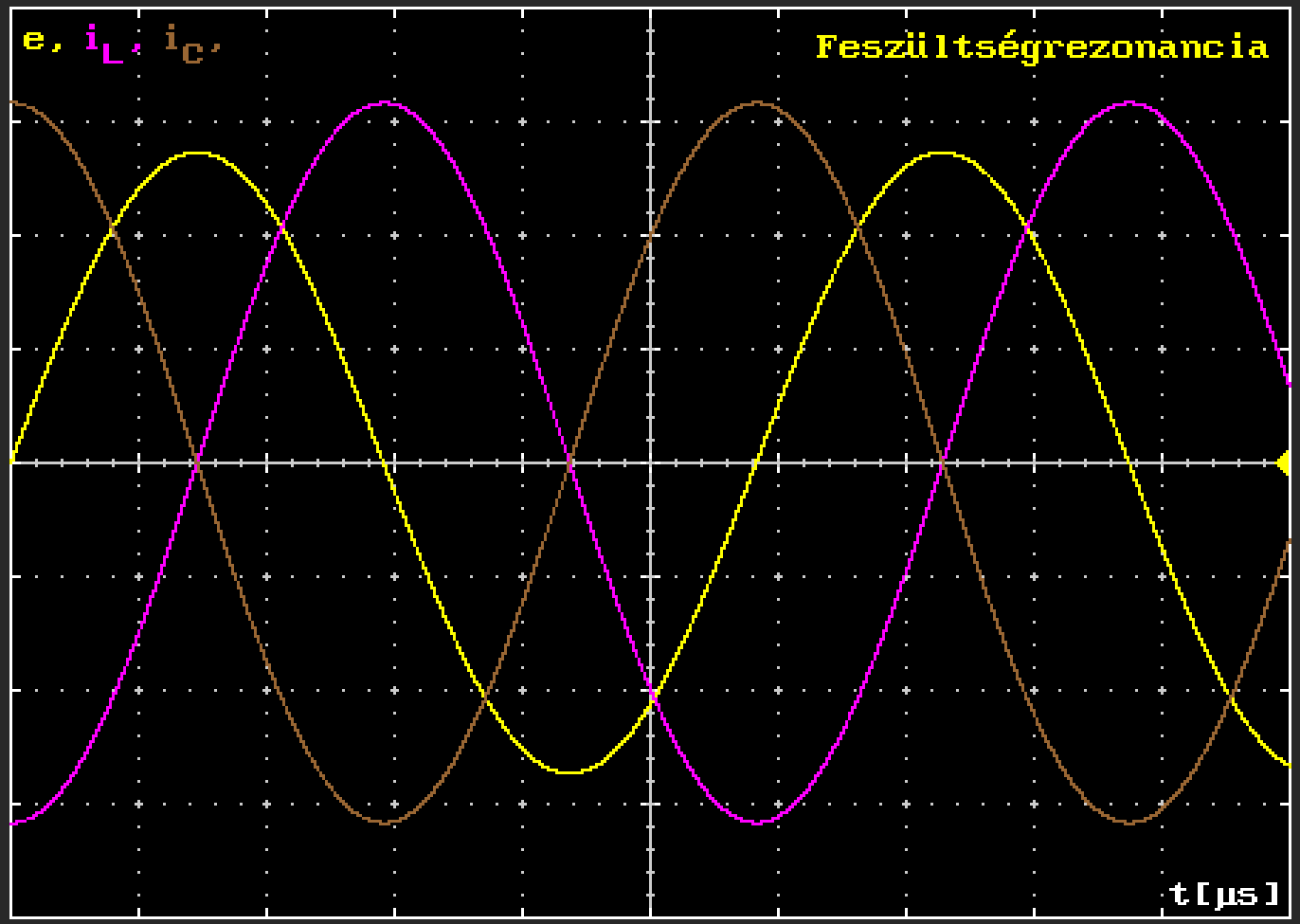
A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: induktív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 10.99 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = 0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.7 V; φ_{REF}=0°
I_R	150.000 µA; φ_R=0°
I_L	6.32924 mA; φ_L=−90°
I_C	6.32924 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=0°

LH Trigger

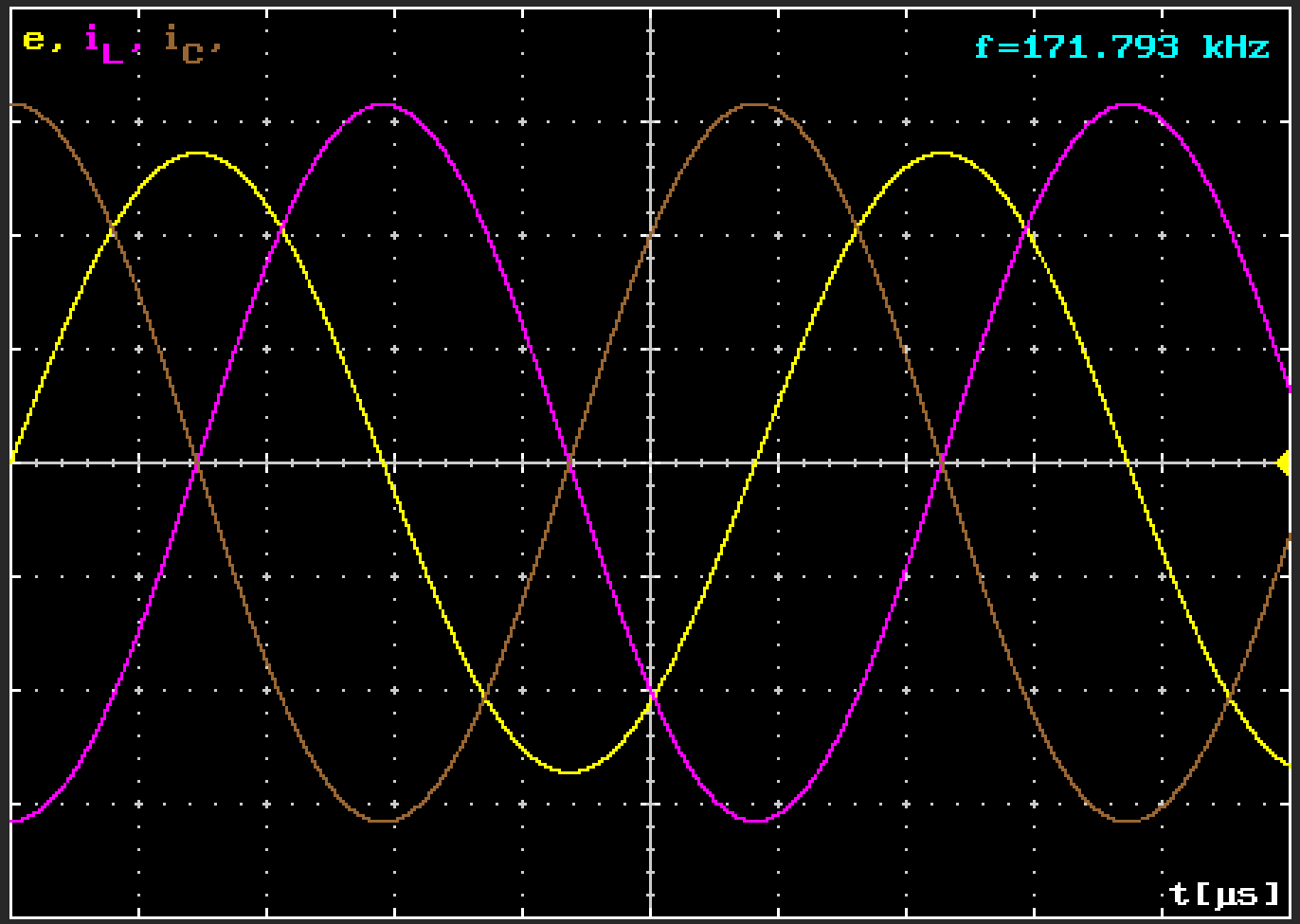
A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: rezisztív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.03 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.10%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.6 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	149.468 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.30049 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.31311 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+4.83°$

LH Trigger

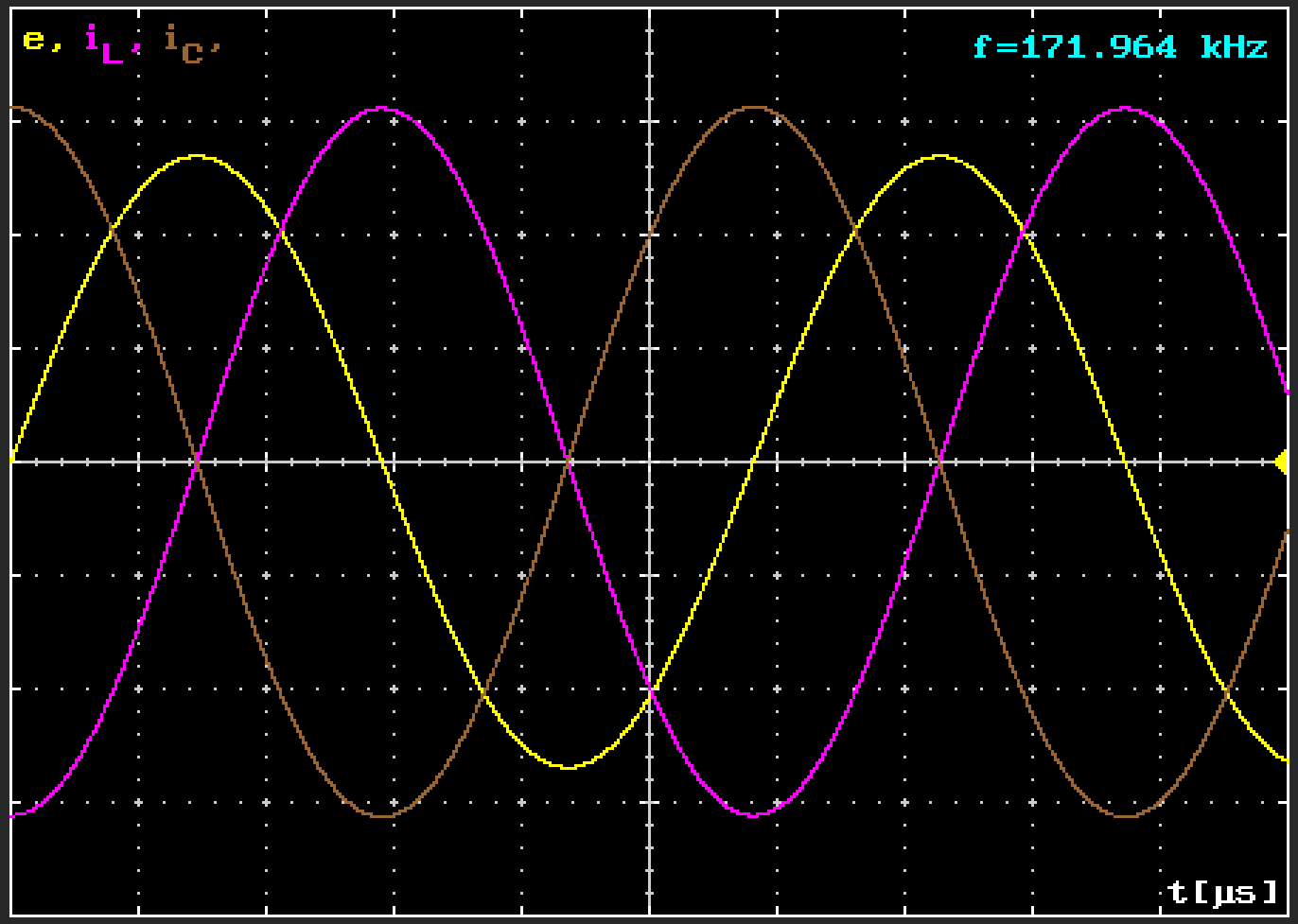
A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 11.14 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	= +0.20%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	13.5 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	147.917 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	6.22892 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	6.25383 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+9.56°$

LH Trigger

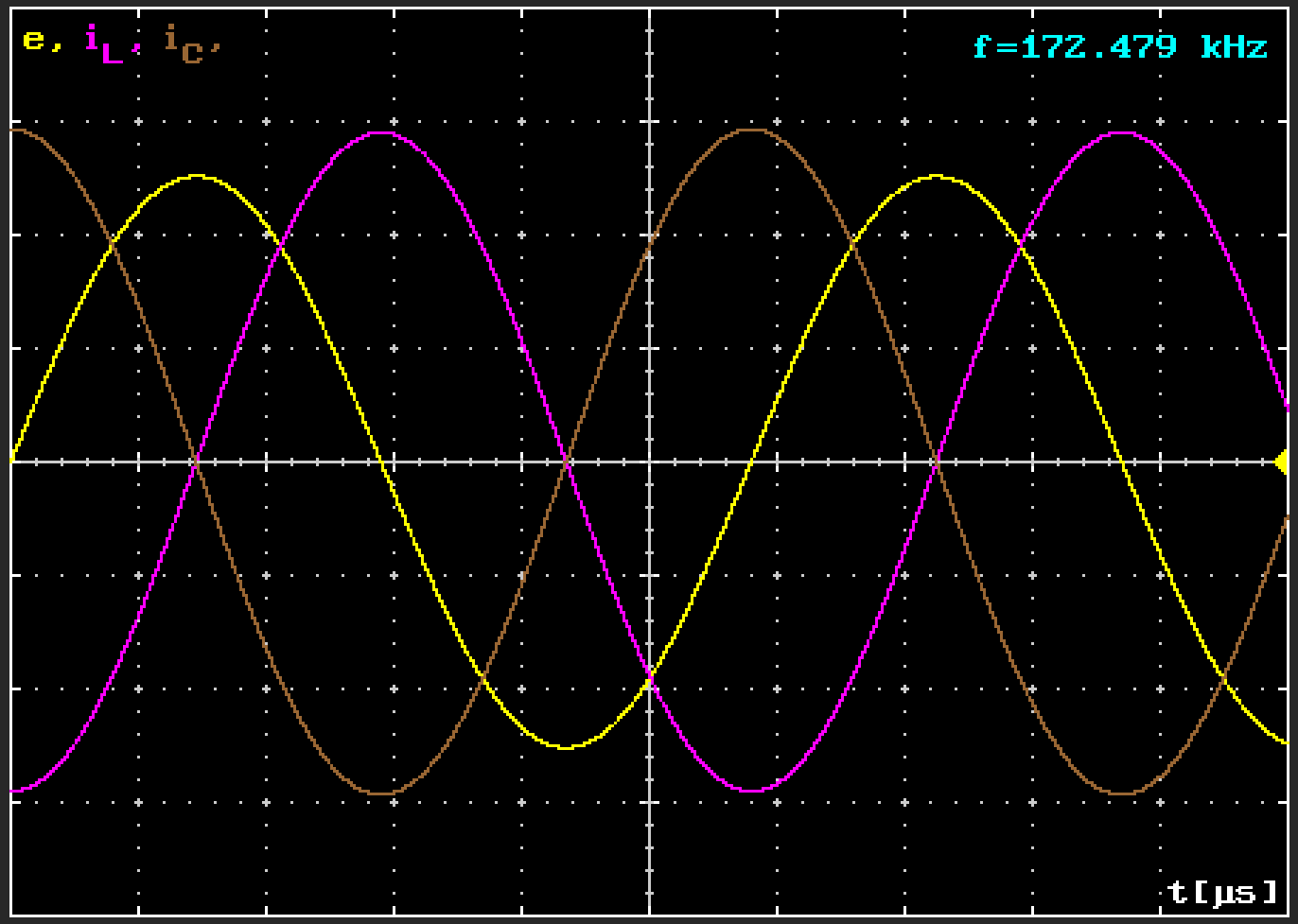
A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 11.92 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +0.50%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	12.6 V; φ_{REF}=0°
I_R	138.260 µA; φ_R=0°
I_L	5.80486 mA; φ_L=−90°
I_C	5.86303 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+22.82°

LH Trigger

A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

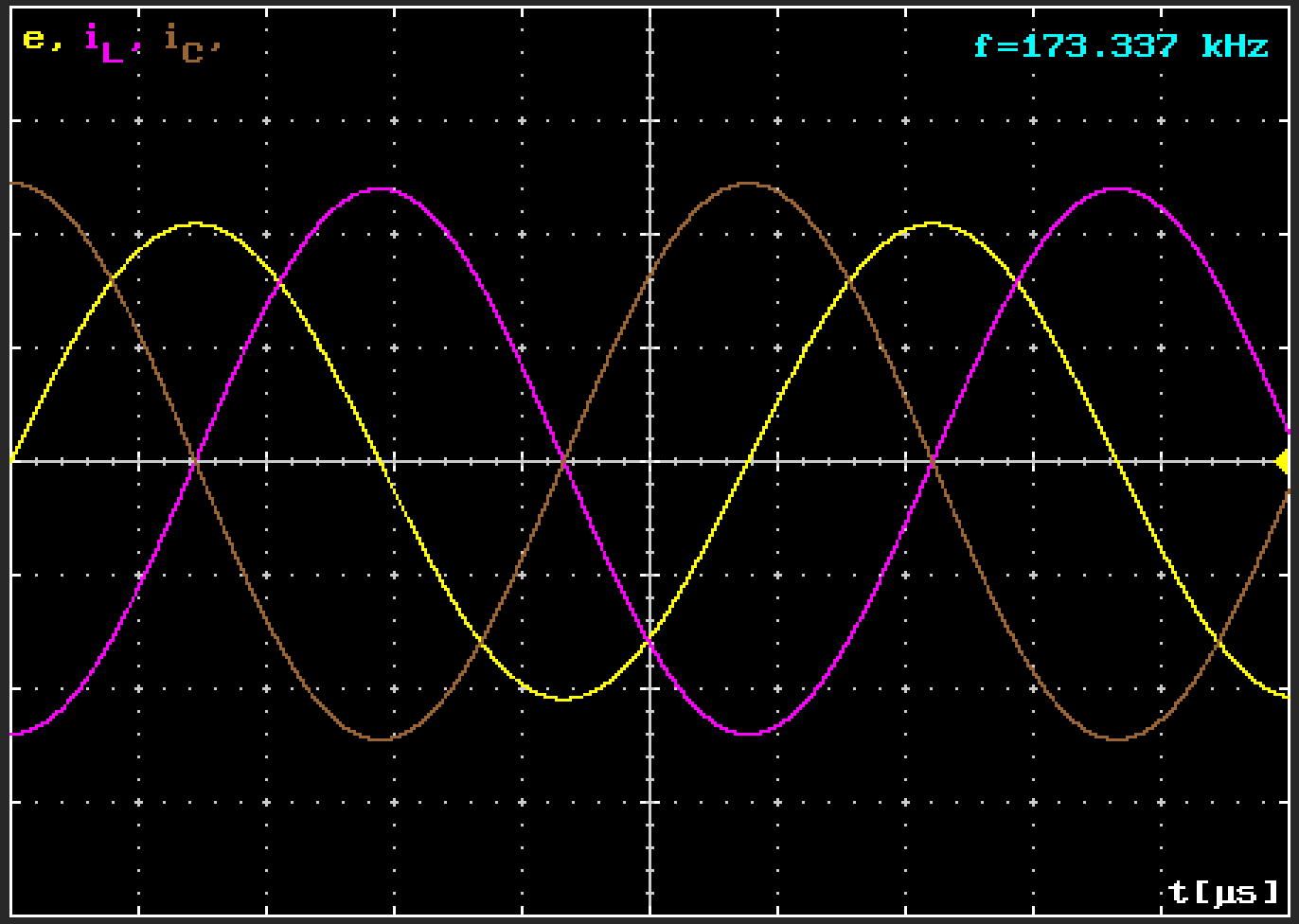
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

T

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 14.35 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +1.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	10.5 V; φ_{REF}=0°
I_R	114.883 µA; φ_R=0°
I_L	4.79948 mA; φ_L=−90°
I_C	4.89593 mA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+40.01°

LH Trigger

A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

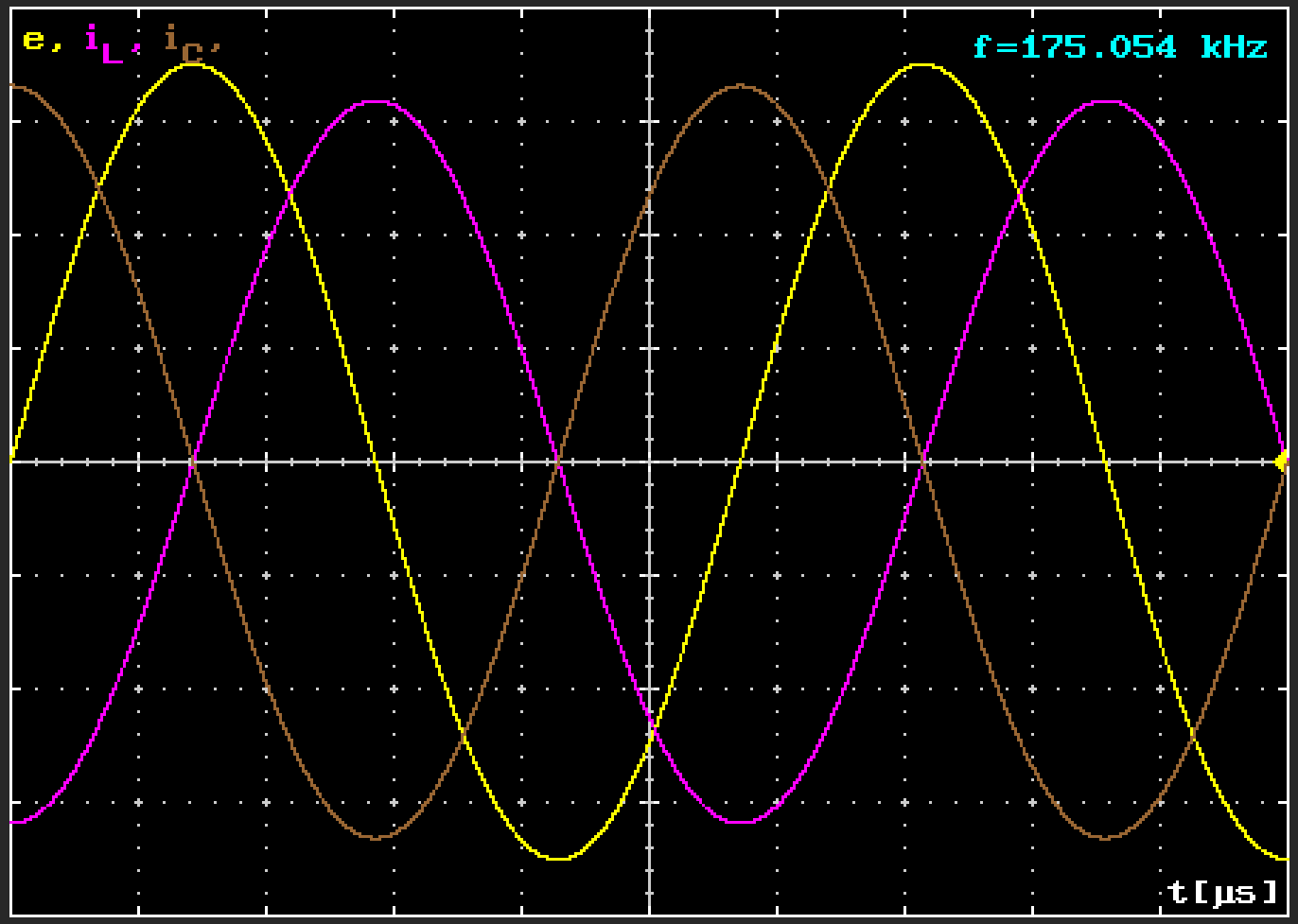
0	1	2	3	4	
5	50	2	2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

959

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_O = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 21.40 µS
f_O = 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$ = +2.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	7.01 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	77.0122 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	3.18580 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	3.31452 mA; $\varphi_C=+90°$
I_O	150 µA; $\varphi_I=+59.11°$

LH Trigger

A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

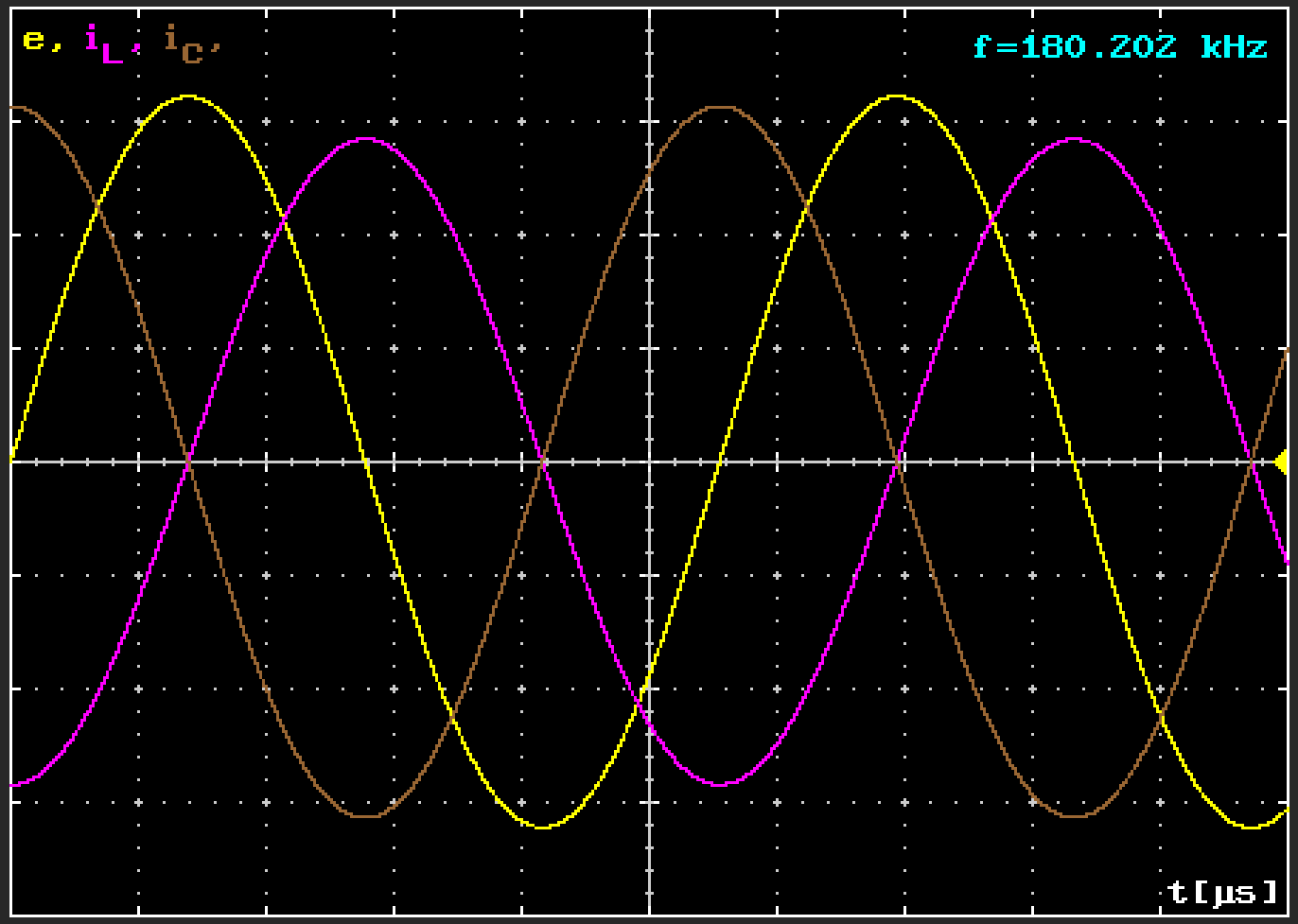
0	1	2	3	4	
2	50	1	1	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

960

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 46.58 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +5.00%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	3.22 V; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	35.3893 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	1.42215 mA; $\varphi_L=-90°$
I_C	1.56791 mA; $\varphi_C=+90°$
I_0	150 µA; $\varphi_I=+76.35°$

LH Trigger

A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

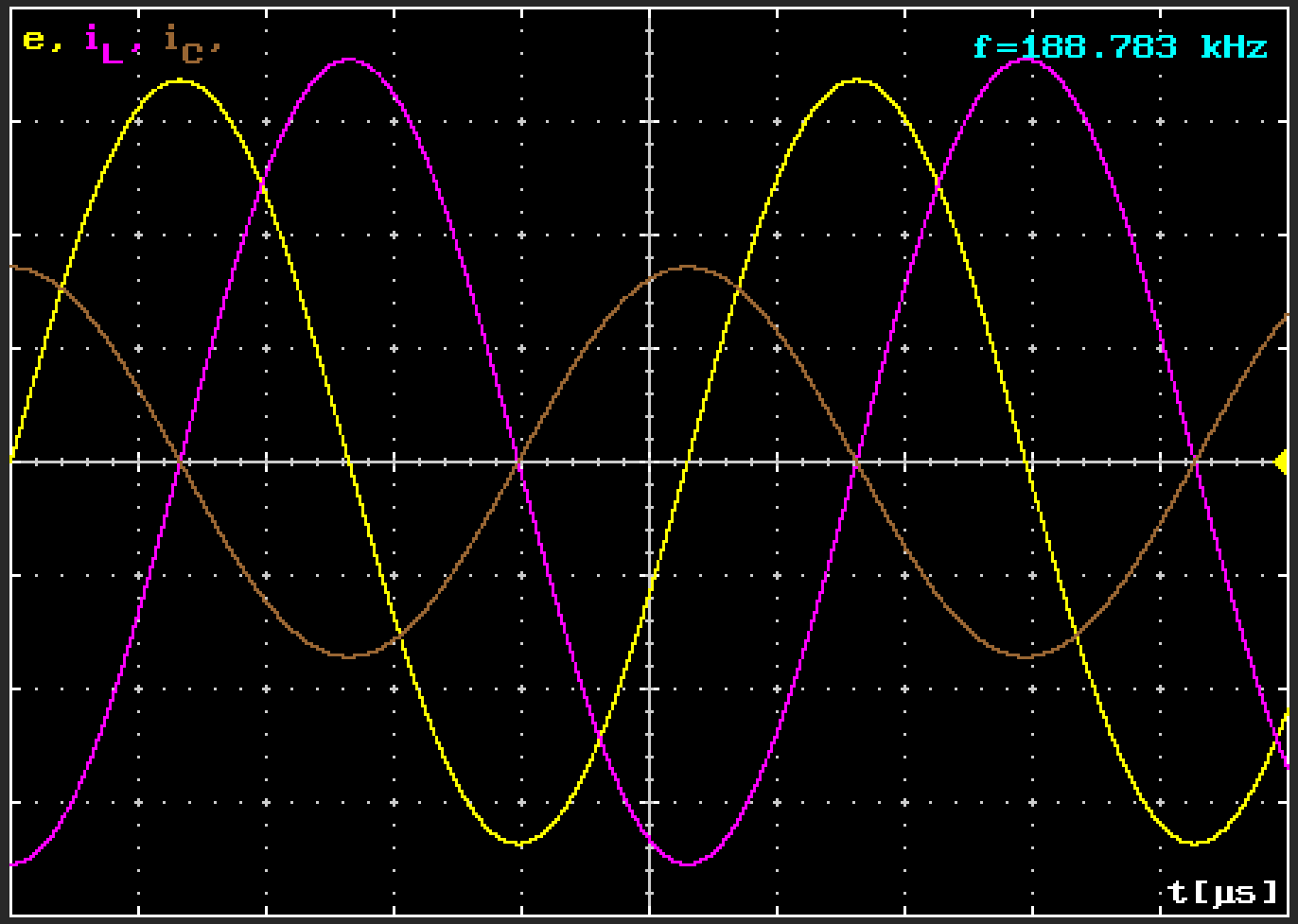
0	1	1	10	2	0.5	3	0.5	4	50		1
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]			t[µs/div]

961

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 89.20 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +10.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	1.68 V; φ_{REF}=0°
I_R	18.4795 µA; φ_R=0°
I_L	708.858 µA; φ_L=−90°
I_C	857.715 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+82.92°

LH Trigger

A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

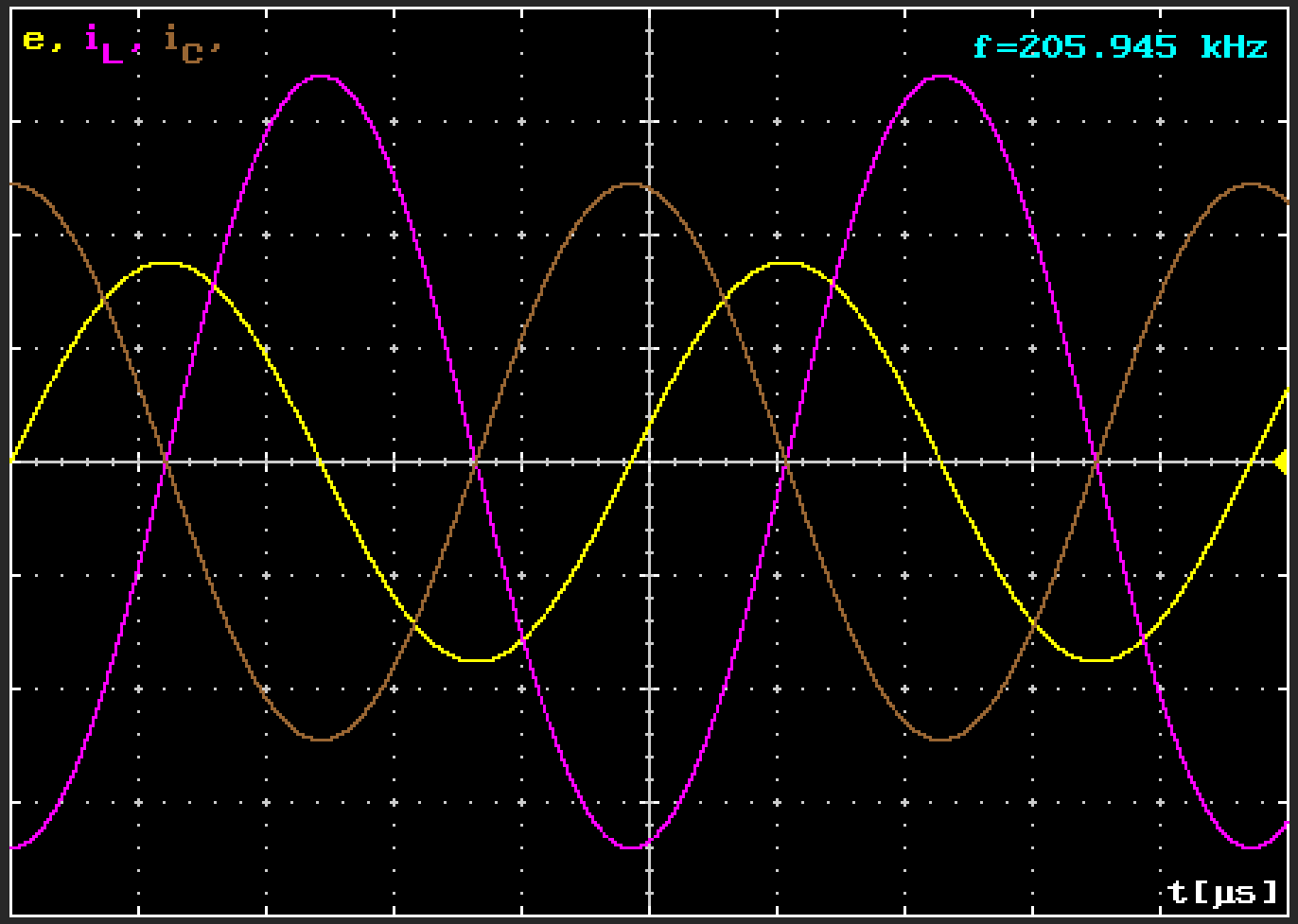
0	1	2	3	4	
0.5	10	0.2	0.5	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

962

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

signEQ

A párhuzamos RLC jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0 = 150 µA, állandó
R = 91.0 kΩ
L = 2.00 mH
C = 430 pF
Y = 170.4 µS
f_0 = 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$ = +20.0%

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	880 mV; φ_{REF}=0°
I_R	9.67518 µA; φ_R=0°
I_L	340.204 µA; φ_L=−90°
I_C	489.891 µA; φ_C=+90°
I_0	150 µA; φ_I=+86.30°

LH Trigger

A párhuzamos RLC jellege ezen a frekvencián: kapacitív

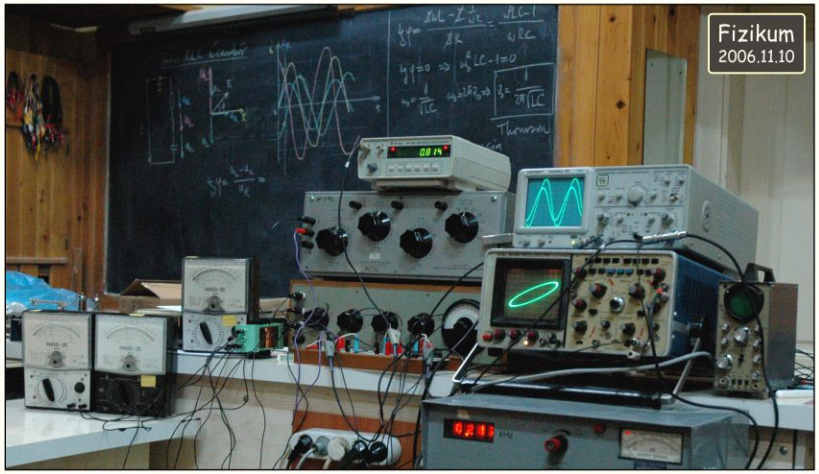
0	1	2	3	4	
0.5	5	0.1	0.2	50	1
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	t[µs/div]

963

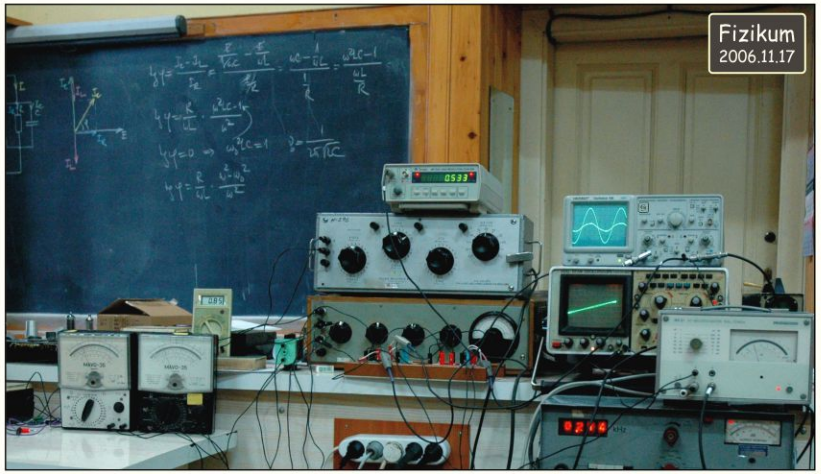
Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Néhány ötlet a prezentációban rejlő lehetőségek jobb kiaknázásához

A prezentáció futtatása a pdf állományoknál megszokott nyíl- és lapozógombokkal, valamint az egér vezérlőgombjaival történik. A tartalomjegyzékben megtalálhatjuk az RLC áramkörök középiskolai szintű bemutatásának lehetséges kombinációit. Egy narancsszínű fejezet-linkre kattintva a kiválasztott belső címlaphoz érkezünk. Itt frekvenciakiválasztó linkek vannak, amelyek elvezetnek az illető folyamat oszcillogramjaihoz. A szelektív nézegetésben sokat segít a minden oldal jobb felső sarkában levő narancsszínű kategória-link, amely visszavezet a már kiválasztott belsőcímlaphoz, itt újabb frekvencián figyelhetjük meg az illető áramkör viselkedését. Minden oldal jobb felső sarkában található egy ciánszínű T betű is, amelyre rákattintva a tartalomjegyzékhez ugorhatunk vissza. A **Ctrl+F4** billentyűkombinációval bárhol kiléphetünk a prezentációból.



A soros RLC áramkör feszültség- és áramjelei kicsivel a rezonancia után



A párhuzamos RLC áramkör feszültség- és áramjelei a rezonancián

A prezentáció nem a kísérletek nélküli fizika támogatására jött létre, hiszen a nagyváradi Ady Fizikumában a diákok élő kísérletekben is látták ezeket a jelenségeket. Itt a továbbgondolásra, nyugodt adatfeldolgozásra adódik lehetőség. Minden oszcillogram születése nyomon követhető és visszajátszható. A DOS alatti program színvilága igen szegényes, mégis sikerült az egyes oszcillogram-görbéket egy-egy egyedi alapszínhez rendelni, így az egymásra rajzolt négy-öt oszcillogram-görbe könnyen azonosítható. Igen fontosnak tartom az indító trigger-jel „összekötését" az időbeni késéseket-sietéseket meghatározó időreferencia jellel. Magam is meglepődtem a görbék pontosságán és a 2-3 úton kapott részeredmények 3-4-5 számjegyes egyezésén.

A kísérleti összeállításban főszerepet játszik az oszcilloszkóp. Első nekifutásra úgy tűnik, hogy a mérőkapcsolás igen egyszerű, de csak akkor, ha nem vesszük figyelembe a rejtett fizikai jelenségeket. Az elején én is majdnem belebuktam, ezért itt megpróbálom részletesen feltárni a rejtett akadályokat, és rendre megadni a helyes, többször is kipróbált kapcsolást. Sor kerül egy olyan kapcsolási elv jelzésére is, amellyel az egysugaras oszcilloszkópot virtuális kétsugarassá tudtam alakítani.

Az egytagú áramkörök esetében az ellenálláson az i_R és az **e** mindig fázisban van. A kapacitás az energiát az elektromos térben tárolja, ezért a harmonikus jelek esetében az i_C egy negyedperiódust sietni látszik az **e**-hez képest. Az induktivitás az energiát az áram által keltett mágneses térben tárolja, ezért a harmonikus jeleknél az i_L egy negyedperiódust késik az **e**-hez képest.

A kéttagú áramkörök esetében az áramkör viselkedési jellegét *(induktív-kapacitív)* az áramkör reaktancia típusa határozza meg. Ez a jelleg akkor erősebb, ha a felvett áram késési illetve sietési ideje közelít a negyedperiódushoz. *A **φ** szögnek ebből a szempontból nincs fizikai értelme!* Egy soros kapcsolásnak bármely frekvencián mindig van egyenértékű párhuzamos áramköre, ami fordítva is igaz, ezért nincs értelme a hibrid kapcsolás tanulmányozásának. A papíron kiszámított egyenértékű kapcsolásra vigyázni kell, mert a nagyobb frekvenciákon *(száz kHz felett)* a parazita kapacitásokat csak nehezen tudjuk felmérni, azok sorosan és párhuzamosan is jelen vannak, ezért a gyakorlatban igyekezzünk elkerülni az egyenértékű áramköröket.

A háromtagú áramkörök esetében igen fontos a rezonancia jelensége. A soros RLC a rezonancia előtt kapacitív jellegű, ilyenkor a kondenzátoron kialakult U_C feszültség nagyobb az induktivitáson létrejött U_L feszültségnél, de ellentétes fázisú. A soros RLC a rezonancia után induktív jellegű, megfordulnak az U_L és U_C arányok. A párhuzamos RLC éppen fordítva viselkedik, ott az I_L és az I_C értékének különbsége adja a jelleget. A rezonancián kialakul az $U_L = U_C$, illetve az $I_L = I_C$ egyenlőség, ez az áramkörök belügye (belső energiacsere), mi csak a felvett áram maximumát láthatjuk *(soros RLC)*, ez az **áramrezonancia**. A párhuzamos RLC esetében az áramkörön fellépő feszültség maximuma alakul ki, ez a **feszültségrezonancia**. A rezonancián mindkét áramkör rezisztív. Mivel a reaktív elemeken fellépő feszültségek és áramok egyenlő nagyságúak, de ellentétes fázisúak, kioltják egymást, ezért csak az ellenállás által felvett áram *(sRLC)*, illetve csak az ellenálláson kialakult feszültség *(pRLC)* maximumát látjuk. A körjóság ($sQ_0 = \omega_0 L/R$ és $pQ_0 = R/\omega_0 L$) adja meg a rezonancián és a távoli *(bőségesen elég a ±20%)* frekvencián mért áramok *(sRLC)* és feszültségek *(pRLC)* hányadosát. Érdemes megfigyelni, hogy a soros RLC esetében a sárga forrásfeszültségre a rezonancián rátevődik a zöld u_R, a párhuzamos RLC-nél pedig a cián i_0-t a zöld i_R takarja le. ***Előre- vagy hátralépve, látható az eredeti jel is***.

Az egyre több (5, 9, 17) frekvencián való ábrázolás a rezonanciapont körüli jelenségek jobb megértését célozza. A kiszámított adatokból lehetőség nyílik a rezonanciagörbe és a fázismenet megrajzolására. A **Δf**-fel jelzett sávszélesség éppen a rezonanciagörbe -3 dB-es (1/sqrt(2) = 70,71%) pontjai közötti frekvenciatávolság. A rezonanciafrekvencia és sávszélesség hányadosa pedig a mért körjóságot adja meg. Érdekes görbe alakul ki a fázismenet ábrázolásakor. A soros RLC fázismenete a rezonanciafrekvencián zéró fázisértékkel átmenő, szinte vízszintesen kezdődő és befejeződő, **S** formájú görbe. A párhuzamos RLC fázisgörbéje ennek éppen a függőleges tükörképe. **Meglepődve láthatjuk, hogy ez nem így van**, a két görbe szinte azonos *(a kis formai különbség csak a különböző alkatrészértékek miatt van)*. Ennek az oka a szögreferencia ellentétes kiválasztása, amely helyesen igazodik a fázisvektoros ábrázolási szokásokhoz. Ez a szokás a **megfigyelhetőségen** alapszik, ugyanis a soros áramköröknél csak az átfolyó áram, a párhuzamos áramköröknél csak az eszközön látható feszültség figyelhető meg önállóan.

Bizonyára meglepő a feszültségek és az áramok sok-számjegyes megadása. Ez egy kényszerhelyzetből alakult ki, mert a fázisvektoros ábrázolás szögeit az **arctan** *(bp)* képlettel számoltam ki, de a kerekítéssel kiszámított feszültségekből kapott **ArcSin** *(saját)* értékei a negyedik számjegynél már különböztek. A hibát tovább növelte az ellentétes fázisú, de közeli értékek különbségének megnőtt pontatlansága. Ezután az 5-6 digites pontosságú feszültségek és áramok elfogadható pontosságú szögeket hoztak létre. ***Igen fontos:*** *a **φ** eltakarja a jelenséget, a valóságban az energiacseréhez szükséges **Δt** időről van szó.*

Néhány szó a Fizikumban használt oszcilloszkópokról

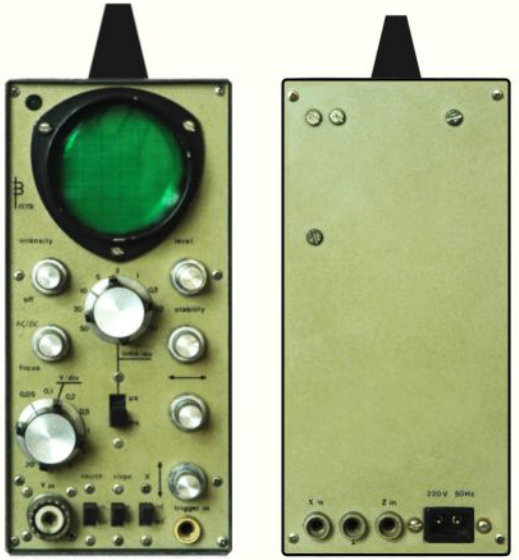
Az elő kísérletekkel kapcsolatban az a tévhit alakulhat ki, hogy az oszcilloszkópos bemutatót egy szünetben, ripsz-ropsz össze is állíthatjuk. Van egy generátorunk, analóg, esetleg digitális oszcilloszkópunk, az egyik csatorna az RLC áramkörön levő feszültséget, a másik az áramot fogja mutatni. Az összekapcsolás után két szinuszt kapunk, de sehogyan se egyeznek a krétafizikában tanultakkal.

Egysugaras oszcilloszkóp. Ez a műszer egyetlen jel ábrázolására készült. Egy kis leleménnyel az egysugarassal két jel relatív fázisát is ábrázolhatjuk. A bemutató oszcillogramjainak bal alján ott szerepel az LH Trigger jel, az oszcillogram jobb oldalán pedig a nullátmeneti nívó azonos színű háromszögjele. Egy helyesen használt oszcilloszkóp bemeneti jel nélkül semmit sem mutat *(különben a nullvonalon beégne az ernyő)*. Ha az idővonal indítását *(Trigger)* az **e** jelhez rendeljük, megjelenik egy vízszintes vonal. A diákoknak megmutatjuk a kapcsolás feszültségének az **e** jelét, majd áttesszük a Trigger bemenetbe, az **i** áramjelet pedig az Y-ba vezetjük be. Az egyetlen szinusz a fázisviszonyt fogja mutatni a Trigger jelhez képest. Egy sRLC áramszinusza a rezonancia előtt balra kilóg(na) a képből (siet, tehát ezen a frekvencián az sRLC kapacitív jellegű), a rezonancián a legnagyobb, és „emlék-fázisban" van az **e** feszültség jelével, a rezonancia után pedig késni fog, vagyis mutatja a soros áramkör aktuális induktív jellegét.

Még 1979-ben egy egysugaras, kis oszcilloszkópot építettem *(Oscilloscope - 1979)*. Hosszú éveken át ezzel mutattam be az RLC áramkörök viselkedését. A fázisviszony ábrázolása a legfontosabb, ahhoz elektronkapcsolósan kétsugarasított oszcilloszkóp kell, de az előbbiek alapján látható-mérhető lett.

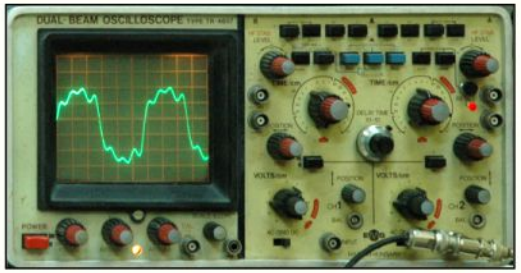
Elektronkapcsolós oszcilloszkóp *(VoltCraft 30 MHz)*. A működése a szem tehetetlenségén alapszik. Lassú jelek esetében több tíz kHz-es gyakorisággal mintákat vesznek a két ábrázolandó jelből és egyszerre mutatják meg a szaggatott vonalkákból álló jeleket. A gyorsabb jelek esetében váltakozva mutatják meg a jeleket, de mindkét esetben két folytonos jelet látunk *(**e** és **i**)*. Egy fontos lehetőséget is beépítettek, ugyanis a CH2 csatorna invertálható (27), azaz függőleges tükörképét adja az addigi CH2 jelnek. Ez nagyon fontos az RLC áramkörök feszültség- és áramjeleinek a szétválasztásakor. Amint látni fogjuk, ilyenkor két GND-t kell kialakítanunk. Itt is alkalmazhatjuk az egysugarasnál látott technikát, amivel egyszerre három jel fázisviszonyait is megvizsgálhatjuk. **Az RLC áramköröknél ez bőven elég!**

Kétágyús, időlupés oszcilloszkóp *(TR-4657)*. Két, teljesen önálló eltérítőrendszere van, csak a vákuum „közös". Sajnos, a vízszintes eltérítő lemezpárok nem lehetnek teljesen egyformák, így az oszcilloszkóp nem alkalmazható a fáziskülönbségek ábrázolására. Mivel az XY módban igen jól működik, azért ezzel szoktuk ábrázolni a Lissajous-görbéket. A két teljesen önálló eltérítőrendszere azonban lehetővé teszi a nagyon hasznos időlupe alkalmazását. Jól megnöveljük az egyik idővonal sebességét *(függetlenek)*, ezzel kinagyítottuk a vizsgálandó jel egy részét, például a felfutó (LH) frontot, esetleg a túllövést.



Oscilloscope - 1979

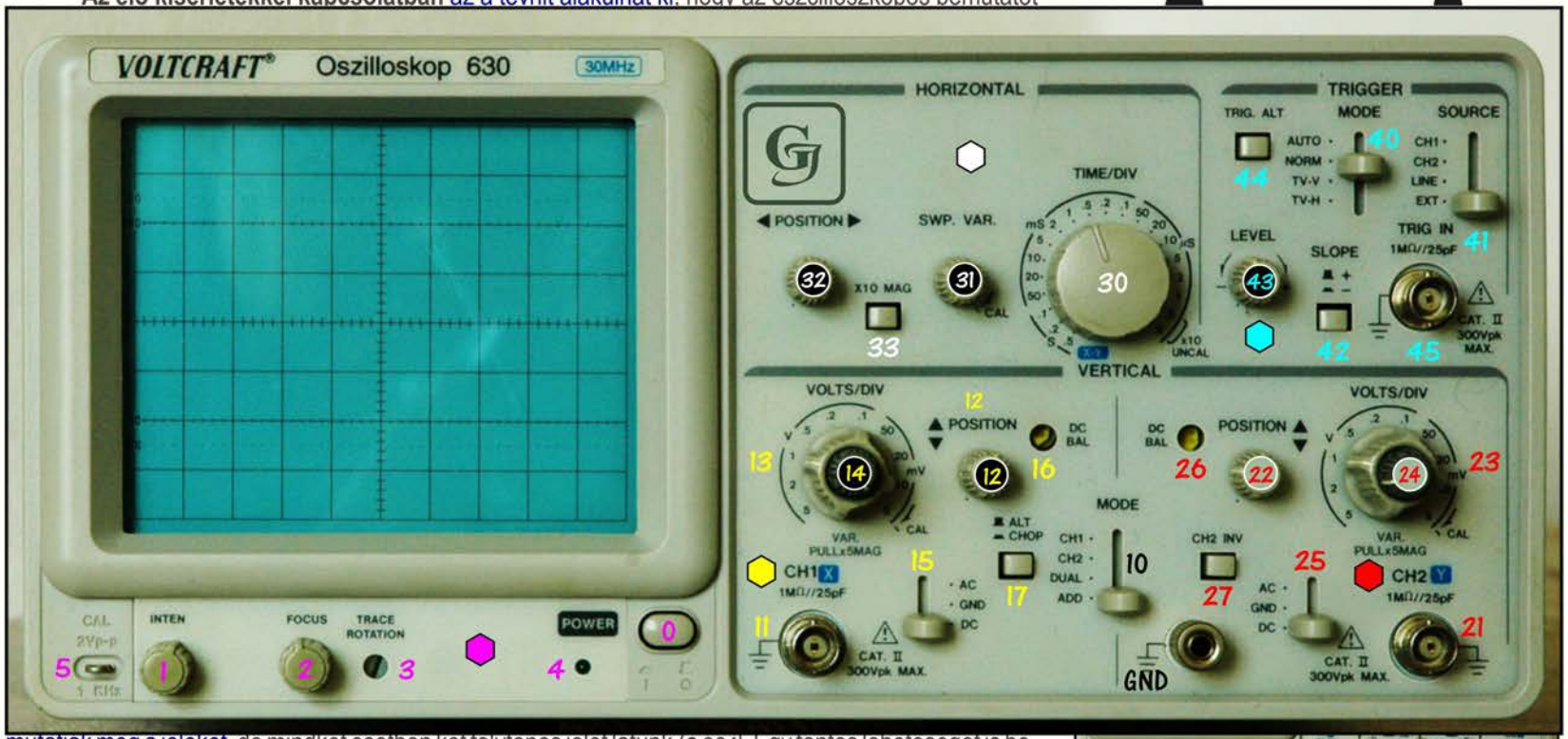
VoltCraft 30 MHz



TR-4657 (Harmonikusok szintézise)

Néhány szó a Fizikumban használt oszcilloszkópokról

Az elő kísérletekkel kapcsolatban az a tévhit alakulhat ki, hogy az oszcilloszkópos bemutatót



mutatjuk meg a jeleket, de mindkét esetben két teljesen jelet látunk (a ez-t L-gy tentes lehetőséget is be-

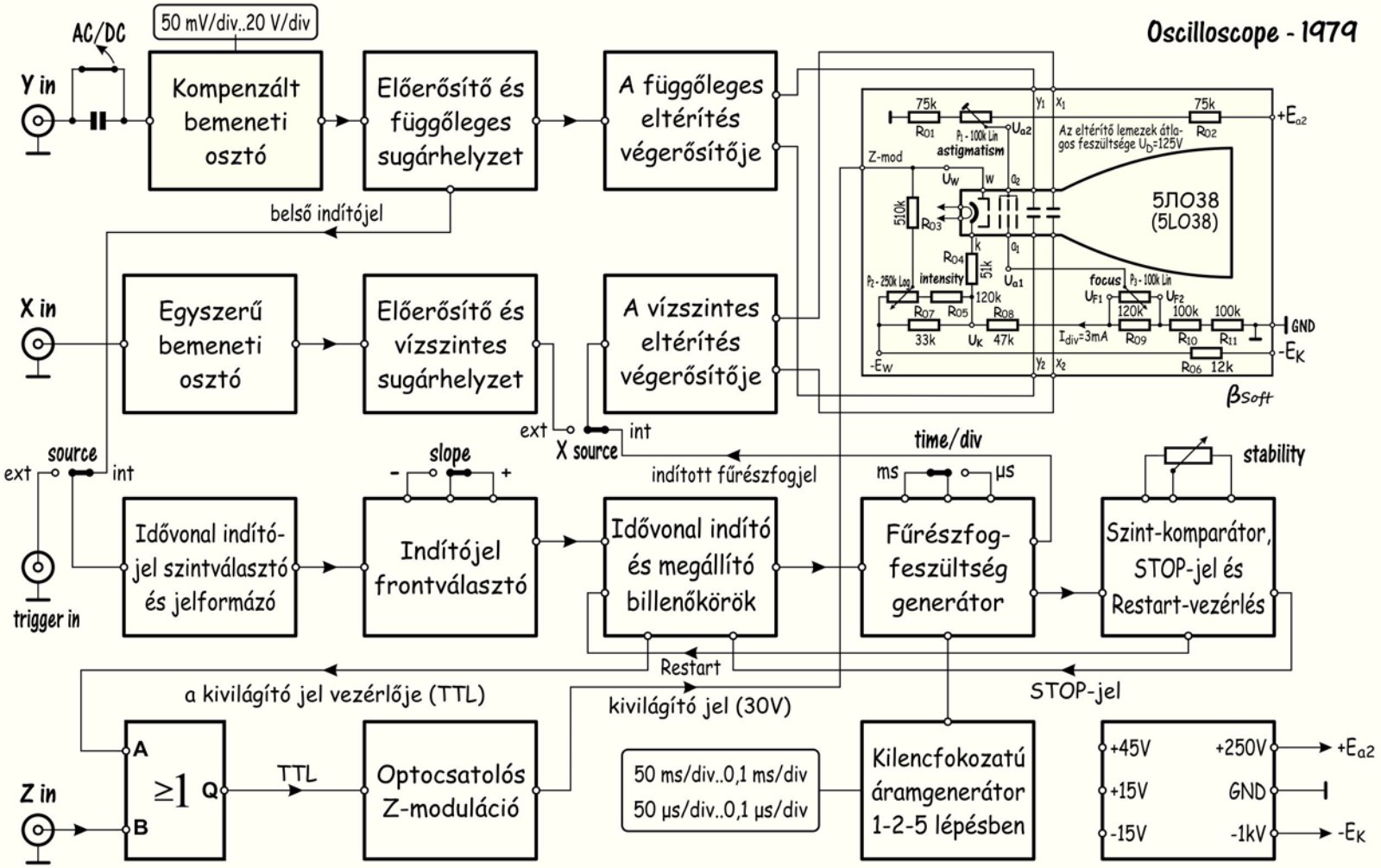
Sugárkezelés	CH1 csatorna	CH2 csatorna	Vízszintes eltérítés	Trigger
0 Hálózati kapcsoló	10 Módválasztó	10 Módválasztó	30 Idővonal (Time/div)	40 Módválasztó
1 Fényerő	11 CH1 bemenet (X-Y: X)	21 CH2 bemenet (X-Y: Y)	(1-2-5) lépésben	41 Indított csatorna
2 Fókuszálás	12 Függőleges helyzet	22 Függőleges helyzet	20 ns/div .. 0,5 s/div;	42 Frontválasztó (LH, HL)
3 Képforgatás	13 V/div (1-2-5) lépésben	23 V/div (1-2-5) lépésben	0,5 s/div alatt X-Y mód	43 Trigger szintbeállító
4 Hálózati LED	14 V/div finombeállító+CAL	24 V/div finombeállító+CAL	31 Time/div finom+CAL	44 Trigger az ALT módban
5 Etalon 2 V_{pp}/1 kHz	15 AC-GND-DC	25 AC-GND-DC	32 Vízszintes helyzet	45 Külső trigger-jel be
	16 DC kalibrálás	26 DC kalibrálás	33 X nagyítás: x10	
	17 ALT/CHOP	27 CH2-INV		

nek), ezzel kinagyítottuk a vizsgálandó jel egy részét, például a felfutó (LH) frontot, esetleg a túllövést.

TR-4657 (Harmonikusok szintézise)

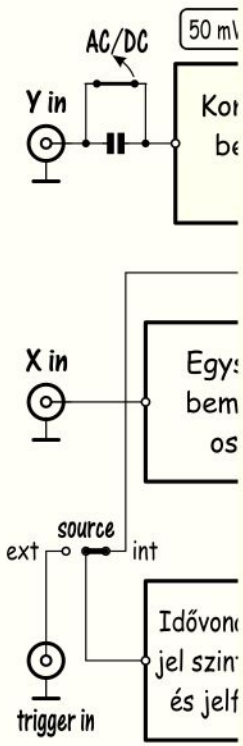
A saját-tervezésű, egysugaras, indított idővonalas oszcilloszkóp tömbvázlata

Az idővonal akkor divatos Miller-integrátoros kapcsolását elvetettem, mert a rendelkezésre álló bakelitalapú kapcsolókkal a pici kondenzátorok váltása kivitelezhetetlen volt. Oszcilloszkópom sem volt, amivel ellenőrizhettem volna a „fűrészfogjel" helyességét. Mindent egyenáramban dolgoztam ki, még az idővonal sávváltóját is. Egy kondenzátort állandóáramú töltés alatt tartottam, de csak akkor kapcsoltam le a zárlatát, amikor bejött az indítójel; és amikor elérte a 10 V-ot, újra rövidre zártam. Az indítójelet nem a jel szintjéhez és frontjához, hanem a frontjához és a képernyői Y pozíciójához kötöttem, így remekül látszott az indítás. Az idővonalat 2x9 pozícióban, két kondenzátorral (1µF, 1nF) oldottam meg. **A kalibrált áramgenerátorok biztosították az idővonal sebességét.**

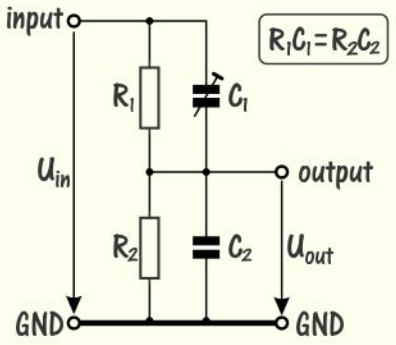


A saját-tervezésű, egysugaras, indított idővonalas oszcilloszkóp tömbvázlata

Az idővonal akkor divatos Miller-integrátoros kapcsolását elvetettem, mert a rendelkezésre álló bakelitalapú kapcsolókkal a pici kondenzátorok váltása kivitelezhetetlen volt. Oszcilloszkópom sem volt, amivel ellenőrizhettem volna a „fűrészfogjel" helyességét. Mindent egyenáramban dolgoztam ki, még az idővonal sávváltóját is. Egy kondenzátort állandóáramú töltés alatt tartottam, de csak akkor kapcsoltam le a zárlatát, amikor bejött az indítójel; és amikor elérte a 10 V-ot, újra rövidre zártam. Az indítójelet nem a jel szintjéhez és frontjához, hanem a frontjához és a képernyői Y pozíciójához kötöttem, így remekül látszott az indítás. Az idővonalat 2x9 pozícióban, két kondenzátorral (1µF, 1nF) oldottam meg. **A kalibrált áramgenerátorok biztosították az idővonal sebességét.**

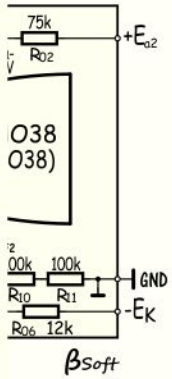


Kompenzált bemeneti osztó (10 MHz)

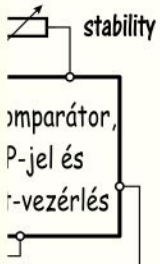


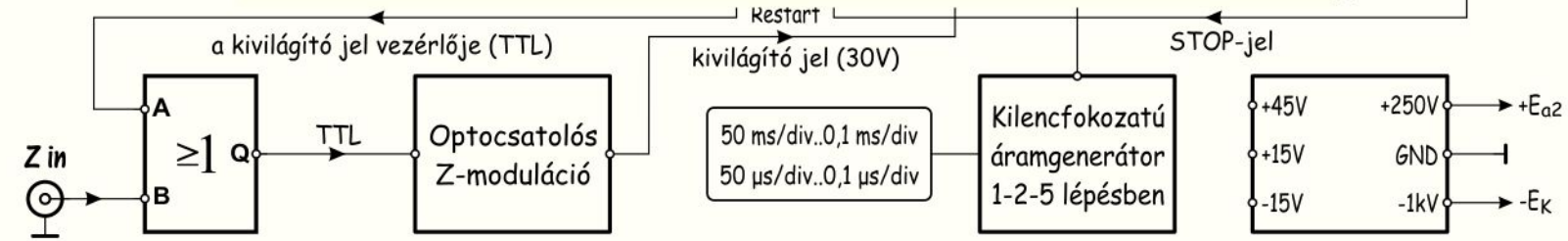
Az osztó kalibrálása. A kalibráláshoz néhány tíz ns felfutású, 100 mV .. 60 V jelre volt szükség, de akkoriban ilyesmi nem létezett. Egy higanykapcsoló segítségével, kizárólag egyenáramban, generátor nélkül, jobbat hoztam létre. Az 1 MΩ ellenállású bemeneti osztó csak néhány µA nagyságrendű áramot vesz fel, ezt még a „néhány atomnyi" higany is képes vezetni. Ebben az esetben a higanykapcsoló szinte tökéletes eszközként működik, nem jelenik meg az érintkezők összekapcsolás utáni elkerülhetetlen pergése, a „prell". Maradt a periodikus kapcsolási frekvencia, amit az indított idővonal lehetőségét felhasználva, a higanykapcsoló billegetésével oldottam meg. A táp leosztott kimenetének dinamikus belsőellenállását egy keramikus kondenzátorral szinte zéróra csökkentettem, hiszen a néhány pF rendű terhelésváltozás csak minimális energiát kért. *Ez a megoldás mai szemmel is tökéletesnek tűnik.*

cilloscope - 1979



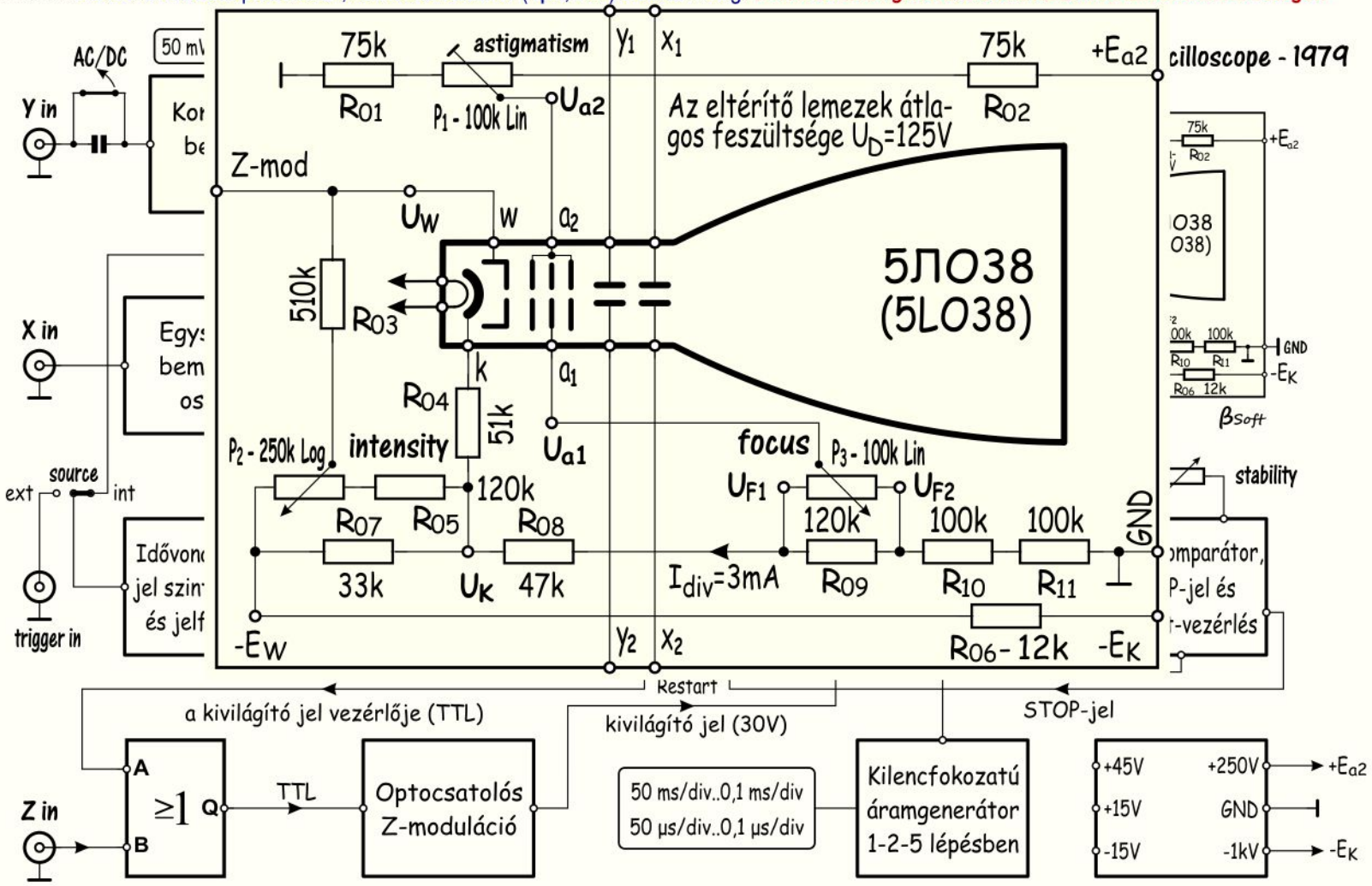
βSoft





A saját-tervezésű, egysugaras, indított idővonalas oszcilloszkóp tömbvázlata

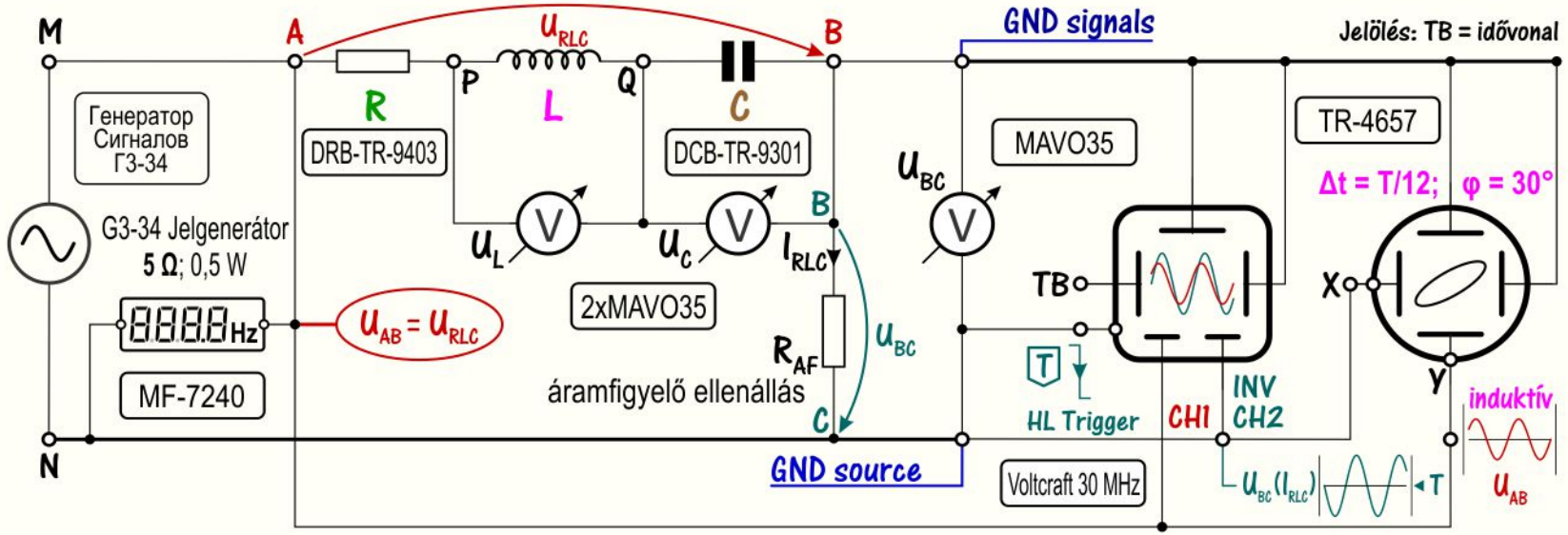
Az idővonal akkor divatos Miller-integrátoros kapcsolását elvetettem, mert a rendelkezésre álló bakelitalapú kapcsolókkal a pici kondenzátorok váltása kivitelezhetetlen volt. Oszcilloszkópom sem volt, amivel ellenőrizhettem volna a „fűrészfogjel" helyességét. Mindent egyenáramban dolgoztam ki, még az idővonal sávváltóját is. Egy kondenzátort állandóáramú töltés alatt tartottam, de csak akkor kapcsoltam le a zárlatát, amikor bejött az indítójel; és amikor elérte a 10 V-ot, újra rövidre zártam. Az indítójelet nem a jel szintjéhez és frontjához, hanem a frontjához és a képernyői Y pozíciójához kötöttem, így remekül látszott az indítás. Az idővonalat 2x9 pozícióban, két kondenzátorral (1µF, 1nF) oldottam meg. **A kalibrált áramgenerátorok biztosították az idővonal sebességét.**



Az RLC áramkörök jellemzőinek bemutatására összeállított mérőkapcsolások

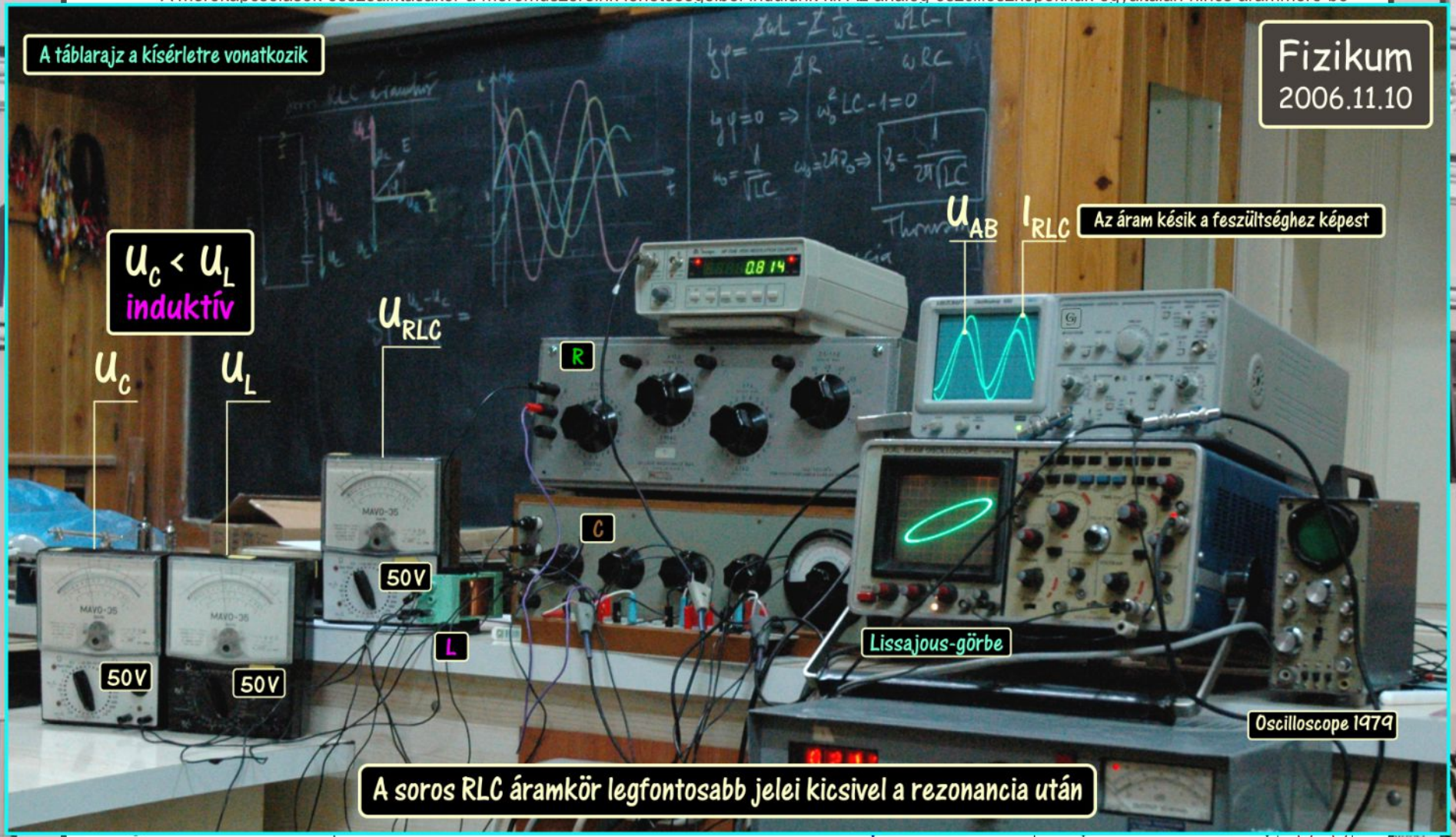
A mérőkapcsolások összeállításakor a mérőműszereink lehetőségeiből indulunk ki. Az analóg oszcilloszkópoknak egyáltalán nincs árammérő bemenetük, de még a modern digitális oszcilloszkópok között is alig akad beépített árammérési lehetőség. A feszültségmérő és az árammérő bemeneteket tökéletesen el kell szigetelni egymástól, különben a méréskor értelmetlen zárlat (és füst) keletkezhet. A dipóluson átmenő áramhoz úgy férhetünk hozzá, hogy a dipólus „alá" egy ellenállást teszünk, és azon mérjük a feszültséget. Az áram értéke helyes, de a közös nullpont (**GND**) miatt az áramfigyelő ellenállás hozzáadódik a dipólus saját ellenállásához, ráadásul az U_{RLC} más fázisú feszültség „találkozó" része eltorzítja az áramjelet. **Ez az út nem járható!**

A soros RLC mérőkapcsolása. A jelforrás nullvezetékét (**GND source**) és a kétcsatornás oszcilloszkóp jelbemenetének nullvezetékét (**GND signals**) úgy választjuk szét, hogy egy áramfigyelő ellenállással kötjük össze őket. Az igen kis értékű áramfigyelő ellenállás (R_{AF} = 10 Ω) biztosítja a rezonanciától távoli, néhány száz μA nagyságrendű áramok zajmentes átvételét és ábrázolhatóságát (5 mV/div), de a mA nagyságrendű rezonanciás áramok által keltett nagyobb feszültség is „belefér" az oszcilloszkóp függőleges érzékenységi skálájába. A szétválasztásnak van egy nehezen kezelhető következménye, ugyanis ahhoz, hogy a táblarajzokon megszokott szinuszokat lássuk, az áramjel függőleges tükörképét át kell fordítanunk, erre szolgál a CH2 „INV" kapcsolója. A fordított jel miatt az áramjel **HL**, nullátmeneti negatív frontjával indítjuk az oszcilloszkóp idővonalát. A teljes sRLC-n megjelenő U_{AB} feszültséget a CH1 csatornába vezetjük. A fázisviszonyokat igen jól kimutató Lissajous-görbéket egy egysugaras oszcilloszkóppal rajzoltatjuk meg. Az iskolai bemutatón jól mutat a két, analóg voltmérő rezonancia körüli nagy feszültsége, amelyek ellentétes fázisúak, így **a rezonancián az összegük (U_{PB}) nulla lesz**, az áram pedig maximális. A két feszültség kívülről nem látszik ez a belső, veszteségnélküli energiacsere. A rezonancián való kinullázás miatt a jelgenerátor teljes feszültsége az ellenállásra kerül, a felvett áram a legnagyobb, vagyis **áramrezonancia** jött létre. *Az elektronikában ezt a jelenséget **hullámcsapdaként** szokták alkalmazni.*



Az RLC áramkörök jellemzőinek bemutatására összeállított mérőkapcsolások

A mérőkapcsolások összeállításakor a mérőműszereink lehetőségeiből indulunk ki. Az analóg oszcilloszkópoknak egyáltalán nincs árammérő be-



N

GND source

Voltcraft 30 MHz

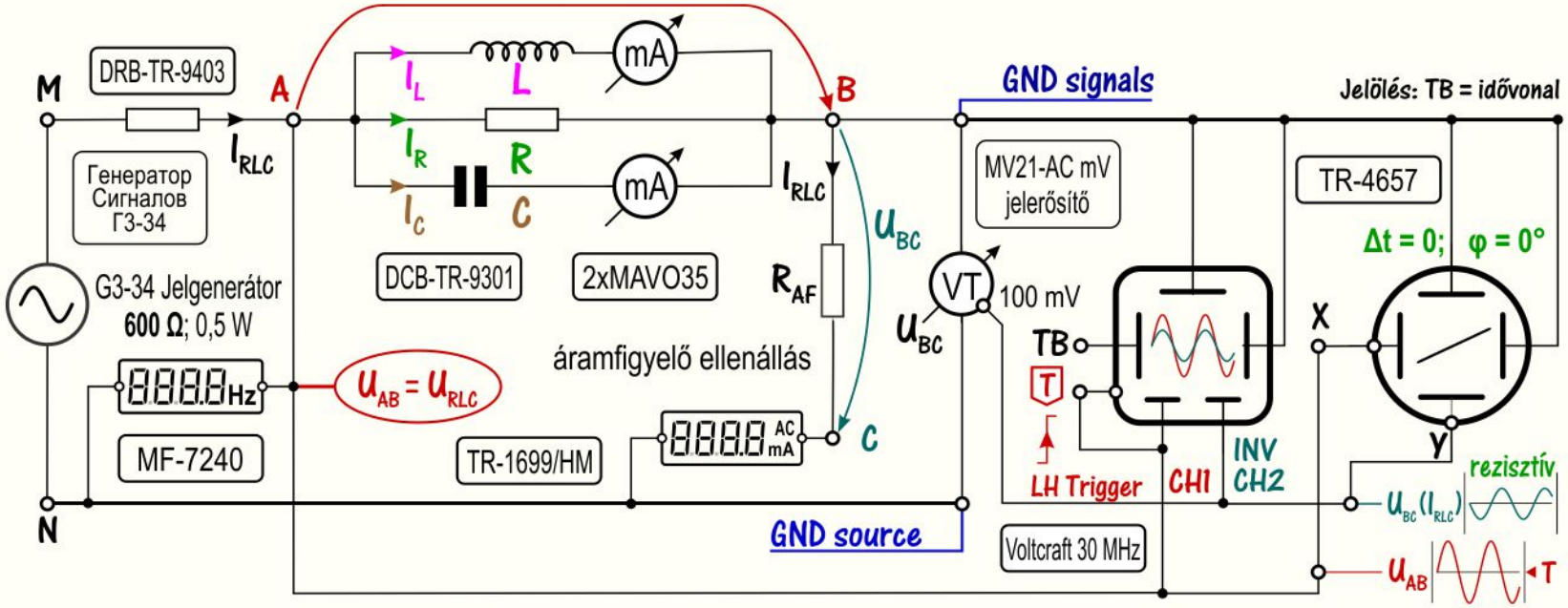
$U_{BC}(I_{RLC})$ T

U_{AB}

Az RLC áramkörök jellemzőinek bemutatására összeállított mérőkapcsolások (folytatás)

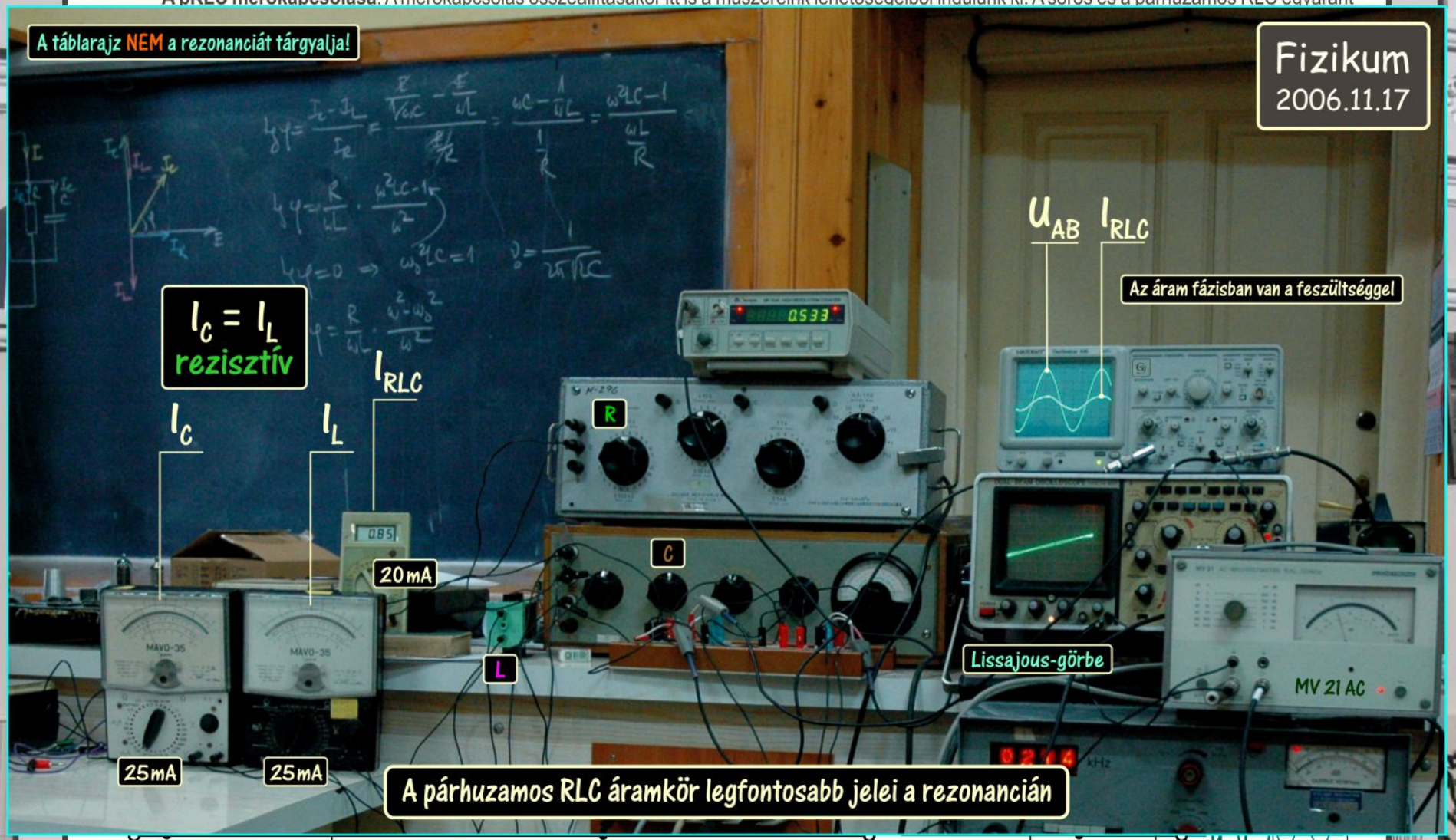
A pRLC mérőkapcsolása. A mérőkapcsolás összeállításakor itt is a műszereink lehetőségeiből indulunk ki. A soros és a párhuzamos RLC egyaránt egy-egy dipólus, itt is meg kell határoznunk a dipólusra kapcsolt feszültség és a felvett áram közötti időbeni összefüggést. Itt sem járható út a dipólus „alá" kapcsolt áramfigyelő ellenállás használata. A soros kapcsolásnál lényegében bármilyen jelgenerátort használhattunk, ha nem eléggé kicsi a belsőellenállása, akkor egy hangerősítő kimeneti impedanciája le tudja vinni a megfelelően kicsire. A párhuzamos RLC (a táp hidegítő kondenzátorán át) váltóáramú szempontból párhuzamosan kötődik a táp belső ellenállásával, azaz alig engedi létrejönni a rezonanciát. Egy eléggé jó megoldásnak látszik az alábbi kapcsolásban a 30 V-os kimenet és a 600 Ω-os belsőellenállás, amelyet egy ellenállásszekrény soktíz kΩ-os ellenállásával egészítettem ki. Ennek ellenállását csökkentve, a rezonancia szinte eltűnik. A másik különbség: a felvett áram elvileg állandó, de igen kicsi az értéke, ezt az oszcilloszkóp már csak zajosan tudná kimutatni. Egy mV-mérőt használtam, amelynek a belső, szélessávú erősítőjét úgy képezték ki, hogy a méréshatártól (1 mV..300 V) függetlenül egy BNC kimeneten a maximum 100 mV-ra erősített jelet adja ki. Ezt és a jól árnyékolt kábeleket használva már kitűnően látszott a főáram alig változó értéke.

A ***GND source*** és ***GND signals*** nullvezetékeket úgy választjuk szét, hogy egy R_{AF} = 100 Ω ellenállással összekötjük őket. Az áramgenerátoros megoldásban az U_{BC} egy állandó feszültség lesz. A referencia (U_{AB}) a CH1-be kerül, ennek LH nullátmenete indítja az idővonalat, itt is használjuk az I_{RLC} áramjel CH2 csatornájának „INV" kapcsolóját. A két árammérő rezonancia körüli igen nagy áramai, az ellentétes fázisaik miatt kioltják egymást, **„eltűnnek"**, így az U_{AB} maximális lesz. A két áram kívülről nem látszik, ez a belső, veszteségnélküli energiacsere. A rezonancián való kinullázódás miatt a jelgenerátor teljes árama az ellenállásra kerül, az U_{AB} maximális, vagyis **feszültségrezonancia** jött létre. *Az elektronikában ezt a jelenséget **hullámkiválasztásra** szokták alkalmazni.*



Az RLC áramkörök jellemzőinek bemutatására összeállított mérőkapcsolások (folytatás)

A pRLC mérőkapcsolása. A mérőkapcsolás összeállításakor itt is a műszereink lehetőségeiből indulunk ki. A soros és a párhuzamos RLC egyaránt



N

GND source

Voltcraft 30 MHz

U_{AB} T

Ráadás: a soros RLC áramkör rezonanciájának kísérleti tanulmányozása

Kellemes háttérzene mellett, nyolc csoportban, a kitöltendő mérési adatokon levő 150 frekvencián mértünk

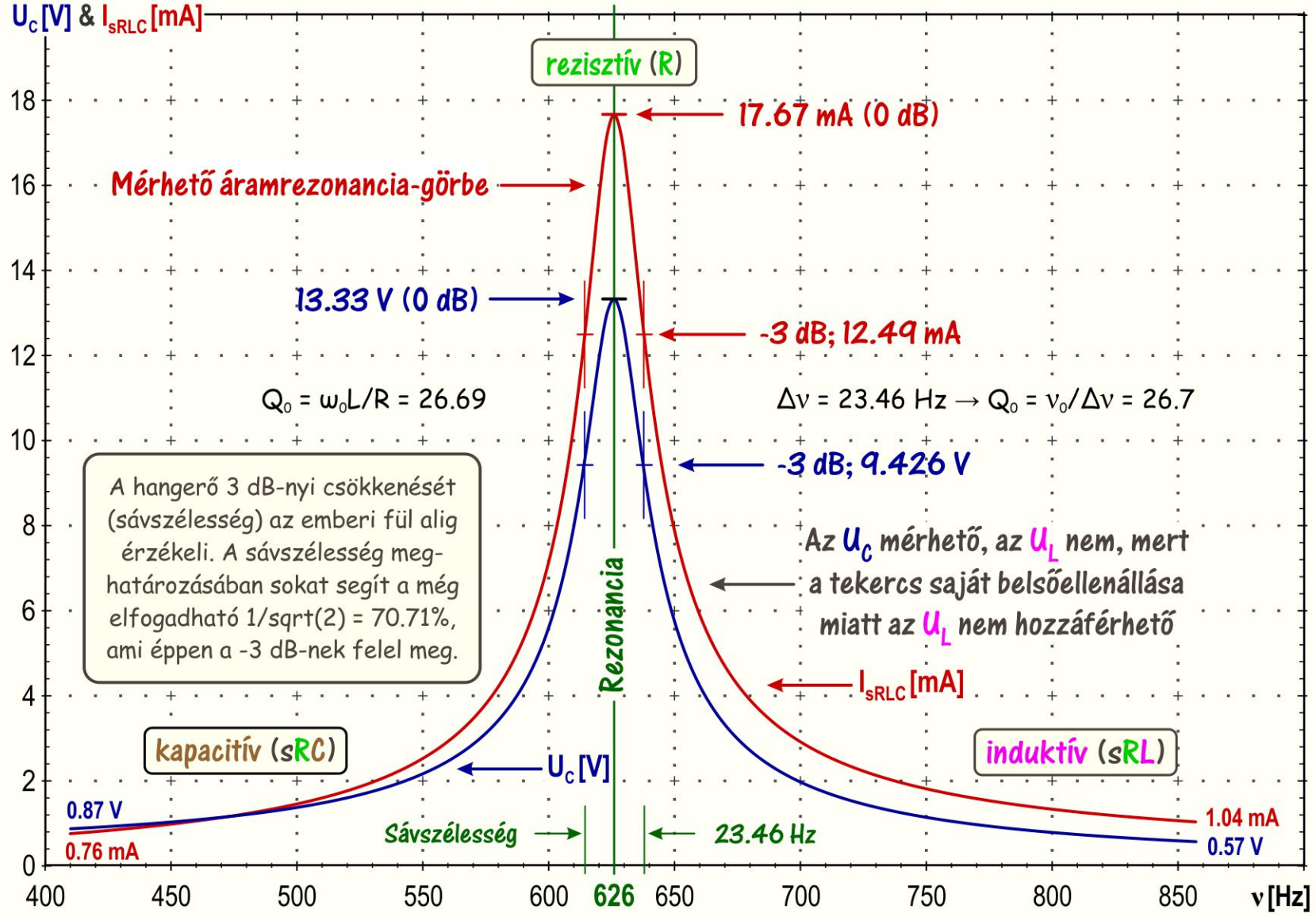
A soros RLC áramkör rezonanciája - mérési eredmények (XI. C, 1. csoport)

Állandó áramköri értékek: E = 500 mV; C = 0.337 µF; R = 28.3 Ω; L = 192 mH (Voltcraft - LCR - 9063)

Nr.	ν[Hz]	U_C[V]	I [mA]	Nr.	ν[Hz]	U_C[V]	I [mA]	Nr.	ν[Hz]	U_C[V]	I [mA]	Nr.	ν[Hz]	U_C[V]	I [mA]	Nr.	ν[Hz]	U_C[V]	I [mA]
1	410	0.87	0.76	26	485	1.25	1.28	51	560	2.47	2.93	76	635	10.46	14.06	101	710	1.73	2.60	126	785	0.87	1.45
2	413	0.88	0.77	27	488	1.27	1.31	52	563	2.58	3.07	77	638	9.19	12.42	102	713	1.66	2.51	127	788	0.85	1.42
3	416	0.89	0.79	28	491	1.30	1.35	53	566	2.69	3.23	78	641	8.08	10.97	103	716	1.61	2.44	128	791	0.84	1.40
4	419	0.90	0.80	29	494	1.32	1.38	54	569	2.82	3.40	79	644	7.15	9.75	104	719	1.55	2.36	129	794	0.82	1.38
5	422	0.92	0.82	30	497	1.35	1.42	55	572	2.97	3.59	80	647	6.37	8.73	105	722	1.50	2.30	130	797	0.80	1.35
6	425	0.93	0.83	31	500	1.38	1.46	56	575	3.12	3.80	81	650	5.73	7.88	106	725	1.45	2.23	131	800	0.79	1.33
7	428	0.94	0.85	32	503	1.41	1.50	57	578	3.30	4.04	82	653	5.19	7.17	107	728	1.41	2.17	132	803	0.77	1.31
8	431	0.95	0.87	33	506	1.44	1.54	58	581	3.50	4.30	83	656	4.73	6.57	108	731	1.37	2.11	133	806	0.76	1.29
9	434	0.96	0.88	34	509	1.47	1.58	59	584	3.72	4.60	84	659	4.34	6.06	109	734	1.32	2.06	134	809	0.74	1.27
10	437	0.97	0.90	35	512	1.50	1.63	60	587	3.98	4.94	85	662	4.01	5.62	110	737	1.29	2.01	135	812	0.73	1.26
11	440	0.99	0.92	36	515	1.54	1.68	61	590	4.27	5.33	86	665	3.72	5.23	111	740	1.25	1.96	136	815	0.72	1.24
12	443	1.00	0.94	37	518	1.58	1.73	62	593	4.60	5.78	87	668	3.46	4.90	112	743	1.22	1.91	137	818	0.71	1.22
13	446	1.01	0.96	38	521	1.62	1.79	63	596	4.99	6.30	88	671	3.24	4.60	113	746	1.18	1.87	138	821	0.69	1.20
14	449	1.03	0.98	39	524	1.66	1.84	64	599	5.45	6.91	89	674	3.04	4.34	114	749	1.15	1.83	139	824	0.68	1.19
15	452	1.04	1.00	40	527	1.71	1.90	65	602	5.99	7.64	90	677	2.87	4.11	115	752	1.12	1.79	140	827	0.67	1.17
16	455	1.06	1.02	41	530	1.75	1.97	66	605	6.64	8.51	91	680	2.71	3.90	116	755	1.09	1.75	141	830	0.66	1.16
17	458	1.07	1.04	42	533	1.81	2.04	67	608	7.42	9.55	92	683	2.57	3.71	117	758	1.07	1.71	142	833	0.65	1.14
18	461	1.09	1.06	43	536	1.86	2.11	68	611	8.35	10.81	93	686	2.44	3.54	118	761	1.04	1.68	143	836	0.64	1.13
19	464	1.11	1.09	44	539	1.92	2.19	69	614	9.46	12.29	94	689	2.32	3.39	119	764	1.02	1.65	144	839	0.63	1.11
20	467	1.13	1.11	45	542	1.98	2.27	70	617	10.70	13.98	95	692	2.21	3.24	120	767	0.99	1.61	145	842	0.62	1.10
21	470	1.14	1.14	46	545	2.05	2.36	71	620	11.97	15.72	96	695	2.12	3.11	121	770	0.97	1.58	146	845	0.61	1.09
22	473	1.16	1.16	47	548	2.12	2.46	72	623	12.97	17.12	97	698	2.03	2.99	122	773	0.95	1.55	147	848	0.60	1.07
23	476	1.18	1.19	48	551	2.20	2.56	73	626	13.33	17.67	98	701	1.94	2.88	123	776	0.93	1.53	148	851	0.59	1.06
24	479	1.20	1.22	49	554	2.28	2.67	74	629	12.85	17.12	99	704	1.87	2.78	124	779	0.91	1.50	149	854	0.58	1.05
25	482	1.22	1.25	50	557	2.37	2.80	75	632	11.77	15.75	100	707	1.79	2.69	125	782	0.89	1.47	150	857	0.57	1.04

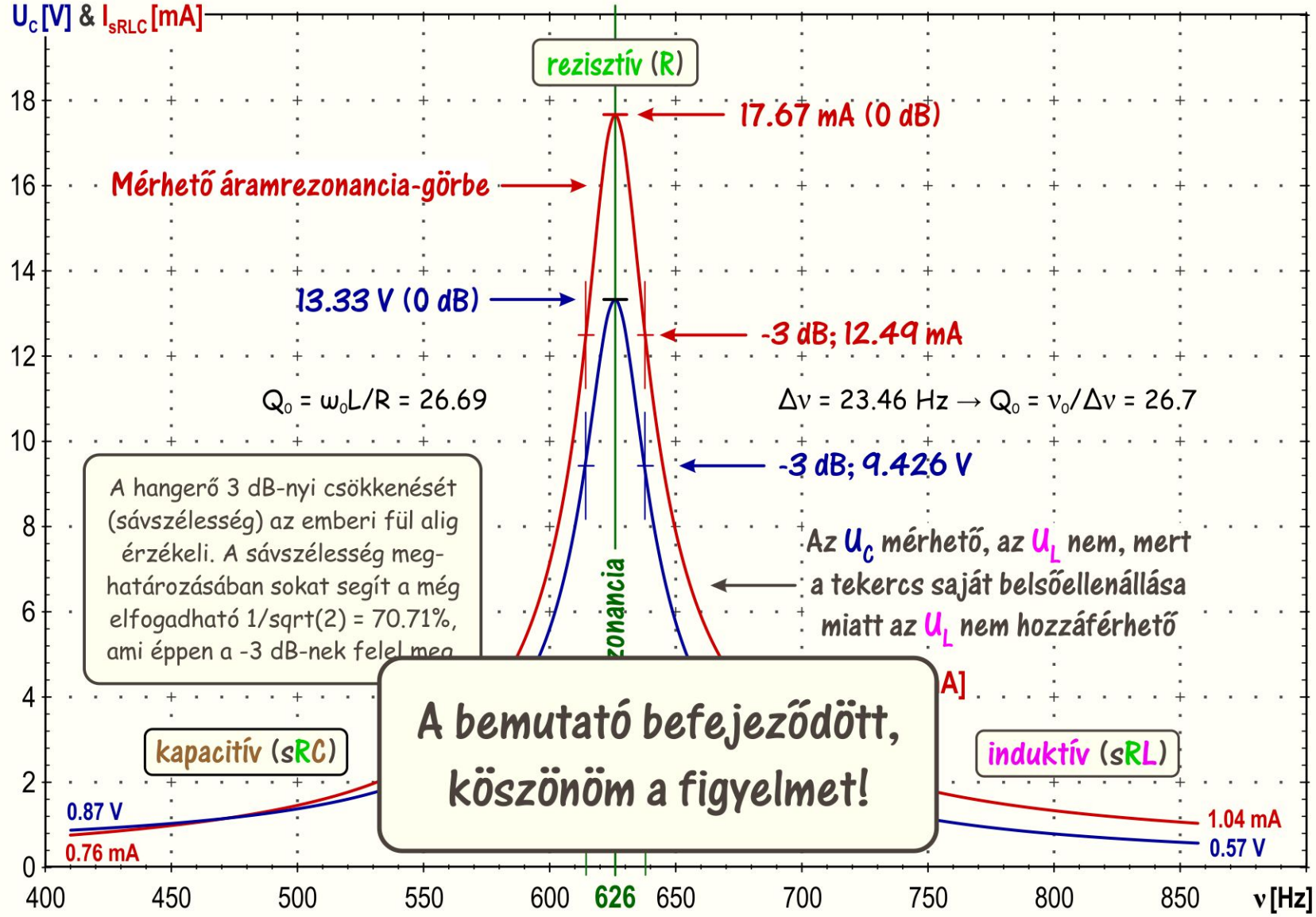
A soros RLC áramkör rezonanciája - U_C [V] és I_{sRLC} [mA]

Az U_C és az U_L ellenfázisúak. a rezonancián egyenlőek és kioltják egymást, kívülről csak az áramrezonancia látszik



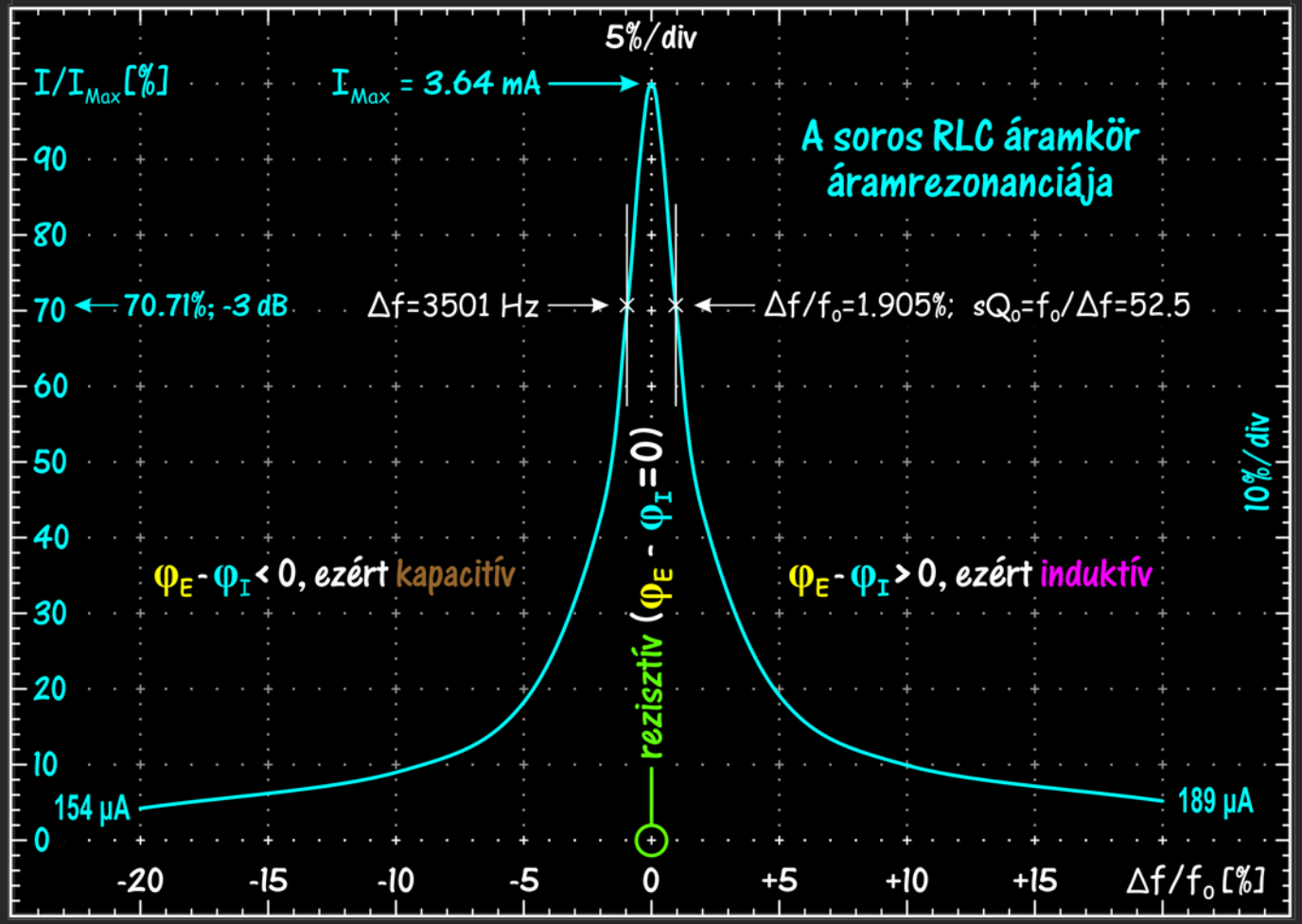
A soros RLC áramkör rezonanciája - U_C [V] és I_{sRLC} [mA]

Az U_C és az U_L ellenfázisúak. a rezonancián egyenlőek és kioltják egymást, kívülről csak az áramrezonancia látszik



Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

A soros RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 635.9 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	=

Időreferencia: I
(trigonometriai irány)

I	189 µA; $\varphi_{REF}=0°$
U_R	6.22691 mV; $\varphi_R=0°$
U_L	392.195 mV; $\varphi_L=+90°$
U_C	272.356 mV; [illegible]°
E_0	120 mV; [illegible]°

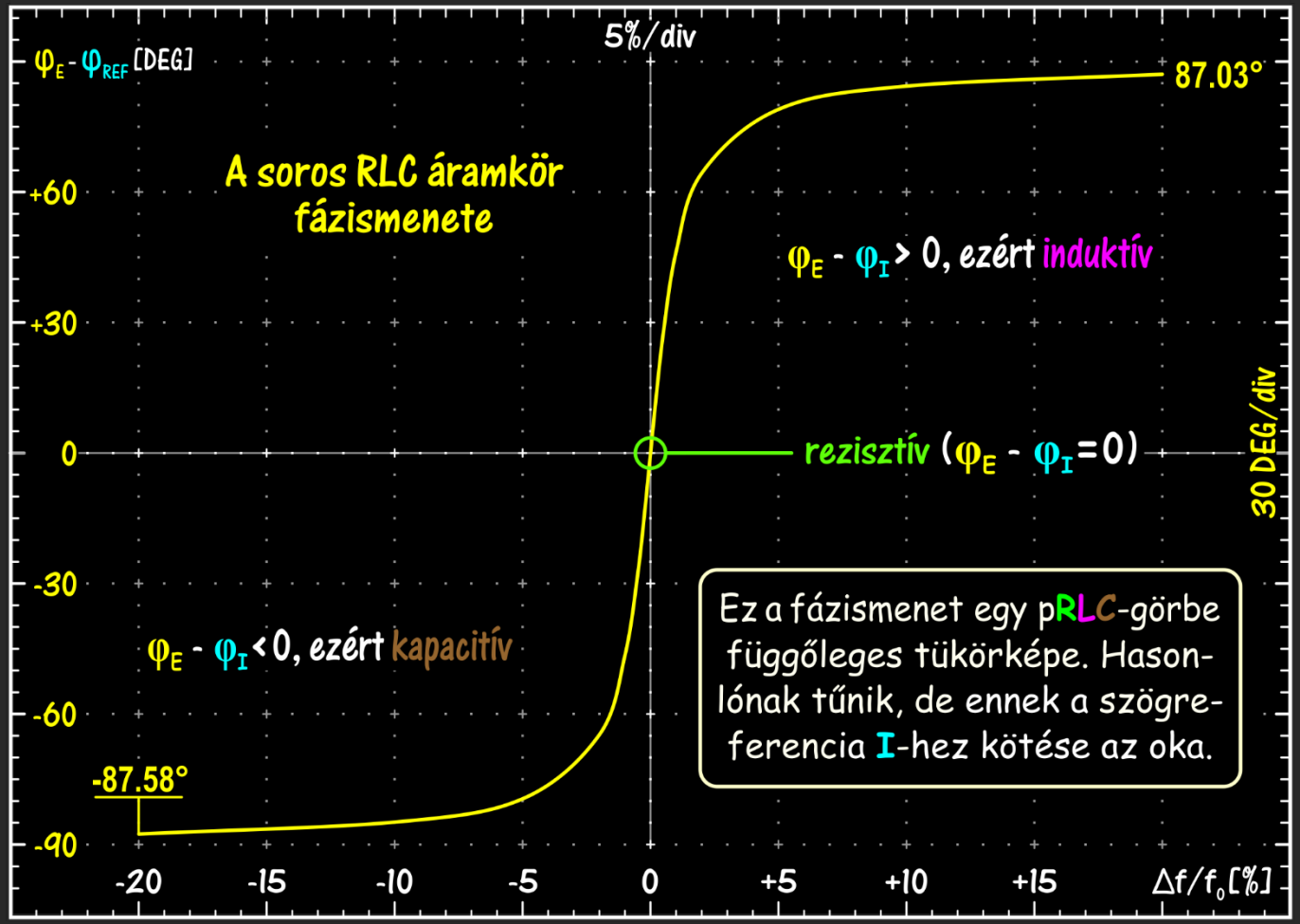
Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.096 µs-ot siet, az ára[illegible]ktív

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50	[illegible]
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		[illegible]s/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

A soros RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 635.9 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	=

Időreferencia: I (trigonometriai irány)

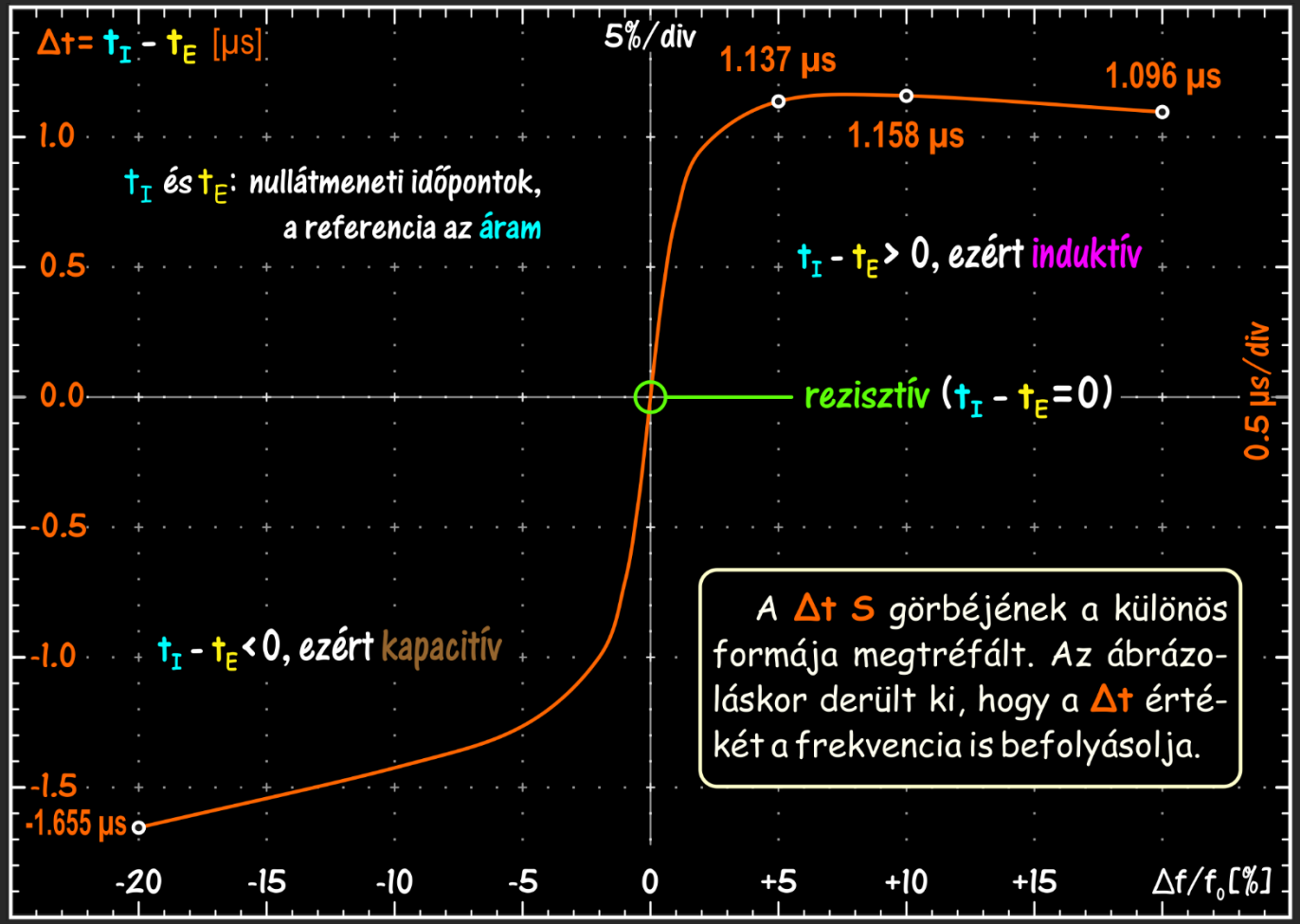
I	189 μA; φ_{REF}=0°
U_R	6.22691 mV; φ_R=0°
U_L	392.195 mV; φ_L =+90°
U_C	272.356 mV; …90°
E_0	120 mV; …3°

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.096 μs-ot siet, az ára… …ktív

0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50		
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		…s/div]	

A soros RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

E_0	= 120 mV, állandó
R	= 33.0 Ω
L	= 1.50 mH
C	= 500 pF
Z	= 635.9 Ω
f_0	= 183.776 kHz
$(f-f_0)/f_0$	=

Időreferencia: I (trigonometriai irány)

I	189 μA; φ_{REF}=0°
U_R	6.22691 mV; φ_R=0°
U_L	392.195 mV; φ_L =+90°
U_C	272.356 mV; [illegible]°
E_0	120 mV; [illegible]°

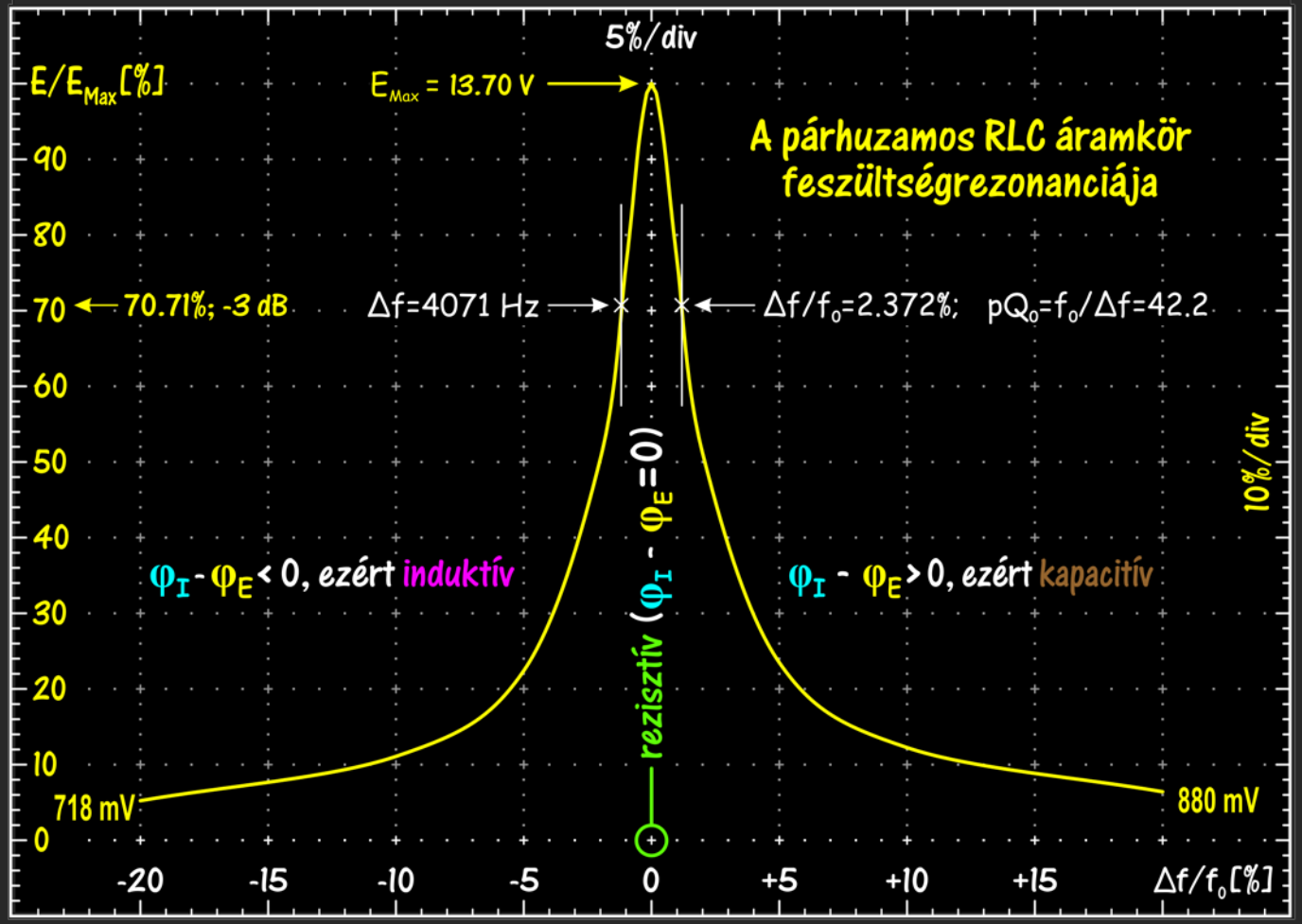
Végeredmény: az i-hez képest az e Δt=1.096 μs-ot siet, az ára[illegible]ktív

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

0	0.1	1	2	2	0.2	3	0.1	4	50	[illegible]
i[mA/div]		u_R[mV/div]		u_L[V/div]		u_C[V/div]		e[mV/div]		[illegible]s/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

A párhuzamos RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_O	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 170.4 µS
f_O	= 171.621 kHz
$(f-f_O)/f_O$	=

Időreferencia: E (trigonometriai irány)

E	880 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	9.67518 µA; $\varphi_R=0°$
I_L	340.204 µA; $\varphi_L=-90°$
I_C	489.891 µA; [illegible]°
I_O	150 µA; [illegible]°

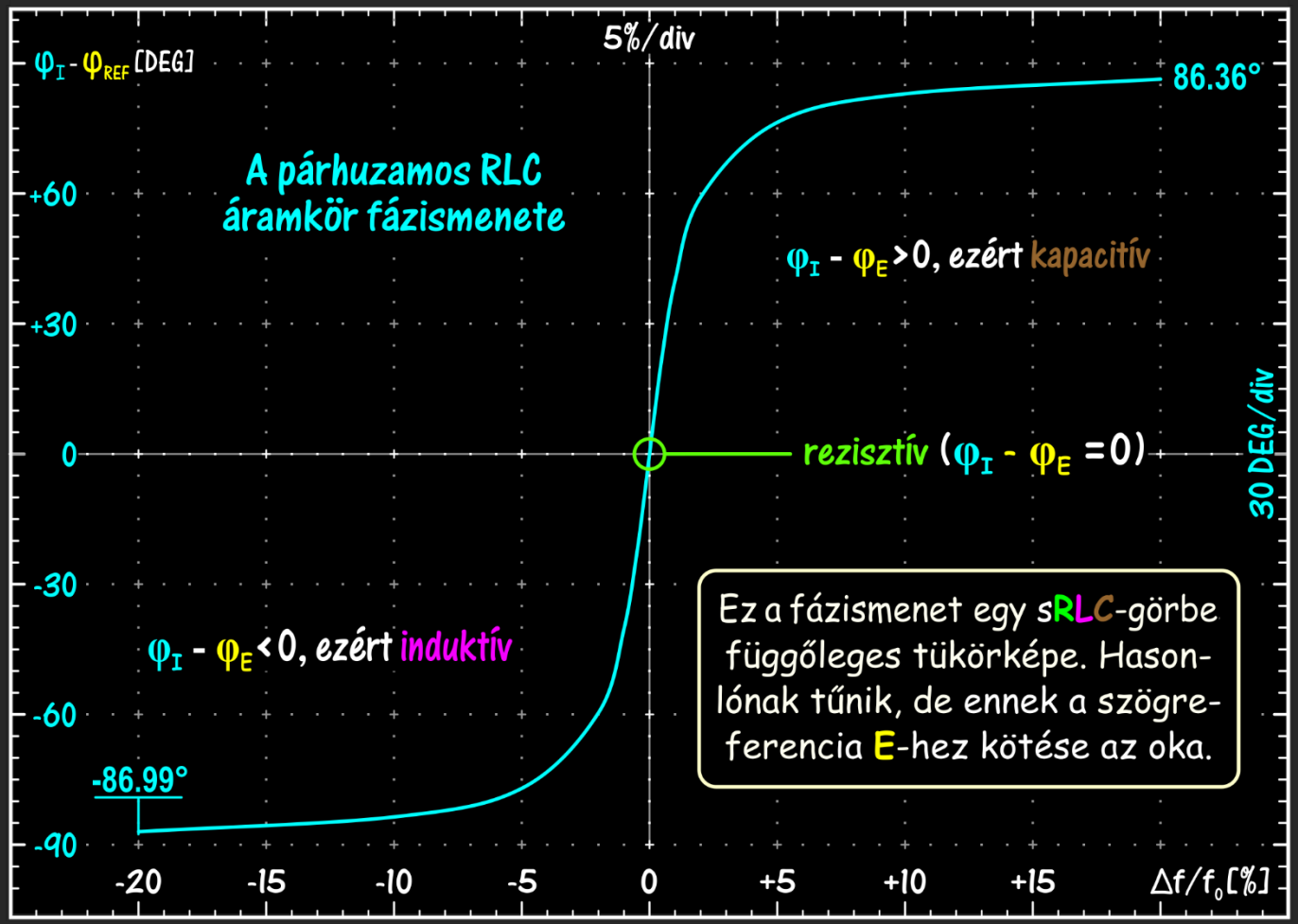
Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az ára[illegible]citív

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50	[illegible]
e[V/div]		i_R[µA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[µA/div]		[illegible]s/div]

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

A párhuzamos RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0	= 150 µA, állandó
R	= 91.0 kΩ
L	= 2.00 mH
C	= 430 pF
Y	= 170.4 µS
f_0	= 171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	=

Időreferencia: E (trigonometriai irány)

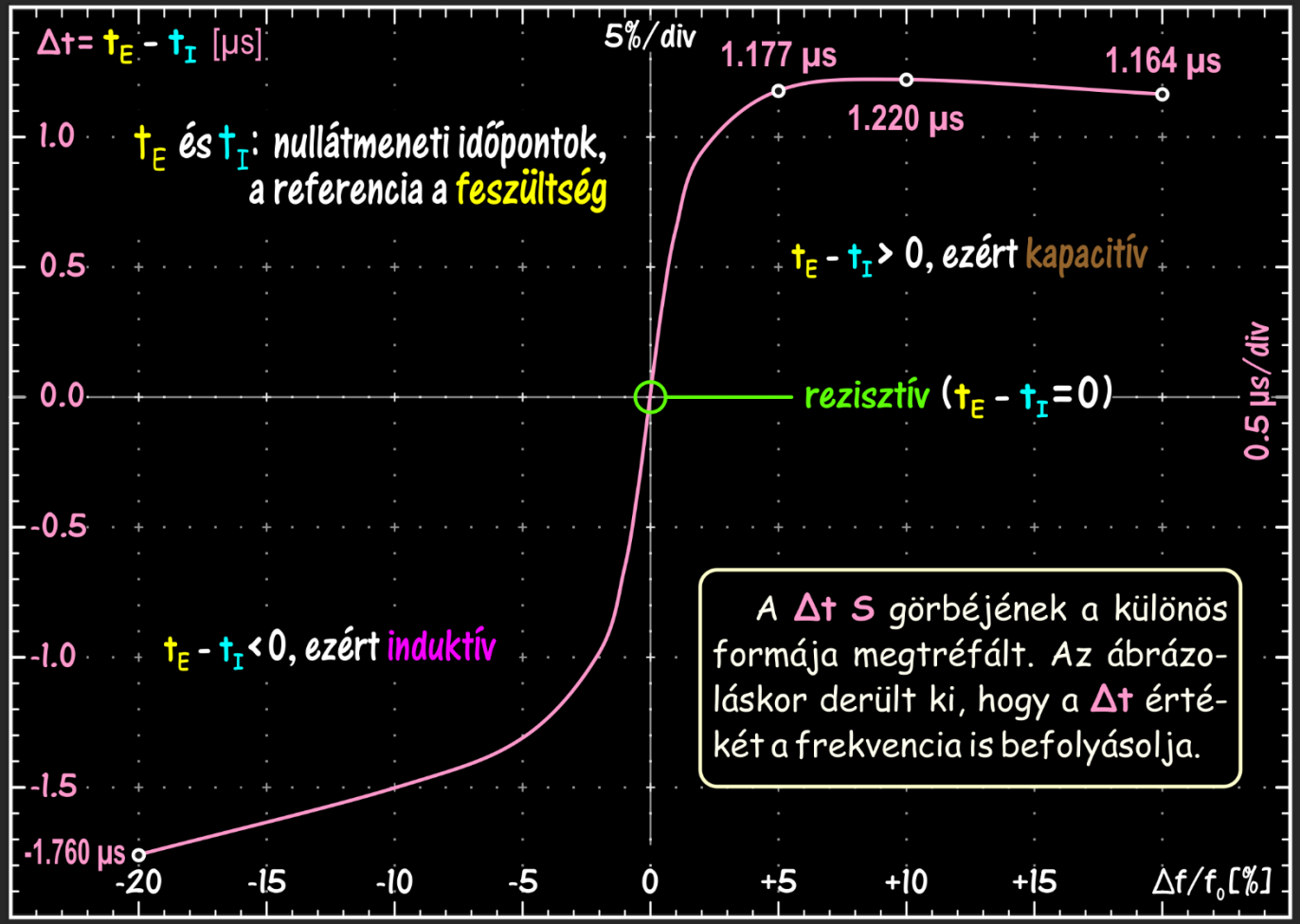
E	880 mV; φ_{REF}=0°
I_R	9.67518 µA; φ_R=0°
I_L	340.204 µA; φ_L=−90°
I_C	489.891 µA; [illegible]°
I_0	150 µA; [illegible]°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.164 µs-ot siet, az ára[illegible]citív

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

0	1	2	3	4	
0.5	5	0.1	0.2	50	[illegible]
e[V/div]	i_R[µA/div]	i_L[mA/div]	i_C[mA/div]	i[µA/div]	[illegible]s/div]

A párhuzamos RLC áramkör jellegváltása a rezonancia körül



Alapadatok:

I_0	=	150 μA, állandó
R	=	91.0 kΩ
L	=	2.00 mH
C	=	430 pF
Y	=	170.4 μS
f_0	=	171.621 kHz
$(f-f_0)/f_0$	=	

Időreferencia: E
(trigonometriai irány)

E	880 mV; $\varphi_{REF}=0°$
I_R	9.67518 μA; $\varphi_R=0°$
I_L	340.204 μA; $\varphi_L=-90°$
I_C	489.891 μA; 90°
I_0	150 μA; 0°

Végeredmény: az e-hez képest az i Δt=1.164 μs-ot siet, az ára… …citív

A grafikonon kívüli területnek nincs köze a grafikonhoz

0	0.5	1	5	2	0.1	3	0.2	4	50		
e[V/div]		i_R[μA/div]		i_L[mA/div]		i_C[mA/div]		i[μA/div]		…s/div]	

Mottó: „A valós értékeken alapuló szimuláció hasznosabb a nem-létező értékekkel manipuláló interaktív szimulációknál!”

RLC Signals Collection

Az RLC áramkörök működésének oszcilloszkópszerű szimulációja

Nagyvárad, ADY Endre Líceum, 1996

Forrásmegjelölés. A **966** oszcillogramot egy **DOS**-os **Borland-Pascalban** készült didaktikai program generálta. A program kijelzője a számítógépen futó, saját tervezésű, ötcsatornás, digitális oszcilloszkópom volt. Az öt csatornát az 1989-ben szabadalmazott interfészem biztosította. Ebben az adatgeneráló módban a számítógép hozta létre az **RLC** áramköri adatokat. A **BMP**-képek az ezredfordulón készült Assemblys **BMP**-kezelő programom segítségével kerültek ide. **A képek szinte valódi oszcillogramok!** A program a neve elhallgatását kérő, egykori, kitűnő matematikus, intenzív informatika szakos tanítványom diplomamunkája volt.

Témavezető és a kimeneti VGA monitorképek BMP-be alakítója: dr. Bartos-Elekes István

Bsoft