

Az „asztaljártatás” tudományos vizsgálata – talán elsőként – a magyar fővárosban történt meg. A *Pesti Napló* 1853. április 14-i és május 1-jei számában Jedlik Ányos, az egyetem természettani tanára színes ismertetést ad ilyen tárgyú kísérleteiről.

Tapasztalata szerint: „egy asztal, melyre a körülötte ülő személyek kezeit akképp helyezik, miként mind-egyik személy hüvelykjei egymással, balkezi kis ujjá a bal felül, a jobb kezi kis ujjá pedig a jobb felül ülő személy kis ujjával jól érintkezvén a kezek által körülbelül 1-2 óráig zárt láncolat képeztessék, önkényes mozgásba jő, mintha bűvös erők izgattatnék. Ezen csodálatra méltó tünemény előttem annál inkább lehetetlennek látszott, minél kevésbé lehet az az eddig ismert természeti erők hatásából következtenni; de nemsokára alkalmam lőn e meglepő tünemény valódiságáról teljesen meggyőződnöm.”

Ugyanis: „...az angol kisasszonyok nevelő intézetében tartott delejes kísérleteim közben a n. fejedelem asszony által az említett tünemény mibenlétéről kérdezettvén ... javaslám, hogy a számos növendék kisasszonyok idősbjei közül néhányan vállalkoznának az említett meglepő tünemények előidézésére”.

Az első kísérlet oly jól sikerült, hogy „Az örvendő kisasszonyok mindaddig hagyták az asztalt kezeik alatt nyugtalanzkodni, míg annak (...) gyöngye lábai össze nem törtek”.

Másnap a vizsgálatot új asztallal és egy székkal megismételték. „Egy óra lefolyta után a kis asztal lassu mozgással önkényt oly helyzetet vőn, melyben hossza éjszaknyugot felé vala irányozva. Ebben a helyzetben azonban nem sokáig maradt; mert majd az egyik,

majd a másik oldalra dűledezett, majd egyik majd a másik végével ágaskodott, többnyire két lábon, de némelykor egy lábon is állott, mindenkor mintegy feldűlni törekedvén, s valóban többször fel is dűlt volna, ha a körülállók által fel nem tartatik vala; utóbb meglehetősen sebességű forgási mozgásba is jött. Mind-ezen mozgásokat egymás után váltogatván a teremben minden irányban kalandozott, értetődően nem magára hagyatva, hanem a felső felületét gyöngéden érintő kezek által képzett láncolat hatása alatt.”

A bizarr jelenségre hamarosan frappáns magyarázat is született: „...az emberek tagjai idegrendszerének izgékonyaságához képest előbb vagy utóbb reszkető mozgást vesznek fel, ha folytonosan valamely kényelmetlen helyzetben tartatnak. Midőn a kezek reszketése már valamennyire növekedett, a láncolatot alakító kezeknek különirányú reszketései a rezgő testek rezgéseinek egymáshoz alkalmazkodási szabálya szerint lassanként összehangzókká, az az egyidősekké (és egyenirányuakká) lesznek, s mint ilyenek egy eredő erőt (vis resultans) állítanak elő, mely az asztal megmozdítására már elégséges... Ha a kezek reszketései aképp egyezkednek egymással, hogy mindannyian egy eredő erő létesítésére öszmunkálkodjanak, akkor az asztalnak ezen eredő irányában haladnia kell.”

Az okfejtést lakonikus szerkesztői kommentár zárja: „S e sorokkal bezárjuk ezuttal az asztaltáncz kérdését, arra kérvén tisztelt levelezőink s dolgozó társainkat, miszerint mindaddig, míg valamely felette fontos tapasztalás a jelen nézeteket megczáfolni nem képes-e tekintetben magukat további tudósításokkal fárasztani ne méltóztassanak.”

A FIZIKA TANÍTÁSA

HERTZ-KÍSÉRLETEK VIDEOMAGNÓVAL?

Rárosi Ferenc, Papp Katalin
SZTE, Kísérleti Fizikai Tanszék

A rádiófrekvenciás tartományba eső elektromágneses hullámok terjedésének kísérleti tanulmányozása iskolai szituációban nagy kihívást jelent. A kísérleti bemutatáshoz szükségünk van egy adókészülékre, antennákra és egy vevőre. Az adókészülék hagyományosan erre a célra gyártott nagyfrekvenciás oszcillátor, a vevőkészülék hangolt rezgőkör. A kísérlet sikeréhez fontos a megbízható adókészülék, rendkívül kritikus tényező az antennák megválasztása és a vevő rezgőkör jó hangolása. Ezek az eszközök, különösen egy megbízható adókészülék sajnos kevés iskolában állnak rendelkezésre, így a kísérleti szemléltetés rendszerint elmarad, és az amúgy sem könnyű anyagrészt gyakran kísérlet nélkül, elméleti úton tárgyalják.

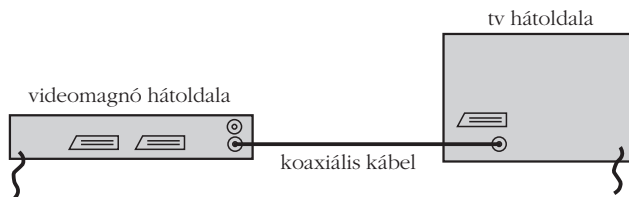
Vannak azonban környezetünkben olyan eszközök, amelyek segíthetnek a tananyagrészt szemléltet-

séhez. Például hétköznapi szórakoztatóelektronikai berendezésekkel könnyen készíthetünk megbízhatóan működő és látványos demonstrációs eszközt, megoldást jelenthet egy videomagnó és egy televíziókészülék alkalmazása.

Miért alkalmas a videomagnó adókészüléknek? (technikai feltételek)

Amikor egy televíziót és egy képmagnót csatlakoztatunk, az alábbi egyszerű elvárásaink vannak:

- Akármilyen televíziókn is van, a képmagnót össze lehessen vele kapcsolni.
- A képmagnó rendelkezzen önálló tunerrel (itt rögzítésre is alkalmas videomagnóról beszélünk, ezt a



1. ábra. Műsor lejátszása koaxiális kábeln keresztül

nemzetközi gyakorlat VCR rövidítéssel jelöli), így bármely beprogramozott adást képes legyen rögzíteni függetlenül attól, hogy mi a televízió milyen csatornát nézünk.

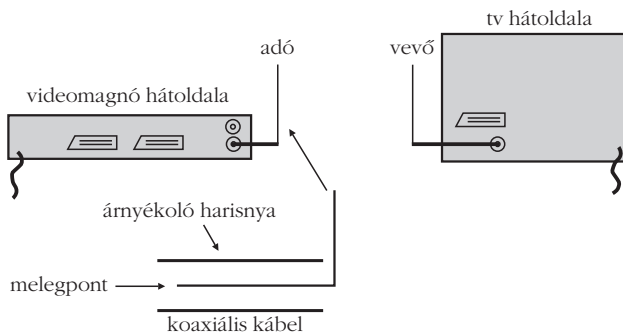
Ennek megfelelően a tv hátlapján található egy koaxiális antenna bemenet, a videomagnó hátlapján egy koaxiális bemenet és kimenet. Az antennát koaxiális kábeln keresztül a videomagnó koaxiális bemenetéhez kapcsoljuk, így a magnó tetszőleges beprogramozott adást képes rögzíteni, a kimeneten pedig minden bemenő jel megjelenik. Így tv-antenna bemenetét a videomagnó koaxiális kimenetéhez csatlakoztatva, a tv-n tetszőleges csatorna műsorát nézhetjük, függetlenül attól, hogy a videomagnóval készült-e és mely csatornáról készül felvétel. Ha egy kazettát szeretnénk lejátszani videomagnóval, akkor a videomagnó koaxiális kimenetén egy, a magnóra jellemző csatornán megjelenik az adás tulajdonképpen tv-adás formájában, ezt a tv-készülék úgy érzékeli, mint egy önálló televízióadót (adóként megkereshető a képmagnó jele és beprogramozható, mint akármelyik másik csatorna). Tehát kazetta lejátszásakor a videomagnó egy önálló tv-adóként működik, és ezt érzékeli a tv a koaxiális összekötő kábel segítségével, így teljesül az is, hogy bármilyen (pl. régi) tv-készüléken lejátszható a műsor. A képmagnó az UHF (Ultra High Frekvenci) sávban sugároz ki jeleket. (A kisugárzott videojel vivőfrekvenciáját az alábbi formulával kaphatjuk $f_v = 471,25 + 8(N-1)$ MHz, ahol N a csatorna számát jelöli, ami 21-től 69-ig változhat. A kisugárzott hangjel vivőfrekvenciája: $f_A = f_v + 5,5$ MHz.)

Megjegyzés: általában másfajta kábellel is összekötjük a tv-t és a videomagnót, a SCART-kábellel, ez kazetta lejátszásokor közvetlen összeköttetést és jobb minőséget biztosít. Ezt a kísérlet során nem használjuk, *ha csatlakoztatva van, akkor azt ki kell húzni!*

Hogyan járunk el?

Játsszunk le egy videofelvételt, a koaxiális kábelt *basználva* (1. ábra) a jel átviteléhez. Ha ezt a koaxiális kábelt elvágjuk, akkor megszűnik a galvanikus kapcsolat a videomagnó és a tv-készülék között, a lejátszott műsort természetesen nem láthatjuk a képernyőn.

Ha azonban az elvágott kábelekből adó- és vevőantennákat alakítunk ki, akkor az „adó” (videomagnó mint műsorforrás, oszcillátor és modulátor és az adóantenna) által kisugárzott elektromágneses hullámokat újra foghatjuk a tv-készülék segítségével. Az így



2. ábra. Antennák kialakítása

megvalósított összeköttetés a képmagnó kicsiny teljesítménye miatt csak néhány méteres távolságok áthidalására alkalmas.

Az *antennák kialakításához* egyszerű dipólantennákat használunk, az adó- és vevőantennák teljesen egyformák. Magából a kábelből is könnyen kialakíthatók közvetlenül, ha a koaxiális kábel külső köpenyét és az árnyékolását, valamint a belső szigetelő réteget kibontva szabaddá válik a melegpont (a középső vezető). Az így kibontott középső vezetőt derékszögben meghajlítva körülbelül 20–30 cm hosszúságú antennát alakítunk ki (2. és 3. ábra). Ideális érték a hullámhossz – lásd a frekvenciafeltételt: $f_v = 471,25 + 8(N-1)$ MHz, ahol N a csatorna számát jelöli, ami 21-től 69-ig változhat – negyede. *A gyakorlatban azt tapasztaltuk, hogy az antenna hossza nem kritikus paraméter!*

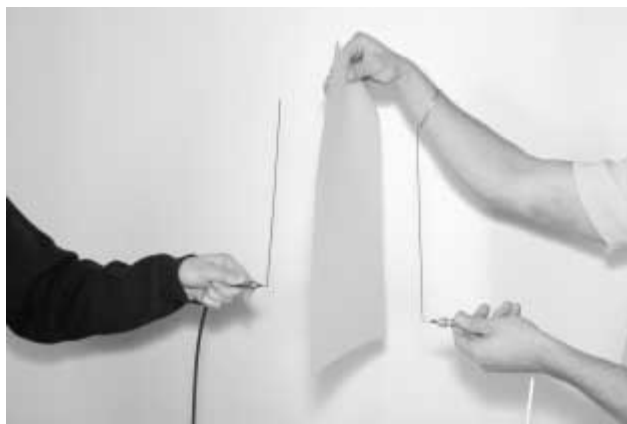
A kábel külső, árnyékoló vezetőharisnyájából esetleg kialakítható az antenna másik elektródája, de ez tapasztalataink szerint nem befolyásolja az átvitel minőségét. Ennek magyarázata az, hogy mindkét külső vezetőharisnya közelítőleg azonos potenciálon van.

Az elektromágneses hullámok felfogása a vevőantennával

Az így kialakított adó- és vevőantennákkal megvalósítható a rádiófrekvenciás összeköttetés; körülbelül fél méteres távolságon belül az antennákat párhuzamosan beállítva újra látható a képmagnón lejátszott műsor a tv-készüléken. (Az így átvitt műsor minősége – a tv képe és hangja – csak kicsit rosszabb, mint a közvetlen kábeles összeköttetés esetében.)

3. ábra. Gyakorlati megvalósítás





4. ábra. Papírlap az antennák között

Az elektromágneses hullámok áthaladása közegen

Az előbbi bekezdésben tárgyalt elrendezésben a két antenna közé szigetelő lapot (pl. kartonlapot) helyezve bemutatatható, hogy az elektromágneses hullámok képesek áthaladni a szigetelő falon (4. ábra). A két antenna közé fémlapot helyezve már megszűnik az átvitel.

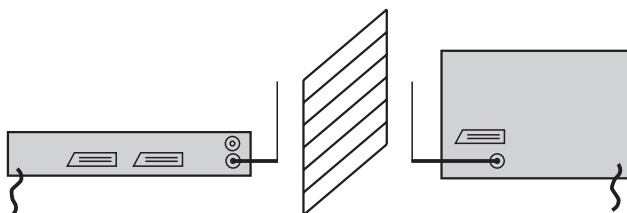
Az elektromágneses hullámok gyengülése

A kibocsátott sugárzás intenzitása a divergencia miatt a távolság négyzetével csökken. Azt, hogy a távolsággal csökken a sugárzás erőssége, jól mutatja, ha az antennákat egymástól távolítjuk, erősen romlik a vétel minősége. Fontos, hogy közben az antennák párhuzamosak legyenek.

A kibocsátott sugárzás polarizáltsága

A dipolantenna által kibocsátott sugárzás polarizált, az elektromos térerősségvektorok az antenna síkjába, a mágneses indukcióvektorok erre merőleges síkba esnek (ez kis távolságokban teljesül jó közelítéssel). Ha az adóval eredetileg párhuzamos vevőantennát lassan elfordítjuk, a vétel minősége folyamatosan romlik, és 90 fokon szögben gyakorlatilag megszűnik a vétel, tovább forgatva folyamatos javulás tapasztalható 180 fokig (ekkor megint párhuzamosak az antennák), majd újra romlás és így tovább. Megállapítható tehát, hogy párhuzamos antennák esetén legjobb, merőleges antennaállás esetén pedig gyakorlatilag teljesen leromlik

6. ábra. Polarizáció



5. ábra. Az alkalmazott szűrő

a vétel. A vétel annál jobb (a vevő irányába eső térerősség vetülete annál nagyobb), minél kisebb az adó- és vevőantenna által bezárt hegyesszög.

Polarizációs szűrő készítése

Az 5. ábrán látható elrendezésű vezetőkeret ($d \approx 9$ cm) aránylag jó hatásfokú polarizációs szűrőként használható, egy ilyen rácsot az antennákkal párhuzamosan tartva (6. ábra) erősen leromlik a vétel minősége, továbbá két egymásra merőleges rácson már jelentős gyengülést szenvednek a kisugárzott elektromágneses hullámok.



További, a „hagyományos” URH-adóval bemutatatható kísérletek (pl. interferencia, irányfüggés vizsgálata) elvégzésével is próbálkozhatunk, de a detektálást, ami esetünkben a tv-képernyőjén látható adás minősége, megnehezíti a helyiségben a falakról történő visszaverődés következtében eleve kialakuló állóhullámok jelenléte.

A kísérleteket több és jelentősen különböző korú videomagnóval is elvégeztük és azt tapasztaltuk, hogy a magnó típusától és korától gyakorlatilag alig függ a tapasztalható jelenségek sorozata. Egyéb tényezők szerepe nagyobb lehet a videomagnó megválasztásánál, például a helyiségben levő nagy méretű fémtárgyak, fémből készült berendezések, korlátok stb. befolyásolhatják – némiképpen – a vételt.

Az elektromágneses hullámok tulajdonságainak tanulmányozása a fényhullámokkal megszokott, látványos kísérlet a fizika tanításában. A fentiekben ismertetett egyszerű módszerrel bővül a lehetőség: a látható fénytől eltérő hullámhosszúságú, a tanulók környezetében megtalálható mindennapos eszközökkel. Ez motiváció és szemléletformálás szempontjából is fontos lehet.

Irodalom

1. A. Iscra, M. T. Quaglini, G. Rossi: Introducing radio transmission with a simple experiment. *Science in School*, issue 3, winter 2006.
2. A. Iscra, G. Rossi, L. Bove: *How to make a simple radiotransmission by using a videorecorder and a TV-receiver* www.iscra.net/radio_educational/english/englishvcr.ppt