

A PÖRGETTYŰ HISTÓRIÁJÁHOZ – 2. RÉSZ

Laczik Bálint

BME Gyártástudomány és -technológia Tanszék

Jean Bernard Leon Foucault (1819–1868) munkásságának legfontosabb eszközei a legendás inga (1851) és a Bohnenberger-féle giroszkóp továbbfejlesztett változata (1852). A Föld forgásának látványos, könnyen értelmezhető demonstrálása a párizsi Pantheonban felfüggesztett, 67 méter hosszú inga segítségével igen népszerű volt, a giroszkópos kísérletek lényegesen kisebb érdeklődést keltettek. A forgó tömeg hatásmechanizmusainak megismerése, a földrajzi navigációs, valamint a mozgó testek stabilizálására szolgáló eszközök fejlődése azonban éppenséggel a pörgettyű elméletének mélyreható vizsgálata nyomán indult meg.

A cikk első részében bemutatott 7. ábra szerinti kardánkeretben a saját tengelye körül gyors forgásba hozott pörgettyű három független, az egymásba ágyazott kardánkereteket összekapcsoló tengelyek körül fordulhat el. Az így kialakított mechanizmusban a pörgettyű tengelyének egy pontja fix helyzetű, a forgórész pedig három szabadságfokú mozgást végezhet. A kardánszerkezet egy vagy két szabadsági fokát megszüntetve (a megfelelő gyűrűket rögzítve) a forgórész tengelye jellegzetes földrajzi irányokba áll be.

A legegyszerűbb iránykitűző – és egyben szemléletes fizikai demonstrációs – eszközök a *deklinációs* és az *inklinációs* iránykitűző pörgettyűk¹² (10. ábra).

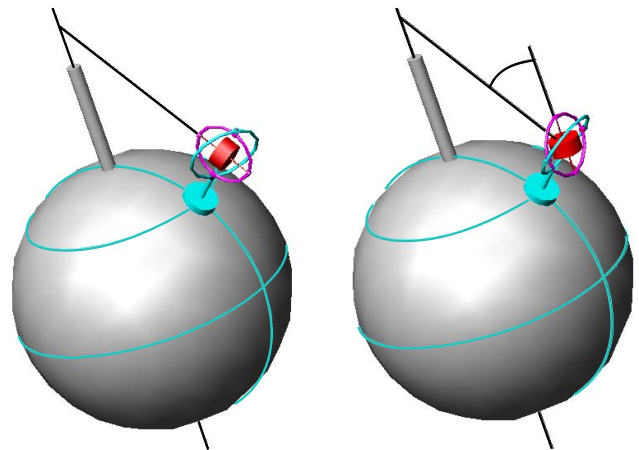
A deklinációs iránykitűző forgó részét hordozó kardángyűrű a függőleges tengely körül fordulhat el, a tárcsa tengelye a vízszintes síkban van. A felgyorsított és magára hagyott pörgettyű tengelye beáll a Föld forgástengelyét metsző irányba, azaz kijelöli az aktuális földrajzi ponthoz tartozó észak irányt.

Az inklinációs pörgettyűszerkezetben a forgórészt hordozó kardángyűrű tengelye vízszintesen, a keletnyugati irányban áll. A tárcsa felgyorsítása után a szabadon mozgó kardángyűrű mindaddig elfordul, amíg a forgórész tengelye a Föld forgástengelyével párhuzamos állásba nem kerül. Az északi irány és a pörgettyűtengely által bezárt szög a megfigyelési hely földrajzi szélességének értékét adja.

Az egy forgórészes eszközök a Földhöz képest nyugalmi helyzetben elvileg pontosan működnek.



Laczik Bálint okleveles gépészmérnök, okleveles matematikus szakmérnök, 1982 óta a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gyártástudomány és -technológia Tanszéke oktatója.



10. ábra. Deklinációs és inklinációs irányjelző pörgettyűk.

Hajón, repülőgépen a jármű Földhöz viszonyított mozgásának hatását különleges, több pörgettyűből álló rendszerek kompenzálják.

A 19. századi fizikai kutatások fontos területein, a termodinamikában és az elektromosságban a jelenségek csak bonyolult kísérleti eszközökkel állíthatók elő. A pörgettyűs effektusokat azonban egyszerű, köznapi tárgyakkal lehet bemutatni.¹³ A korabeli, komoly szakmai publikációk mellett a tudományos ismeretterjesztés művelői színvonalas cikkek, könyvek, demonstrációs előadások sokaságában ismertették a forgó tömegekkel kapcsolatos bizarr jelenségeket.

A pörgettyű a hajdani karikatúrákon is felbukkant. A nemzetközi politikai viszályainak groteszk példázata a pipás, kalapos holland pörgettyűfigurát ostorral hajtó *Charlotte* walesi hercegnő,¹⁴ lásd 11. ábra.

A 19-20. század fordulóján a legkülönfélébb pörgettyűs eszközök hatalmas sokasága született meg. Éppenséggel a divatba jött mechanikai hatással tréfálkozik egy német vicclap¹⁵ rajzsorozata, lásd 12. ábraszorozatot. A leittasodott, tántorgó úriember büszke, stabil helyzetben folytathatja útját a nagy hirtelen beszerzett pörgettyűs egyensúlyozó kalap segítségével. A boltból távozó atyafi nyakában fityegő kulccsal felhúzott rugómotor a fejedőbe rejtett tárcsát forgatva bizvást az ingadozó emberiség jótékony segítségét lehetett volna. A frappáns ötlet találmányi bejelentését azonban a német szabadalmi hivatal – éppenséggel a vicclapban megjelent karikatúrára, mint korábban már ismert megoldásra hivatkozva – elutasította.

¹² A szerkezetek elterjedt, ám eléggé pontatlan megnevezése a pörgettyűs iránytű.

¹³ Öveges professzor fizikát népszerűsítő munkásságának egyik titka a roppant egyszerű kísérleteiben rejlett.

¹⁴ F. G. Stephens, M. D. George: *Catalogue of Political and Personal Satires in the Department of Prints and Drawings in the British Museum*. 11 vols, London, BMP, 1870–1954.

¹⁵ *Lustige Blätter*, 1909. évf. 34. 9. o.



11. ábra. A pörgettyű, mint politikai él.

A járművek stabilizálásra szerkesztett pörgettyűs szerkezetek valamelyest több dicsőséget hoztak feltalálóiknak. A francia *Louis Brennan* és az orosz *Peter Schilowsky* ötleteiket szabadalmaztatták, polgári és katonai szakértők előtt számos, sikeres bemutatót tartottak. Furcsa járműveik gyorsabbak és fordulékonyabbak voltak négykerekeű kortársaiknál, az egyetlen sínből álló pálya építése és fenntartása is nyilván kisebb költséget igényelt, mint a szokványos vágányoké. A különleges masinák azonban nem győzték meg a stabilizáló pörgettyűk esetleges hibája miatt aggodalmaskodókat, az egy nyomon közlekedő autók és vonatok forgalomba sohasem kerültek (13–15. ábrák).

A pörgettyű egyik¹⁶ legfontosabb alkalmazási területe a navigációs technika. A 19. század második felétől az imperialista nagyhatalmak egyre nagyobb hadihajókkal készültek a majdani tengeri csatákra. Az egyre vastagabb páncélatok irdatlan mennyiségű vasanyaga miatt a klaszikus iránytű alig, sőt legtöbbször egyáltalán nem működött. A víz alá merült tengeralattjáró zárt acél testének belsejében pedig teljességgel használhatatlanná vált a mágneses kompasz, de tökéletesen megfeleltek a pörgettyűs szerkezetek.

Az 1850-es évektől a torpedók, majd a merev vázú léghajók, később a repülőgépek fedélzeti navigációs eszközeiben, műszereiben fontos szerepet kaptak a pörgettyűk.

¹⁶ A másik, ehelyütt nem tárgyalt fontos terület a lövedékek és rakéták forgással megvalósuló stabilizációja.

¹⁷ A torpedógyár kiállításának honlapja: <http://www.muzej-rijeka.hr/torpedo/en/index.html>

¹⁸ A függőleges beépítésű motor alatt és fölött a közös tengelyen lévő tárcsák egyetlen forgórészt alkotnak.

A Rijekában 1854 óta egy évszázadon át működött torpedógyárban készült szerkezetek sokaságát mutatja be az üzem helyén látogatható múzeum.¹⁷ A robbanó szerkezetek belsejébe épített, a torpedó iránytartását segítő, és a robbanás során megsemmisülő pörgettyűk a kiállítás különleges érdekességű darabjai.

A navigációs műszerek fejlesztésének egyik kiemelkedő személyisége *Hermann Anschütz-Kämpfe* (1872–1931) volt. A kezdetben orvosi, majd ezt félbehagyva művészettörténeti tanulmányokat folytató, az utóbbi tárgykörben doktori fokozatot is szerzett, sokoldalúan tehetséges ifjú érdeklődését különösen felkeltette a 19-20. századforduló nagy kihívása, az Északi sark meghódítása. Anschütz-Kämpfe a befagyott tenger jege alatt hajózva remélte a nagy cél elérését.

A tenger alatti navigáció problémája vezetett a pörgettyűs hajókompasz stabilan működő szerkezetének megvalósításához. Az első műszerben egyetlen¹⁸ pörgettyű (16. ábra), az első szabadalmi bejelentést gyorsan követő, tökéletesített változatokban már több forgórész is működött. A nagy német kikötővárosban, Kielben 1905-ben alapított, és mindmáig navigációs műszereket gyártó vállalat – az Anschütz & Co. GmbH – termékei gyorsan megjelentek a kereskedelmi (17. ábra), hadi és az akkoriban virágkorukat élő léghajók fedélzetén.

12. ábra. A pörgettyűs kalap.





13. ábra. Schilowsky pörgettyűvel stabilizált járműve (1914).



14. ábra. Brennan drótkötélen mozgó, pörgettyűvel stabilizált járműmodellje (1905).



15. ábra. Brennan pörgettyűvel stabilizált egysínű vasútnak bemutatója (1910).

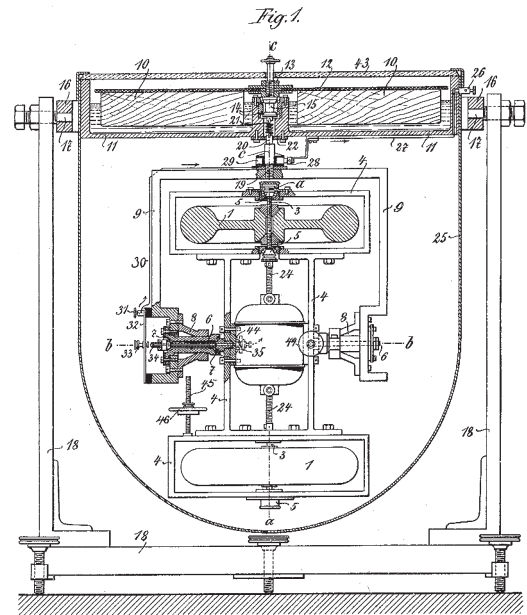
A neten könnyen elérhető a cég honlapja.¹⁹ A hajók legmodernebb műholdas és radaros navigációs, valamint automatikus irányító eszközeiben megtalálható Anschütz-Kämpfe legsikeresebb találmánya, a kétpörgettyűs szférikus irányadó (18. ábra).

Anschütz-Kämpfe és Albert Einstein kapcsolata annak svájci szabadalmi hivatalnok korában kezdődött.

Edison mellett a második, legeredményesebb amerikai feltaláló, Elmer Ambrose Sperry (1860–1930)

¹⁹ <http://www.raytheon-anschuetz.com>

²⁰ <http://www.sperrymarine.com>



Witnesses:
Robert Coet.
P. M. Patterson

Inventor:
Hermann Anschütz-Kämpfe
By His Attorney,
J. W. Richards

16. ábra. Anschütz-Kämpfe egyik korai szabadalmának rajza.

1910-ben alapította a szárazföldi, vízi és légi navigációs eszközökkel foglalkozó vállalatát.²⁰

Anschütz-Kämpfe egyik pörgettyűs irányító találmányi bejelentését Einstein 1914-ben vizsgálta. Sperry megtámadta német kollégája és riválisa szabadalmi elsőbbségét, a per az európai feltaláló győzelmével zárult. Anschütz-Kämpfe és Albert Einstein igen szívélyes kapcsolata ezzel kezdődött és élethossziglan folytatódott (19. ábra). A műszerek fejlesztésében később Einstein komoly szakmai segítséget is nyújtott barátjának.

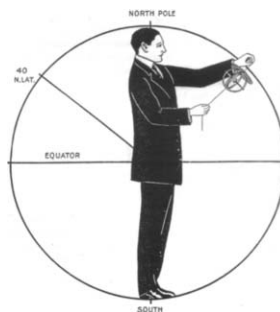
Sperry cége az első világháborútól kezdődően az USA hadiiparának egyik kiemelten fontos vállalata lett. Különösen nagy fejlesztések történtek a második

17. ábra. Pörgettyűs Anschütz-Kämpfe műszerek (bal oldalon és középen), egy régi hajó parancsnoki hídján.





18. ábra. Két pörgettyűt tartalmazó gömbi irányadó az Anschütz-Kämpfe cég egy modern termékében.



19. ábra. Sperry cégének illusztrációja a giro-kompass működéséhez (balra), valamint egy ritka mozzanat: Albert Einstein és Hermann Anschütz-Kämpfe jókedvűen indulnak az ebédért (jobbra).

A regénybeli kísérlet mindenki szerencséjére kudarcot vall, és újabb kísérletről sem tudni.

A jelen összeállítás záró gondolatoként álljon itt a szerző egy, a pörgettyűmozgással kapcsolatos, a regény első elolvasása óta nyugtalanító, megválaszolatlan kérdése: *Elvileg lehetséges-e egyetlen ágyúlövés reakcióhatásával glóbuszunk tengelyét a keringés síkjára stabilan merőlegessé állítani?*

világháború alatt. A legkülönbélebb katonai műszerek sokaságát dolgozták ki és gyártották tömegesen. A jól ismert, híres-hírhedt B-17 repülő erődök és a B-24 Liberátor bombázók fedélzeti műszerei mellett különösen érdekesek voltak a modern számítástechnika előzményének számító célberendezések, a légvédelmi ágyúk irányítását szolgáló elektromechanikus analóg löelemképzők. A pörgettyű indításának egy ötletes módját szemlélteti a 20. ábra. A tárcsa hornyába felcsévélte acélhuzal végét az indítóállványhoz rögzítve, a kilőtt rakéta „berántással” gyorsította fel a műszer forgórészét.

Verne kevéssé ismert, *Világfelfordulás* című regényében a Hold-utazással csődöt vallott tűzérkek egy új, még különösebb kísérletre készülnek. Klubjuk hagyományainak megfelelően, egy hatalmas ágyú lövésének reakció hatásával remélik a Föld ferde²¹ forgástengelyét bolygónk keringési síkjához merőlegesre állítani. Az új helyzetben komoly éghajlati változások jönnének létre, például megszűnne az évszakok változása, és a sarkok felmelegedésével, majd a sarki jegek olvadásával (legalábbis a Gun Klub vezetőinek reménye szerint) hatalmas ásványlelőhelyek válnának kitermelhetővé.

20. ábra. 9M14 Maljotka távirányítású páncéltörő rakéta pörgettyűje az 1980-as évekből.



²¹ Az ekliptikával 67,5 fokos szöveget bezáró.

Szerkesztőség: 1092 Budapest, Ráday utca 18. földszint III., Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.elft.hu>, e-postacím: elft@elft.hu

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős: Szatmáry Zoltán főszerkesztő.

Kéziratokat nem őrizzük meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szatmáry Attila ügyvezető igazgató.

Terjeszté az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulatnál vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyzámlán.

Megjelenik havonta, egyes szám ára: 800.- Ft + postaköltség.

HU ISSN 0015-3257 (nyomtatott) és HU ISSN 1588-0540 (online)