

Giroskopioak, dantza orekatuaren gailuak

Roa Zubia, Guillermo

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



Biraka ari den edozein gailuk jokabide miresgarria izan dezake. Magia dirudi, baina ez da; senak agintzen digunaren kontrako jokabidea besterik ez da. Jokabide hori aprobetxatu egiten du teknologiak. Gailu birakarien –giroskopioen– munduak garrantzi handia hartu du. Inguruan dituzu giroskopioak, eta, hala ere, ia isilpean geratu dira; ezagutu nahi dituzu?

ITXURAZ, BIZIKLETAZ IBILTZEA GRABITATEAREN AURKAKO LEHIA BAT DA; bi gurpilen gainean egonda, nolatan ez da erortzen txirrundularia? Erantzuna eskulekua manipulatzeko moduan datza. Eskulekua okertuz, txirrundularia gai da indar zentrifugoa sortzeko, bizikletari zutik iraunarazteko. Baina ez hori bakarrik; gurpilek, biratze hutsagatik, beste efektu gehigarri bat jasotzen dute.

Efektu giroskopikoa da: biratzen ari den gorputz baten ardatzak ez mugitzeko joera du. Biratze-ardatzari bultza eginez gero, ardatzak bultzadari kontra egiten dio, eta biratzen ari dena ez da

jarreraz aldatzen. Bizikletaren kasuan, grabitateak beherantz egiten dio tira gurpilen ardatzari, baina ardatzak kontra egiten dio.

Zenbat eta azkarrago biratu, orduan eta indartsuagoa da efektu giroskopikoa. Eta alderantziz. Bizikletaren gurpilek, adibidez, ez dute oso azkar biratzen; ez efektu giroskopikoak grabitateari kontra egiteko bezain azkar, behintzat. Motor baten gurpilak, aldiz, giroskopio eraginkorrak dira. Gidariak motorra okertzen duenean, kurba hartzen du, baina azpialdean dituen bi gurpilek ez diote uzten erortzen. ➔



Motor baten gurpilak giroskopio eraginkorak dira. Gidariak kurba hartzean, gurpilek ez diote uzten erortzen.

TT ASSEN

Birutzen duen edozer

Gurpilak ez dira adibide bakarra. Biratzen duen edozer gauza da giroskopio bat, efektu girokopikoaren mende funtzionatzen duelako. Planeta bat, ziba bat, pilota bat edo izotz gaineko gimnasta bat; berdin du. Bira egiten badu, giroskopio bilakatu da.

Efektu girokopikoa erraz ikusten da *freesbie* izeneko diskoan: biraka jaurtiz

gero, errotazio-ardatzaren orientazioa aldatu gabe egiten du hegan. Bumeran baten hegaldian efektu bera dago, baina, disko-itxura ez duenez eta jaurtitzean oso errotazio asimetrikoa eragiten zaionez, ez du modu berean hegan egiten. Azken batean, bumeran baten ardatzak ez du guztiz lortzen kanpoko indarra orekatzea, eta orientazioa aldatzen du hegaldian (besteak beste, horregatik itzultzen da jaurtitzailearengana).

dua. Adibide guztietan, ardatzak ezin dio kanpoko indarrari guztiz aurre egin, eta ardatzaren orientazioa zirkulu batean aldatzen da. Prezesioak kontrolari ihes egiten dion mugimendu bat dirudi, baina, aprobetxatuz gero, aukera ematen du girokopioen aplikazio interesgarrienez baliatzeko.

Prezesioa kontrolpean

Nola kontrola liteke prezesioa? Erraza: ardatzari eutsita. Nahikoa da ardatzari finko eustea edo giroskopioa cardanen sistema batean instalatzea. (Cardan deritzo norabide bakarrean biratzen duen arkuari). Giroskopio baten arda-

Girograbitatea

1989ko abenduan, ideia zahar batean oinarrituta, esperimentu xeble baten emaitza argitaratu zuten *Physical Review Letters* aldizkarian: giroskopio batek 12 miligramo galtzen zituen biratzean.

Artikuluak eztabaida handia sortu zuen. Egia zen? Grabitate 'negatiboa' eragin daiteke giroskopio baten bitartez? Ideiari girograbitatea deitu zioten, baina, dirudienez, oso zalantzako fenomeno da. Gerora, inork ez du lortu esperimentua arrakastaz errepikatzerik; are gehiago, fisikari batzuek azalpena eman zioten fenomenoari: litekeena zen giroskopioaren bibrazioak berak eragitea emaitza. Hori bai, objektu hegalarien zale batzuek defendatu zuten kontzeptu berria. Haien esanean, girograbitatea baliatzen dute plater hegalariek hegan egiteko. Gaurko zientzia-komunitateak, ordea, erabat baztertu du ideia hori.

“Lurra giroskopio bat da, eta, beraz, haren ardatzak prezesio izeneko mugimendua egiten du”

Bumeranaren errotazio-ardatzak egiten duen mugimenduak izen bat du fisikan: prezesioa. Dantza bat bezalako da; giroskopioa biraka dabil, eta, aldi berean, biraketa-ardatza ere bai. Bumeranak ez ezik, giroskopio askok egiten dute dantza hori. Esate baterako, Lurraren errotazio-ardatzak du prezesioa, eta, gertuagoko adibide bat ematearren, umeen jostailu batek, zibak, egiten du prezesio-mugimen-



Girobusa: giroskopio batek propulstsatutako autobusa. Suitzan erabili zuten 1950eko hamarkadan, baina ez zen gidatzeko erraza.

MUSEUDANTU

tza finkatuta, ezingo dio prezesioari jarraitu. Ardatzak orientazioa ez aldatzeko joera duenez, eusten dion horrek ere joera bera izango du.

Itsasontzi oso bat izan daiteke, giroskopio oso handi bat erabilia, jakina. Ideia hori itsasontzien kulunkatzearen kontrako sistemaren bihotz moduan erabili zen —eta patentatu—, XX. mendeko lehen laurdenean. Olatuek bultzatuta, alde batera eta bestera kulunkatzen dira itsasontziak, baina kroskoaren bi aldeetan lotutako giroskopio erraldoi baten bitartez, efektu giroskopikoak murriz dezake kulunka hori. Gerora, beste sistema batzuk ere asmatu zituzten kulunka gerarazteko, likido- edo gas-tangatan oinarrituak; hala, giroskopio erraldoiak biraka izateko beharra gainditu zuten. Baina giroskopio handi batek asko egonkortzen du itsasontzi baten kulunka.

Errail bakarrek tren batean ere efektu bera lortzen du. Hala ere, kurbetan trenak okertu egiten denez, giroskopio bat baino gehiagoko sistemak erabili izan dira okertze-angelua kontrolatzeko.



Hegazkin baten zeruertzer-lerro artifiziala. Sistema horiek giroskopioetan oinarrituta daude.

Gidari birakariak

Giroskopio erraldoiek ideia berriak ekarri zituzten ibilgailuen industriara;

barkuetan eta trenetan ez ezik, beste ibilgailuetan ere probatu zituzten. Baina benetako arrakasta giroskopio txikiak izan zuten. Txikiak izanda, ezin ziren ibilgailu osoa egonkortzeko erabili, baina nabigazioa gidatzeko aparatuk suertatu ziren. Gaur egun, nabigatzeko sistema gehienak giroskopioetan daude oinarrituta.

“nabigatzeko sistema gehienak giroskopioetan oinarrituta daude, nabigazioa gidatzeko apartak direlako”

Hegazkinen pilotu automatikoa horren adibide egokia da. Pilotu automatiko baten helburu nagusia hegazkinari horizontal eta orekan eustea da; horre-

Ez da erortzen!

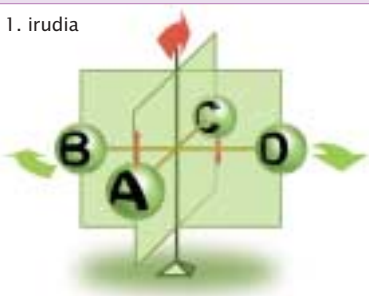
Zaila da giroskopio azkar bat eroraraztea. Baina zergatik? Bada, inertzia moduko bat duelako. Fisikan momentu angeluarra deritzo inertzia horri, eta, lege unibertsal baten arabera, kontserbatu egiten da. Horrek esan nahi du biratze-abiadura kontserbatzen dela, eta horrekin batera, ardatzaren orientazioa ere bai. Inertzia horren kontra eragin dezakeen bakarra kanpoko indar bat da (mundu errealean frikzioa izaten da askotan).

Giroskopioak indar horren kontra borrokatu du. Hori da egonkortasunaren sekretua: jasotzen duen indarra 360 graduetan banatzen du, inguru osoan. Geldirik dagoela, ardatzari bultzatu eta erori egiten da, baina, biratzean, ardatzari egiten zaion indarra banatu egiten du. Azalpen geometriko bat nahikoa da hori ulertzeko. Grafiko honetan ikusten da.

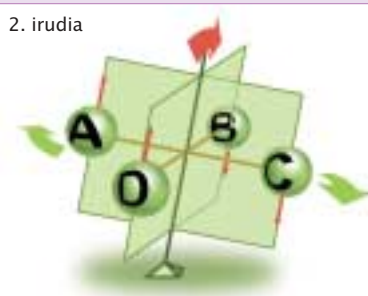
Giroskopio zurrun bat irudikatu ordez, nahikoa da ardatzari lotutako lau masa marraztea. Ardatzari C masaren alderantz bultzatuz gero, A masak goranzko bultzada jasoko du eta C masak beheranzkoa (1. irudia). 90 gradu biratu duenean (2. irudia), A masaren goranzko mugimendua eskuinaldera bultzatuko dio ardatzari. Aldi berean, D masak kanpoko bultzada jasoko du, goranzkoa. Beste 90 gradu biratu (3. irudia), eta hasierako indarraren kontrakoa egingo dute A eta C masak.

Azken batean, ardatzean eragindako indarra bira osoan banatuko da, eta prezesioa sortuko du (ardatzaren mugimendua). Errotazioa oso azkarra bada, prezesioa oso txikia izango da; alegia, giroskopioak zutik irauteko joera izango du.

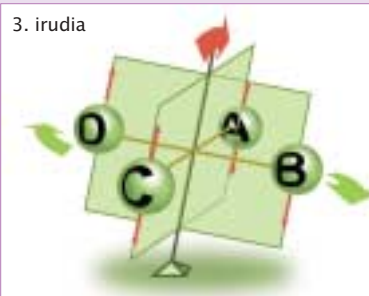
1. irudia



2. irudia



3. irudia



G. ROA

tarako, zeruertz-lerro artifizial batez baliatzen da. Eta zer hobe giroskopio bat baino, zeruertz-lerro artifizialaren bihotza izateko?

Biraka ari denean, giroskopioak ez du aldatzen ardatzaren orientazioa; hegazkin baten barruan dagoenean ere ez. Beraz, hegazkina okertzen denean, giroskopioak ez dio jarraitzen. Hasieran lurrarekiko bertikal bazegoen, hegazkina okertzen denean ere lurrarekiko bertikal egongo da. Pilotuaren lekutik ikusita, giroskopioa zeruertz-lerroarekin batera mugituko da beti. Pilotu automatikoak egin behar duen gauza bakarra da nabigazio-sistemari eragin hegazkina une oro giroskopioarekin lerrokatuta egon dadin. Alegia, giroskopioak horizontaltasunaren berri ematen dio sistemari etengabe.

Gora eta behera

Oso erabilgarria da jakitea zer dagoen horizontal, zer bertikal, norantz den 'gora' eta norantz 'behera'. Hori dakien



GiroMouse.
Gainazalik ukitu gabe funtzionatzen duen sagua.

WWW.KUTSCHERA.DE

“oro har, hiru dimentsiotan mugitzen den edozein tresnak ateratzen dio etekina giroskopioen sistema bati”

makina bat ez da ereriko, ez bada nahita, informazioa propulzio-sistemari transmitituz gero.

Bi hankako robot batek ez du oreka galduko, ezta segway izeneko ibilgailu moderno batek ere, pertsona bat gainean egonda (horrek pisu-aldaketa ekartzen badu ere!). Satelite artifizial batek —ISS estazioak eta *Hubble* teleskopioak barne— berrorientatzeko aukera izango du beharren arabera.

Oro har, hiru dimentsiotan mugitzen den edozein tresnak aterako dio etekina giroskopioen sistema bati. Errealitate birtualarekin jarduteko betaurrekoek erabiltzen dituzte giroskopioak. Baita modan jarri den Wii jokoen kontrolagailuak ere, eta GiroMouse ordenagailu-saguak ere bai, gainazalik ukitu gabe funtzionatzen duen saguak. Horiek guztiak, eta beste asmakizun asko, giroskopioz hornituta daude.

Ibilgailu tradizionalak izan ziren gailu birakariak ustiatzen lehenengoak. Orain, ibilgailu modernoak, robotak, saguak eta abar luze bat. Argi dago giroskopioak 'etxekotzeak' erdi-isilpeko iraultza bat ekarri duela teknologian. Gizakiak etekin handia atera die; gizakia bera giroskopio handi batean bizi delako izango da, agian.



G. RDA

Segway ibilgailua.