

MOTORE PIEZOMAGNETIKOA

Jon Otaolaurretxi

Burdinazko barra eremu magnetikoaren eraginpean luzatu eta uzkurdu egiten dela 1937. urteaz gero ezagutzen da, baina aleazio berriak aurkitu arte fenomeno hori indar ikaragarriko motoreak egiteko ez da aprobetxatu ahal izan.

TENPERATURA aldatuta solidoak luzatu eta uzkurdu egiten direla aspalditik dakigu. Gurdiaren gurpileko burdinazko uztaia adibidez, berotuta zabaldu ondoren ipini eta gero hoztuta uzkurduetakoan, estu-estu eginda berebiziko indarrez zurari itsatsita geratu izan dira. Mekanikan ere zenbait pieza estuera-doikuntzaz ahokatzeko, lehenbizi berotu eta zabaldu egiten da, gero hoztu eta uzkurduetakoan finko ahokatuta geratuz.

Solidotan zabalkuntzak eta uzkurdurak ez dira ordea tenperatura aldatuta bakarrik gertatzen. Solidoko korrante elektrikoa edo eremu magnetikoa aldatuta ere, dimentsioak aldatzen zaizkio, bertan indar ikaragarriak eragiten direlarik. Dimentsio-aldaketa hauek badute gainera abantaila handi bat: zabalkuntza termikoan ez bezala, oso azkar gertatzen dira; segundo-zati txiki batean. Gurdiaren gurpileko uztaia berotu eta hoztuta dimentsioz ezin da adibidez hogeitaldiz aldatu, baina eremu elektriko

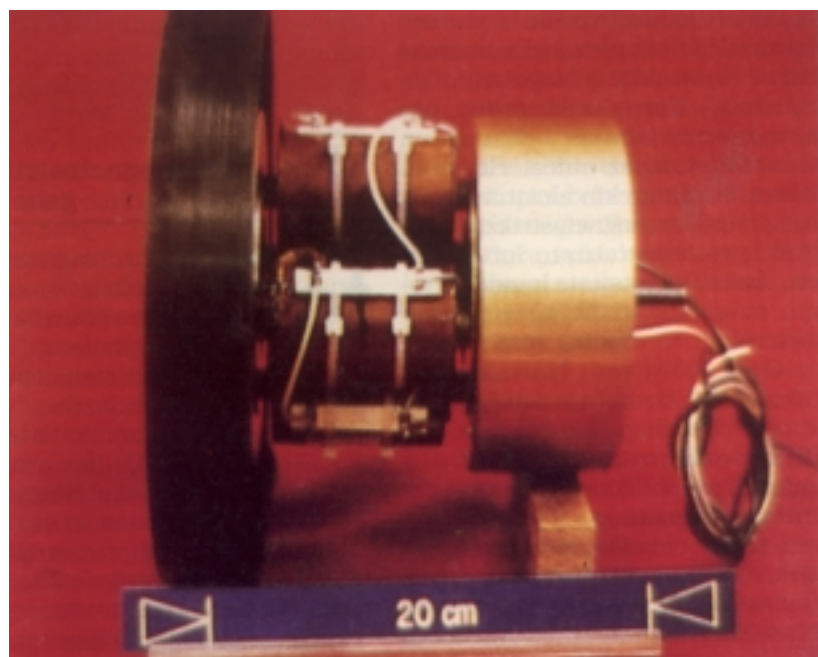
nahiz magnetikoa aldatuta bai. Horri esker pieza metalikoak berebiziko indarra eragiten du zabaltean eta uzkurduetan, nahiz eta anplitude edo dimentsio-aldaketa neurria oso txikia izan.

Anplitudea oso txikia izatea izan da orain arte oztopo nagusia, eta horregatik, efektu hauetaz baliatzen diren lehen motoreak orain dela gutxi agertu dira; soinu-transduktoreak, hain zuzen. (Bozgorailu modukoak dira, korrante alfernoak bibrazio mekaniko bihurtzen dituztelarik).

Magnetostrikzioaren bilakaera

Mota honetako efektuetan lehenbizi ustiatutakoa piezoelktrizitatea izan da. Barrutik korrante elektrikoa pasatzen denean, kristal batzuei (koartzoari adibidez) alde bat luzatu eta bestea uzkurdu egiten zaie, bolumena aldatzen ez delarik. Batekoz bestera ere gertatzen da ordea, hau da, kristalari presio eraginez edo luzatuz, korrante elektrikoa sortzen da.

**Urpeko bozgorailua.
Bibrazio-elementutzat
zabalkuntza magnetikoarekiko
sentikor den aleazioa du.
Erresonadore piezoelektrikoak
baino potentzia handiagokoa da
eta itsaspeko detekziorako
sonarretan erabiltzen dute.**



Fenomeno hau Curie jaunak aurkitu zuen 1880. urtean.

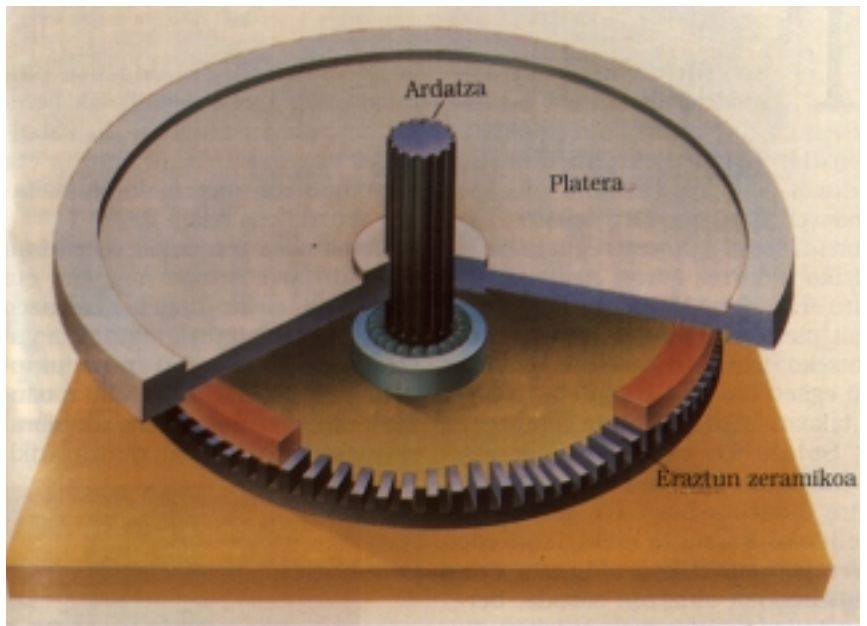
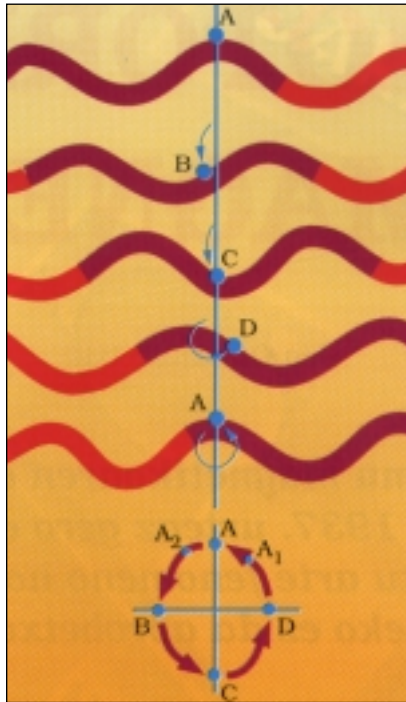
Magnetostrikzioa, zeinaren efektu linealari piezomagnetismo deitzen bait zaio, 1837. urtean aurkitu zen. Burdina, nikela edo kobaltoa bezala imandu daitezkeen elementuei, eremu magnetiko aldakorrean daudenean dimentsioak aldatu egiten zaizkie. Korrante elektrikoarekin gertatu bezala, bolumena ez da aldatzen, oso intentsitate handiko eremuak izan ezik.

Korrante alternoak erabilita, bi eremu aldakor daude: eremu elektriko aldakorra eta berak sortzen duen eremu magnetiko aldakorra. Efektu piezoelektriko eta piezomagnetikoak batu egiten dira, beraz, dimentsio-aldaketa periodiko edo bibrazioak eraginez. Soinu-uhinak igortzeko aprobetxatu da efektu hau; urazpiko detektziorako batez ere.

Piezomagnetismoa azken Mundu-Gerran erabili zen, baina emeki-emeki baztertu egin zuten piezoelektzitatearen mesedetan. Izan ere zeramikei esker potentzia handiagoak emateko gai bait zen. Bestetik, korrante elektrikoa eremu magnetikoa baino errazago moneiatzen da eta ondorioz magnetostrikzioa bazterrean geratu zen.

1960.eko hamarkadan, lur arraroen zenbait ezaugarriren berri izan zen, eta samario, terbio, disprosio eta beste zenbait elementu kimikok anplitude handiko efektu piezomagnetikoak eragiten zituztela ikusi zen. (Burdinazko metroko barra adibidez eremu magnetiko handitan milimetroaren bi ehunen luzatzen da eta aleaziozko metroko barra ehun aldiz gehiago gutxi gorabehera) Horretarako ordea, oso tenperatura baxuak behar ziren. Gero ikusi denez ordea, elementu hauek burdinarekin aleatuta anplitude handiko magnetostrikzio-efektuak giro-tenperaturan lortzen ziren, baina intentsitate handiko eremu magnetikoak behar ziren horretarako.

Gero, 1974.ean, Iparrameriketako Naval Ordnance Laboratory-koak terbio, disprosio eta burdinaz hiru elementuko aleazioa lortu zuten (Terfenol-D deitutakoa), elektroimanez erraz lor zitezkeen eremu magnetikoekin erabiltzarren. Metroko barra gainera, 2,4 mm luzatzen da eta horrek mekanismo klasikoetan ustiatzeko aukera ematen du.



Motore piezoelektrikoa. Ondoko eratzun zeramiko piezoelektrikoak, korrante alternoari esker sugeak bezalako uhinak sortzen ditu eta platera bere ardatzaren inguruan birarazteko aprobetxatzen dira. Uhinak gailurrak aurretik atzerako higidura txiki bat du eta ukipenez errotoreari transmititu egiten zaio. Korrante alternoa jasaten duen materialeko edozein puntuk, orbita eliptikoa deskribatzen du. Irudiko A puntuak adibidez, B, C eta D puntuetatik pasata osatzen du ibilbide eliptikoa, berriz ere abiapuntura itzuliz. Platera zirkularrari A1 puntutik A puntura eta A2 puntura doanean bultzatzen dio, eta ondorioz ardatzaren inguruan biratu egiten da.

Magnetostrikzioa gaur egun

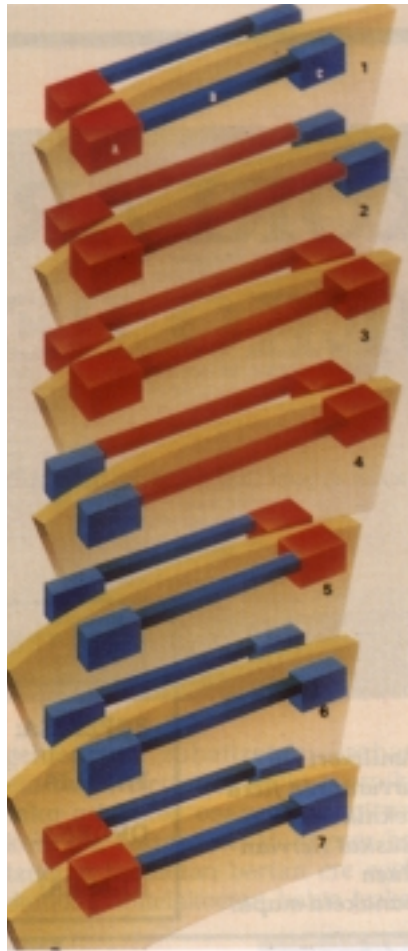
Hortik aurrera, magnetostrikzioari aplikazio asko aurkitu ahal izan zaio. Soinu-transduktoretan, motoretan, balbulatan, diesel motoretako injektoretan, eta abarretan erabiltzeko balio du.

Aplikazio-ikerketak batez ere Estatu Batuetan eta Japonian egin dira, baina Europako laborategietan ere fenomenoaz arduratuta daude. Orain izan ere, anplitude handiko magnetostrikziorako materiala badago. Konparazioa eginez, aluminiozko metroko barra 0 °C-tik 100 °C-raino berotzen bada 2,4 mm

luzatzen da, eta Terfenol-D materialezko metroko barra ere beste horrenbeste.

Eragiten duen indarra ordea, ez da nolana hikoia. Ohizko motore eta serbomekanismoetan diharduten erakarpen-indar magnetikoak baino 10 edo 20 aldiz handiagoak dira indar piezoelektrikoak, eta 20-50 aldiz handiagoak indar piezomagnetikoak. Indar piezomagnetikoak, zabalkuntza termikozkoen parekoak direla esan daiteke; 25.000 N/cm² ingurukoak. Zentimetro lodiko barra karratuak 2,5 tonako masa altxatuko lukeela esan nahi du horrek! Gainera ez da ahaztu behar indar hori oso azkar eragiten dela.

Motore piezomagnetikoa.
Magnetostrikziozko motore honek beldarrak bezala eragiten du.
Errotorearen diskoa aldiko oso bira-zati txikia birarazten da, baina oso indartsu. Bobina batek sortutako eremu magnetikoaren pean, A, B eta C piezak luzatu eta uzkurtu egingo dira. Hasieran A pieza finkoa luzatuta dago eta errotorea zanpatzen du (1). Gero bere bobinara korrontea bidalita B pieza luzatzen da (2) eta gero C pieza (3), honek ere errotorea zanpatzen duelarik. A uzkurtu egiten da ondoren (4) eta B hurrengo (5), errotoreari C-k eusten diolarik. Gero A luzatzen da berriz (6), C uzkurtu egiten da (7) eta beste ziklo bati hasiera ematen zaio.



Piezomagnetismoaren aplikazioak

Efektu honen aplikazio bat, korronte alfernoak erabilita potentzia handiko bibrazio mekanikoak lortzea da. Piezoelekttrizitateaz orain arte lortutakoa baino 3tik 10eraino aldiz efektu handiagokoa izan daiteke piezomagnetismoaz transduktore akustikotan eragindakoa; soinu sinple eta intentsitate handiko bozgorailu berezietan eragindakoa, alegia. Urpeko detekzioarako erabiltzen dira batipat. Izan ere ura desplazatzea airea desplazatzea baino askoz ere zailagoa da eta emisore akustiko indartsuak behar izaten dira ur sakonetan masa likido handiak oszilarazteko. Uhinen frekuentzia zenbat eta txikiagoa izan, magnetostrikzioa hainbat eta erabilgarriagoa da mota honetako sonarrak egiteko.

Oszilazio-indar handi hori, dena den, beste zenbait aplikaziotan erabil daiteke: elektrobaldulatan, elastikotasun kontrolatuzko malgukietan, diesel motoretako injektore-orratzetan eta oro har desplazamendu txikia eta indar handia behar den edozein mekanismotan.

Motore piezoelektrikoa

Horiek horrela, aplikazio interesgarrietakoa bibrazioa higidura zirkular bihurtzea da. Kasu honetan biraketa oso mantsoa izango da, baina indar-parearen momentua oso handia. Motore

elektriko klasikoetan dagoen oztopo bat, abiadura txikitzen ere momentu txikia izatea da. Hala eta guztiz ere motore termikoena (pistoi edo turbinaz funtzionatzen dutenena) baino askoz ere handiagoa da, zeintzuetan abiadura angeluar txikitzen (oso poliki biratzen dutenean) ia zero den.

Praktikan abiadura txikia eta indar-parearen momentu handia behar izaten denean, tartean engranaje erreduzitzaileak edo presio handiko motore hidraulikozko transmisioa ipini behar izaten da. Obratako makina askotan ikus daiteke hori.

Bibrazioa berez, atzeraurrerako anplitude txikiko higidura azkarra da, eta biraketa-higidura bihurtzeak baditu bere arazoak. Higidura lineala biraketa-higidura bihurtzeko biela/biradera mekanismoa erabili ohi da, baina tamaina batetik aurrera ez da miniaturizatzerik lortu. Horregatik Japonian zenbait etxek (NEC, Hitachi, Shinsei, etab.ek) eraztun zeramiko piezoelektrikoz egin dituzte motoreak.

Eraztun zeramiko piezoelektrikoa korronte alfernoaren eraginez oszilatzen hasten da. Eraztuneko

puntu bakoitzak elipsea deskribatzen du (ikus irudia) eta badirudi eraztunean uhin bat biraka dabilela. Gainean eraztuna ukituz duen platera biraka hasten da, uhin horrek eraginda.

Gaur egun motore piezoelektrikoak kameskopiota zoometan (Japonian), erlojuetan (Suitzan) edo automobiletan aurreko beira garbitzeko (Alemanian) erabiltzen dira. Ez da ahaztu behar motore piezoelektrikoak linealak ere izan daitezkeela.

Motore piezomagnetikoa

Alemanian motore piezomagnetikoa ere garatu dute ordea. Oraingoan higidura beldarrak bezalaxe eragiten da. Atzeko hanketan apoiatu, luzatu eta aurreko hankekin heldu. Gero atzeko hankak askatu, uzkurtu eta aurrerago apoiatuz zikloari berriz hasiera ematen zaio.

Magnetostrikzioan, desplazamendu txikiko indar ikaragarriak eragiten dira. Mekanismoak Terfenol-ezko barraz lotutako disko erako balazta-parearen antza du. Funtzionamendua berriz, ondoko irudian adierazten da.

Mekanismoa zirkuluari edo pieza zuzenari aplikatu daki. Biraketa-motorea ala motore lineala lor daiteke, beraz. Horrez gain, magnetostrikzioak sortzen dituen indarrak oso handiak direnez, korrontea bidaltzearen ala ez bidaltzearen arabera motorea ala balazta izan daiteke. Ohizko motoretan ez da horrelakorik gertatzen. Izan ere horietan korrontea bidaltzeari utzitakoan higidurari ez bait diote oztoporik jartzen, eta zenbait kasutan (karga igo eta geratutakoan eror ez dadin, adibidez) trinketak eta antzeko mekanismoak ipini behar izaten dira. Motore piezomagnetikotan oso biraketa-abiadura txikiak daudenez, makina erremintetan posizionagailu gisa ere erabil daiteke.

Biraketa gainera ez da jarraia; etena baizik. Horregatik motorea nahi den uanean gera daiteke, ardatza ez atzera eta ez aurrera puntu horretantxe finko geratuko delarik.

Magnetostrikzioan bestetik, eraztun-denbora segundoaren hamarmilarena baino txikiagoa da eta ikerle batzuk horretaz baliatu nahi dute material astunaren deformazioak konpentsatzeko, bibrazio kaltegarriak deusezteko, etab. etarako.