

Islak harrapatzen

Álvarez Busca, Lucía

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Nartzisok ispilu bat izan bazuen, ez zen ibai ertzean hilko bere irudia erreka uretan islatuta ikusten zuen bitartean. Ispilu bat izan bazuen. Baina Nartzisori ez zitzaion bururatu bere irudia itzultzen zion gainazal eramangarri bat sor zezakeenik. Bai, ordea, hainbat buru argiri.

NATURAN BADAUDE GURE IRUDIA BUELTAZTEN DIGUTEN HAINBAT GAINAZAL: ura eta hainbat metal, adibidez. Bi kasuetan, irudi argi bat ikusi ahal izateko, gainazalak nahikoa leuna izan behar du. Jada duela 4.000 urte ikusi zuten metalak leunduz gainazal islatzaile onak lortzen zirela. Isla hobeak lortu nahirik, naturako metalak nahastu eta kobre eta eztainuzko aleazio bat leunduz, gainazal islatzaile egokia lortzen zutela ikusi zuten txinatarrek. Horrela jaio ziren brontzezko ispiluak. Orduz geroztik, material, forma eta tamaina oso desberdinetako ispiluak garatu dira, beharrei moldatutako ispiluak, alegia.



© A. STEINER

Txinatarrek bezala, grekoek, etruskoek eta erromatarrek ere brontzea leunduz garatu zituzten ispiluak. Mendeetan zehar brontzea izan zen ispiluak sortzeko material garrantzitsua. Hala izan zen aro modernoan Muranoko bi artisauk hori aldatu eta beirazko lehen ispiluak lortu zituzten arte. Muranoko artisau haien lana izan zen, dudarik gabe, ispiluen fabrikazioan gertatu den iraultzarik handiena.

Muranoko iraultza

Oinarrizko ideia aurrekarien berdina zen: islak lortzeko metala erabiltzea; baina askoz kantitate txikiagoetan. Muranoko artisauak duela mende asko hasi ziren beira lantzen. Haietako bik beira leun eta lau bat lortu zuten, eta, haren atzealdean, islatzeko gaitasuna zuen metal baten geruza fin bat aplikatu zuten. Benetako iraultza izan zen.



Zehaztasun handiko ispiluetan, metal-geruza euskarriaren gainean aplikatzen da, ahal bezain leun eta mehea.

Oso produktu eskusiboa bilakatu zen. Ispiluak fabrikatzeko era haren inguruan gremio bat sortu zen orduan Muranon, eta haiek egiteko beira eta metalaren konposizioa sekretuak ziren; sekretua kontatuz gero, heriotza-zigorrekin zigortzen zen mihiluzea.

Orduz geroztik, hori izan da ispiluen oinarritzeko teknologia: beira leundua eta metal-geruza bat. Geruza islatzailea egiteko erabili diren metalak, ordea, aldatuz joan dira. XVIII. mendean, merkurioa erabili zen, islatzeko gaitasun handia duen metala delako. Baina merkurioaren toxikotasuna dela eta, ispiluak egiten zituztenek dardarak, depresioa, nahasteak, insomnioa eta memoriaren galtzea pairatzen zituzten, besteak beste. Horregatik, denborarekin, beste metal batzuek ordezkatu zuten merkurioa, hala nola galioak edo indioak.

XIX. mendean, beste pauso iraultzaile bat eman zuten ispiluen fabrikazioan: zilarra erabiltzen hasi ziren. Justus von Liebig kimikari alemaniarra konturatu zen zilarra oso aproposa zela. Jasotzen duen argiaren % 97 itzultzen du argi gorriaren eta berdearen artean, hau da, espektriko ikusgaiaren zati handiena. Propietate horiengatik, 1857an, teleskopioen ispiluak egiteko zilarra erabili zuen lehen aldiz Jean Foucaultek. Gaur egun,

etxeetan dauden ispilu gehienak zilarrez egiten dira, gutxi batzuk kobrez edo aluminioz egiten badira ere.

“Muranon sortu ziren beirazko lehen ispiluak, eta iraultza ekarri zuten fabrikazioan”

Isla zehatza

Ispilu arruntek Muranon asmatutakoan egitura bera dute. Zehaztasun handiko ispiluetan, ordea, alderantzizkoa da egitura. Beirak argia desbideratzea saihesteko, metal-geruza ispiluaren euskarria izango denaren gainean apli-

Eguzkiari jarraitzen dioten ispiluak

Ispiluak gauza askotarako erabiltzen dira. Baita energia lortzeko ere. Izan ere, badaude Eguzkiaren izpiak islatuz elektrizitatea lortzeko bideak. Eguzki-izpiak ispilu esferikoaren bidez jaso, eta puntu zehatz batean, ispiluaren fokuan, kontzentratzen ditu. Puntu horretan, noski, eguzki-izpiek bero handia eragiten dute. Beroak ura lurruntzen du; lurrinak turbina batzuk mugiarazten ditu, eta, mugimenduaren eraginez, elektrizitatea lortzen dute.

Energia-enpresek, ispilu askoren bidez, ispilu esferiko erraldoi bat osatzen dute. Ispilu horiek heliostatoak dira, hau da, Eguzkiaren mugimenduari jarraitzen diote, eta etengabe proiektatzen dituzte eguzki-izpiak. Adibidez, Sevillan jada badago energia elektrikoa era horretara lortzen duen enpresa bat, eta, gaur egun, 6.000 etxerentzako adina energia lortzen du.

katzen da. Argiak ez duenez beira zeharkatu behar, ez dira izpiak horregatik desbideratzen.

Horrelako ispiluak erabiltzen dira teleskopioetan, adibidez. Izan ere, izarrek proiektatzen dituzten argi-izpi gutxi iristen dira lurreraino. Izar horiek ahal bezain ongien ikusi ahal izateko, argi-kantitate handiak jasotzeko gai den ispilua behar da.

Beste arazo batzuk ere badaude. Ispilu horietako euskarriari dilatazio txikia eragin behar dio tenperaturak. Horre-



Metalak leunduz, islatzeko gaitasuna lortzen da.

P. GARCÍA SÁNCHEZ/WWW.FLICKR.COM/PHOTOS/LORDFERGUSON

gatik, material bitrozeramikoak erabilzen dira. Gainera, ahalik eta argi gehien islatzeko, material horiek dielektrikoak izan behar dute, hau da, eroaleak ez direnak. Azken batean, argia uhin elektromagnetiko bat da, eta euskarri eroaleek uhin horien zati bat xurgatuko lukete. Euskarri erabilienak Pirex eta Zerodur izeneko materialak dira, besteak beste.

Ispilu perfektu batek, teorian, jasotzen duen argiaren % 100 islatzen du. Oraingoz, dielektriko onenek hainbat uhin-luzeratako argiaren % 99,998 islatzen dute. Adibidez, kolore jakin batzuetako laserrak oso modu zehatzetan islatzen ditu.

Materialak egokiak izateaz gain, ispiluak leuna izan behar du zehatza izateko. Leuntze-lanean silikatoak erabiltzen dira, beirak silikatoz osatuak daudenez, antzeko konposizioa duten produktuen bidez korroitzen baitira.



Zerodur izeneko materiala dielektrikoa da eta dilatazio txikia eragiten dio tenperaturak. Horrela, ez da errorerik sortzen argiaren islan.

N. RUIZ/JAC

“oraingoz, ispilu dielektriko onenek hainbat uhin-luzeratako argiaren % 99,998 islatzen dute”

Hasteko, korrosio handia sortzen duten produktuekin forma ematen zaio beirari, gaingiroki, silizio oxidoz. Beharrezko formara zertxobait gehiago hurbiltzeko aluminio oxidoa, eta, azkenik, gainazala ahalik eta leunen uzteko burdin-oxido bat erabiltzen dira. Prozesu hori eskuz egin da denbora luzez. Eta egun makinaren bidez leuntasun oso zehatzak lorzen diren arren, azken leuntzea eskuz egiten da kasu askotan.

Ispiluen kontrako izpien portaera

Argi-izpiek ispiluen kontra jotzean, portaera desberdinak izaten dituzte, ispiluak duen formaren arabera. Ispilu lauetan, argi-izpiek ispiluaren kontra jotzen dutenean, ispiluak islatu egiten ditu. Baina ez edozein modutan. Izpi horiek ispiluaren kontra jotzen dutenean daramaten angelu berberarekin islatzen ditu ispiluak. Baina ez da gauza bera gertatzen ispilu esferikoetan.

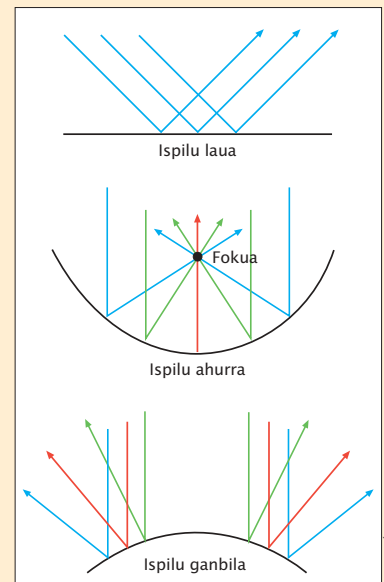
Hori oso ongi azaltzen da argi-izpi paraleloen adibidea hartuta. Beren artean paraleloak diren argi-izpiek ispilu lau baten kontra jotzean, desbideratu egiten dira. Baina, desbideratzen diren arren, ispilua lau denez, guztiak angelu berean desbideratzen dira. Horrela, ispiluak irudia deformaziorik gabe proiektatzen du.

Ez da gauza bera gertatzen ispilu esferikoekin, hau da, ispilu ahur edo ganbilekin. Argi-izpiek ispiluaren kontra jotzen dutenean, ispilu esferikoek beste angelu batean islatzen dituzte, izpiek beren arteko paralelotasuna galtzen dute, eta proiektatzen duten irudia

deformatua dago. Horrelakoxea da zure burua koilara batean islatuz gero ikusten duzun irudia edo ferietako ispiluak bueltatzen duten irudi barragarria.

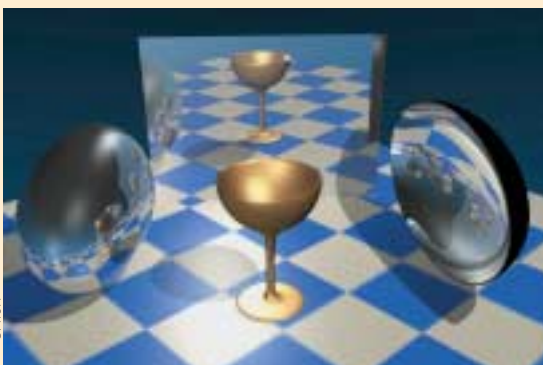
Ispilu ahur eta ganbilek ere hainbat lan errazten dizkigute. Ispilu lauek ez bezala, ispilu ganbilek bere mugetatik haratago dauden irudiak lortzen dituzte. Horren adibide dira errepideetako bidegurutzeetan beste autoreen bat datorren ikusteko jartzen diren ispiluak, esaterako.

Ispilu ahurrek kontrakoa egiten dute, eta irudia zabaldu ordez kontzentratu egiten dute. Argi-izpiek ispiluaren kontra jotzean, ispiluaren forma egokia bada, izpi guztiak puntu berean kontzentratzen dira. Puntu horri ispiluaren fokua deitzen zaio. Fokuan, ispiluak islatutako irudia proiektatuko litzateke.



Argi-izpi paraleloen portaera ispilu-mota desberdinetan.

L. ALVAREZ



G. RDA

Zatikatzen ez den ispilua

Leuntzeko beharrik ez duen ispilu parabolikoa ere asmatu zuten: ispilu likidoa. Likido bat biraka jarriz gero, haren gainazalak parabolaren forma hartzen du. Horietan, solidoetan bezala, metal bat erabiltzen da islatzeko, baina, izenak dioen bezala, metala egoera likidoan dago.

Ispilu likidoetarako merkurioa erabiltzen da, giro-tenperaturan likidoa den metal bakarra, baina, horrez gain, indio-galio aleazio eutektikoak lan horretarako erabil daitezkeen ikertzen ari dira. Metal likidoa abiadura konstantean bira egiten duen ontzi batean isurtzen da. Metalaren gainazala egonkortu arte itxaroten da, eta, orduan, likidoaren gainazalak ispilu baten itxura eta gaitasunak hartzen ditu.

Ispilua biraka izateko, presio handiko aire-injektoreak erabiltzen dira. Zoritxarrez, egitura horiek ezin diete eutsi egitura oso pisutsuei, eta lor daitezkeen ispilu likidoen diametroa mugatzen du horrek. Horregatik, pisu mugatua duen ontzi bat eraiki behar da, eta ahalik eta metal-kantitate txikiena erabili. Forma parabolikoa duten ontziak eraikitzen dira, eta merkurio-geruza oso finak erabiltzea ahalbidetzen du horrek, 1 edo 2 mm-koak besterik ez.

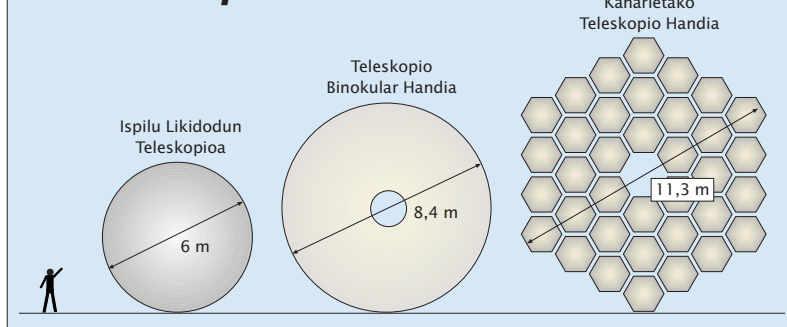
Arazo bat dute. Ispilu likidoak nahitaez zenitalak dira, hau da, gora begira daude, eta ezin dira posizio horretatik mugitu. Ezin dute oszilaziorik jasan, eta ezin dira mugitu lekuz, ezta angeluan

Ispilu likidoetan, merkurioa abiadura konstantean biraka jartzen da, gainazala egonkortu eta ispilu baten itxura hartu arte.



P. HICKSON

Munduko ispilurik handienak



L. ALVAREZ

ere. Horrek ispilu horien erabilera mugatzen du. Eta, horrekin batera, ispiluaren tamaina ere muga bat da. Teorian, 15 metro arteko ispilu likidoak lor daitezke, oraindik neurri horietara iritsi ez diren arren. Egun dagoen ispilu likidorik handiena Kanadan dago. The Large Zenit Telescoperen ispilu primarioa da, eta 6 metroko diametroa du.

“ispilu likidoetan gertatzen den bezala, solidoetan ere muga teknikoak daude ispilu handiak egiteko”

Zatituz, handiagoa

Teleskopioek, zenbat eta ispilu handiagoak izan, orduan eta zehaztasun handiagoko irudiak lortzen dituzte. Baina, likidoetan gertatzen den bezala, solidoetan ere muga teknikoak daude ispilu handiak egiteko.

Muga handiena material islatzaileak eragiten du. Zehaztasun handiko ispiluak egiteko, aluminio-partikulak itsatsi behar dira gainazalean, ahalik eta geruza finena lortzeko. Horretarako, huts-ingurunean lan egin behar da. Gaur egun existitzen diren huts-kanpai handienek 8,5 metroko diametroa dute. Hori da ispiluen diametroaren muga teorikoa. Muga horretara gehien hurbiltzen diren ispiluak Teleskopio Binokular Handiak ditu, Arizonan. Teleskopio horrek 8,4 metroko diametroa duten bi ispilu erabiltzen ditu, eta hori da muga praktikoa. Pieza bakarreko ispiluetan behintzat.

Baina ispilu segmentatuak ere egin daitezke. Hain zuzen ere, ispilu hexagonal 'txiki' asko elkartuta, zortzi metroko diametroa gainditzen dute. Horrela, segmentu bakoitza aluminizatzen makinaren mugaren barruan dago. Gaur egun, ispilu segmentatu handiena Kanariar uharteetan eraikitzen ari dira. Kanarietako Teleskopio Handiaren ispilu primarioak 11,3 metroko diametroa izango du, eta 36 ispilu hexagonalek osatuko dute.

Ispilu segmentatuekin, geroz eta ispilu handiagoak eraiki ahal izango dira. European Southern Observatory-n (ESO), Europako enpresa eta unibertsitateekin batera, 100 metroko diametroko ispilu segmentatua eraiki nahi dute, teleskopio batean erabiltzeko. Proiektua ELT (Extremely Large Telescope) izenarekin ezagutzen da, eta, dudarik gabe, teleskopio bateko ispilurik handiena izango litzateke. Eta, jakina, munduko handiena.