

ZUNTZ OPTIKOA

SARRERA

Gaur egun, gure ingurua erabat informatizatua dago. Hori dela eta, pentsaezina da enpresa batek datu guztiak informatizaturik ez izatea, edo norbaitek telefonorik ez izatea, edota etxean ordenagailurik ez edukitzea.

Informazioak duen garrantzia horrenbestekoa da, non besteekin harremanetan egotea ezinbesteko bihurtu baitzaigu, eta, ondorioz, era guztietako informazioa (datuak, soinua, irudiak...) puntu batetik bestera ahalik eta azkarrena eta ahalik eta seguruena bidaltzeko premia dugu.

Suaren aurkikuntzatik aurrera, mezuak eta seinaleak puntu batetik bestera bidaltzeko erabili izan da argia. Erabilera horren zergatia eta oinarria argiaren abiadura datza, $2,998 \times 10^8$ m/s² alegia. Abiadura horri esker, posible da ikuspen zuzena duten urruneko bi punturen artean mezu bat bidaltzea eta istant berean jasotzea.

Ezaugarri horren erabilgarritasuna elektronikara aplikatu nahi izatean eta ikuspen zuzena ez duten bi punturen artean informazioa trukatu nahi izatean sortu zen egun horren ezaguna zaigun, izenez behintzat, zuntz optikoa.

Horrenbestez, argiaren bidez bi punturen arteko komunikazioa ahalbidetzen duen komunikabide bat da zuntz optikoa. Artikulu honetan, kobrezko sarearen ordezkia izan daitekeen baliabide berri honen ezaugarriak eta erabilerak aztertuko ditugu.

HISTORIA

Komunikazio optikoen historia duela hiru mende hasi zen. 1790. urtean, Claude Chappe ingeniari frantziarrak telegrafo optikoa asmatu zuen. Zuntz optikotik urrun zegoen asmakizun hura koloretako hainbat semaforotan oinarritzen zen; semaforo haiek kodigo batzuei esker mezuak bidaltzeko erabiltzen ziren.

1840ko hamarkadan, Danil Collodon suitzarrak eta Jacques Babinet frantziarrak iturri bateko ur-txorrota erabili zuten argia uraren bitartez ere transmiti zitekeela frogatzeko. Esperimentu horren bidez, argia airea ez beste ingurune batzuen bidez ere transmiti zitekeela erakutsi zuten. Horrela bada, ikertzaileek zuntz optikoa sortzeko lehen pausoa eman zuten.

Hogeigarren mendearen hasieran, oster, frogatu zuten argia kuartzozko hagatxo tolestu batean zehar heda zitekeela. Dentistak, adibidez, tresna hori erabiltzen hasi ziren.

Handik aurrera, argia transmititzeko hainbat material erabiltzen hasi ziren. 60ko hamarkadan, beiraz inguraturiko zuntzak garatu ziren. Lehenengo zuntz optiko haiek egokiak

ziren medikuntzarako, ez ordea komunikazioetarako, argiak atenuazio handia jasaten baitzuen (metroko dezibelio bat).

1960ko uztailaren 22an, Theodore Mainman fisikari estatubatuarrak laserraren lehenengo demostrazioa argitaratu zuen. Asmakizun horrek ikaragarritzko iraultza ekarri zuen komunikazio optikoen alorrera. Hain zuzen ere, sei urte geroago, IEEE erakundeak C.K. Kao doktorearen aurkikuntza argitaratu zuen: distantzia txikietan, gigaziklo bateko informazioa (200 telebista-kanal edota 200.000 telefono-kanal) garraia zezaketen garai hartako zuntz optikoek. Zuntz optiko haiek 3 edo 4 μm -ko diametroko nukleoa zuten, eta 300 mikra inguruko estaldura.

1983. urtean, MCI konpainia estatubatuarrak zuntz optikoaren sarea hedatu zuen AEBetan, eta horrela erakutsi zuten zuntz optikoak distantzia luzeen arteko komunikazioa ahalbidetzeko gaitasuna ere baduela. Aurkikuntza horri esker daude egun Amerika eta Europa elkartzen dituen zuntz optikoko komunikabide-sareak.

ZUNTZ OPTIKOA

Zuntz optikoa uhin-gidari zilindriko bat da; silizezkoa (SiO_2 ; hori da arruntena), plastikozkoa edo Z Blan izeneko material batez egindakoa izan daiteke. Oso mehea da; gutxi gorabehera, ile baten antzeko tamaina izaten du.

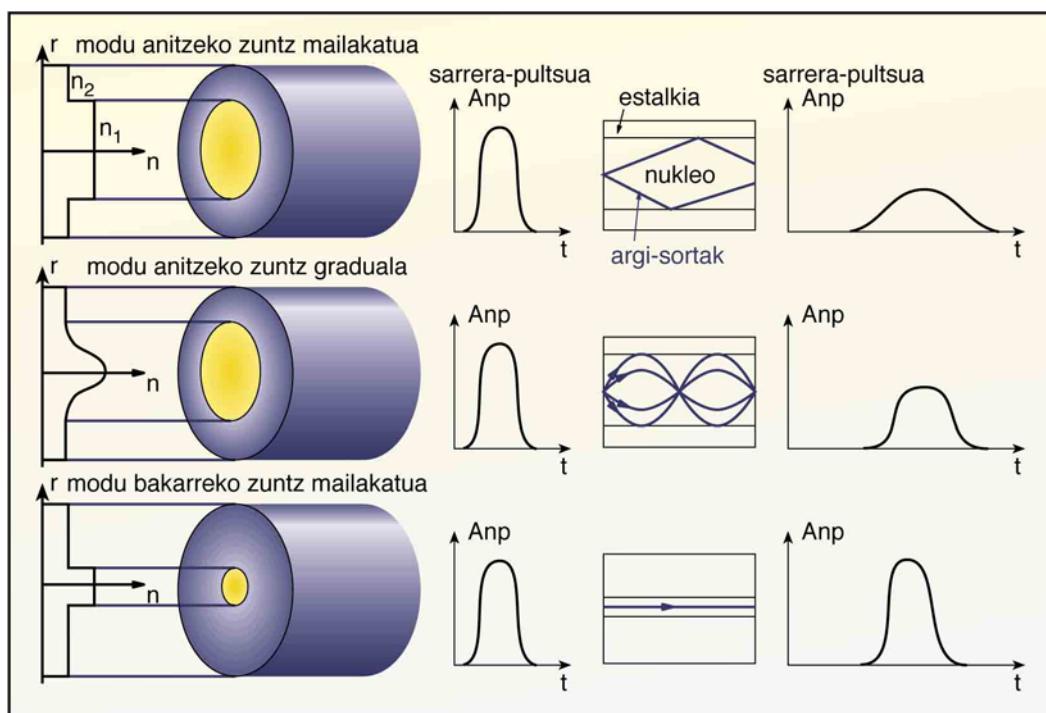


zuntz optikoz osaturiko
kable komertziala
(iturrria: <http://www.drakausa.com>)



zuntz optikoaren eta jostorraz
baten arteko konparazioa
(iturrria: <http://neo.lcc.uma.es>)

Zuntz optikoa hiru atalez osatua dago: nukleoa, estalkia eta gaineztadura. Nukleoak 4 μm -tik 60 μm -ra bitarteko diametroa izaten du, eta zuntz optiko estandarrek 8, 9, 50 eta 60 μm -ko diametroa izaten dute. Nukleoaren diametroaren eta errefrakzio-indizearen arabera, hainbat motatako zuntz optikoak daude: *modu bakarreko zuntzak* eta *modu anitzeko zuntzak*. Modu bakarreko zuntzek modu anitzekoek baino diametro txikiagoko nukleoa dute, errefrakzio-indize homogeneoa izaten dute eta modu anitzekoek baino banda zabalagoa eskaintzen dute. Modu anitzeko zuntzek, berriz, diametro handiagoko nukleoa izaten dute, saltoko profila edo profil parabolikoa izan dezakete eta modu bakarrekoek baino banda estuagoa eskaintzen dute.



a) modu anitzeko zuntz optikoa, saltoko profileko errefrakzio-indizeduna;
 b) modu anitzeko zuntz optikoa, profil parabolikoko errefrakzio-indizeduna;
 c) modu bakarreko zuntz optikoa, profil homogeneoko errefrakzio-indizeduna

Beraz, nukleoa da zuntzaren osagairik garrantzitsuen, argia hortik igarotzen delako eta zuntzaren kalitatea eta ezaugarriak zehazten dituelako.

Estalkiaren osagaia ere silizea da, baina, kasu honetan, errefrakzio-indizea nukleoarena baino txikiagoa da eta, horrez gain, homogeneoa. Kanpoko diametroa estandarra da zuntz-mota guztietarako, 125 μm -koa, alegia.

Dena den, orain arte deskribatu dugun uhin-gidaria oso hauskorra da, material hauskorrez egin izateaz gain diametro txikiak baita. Horregatik, zuntz optikoak hirugarren atal bat du, gaineztadura, funtzio bakarra duena: barneko atalek kalterik ez jasotzea. Silikonaz edo plastikoz eginiko geruza mehe bat izan ohi da gaineztadura.

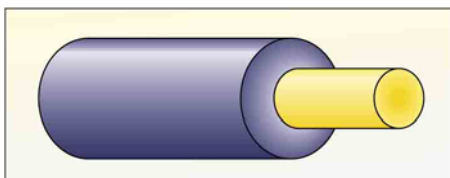
Horrez gain, trinkotasuna are gehiago ziurtatzeko, beste geruza eta estalki batzuk ere gehitzen zaizkio, edo, bestela, zuntz bat baino gehiago lotzen dira elkarrekin, zuntz optikoko kable komertzial bat osatzeko.

ZUNTZ OPTIKOAREN OINARRI FISIKOAK

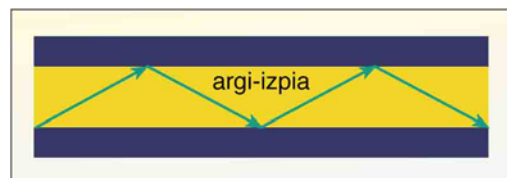
Zuntz optikoaren oinarria ongi azaltzeko, uhin elektromagnetikoen hedapena azaltzen duten formuletara jo behar genuke. Dena den, izpien teoriak eta optikaz ere baliatu gaituzke, izan ere, zuntzaren funtzionamenduaren gakoa errefrakzio-indizean datza.

Izpien teoriaren arabera, argi-izpia, errefrakzio-indize desberdineko bi ingururen arteko mugara heltzen denean, bitan zatitzen da: islatutako izpia eta igorritakoa. Muga horretara angelu jakin batekin heltzen bada, argi-izpia osorik islatuko da, ispilua balitz bezala; angelu horri *erabateko islatze-angelu* deritza.

Zuntz optikoaren kasuan, argi-izpia nukleoan zehar transmititzen da, eta, tarteka, nukleoaren eta inguruko estalkiaren arteko mugara heltzen da angelu jakin batekin. Nukleoak estalkiak baino errefrakzio-indize handiagoa duenez, argi-izpia erabateko islatze-angeluarekin heltzen bada bi inguruneen arteko mugara, argi-izpia osorik islatuko da, eta ez da argirik galduko. Beraz, argi-izpia errefrakzio-indizeen arabera angelu jakin batekin hedatuko da eta, nolabait esateko, noizbehinka estalkian errebotatuko du eta nukleoan zehar hedatzen jarraituko du.



zuntz optikoaren nukleoa eta estalkia



argi-izpi bat zuntz optikoan zehar hedatzen

ZUNTZ OPTIKOAREN EZAUGARRIAK

Lehenik eta behin, zuntz optikoa ahultze-gaitasun txikiko transmisio-bidea dela aipatu behar dugu, hori baita zuntz optikoaren ezaugarri garrantzitsuenetariko bat. Zuntz optikoan, gehienez ere, 0,2 dB/km-ko galerak izan daitezke. Kobrezko kableekin konparatuz gero, abantaila handia da hori; gainera, amplifikadore optikoei esker, lehen pentsaezinak ziren distantzien arteko komunikazioak lor daitezke zuntz optikoaren bidez. Horren adibide dira Europa eta Amerika zuntz optikoaren bidez lotzea ahalbidetzen duten komunikazio transatlantikoak.

Beste abantaila garrantzitsu bat zuntz optikoaren banda-zabalera dugu. Izan ere, zuntz optikoak banda-zabalera infinitua edo mugaezina duela esan genezake, haren mugak sistemaren atal elektronikoen ezartzen baititu, ez zuntz optikoak (elektronikaren bidez lor

daitezkeen maiztasun handieneko seinaleak, zenbait terahertziotakoak, inolako arazorik gabe bidal daitezke zuntz optiko bakar baten bitartez).

Beste alde batetik, argia zenbait uhin-luzeratan bereiz daiteke, seinale elektrikoak hainbat maiztasunetan bereizten diren bezala. Ezaugarri horri esker, posible da zuntz optiko bakar batean seinale bat baino gehiago bidaltzea. Gainera, zuntz optikoan hiru komunikazio-leiho bereiz ditzakegu: 890 nm ingurukoa, 1.300 nm ingurukoa eta 1.550 nm ingurukoa. Dispertsio eta ahultze txikiaren uhin-luzerak dira, eta, leiho bakoitzean uhin-luzera ezberdinak erabilia, komunikabide-kanal ezberdinak inplementatzeko aukera ematen da; optika koherentea erabiliz gero, lehenengo leihoan 1.000 kanal arte eta bigarren eta hirugarrenean 1.500 kanal arte ezar daitezke.

Segurtasunari dagokionez, esan beharra dago komunikabide hau kobrezko harien bidezkoa baino askoz ere seguruagoa dela. Alde batetik, ez du interferentzia elektromagnetikorik jasaten, eta, beraz, inolako arriskurik gabe erabil daiteke eremu magnetiko handiak dauden inguruetan, adibidez, zentral elektrikoetan. Beste alde batetik, zuntz optikoak ez du txinpartak sortzeko arriskurik, eta, hortaz, zuntza nahigabe moztuta ere, ez dago sutea sortzeko arriskurik; ezaugarri hori dela eta, zuntz optikoa petrolioia edo beste substantzia suharbera bat dagoen inguruneetan ere erabil daiteke.

Gainera, zuntz optikoa ezin du hirugarren batek hartu edo zulatu, kobrezko kableak bezala, informazioa ateratzearren; izan ere, zuntz optikoa moztzen den unean bertan sistema eten egiten da. Horrek segurtasun handia eragiten die era guztietako komunikazioei.

Bestalde, tamaina eta pisu txikikoa izateak beste abantaila bat eragiten dio zuntzari, erabilgarriagoa izatea, alegia.

Horrekin guztiarekin batera, esan behar da zuntz optikoak egonkortasun mekaniko handia duela eta ez dela erraz hondatzen; gainera, silizioa kobrea baino ugariagoa da Lurrean. Beraz, zuntz optikoaren lehengai ohiko kobrezko hariena baino merkeagoa dela esan genezake.

IGORGAILUAK ETA HARGAILUAK

Komunikazio-sistema guztietan bezala, informazioa puntu batetik beste batera transmititzea da helburua. Kasu honetan, ordea, sistema optikoa eraiki aurretik, bai telefoniako seinale analogikoak, bai sistema informatikoetako seinale digitalak seinale optiko bihurtu behar dira. Lan hori egiteko, elektroiak fotoi bihurtuko dituen bihurgailu elektrooptiko bat behar da.

Bi motatako iturri optikoak daude: LED diodoak edo diodo argi-igorleak eta laser-diodoak.

Bi iturri horiek antzeko teknologia erabiltzen dute. Izan ere, material erdieroalez osatuak daude, eta, gainera, izenak ondo adierazten duen bezala, biak diodoak dira eta, beraz, diodoen funtzionamendu bera dute.

Alde batetik, diodo guztiak bezala, LED eta laser-diodoak lanerako neurririk egokienean polarizatu behar dira, haien funtzionamendua zuzena eta lineala izan dadin. Diodoen egitura

berezia dela eta, elektroiak energia-maila batetik beste energia-maila txikiago batera pasarazten dira; soberan duten energia argi moduan igorriko dute.

Bestalde, informazioa transmititzen duten beste iturri guztiak bezala, LED diodoak eta laser-diodoak modulatu egin behar dira, informazioa seinalearekin batera bidalia izan dadin puntu batetik bestera.

Bi argi-iturri hauen arteko ezberdintasun garrantzitsuena da igortzen duten erradiazio-diagrama. Izan ere, laser-diodoak LED diodoak baino diagrama hertsia du. Horregatik, sistema bakoitzaren ezaugarrien arabera, diodo-mota bat edo bestea aukeratu behar da. Nolanahi ere, kontuan izan behar da laser-diodoa LED diodoa baino garestiagoa dela.

Argi gisa transmititutako informazioa zuntz optikoaren beste muturrean jasotzen denean, seinale elektriko bihurtu behar da berriro, telefonoan soinu eta telebistan irudi bihurtu dadin, edota ordenagailuek edo beste sistema informatikoez datu horiek ulertu eta prozesa ditzaten.

Horretarako, alderantzizko prozesua egiteko erabilitako tresnaren osagarria behar da, hau da, bihurtzailu optiko-elektronikoa.

Fotodiodo horien diseinua ere, izenak adierazten duen bezala, diodoen teknologian oinarrituta dago. Kasu honetan, ordea, berezitasun txiki bat dute: alderantzizko polarizazioa dute. Polarizazio-mota hori dela eta, fotodiodoek beste iturri batetik jasotako argia xurgatzen dute, elektroiak energia-maila handiagoa igarotzen dira eta korrante elektrikoak sortzen da.

Horien artean ere, bi motatako detektagailuak bereiz ditzakegu, hots, APD eta PIN fotodetektagailuak. Bien arteko bat aukeratzeko, sistemaren ezaugarriak izan behar dira kontuan, batez ere, fotodiodora heltzen den argi-kantitatea; izan ere, APD fotodetektagailua oso seinale ahulak heltzen direnean bakarrik erabiltzen da.

ETORKIZUNA

Zuntz optikoaren inguruko ikerkuntzak ez du etenik. Gaur egun, konmutadore optikoak eta router edo bideratzaile optikoak lortzea da ikertzaileen helburu nagusia. Horien bitartez, telekomunikabideek abiadura handiagoa lortuko dute benetako informazio-autobideen bidean.