A detailed line drawing of various audio recording equipment. It includes a boom microphone on a stand, a handheld microphone, a condenser microphone on a stand, a coiled cable, and other smaller components. The drawing is minimalist, using only black lines on a white background.

Mikel Arce

MIKROFONOAK :
SOINU SORKUNTZARAKO ETA ERA
BINAURALEAN ERREGISTRATZEKO
TEKNOLOGIA ETA PROZESUAK

ilustrazioak: Unai Requejo

Mikel Arce

MIKROFONOAK:
SOINU SORKUNTZARAKO ETA ERA
BINAURALEAN ERREGISTRATZEKO
TEKNOLOGIA ETA PROZESUAK

ilustrazioak: Unai Requejo



eman ta zabal zazu



UPV EHU

Mikrofonoak: soinu sorkuntzarako eta era binauralean erregistratzeko teknologia eta prozesuak

Ekoizpena: Euskal Herriko Unibertsitateko Arte Ederretako Fakultateko Arte eta Teknologia Sailaren Atala.

Argitaratze-komisioa: Iñaki Billelabeitia, Juan Crego, Saioa Olmo (koordinatzailea) eta Natalia Vegas.

Testuaren autoreak: Mikel Arce.

Gaztelaniazko zuzenketa: Sonia Berger (La Troupe).

Euskarazko itzulpena: Lide Azkue (Elhuyar Fundazioa).

Euskara-begiraletza: Jesus Mari Makazaga.

Ilustrazioak eta tratamendu grafikoak: Unai Requejo.

Argazkiak: bere autoreenak.

Diseinua eta maketazioa: Izaskun Álvarez Gainza eta Unai Requejo.

Eskerrak beren kolaborazioagatik: UPV/EHUko Euskararen eta Etengabeko Prestakuntzaren arloko Errektoreordetza, Euskara Zerbitzua eta Irudigintza Saila.

Lehenengo edizioa: 2021ko ekaina.

Inprenta: Grafilur.

ISBN: 978-84-121490-3-6

Lege-gordailua: LG BI 00868-2021

Euskal Herrian inprimatuta.

Lizentzia: Lan hau honako lizentzia honen pean dago: Creative Commons Aitorpena-EzKomertziala – BerdinPartekatu 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



<https://addi.ehu.es/>
<https://www.ehu.eus/ehusfera/arteaetateknologia/>



9 788412 149043

Sarrera

EHUko Arte eta Teknologiako koadernoan edizio honetan, soinu-zko edukia sortzeko berariazko tresna baten alderdi teknologikoak eta sormenari dagozkionak landuko ditugu.

Hautematen dugun soinu-bibrazioa amplifikatzeko eta erregistratzeko sentsore gisa erabiltzen den mikrofonoa «transduktore analogiko» bat da; alegia, soinu-uhinak seinale elektriko baliokide edo proportzional bihurtzen ditu, eta seinale hori hautematen dugun soinu-sentsazioaren antzekoa eta analogoa da. XX. eta XXI. mendeetan izan duen garapen teknologikoak era askotako jokabide, sentikortasun, konbinazio eta berariazko aplikazioen aukera izugarri zabala eskaintzen digu; horiek guztiak azalduko ditugu, eta praktika jakin batzuetan erabiliko ditugu, soinu-zko arteen berezko esperientziak izateko (ukipen-mikrofonoak edo piezoelektrokoak eta mikrofono binauralak).

Ikus-entzunezko teknologiararen sozializazioa, aniztasuna eta eskaintzen dituen aukera teknologiko guztiak direla eta, zenbait baliabidek badute orain erabilera espezifikoa eta plastikotasun nahikoa arte garaikidean erabili ahal izateko. Mikrofonoa tresna nagusietako bat da aukera ematen diguna soinua behatu, sentitu eta sortzeko material eta baliabide gisa erabiltzeko.

Entzumen binaurala inguratzen gaituen espazioari behatzeko era bat da, eta, haren bidez, sakontasuna antzeman daiteke eta soinu-iturrien jatorria bereizi. Soinu-espazialtasuna lantzeko, erreferentzia bat da. Metodo propio baten bidez eta soinua era binauralean erregistratzeko mikrofono-buru bat eraikiz esperimendatuko dugu hori.

Ukipen-mikrofonoek edo piezoelektrokoek material ez-gaseosoetan sortzen diren bibrazioak amplifikatzen (erregistratzen) dituzte. Mikrofono gehien-gehienek aireko bibrazioak jasotzen dituzte; piezoelektrokoek, aldiz, solidoetan transmititutako uhinak esploratzen dituzte, baita likidoetan transmititutakoak ere (hidrofonoak). Barruko soinu-zko mundu hori, ezkutukoa eta hautemanezina izan ohi dena, analogikoki handitzen da oso teknologia elektroakustiko simple eta merkeen bidez; monografia honetan, esperientzia praktikoa gisa eskainiko dugu hori ere.

Aurkibidea

1. Mikrofonoak	5
1.1. Mikrofonoak eta soinuaren transdukzioa	5
1.2. Funtzionamendua	6
Transdukzio piezoelektrokoa	6
Transdukzio elektrodinamikoa	8
Elektret kondentsadorearen bidezko transdukzioa	9
1.3. Direkzionaltasuna	10
1.4. Sentikortasuna	14
1.5. Maiztasun-erantzuna	17
1.6. Soinu-seinaleen inpedantzia	20
1.7. Formak, erabilerak eta aplikazioak	22
2. Aplikazio espezifikoak	27
2.1. Espazialtasuna eta entzumen binaurala	28
Erregistro binaurala	30
Era binauralean erregistratzeko sistema bat (buru binaurala) eraikitzekeo prozesua	32
2.2. Ukipen-mikrofonoak eta soinu sorkuntza	36
Mikrofono piezoelektrokoak eta ukipen-mikrofonoak eraikitzekeo prozesuak	39
3. Bibliografia eta esteka interesgarriak	41
4. Eranskina: Arte eta Teknologia Sailean soinurako eskuragarri dauden material batzuk (2020)	43

1. Mikrofonoak

1.1. Mikrofonoak eta soinuaren transdukzioa

Mikrofonoa da soinu-bibrazioaren prozesu elektroakustikoaren elementu nagusia. Aireko presioaren aldaketa edo oszilazio horiek (bibrazioak) hauteman ditzake, eta seinale elektriko bihurtu; hots, *transduktore* bat da. Transdukzio-printzipio batzuk oinarri dituela, bere mintz edo diafragmara iristen den energia akustikoa alda dezake eta energia elektriko txiki bihurtu.

Mikrofono bat transduktore elektroakustiko bat da, energia akustikoa energia elektriko (tentsio-aldaketak) bihurtzen duena. Bozgorailua da prozesuko azken elementua, eta hura ere transduktore elektroakustiko bat da, baina aurkako bidea egiten du. Bozgorailuak korrante elektriko soinu-bibrazio bihurtzen du.

Transduktore mota asko daude, eta haietako asko beste iturriren batetik energia hartzen duten benetako energia-sorgailuak izaten dira, hala nola bizikletetako dinamoak edo parke eolikoak (aerosorgailuak).

Beste adibide bat teklatu arruntak dira —hatzek mintzen gainean egiten duten bulkada eraldatzen dute, eta sakatutako teklaren kodea sortzen dute—, baita haizagailuak ere —energia elektrikoa energia mekaniko bihurtzen dute (haizagailuaren palen mugimendua)—.

Transdukzioaren jatorria fisikan dago eta prozesu fisikoak deskribatzen ditu, baina arte-prozesuei ere aplikatu dakiok kontzeptu hori, artistak bere ideia obra bihurtzen baitu; hots, bere pentsamendua prozesatzen du eta entzuteko, ikusteko edo irakurtzeko moduan ematen du¹.

Gaur egun eskura daitezkeen mikrofono mota guztiak sailkatzeko eta identifikatzeko — beharrezkoa baita hori, aplikazio jakin batzuetarako zer mikrofono mota behar den jakiteko—, modu ordenatuan azaldu behar dira haien funtzionamendua, direkzionaltasuna, sentikortasuna, maiztasun-erantzuna, inpedantzia eta forma edo kanpo-ezaugarriak (neurriak, itxura eta osagarriak edo osagarriak erabiltzeko aukerak).

¹ Ikusi Carlos López Charlesen «Transducción entre sonido e imagen en procesos de composición» hitzaldia, 2009koa: http://www.ceiarteuntref.edu.ar/lopez_charles

1.2. Funtzionamendua

Mikrofonoek askotariko transdukzioak egiten dituzte, eta transdukzio mota horren arabera izango dira ondorengo ezaugarri batzuk; ezaugarri horien ondorioz, oso erabilera zehatzetarako erabiliko dira mikrofono batzuk. Sailkapenarekin hasteko, transdukzio mota ohikoenak aipatuko ditugu, nahiz eta guztiak transduktore elektroakustikotzat hartzen ditugun:

- Transduktore piezoelektrikoa.
- Transduktore elektrodinamikoa.
- Transduktore elektrostatikoa edo kondentsadore-transduktorea.
- Ikatzezko transduktorea.

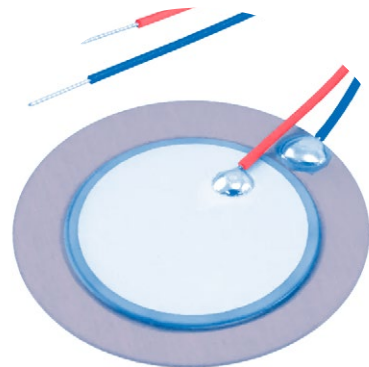
Horietako bik soilik ez dute behar elikadura elektrikorik: transduktore piezoelektrikoak eta elektrodinamikoak (bobina mugikorrekokoak edo dinamikoak).

Transdukzio elektrostatikoa edo kondentsadore-transdukzioak beti behar du sisteman elikadura-iturri iraunkor bat edo hornidura elektriko bat (bateria, pila, *phantoma*), eta horrek, beraz, alde aurretik arreta jartzea eskatzen du: bateria egoera onean dagoela ziurtatu behar da, edo *phantom* hornidura edo aktibazioa izan edo horren aukera dagoela jakin (nahasgailuaren edo grabagailuaren bidez), edo halakorik ez duten ekipamenduetara konektatzea eragotzi (kamera reflex digital gehienek ez dute izaten *phantom* elikadurarik mikrofonotik bertatik bateria-elikadurarik ez daukaten elektret kondentsadore bidezko mikrofonoak konektatzeko).

Transdukzio piezoelektrikoa

Piezoelektrizitatearen propietatea, lehenengoz, Pierre eta Jacques Curiek aurkitu zuten, 1881ean, kuartzoaren konpresioa aztertzen ari zirela. Kuartzoa mekanikoki konprimatzean, materiaren kargak bereizi egiten dira, eta, horren ondorioz, polarizatu egiten da karga. Polarizazio horregatik sortzen dira txinpartak.

Material piezoelektrikoek energia mekanikoa energia elektriko bihurtzeko dezaitez. Kuartzozko



1. irudia. Ukipen-mikrofono piezoelektrikoa.

kristalek, mitek eta mineral batzuek (hala nola kaltzitak) ezaugarri hori dute: presio mekaniko bat eraginez gero —hau da, kanpotik deformatuz gero— eremu elektrikoak sor ditzakete.

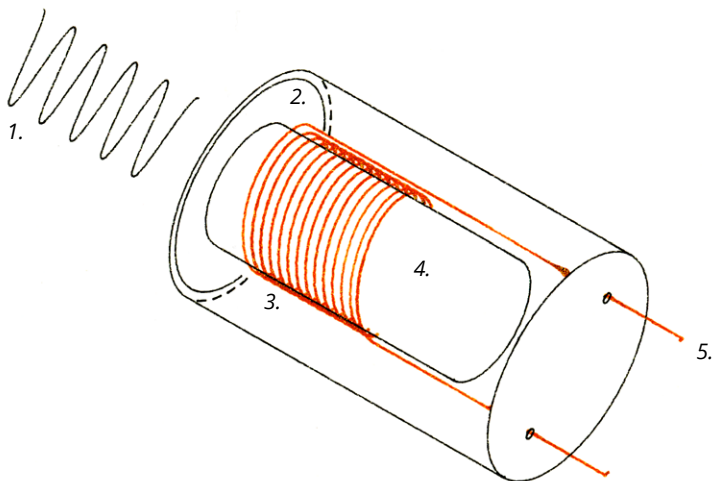
Fenomeno fisiko hori erabili izan da, bai pizteko sistemak egiteko —kuartzoaren erako zenbait material presioa eginda (silexa, gas-pizgailuak, etab.)—, bai soinuaren bibrazioa erregistratzeko —soinu-uhinen bibrazioa eroaten duten materialen bidez, hala nola ukipen-mikrofonoen bidez—.

Ukipen-mikrofono oinarrizkoenak honela osatzen dira (1. irudia): mintz edo diafragma gisa funtzionatzen duen letoizko plaka zirkular soil bat dute, 15-40 mm arteko diametroa duena eta material piezoelektrozko edo mikazko beste plaka fin batez estalia dagoena. Bigarren plaka horretan sortzen da seinale elektriko.

Hala, soinu-bibrazioaren presioaren ondorioz mika deformatzen edo aldatzen denean sortutako seinale elektriko jasotako bibrazioaren presioaren edo intentsitatearen elektrikoki analogoa (proportzionala edo alderagarria) izango da.

Ukipen-mikrofonoetan ez ezik, gailu hauetan ere erabiltzen da transdukzio piezoelektroa:

- Nota altuen bozgorailuak (*tweeter* direlakoak), bozgorailu txikiak.
- Disko-jogailuaren kapsula (*pickupa*).
- Gasezko berogailuen pizte elektronikoa.
- Pizgailu edo supizteko elektrikoak.
- Hidrofonoak.
- Atzerapen-lineak.
- Motor piezoelektroak.
- Gitarra elektrikoetako bibrazio-sentsoreak.
- Telefono mugikor eta ordenagailu eramangarrietako baterien kargatze automatikoa.
- Kuartzozko erlojua.
- Sentsoreak.
- Transduktore ultrasonikoak (adibidez, ekografoen buruak).



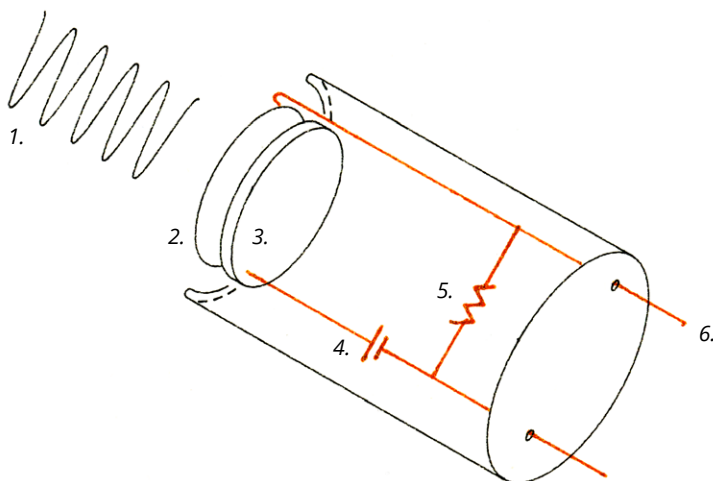
2. irudia. Mikrofono elektrodinamikoa (1. Soinu-uhinak, 2. Diafragma, 3. Haril mugikorra, 4. Iman iraunkorra, 5. Korrante elektrikoaren irteera).

Transdukzio elektrodinamikoa

8

Indukzio elektromagnetikoaren propietateak Michael Faraday-k aurkitu zituen; haietan oinarrituz, dinamoa asmatu zuen, sorgailu elektrikoaren aurrekaria. Horrez gain, elektroakustikarako eta soinuaren transdukzio elektrodinamikorako printzipio eta aplikazio garrantzitsuentzako oinarri ere izan ziren; esate baterako, hauentzat: mikrofono elektrodinamikoa (haril mugikorrekoa edo dinamikoa ere deitua) eta bozgorailua; transdukzio-printzipio bera dute oinarri. Hau da, prozesua erabat itzulgarria da, sistema alderantzika daitekeelako: mikrofonoko transdukzio elektrodinamikoan, soinu-presioak korrante elektriko aldakor bat sortzen du —soinuaren presioaren analogoa—, eta bozgorailuko transdukzio elektrodinamikoan, berriz, alderantziz gertatzen da: anplifikadorearen energia elektriko aldakorraren eraginez, bozgorailuak airean presioa edo aldaketak eragiten ditu, eta soinua igortzen du.

Transdukzio-printzipio horretan, bi elementu edo indar bereizgarrik hartzen dute parte beti: indar aldakorreko eremu magnetiko batek eta indar iraunkorreko eremu magnetiko batek. Bigarren indarrak iman iraunkorrek osatutako nukleo baten inguruan kobre esmaltatuzko haril batek soinu-presioaren ondorioz egiten duen higidurak sortzen du indar aldakorreko eremu magnetikoa, eta harilaren irteeran, haren muturretan, karga elektriko aldakor bat sortzen da, egindako soinu-presioarekiko proportzionala (2. irudia).



3. irudia. Kondentsadore-mikrofonoa (1. Soinu-uhinak, 2. Diafragma - Kondentsadorearen plaka mugikorra, 3. Kondentsadorearen plaka finkoa, 4. Bateria edo kanpoko phantoma, 5. Erresistentzia, 6. Korrante elektrikoaren irteera).

Mikrofono elektrodinamikoan, diafragmaren bibrazioak iman iraunkor bati lotua dagoen haril mugikor mugiarazten du, eta horren ondorioz sortzen den eremu magnetikoaren fluktuazioak tentsio elektriko bihurtzen dira. Irteerako seinale elektriko hura sortu duen soinu-uhinaren analogoa da formari, anplitudeari eta maiztasunari dagokienez.

Mota askotako mikrofono dinamiko edo elektrodinamikoak daude, eta ez dute erabilera eksklusiborik izaten, ez eta sentikortasun edo direkzionaltasun jakinik ere. Gaur egun transduttore askoz eboluzionatuagoak eta ezaugarri oso zehatzekoak badaude ere, gogoratu behar dugu funtzionamendu batek edo transduttore mota jakin batek askotan ez duela zertan aplikazio espezifiko bat izan.

Ondorengo ezaugarrien araberakoa izango da haren portaera.

Elektret kondentsadorearen bidezko transdukzioa

Elektret kondentsadoredun mikrofonoetan edo, besterik gabe, *elektret mikrofonoetan* (transduttore elektrostatikoa), mikrofono-kapsula bi kondentsadore-plakak osatzen dute; bata finkoa da eta bestea mugikorra, eta material isolatzaile batez berezita daude.

Kondentsadore-mikrofonoak egitate fisiko bat du oinarrian: kondentsadore baten plaketako bat mugitu badaiteke eta bestea

ez, aldatu egiten da karga metatzeko ahalmena. Plaka mugikorrek mikrofonoaren mintzaren edo diafragmaren zeregina betetzen du (3. irudia).

Plaka mugikor hori plaka finkora hurbiltzen edo plaka finkotik urruntzen da, eta metatutako tentsioa aldatzea eragiten du (bi plaken arteko material isolatzailean elektroiak irabazten edo galtzen direlako).

Kondentsadore-plakek korrante elektrikoa behar dute funtzionatzeko, eta, horregatik, horrelako mikrofonoak ez dira autonomoak, eta elikatu egin behar dira, pila baten bidez edo kanpoko iturri batetik; mikrofonoen arloan, *phantom* elikadura deitzen zaio horri (*phantom power*).

Gaur egun, elektret kondentsadoredun mikrofonoak dira garatuenak, segur aski, eta, berez, ez dute ondorengo ezaugarri jakinik (direkzionaltasuna, sentikortasuna, maiztasun-erantzuna). Ezin konta ahala erabilera, forma eta tamainatakoak daude; hau da, oso erabilera jakinetarako eraikitzen eta zehazten dira.

10 Akats handia da ondorengo ezaugarri horiek kontuan ez hartzea eta pentsatzea «kondentsadore-mikrofono» bat mikrofono mota bakar bat dela, «bikain»tzat hartzen dena lehen ezaugarri horretan oinarrituta; lehen ezaugarri horrek, ordea, funtzionamendu-printzipioa besterik ez du definitzen.

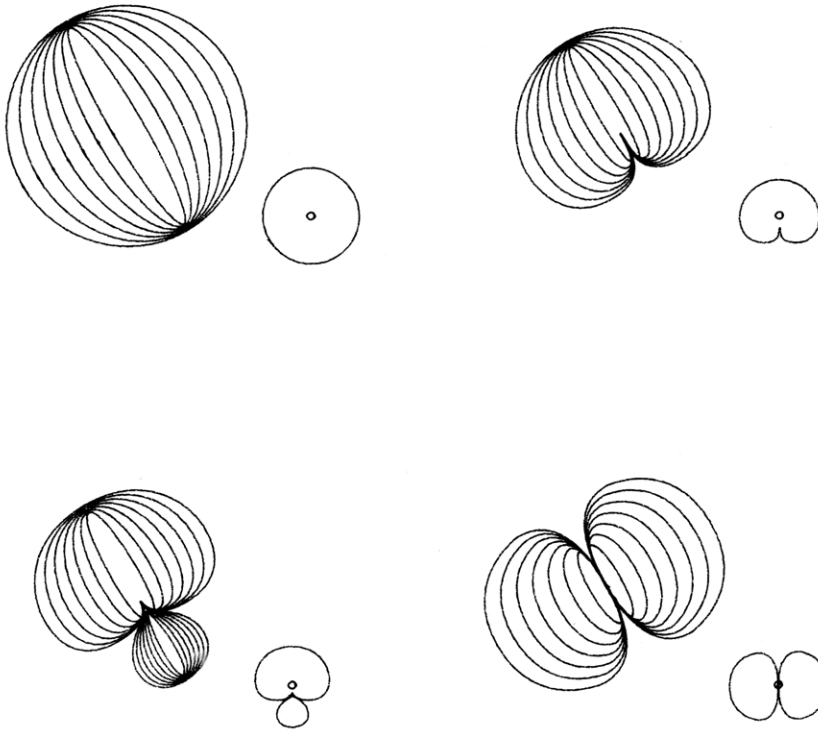
Kontuan hartu behar dugu beti begiratu beharra dagoela ea elektret kondentsadoredun mikrofonoak gorputzean bertan bateria bat duen edo edo kanpo-iturri batetik elikatzen den (*phantom*) nahaste-mahai, grabagailu edo beste tresnaren batek hornituta. Edonola ere, halako mikrofonoek elikadura behar dute etengabe.

1.3. Direkzionaltasuna

Ezaugarri honek ezarriko du zer ahalmen duen mikrofonoak norabide jakin batzuetatik datozen seinaleak hartzeko eta beste batzuetakoak ahultzeko edo baztertzeko.

Honela sailkatzen dira mikrofonoak, beren direkzionaltasunaren arabera:

- Omnidirekzionalak
- Noranzko bikoak
- Noranzko bakarrekoak
- Kardioideak
- Superkardioideak
- Hiperkardioideak



4. irudia. Diagrama polarrak: omnidirekzionala, kordioidea, superkordioidea, noranzko bikoia

Ezaugarri honi dagokionez, beti izan behar dira hauek kontuan:

- Direkzionaltasuna eta sentikortasuna ez dira gauza bera.
- Teleobjektibo bat eta mikrofono direkzional bat ez dira baliokideak.
- Objektibo angeluzabal eta mikrofono omnidirekzional bat ere ez dira baliokideak.
- Plano bisuala (bideoa, argazkia), ertzek mugatzen dute.
- Soinu-eremuaren plano ez dago inoiz ere zehazki mugatua (mikroaren atzean oso soinu ozenak baditugu, mikroak beti hartuko ditu soinuak, oso direkzionala izanagatik).
- «Belarriek ez dute betazalik». Alegia, ezinezkoa da entzuteari uztea. Soinua oso ozena bada, ia mikrofono guztiek, oso direktiboak izan arren, intentsitate txikiagoan har dezakete, baita atzetik iristen zaienean.

Mikrofono bati soinua zer angelutatik iristen zaion mikrofono horrek soinu hori hartzeko duen sentikortasuna irudikatzeko, *diagrama polarra* erabiltzen da. Mikrofonoaren mintz edo diafragmaren inguruko esfera baten irudikapen laua da.

Hauek dira oinarrizko diagrama polarrak: omnidirekzionala, kardioidea edo direkzionala eta noranzko bikoia (4. irudia).

Mikrofono omnidirekzionalak 360°-ko diagrama polarra dute (zirkunferentzia osoa). Haien sentikortasun-erantzuna konstantea da; hau da, soinu guztiak hartzen dituzte, duten norabidea dutela. Dena hartzen dutenez, nahi dugunarekin batera nahi ez duguna hartzen dute: ingurune-zarata, islapen akustikoa, etab. Hori da haien eragozpen nagusia. Irratian telebistan baino gehiago erabiltzen da mikrofono mota hau, jendea mikrofono bakar baten inguruan jar daitekeelako. Bideoetan eta telebistan, baina, ez da gomendatzen, ez baita estetikoia; horietan, gomendagarriagoa da nahi ez diren soinuak indargabetzen dituzten mikro direkzionalak erabiltzea, kamerak mugitzean sortutakoa indargabetzeko, besteak beste. Hala ere, baliteke halakoak erabiltzea komeni izatea pertsona baten mugimenduei jarraitzea ezinbestekoa denean edo talde jendetsuak grabatu behar direnean. Halakoetan, sabaitik zintzilikatu daitezke, ekintza gertatzen den lekuaren gainean; adibidez, orkestra baten gainean zintzilik (soinu-plano urruna).

Erantzun omnidirekzionalak uniformeak izan behar luke, baina ez da. Mikrofono omnidirekzionalak goimaiztasunei baino hobeto erantzuten diete txikiei eta ertainei.

Diafragmara aurrez aurre iristen diren soinuetarako (izan aurreko aurpegitik, izan atzekotik), *noranzko biko mikrofonoek* edo «8» itxurakoek dute sentikortasun handiena. Ia-ia ez dituzte hartzen alboetako soinuak. Horrelako mikrofonoak aurrez aurre dauden esatariekin edo abesbatzetako kantariekin erabiltzen dira. Irratiko elkarrizketetan maiz erabiltzen diren arren (elkarren aurrez aurre eserita dauden pertsonentzat), telebistan oso erabilera mugatua dute noranzko biko mikrofonoek («8» itxurakoek). Ez dira inola ere nahasi behar mikrofono estereo deritzenekin (5. irudia). Mikrofono estereoak gorputz bakar bat osatuz lotutako bi mikrofono kardioide dira; adibidez, modelo hau:



5. irudia.
Mikrofono estereoa

Mikrofono kardioideak edo *noranzko bakarreak* oso sentikorrak dira aurretik iristen zaizkien soinuekiko, baina oso sentikortasun txikia dute atzetik iristen zaizkienekiko (ikus diagramak). Ez da inoiz ere ahaztu behar horren ondorioz gorra direla haien atzean edo alboetan dauden soinuetarako, edo soinu horietatik babestuak daudela.

Akats handia da pentsatzea *mikrofono direkzionalak* —*noranzko bakarreak* edo *kardioideak* ere deituak— direla konponbidea soinu-iturritik urruntzeko beharra dagoenean eta halakoak erabiliz har daitezkeela urrutitik iturri bakar batetik datozen soinuak. Hain zuzen ere, badira oso sentikortasun txikiko noranzko bakarreak mikrofonoak amplifikazioa edo PA (*public address system*) duten zuzeneko edo *live* emanaldietan erabiltzeko. Halako erabileretan, eragotzi egin behar da erlazio akustiko bat izatea mikrofonoen eta bozgorailuen artean. Hori nahiko ondo lortzen da noranzko nahiko bakarreak edo sentikortasun



6. irudia. Estudioko mikrofonoa (Neumann U87).



7. irudia. Zuzeneko mikrofonoa (Shure SM58).

oso txikiko mikrofonoak erabiliz haietatik oso hurbil edo haietara itsatsita dagoen eta indarrez adierazten den ahotsa har dezaten; hala, eragotzi egiten da bozgorailuen irteerako seinalea berriro mikrofonora sartzea, mikrofonoa berrelikatzea eta txistu ezaguna edo *Larsen efektua* sortzea.

Kontuan izan behar da kantari batek inoiz ere edo ia inoiz ere ez duela erabiltzen zuzeneko mikrofonoa estudioan, estudioko edo zuzeneko mikrofonoen direkzionaltasuna eta sentikortasuna erabat desberdinak direlako.

Kanpoko itxura eta erregistro-ezaugarriak desberdinak izateaz gain, estudioko mikrofonoek badute beste berezitasun bat: izugarri sentikorrak dira bibrazioekiko edo eskuzko kontaktuarekiko (beti egoten dira egitura edo euskarri indargetzaileei lotuta). Aldiz, ohikoak izaten da kantariak eskuekin eustea zuzeneko mikrofonoari, ez baitu batere sentikortasunik eskuen kontaktuarekiko (6. eta 7. irudiak).

Direkzionaltasun-maila batetik aurrera, badira beste mikrofono-kapsula mota batzuk, direkzionaltasun handiagoakoak eta, beraz, doitasun handiagokoak noranzko bakar batetik datozen soinueterako; adibidez, hauek:

- *Mikrofono superkardioidea*. Haren diagrama polarreko lobulu frontala kardioidearena baino irtenagoa da, baina ez hiperkardioidearena bezain irtena. Kardioideak baino sentikortasun handiagoa du atzealdean, baina hiperkardioideak baino txikiagoa.
- *Mikrofono hiperkardioidea*. Haren diagrama polarreko lobulu frontala kardioidearena eta superkardioidearena baino irtenagoa da, baina kardioideak eta superkardioideak baino ahalmen handiagoa du atzealdeko soinua hartzeko.

Noranzko bakarrek mikrofonoak edo *mikrofono direkzionalak*, azkenik, oso selektiboak dira iturri edo jatorri bakar batean sortutako soinurako, eta nahiko gorra dira gainerako noranzkoetatik datozenetarako. Badute eragozpen nagusi bat: haien erantzuna ez da konstantea. Behe-maiztasunetarako (tonu baxuak) baino direkzionalagoak dira goi-maiztasunetarako (tonu altuak). Izan ere, soinu-maiztasunak zenbat eta txikiagoak izan, orduan eta omnidirekzionalagoak dira soinu-uhinak (hau da, norabide guztietarantz hedatzen dira); eta, alderantziz, zenbat eta laburragoa izan soinuaren uhin-luzera (eta handiagoa maiztasuna), orduan eta direkzionalagoak dira soinu-uhinak eta orduan eta altuagoak. Haien abantaila nagusia da kokapen zehatzagoko soinua hartzeko aukera ematen dutela.

Direkzionaltasun handia (hiperdirekzionaltasuna) oso sentikortasun handiarekin konbinatuta behar izaten da baldin eta fikzio zinematografikoaren arrazoi edo konbentzioengatik mikrofonoak ez badu agertu behar koadroan edo agertoki-esparruan (fotografikoan) edo soinu-planoaren eta plano bisualaren artean erlazio bat mantendu behar bada. Horretarako, kanoi-mikrofona erabiltzen da: soinu-iturriari begira jarri behar da, urrutiatetik edo hurbilatetik (beti ere esparruaren mugaren barruan), bi planoen arteko erlazioaren arabera.

1.4. Sentikortasuna

Soinu-presio jakin baterako zer irteera elektriko lortzen den adierazten du mikrofono baten sentikortasunak. Mikrofonoen sentikortasun-neurriak ez dira beti zehazki konparagarriak, fabrikatzaileek ez dituztelako neurtze-sistema berak erabiltzen. Normalean, mikrofono

baten irteera (intentsitate jakineko soinu-eremu batean) dB-tan neurtzen da (dezibeliotan), erreferentzia-maila jakin batekin alderatuta.

Mikrofono baten sentikortasuna (irteera) nola irakurtzen edo konparatzen den jakitea garrantzitsua da, baina sentikortasunaren neurri erreala, oro har, ez da kontuan hartzen mikrofono bat aukeratzeko orduan. Berez, irteera-maila (sentikortasuna) erabilera jakin bateko mikrofono bat diseinatzean hartzen da kontuan, eta, beraz, erabilera edo grabazio jakin baterako mikrofono mota aukeratzean.

Hala ere, kontuan izan behar da «mikroak distortsionatu egiten du» esaten denean sarrera elektronikoaren aldeak gainkargatzen eta distortsionatzen duela gehienetan (nahasgailua, anplifikadorea edo grabagailua).

Kondentsadore-mikrofonoak oso sentikorrak izan daitezke dinamikoan aldean; dinamikoak, berriz, nahiko sentikorrak dira batzuetan (Sehnnheiser MD441, adibidez), baina, oro har, kondentsadore-mikrofonoek baino sentikortasun txikiagoa dute.

Ez dira nahasi behar sentikortasuna eta direkzionaltasuna. Sentikortasun handiagoa edo txikiagoa izatea ez dago direkzionaltasun jakin bati lotua. Noranzko bateko mikrofono mota asko dago nahita eraikiak oso sentikortasun txikiarekin (nola kondentsadore-mikrofonoak hala dinamikoak); normalean, zuzeneko emanaldietan erabiltzeko izaten dira, non gaizki orekatutako aldi bereko anplifikazioak Larsen efektu gogaikarria eragiten baitu (txistu mingarria edo erreberberazio desatsegin moduko bat). Edonola ere, *Larsen efektua* saihesteko, hobe da beti sentikortasun txikiko mikrofono bat (mikrofono gogor bat) erabiltzea, sentikortasun handiko bat baino.

Laburbilduz, direkzionaltasunaren eta sentikortasunaren askotariko konbinazioak daude. Badaude noranzko bateko eta oso sentikortasun txikiko mikrofonoak kantariak zuzenean erabiltzeko edo PA edo megafonia darabilten kontzertu, bilera edo ekitaldi publikoetarako; hala, akoplatzea, atzeraelikadura edo *Larsen efektua* saihesten da.

Badaude sentikortasun handiko mikrofono omnidirekzionalak ere, bilerak, prentsaurrekoak eta abar grabatzeko, non mikrofono bakar batekin har baitaitezke hizlari guztien ekarpenak, urruti samar egonda ere, eta haien kokapena gorabehera. Gure telefono mugikorren mikrofonoak, esku libreko moduan, erabat omnidirekzionalak dira, eta oso sentikortasun handikoak.

Halaber, badira direkzionaltasun mota hauta dakiekeen mikrofonoak

ere, non direkzionaltasuna erabileraren arabera doitu baitezakegu, hura irudikatzen duten ikur batzuekin (diagrama polarra).

Adibideko AKG C-4000 estudioko kondentsadore-mikrofonoan (8. irudia), direkzionaltasun-ezaugarriak hauta daitezke: omnidirekzionala, kordioidea eta hiperkordioidea.

Larsen efektua (akoplatzea, atzeraelikadura eta, ingelesez, *feedbacka* deitzen zaiona normalean), oreka elektroakustikoaren okertzat hartzen da, baina artistikoki ere erabili izan da, bai rock-pop musikan (Jimmy Hendrix², Lou Reeden *Metal Machine Music*³, etab.), bai musika-sorkuntza garaikidean (Steve Reichen *Pendulum Music*⁴; Alvin Lucieren *Empty Vessels*⁵ eta *Music on a Long Thin Wire*⁶).



8. irudia.
AKG C-4000,
estudioko kondentsadore-mikrofonoa.

16

Larsen efektua saihesteko, dena den, hau egitea komeni da:

- Sentikortasun txikiko mikrofono direkzionalak erabili, eta, ahal den neurrian, bozgorailuen atzean kokatu.
- Maiztasun-erantzuna mugatu; ekualizadore bat izanez gero, eten ahalik eta gehiena erresonantzia-maiztasuna (normalean, nota baxuak edo behe-maiztasunak ahulduta egiten da hori; maiztasun horiek askoz ere omnidirekzionalagoak direnez eta noranzko guztietan hedatzen direnez, errazago iristen dira mikrofonora, eta bozgorailua eta mikrofonoa akoplatzea eragiten dute).
- Soinua islatzen duten tokietan (pabiloiak), ez da hitz egin behar mikrofonotik 20 cm baino gehiagora; mikrofonoa «jatea» da aukera onena.
- Erregulatu bolumena, erresonantzia eragiten duen mailatik behera egon dadin.

2 <https://youtu.be/53JpbrxM700>

3 <https://youtu.be/XIMSbKU2oZM>

4 <http://microphonesandloudspeakers.com/2017/01/31/p-88-pendulum-music-steve-reich/>

5 https://youtu.be/g2bejct-K_o

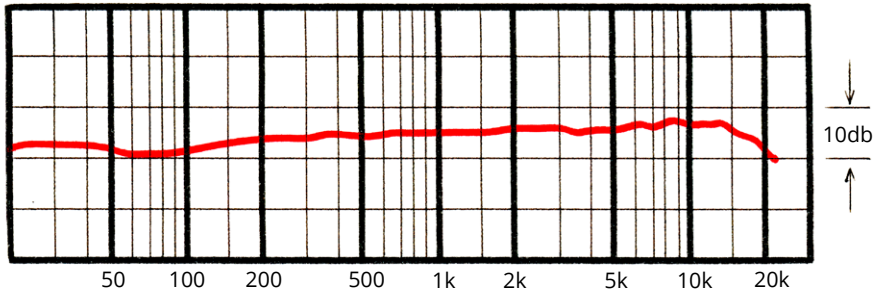
6 <http://socks-studio.com/2016/07/12/music-on-a-long-thin-wire-by-alvin-lucier-1977/>

1.5. Maiztasun-erantzuna

Soinu-sistema dena dela (mikrofonoak, bozgorailuak, *mixer* edo nahasgailuak, erreproduzigailuak, etab.) ekipamendu bat kalitatezkotzat hartzeko (hi-fi: *high fidelity*, goi-fidelitatea, HD: *high definition*, bereizmen handia), gizakientzat entzungarriak diren maiztasunak barne hartu behar ditu, gutxienez (20-20.000 Hz). Arrazoi beragatik, zenbat eta zabalagoa izan ekipamendu baten maiztasun-erantzuna, orduan eta kalitate handiagokoa izango da amaierako soinua.

Edozein sistema elektroakustikoren maiztasun-erantzunak laua izan behar luke; hau da, sistemak berdin tratatu behar lituzke sartzen edo irteten diren soinu guztiak. Dena den, praktikan, baxuen eta altuen erantzunak ez dira berdinak izaten.

Maiztasun-erantzuna txarra izatea ez da gerta litekeen gauzarik okerrenea; erantzuna berdina ez izatea da okerrenea. Alegia, maiztasun batzuetan igotzea eta beste batzuetan jaitea. Hori gertatzen denean, emaitza distortsionatua irteten da. Ekipamendu elektroakustikoen maiztasun-erantzuna lineala edo «laua» izatea da onena.



9. irudia. Audio-Technica etxeko AT2020 mikrofonoaren maiztasun-erantzunaren grafikoa.

Audio-Technica etxeko AT2020 mikrofonoaren maiztasun-erantzunaren grafikoa da hori (9. irudia). Maiztasun-erantzunaren grafikoei «maiztasun-erantzunaren kurba» deritze. Grafikoan ikusten da, adibidez, 80 Hz-ean apalgune bat dagoela, 5 dB ingurukoa. Horrek esan nahi du 80 Hz-eko seinale oro 5 dB beheratuko edo apalduko dela. Mikrofonoan goi-paseko iragazki bat izatea bezala da: goi-maiztasunak eta maiztasun ertainak pasatzen uzten du, eta behe-maiztasunak eten edo indargabetu. Izatez, mikrofono batzuek badituzte halako iragazkiak, eta iragazki horiek mikrofonoaren maiztasun-erantzuna aldatzen dute. Grafikoan ikusten da, halaber, 8 kHz-etik 9 kHz-era 4 dB inguruko gailur bat dagoela. Horrek esan nahi du maiztasun horiek 4 dB inguru goratzen direla.

Mikrofono batzuk maiztasun-erantzun jakin bat emateko diseinatuak daude, eta, hala, erregistro jakin bat dute —dunbal baterako, harmonika baterako, zuzeneko ahots baterako nahiz estudioko ahots baterako— eta, zer efektu bilatzen den, ezaugarri jakin batzuk dituzte.



10. irudia. Bateriarako Shure mikrofono sorta.

18

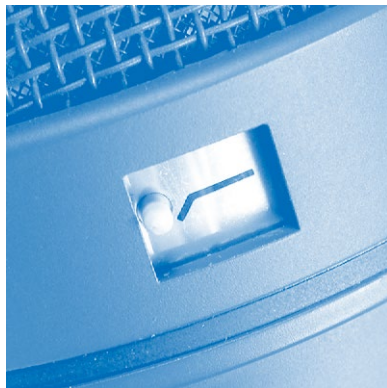
Argazkian (10. irudia), bateriarako Shure mikrofono sorta bat dago: sentikortasun, direkzionaltasun eta maiztasun-erantzunen konbinazio desberdinak dituzte, bateriako danbor, dunbal eta txindatetara egokituak.

*Erantzun lau*ko mikrofonoek ez dute inolako kolorerik ematen maiztasun-erantzunean, hau da, dB (–10 dB-tik 10 dB-era) vs Hz (20 Hz-etik 20.000 Hz-era) grafiko batean. «Kolorea ematea» esaten diogu mikrofonoak maiztasun jakin batzuei erantzun jakin bat emateari, beste maiztasun batzuen kaltetan.

Mikrofono horien grafikoa 0 dB-eko lerro ia zuzen bat da, eta sortzen den soinua, iturrikoarekin alderatuta, oso naturala.

Erantzun doituko mikrofonoak fabrikatzaileak jada espezializazioa emandakoak dira, eta jada kolorea izaten dute neurri batean; adibidez, hari-instrumentuetarako mikrofonoak eta perkusioetarako mikrofonoak.

Erantzun doigarriko mikrofonoek kommutadore bat dute, eta haren bidez etenak egin daitezke behe-maiztasunetan (maiztasun horiek ahuldu), edo erabat lau utzi.

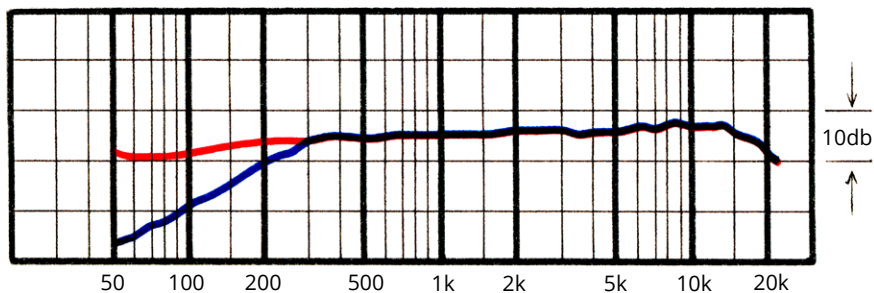


Mikrofono batzuetan behe-maiztasuneko soinuen etena adierazten duten sinboloa (11., 12. eta 13. irudiak) lerro lau edo angeludun bat izaten da, eta maiztasun jakin batzuen etena seinalatzen du; maiztasun-erantzunaren nolabaiteko irudikapen grafiko bat da.

11. eta 12. irudiak. Behe-maiztasuneko soinuetarako etenaren sinboloa.

19

Normalean, goi-paseko iragazki (*high pass filter*) bat izaten da — maiztasun ertainak eta goi-maiztasunak pasatzen uzten du, eta behe-maiztasunak eten—, eta, mikrofono modelo batzuetan txertatuta, soinu-inpaktuen eraginak arintzen ditu (adibidez, haizearen hotsa), edo hurbiltasun-efektua konpentsatzen du.



13. irudia. Behe-maiztasuneko soinuen etena erakusten duen grafikoa.

1.6. Soinu-seinaleen inpedantzia

Mikrofonoen irteerako inpedantzia ezaugarri garrantzitsua da. Tentsio bat aplikatzean zirkuituak korronteari egiten dion erresistentzia da. Mikrofonoaren barruko erresistentziaren neurria da, eta ohmetan neurtzen da: Ω .

Mikrofonoak, oro har, hiru multzotan sailkatzen dira: inpedantzia txikikoak (50-1.000 ohm), ertainekoak (5.000-15.000 ohm) eta handikoak (20.000 ohmetik gorakoa *linea* dela jo daiteke).

Mikrofono gehienak inpedantzia txikikoak edo ertainekoak dira. Inpedantzia altuko mikrofono baten eta haren sarreraren artean erabiltzen den kableak izan behar lukeen luzera mugatua da. Kable horrek 6 m-tik gora baditu, galerak izaten dira tonu altuetan eta irteer-mailan. Inpedantzia txikiko mikrofonoak eta kableak erabilia, aldiz, mikrofonoaren kableek ia edozein luzera izan dezakete ia inolako galera larririk gabe. Hala ere, komeni da konexio-kableen luzera ahalik eta doituena izatea; hau da, zenbat eta kable zati laburragoak erabili, orduan eta hobeto.

20 Audio-seinale guztiak ez dira berdinak, eta garrantzitsua da hori ulertzea. Haien artean zer maila- eta inpedantzia-diferentzia dagoen ulertuta, ondo egingo ditugu ekipamenduen arteko konexioak, kable egokiak erabiliz eta seinale mota bera onartzen duten sarrera-irteerak erabiliz: mikrofonoa *Mic In* identifikazioa duten sarreretara eta audio-lineen seinaleak (*Line Out* eta aurikularrak edo *Earphone Out*) *Line In* edo *Aux In* identifikazioa dutenetara.

Horrenbestez, oro har, hiru audio-seinale analogiko mota daude: mikrofono-mailaren seinalea, linea-mailaren seinalea eta bozgorailu-mailaren seinalea.

Mikrofono-mailaren seinalea (*Mic In* identifikazioa izaten du, normalean) da hiruretan ahulena, potentziari dagokionez. Mikrofonoak sortzen du seinale hori eta kablean zehar joaten da aurreanplifikadorera. Ohikoa 2 minivolt (0,002 volt) inguru izaten da. Seinale hori baxuegia da audio-gailuren batek harekin lan egin ahal izan dezan (nahasteko, ekualizatzeke, etab.); horregatik, aurreanplifikadore bat behar du seinale hori lanerako moduko maila batera «jasotzeko». Laneko maila horri *linea-maila* deritzo. Baldin eta konparatzen badugu linea-mailaren bi seinale motekin (0,316 eta 1,23 V), argi dago mikrofono-mailako seinale batek anplifikazio handia behar duela eta, horrenbestez, funtsezkoa dela aurreanplifikadoreak ahalik eta kalitate onenekoak izatea. Halako seinaleei inpedantzia txikiko ere esaten zaie, eta *Low-Z* letrekin

identifikatzen dira. Seinale batek inpedantzia txikikotzat hartua izateko izan behar dituen ohm-ak ez dira beti berdinak; dena den, garrantzitsua da gogoratzea inpedantzia txikiko seinaleak kable luzeetatik seinalea edo maila galdu gabe garraia daitezkeela. Gehienetan, halako seinaleak orekatu⁷ egiten dira; beraz, irrati-interferentziak jasateko arrisku txikiagoa dute.

Linea-mailaren seinalea (Line In-out) mikrofono-mailarena baino askoz ere potentzia handiagokoa da. Inpedantzia ere altuagoa du. Linea-mailaren seinaleak egokiak dira mixer edo nahasgailuekin, ekualizadoreekin, konpresoreekin eta audioa prozesatzeko gainerako gailuekin lan egiteko.

Linea-maila «profesionala» +4 dBu-koa da. Seinale mota hori orekatua izaten da normalean, eta 1,23 volten baliokidea da. Audio-gailu profesionalak horrelako seinalea erabiltzen dute beren sarrera-irteeretan.

«Kontsumitzailearen» linea-maila -10 dBV-ekoa da. Seinale mota hori inoiz ez da izaten orekatua, eta 0,316 volten baliokidea da. Ikusten denez, +4 dBu-ko seinalea baino ahulagoa da, eta, gainera, ez dago orekatua; horrenbestez, interferentziak izateko eta seinalea galtzeko arrisku handiagoa du. Halako seinaleekin lan egitean, garrantzitsua da ahalik eta kable laburrenak erabiltzea (inoiz ez 6-7 m baino luzeagoak). Horrelako seinalea erabiltzen dute kontsumitzaileen gailuek, hala nola mp3-erreproduzigailuek, CD-erreproduzigailuek eta audio-ekipamendu merkeek.

21

Bozgorailu-mailaren seinalea (Speakers Out), azkenik, anplifikadoretik bozgorailua elikatzen duen seinale mota da. Haren maila, jakina, izugarri aldatzen da anplifikadorearen potentziaren arabera —potentzia hori wattetan (W) adierazten da—. Seinale hori, askotan, beste guztiak baino indartsuagoa izaten da. Horregatik, seinale hori beste era bateko seinale baten sarrerara zuzenean konektatuz gero, gerta liteke seinalea hartzen duen gailuaren zirkuitua erretzea, baita sutea eragitea ere. Bozgorailuaren mailako tentsioa handia izateak badu abantaila bat beste seinale mota batzuekin aldean: kableek ez dute babes berezirik behar seinalea interferentzietatik babesteko; ordea, funtsezkoa da kableen polaritatea zaintzea (normalean, gorria + da, eta beltza, -), fase-oposizioak seinalea ez desagerrarazteko.

7 Kable orekatuak pare bihurritu erakoak dira, eta interferentzia elektromagnetikoak indargabetzen dizkiote elkarri; orekatu gabeko kableak, berriz, interferentzia elektrikoak jasateko arrisku handiagoa dute.

1.7. Formak, erabilerak eta aplikazioak

Eraikuntza, direkzionaltasun, sentikortasun eta maiztasun-erantzunaren ezaugarriak oso zehatzak dituzten mikrofono mota asko daude, eta oso erabilera jakinetarako diseinatuak izan dira: zinema, bideoa, dokumentala, elkarrizketa, zuzeneko edo estudioko ahotsa edo kantua, instrumentala edo musikala, espezializatuak, zientifikoa, itsasokoa, kirolekoa, telefonia, mugikor bidezko komunikazioa, etab.

Hona hemen soinu-zuko eta ikus-entzunezko edukiak sortzeko askotan erabiltzen diren mikrofono mota batzuk:

Eskuko ahots-mikrofonoak (barne-motelgailuak dituzte, eskuan erabiltzean bibrazioak mintzera ez pasatzeko). Mikrofono horien erabilera zuzeneko ikuskizunetara lotua dago, non amplifikazioa egoten baita normalean; horregatik, oro har, dinamikoak izaten dira, oso sentikortasun txikikoak (gogorrak) eta noranzko bakarrekoak (ikusitako sentikortasuna eta *Larsen efektua*). Horietako batzuk benetako ikono bihurtu dira soinu-zuko emanaldietan (musika, etab.). Adibidez, Shure Unidyne SH55 ezaguna, 1939 inguruan merkaturatua, eta gaur egun Super 55 izena duena; haren aldaeretakoa bati *Elvis mikrofono* ere deitu izan zaio. 1930eko hamarkadan sortu zutenean, oso diseinu originala zuen, garai bereko Oldsmobile Six autoaren kalandran (erradiadorean) oinarritua (14. eta 15. irudiak).

Shure etxeak berak aurrerago egin zituen SM58 eta SM57 mikrofonoak ere oso ohikoak dira ia agertoki guztietan, bai ahotserako bai instrumentuetarako (16. eta 17. irudiak).



14. irudia. SH55 (Super 55).



15. irudia. Oldsmobile Six.



16. irudia.
SM58.



17. irudia.
SM57.

Mikrofono horien maiztasun-erantzuna, baina, ahotsari dagokion tartean soilik da erregularra; hau da, 400 Hz-etik 4.000 Hz-era. Horregatik, ez dira oso erabilgarriak erabilera edo musika-tresna horietatik kanpora eta maiztasun-tarte horretatik kanpora, ez dituztelako ondo hartzen goi-maiztasunak, eta, beraz, soinu «itzalia» edo «distira» gutxikoa ematen dutelako musika-tresna batzuetarako (haize-instrumentuak, biolinak, etab.).



18. irudia. Rode NTG2 mikrofonoa.

Kanoi ertaineko, laburreko eta luzeko mikrofonoak oso ohikoak dira ikus-entzunezkoen ekoizpenean; izan ere, horretarako diseinatu zituzten, berariaz, oso ezaugarri jakinekin: oso direkzionaltasun handia eta oso sentikortasun handia. Ezaugarri horiek behar dituzte urruti dauden igorleen soinua hartu ahal izateko inoiz ere plano bisualean sartu gabe, ikus-entzunezkoen agertokian eta haien fikzioan mikrofonoek ikusezinak izan behar dutelako ikusleentzat konbentzioaren arabera. Gaur egun, ia denak kondentsadore edo elektret motakoak dira (adi: bateria edo *phantom* bidezko elikadura behar dute). Goi-maiztasunak nabarmentzen dituzte, eta oso maiztasun-erantzun distiratsua dute. Modelo batzuetan, behe-maiztasuneko soinuak apaltzeko, maiztasun-etendurak daude: *High Pass Filter* edo *goi-paseko iragazkia*.

23

Superkardioide eta hiperkardioide motakoak dira; hau da, diagrama polarrean lobulu frontala oso irtena dute.



19. irudia. Pertika.

Izugarri sentikorrak dira, tutu-formakoak; egituraz, ez dute barne-isolamendurik, eta, beraz, motelgailua duen euskarri batekin erabili behar dira (pertika, pistola) (19. irudia).

Inoiz ere ez dira erabili behar zuzenean eskuekin eutsita.

Oso sentikorrak direnez, haizerik leunenak ere perturbazioak eragiten ditu; horregatik, kanpoan erabiltzen direnean, tankera honetako osagarriak erabili behar dira ia beti: *haizearen aurkako pantaila*, *windshield*, *windjammer* edo *deadcat* (katu hila) delakoa (20. irudia).



20. irudia. Haizearen aurkako pantailak.

Estudioko ahots-mikrofonoak oso delikatuak dira eraikitzeko. Barruan soilik erabiltzen dira. Gaur egun, kondentsadore- edo elektret-transdukziokoak dira gehienak. Sentikor samarrak dira, eta, horri esker, mikrofonotik 20-30 cm-ra jar daiteke kantaria (21. irudia). Motelgailua duen euskarri baten gainean jartzen dira beti, bertikalki, eta ahotsa perpendikularki (90°) igortzen zaie. Modelo batzuetan, direkzionaltasun mota aukeratu daiteke, baina, oro har, kardioideak dira. Oro erantzun garbia, distiratsua eta orekatua dute maiztasun guztietan.

Erregistratzen ari garenean, ez dira inoiz ere ukitu behar, haien gorputzak ez baitu barne-isolamendurik.



21. irudia. Estudioko ahots-mikrofonoa.

Beti jarri behar da *antipop* erako pantaila bat aurrean, kontsonante leherkariak ez dezaten erregistroa ase edo karraskarik edo soinu-eztandarik eragin.

Gorbata edo *lavalier* erako mikrofonoak eta *diadema* erakoak; miniaturizatuta daude, eta, horregatik, oso gutxi ikusten dira. Oso kalitate handikoak izan daitezke, eta sentikortasunaren eta direkzionaltasunaren konbinazio desberdinetakoak aurkitzen dira. Batzuetan, esaterako diadema erakoetan (*Madonna mikrofonoa*, 22. irudia), soinu- edo ahots-iturrirainoko distantzia konstante mantentzeko diseinatuak daude.

Gaur egun, haririk gabeko transmisio-sistema batera lotuak egoten dira, eta horrek mugitzeko askatasun handia ematen du.



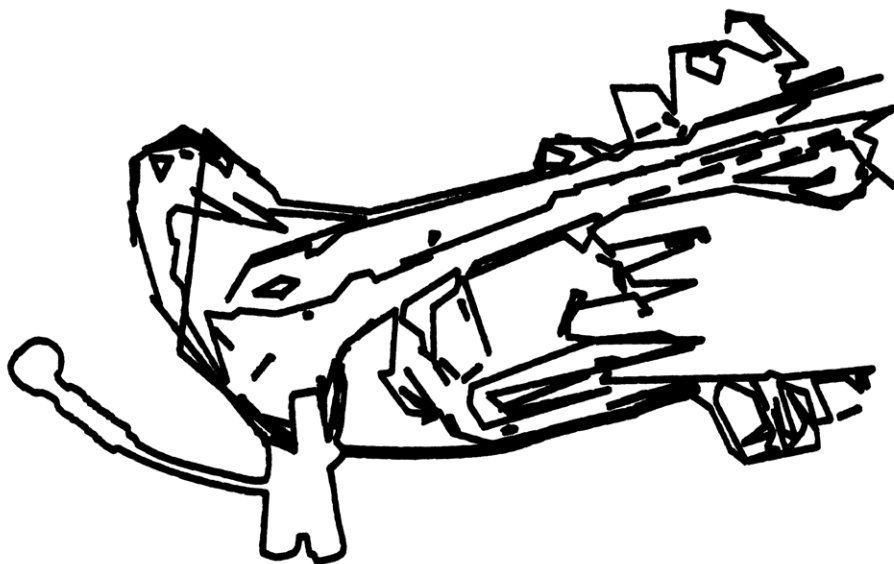
22. irudia. Diadema erako mikrofonoa.

Ia guztiak kondentsadore edo elektret motakoak dira (adi elikadura elektrikoari), eta maiztasun-erantzun erregularra dute, ahotserako bereziki. Sentikortasunak ez dira beti berdinak, baina, oro har, soinu-iturritik pixka bat urrunduta lan egiteko diseinatuak daude; alegia, sentikortasun ertaina dute.



Instrumentu-mikrofono espezializatuak instrumentu akustikoen maiztasun- eta tinbre-tarte zabalak erregistratzeko diseinatuak daude. Instrumentu konplexu batzuetan soilik erabiltzeko mikrofono-aukera zabala dago; adibidez, bateriarako edo haize- nahiz hari-instrumentuetarako. Haietan, teknologiak, sentikortasunak eta maiztasun-erantzunak konbinatzen dira.

*23. irudia.
Sennheiser Ew112p G3 gorbata-
mikrofonorako haririk gabeko
mikrofono-sistema.*



*24. irudia.
ILD SYSTEMS WS1000MW.
Perkusio- eta haize-
instrumentuetarako
mikrofonoa.*



25. irudia.
Aquarian
Audio, H2A-XLR
Hydrophone
mikrofonoa.



Badaude urpeko miaketetarako prestatutako mikrofonoak ere, *hidrofonoak*, munduko gerretan itsaspekoak orientatzeko eta detektatzeko garatuak. Gizakion habitatetik kanpo daude soinuak entzuteko aukera ematen digute, eta esperimentatzeko aukerak aurkitzekoa. Ukipen-mikrofonoak izaten dira (transdukzio piezoelektrikoa), baina badira oso modelo profesionalak ere, hala nola Aquarian Audio mikrofonoak:

Nahiko erraza da halakoak eraikitzea, mikrofono piezoelektrikoak edo ukipen-mikrofonoak erabiliz, eta binilo likidoarekin edo silikona termofusiblearekin iragazgaiztuta (26. irudia).

26. irudia.
Binilo likidoz
iragazgaiztutako
ukipen-mikrofonoak.



2. Aplikazio espezifikoak

Gaur egungo soinuazko edukien sorkuntzan, soinuak sortze-materia edo -bitarteko gisa zer aukera berri dituen miatzeko sistema gisa erabili izan dira mikrofonoaren baliabide teknologikoak. 1940ko hamarkadaren bukaeran, mikrofonoek eta grabazio magnetikoko sistemek aukera eman zuten inguruneko soinuak, industriakoak eta abar musika-ekoizpenean sartzeko. Horrek bide eman zion musika konkretuari

edo *zintarako musikari (tape music)*; adibidez, *Étude aux chemins de fer*⁸ (Pierre Schaeffer, 1948). 1970eko hamarkadaren amaieran, *soundscape* edo *soinu-paisaiaren* kontzeptua ekarri zuen R. Murray Schaferrek, *The Tuning of the World* eta definizio eta kalitate handiagoko mikrofonoen bidez landan lortutako soinu-erregistroak argitaratuta. Gaur egun, teknologiaren sozializazioari esker, artistek oso metodo errazak dituzte eskura soinua erregistratzeko, hura espresio-baliabide gisa, kontzeptu gisa eta inguratzen gaituen soinu-zko munduari buruzko gogoeta gisa erabiltzeko.

Ibilbide zehazki musikala ez duten artistek propietate jakin batzuei erreparatu diete soinuaren eremu hedatuan (espazialtasuna, dimentsionalitatea); horren ondorioz, espazioaren eta materiaren esplorazioarekin erlacionatutako alderdietara bideratu da ikerketa eta esperimentazioa, eta horrek mikrofonoen aplikazio espezifiko batzuk ekarri ditu. Segidan azalduko ditugu.

2.1. Espazialtasuna eta entzumen binaurala

28

Bizi dugun edozein espaziok sortzen digun sentrazioa ez dagokio begiradari soil-soilik; espazio horretan sartzen garenean entzuten dugunak, baita begiak itxita ditugula ere, haren tamainaren azterna nahiko argia ematen du, baita espazio horretako soinu-iturrien jatorri eta kokapenari buruzkoa ere.

Espazioak lotura estua du soinuarekin, eta, horregatik, beren eskultura-eraikuntza edo -instalazioak bizitoki gisa edo haietan zehar ibiltzeko aukera ematen duten egitura gisa irudikatu dituzten artista askok kontuan hartu dituzte espazio horien propietate akustikoak eta, halaber, espaziook duten ahalmena, bai soinu-sentrazioak edo sentrazio akustikoak iradokitzeko, eta bai materialaren kalitate-testurei, egituraren ganbiltasunari edo ahurtasunari eta espazio edukitzailearen tamainari buruzko informazioa emateko. Richard Serraren *Denboraren materia* (2005) lana ia iraunkorki dago Bilboko Guggenheim museoa; eskultura multzo horretan, «materiarekin eta espazioarekin topatzea» proposatzen dio artistak ikusleari. Espazio horietan ibiltzean eta espazio horiek bizitzean (espiralak, toruak, etab.), etengabe aldatzen da gure soinu-pertzepzioa; eskultura-forma bakoitzean, itsu joanda ere, espazioaren eta materiaren propietateak erakusten dizkigu.

Gure entzumen binaurala funtsezkoa da Richard Serrak modu inkontziente edo pasiboan proposatzen duen espazio-esperientziarako,

8 <https://youtu.be/N9pOq8u6-bA>

baina gaur egun garatzen diren eta soinu-zko edukiak dituzten proiektu artistiko askotan erabiltzen da, non pertzepzio hori erregistro binauralen bidez sartzen baita. Era binauralean erregistratutako soinuak erabat murgilduta gaudela sentiarazten du. Halakoak dira Janet Cardiff eta Bures Miller artista bikotearen lan batzuk; adibidez, *Alter Bahnhof*⁹ lana (Documenta Kassel 2013).

Fenomeno hori azaltzeko, *entzumen binauralaren* oinarriak ikusiko ditugu laburki:

- Gizakiek bi kanal independenteren bidez entzuten dute (bi belarriak). Garunera bi informazio desberdin iristen dira (salbu eta bi belarriak soinu-iturritik distantzia berera daudenean), bi belarriak buruaz bereizita daudelako.
- Bi belarrien kokapena desberdina izateak soinu-iturria kokatzeko aukera ematen dio garunari.
- Belarrietatik jasotzen da informazioa, nahiz eta gero garunak prozesatzen duen informazio hori, soinu bakoitzak sortzen dituen nerbio-bulkadak konparatuz eta, azkenik, soinu-uhinen ezaugarriak interpretatuz.
- Prozesu horretan, belarriek bata bestetik fisikoki bereizita daudela jasotzen dute informazioa, bakoitzak bere aldetik, eta ondoren deszifratzen da informazio hori. Hala entzuten du gizakiak; hau da, *binauralki*.
- Entzumen-sisteman, bi belarriek jasotzen duten intentsitatearen, denboraren eta fasearen desberdintasunarekin erlazionatua dago hiru dimentsioen sentsazioa. Alegia, belarri bakoitzak jasotako informazioa bere aldetik prozesatuz eta ondoren bi seinaleen intentsitatea eta fasea alderatuz kokatzen ditugu soinuak espazioan.

29

9 <https://youtu.be/sOkQE7m31Pw>

Soinua espazioan kokatzeko orduan eragina duten faktoreak:

- Denbora-diferentzia interaurala (ITD, *interaural time difference*): soinu-seinale bat belarri batera iristen denetik bestera iristen den arte pasatzen den denbora. Soinua 340 m/s-an hedatzen da airean. Interferentzien eraginez (buruaren beraren difrakzioa), ordea, aldaketak izaten ditu maiztasunen arabera, eta pertzepzioari eragiten dio, baita behe-maiztasunetan ere, non uhin-luzera aski luzea baita bi belarriek jasotako seinaleen fase-diferentzia baztergarria izan dadin.
- Intentsitate-diferentzia interaurala (IID, *interaural intensity difference*) edo maila-diferentzia interaurala (ILD, *interaural level difference*): belarri batera eta bestera iristen diren seinaleen intentsitateen edo anplitudeen arteko diferentzia da. Diferentzia hori distantziaren karratuaren alderantzizkoaren arabera da. Buruak eta belarripabiloiek eragiten diote, denbora-diferentzia interauralean bezala; iragazki gisa jokatzeko dute, maiztasun batzuk indartuz eta beste batzuk motelduz, eta, horregatik, gure buruen formak eta testurak eragina dute pertzepzio binauralean.

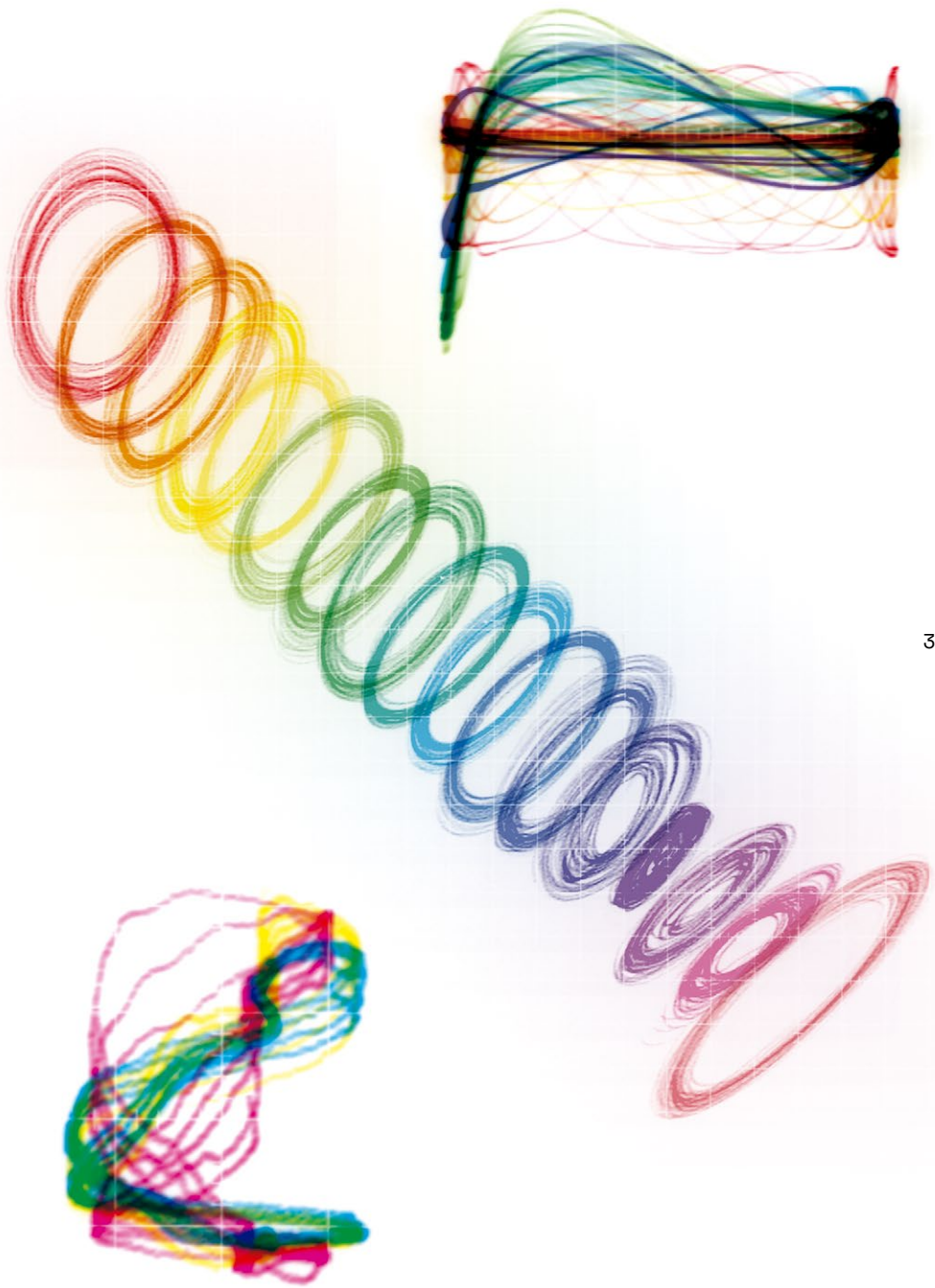
30

Erregistro binaurala

Era binauralean erregistratzean, gizakien entzuteko era berreraikitzen da: entzute-sistema bi mikrofonok ordezkatzeko dute, eta, gure tinpanoen antzera, maniki-buru batean jartzen dira, zeinak entzute-pabiloiak baititu, morfologikoki benetako belarrien oso antzekoak. Mikrofono horiei dagozkien eskuin- eta ezker-kanalak bereiz grabatu dena, aurikular itxiekiko entzun behar da ezinbestean.

Grabazio horrek egiten duen inpresioa hain da errealista, ezen, batzuetan, entzuleek ez baitituzte bereizten benetako soinuak eta grabatutakoak, eta, ondorioz, burua birarazten die grabazioak, entzuten ari denak espazioan duen jatorriaren bila. Hona hemen adibide klasiko bat, teknika hori gehien erabili duen teknikarietako batena: Hugo Zucarelliren *The Barber Shop*¹⁰ grabazio holofonikoa (binauralaren aldaera bat).

10 <https://youtu.be/IUDTlvagjA>



Era binauralean erregistratzeko sistema bat (buru binaurala) eraikitzeko prozesua

Prozesu berezi bat garatu dugu, soinuak horrela erregistratzeko buru binaural merke bat eraikitzeko. Horretarako, material sinpleak erabiliko ditugu, aurrekontu txiki batekin eskuratu ditzakegunak. Eraikitzeko, edozein bide erabil daiteke: maniki-buru eraldatuak (poliespaneazkoak), maché papera, poliesterra, igeltsuzko moldeak, silikona, etab. Poliespaneazko buru barne-hutsak erabiltzea gomendatzen dugu, benetako buru baten tamaina dutenak, gutxi gorabehera (27. irudia).

Buruaren barrura sartzeko aukera izan behar da, entzuteko kanalak (mikroak) jartzeko.

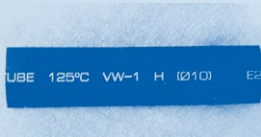
Funtsezkoa da entzute-pabiloiak ahalik eta errealistenak izatea. Hori egiteko era merkeena da pertsona batekin alginatozko molde bat egitea (negatiboa) (ikusi bideoa)¹¹, eta, argizari gogorra erabiliz (egokiena, depilatzeo argizarizko perlak. 28. irudia), moldea positibatzea.

32



28. irudia.
Belarrien moldeen
argizarizko positiboak.

Haietan, entzunbide bat jarriko dugu, argizarizko belarrarian sartuta eta argizari beroz itsatsita. Kartoi mehezko hodi bat egin daiteke (barruko diametroa: 10 mm) edo «zorrotz termorretraktilak» erabili (29. eta 30. irudiak).



29. irudia

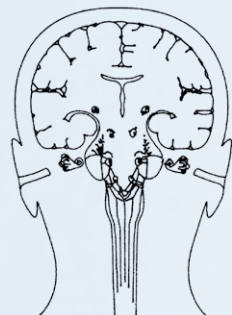


30. irudia

27. irudia.
Poliuretanozko burua, mikrofono
binaural bat eraikitzeko.

11 <https://youtu.be/bchfjUJPL0w>

Hodiak 25 mm luze izan behar luke kanpoko zulotik mikrofono-kapsulara, eta hartan sartuta geldituko da kapsula. Luzera hori dugu gizakiok entzute-pabiloitik tinpanora. Barruko makurdura eta perpendikulartasuna zaindu behar dira (ikusi giza buruaren barne-ebakia, 31. irudia).



31. irudia

Hurrengo urratsa mikrofono-sistema eraikitzea da. Giza entzumenaren antzeko direkzionaltasuna eta sentikortasuna dituzten bi elektret mikrofono ditu: elektret/kondensadore motako bi mikro, omnidirekzionalak, oso sentikorrek eta 20 Hz-etik 20 kHz-era bitarteko maiztasun-erantzunekoak, eta 9,5 mm-ko diametroa dutenak (32. irudia).

Hauk izango lirateke haien ezaugarriak, gutxi gorabehera:

Inpedantzia: 2,2 k Ω

Seinale/zarata erlazioa: 60 dB

Lan-tentsioa: 1,5... 10 V

Banda-zabalera: -20... 16000 Hz

Sentikortasuna: -44 \pm 2 dB

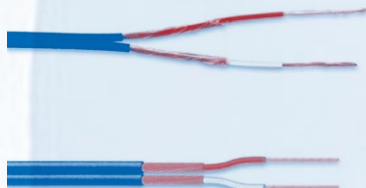
Laneko korronea: 600 μ A

33



32. irudia

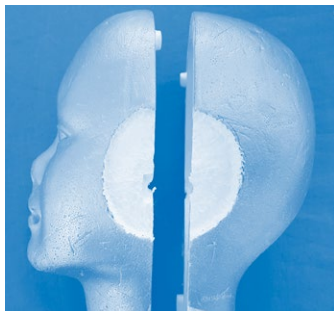
Linea-kable paralelo bat eta $\frac{1}{8}$ hazbeteko minijack estereo bat ere behar dira (35. eta 34. irudiak). Konexioak egiteko eta soldatzeko, ikusi bideo hau¹².



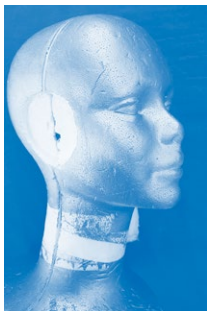
33. irudia



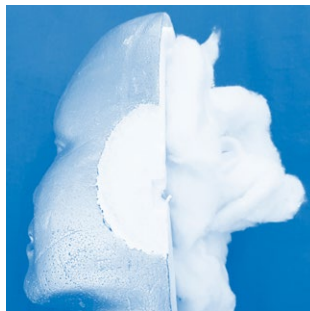
34. irudia
Minijack estereo
(1:1 eskalan inprimatua)



35. irudia



36. irudia



37. irudia

Konexioak egindakoan eta mikrofonoak belarrietan jarritakoan, burua material arin batez bete behar da (kotoiz, kuxinen betegarriz, poliespanez, etab.), mikrofonoak akustikoki isolatzeko (oso garrantzitsua da) eta bi mikrofonoen arteko komunikazioa eta barnerresonantziak eragozteko (35., 36. eta 37. irudiak).

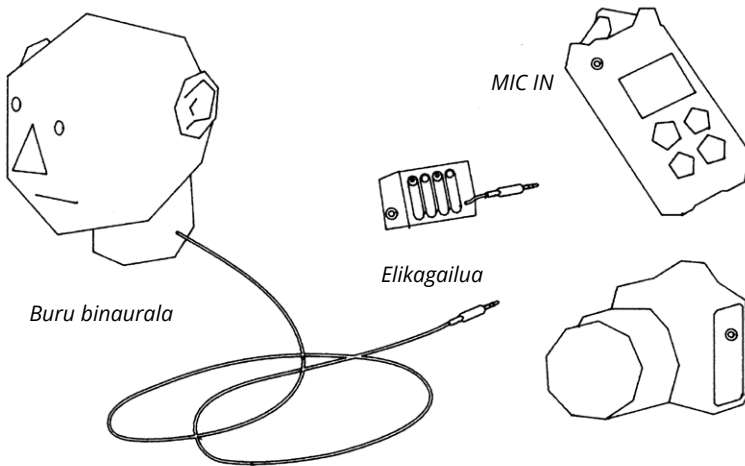
34



38. irudia

Bukatzeko, burua pertsonaliza daiteke, baina hori ez da erabat beharrezkoa (38. irudia).

Grabazioa bera edozein grabagailu digitalekin (39. irudia) edo analogikorekin egin daiteke, betiere bi pista independentetan grabatzeko aukera ematen badu eta grabazioa eskuz kontrolatuta, inoiz ez automatikoki. Grabazio binauralak entzuteko, kontsultatu SoundCloud-en lotura hau¹³.



39. irudia.
Era binauralean grabatzeko
konexioen eskema.

Grabagailuarekin erabili beharreko mikrofonoaren sarrerako konexioa (minijack emea, 1/8") —*Mic In*—; ESTEREOA izan behar du beti, eta elikatua edo *Plug-In-Powered* motakoa, bi mikroak elikatu ahal izateko, behar den aurreanplifikazioa izan dezaten. Bestela, elikagailu ertain bat erabili beharko genuke. ZOOM H4 eta H1 guztiz egokiak dira.

13 <https://soundcloud.com/mikelarce>

2.2. Ukipen-mikrofonoak eta soinu sorkuntza

Ukipen-mikrofonoek materiaren bibrazioa eta sonoritatea miatzeko aukera ematen dute; hau da, materiaren, gaien edo gorputzen bibrazioa elektronikoki anplifikatzeko aukera ematen dute.

Ukipen-mikrofonoek eta mikrofono hidrofonoek gure entzute-eremuan itxuraz entzunezinak diren barne-bibrazioak hartzen dituzte —mikrofono tradizionalak soinua airearen soinu-oszilazioaren bidez hartzen duten era berean—, transdukzio piezoelektrikoaren printzipioaren bidez, nagusiki. Hala, ingurune ezezagun baten sonoritate anplifikatuak edo areagotuak sormenez erabiltzeko aukera ematen zaigu.

Ukipen-mikrofona objektuen gainazalean jartzen da, zuzenean. Bibrazioak eta objektuetan zehar doazen soinu-uhinak seinale elektriko (tentsio) bihurtzen dira objektuetan txertatutako piezoelektrikoen bidez. Ingurunearen araberakoa da zer bibrazio transmititzen eta hartzen den. Adibidez, hedatze-abiadura askoz ere handiagoa da solidoetan airean baino, eta solidoetan, perpendikularki transmititzen dira uhinak. Faktore askok eragiten dute solidoen bibrazioan: hezetasuna, tenperatura, testura, etab. Halaber, solidoa inguratzen duen espazioaren araberakoa da haren bibrazioa. Horrenbestez, toki baten egoera dinamikoa (bizia) objektu jakin baten bibrazio-fenomenoan agertzen da.

Ukipen-mikrofonoen bidez anplifikatzeak dituen posibilitateak musika-tresna akustikoen anplifikazio hutsetik askoz harago doaz. Edozein objektu edo gainazal solidoen barne-hotsa anplifika dezakete mikrofono horiek, eta izugarri zabaldu soinu-unibertsoaren esplorazioaren mugak, baita biderkatu ere musika-tresna posibleen aukera ere; hala, izugarri zabaltzen da tinbrika. Teknologia mota hau asko erabili da soinu-zko artearen praktikan eta musika kultuaren esparruan; esperimentalean, bereziki.

Nabarmentzen lehena, John Cage da (Los Angeles, 1912 - New York, 1992). Askotan erabili zuen ukipen-mikrofonoen bidezko anplifikazioa, eta, halakoak soinu-zko artean eta musika esperimentalean erabiltzea zabaldu dutenetan, bera da nagusietako bat. Ukipen-mikrofonoen adibide batzuk: *Quest* (1935) laneko lehen mugimendua, *Cartridge Music* (1960), *Child of Tree* (1975) obrako natura anplifikatua, *Branches* (1976), *Sunday* (1977-78) eta *0'00*"ren bi bertsioak. Landareak ukipen-anplifikazioaren bidez soinu- eta musika-tresna bihurtuta erabiltzearen adibide ezagun bat Cageren

kaktus anplifikatuak dira. Ikusi, halaber, *Good Morning Mr Orwell*, Nam June Paikena (1984)¹⁴.

Cageri 1937an sortu zitzaion objektuen barne-hotsarekiko interesa, Oskar Fischinger (Alemania, 1900 - Los Angeles, 1967) ezagutu zuenean. Fischingerren jarduna animazio-film abstraktuz osatzen da, zeinak musika bisualaren parte baitira. Fischingerrek objektu guztietan bizi den espirituaz hitz egin zion Cageri, eta azaldu zion objektuetatik soinu edo hots bat ateratzea besterik ez zela behar espiritu hori askatzeko, soinu hori espirituaren ahotsa balitz bezala. Ideia hori Fischingerrek soinu sintetikoari buruz ikerketetan oinarritzen zen, baita fonografia filmikoari buruz egindakoetan ere, non korrelazio interesgarriak sortzen baitira irudiaren eta hotsaren artean. Ordutik aurrera, gero eta interes handiagoa piztu zitzaion Cageri gauzen barne-soinuari buruz. *Reunion* (1968) lan performatiboan, Cage eta Duchamp artistak (eta, geroago, Cage eta Teeny) xakean aritzen ziren ukipen-mikrofonoz hornitutako taula batean (40. irudia); pieza bat mugitzen zen aldiro, soinu elektronikoa anplifikatuak entzunarazten zituen eta irudiak erakusten publikoak telebista-pantaila gisa ikusten zituen osziloskopioetan.



42. irudia. *Reunion*, John Cage (1968). Irudian, John Cage ageri da, Marcel Duchamp eta Alexina Duchampekin batera.

Barrukoa entzute horretan, funtsezkoa izan zen anplifikazio piezoelektrikoa edo ukipen-anplifikazioa: objektua edo gainazala

14 <https://youtu.be/SIQLhyDljl?t=1061>

osaten duen materia solidoarekin kontaktu zuzenean dagoenez, objektuaren barne-hotsa, objektuak berez sortzen duena, zuzenean auskultatzen da, kanpo-eragile batek hura aktibatu beharrik izan gabe. Hala, teknologiari esker, askatasunez espresatzen den objektu baten ahotsa entzun daiteke.

Gorputza ere artista askok erabili dute instrumentu gisa. Adibidez, Laurie Anderson artista bere burua kolpekatzen ikusten dugu *buru-kolpea (Headknock, 1980)* lanean. Hurrengo bideoa Joan Logue artistarena da, eta aukera interesgarri horren adibide bat da. Betaurreko batzuk dira, eta zubian jarritako piezoelektriko batekin amplifikatuak daude, halako moldez non bere buruan jotzen duenean betaurrekoek hezurren hotsa hartzen baitute eta hotsaren intentsitatea areagotu, gorputza

38

eta sakontasuna emanaz. Garezurra bera jotzen da, eta betaurrekoek entzuten duten soinua proiektatzen da, amplifikatua. Piezoelektrikoak areagotutako soinu-tresna bihurtzen dira burua eta buruaren erresonantzia.



41. irudia. Joan Loguek Lauri Andersonekin lankidetzan egindako 30 s-ko spota; Laurie Andersonek bere buruan jotzen du bere *Headknock (1980)* jantzia duela. https://www.youtube.com/watch?v=Qt_zQbu3dFA



42. irudia. Atilio Doreste, *Pencas encordadas, Kanariak, 2016*. <https://www.atiliodoreste.net/videos>

Beste artista askok, hala nola Atilio Doreste¹⁵k, natura esploratu dute, eta performanceak edo interbentzioak egin dituzte naturan (42. irudia), naturako materialak eta bibrazioak erabiliz, ukipen-mikrofono edo mikrofono piezoelektrikoen bidezeko itziz beren obra.

Mikrofono piezoelektrikoak eta ukipen-mikrofonoak eraikitze prozesuak

Prozesua erraza eta merkea da: kapsula edo plaka piezoelektrikoak euro bat baino gutxiago kostatzen dira (43. irudia) eta elektronika-dendetan saltzen dituzte (adibidez, Bilbon, Radio Rhin dendan). Konektatu nahi dugun ekipamenduaren mikro-mailaren seinaleari dagokion sarrerarako —*Mic In*— konektore egoki bat besterik ez dugu beharko ($\frac{1}{4}$ hazbeteko jack-a, XLR edo $\frac{1}{8}$ hazbeteko minijack-a). Bi piezak lotzeko, audio-kable batera (mikrofonokoa edo lineakoa) soldatuko ditugu. Ikusi bideoa¹⁶.



43. irudia.
Kapsula piezoelektrikoak.

39

Lehendabizi, audio-kablearen zati bat ebaki behar da (mikrofonoak izatea nahi dugun luzerakoa), eta punta zuritu, hari metalikoa soldadurak egiteko eran egon dadin. Bi aldeetan, kobrezko hari multzo isolatu bi izan behar ditugu: bata, «lurra», eta bestea, kolorezko beste kable baten barruan dagoena, «bizia».

Piezoelektrikoari erreparatzen badiogu, ikusiko dugu material desberdinetako bi zirkulu zentrokide gainjarriz osatua dagoela. Orain, hari bizia barruko zirkuluari soldatu behar diogu, eta lurra kanpokoari, eta haien artean kontaktua sortzea eragotzi. Kablearen beste muturra jack monofonikora konektatuko dugu, eta, ondoren, itxi. Polaritateari jarraituz, bizia jackaren oin txikian jarri behar da, eta lurra, oin luzean.

Zer behar den:

- Piezoelektriko bat.
- Audio-kable bat (nahi den luzerakoa). Audio-kable hori hari eroale batzuez osatua dago; hariak estaldura plastiko batez isolatuak daude, eta sare batez inguratuak. Edo, bestela, bi lineako kable bat izaten da, estereo, eta, orduan, luzetara erdibi daiteke eta kable bakoitza bere aldetik erabili, edo bi kapsulako edo bi bide independenteko mikrofono piezoelektriko bat egin.
- $\frac{1}{4}$ hazbeteko jack monofoniko bat edo $\frac{1}{8}$ hazbeteko jack estereo bat.
- Soldagailua, eztainua, aliketa finak eta guraizeak edo kableak zuritzekoa.

Ukipen-mikrofono batetik abiatuta, haren aldaera interesgarri bat egin daiteke: hidrofonoa. Hidrofono batekin, grabazioak urpean egiteko aukera dago. Horretarako, mikrofonoa isolatu behar da: silikona termofusiblezko (edo binilo likidozko) estaldura batekin, soldadurak dituen piezoelektrikoaren aurpegiaren gainazal osoa eta soldadurak estali behar ditugu, geruza zentrokideen eta konexioen artean kontaktu elektrikoa izateko aukerarik ez izateko (ura eroalea delako).

3. Bibliografia eta esteka interesgarriak

Bibliografia

- Barber, Llorenç eta Montserrat Palacios, *La mosca tras la oreja. De la música experimental al arte sonoro en España*, Exploraciones bilduma, Madril: SGAE Fundazioa Cervantes Institutuaren laguntzarekin, 2010.
- Cage, John, *Silencio*, María Pedrazaren itzulpena, Madril: Ardora, 2002.
- Chion, Michel, *El sonido*, Bartzelona: Paidós Comunicación, 1999.
- , *El arte de los sonidos fijados*, Cuenca: Centro de Creación Experimental, 2003.
- Cuenca, David I. eta Juan E. Gómez, *Tecnología básica del sonido I y II*, Madril: Paraninfo, 1997-1999.
- Molina, Miguel, *Escuchar la escultura y esculpir el sonido. Interacciones entre el lenguaje escultórico y el sonoro*, [ikerketa-proiektua], Valentziako San Carlos Arte Ederren Fakultatea, Valentziako Unibertsitate Politeknikoa, 2001. 244 or. Egileak lagatako artxibo digitala.
- Nisbett, Alec, *El uso de los micrófonos*, Irrati eta Telebistaren Institutu Ofizialak argitaratua, 2002.
- Torres Alberich, Pascual Cresc, *Micrófonos: mirando el sonido*, Jaume I Unibertsitateko Argitaletxea, 2009.

41

Esteka interesgarriak

Alvin Lucierren «Empty Vessels» (1997) lanaren berrinterpretazioa, EHUko Arte eta Teknologia Sailean egina, 2016ko urrian:
https://youtu.be/g2bejct-K_o

Ars Electronica, artearen, teknologiaren eta gizartearen topaketa xede duen jaialdia eta zentroa: <https://ars.electronica.art/news/>

Gràcia Territori Sonor, Bartzelonan musika esperimentalaren inguruan egiten diren jarduera askoren antolaketaz arduratzen den elkarte; besteak beste, nazioarteko LEM topaketa antolatzen du:
<http://www.gracia-territori.com/>

In-Sonora, soinu-zko arte interaktiboari laguntzeko eta ikusgaitasuna emateko sortutako jaialdia eta plataforma:

<http://www.in-sonora.com/>

Hots! irratia, soinu-paisaiaren ideia lantzen duten lanak erakustea xede duen onlineko irratia: <https://audio-lab.org/artxiboa/hots/>

Ars Sonora, Radio Clásica irratiko musika -eta arte- programa:

<http://www.arssonora.es/>

Edu Comellesek bildu dituen soinu binauralari buruzko erreferentziak:

<http://educomelles.blogspot.com/2011/01/sonido-binaural.html>

UbuWeb, abangoardiako arteari buruzko webgunea (poesia konkretua eta soinu-zkoa, bideoarte-fitxategiak, underground zinema eta soinu-zko artea): <http://ubu.com/>

Janet Cardiff, *Words Drawn in Water*, 2005:

<http://www.cardiffmiller.com/artworks/walks/wordsdrawn.html>

42

Escoitar, ardatza soinu-paisaian duen proiektu irekia, librea eta elkarlanekoa: <http://www.escoitar.org>

Uruguaiako Unibertsitateko Musikako Unibertsitate Eskolako Musika Elektroakustikoaren Estudioak gomendatutako liburuak, Paisaje Sonoro Uruguay proiektua dela eta:

<http://www.eumus.edu.uy/ps/txt/index.html>

Mediateletipos, kultura aurala, soinu-zko artea, ikus-entzunezko aktibismoa eta bitarteko berrien bidezko sorkuntza zabaltzen dituen bloga: <http://www.mediateletipos.net>

Soinumapa, fonografiaren eta Euskal Herriko soinu-maparen ekimen ireki eta lankidetzazkoa: <http://www.soinumapa.net>

Sonido y Audio. Soinu eta audio profesionalari buruzko aldizkari digitala: http://www.sonidoyaudio.com/sya/vp-tid:2-pid:13-tecnicas_de_microfonia_estereo.html

4. Eranskina: Arte eta Teknologia Sailean soinurako eskuragarri dauden material batzuk (2020)

MIKROFONOAK



MODELOA / MOTA

SHURE SM58

Kardioidea.

Dinamikoa.

Eskukoa.

ERABILERAK

Zuzeneko (PA edo aldibereko amplifikazioa dagoenean).

Larsen efektua / feedbacka / atzeraelikadura saihesten du.

Zuzeneko ahotserako ekualizatua.



SHURE SM57

Kardioidea.

Dinamikoa.

Eskukoa.

Zuzeneko audiorako eta estudioko grabazioetarako.

Perkusioekin, gitarra elektrikoekin eta antzeko soinu-tresnekin ondo lan egiten du.

Atzeraelikadura edo feedback akustikoa murrizten du.



SENNHEISER E825S

Kardioidea.

Dinamikoa.

Eskukoa.

Ezin hobea zuzenekoetarako eta aurkezpenetarako, ahots- eta tresna-mikrofono gisa.

Larsen efektua / feedbacka / atzeraelikadura saihesten du.

Zuzeneko ahotserako ekualizatua.



ELECTRO VOICE RE20

Kardioidea.

Dinamikoa.

Estudiokoa.

Kapsula dinamiko bat izan arren, soinua oso ondo prozesatzen du, eta soinua kalitate bikainekoa da, orekatua eta xehetasun handikoa. Horregatik, estimatua da irrati-produkzioetan eta mikrofono asko erabili behar diren egoeretan.



RODE M3

Kardioidea.

Kondentsadoreduna.

Estudiokoa eta eskukoa.

9 V-eko barne-pila edo phantom.

Bikain egokitzen da grabazio-ingurune askotara, bai zuzeneko emanaldietan, bai estudioko grabazioetan.

Kondentsadorearen kalitateari esker, fidelki erreproduzitzen ditu instrumentuak eta ahotsak, eta, tarte dinamiko zabalari esker, askotariko intentsitateko soinu-iturrien ondoan erabil daiteke. Landan grabatzeko gomendagarria.



**AUDIO TECHNICA
AT4041**

Kardioidea.

Kondentsadoreduna.

*Landakoa eta
estudiokoa.*

Phantom eran soilik.

*Beti euskarri elastiko
baten gainean.*

*Sentikortasun handiko elektret
kondentsadoredun mikrofonoa; soinu fidela,
distortsio-maila baxuak eta maiztasun-
erantzun zabala ematen ditu, grabazio-egoera
zorrotzetarako.*



RODE NT4

Kardioidea.

Kondentsadoreduna.

*9 V-eko barne-pila
edo phantoma.*

*Beti euskarri elastiko
baten gainean.*

*Instrumentuak grabatzeko eta kanpoko
soinuak hartzeko diseinatua; sentikortasun
handikoa. Bi kapsula ditu —XY
konfigurazioa—, kalitate handiko grabazio
estereoak egiteko.*

44



MARK DM200

Hiperkardioideak

Kondentsadoreduna.

Kanoi ertaina.

*1,5V-AA motako
barne-pila edo
phantoma.*

*Beti euskarri elastiko
baten gainean.*

*Noranzko bakarreko superra, oso sentikorra
eta maiztasun-erantzun onekoa, egokia
agertokietarako eta TBko eta zinemako
platoetarako. Kanpoan erabiltzeko, haizearen
aurkako babesa behar da.*



RODE NTG1

Superkardioidea.

Kondentsadoreduna.

Kanoi laburra.

*1,5V-AA motako
barne-pila edo
phantoma.*

*Beti euskarri elastiko
baten gainean edo
pertika batean.*

*Noranzko bakarreko superra, oso sentikorra
eta maiztasun-erantzun onekoa, egokia
agertokietarako eta TBko eta zinemako
platoetarako. Kanpoan erabiltzeko, haizearen
aurkako babesa behar da.*



ASP A02A

Mikrofono kordioide parea.

Kondentsadoreduna.

Landakoa eta estudiokoa.

Omnidirekzionalak.

Phantom eran soilik.

Beti euskarri gainean.

Overhead erako soinu-instalazioetarako, baterien eta, oro har, soinu-tresna akustikoen platoetarako. Sentikortasun handia grabazio estereoetarako. Mikrofono kordioideak + kapsula omnidirekzional trukagarriak (barne) Elementu hauek dakartza: 2 mikrofono, zintzilikatze 2 euskarri, 2 kapsula omnidirekzional, haizearen aurkako 2 babes.



SENNHEISER EK100+SK100

Gorbatako miniatura-mikroa.

Kondentsadoreduna.

Haririk gabeko sistema, mikrofonoa dauka, minijack eta Cannon XLR hargailu-irteera.



AQUARIANAUDIO H1A-3

Hidrofonoa.

Piezoelektrikoa, elikadurarik gabea.

Urpeko grabazioak.



HOLOPHONE H3-D

5.1 holofonoa.

Kanpoko phantoma.

Zuzeneko 5.1 grabazioa.



DPA 4088 DIRECTIONAL HEADSET MICROPHONE

Diadema erako mikrofonoa.

Kondentsadoreduna.

Haririk gabeko SENNHEISER EK100+SK100 kitarekin batera erabiltzeko, lehenespenez.

Zuzeneko lokuziorako; ahoarainoko distantzia eta soinu-maila konstante mantentzen ditu. Egokia zuzenekoetarako eta antzerkirako, agerian gelditzea arazoa ez denerako (txikia da).



RODE NTG4

Superkardioidea.

Shotgun oso direkzionala.

XLR konektorea.

Pertika bati lotuta, bikaina aire zabalean elkarrizketak grabatzeko. Audio gehiago grabatzen du mikrofonoaren aurrez aurre dauden iturrietatik (zentratuta) inguruan daudenetatik baino (deszentratuta).



RODE VIDEOMIC RYCOTE

Superkardioidea.

Haizearen aurkako pantaila eta Rycoteren esekidura dauzka.

Maiztasun-erantzuna: 40 Hz – 20 kHz. Soinu-presioaren maila: 114 dB.

9 V-eko bateria behar du.

Minijack konektore estereoa (jack 1/8", 3,5 mm TRRS).

Mikrofonoa flasharen zapatarari akoplatuta eta soinu-iturritik ez oso urruti grabatzeko pentsatua.

OSAGARRIAK

MODELOA / MOTA

Haizearen aurkako babesa.



ERABILERAK

Kanoiko mikrofonoetarako haize-babes integrala (adibidez, MARK DM200erako).

Bateragarria da kanoiko beste edozein mikrofonorekin.

BLIMP RODE

Haizearen aurkako babesa.



Esekidura eta haize-babes integrala kanoiko mikrofonoetarako (esaterako, hauetarako: RODE NTG-1 eta NT4-3).

Bateragarria da 325 mm-rainoko luzerako edozein kanoi-mikrofonorekin.

RODE BOOMPOLE

Pertika.



3 m-raino luzatzen da.



AKG H-30

Esekitzaille elastikoa.

Kanoi-mikrofonoetarako euskarri unibertsala.

Erabilera: prentsa, bideoa, zinema, irratia, etab.

Ezaugarriak: edozein mikro-oin estandarretarako doitu daiteke.

GRABAGAILU DIGITALAK

MODELO / TIPO

APLICACIONES



ZOOM H1

Landako grabazioak.

Bi pistako estereoa.

Kalitate handiko mikrofono estereoak dauzka.



ZOOM H4

Landako grabazioak.

Bi edo lau pistako estereoa.

Kalitate handiko mikrofono estereoak dauzka.

Doitzeko aukera ugari.

Kanpoko mikrofonoentzako phantom elikadura gisa funtzionatzen du.



ZOOM H5

X/Y XYH-5 mikrofono-kapsula dauka.

Zoomen mikrofono-kapsula trukagarri guztiekin bateragarria.

24 bit/96 kHz-era bitarteko grabazioak wav formatuan.

Lau audio-pista arte grabatzen ditu aldi berean.



TASCAM DR680

Landako grabazioak.

Sei pistakoa.

Holophon H3-Drekin batera erabiltzeko.



ZOOM H6

Sei pistakoa.

24 bit / 96 kHz.

Sei kanal arte grabatzen ditu aldi berean.

Lau mic/line XLR/jack sarrera, 6ra heda daitezkeenak (USB 6/2 kanaleko audio-interfazea).



MARANTZ PMD660
(2005)

*Mikrofonoa dauka.
Phantom elikadura.*

*Lau AA pila behar
ditu (4 bat orduz
erabiltzeko) edo AC
elikadura. Compact
Flash txartela.*

*44,1 kHz edo 48 kHz
arte.*

*Gaur egungo grabagailuen aldean, handi
samarra. XLR bidez konektatutako kanpo-
mikrofonoekin grabatzeko gomendatzen da.
2 XLR sarrera.*



ROLAND R-88

*8 kanaleko
grabagailua eta
nahasgailua.*



*8 XLR sarrera
eta 8 XLR irteera.
192 kHz-era
bitarteko laginketa-
maiztasunarekin eta
24 bit-ean grabatzen
du (4 kanaleko
moduan).*

*1,5 V-eko 8 AA pila
edo AC elikadura
behar ditu.*

*Grabazio oktofonikoak, instrumentu anitzeko
grabazioak eta aldi bereko soinu-iturri bat
baino gehiago dituztenak.*

48



**FOCUSRITE
SCARLETT 2i2. 2.
belaunaldia.**

*USB 2.0 bidezko
kanpoko soinu-
txartela (USB bidez
elikatua).*

*2 mic/line/
instrumentu
sarrera, XLR/jack
konektorearekin
(1/4", 6,35mm) y 2
jack irteera (1/4",
6,35 mm).*

*Ez du MIDI
konexiorik.*

*Lineako mikrofonoa edo musika-tresnak
ordenagailuan grabatzeko.*

BESTE MATERIAL BATZUK



MODELOA / MOTA

MONOTRON DUO

Sintetizadore analogikoko eramangarria.

2 osziladore eta VCF bat.

Jack 1/8" (3,5 mm) irteera eta sarrera osagarria.

AAA motako 2 pila behar ditu. Barnebozgorailua.

Pilarik gabe, 95 g-ko pisua.

ERABILERAK

Soinu sinpleak, performanceak eta abar sortzeko.

Oso txikia eta arina; ekipamendu egokiarekin, gauza interesgarriak lor daitezke.



BEHRINGER NEUTRON

Sintetizadore semimodular analogikoa.

Jack 1/8" (6,35 mm) bozgorailu- eta aurikular-irteerak eta sarrera osagarria.

MIDI IN eta MIDI OUT/ THRU konektoreak eta MIDI USBa. AC elikadura behar du.

Soinu-sorgailu gisa eta soinu-iragazki gisa erabil daiteke.

32 sarrerako eta 24 irteerako patchbay bat du, soinua itxuratzeko aukera aurreratuetarako eta beste sekuentziadore eta sintetizadore modular batzuekin konektatzeko.

49



BOSS RC-1

Loop erako pedala.

Grabatze-denbora: 12 minutu. Mono eta estereo grabazioa.

16 bit/44,1 kHz.

9 V-eko pila bat behar du, edo AC elikadura (ez dago sartuta).

Edozein iturriarekin pistak inprobisatuz esperimentatzeko.

Performanceetan eta instalazioetan ere erabiltzen da. Zuzenekoetan erabiltzeko pentsatua.