

23



Gabriel Jauregi
Batxilergorako materialak

Elektrizitatea ulertzeko ariketak

Aitor Herraiz Alvaro

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, UNIBERTSITATE
ETA IKERKETA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN

Euskara Zerbitzua
Ikasmaterialak

Gabirel Jauregi Bilduma
DBHrako Batxilergorako materialak

23

Elektrizitatea ulertzeko ariketak

Aitor Herraiz Alvaro



Vitoria-Gasteiz, 2010

Lan honen bibliografia-erregistroa Eusko Jaurlaritzako Liburutegi Nagusiaren katalogoan aurki daiteke:
<http://www.euskadi.net/ejgvbiblioteca>

Argitaraldia: 1.a, 2010eko otsaila

Ale-kopurua: 500

© Euskal Autonomia Erkidegoko Administrazioa
Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Saila

internet: www.euskadi.net

Argitaratzailea: Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco
Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz

Egilea: Aitor Herraiz Alvaro

Fotokonposizioa: mccgraphics

Inprimaketa: mccgraphics

ISBN: 978-84-457-3043-0

L.G.: BI-1302/2010

Oharra: Lan hau IRALEN egin da, R400 ikastaroan

AURKIBIDEA

1. ZER DA ELEKTRIZITATEA? HAINBAT KONTZEPTU TEORIKO.....	7
1.1 Energia elektrikoa	9
1.1.1 Karga elektrikoa	9
1.1.2 Coulomb-en legea	10
1.1.3 Eremu elektrikoa	10
1.1.4 Energia potentzial elektrikoa	10
1.1.5 Potentziala eta potentzial-diferentzia	11
1.1.6 Indar elektroeragilea	12
1.1.7 Kondentsadorea.....	13
1.2 Korrante elektrikoa.....	14
1.2.1 Korrante elektrikoa	14
1.2.2 Korrante motak	15
1.2.3 Erresistentzia	16
1.2.4 Zirkuitu elektrikoa.....	17
1.2.5 Ohm-en legea	17
1.2.6 Energia eta potentzia elektrikoak.....	18
1.2.7 Joule efektua	19
1.3 Elektromagnetismoa	20
1.3.1 Elektromagnetismoaren historia labur bat	20
1.3.2 Materiaren portaera magnetikoa	20
1.3.3 Eremu magnetikoa	21
1.3.4 Fluxu magnetikoa.....	21
1.3.5 Korrante elektrikoaren eta eremu magnetikoaren arteko interakzioa	22
a) Eremu magnetikoaren barrutik mugitzen den kargaren gaineko indarra	22
b) Korrante elektrikoa eramaten duen eroalearen gaineko indarra	23
c) Korrante elektrikoa eroaten duen espiraren gaineko indar-parea.....	23
d) Korrante elektrikoak sortutako eremu magnetikoa	25
e) Espiraren erdian sortutako eremu magnetikoa	25
f) Harilaren barruan sortutako eremu magnetikoa	26
1.3.6 Induktorea edo harila	27
1.3.7 Faraday-ren legea	28
1.3.8 Haril batean induzitutako i.e.e., eremu magnetiko baten barruan biratzean	29
1.4 Erdieroaleak	30
1.4.1 Diodoa.....	30
1.4.2 Transistorea	32

2. NOLA SORTZEN DA ELEKTRIZITATEA?	
LEHENENGO PRAKTIKA MULTZOA.....	37
2.1 Energia kimikoa erabiliz	
Praktika 1: Bateria.....	39
2.2 Argi-energia erabiliz	
Praktika 2: Zelula fotovoltaikoa.....	42
2.3 Soinua erabiliz	
Praktika 3: Ikatz-mikrofonoa.	45
3. NOLA ETA ZERTARAKO ALDA DEZAKEGU KORRONTE ELEKTRIKOA?	
BIGARREN PRAKTIKA MULTZOA.....	49
3.1 Korronte zuzena alerno bihurtzea	
Praktika 4: Zirkuitu oszilatzailea.	51
3.2 Korronte alerno korronte zuzen bihurtzea	
Praktika 5: Artezgailua.....	55
3.3 Korronte elektrikoaren tentsioa aldatzea	
Praktika 6: Tentsio-zatitzailea.	61
Praktika 7: Anplifikadorea.	65
Praktika 8: Transformadorea.....	71
4. ZERTARAKO ERABILTZEN DUGU ELEKTRIZITATEA?	
HIRUGARREN PRAKTIKA MULTZOA.....	75
4.1 Argia lortzeko	
Praktika 9. Bonbilla.....	77
4.2 Mugimendua lortzeko	
Praktika 10. Elektroimana.....	80
Praktika 11. Motor elektrikoa.	83
4.3 Soinua lortzeko	
Praktika 12. Txirrina.	89
Praktika 13. Bozgorailua.....	93
4.4 Hainbat makina eta sistema kontrolatzeko	
Praktika 14. Errelea.....	96
Praktika 15. Ate logikoak.....	101
BIBLIOGRAFIA.	109

DBHko lehenengo hiru urteetan, teknologia arloan, elektrizitatea lantzen da: zirkuitu elektrikoak, oinarriko magnitudeak, neurketa-tresnak, makina elektrikoak, osagaiak... Laugarren mailan, elektronika ere jorratzen da: elektronika analogikoa eta elektronika digitala.

Elektrizitatearen inguruko kontzeptuak aztertzen laguntzeko material osagarria prestatu nahi izan dugu lan honetan. DBH osoan zehar erabiltzeko ariketa praktikoak bildu ditugu, zailtasunaren arabera egokiagoak izan litezkeenak maila baterako ala besterako. Hainbat tresna elektriko eraikitzea da helburua, bai tresna bera hobeto ezagutzeko, baita tresnaren funtzionamendua azaltzen duten legeak eta printzipio teorikoak hobeto ulertzeko ere.

Planteatzen ditugun eraikitze-praktikak –hamabost, guztira– bi zatitan banatuta daude. Lehendabizi, aztertu nahi dugun tresna elektrikoaren historia ekarri dugu gogora. Tresnaren funtzionamendua ere azaltzen dugu. Horretarako, oinarriko zein printzipio teoriko erabiltzen dituen adierazten dugu. Gero, praktikaren bigarren zatian, eraiketa deskribatzen dugu: beharrezko materialak, eman beharko diren pausoak eta egiaztatzeko probak.

Baina praktikak deskribatzen ditugun bitartean, hainbat kontzeptu teoriko aipatzen ditugu. Eta dena ezin dugu azaldu praktikaren atalean bertan. Horretarako, lan honen lehenengo kapituluan, elektrizitateari, elektromagnetismoari eta elektronikari buruzko hainbat argibide bildu ditugu. Gero, praktiketan, kapitulu horretarako erreferentziak agertuko dira, kontsultak errazteko.

Gure helburua ez da izan ikasleek tresnaren funtzionamenduan sinestea, ulertzea baizik. Horregatik, erabilitako materiala ahalik eta arruntena izan da beti. Adibidez, zirkuitu elektronikokoak egiteko, ez dugu bakelita-plakarik erabili, ez dugu zirkuitu inprimaturik egin: egurrezko oholen gainean finkatu ditugu erresistentziak, kondentsadoreak, transistoreak eta gainerakoak. Intuizioz jokatzeko da kontua. Planteamendu bera erabili dugu praktika guztietan.

Eraikitze-praktikak egin baino lehen, interesgarria izango litzateke analisi-ariketak planteatzea, hau da, gure tresna elektrikoak eraiki aurretik, tresna komertzial bat desmuntatzea, eta osagaiak eta funtzionamendua deskribatzea. Horrela, errazago ulertuko da eraikitze-prozesuarekin zer lortu nahi den.

Praktika-bilduma hau osatzean, denbora-falta dela eta, hainbat proposamen geratu dira kanpoan: dinamoa, seinale-sorgailua, elikadura-iturria, berogailua... Hurrengo baterako utzi beharko ditugu.

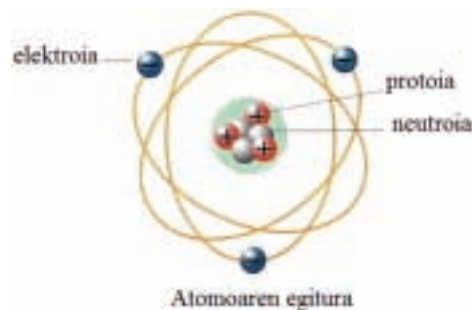
Zer da elektrizitatea?
Hainbat kontzeptu teoriko **1**

1.1 ENERGIA ELEKTRIKOA

1.1.1 Karga elektrikoa

Material batzuek propietate bitxi bat daukate: igurtzi ondoren, beste material batzuk erakartzeko dituzte. Plastikozko bolaluma batek paper puskak bereganatzen ditu, adibidez. Igurtzitako objektua kargatuta dagoela esaten dugu. Horrek zer esan nahi duen ulertzeko, materiaren egitura ezagutu behar dugu.

Existitzen den materia guztia atomoz osatuta dago. Eta atomo bakoitza hainbat eratako partikula nimenoz osatuta dago. Elektroiak, protoiak eta neutroiak dira aipagarrienak. Partikula horien artean, erakartze- eta urruntze-indarrak agertzen dira: elektroi batek beste elektroi bat urruntzen du; protoi batek beste protoi bat urruntzen du; eta elektroi batek eta protoi batek elkar erakartzen dute. Neutroiek, berriz, ez dute beste partikulekiko eraginik. Portaera horiek azaltzeko, karga elektrikoa definitu zen.



Karga elektrikoa materia guztia osatzen duten partikula azpiatomikoen propietate intrintseko bat da, haien arteko erakartze- eta urruntze-indarrak sortzen dituenak. Bi motatako kargak daude: elektroiak dutena, alde batetik, eta protoiak dutena, bestetik. Fenomeno horiek ikertzen hasi zirenean, elektroi baten kargari -1 (edo $-e$) balioa ezarri zioten, eta $+1$ (edo $+e$) protoi batenari. Neutroiek, berriz, kargarik ez dutela esaten dugu.

Objektu eta materia puska gehienetan elektroi eta protoi kopuruak berdinak dira. Kargak, orduan, orekatuta daude, eta objektua neutroa edo karga gabekoa dela esaten dugu. Baina materia zati batean elektroi kopurua protoi kopurua baino handiagoa bada, materia hori negatiboki kargatuta egongo da. Eta karga positiboak izango du protoiak elektroiak baino gehiago badira.

Plastikozko bolaluma oihal zati batekin igurtzen dugunean, plastikoaren elektroi batzuk oihalera pasatzen dira, eta bolaluma positiboki kargatuta geratzen da. Gero, paper puska batera hurbiltzen badugu, paperaren atomoetako elektroi batzuk mugitu egingo dira bolalumaren karga positiboak erakarrita. Paperaren mutur batean karga negatibo txiki bat metatuko da, eta paperaren pisua handiegia ez bada (edo nahiko txikia bada, hobeto esanda) bolalumak paper mutur hori bereganatu egingo du.

Karga kantitate txikiena, beraz, elektroiarena da. Objektu baten karga neurtzeko, soberan edo faltan dituen elektroiak *zenbatu* egin genitzake, baina lortutako zenbakiak handiegia izango lirake. Horretarako, bada, unitate erabilgarriago hau daukagu: **coulomba** (C).

Coulomba honela definitzen da: 1 m-ko distantzian, eta berdina den beste karga kantitate batean $9 \cdot 10^9$ N-eko indarra egiten duen karga.

Horrela definitutako coulomb bateko karga negatiboa lortzeko, $6,24 \cdot 10^{18}$ elektroi bildu behar ditugu. Beraz, elektroi baten karga kalkula dezakegu:

$$-1C = 6,24 \cdot 10^{18} e$$

$$e = \frac{-1C}{6,24 \cdot 10^{18}} = -1,602564 \cdot 10^{-19} C$$

1.1.2 Coulomb-en legea

Argi dago, beraz, edozein kargak indar bat sortzen duela gertu daukan beste karga baten gainean. Eta alderantziz ere bai: bigarren kargak lehenaren gainean. Bi kargen artean agertutako indar hori *Coulomben legearen* bitartez deskribatzen da.

$$F = K \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad (1)$$

Karga biak zeinu berekoak badira, F positiboa izango da, eta urruntze-indarra izango da. Kontrako zeinuko kargak badira, ordea, F negatiboa izango da, eta hurbiltze-indarra izango da. Formulan agertzen den K konstante bat da, eta kargen ingurunearen arabera balioa izango du. Airean edo hutsean egonez gero, konstantearen balioa honako hau da:

$$K = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

1.1.3 Eremu elektrikoa

Espazioko puntu batean karga bat (**Q**) kokatzen badugu, puntu horren ingurua aldatu egiten da: indarrak agertzen dira gertuko beste kargen gainean. Jarritako kargaren inguruan eremu elektrikoa bat agertu dela esaten dugu. Eremu horrek kanpotik ekarritako edozein karga bultzatu edo erakarri egingo du.

Q kargaren tamainaren arabera, bere eragina handiagoa edo txikiagoa izango da, eta, beraz, intentsitate desberdineko eremu elektrikoak egongo dira. Karga elektriko batek sortutako eremu magnetikoaren intentsitatea kalkulatzeko, formula hau erabiliko dugu:

$$E = \frac{F}{q} \quad \xrightarrow{(1)} \quad E = K \cdot \frac{Q}{r^2}$$

1.1.4 Energia potentzial elektrikoa

Dagoen lekuan egoteagatik, gorputz batek energia kantitate bat izan dezake. Energia hori gorputzaren *energia potentziala* da.

Era berean, elektrikoki kargatutako objektu bat eremu elektriko baten barruan kokatuz gero, energia potentziala izango du bertan egoteagatik. Izan ere, objektua askatzen badugu, mugitu egingo da, eremuaren eraginez. Energia mota hori *energia potentzial elektrikoa* da. Azkenean,

distantzia batean dagoen beste karga baten eraginez karga batek duen energia da. Bere intentsitatea kalkulatzeko formula hau erabiliko dugu:

$$EP = K \cdot \frac{Q \cdot q}{r} \quad (2)$$

Q: eremua sortzen duen karga.

q: eremuaren eraginez energia potentziala duen karga.

r: kargen arteko distantzia.

K: $9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

Nazioarteko unitate-sisteman, *joulea* (J) da energia potentziala neurtzeko unitatea.

1.1.5 Potentziala eta potentzial-diferentzia

Energia potentziala eremu baten barruan dagoen kargaren ezaugarria da. Kargaren tamainaren eta eremuan hartzen duen posizioaren arabera da. *Potentziala*, aldiz, eremu barruko posizioaren ezaugarria da, ez da kargaren tamainaren arabera: eremua sortzen duen kargatik gertu potentziala handia izango da, eta karga horretatik urruntzen garen neurrian potentziala jaitsi egingo da. Hori guztia formula honetan laburbiltzen da:



$$V = \frac{EP}{q} \xrightarrow{(2)} V = K \cdot \frac{Q}{r}$$

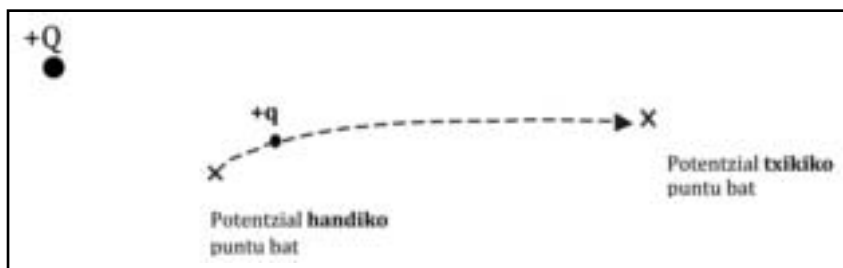
Q: eremua sortzen duen karga.

r: kargen arteko distantzia.

K: $9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

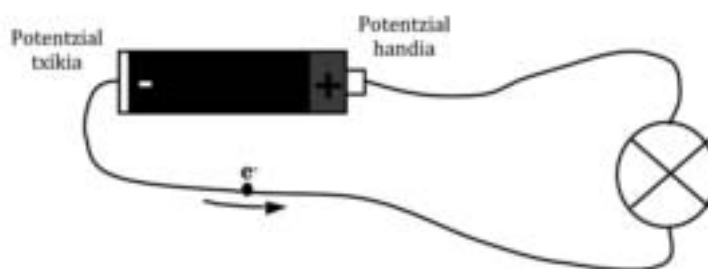
Nazioarteko sisteman, **volt**-a (V) da potentziala neurtzeko unitatea.

Baina elektrizitatea aztertzen dugunean, potentziala ez da parametro garrantzitsua, *potentzial-diferentzia* baizik. Potentzial handiko puntu batean dagoen karga batek mugitzeko joera izango du, betiere potentzial txikiagoko beste puntu batera. Beste era batean esanda, karga positibo batek eremua sortzen duen kargaren urruntze-indarra jasoko du.



Printzipio horretan oinarritzen dira zirkuitu elektriko guztiak. Elikatze-iturri batek edo pila batek potentzial-diferentzia bat sortzen du bere bi poloen artean. Potentzial handiko poloari positiboa esaten diogu; potentzial txikiari, berriz, negatibo. Polo positiboaren inguruan metatutako karga positiboek polo negatibora mugitzeko joera izango dute; polo negatiboaren inguruko karga negatiboek, berriz, polo positibora hurbiltzeko joera izango dute. Eta mugimendu horiek kargen bide bat aurkituz gero gertatuko dira, hots, bi poloen artean zirkuitu bat konektatzen badugu.

Beraz, zirkuitu elektriko arrunt batean, pilak potentzial-diferentzia bat ezartzen du bere bi poloen artean, eta, horren eraginez, elektroiak (karga negatiboak) zirkuitu osoa zeharkatzen du polo negatibotik polo positibora joateko.



Horrela, pila bat 1,5 V-ekoa dela esaten dugunean, hau esaten ari gara: polo positiboaren potentziala negatiboarena baino 1,5 V handiagoa dela.

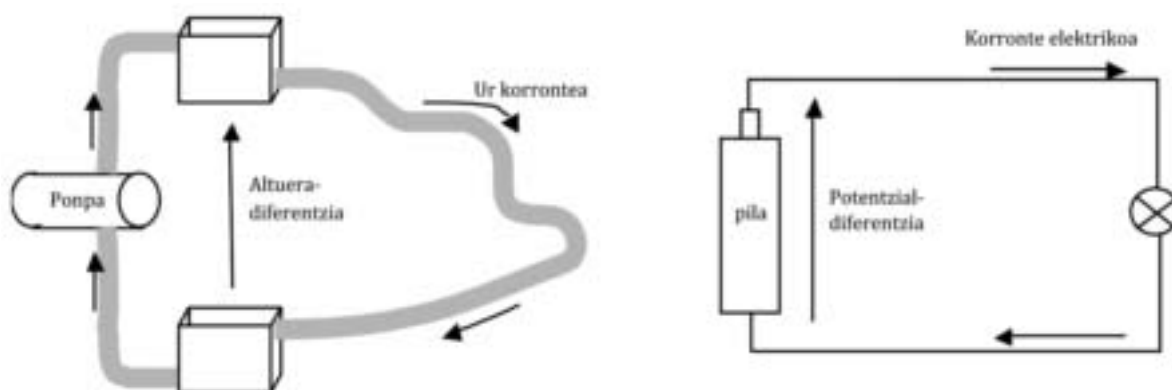
Potentzial-diferentziari *tentsioa* ere esaten diogu.

1.1.6 Indar elektroeragilea

Zirkuitu elektriko batean sorgailuak muturren arteko potentzial-diferentzia mantentzen du. Potentzial-diferentzia horrengatik, elektroiek zirkuitua zeharkatuko dute.

Bere eginbehar hori betetzeko, sorgailuak energia kontsumitzen du –energia kimikoa, pilaren kasuan-, eta lana egiten du: polo batetik jasotako kargak beste polora eramaten ditu, kargen joera naturalaren kontra.

Hori guztia hobeto ulertzeko, konparazio bat egingo dugu. Ur-biltegi bi dauzkagu, hodi baten bidez konektatuta. Bata bestea baino 10 metro gorago kokatuta dago. Ura berez goiko biltegitik behekorra mugituko da, bien artean potentzial-diferentzia bat dagoelako: goikoan energia potentzial grabitatorioa handiagoa da, altuago baitago. Ur korronea mantendu nahi badugu, beheko biltegian metatzen den ura goiko biltegitira eraman beharko dugu, ponpa baten bidez, esate baterako. Ponpak lana egingo du, eta energia kontsumituko du.



Zirkuitu elektrikoetan gauza bera gertatzen da. Ur-hodiaren ordez eroalea daukagu; uraren ordez, elektroiak; eta ponparen ordez, sorgailu elektrikoa. Potentzial-diferentziagatik, elek-

troiek zirkuitua zeharkatuko dute, baina sorgailuak eraman beharko ditu “beheko biltegitik” “goiko biltegitira”. Hori lortzeko egingo duen lanari *indar elektroeragilea* esaten diogu.

Indar elektroeragilea (i.e.e.) sorgailu elektrikoaren ezaugarria da. Sorgailuaren barrutik karga-unitatea polo negatibotik polo positibora eramateko behar den lana da.

$$i.e.e. = \frac{T}{q}$$

i.e.e.: indar elektroeragilea
T: sorgailuak egiten duen lana
q: mugitutako karga

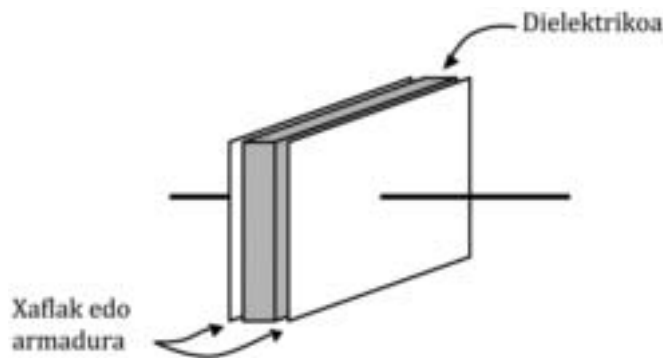
Potentziala bezala, indar elektroeragilea ere lana (edo energia) zati karga da. Nazioarteko sisteman, beraz, potentzialarentzat erabilitako unitate bera erabiliko da: *volta* (V).

Hala ere, potentzial-diferentzia eta indar elektroeragilea ez dira nahastu behar. Potentzial-diferentziak zirkuituan zehar mugiarazten ditu elektroaiak. Indar elektroeragileak, berriz, sorgailu barruan bultzatzen ditu elektroaiak.

1.1.7 Kondentsadorea

Kondentsadorea energia elektrikoa metatzen duen osagaia da.

Hainbat kondentsadore mota daude, baina kondentsadore laua da aipagarriena. Kondentsadore hau paraleloan kokatutako metalezko bi xaflaz osatuta dago. Xafla biak oso gertu egon arren, isolatzaile edo dielektriko batek banatuta daude.



Kondentsadorearen borneetan tentsio jakin bat konektatzen badugu, kondentsadorearen kargatu egingo da, aplikatutako tentsio berdina bere bi xaflen artean egon arte. Gero, kargatutako kondentsadorearen zirkuitu batean konektatzen badugu, metatutako energia zirkuituan askatuko da, eta korrante elektrikoa sortuko da. Horrela, kondentsadorearen deskargatu egingo da.

Kargatzeko eta deskargatzeko kondentsadoreak beharko duen denbora, haren kapazitatearen arabera izango da.

Kapazitatea kondentsadorearen ezaugarria da, eta kondentsadoreak metatu dezakeen karga neurtzen du, hau da, volt bat aplikatzen diogunean, zenbat coulomb metatuko dituen esaten digu.

$$C = \frac{Q}{V}$$

C: kapazitatea
Q: metatutako karga
V: aplikatutako tentsioa

Nazioarteko sisteman, *farada* (F) da kapazitatea neurtzeko unitatea.

1.2 KORRONTE ELEKTRIKOA

1.2.1 Korrante elektrikoa

Dakigunez, material guztiak atomoz osatuta daude. Eta atomo horietan protoiak eta elektroiak daude; lehenak karga positiboak dira, eta bigarrenak, berriz, karga negatiboak. Partikula mota bi horien artean beste diferentzia bat dago: protoiak tinko finkatuta daude atomoaren nukleoan, eta elektroiak mugikorak dira, etengabe biratzen ari dira nukleoaren inguruan. Normalean, elektroiak ez dira beren atomoen nukleoetatik askatzen, baina nahiko energia jasoz gero, posible da elektroien batzuk alde egitea.

Material batzuek, *metalek* hain zuzen, oso erraz askatzen diren elektroien batzuk dauzkate beren atomoetan: *elektroi askeak*. Material horiek *eroale onak* direla esaten dugu.

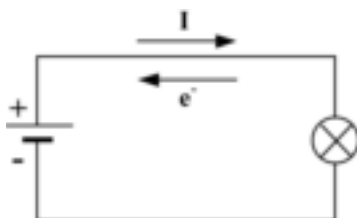
Demagun metal zati baten bidez pila baten poloak lotzen ditugula. Pilaren eraginez metalaren mutur batean bestean baino potentzial handiago bat ezartzen dugu. Horrela, metalaren karga positiboek –protoiek– polo positibotik negatibora joan nahi izango dute, baina nukleoetan tinko finkatuta daudenez, ez dira mugituko. Karga negatiboak –elektroiak– polo negatibotik positibora bultzatuak izango dira; gehienak ez dira mugituko, baina elektroien askeak bai: horiek atomoz atomo metal zatia zeharkatuko dute, beste muturrera heldu arte. *Korrante elektrikoa* sortzen da. Beraz, korrante elektrikoa elektroien mugimendu ordenatua besterik ez da.

Kobrezko eroale batetik igarotako korrante elektrikoa handia edo txikia den jakiteko, segundoko zenbat elektroien pasatzen diren hartzen da kontuan. Baina elektroia eta bere karga hain txikiak direnez, coulombetan kalkulatu da pasatutako karga. *Korrante-intentsitatea* (I), orduan, honela definitzen da: segundo batean igarotako karga elektrikoa, coulombetan neurtuta.

$$I = \frac{q}{t}$$

Nazioarteko unitate-sisteman, *amperea* (A) da korrante-intentsitatea neurtzeko unitatea.

Elektrizitatea aurkitu zenean, korrantea karga positiboaren fluxu moduan deskribatu zen. Horregatik, zirkuitu elektriko batean korrantea polo positibotik negatibora zihoala esaten hasi ziren. Gero, metalezko zirkuituetan mugitzen diren kargak elektroiak direla ikusi zuten, eta polo negatibotik positibora doazela konturatu ziren, baina korrantearen noranzkoa markatzeko irizpidea ez zuten aldatu. Gaur egun, jatorrizko irizpide hura mantentzen dugu.



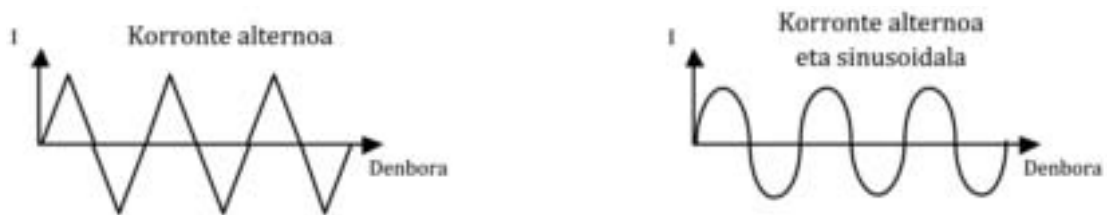
1.2.2 Korronte motak

Zirkuitu baten muturren artean aplikatutako potentzial-diferentzia konstante mantentzen bada, mugitzen den elektroi kopurua ere konstantea izango da, eta beti noranzko berekoa. Baina potentzial-diferentzia hori aldakorra izan daiteke.

Aplikatutako elikatze-tentsioa zeinuz aldatzen ez bada, hau da, polo positiboa positiboa bada beti, eta negatiboa beti negatibo, orduan korronteak noranzko bera izango du etengabe. Horrela bada, korrontea *zuzena* dela esaten dugu. Zuzena izateaz gain, elikatze-tentsioa konstante mantentzen denean, korrontea ere *konstantea* da.



Baina aplikatutako elikatze-tentsioak bere polaritatea periodikoki aldatzen badu, hots, zeinuz aldatzen bada etengabe, sortutako korrontearen noranzkoa ere periodikoki aldatuko da. Korronte hori *alternoa* izango da. Eta tentsioaren balioaren aldaketa periodikoei sinu funtzioa jarraitzen badute, korrontea *sinusoidala* izango da.



Pilek edo bateriek sortutako tentsioa konstantea da, eta, beraz, korronte zuzena emango dute. Zentral elektrikoetako alternadoreek, berriz, tentsio aldakorra sortzen dute, eta korronte alternoa ematen dute. Energia elektrikoa garraiatzean korronte alternoa erabiliz gero, gertatutako galerak murriztu egiten dira; horregatik, etxebizitzetan eta lantegietan jasotako korrontea alternoa da, sinusoidala, hain zuzen.

Hainbat makina elektrikok korronte alternoa erabiltzen dute, baina etxeko tresna gehienek -gailu elektronikoek batez ere- korronte zuzena behar dute lan egiteko. Horrela bada, *artezgailu* bat izango dute barruan, korronte alternoa zuzen bihurtzeko.

Korronte zuzena erabiltzen dugunean, tentsioak edo intentsitateak neurtzeko ez dugu inolako problemarik izango: balioak konstanteak direnez, polimetroaren pantailan agertutako zenbakiak irakurriko ditugu eta kito. Baina korronte alternoa erabiltzerakoan tentsioa eta intentsitatea etengabe aldatzen dira gora eta behera. Horrelakoetan, polimetroak ez ditu aldiuneko balioak neurtuko, *balio efikazak* baizik.

Korronte alferno baten balio efikaza korronte zuzen baten balioa da, erresistentzia batetik igarotzean korronte alfernoak sortutako bero kantitate berdina sortzen duena. Korronte sinusoidaletan balio efikazak honela kalkula daitezke:

$$I_{ef} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{ef} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

I_{max}, V_{max}: Balio maximoak edo puntako balioak.

I_{ef}, V_{ef}: Balio efikazak.

1.2.3 Erresistentzia

Korrente elektrikoak errazago zeharkatzen ditu material batzuk beste batzuk baino. Materialen barne-egiturek elektroien bidea tratatzen dute, baina ez guztiek modu berean. Material bakoitzak, beraz, bere erresistentzia elektriko propioa du.

Erresistentzia elektrikoa korrente elektrikoak material batean zehar igarotzean aurkitzen duen oztopo-maila da. Materialaren propietate intrintsekoa da.

Materialak, duten erresistentziaren arabera sailka ditzakegu:

- *Eroaleak*: erresistentzia txikia dute, eta ondo bideratzen dute elektrizitatea. Metalak dira ezagunenak.
- *Isolatzaileak*: erresistentzia handiko materialak dira, eta elektroiei ez diete pasatzen uzten egoera normalean. Plastikoa gehienak isolatzaileak dira.

Baina objektu baten erresistentzia ez du materialak bakarrik baldintzatzen: objektuaren forma ere inportantea da. Horrela, kable elektriko zati baten erresistentzia kalkulatzeko, haren luzera eta sekzioa kontuan hartu behar ditugu:

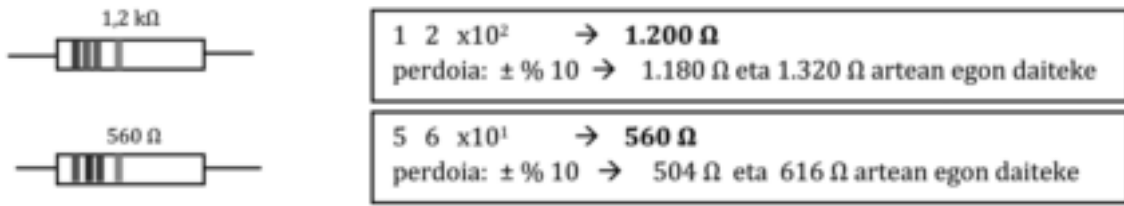
$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

R: erresistentzia
 ρ : erresistibitatea (materialaren ezaugarria)
l: luzera
S: sekzioaren azalera

Nazioarteko sisteman, *ohma* (Ω) da erresistentzia elektrikoa neurtzeko unitatea.

Zirkuitu elektronikoetan, sarritan, beharrezkoa da erresistentzia jakineko osagaiak txertatzea. Zeramikaz edo bestelako materialez egindako osagai horiei *erresistentziak* esaten diegu. Horietako erresistentzia bakoitzaren gainean, kolore-marra batzuen bidez adierazten da bere balioa, irudian azaltzen den moduan:

Kolorea	1. marra	2. marra	3. marra	Biderkatzailea	Perdoia
Beltza	0	0	0	10^0	
Marroia	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
Gorria	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
Laranja	3	3	3	10^3	
Horia	4	4	4	10^4	
Berdea	5	5	5	10^5	$\pm 0,5\%$
Urdina	6	6	6	10^6	$\pm 0,25\%$
Morea	7	7	7	10^7	$\pm 0,1\%$
Grisa	8	8	8	10^8	$\pm 0,05\%$
Zuria	9	9	9	10^9	
Urrea				x0,1	$\pm 5\%$
Zilarra				x0,01	$\pm 10\%$



Badaude erresistentzia aldakorak ere: doitzeko torloju bati eraginez, osagaiaren erresistentzia aldatu egiten dugu. Erresistentzia aldakor horiek *potenziometroak* dira.

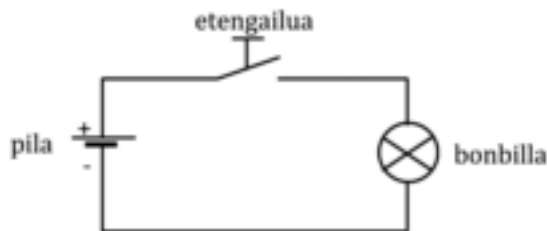
1.2.4 Zirkuitu elektrikoa

Elektrizitatearen energia aprobetxatzeko, korronte elektrikoa sortzen den lekutik kontsumitzen den lekura bideratu behar dugu. Horretarako, sorgailua eta kontsumitzailea hari eroalearen bidez lotuko ditugu. Hau da, zirkuitu elektriko bat osatu behar dugu.

Oinarrizko zirkuitu batek osagai hauek ditu, gutxienez:

- *Sorgailua*. Elektroiak mugiaraziko dituen energia ematen du. Zirkuituaren bi punturen artean tentsio-diferentzia bat ezartzen du.
- *Hargailua*. Energia elektrikoa jasotzen du, eta, hura eraldatuta, beste energia mota bat ematen du. Bonbillak, adibidez, elektrizitatea kontsumitzen du argia emateko.
- *Eroalea*. Elektroientzako bide itxi batean, sorgailua eta hargailua lotzen ditu. Elektroiak sorgailutik energiaz beteta aterako dira, eta, hargailua zeharkatu ondoren, sorgailura energiari gabe bueltatuko dira.
- *Kontrolako osagaiak*. Elektroiaren mugimendua kudeatzen dute. Korrontea abiarazten, eteten edo desbideratzen dute. Etengailua da aipagarriena.

Zirkuitu elektrikoak eskemen bitartez irudikatzen ditugu, eta eskema horietan erabilitako sinboloak normalizatuta daude. Irudi honetan oinarrizko zirkuitu baten eskema ageri da:



1.2.5 Ohm-en legea

George Simon Ohm fisikari alemaniarra, eroale batetik igarotako korronte-intentsitatea eta eroalearen muturren arteko potentzial-diferentzia aztertu ondoren, biak erlazionatuta daudela ikusi zuen: proportzionalak direla, hain zuzen. Hainbat esperimenturen bitartez egiaztatu eta gero, bere izena duen legea formulatu zuen:

$$V = I \cdot R$$

V: eroalearen muturren artean ezarritako potentzial-diferentzia
I: eroalea zeharkatzen duen korrante intentsitatea
R: eroalearen erresistentzia elektrikoa

1.2.6 Energia eta potentzia elektrikoak

Zirkuitu baten sorgailuak zirkuituaren muturren arteko potentzial-diferentzia mantendu behar du. Horretarako, lana egin behar du, eta energia gastatzen du. Erabilitako energia hori energia kimikoa izango da pilaren kasuan, eta energia mekanikoa, alternadorea edo dinamoak erabiliz gero.

Gastatutako energia hori elektroiek sorgailuetatik jasotzen dute, energia elektriko bihurtuta. Horrela, energiak kargatutako elektroiek mugitzen hasten dira zirkuituan, eta korrante elektrikoa agertzen da. Baina elektroiek zirkuituaren bidea betetzen duten neurrian, energia galdu egingo dute: zati bat energia mekaniko bihurtuko da, motor elektrikoak konektatuta badaude; beste zati bat argi bihurtuko da zirkuituko bonbiletan; eta zirkuitu osoan zehar, energia kantitate bat bero moduan galduko da. Azkenean, jasotako energia agortuta, elektroiek sorgailura itzuliko dira.

Beraz, zirkuituan gastatzen den energia kantitatea sorgailuak ematen duen kantitate bera da. Energia kantitate hori kalkulatzeko, energia potentzialaren definizioa erabil dezakegu:

$$EP = k \cdot \frac{Q \cdot q}{r}$$

$$EP = V \cdot q$$

Eta korrante-intentsitatearen definizioa ere gogoratuko dugu:

$$I = \frac{q}{t} \rightarrow q = I \cdot t$$

$$EP = V \cdot I \cdot t \quad (3)$$

Beraz, pila batek gastatutako energia jakiteko, hiru parametro hauek hartu behar ditugu kontuan: ezartzen duen potentzial-diferentzia, ematen duen korrantearen intentsitatea, eta konektatuta dagoen denbora. Nazioarteko sisteman energia eta lana neurtzeko *joulea* (J) erabiltzen da.

Bestalde, denbora-unitate bakoitzean kontsumitutako energia *potentzia* da, eta *wattetan* (w) neurtzen da nazioarteko unitate-sisteman.

$$P = \frac{E}{t}$$

Horrela, zirkuituak xurgatzen duen potentzia kalkulatzeko, formula hau erabiliko dugu:

$$P = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} \Rightarrow P = V \cdot I$$

Sarritan, formula hori moldatu egingo dugu, Ohmen legearen bitartez:

$$V = R \cdot I \rightarrow P = I^2 \cdot R \quad \text{edo} \quad I = \frac{V}{R} \rightarrow P = \frac{V^2}{R}$$

1.2.7 Joule efektua

Eroale elektriko baten barrutik korrante elektrikoa igarotzen denean, elektroiak atomoz atomo mugitzen ari dira. Beste mugimenduetan bezala, honetan ere marruskadura agertzen da, eta, horren ondorioz, eroalea berotu egiten da.

Fenomeno hori erraz egiazta dezakegu. Egunero erabiltzen ditugun hainbat tresna elektriko berotu egiten dira funtzionatzean, nahiz eta beroa edo argia emateko diseinatuta ez egon. Oso nabaria da telefono mugikorren kargatzaileetan, adibidez.

Eroale elektrikoen beroketa James Prescott Joule fisikari britainiarrak aurkitu eta ikertu zuen 1860ko hamarkadan. Fenomenoak haren izena hartu zuen: *Joule efektua*.

Baina eroale guztiak ez dira neurri berean berotzen. Materialaren barneko egitura garrantzitsua da: eroale onak gutxiago berotzen dira txarrak baino, elektroiak errazago mugitzen direlako haien atomoen artean. Korrontearen intentsitateak ere eragin handia du: ampere asko igarotzen badira eroaletik, elektroik asko egongo dira mugimenduan, handia izango da marruskadura, eta gehiago berotuko da zirkuitua. Eta denbora inportantea da: zenbat eta denbora gehiago konektatuta egon, orduan eta bero handiago hartuko du eroaleak.

Azken finean, eroale zati batean sortutako beroa, eroale zati horretan gastatutako energia da, bero bihurtuta. Beraz,

$$Q = V \cdot I \cdot t \quad (3)$$

Q: eroalean sortutako beroa (J)
V: eroalearen muturren arteko potentzial-diferentzia (V)
I: eroaletik igarotako korrante intentsitatea (A)
t: korrantea zenbat denbora egon den igarotzen (s)

Eta Ohm-en legea aplikatuz gero, V-ren ordez $R \cdot I$ jar dezakegu:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Beroa, energia mota bat izateagatik, joule-tan neurtzen dugu nazioarteko sisteman, baina, sarritan, kaloriatan ere adierazten da. Aldaketa egiteko, joule bat 0,24 kaloria direla hartu behar dugu kontuan. Beraz, aurreko formula honela geratuko da:

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$$

Joule efektua hainbat etxetresna elektrikoren funtzionamenduaren oinarria da: labeak, txi-gorgailuak, berogailuak eta abar. Industrian erabilitako tresna askotan ere aprobetxatzen da: soldagailu elektrikoetan, esate baterako. Kasu horietan guztietan beroa lortu nahi dugu, eta korrantea pasarazten dugu eroale batetik, bero hori sortzeko.

Hala ere, zirkuitu elektriko gehienetan Joule efektua nahi gabeko efektua da. Alde batetik, bero moduan galtutako energia elektrikoa ez dugu aprobetxatzen nahi dugun lana egiteko,

motor elektrikoetan gertatzen den moduan. Bestalde, Joule efektuagatik agertutako beroak zirkuitu elektroniko bat honda dezake, edota haren funtzionamendu zuzena eragotzi dezake. Horregatik, hainbat tresna elektrikok eta elektronikok haizagailuak behar dituzte haien barruan sortutako beroa xahutzeko.

1.3 ELEKTROMAGNETISMOA

1.3.1 Elektromagnetismoaren historia labur bat

Material batzuen portaera magnetikoa antzinatek da ezaguna. Magnetita izeneko harria iman naturala da. Grezia klasikoan jarri zioten izen hori, garai hartan Asia Txikiko Magnesia eskualdetik ekartzen zutelako.

Marko Polok (1254-1324) ekarri zuen iparrorrazaren erabilera Europara, Txinarako bidaietan aurkitu ondoren. Bestalde, 1600. urtean William Gilgert-ek Lurra iman erraldoi bat dela azaldu zuen, eta iparrorrazaren funtzionamendua argitu zuen.

XIX. mendearen hasieran, 1819an, Hans Christian Ørsted-ek iparrorratza desbideratu egin zuen korrante elektriko baten eraginez. Horrela, elektrizitatearen eta magnetismoaren arteko erlazioa agerian utzi zen lehenengo aldiz.

1830ean, Michael Faraday-k korrante elektriko bat lortu zuen eremu magnetiko aldakorrek erabiliz. Esperimentu horrek elektromagnetismoa sendotu egin zuen fisikaren barnean.

1.3.2 Materiaren portaera magnetikoa

Hainbat materialek metal batzuk erakartzen dituzte. Propietate hori *magnetismoa* da. Eta, berez, magnetismoa daukan objektua edo materiala *imana* da. Imanek erakarrirako metalak, burdina, kobaltoa eta nikela, hain zuzen, *material ferromagnetikoak* dira.

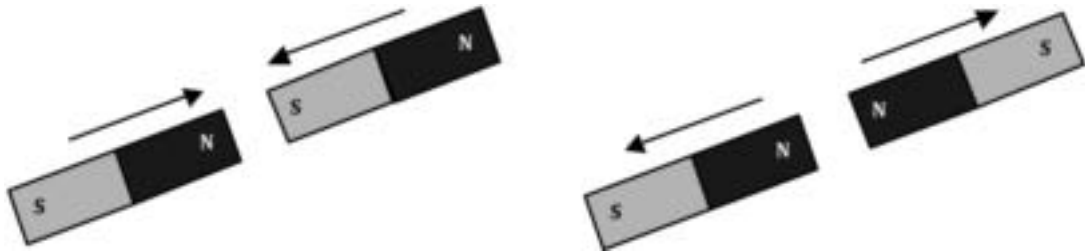
Magnetismoa duen material batek, hots, iman batek, *eremu magnetiko* bat sortzen du bere inguruan, eta eremu horrek gertuko gauzei eragingo dio. Batez ere, inguruko beste imanei eta korrante elektrikoek, horiek ere eremu magnetikoak sortzen baitituzte.

Material guztien barruan elektroiak daude, eta elektroiek horiek etengabe mugitzen ari dira. Materia barruan, beraz, korrante elektriko ñimiño ugari daude beti. Eta, Ørstedek aurkitu zuenez, korrante baten inguruan eremu magnetiko bat sortzen da. Horrek esan nahi du iman mikroskopikoz beteta dagoela materia. Kasu gehienetan, imantxo horiek guztiz desordenatuta daude, bakoitza norabide batean. Horrela denean, eremu magnetiko txiki guztien efektuak haien artean orekatzen dira. Baina batzuetan lerrokatuta agertzen dira imantxoak, eta haien eremu magnetikoen efektuak batzen direlako, materiala iman oso bat izango da.

Iman batzuk naturalak dira, *magnetita* bezala. Beste batzuk, aldiz, artifizialak dira: zenbait prozeduraren bidez, metal batzuen barruko iman ñimiñoak ordena ditzakegu, iman oso bat sortzeko. Metala imandu egiten dugu. Imantze artifizial hori iraunkorra edo behin-behinekoa izan daiteke, imantze-prozedura eta metalaren ezaugarrien arabera.

Iman guztietan eremu magnetikoaren efektua muturretan kontzentratzen da. Hori dela eta, imanak bi polo dituela esaten dugu: *ipar poloa* eta *hego poloa*. Polo bakoitzak bere portaera du.

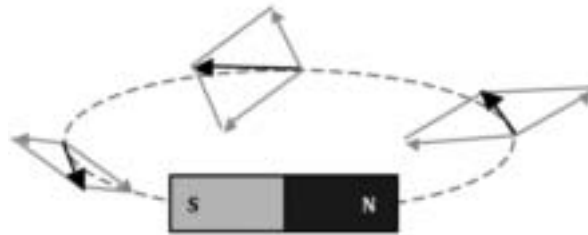
Bi iman hurbiltzen baditugu, bi gauza gerta daitezke. Izen berdineko bi polo elkartzen baditugu, urruntze-indarrak agertuko dira haien artean. Izen desberdineko bi polo hurbilduz gero, berriz, elkar erakarriko dute.



1.3.3 Eremu magnetikoa

Eremu magnetikoa espazioaren gune bat da, non efektu magnetikoak ageri diren.

Eremu magnetikoak iturri bat izango du: iman bat edo korrante elektriko bat, hain zuzen. Eta eremuaren puntu bakoitzean eremuaren intentsitatea desberdina izango da: iturritik gertu baldin bagaude, intentsitatea handia izango da; urrun egonda, berriz, magnetismoa ahulagoa izango da. Eremuaren intentsitatea iturriaren ezaugarrien baitan ere egongo da.



Eremu magnetikoaren intentsitatea neurtzen duen magnitudea *indukzio magnetikoa* (B) da. Magnitude hau bektorea da, hau da, norabidea eta noranzkoa ditu: eremuko puntu bakoitzean indukzio magnetikoa ipar polotik urruntzen da, eta hego polora jotzen du.

Nazioarteko sisteman, *tesla* (T) da indukzio magnetikoa neurtzeko unitatea.

1.3.4 Fluxu magnetikoa

Fluxu magnetikoa magnetismo kantitatea neurtzeko magnitude bat da. Azal jakin bat zeharkatzen duen eremuaren magnetismo kantitatea, hain zuzen.

Fluxua kalkulatzeko, beraz, eremu magnetikoaren intentsitatea, aztertutako azalaren tamaina, eta azalak eta eremuak osatzen duten angelua hartzen ditugu kontuan.

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

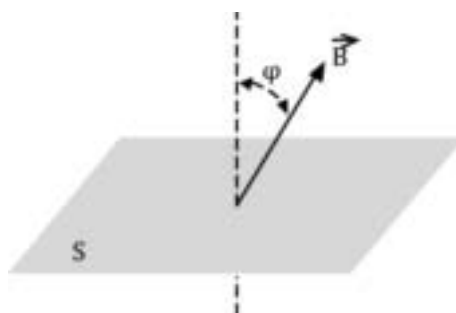
$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos\varphi$$

Φ : fluxu magnetikoa

B : eremu magnetikoa

S : aztertutako azalera

φ : eremuaren eta azalaren perpendikularren arteko angelua



Eremu magnetikoa azalarekiko perpendikularra bada, fluxua maximoa izango da. Aldiz, eremuaren norabidea azalaren paraleloa izanez gero, fluxua nulua izango da.

Nazioarteko sisteman, *weber*-a (Wb) da fluxu magnetikoa neurtzeko unitatea.

1.3.5 Korrante elektrikoaren eta eremu magnetikoaren arteko interakzioa

Elektrizitatearen eta magnetismoaren arteko erlazioa esperimientuen bidez egiaztatzen da. Eremu magnetiko baten barruan korrante bat dagoenean, korranteak indar bat jasotzen du. Korrante elektrikoa karga mugikorrez osatuta dago, beraz, korranteak jasotako indarra kalkulatzeko, kargak aztertuko ditugu.

a) Eremu magnetikoaren barrutik mugitzen den kargaren gaineko indarra

Demagun karga bat eremu baten barruan mugitzen dela, abiadura jakin batekin. Esperimientuen bidez egiazta daiteke kargak jasotzen duen indarra hau dela:

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

F : kargak jasotako indarra

q : karga

v : kargaren abiadura

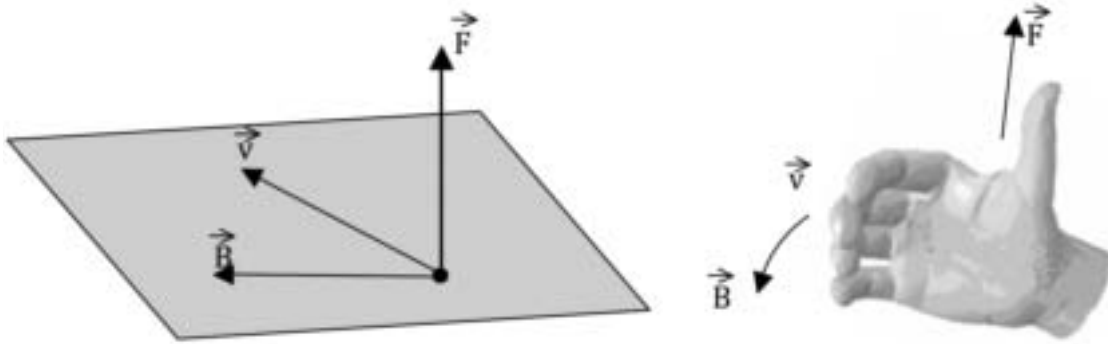
B : eremu magnetikoaren indukzioa

θ : abiadura eta eremu magnetikoaren arteko angelua

Eta bere modulua:

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$$

Indarraren norabidea abiadurarekiko eta eremuarekiko perpendikularra izango da. Noranzkoa kalkulatzeko, *eskumako eskuaren araua* aplikatuko dugu. Eskumako eskuaren atzamarrak (guztiak, lodia izan ezik) abiaduraren noranzkotik eremuaren noranzkora bideratzen baditugu, atzamar lodiak indarraren noranzkoa adieraziko du.



b) Korrante elektrikoa eramaten duen eroalearen gaineko indarra

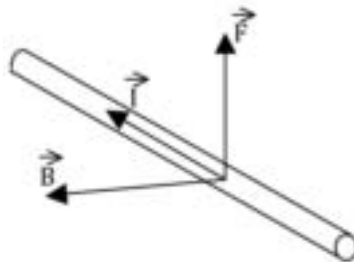
Korrante elektrikoa kargen mugimendua da. Beraz, eremu magnetiko baten barruan eroalea elektrikoa bat kokatzen badugu, eta eroaletik korrante bat igarotzen bada, indar batek eroalea bultzatuko du. Indar horren balioa kalkulatzeko formula erraz ondorioztatzen dugu, abiadura-
ren eta korrante-intentsitatearen definizioak kontuan hartuz gero:

$$v = \frac{l}{t}$$

$$I = \frac{q}{t}$$

$$F = l \cdot I \cdot B \cdot \sin\theta \quad (4)$$

- F**: kargak jasotako indarra
- l**: eroalearen luzera
- I**: korrante intentsitatea
- B**: eremu magnetikoaren indukzioa
- θ** : korrante intentsitatearen eta eremumagnetikoaren arteko angelua

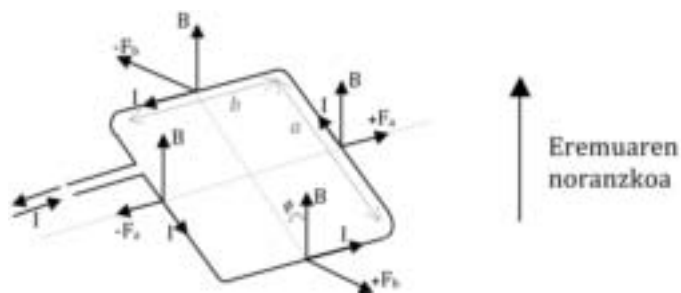


c) Korrante elektrikoa eroaten duen espiraren gaineko indar-parea

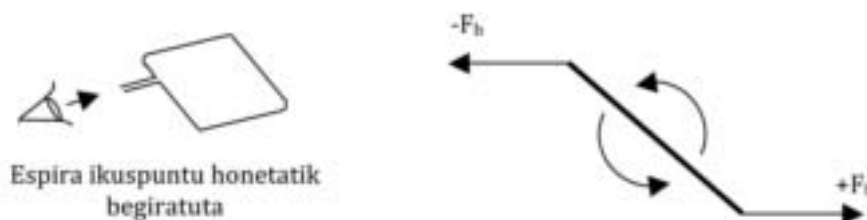
Laukizuzeneko forma duen espira bat daukagu eremu magnetiko baten barruan kokatuta. Espiraren albo bi a luzerakoak izango dira, eta beste biak b luzerakoak. Eremu magnetikoa b alboen perpendikularrean bideratuta dago, eta a albo bakoitzarekin ϕ angelua osatzen du.

Espiratik korrante elektrikoa igarotzean, albo bakoitzean sortuko diren indarrak aztertuko ditugu:

- Indar bana agertuko da a luzerako alboetan. Indar biak balio berdinekoak izango dira, kontrako noranzkoa izango dute, eta lerrokatuta egongo dira. Horrela, batak bestea ezeztatuko du.
- Indar bana jasoko dute b luzerako alboek ere. Baina kasu honetan, balio berdinekoak eta kontrako noranzkoak izan arren, ez dira lerrokatuta egongo. Indar biak ez dira ezeztatuko, baizik eta indar-pare bat osatu.



Beraz, indar-parearen eraginez, espira biratu egingo da:



Espira gainean agertutako indar-parearen momentua kalkulatzeko, indar baten balioa eta indar bien arteko distantzia biderkatu behar ditugu:

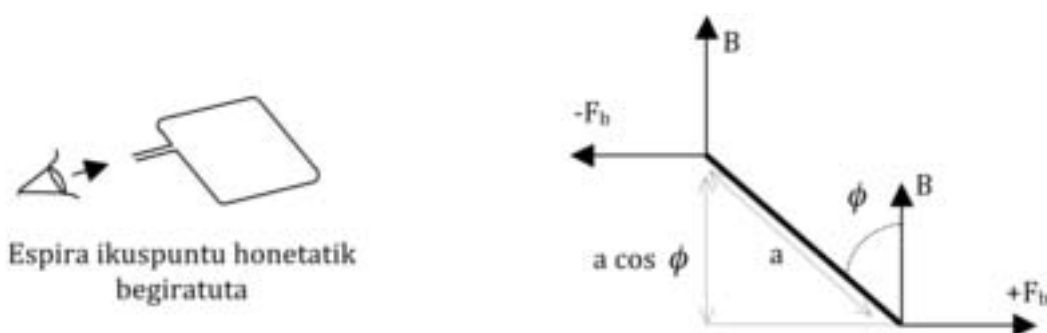
$$\tau = F_b \cdot a \cdot \cos\phi$$

$$\tau = b \cdot I \cdot B \cdot \cos 90^\circ \cdot a \cdot \cos\phi$$

$$\tau = B \cdot I \cdot a \cdot b \cdot \cos\phi$$

$$\tau = B \cdot I \cdot S \cdot \cos\phi$$

- τ : indar-parearen momentua
- B : eremu magnetikoa
- I : korrante intentsitatea
- S : espiraren azalera
- ϕ : eremu magnetikoaren eta espiraren planoaren arteko angelua



Sarritan, ez dugu espira bakar bat izango, baizik eta haril oso bat. Haril horretan N espira baldin badaude, harila birarazten duen momentua hau izango da:

$$\tau = N \cdot B \cdot I \cdot S \cdot \cos\phi$$

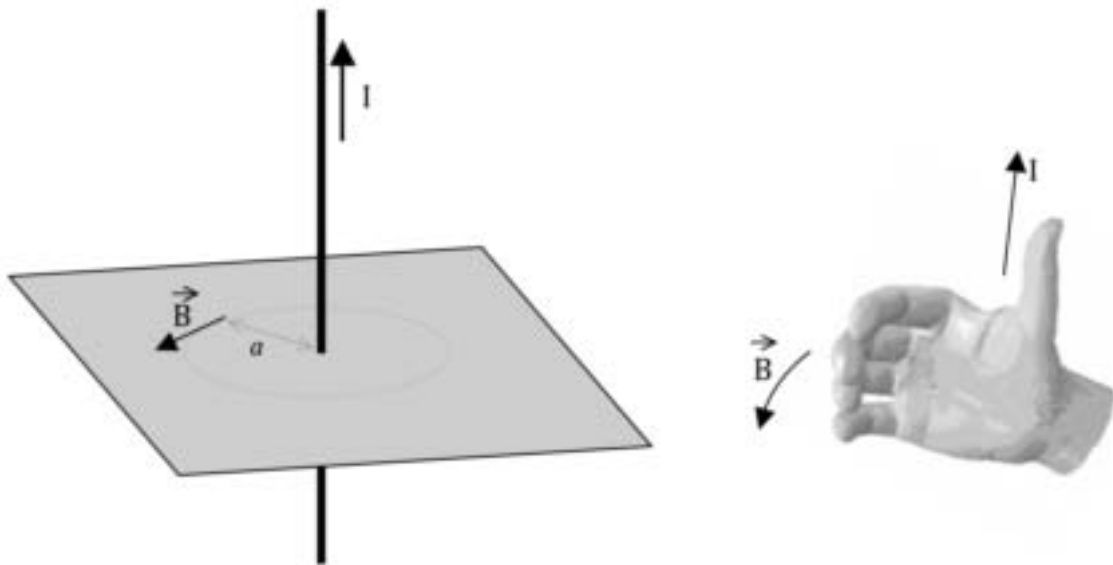
d) Korrante elektrikoak sortutako eremu magnetikoa

Eroale zuzen batetik igarotako korrante elektrikoak eremu magnetiko bat sortzen du bere inguruan. Eroaletik a cm-ko distantzian dagoen puntu batean, eremuaren intentsitatea formula honekin kalkulatzen dugu:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{a}$$

B: eremu magnetikoa
 μ_0 : hutsaren iragazkortasun magnetikoa: $4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A²
I: korrante-intentsitatea
a: eroaletiko distantzia

Eremu magnetikoaren norabidea eroaleak eta aztertutako puntuak definitzen duten planoarekiko perpendikularra izango da. Noranzkoa jakiteko, eskumako araua erabiliko dugu: atzamar lodiak korrantearen noranzkoan jarrita, beste atzamar guztiek eremu magnetikoaren noranzkoa adieraziko dute.



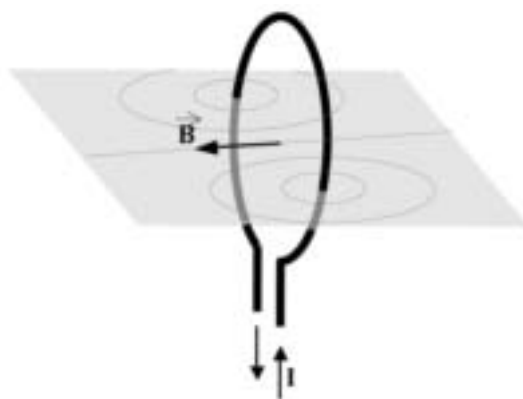
e) Espiraren erdian sortutako eremu magnetikoa

Hainbat tresna elektrikok –motorrak, transformadoreak, eta abarrek– eremu magnetikoak sortzen dituzte funtzionatzeko. Horretarako, espira borobilez osatutako harilak barneratzen dituzte. Interesgarria da, beraz, espira borobil baten barruan sortutako eremua ezagutzeko.

Espira borobil baten erradioa R bada, eta haren eroaletik I korrante-intentsitatea igarotzen bada, espiraren erdian agertuko den eremu magnetikoa formula honekin kalkula dezakegu:

$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{I}{R}$$

B: eremu magnetikoa espiraren erdian
 μ_0 : hutsaren iragazkortasun magnetikoa: $4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A²
I: korrante-intentsitatea
R: espiraren erradioa



f) Harilaren barruan sortutako eremu magnetikoa

Eroale bat kiribiltzean N espira borobil osatzen baditugu, zilindro formako harila lortuko dugu, L luzerakoa. Eroaletik korrante elektrikoa pasatzean, espira bakoitzak eremu magnetiko bat sortuko du. Harilaren kanpoaldean espiren eremu magnetikoez elkar ezeztatuko dute; baina harilaren barruan, espirik nahiko estu kokatuta egonez gero, eremuak batu egingo dira.

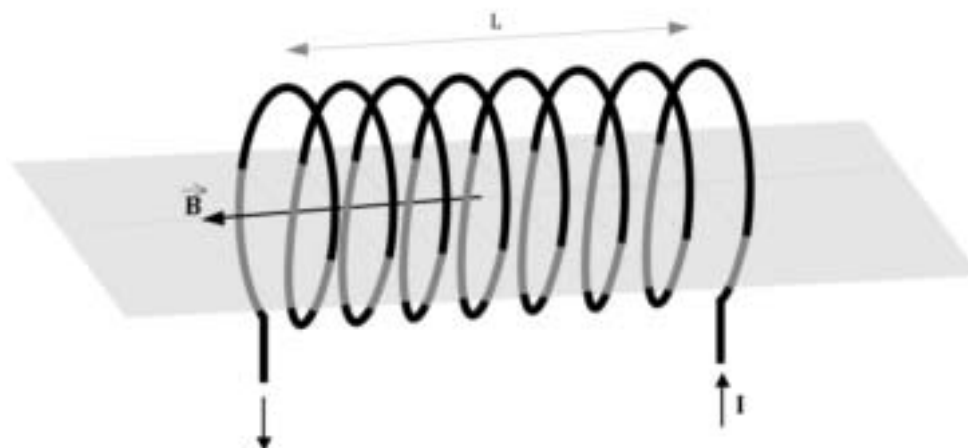
Harilaren barruko eremu magnetikoa kalkulatzeko, biren dentsitateak eragin handiagoa du biren kopuruak baino. Eremua indartsuagoa izango da espira asko baldin badaude, baina estu kokatuta egon beharko dute.

Aztertzen dugun harilaren luzera espiren diametroa baino askoz handiagoa bada, bere barruko eremu magnetikoa formula sinple batekin kalkula dezakegu:

$$n = \frac{N}{L}$$

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot I$$

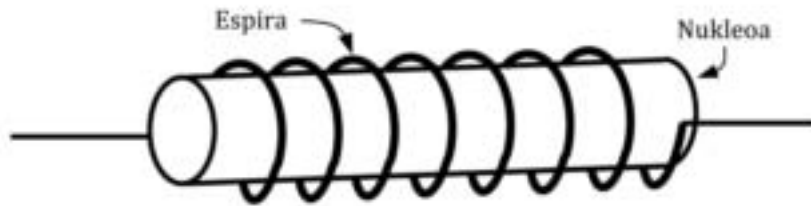
B: eremu magnetikoa harilaren barruan
 μ_0 : hutsaren iragazkortasun magnetikoa: $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$
n: espira kopurua luzera-unitateko
I: korrante-intentsitatea



1.3.6 Induktorea edo harila

Induktorea edo harila energia elektrikoa metatzen duen osagaia da. Kondentsadoreak ere energia elektrikoa metatzen du, baina potentzial-diferentzia modura. Harilak, berriz, eremu magnetiko modura metatzen du energia elektrikoa.

Induktorea kiribildutako hari eroale bat da. Hari hori kobrezkoa da gehienetan, eta esmalteztatuta dago, parean dauden espiren artean zeharkako kontaktu elektrikorik ez egoteko. Harilaren erdia hutsa egon daiteke; horrela bada, induktoreak airezko nukleoa izango du. Baina sarritan, sortutako eremu magnetikoaren intentsitatea handiagoa izateko, burdinazko material ez egindako nukleo baten inguruan kiribiltzen da haria.



Harilaren eroaletik korrante-intentsitate jakin bat pasazaten badugu, espiren erdian eremu magnetiko bat sortuko da. Horrela, induktoreak jasotako energia elektrikoaren zati bat metatzen du eremu magnetiko bihurtuta. Gero, korrante elektrikoa desagertzen denean, aurretik sortutako eremu magnetikoak korrante elektriko berri bat induzituko du espiren eroaletik. Beraz, induktoreak metatutako energia zirkuitura itzuliko du, energia elektriko berriro bihurtuta.

Induktoreak metatuko duen energia kantitatea bi parametroren arabera egongo da: igarotako korrantearen intentsitatea eta induktorearen ezaugarri fisikoak. Korrante-intentsitate handi batek eremu magnetiko handi bat sortuko du, baina eremu horren intentsitatea espira kopuruak, nukleoaren materialak, eta abarrek baldintzatuko dute.

Induktorearen ezaugarri fisiko horiek laburbiltzeko *autoindukzio koefizientea* definitzen dugu. Koefiziente hori espiren erdian sortutako fluxu magnetikoaren eta igarotako korrantearen intentsitatearen arteko zatiketa da. Harilaren luzera espiren diametroa baino askoz handiagoa bada, honela kalkulatu dugu:

$$L = \frac{N \cdot \Phi}{I} = \frac{N \cdot B \cdot S}{I} = \frac{(n \cdot l) \cdot (\mu \cdot n \cdot I) \cdot S}{I}$$

$$L = \mu \cdot n^2 \cdot S \cdot l$$

- L:** autoindukzio koefizientea
- N:** harilaren espira kopurua
- Φ :** espira bat zeharkatzen duen fluxu magnetikoa
- I:** korrante intentsitatea
- B:** eremu magnetikoa espira baten erdian
- S:** espiraren azalera
- l:** harilaren luzera
- μ :** nukleoaren iragazkortasun magnetikoa
- n:** espira kopurua luzera-unitateko
- I:** korrante-intentsitatea

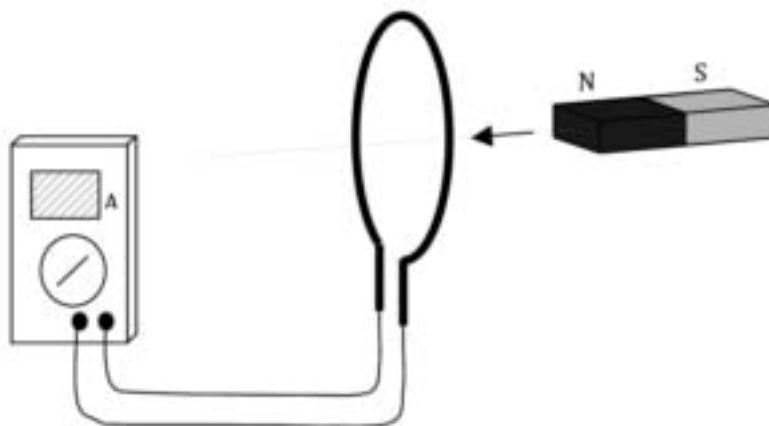
Nazioarteko sisteman, *henry*-a (H) da autoindukzio koefizientea neurtzeko unitatea.

1.3.7 Faraday-ren legea

Faraday-ren legea oinarrizko ekuazioa da elektromagnetismo arloan, eta esperientzia sinpleen bidez ondoriozta dezakegu.

Haril baten muturretan amperemetro bat konektatuko dugu. Hasieran ez du korronterik adieraziko, zirkuituan potentzial-diferentziarik ez baitago. Harilaren ardatzaren norabidean, iman bat hurbilduko dugu, eta amperemetroaren erantzunak aztertuko ditugu:

- Ipar poloa harilera bideratzen badugu, imana mugitzen den bitartean, amperemetroak korronte bat neurtuko du.
- Imana harilaren barruan geldirik mantentzen badugu, amperemetroak ez du korronterik nabaritzen.
- Imana hariletik ateratzen badugu, eta mugitzen den bitartean, amperemetroak korronte bat neurtuko du berriro, baina kontrako noranzkoa.
- Ipar poloa hurbildu beharrean, hego poloa hurbilduz gero, emaitza berdinak lortuko ditugu, baina alderantzizko noranzkoekin.
- Imana mugitu beharrean harila mugitzen badugu imanantz, antzeko neurketak irakurriko ditugu amperemetroan.
- Esperimentua errepika dezakegu mugimendu azkarragoak eta geldoagoak erabiliz. Horrela eginez gero, neurtutako korronte-intentsitatea abiadurarekin aldatzen dela ikusiko dugu.



Imanak eremu magnetiko bat sortzen du bere inguruan, eta eremu horrengatik fluxu magnetiko bat agertzen da harilaren barruan. Imana mugitzean, haril barruko fluxu magnetikoa aldatu egiten da.

Beraz, hau da esperimentu horretatik ateratako ondorioa: fluxu magnetikoaren aldaketak indar elektroeragile bat sortzen du harilaren muturretan, eta, horren ondorioz, zirkuitua itxita badago, korronte elektrikoa agertuko da.

Induzitutako indar elektroeragilea fluxuaren aldaketaren abiaduraren baitan dago, esperimenduetan ikusten dugunez. Hori hurrengo ekuazioan adierazten dugu:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

ε : induzitutako i.e.e.
 $\Delta\phi$: fluxuaren aldaketa
 Δt : denbora tartea

Harilak N espira baldin badauzka, espira guztien efektuak batzen dira. Beraz,

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Zeinu negatiboak induzitutako indar elektroeragilearen noranzkoa adierazten du: Lenz fisikari alemanak demostratu zuen moduan, induzitutako indar elektroeragilearen noranzkoa bere kausaren kontra joango da beti.

1.3.8 Haril batean induzitutako i.e.e., eremu magnetiko baten barruan biratzean

Eremu magnetiko baten barruan haril lau bat daukagu. Harilak N espira ditu, S azalerakoak. Harila biratzen hasten bada, espirak zeharkatzen dituen fluxu magnetikoa aldatuko da. Beraz, Farady-ren legearen arabera, indar elektroeragile bat agertuko da.

Istant jakin batean, harila zeharkatzen duen fluxua hau izango da:

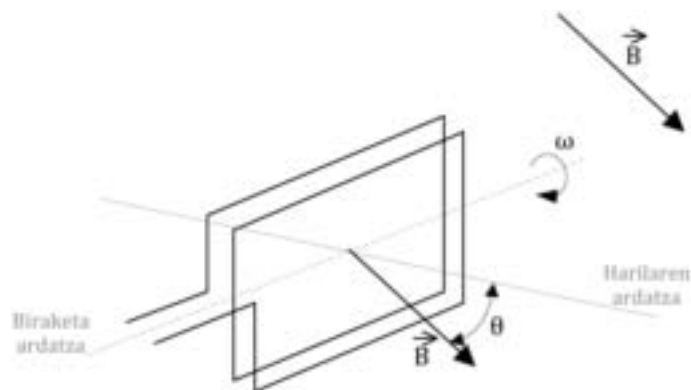
$$\phi = B \cdot (N \cdot S) \cdot \cos\theta$$

ϕ : harila zeharkatzen duen fluxua
 B : eremu magnetikoa
 N : espira kopurua
 S : espiren azalera
 θ : eremuaren eta harilaren ardatzaren arteko angelua

Baina harila biratzen denean, θ aldatzen da denborarekin batera. Biraketaren abiadura angeluarra ω bada, fluxuaren formula honela geratzen da:

$$\omega = \frac{\theta}{t} \rightarrow \theta = \omega t$$

$$\phi = B \cdot (N \cdot S) \cdot \cos\omega t$$

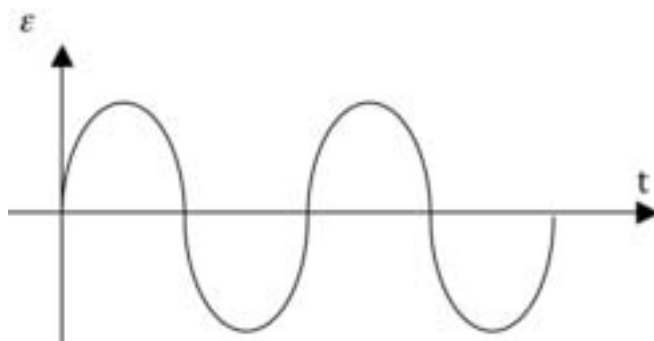


Fluxu honen bariazioak sortuko duen indar elektroeragilea kalkulatzeko, deribatu egin beharko dugu:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta(N \cdot S \cdot B \cdot \cos\omega t)}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \omega \cdot N \cdot S \cdot B \cdot \sin\omega t$$

Ekuaio horren arabera, harilaren ardatza eta eremu magnetikoa perpendikularrean daudenean, indar elektroeragilea maximoa izango da. Aldiz, biak norabide berdinean daudenean, indar elektroeragilea 0 V-ekoa izango da. Harila biratzen den bitartean, bere muturren artean tentsio alternoa eta sinusoidala agertuko da. Horixe da, azkenean, alternadorearen oinarri teorikoa.



1.4 ERDIEROALEK

1.4.1 Diodoa

Diodoa *erdieroalez* egindako osagai elektronikoa da, korrante elektrikoa noranzko bakar batean baino erooten ez duena.

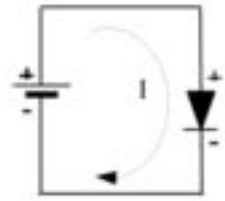
Bi hankako osagaia da, baina polaritatea dauka, hots, haren bi hankak ez dira berdinak: bata *anodoa* da eta bestea *katodoa*. Diodoa adierazteko, honako sinbolo hau erabiltzen da zirkuituen eskemetan:



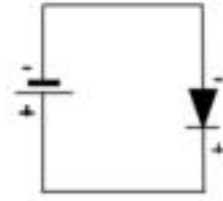
Eta diodoak berak markaren bat izango du beti, anodoa eta katodoa ezberdintzeko. Marka arruntena marratxo zuri bat da, katodoaren alboan:



Anodoaren potentziala katodoarena baino handiagoa bada, hau da, anodoaren eta katodoaren arteko potentzial-diferentzia positiboa bada, diodoa *zuzenean polarizatuta* dagoela esango dugu, eta korrante elektrikoari igarotzen utziko dio, anodotik katodora. Aldiz, anodoaren eta katodoaren arteko potentzial-diferentzia negatiboa izanez gero, *alderantziz polarizatuta* egongo da diodoa, eta korronteari ez dio pasatzen utziko.

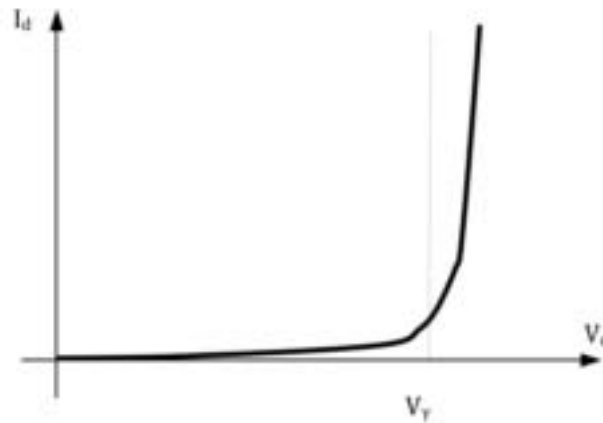


Polarizazio zuzena.
Eroaten du.



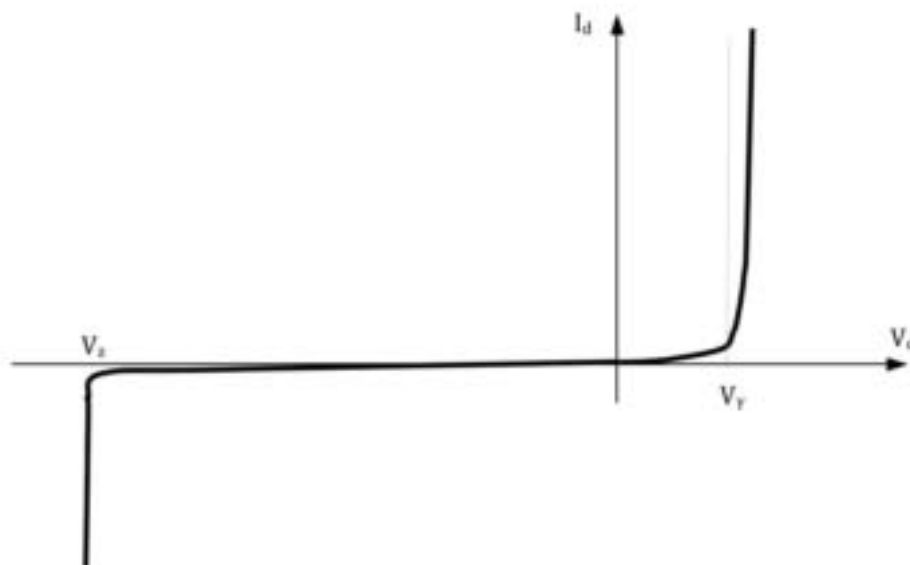
Alderantzizko
polarizazioa.
Ez du eroaten.

Diodo baten portaera zehatza grafiko baten bidez deskribatzen da. Abzisen ardatzean anodo-katodoko tentsioa kokatzen da, eta ordenatuen ardatzean, berriz, diodotik igarotako korrontearen intentsitatea. Grafikoaren itxura honako hau izaten da:



Errealitatean, diodoak korrontea eroan dezan, anodo-katodo tentsioa positiboa izatea ez da nahikoa: balio minimo bat gainditu behar du. Grafikoan ikusten dugunez, tentsioa V_γ baino txikiagoa den bitartean, korronte-intentsitatea oso txikia mantentzen da. V_γ gainditzen denean, berriz, oso azkar igotzen da. V_γ *atalase-tentsioa* da, eta normalean 1 V baino txikiagoa da.

Aldi berean, alderantzizko polarizazioan diodoak ez du korronterik eroaten, teorian. Baina errealitatea, berriro ere, desberdina da. Anodo-katodoko tentsio negatiboa oso handia bada, diodoa kontrako noranzkoan (katodotik anodora) garraiatuko du elektrizitatea. Hori gertatzeko, tentsio negatiboak muga bat gainditu behar du: *zener tentsioa* (V_Z).



Zirkuitu bat diodoekin osatzen dugunean, ez dugu ahaztu behar diodoak zuzenean polarizatuta daudenean eroale zati bat bezalakoak direla. Horregatik, askotan, komenigarria izango da diodoaren alboan erresistentzia bat kokatzea, seriean konektatuta, zirkuitu laburrak ez sortzeko.

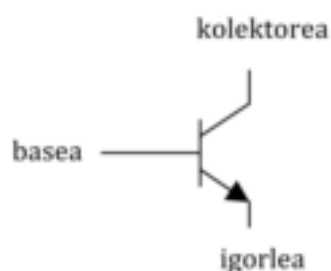
Diodo gehienak zuzenean polarizatuta lan egiteko diseinatuta daude, etengailu elektronikoz bezala. Beste batzuk, berriz, alderantzizko polarizazioan funtzionatzeko eginda daude. Horiek *zener diodoak* dira. Badaude ezaugarri bereziko diodoak ere: *LED (light emitting diode)* izeneko diodoek, adibidez, argia ematen dute zuzenean polarizatuta egonez gero, eta bonbillatxoak bezala erabiltzen dira.



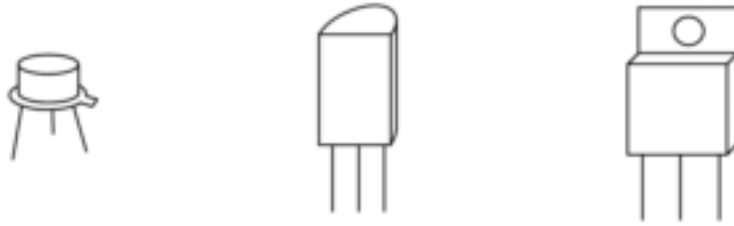
1.4.2 Transistorea

Transistorea, diodoa bezala, erdieroalez egindako osagai elektronikoa da. Baina transistorearen kasuan, hiru hanka daude, hirurak desberdinak: *igorlea*, *basea* eta *kolektorea*. Basean kokatutako tentsioaren arabera, kolektoretik igorlerra korrontea pasatuko da ala ez.

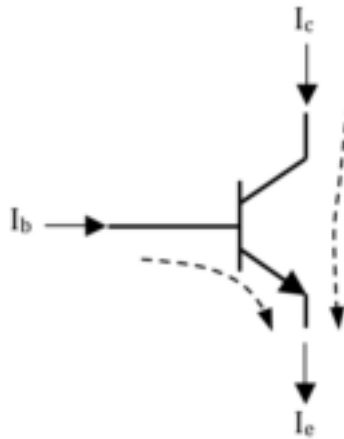
Zirkuituen eskemetan hau da transistorearen sinbologia:



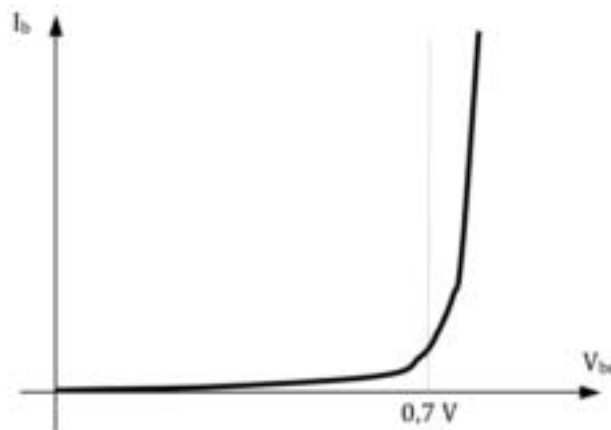
Hainbat itxura fisikotako transistoreak fabrikatzen dituzte. Modelo bakoitza erabiltzean, katalogoak kontsultatu beharko ditugu, hanka bakoitza zein den jakiteko.



Transistorearen barrutik bi korrante igarotzen dira: kolektoretik igorlora doana eta basetik igorlora doana. Biak erlazionatuta daude amplifikazio-faktore baten bitartez. Hau da, transistorea korrante amplifikadorea da: basetik jasotako korrante-intentsitatea faktore batekin biderkatzen du, kolektoreko korrantea emateko. Amplifikazio-faktoreari β esaten diogu, eta transistorearen ezaugarri bat da.



Transistorearen barruko base-igorle lotura diodo bat bezalakoa da. Horregatik, baseko korrontearen eta base-igorleko tentsioaren arteko erlazioa adierazten duen grafikoa diodoarena da:



Beraz, korrontea basetik igorlera igarotzeko, baseko tentsioak igorlearena baino pixka bat handiagoa izan behar du. Beste era batean esanda, base-igorleko tentsioak atalase-tentsio bat gainditu behar du (gehienetan 0,7 V-ekoa).

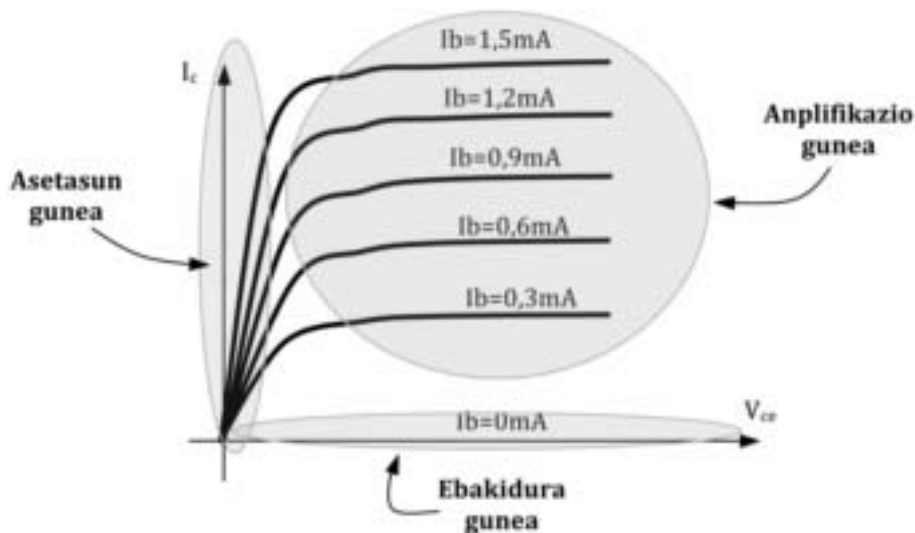
Bestalde, kolektoreko korrontea eta basekoa proportzionalak izango dira. Baina bakarrik balio maximo bat heldu arte. Transistoreak ezin du eman nahi dugun beste ampere. Balio maximo horretara helduz gero, nahiz eta baseko korrontea igo, kolektorekoa konstante mantenduko da. Egoera horretan gaudenean, transistorea saturatzen duela esango dugu.



Horrela, transistoreak hiru modutan egin dezake lan:

- *Ebakiduran*. Base-igorleko tentsioa 0,7 V-ekoa baino txikiagoa denean, baseko korronteri kez dago, eta beraz, kolektoreko korronterik ere ez.
- *Anplifikazioan*. Base-igorleko tentsioa 0,7 V-ekoa baino handiagoa bada, basetik korrontea sartuko da. Kolektoretik agertuko den korrontea basekoa baino β aldiz handiagoa izango da.
- *Asetasunean*. Kolektoreko korrontea muga batera heldu ostean, konstante mantentzen da, nahiz eta baseko korrontea igo.

Lan egiteko hiru modu horiek, grafiko orokor batean adierazten dira:



Transistoreak oinarritzko bi aplikaziotan erabiltzen dira:

- *Elektronika digitalean*, etengailu moduan. Basean jarritako tentsioaren arabera, kolektoretik korrontea pasatuko da (asetasun-gunean dagoenean) ala ez (ebakidura-gunean dagoenean).
- *Elektronika analogikoan*, anplifikadore moduan. Seinale elektrikoaren intentsitatea handitzeko, anplifikazio gunean erabiltzen dira.

Hainbat motatako transistoreak daude, eta bakoitzak bere berezitasunak ditu. Hala ere, guztietan oinarritzko printzipioak berdinak dira. Hemen *npn* motako transistore bipolarra azaldu dugu, baina badaude *pnp* motako bipolarra, FET, MOSFET eta abar. Horien guztien ezaugarriak azaltzeak testu honen helburua gaindituko luke.

*Nola sortzen da
elektrizitatea?
Lehenengo praktika
multzoa*

2

2.1 ENERGIA KIMIKOA ERABILIZ

Praktika 1:

Bateria.

Oinarrizko kontzeptuak

Pila bat sorgailu elektrikoa da, energia elektrikoaren iturri bat. Baina energia ez da berez sortzen. Energia mota bat lortzeko (elektrikoa, adibidez), beste energia mota bat erabili behar da. Eta pilak, hain zuzen, energia kimikoa energia elektriko bihurtzen du.

Pila guztiek *elektrolito* izeneko substantzia kimikoa barneratzen dute. Eta substantzia horren barruan sartuta, metalezko bi barra desberdin daude: *elektrodoak*. Elektrodoek erreakzio kimiko bat sorrarazten dute pila barruan; elektrolitoa osatzen duten molekula handiak bi zatitan apurtzen dira: *ioi positiboa* eta *ioi negatiboa*. Zati horiek kargatuta¹ daude, kontrako kargekin; batean elektroio gutxiegia daude, eta bestean, berriz, gehiegi; horrexegatik esaten diegu positibo eta negatibo. Eta mota bakoitzeko ioiak elektrodo batek edo besteak kimikoki erakartzen ditu. Horrela, elektrodo batean ioi positiboak metatzen dira, eta bestean, berriz, ioi negatiboak. Elektrodoak kontrako kargekin kargatuta geratzen dira, beraz, eta *potenzial-diferentzia*² bat daukagu. Bi elektrodoen artean zirkuitu elektriko bat konektatuz gero, elektroioak mugitzen hasiko dira eroalean zehar; korrante elektrikoa³ sortuko da. Horrela sortutako korrante elektrikoa *zuzena*⁴ izango da.

Hasieran esan dugunez, pila baten barruan, energia kimikoa erabiltzen da energia elektrikoa lortzeko: elektrolitoaren lotura kimikoak apurtzen dira; lotura horiek mantentzen zituen energia kimikoa askatzen da; eta askatutako energia horrek elektroioak mugiarazten ditu zirkuitu elektriko batean zehar, energia elektriko bihurtuta.

Pila guztietan, elektrizitatea lortzeko, elektrolitoaren molekulak apurtzen dira. Baina prozesu kimiko hori atzeraezina edo itzulgarria izan daiteke. Lehenengo kasuan, korrante elektrikoa sortu ondoren, pila ezin da berriro kargatu. Bigarren kasuan, berriz, agortutako pilaren barrutik korrante elektriko bat pasaraziz, elektrolitoaren molekulak osatzen dira berriro, jatorrizko egoerara itzultzen dira, eta pila kargatzen da. Kargatu ezin direnak pila primarioak edo *voltaikoak* dira. Kargagarriak pila sekundarioak edo *metagailuak* dira.

Pilen abantaila garrantzitsuena autonomia da. Pilak erabiltzen dituen tresna elektriko batek ez du kablerik behar, guztiz eramangarria da. Baina elektrolitoen molekulek hainbat elementu kimiko barneratzen dituzte: merkurioa, kadmioa, beruna, kromoa, zinka... pila motaren arabera. *Metal astunak* dira, eta ingurumenean utziz gero, oso kutsagarriak dira.

Hainbat ikerketak erakusten dutenez, merkurio pila batek 600.000 litro ur kutsa ditzake, zink pila batek 12.000 litro, eta pila arrunt batek 3.000 litro. Pilaren estaldura-edukiaren babsa– deskonposatu egiten da, kanpoko egoera klimatikoaren eta barruko produktu kimikoen eraginez. Orduan, metal astunak askatzen dira eta lurreko uretara pasatzen dira. Gero, ur horiekin kontaktuan egongo diren izaki bizidun guztiak pozoitu egingo dira.

1. Karga elektrikoa

2. Potentziala eta potentzial-diferentzia

3. Korrante elektrikoa

4. Korrante motak

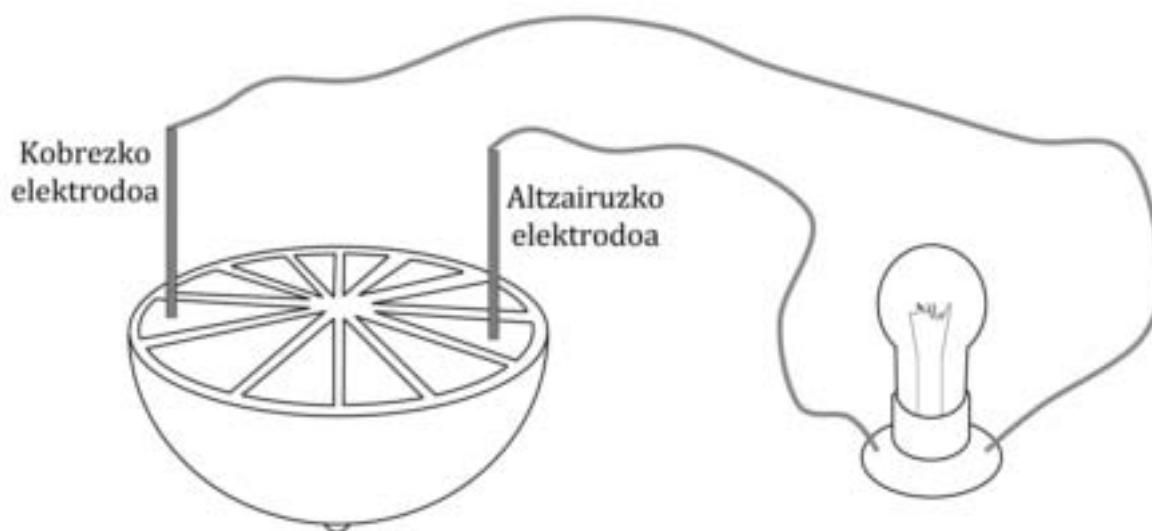
Pilen erabileraren ondorio kaltegarri horiek saihesteko, hona hemen, labur-labur, aholku batzuk:

- Ahal den neurrian, tresna elektrikoak sare elektrikoan konektatu, edota eguzki plaken bidez elikatu.
- Ez bota pilarik zakarrontzira.
- Pilak inoiz ez desmuntatu, apurtu edo erre.

Pila bat eraikitzea

Pila bat zer den azaldu ondoren, oso sinplea den pila bat eraikiko dugu. Elektrolito moduan limoi baten zukua erabiliko dugu; ez da, beraz, kutsagarria izango gure pila hau. Materiala aurrezteko, pilaren ontzia limoiaren azala bera izango da, eta elektrodoen lana bi barratxok beteko dute: bata kobrezkoa eta bestea altzairuzkoa.

Prozesua oso erreza da. Limoia erditik moztu eta elektrodoak, kobrezko eta altzairuzko barratxoak, irudian adierazten den moduan txertatu. Pila eginda dago. Falta den gauza bakarra zirkuitu batean konektatzea da. Elektrodo bakoitzetik kable bana eramaten baduzu bonbilla txiki baten kontaktuetaraino, pilak mugiarazitako elektroiek bidea aurkituko dute, bonbilla zeharkatuz. Horrela, bonbilla piztu egingo da.



Baliteke pila ez piztea. Hori gertatzen bada, hau da arrazoia: bonbillak behar duen potentzial-diferentzia (volt kopurua) gure pilak ematen duena baino handiagoa da. Arazoa erraz konponduko dugu: pila bat baino gehiago konektatu behar ditugu, beti serieran. Kontuz polaritatearekin: bi limoi erdi konektatzeko, baten altzairuzko elektrodoa bestearen kobrezko elektrodoarekin lotu behar dugu, beti kobrezko eta altzairuzko bana libre utziz, bonbillarekin konektatzeko.

Saiatu bi limoi erdi erabiltzen. Bonbilla pizten ez bada, gehitu beste erdi bat. Horrela, bonbilla piztu arte. Erabilitako bonbillaren ezaugarriak kontuan hartuz, zenbateko potentzial-diferentzia sortzen da gure oinarrizko pila bakoitzean? Zatiketa erraz baten bidez kalkula dezakezu.

Esperimentu honek ez du beti funtzionatzen, batzuetan bonbilla pizteko nahiko elektrizitaterik sortzen ez delako. Izan ere, lortutako volt kopurua faktore askoren arabera da: limoiaren garrantasuna, elektrodoen kokapena, elektrodoen azalera, erabilitako metalen izaera, eta abar. Orokorrean, kobrea eta zinka erabiliz gero, oso ondo dabil. Baina zinka ez da lortzen erraza. Hala ere, nahiz eta bonbilla ez piztu, elektrizitatea sortzen ari ote den honela ikusiko duzu: elektrodoen artean polimetroa konektatu, eta lortutako tentsioa neurtu.

2.2 ARGI-ENERGIA ERABILIZ

Praktika 2:

Zelula fotovoltaikoa.

Oinarrizko kontzeptuak

Zelula fotovoltaikoa (edo zelula fotoelektrikoa) elektrizitatea lortzeko tresna elektroniko bat da, eguzki energia aprobetxatzen duena. Argi energia, beraz, energia elektriko bihurtzen du.

Energia eraldaketa hori ulertzeko, hasieratik abiatuko gara. Eguzkiaren izpiek eguzkian sortutako energia ekartzen dute lurrera. Izpi horiek objektu baten kontra jotzen dutenean, energia ematen diote objektuaren materialari. Eta materialak hainbat prozesutan erabiliko du jasotako energia: zati batek materiala berotuko du, beste zati batek eraldaketa kimikoak sorraraziko ditu (landareen fotosintesia, adibidez), hainbat energia islatu egingo da... Eta argi-energiaren ehuneko bat materialaren elektroiek xzurgatuko dute. Azken horrek, kasu gehienetan ez du ondorio nabarmenik izango, elektroiak normalean oso ondo lotuta baitaude beren atomoekin. Baina material berezi batzuen elektroiek ez daude hain trinko finkatuta, eta energia gutxi behar dute haien atomoetatik askatzeko. Maiztasun egokiko argia jaso gero, atomotik ihes egiteko nahiko energia lortuko dute, libre mugituko dira, eta korrante elektriko⁵ sortuko dute. Fenomeno horri *efektu fotoelektrikoa* esaten diogu.

Efektu fotoelektrikoa, beraz, material batek elektroiak emititzea da, erradiazio elektromagnetiko batek (argi ikusgaia, adibidez) argitzen duenean.

Efektu fotoelektrikoa *Heinrich Hertz*-ek aurkitu eta deskribatu zuen, 1887an. Gero, *Albert Einstein*-ek osatu zuen fenomenoaren azalpen teorikoa, 1905ean. Ondoren, *Robert Andrews Millikan*-ek hamar urte eman zituen ikerketetan, Einsteinen teoria okerra zela demostratzeko asmoz; azkenean, ordea, guztiz zuzena zela demostratu zuen. Biek, Einsteinek eta Millikanek, Nobel saria jaso zuten beren lanengatik.

Elektroi bat askatzeko beharrezkoa den energia hainbat faktoreen arabera da. Funtsezkoak materiala eta materialaren egitura kristalinoa dira. XX. mendean zehar, silizioa, galioa, artsenikoa, karbonoa eta beste material batzuk erabili dira, bai egitura kristalinoan, bai amorfoan. Horrela, lortutako zelulak gero eta efikazagoak izan dira. Hala ere, zelula bakar batekin lortzen den energia elektrikoa nahiko eskasa da. Horregatik, zelulak metatu egiten dira *panel* edo *plaka fotoelektrikoak* osatzeko. Alde batetik, hainbat zelula seriean konektatzen dira, tentsio altuagoak lortzeko (12 V-eko edo 24 V-eko potentzial-diferentziak dira erabilienak). Bestetik, horietako serie-multzo batzuk paraleloan elkartzen dira, panelak eman ahal izango duen korrontearen intentsitatea⁶ handiagoa izan dadin.

Plaka fotoelektrikoek ematen duten korrante elektriko *zuzena*⁷ da beti. Horregatik, korrante alternoa nahi badugu, etxebizitza arruntetan bezala, gailu bereziak beharko ditugu aldaketa egiteko: korrante-inbertsoreak, hain zuzen. Gainera, 24 V-eko tentsioa⁸ ez da nahikoa gaur egungo elektrotresnak elikatzeke; beraz, potentzia-bihurgailuak ere erabili beharko dira.

5. Korrante elektriko

6. Korrante elektriko

7. Korrante motak

8. Potentziala eta potentzial-diferentzia

Zelula fotovoltaiko bat eraikitzea.

Gaur egungo eraikuntzetan erabiltzen diren zelula fotovoltaikoak teknologia konplexuak erabiliz eraikitzen dira. Guk ezin dugu halako bat egin, baina zelula sinple bat osatu ahal izango dugu. Ez da errendimendu handikoa izango, baina efektu fotoelektrikoa ulertzeko baliagarria izango da.

Silizioa edo antzeko beste material batzuk erabili beharrean, kobrea eta haren oxidoa erabiliko ditugu zelularen oinarria gauzatzeko. Efektu fotoelektrikoa aztertzen hasi zirenean, beste material batzuek gain, oxido kuprosoa erabili ohi zuten.

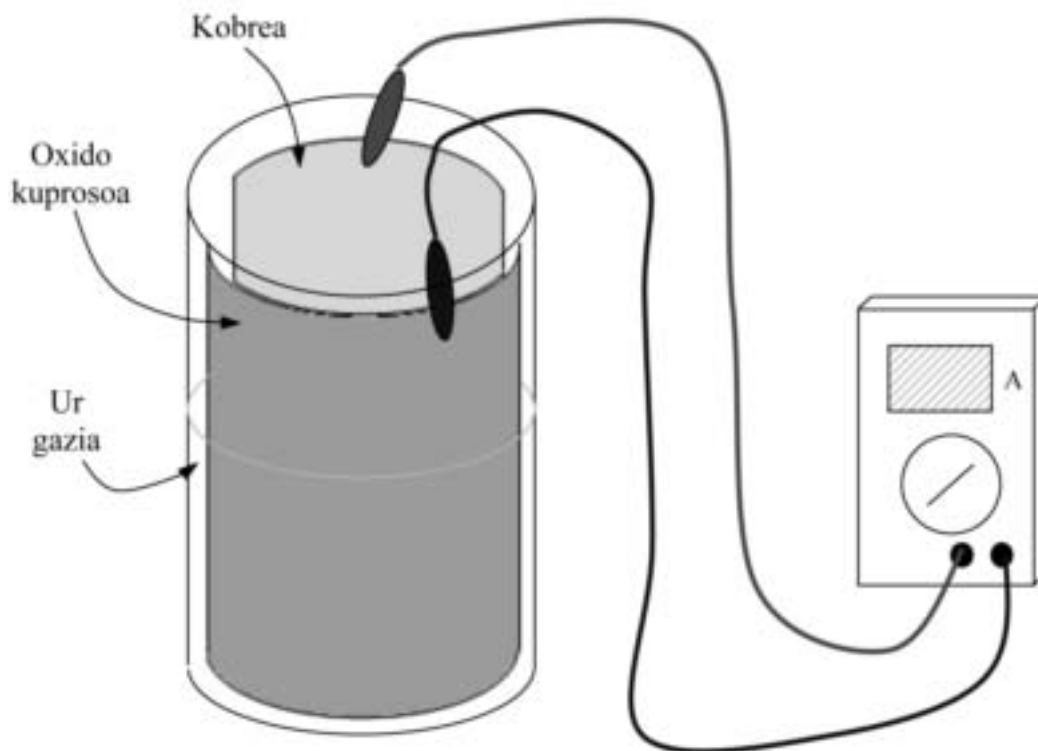
Honako material hauek erabiliko ditugu:

- kobrezko lamina bat, 30 x 30 cm-koa
- metala ebakitzeko artaziak
- lixagailua
- berogailu elektriko txikia (su txikia)
- plastikozko botila bat edo beirazko ontzi bat
- ur garbia
- gatza
- sentikortasun handiko polimetro bat

Lehenengo pausoa kobrea oxidatzea da. Horretarako, kobre-lamina zati bat berotuko dugu, kobreak eta oxigenoaren arteko erreakzioa azkartzeko. Garrantzitsua da koipe arrastorik ez egotea eta kobrezko lamina guztiz garbi egotea; beraz, eskuak eta lamina xaboiarekin eta urarekin garbituko ditugu, eta, sikatu ondoren, kobrea lixatu egingo dugu. Orduan, kobrezko lamina berogailuaren gainean jarriko dugu, eta potentzia handiaren konektatuko dugu.

Beroaren eraginez, kobreak kolorea aldatzen hasiko da. Hasieran, hainbat kolore erakutsiko ditu: gorria, laranja, purpura... Horiek dira oxido kuprosoaren seinaleak. Gehiago berotzen denean, geruza ilun bat agertuko da. Azken hori oxido kuprikoa da. Ez zaigu interesatzen, baina gero kenduko dugu nahiko erraz. Ordu erdi inguru berotuko dugu kobrea, geruza iluna nahiko lodia izan dadin, gero hobeto zurituko da eta. Denbora hori pasa ondoren, berogailua amatatuko dugu, baina ez dugu kobrea gainera kenduko: astiro hoztu behar da; bestela, oxido kuprikoa itsatsita geratuko da. Tenperatura jaistean, kobrea eta oxido kuprikoa neurri desberdinetan konprimituko dira, eta oxidoa ezkatak eginda askatzen da. Hogei minutuan, geruza ilun gehiena erori egingo da. Ur azpian garbituko dugu plaka, gehiegi marruskatu gabe, kolore gorri, laranja eta purpurako oxido kuprosozko geruza ez suntsitzeko.

Oxido kuprosoa prest daukagu. Hori izango da gure zelularen polo bat, baina bigarren bat behar dugu sorgailua osatzeko. Beraz, kobrezko beste zati bat ebakiko dugu, aurrekoaren tamaina eta forma berberekoak. Bi lamina, oxidatutakoa eta bestea, ontzi garden baten barruan kokatuko ditugu, zutunik eta elkar ukitu gabe. Kontuan hartu oxidatutako aurpegiak kanpora begira egon behar duela.



Bi lamina kokatu ondoren, ur gazia botako dugu ontzian (hiru koilarakada gatz, gutxi gorabehera). Urak ezin ditu kobre laminak guztiz estali. Uretatik kanpo eta siku geratu behar dute lamina bakoitzeko 3 cm, konexio elektrikoak egiteko.

Zelula fotoelektrikoa eginda dago. Orain, ba ote dabilen ikusteko, zelularen poloak amperemetro batera konektatu behar ditugu. Hori eginez gero, eta muntaketa itzalean egonda, amperemetroak korrante txiki-txiki bat neurtuko du ($6 \mu\text{A}$ -koa, esate baterako). Ur gatzatua dela eta, zelula pila moduan funtzionatzen ari da. Baina eguzkitan jartzen badugu, amperemetroak erakutsitako intentsitatearen igoera nabarmena izango da: efektu fotoelektrikoa gertatzen ari da. Lortu dugu, beraz, argi-energia elektrizitate bihurtzea.

2.3 SOINUA ERABILIZ

Praktika 3:

Ikatz-mikrofonoa.

Oinarrizko kontzeptuak

Gure ahotsa urrun bidali nahi badugu, ozenago hitz egitea ez da beti nahikoa. Gure oihu indartsuena ez da kilometro bateko distantzian entzungo. Are gutxiago inguru zaratatsu baten barruan bagaude. Guk sortutako soinuak airetik bidaiatzen diren presio-uhinak dira: inguruko airearen presioaren gorabeherak, hain zuzen. Eta uhin horiek azkar ahultzen dira, gugandik urrundu ahala. Beraz, hemen sortutako soinuak munduko beste muturrera bidali nahi baditugu, beste garraio bat bilatu behar dugu.

Soluzioa *Antonio Meucci* italiarrak aurkitu zuen: 1854an sortu zuen lehendabiziko *telefonoa*, bere bulegoa eta bere etxea konektatzeko. Alabaina, diru asko ez zeukanez, ezin izan zuen asmakuntza patentatu. Urte batzuk geroago, Meucciren diseinutik abiatuta, *Graham Bell*-ek beste diseinu bat egin zuen, eta patentatu ere bai. XX. mende osoan zehar Graham Bell onartu izan dugu telefonoaren asmatzailatzat, baina 2002an Estatu Batuetako Kongresuak, ebazpen ofizial baten bidez, telefonoaren asmatzailea Antonio Meucci izan zela onartu zuen.

Nolanahi ere, diseinu biek berdin funtzionatzen zuten: ahotsa urrunera bidaltzeko, presio-uhinak uhin elektriko bihurtzen ziren; eta uhin elektrikoek, kobrezko harien bitartez, distantzia luzeak betetzen zituzten, potentzia askorik galdu gabe. Asmakuntzaren lehenengo osagaia, beraz, soinu-seinalea seinale elektriko bihurtzen zuen tresna izan zen: mikrofonoa esaten diogu horri.

Mikrofonoa, beraz, *transduttore elektro-akustikoa* da: soinua osatzen duten presio-ozilazioetatik abiatuta, oszilazio elektrikoak sortzen ditu. Pauso hori ezinbestekoa da, telefonian ez ezik soinua gordetzeko edo grabatzeko ere.

Azken finean, mikrofonoak hau egin behar du: zirkuitu elektriko⁹ baten ezaugarri elektrikoren bat presio-ozilazioekin batera aldatu. Meuccik asmatutako sistema *Faradayren legeetan*¹⁰ oinarrituta zegoen, eta erraza zen: mintz baten aurrean hitz egitean, mintza dardarka hasten da; mintzarekin lotuta dagoen iman¹¹ txiki bat, haril¹² baten barruan dagoena, mugitzen hasten da; eta mugimendu horrek aldakorra den korrante elektriko bat sorrarazten du harilaren harian.

Meuccik zein Bellek elektromagnetismoa¹³ erabiltzen zuten, beraz. Baina XX. mendean zehar, hainbat sistema agertu ziren soinuetatik seinale elektrikoak ateratzeko. Horrela, gaur egun mota askotako *mikrofonoak* dauzkagu. Guztiak aipatu gabe, ikus dezagun zein diren erabilienak, eta nola funtzionatzen duten.

9. Zirkuitu elektrikoa.

10. Faraday-ren legea.

11. Materiaren portaera magnetikoa.

12. Induktorea edo harila.

13. Elektromagnetismoaren historia labur bat.

a. Elektrostatikoa

Audio-uhinek oszilazio-mugimendua sortzen dute mintz batean, eta mintzak kondentsadore¹⁴ baten xafla bat mugitzen du. Horrela, kondentsadorearen kapazitatea aldatu egiten da, soinuaren arabera, eta zirkuituaren korrante-intentsitateak oszilazioak izango ditu.

b. Dinamikoa

Mintzaren edo diafragmaren dardarak haril mugikor bat mugiarazten du. Harilaren barruan, iman finko bat dago. Bi elementuen arteko interakzioaren ondorioz sortutako eremu magnetiko¹⁵ aldakorrek oszilazio elektrikoak sortzen ditu zirkuituan.

c. Piezoelektrikoa

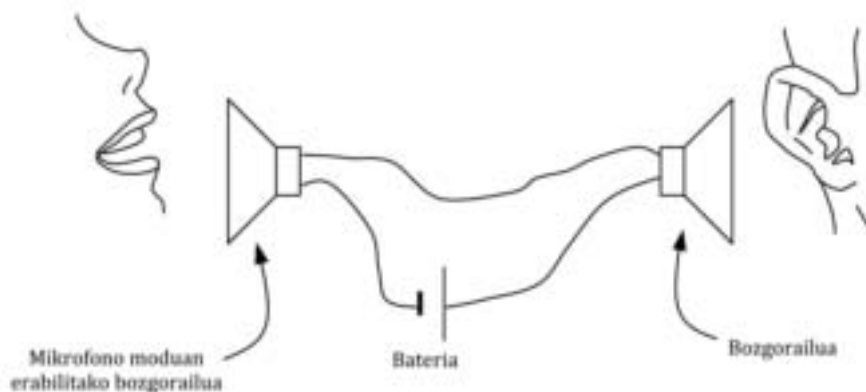
Material piezoelektrikoek (kuartzoa, ikatza, zeramika...), presionatu edo marruskatu ondoren, beren ezaugarri elektrikoren bat aldatzen dute, eta propietate hori aprobetxatzen dute mota honetako mikrofonoek. Audio-uhinek diafragma mugitzen dute, eta horrek material piezoelektrikoa bultzatzen edo igurtzen du. Horrela, zirkuituaren ezaugarriak aldatu egiten dira, eta oszilazio elektrikoak agertzen dira.

Praktika honetan eraiki nahi dugun mikrofonoa, ikatz-mikrofonoa, mikrofono piezoelektrikoa da.

Ikatz-mikrofono bat eraikitzea

Aurretik azaldu dugunez, Graham Bellek, bere telefonoa patentatu zuenean, mintzeko mikrofono elektromagnetiko bat diseinatu zuen. Baina mikrofono hura sentikortasun gutxikoa zen. Arazoa zein den erraz ikusiko duzu. Izan ere, Bellen mikrofonoaren mekanismo berbera da gaur egungo bozgorailu gehienek dutena, baina alderantziz erabilia. Horietako bozgorailu baten mintzaren aurrean hitz eginez gero, bozgorailuaren harilak seinale elektriko bat sortuko du, lehenengo telefonoetan bezala.

Egin dezagun, beraz, hurrengo irudian agertzen den muntaketa, gure ahotsa kableen bitartez transmititzeko.



14. Kondentsadorea

15. Eremu magnetikoa

Holako muntaketa batean, ahalegin handiak egin beharko ditugu, oihuka hitz egin beharko dugu, zirkuituaren beste muturrean gure ahotsa entzun ahal izan dadin. Sortutako seinale elektrikoa indar gutxikoa da. Seinalearen gorabeherak argiago ikusteko, osziloskopio bat erabil dezakezu.

Bellen telefonoa *Edison*ek hobetu zuen, ikatz-mikrofonoaren bidez. Urte berean asmatu zuen (1876), eta oso emaitza egokiak lortzen zituen, nahiz eta simple-simplea izan. Hala, XX. mendearen erdian, orkestrek ikatz-mikrofonoak erabiltzen zituzten kontzertuetan.

Mikrofono honek ez du zati mugikorrik, eta ezaugarri piezoelektrikoak dituen ikatz mota bat erabiltzen du: grafitoa. Grafitoaren erresistentzia elektrikoaren¹⁶ aldaketak aprobetxatzen ditu. Audio-uhinek grafitoaren kontra jotzean sortutako presioak grafitoaren partikulak konprimatzen ditu. Horrela, erresistentzia elektrikoa aldatu egingo da, hau da, elektrizitateak oztopo handiagoa edo txikiagoa aurkituko du igarotzeko. Eta *Ohmen legeak*¹⁷ adierazten duen moduan, tentsioa¹⁸ finko mantentzen badugu (elikatze-iturri batek ematen duena), erresistentzia elektrikoa aldatzean, korrante-intentsitatea¹⁹ ere aldatu beharko da. Soinu-seinalea seinale elektriko bihurtzen da, beraz.

Edisonen diseinua jarraituz eraikiko dugu gure mikrofonoa. Horretarako, material hauek beharko ditugu:

- plastikozko ontzi txiki bat (esate baterako, argazki-filma gordetzekoa)
- grafito-barrak (adibidez, arkatzen minak edo mina-etxeak)
- hari elektrikoa
- pila edo elikatze-iturria (12 V beharko ditugu)
- bozgorailua
- osziloskopioa

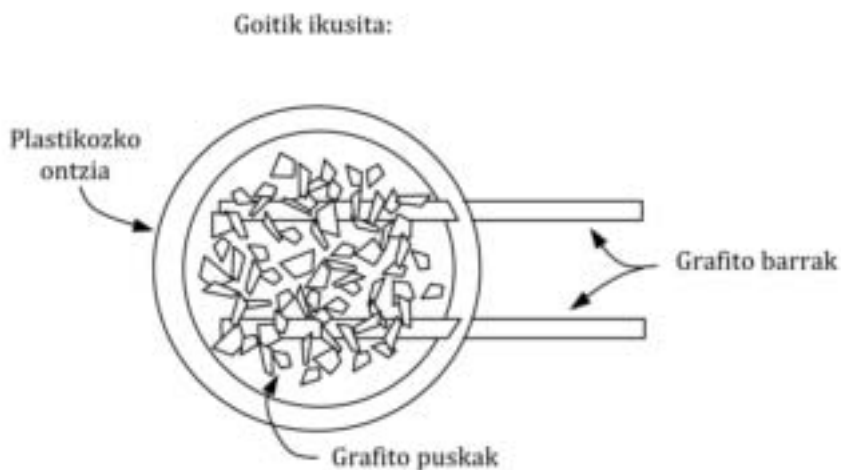
Prozesua laburra eta erraza da. Plastikozko ontzia zutunik jarrita, bi zulo egingo dizkiogu altuera berean. Zulo bakoitzetik grafito barra bana sartuko dugu, horizontalki eta paraleloan. Barra bakoitzaren muturrak agerian geratu behar du ontzitik kanpo, konexio elektrikoak egiteko. Barrak beren posizioan finkatu eta gero, grafito zatiz edo hautsez beteko dugu ontzia. Edo, gutxienez, hirugarren barra bat zeharkatuko dugu ontzi barruan, beste biak ukitzeko moduan. Horrela, osatuko dugun zirkuitu elektrikoa itxiko da.

16. *Erresistentzia*

17. *Ohm-en legea*

18. *Potentziala eta potentzial-diferentzia*

19. *Korrante elektrikoa*



Mikrofonoa osatuta dago. Orain, konexioak egin behar ditugu, ea dabilen ikusteko. Ontzitik ateratzen diren barretan kable bana lotuko dugu: bata elikatze-iturrira joango da, eta bestea bozgorailura. Hirugarren kable batekin elikatze-iturria eta bozgorailua lotuko ditugu. Prest gaude probatzen hasteko. Ontziaren gainean hitz egiten badugu, sortutako seinale elektrikoa bozgorailura helduko da zirkuituaren bidez, eta bozgorailuak gure hitzak errepikatuko ditu.

*Nola eta zertarako
alda dezakegu korronte
elektrikoa?*

Bigarren praktika multzoa

3

3.1 KORRONTE ZUZENA ALTERNO BIHURTZEA

Praktika 4:

Zirkuitu oszilatzailea.

Oinarrizko kontzeptuak

Oszilatzailea zirkuitu elektroniko bat da, korronte zuzena korronte alterno²⁰ bihurtzen duena, maiztasun jakin batean. Lortutako seinalea sinusoidala da normalean; badira uhin karratua sortzen duten zirkuitu elektronikoak, baina *multibibradoreak* deitzen diegu.

Sarritan, oszilatzailearekin batera, beste bi zirkuitu erabiltzen dira:

- *Anplifikadorea*, lortutako seinalearen potentzia²¹ handitzeko.
- *Atzeraelikatze*-zirkuitua, oszilatzaileak galtzen duen energia konpentsatzeko, eta, horrela, lortutako oszilazioak iraunkorrak bihurtzeko.

Oszilatzaile arruntenak *kondentsadoreek*²² eta *harilek*²³ osatutako zirkuituak dira, LC zirkuituak.

Kondentsadore bat elikatze-iturri batekin konektatzen badugu, kondentsadorea kargatzen da, elikatze-iturriaren tentsio²⁴ berdina lortu arte. Kargatze prozesuak denbora bat beharko du, kondentsadorearen kapazitatearen arabera. Kondentsadoreak, beraz, energia elektrikoa gordetzen duen pila txiki bat balitz bezala funtzionatzen du.

Haril baten muturretan tentsio bat aplikatzen dugunean, harilaren haritik korronte-intentsitate²⁵ bat igarotzen da, eta korronte horrek eremu magnetiko²⁶ bat sortzen du harilaren erdian. Korronte-intentsitatea gero eta handiagoa izango da, bai eta eremu magnetikoa ere. Denbora jakin batean, beren balore maximoetara helduko dira. Horrela, harilak ere energia metatzen du, eremu magnetiko eran.

Oszilatzaile sinpleenek energia metagailu bi horien ezaugarriak aprobetxatzen dituzte. Kargatuta dagoen kondentsadore bat haril batekin paraleloan konektatuz gero, kondentsadoreak hasieran daukan tentsioak korronte bat eragiten du hariletik. Horren ondorioz, kondentsadorea deskargatzen doa, eta neurri berean, harilaren eremu magnetikoa handitzen doa. Azkenean, kondentsadorea guztiz deskargatuta egongo da, tentsiorik gabe, baina harilean sortutako eremu magnetikoak tentsio berri bat induzituko du²⁷ zirkuituan, eta kondentsadorea berriro kargatuko da.

Energia, beraz, etengabe pasatzen da kondentsadoretik harilera eta alderantziz, eta bai tentsioak, bai intentsitateak oszilatzen egiten dute, balore positibo eta negatiboen artean. Hala ere,

20. Korronte motak

21. Energia eta potentzia elektrikoak

22. Kondentsadorea

23. Induktorea edo harila

24. Potentziala eta potentzial-diferentzia

25. Korronte elektrikoa

26. Eremu magnetikoa

27. Faraday-ren legea

prozesu hau ez da perfektua: zirkuituen osagaiak –harilak, batez ere– erresistentzia elektrikoa²⁸ dute, eta erresistentzia horretan, energia galtzen da bero bihurtuta (*Joule efektua*²⁹). Horrela, kondentsadoreak eta harilak elkarrekin trukaturako energia gero eta murriztuagoa da, guztiz desagertu arte. Zirkuituak sortutako tentsio oszilatzailea ez da iraunkorra izango. Arazoa konpontzeko, atzeraelikatze-zirkuituak eta bestelako trikimailuak erabiltzen dira, seinale alterno etengabea sortzeko.

Esan dugunez, oszilatzaile gehienek LC zirkuituak erabiltzen dituzte, baina ez da hori aukera bakarra. Hona hemen sailkapen xume bat:

- LC zirkuitudunak. Oszilatzaile hauek, azaldu dugunez, harilak eta kondentsadoreak erabiltzen dituzte seinale alternoa lortzeko. Meissner, Hartley eta Colpitts-en oszilatzaileak era honetakoak dira.
- RC zirkuitudunak. Maiztasun txikiko seinale alternoak lortu nahi izanez gero, erabili beharreko harilak handiegiak dira. Horregatik, harilik gabeko oszilatzaileak ere diseinatu dira. Ospetsuena Wien-en zubikoa da.
- Kuartzozkoak. Kuartzozko kristalek propietate bitxiak dituzte, piezoelektrikoak dira. Tentsio txiki bat aplikatzen badiegu, bere barruko egitura molekularra mugitzen hasten da: konprimitzen eta zabaltzen. Aldi berean, tamaina aldaketa bakoitzean, tentsio txiki bat sortzen du. Beraz, kuartzoa tentsio oszilatzaile naturala da. Hainbat zirkuitutan harilak eta kondentsadoreak erabili beharrean, kuartzo zatiak erabiltzen dira.

Zirkuitu oszilatzaile bat eraikitzea

Pila batek emandako korrante zuzena alternoa bihurtzeko hainbat aukera daude, zirkuitu elektroniko desberdinak erabiliz. Hemen zirkuitu oszilatzaile sinpleena erabiliko dugu, tentsio alternoa lortzeko. Hain sinplea izanda, ezin da perfektua izan. Lortutako tentsio oszilazioak ez dira iraunkorrak izango. Gure seinale alternoa denbora labur batean desagertuko da.

Zirkuitua osatzeko, honako material hauek beharko ditugu:

- 10 V-eko elikatze-iturria edo pila
- 1 μF -eko kondentsadorea
- 40 mH-ko harila
- 100 Ω -eko erresistentzia
- konmutadorea
- egurrezko oholtxo bat, 20 x 20 cm-koa
- iltzeak
- eztainua
- soldagailua
- kobrezko haria
- osziloskopioa

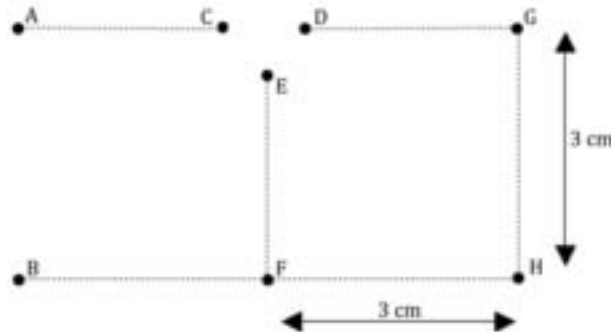
Zirkuitu elektroniko hau egurrezko ohol baten gainean osatuko dugu. Osagaiak finkatzeko eta konexioak egiteko, iltze txikiak erabiliko ditugu. Iltzeak erdiraino sartuko ditugu egurrean,

28. *Erresistentzia*

29. *Joule efektua*

eta, kanpoan geratzen den zatian, osagaien hankak edo harien muturrak eztaiaz soldatuko ditugu.

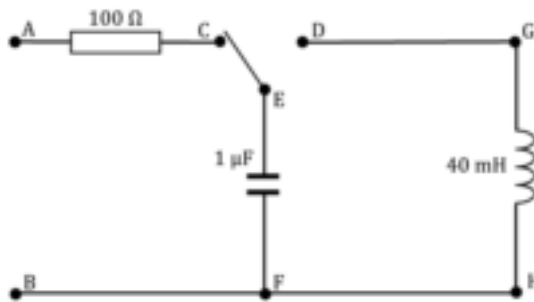
Oholtxoaren gainean 8 iltze kokatuko ditugu, eskema honen arabera:



Eta gero, osagai elektronikoak kokatuko ditugu: A eta C iltzeetan, 100Ω -eko erresistentzia-ren hanka bana soldatuko ditugu; kondentsadorearen borne bat E puntuan eta bestea F puntuan konektatuko ditugu; harilaren muturrak G eta H iltzeetan soldatuko ditugu; konmutadorearen hiru borneen artean komuna dena E puntuan lotuko dugu, eta beste biak C eta D puntuetan.

Konmutadore komertzial bat kokatu beharrian, latorrizko xafla malgu bat erabil dezakegu, betiere E iltzearekin kontaktuan, eta C edo D ukitzeko aukeran.

Bukatzeko, kableekin konektatuko ditugu D eta G, alde batetik; eta bestetik, B, F eta H. Azkenean, horrela geratuko zaigu zirkuitua:

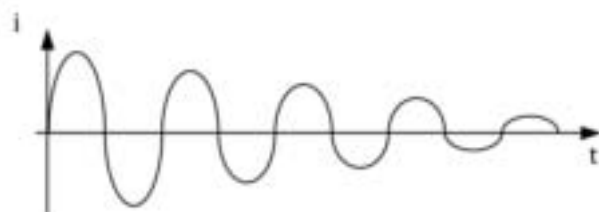


Pila baten edo elikatze-iturri baten bidez, A eta B puntuen artean 10 V -eko tentsio zuzena konektatzen badugu, eta konmutadorea ezkerreko posizioan badago, hau da, C eta D puntuak kontaktuan badaude, kondentsadorea kargatu egingo da, 10 V -eko tentsioa lortu arte.

Kondentsadorea kargatuta dagoenean, konmutadorea beste aldera mugitzen badugu, kondentsadorea pilotik banandu, eta harilarekin konektatuko dugu. Egoera berri horretan, kondentsadoreak bere barruan metatuta daukan energia harilari emango dio. Kondentsadorea, beraz, deskargatu egingo da, harila kargatzen den bitartean. Baina, gero, harilak jasotako energia kondentsadoreari itzuliko dio berriro. Egoera hori etengabe mantenduko balitz, seinale alternoa lortuko genuke.

Baina zirkuituaren elementu guztiek erresistentzia elektrikoa daukate, eta erresistentzia horiek energia elektrikoa bero bihurtzen dute. Beraz, kondentsadoreak eta harilak trukutzen duten energia gero eta murriztuagoa izango da, zeharo desagertu arte. Horregatik esaten dugu zirkuitu honen bitartez lortutako tentsio oszilazioak motelduak direla.

Prozesu guztia argi ikusteko, osziloskopioa erabiliko dugu, zunda G eta F iltzeen artean konektatuta. Pantailan ikusiko dugun seinalea irudian ageri da:



3.2 KORRONTE ALTERNOA KORRONTE ZUZEN BIHURTZEA

Praktika 5:

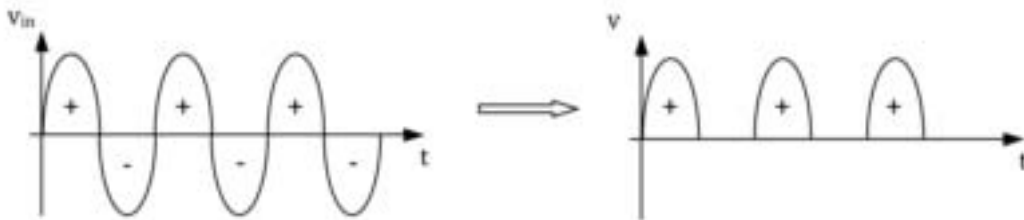
Artezgailua.

Oinarrizko kontzeptuak

Zentral elektrikoetan sortzen den korrante elektrikoa³⁰ alternoa³¹ da. Gainera, korrante alternoa garraiatzean agertzen diren galerak nahiko kontrolagarriak dira, transformadoreen bitartez tentsio³² handiak erabiliz gero. Horregatik, elektrizitate-konpainiek etxera ekartzen diguten korrante elektrikoa korrante alternoa da. Baina etxeko elektrotresna askok –elektronikoek, batez ere– korrante zuzena erabiltzen dute. Beraz, korrante alternoa korrante zuzena bihurtu behar da. Transformazio hori *zirkuitu arteztaileek* egiten dute, eta zirkuitu horien osagai garrantzitsuena *diodoa*³³ da.

Korrante alternoaren tentsioa etengabe aldatzen da positibotik negatibora. Beste era batean esanda, ziklo-erdi positiboak eta negatiboak tartekatzen ditu etengabe. Korrante zuzenaren tentsioa, berriz, beti da positiboa (edo beti negatiboa). Artezketa lehengo pausoa, beraz, ziklo-erdi negatiboak kentzea izango da.

Diodoak noranzko batean bakarrik eroaten du elektrizitatea. Alegia: diodoaren borneyen artean tentsio positiboa konektatuz gero, diodoa eroale hutsa da; baina konektatutako tentsioa negatiboa bada, diodoa *zirkuitu irekia* bihurtzen da, eta korrantea eten egiten da.



Horregatik, diodo bati tentsio alternoa aplikatzen badiogu, diodo bera erdi-ziklo positiboetan bakarrik izango da eroale, eta zirkuitutik igarotako korrante elektrikoa zeharo positiboa izango da. Hori da artezgailu gehienek oinarria.

Hala ere, horrela lortutako seinalea, positiboa izan arren, ez da zuzena izango, gorabehera nabarmenak izango baititu. Gorabehera horiek murrizteko, eta irteerako tentsioa konstanteagoa izateko, *kondentsadorez*³⁴ osatutako iragazkiak erabiltzen dira. Kondentsadoreak tentsioaren aldaketak moteltzen ditu: horrela, artezgailuak emandako tentsioak ez du jaisteko denbora izango berriro igo baino lehen, eta nahiko konstantea izango da.

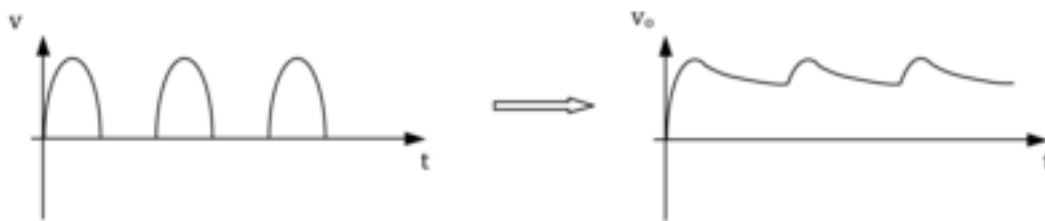
30. Korrante elektrikoa

31. Korrante motak

32. Potentziala eta potentzial-diferentzia

33. Diodoa

34. Kondentsadorea



Geratzen diren tentsio oszilazio txikiei *kizkurdura faktorea* esaten zaie. Seinale jarraitu on batek kizkurdura faktore txikia izan behar du. Eta zenbat eta kapazitate handiagoko kondentsadorea erabili, kizkurdura faktore txikiagoa lortuko da.

Artezgailu gehien funtzionamendua antzekoa izan arren, mota askotako zirkuituak daude. Batzuek seinalearen ziklo-erdi positiboak bakarrik aprobetxatzen dituzte; beste batzuek, berriz, erdi-ziklo guztiak erabiltzen dituzte, negatiboak direnak positibo bihurtu ondoren. Orokorrean, erabilitako diodo kopurua handituz gero, lortutako emaitzak hobekiago izango dira.

- *Uhin-erdiko artezgailuak*. Erdi-ziklo positiboak bakarrik erabiltzen dituzte.
- *Uhin osoko artezgailuak*. Erdi-ziklo negatiboak positibo bihurtzen dituzte, erdi-ziklo guztiak aprobetxatzeko. *Gratz-en zubi arteztailea* da hauetariko bat.

Bestalde, erabilitako elikadura korrontearen arabera, artezgailuak monofasikoak edo trifasikoak izan daitezke.

Artezgailu bat eraikitzea

Korrante alternoa (sinusoidala) korrante zuzen bihurtu nahi dugu. Horretarako, bi zirkuitu desberdin osatuko ditugu: *uhin-erdiko artezgailua* eta *uhin osoko artezgailua*. Lehena sinpleagoa da, errazagoa da ulertzeko eta egiteko; baina emango duen irteera-seinalea ez da guztiz zuzena izango: *kizkurdura faktore* handia izango du, hau da, tentsioa zeharo konstante izan beharrean, gorabeherak izango ditu. Bigarrenarekin, berriz, emaitza hobekiago lortuko ditugu, irteerako tentsioa konstanteago izango da. Zirkuitua, hori bai, konplexuagoa izango da.

Beste praktiketan bezala, zirkuitu elektronikoak egurrezko oholen gainean eraikiko ditugu. Oholetan iltzeak sartuko ditugu, osagai elektronikoen muturrak iltzeetan soldatuko ditugu eztaingaren bidez, eta iltzeen arteko konexioak osatzeko kobrezko hariak erabiliko ditugu.

Uhin-erdiko artezgailua.

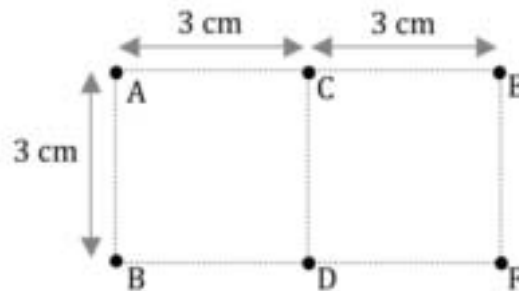
Muntaketan osagai hauek erabiliko ditugu:

- transformadore bat, 220 V-etik 12 V-era pasatzeko modukoa
- diodo bat (1N4007)
- 1 k Ω -eko erresistentzia bat
- 10 k Ω -eko erresistentzia bat
- 1 μ F-eko kondentsadore bat
- osziloskopioa

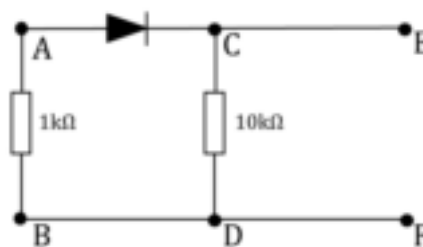
- egurrezko oholtxo bat, 20 x 20 cm-koa
- iltzeak
- gabila laburrak
- erregeleta bat
- eztainua
- soldagailua
- kobrezko haria

Lehendabizi, transformadorea oholean finkatuko dugu, gabila batzuen bitartez. 220 V-eko borne bietan kable bana soldatuko dugu, eta kable bi horien beste muturrak erregeleta batean konektatuko ditugu. Muntaketaren ostean, erregeleta hori erabiliko dugu zirkuitua sare elektrikoan konektatzeko.

Osagai elektroniko guztiak finkatzeko, 6 iltze sartu beharko dituzu oholean. Iltze horiek erdiraino sartuko dituzu egurrean, kanpoan geratuko den zatian soldadura egingo duzu eta. Iltzeak elkarrekin kokatutako bi karraturen (3 cm-ko albokoak) erpinetan jarriko dituzu. Irudian ageri da nola geratu behar duten:

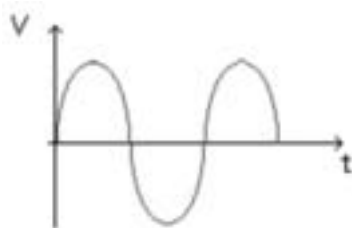


Orain, osagai elektronikoak finkatuko dituzu. $1\text{k}\Omega$ -eko erresistentziaren hanka bat A iltzean soldatuko duzu, eta bestea B iltzean. $10\text{k}\Omega$ -eko erresistentziarekin gauza bera egingo duzu, C eta D iltzeen artean. Diodoa soldatzerakoan bere polaritatea kontuan hartu behar duzu: ezin da edozein noranzkotan kokatu. Anodoa, markarik ez duen aldea, A iltzean konektatu behar duzu, eta katodoa, marra batez markatutako aldea, C iltzean. Bukatzeko, BD, CE eta DF iltze bikoiteak hari banaren bidez lotuko dituzu.



Artezgailua osatuta dago. Funtzionatzen hasteko, seinale alternoa sartu behar diogu A eta B kontaktuen artean. Horretarako, transformadorearen 12 V-eko irteerako bi borneetan kable bana soldatuko dugu. Horietako kable bat A iltzera eramango dugu, eta bestea B iltzera. Hori egin ostean, eta dena ondo badabil, transformadorea sare elektrikoan konektatuz gero, E eta F puntuen artean agertutako seinaleak zuzena izan beharko luke. Ea horrela den ikusteko, osziloskopioa erabiliko dugu:

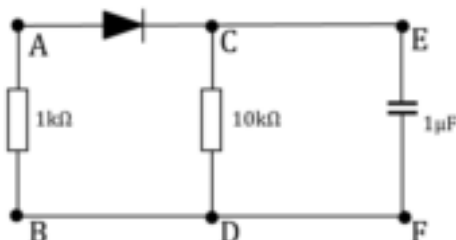
- a. Oszilospokioaren zunda A eta B iltzeen artean konektatuz gero, zirkuituaren sarreran kokatzen ari garen seinale alternoa agertuko da pantailan. Seinale hori sinusoidalak izango da, eta bere tentsioa, beraz, etengabe aldatuko da positibotik negatibora.



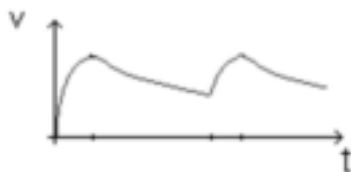
- b. Zunda zirkuituaren irteeran kokatuz gero, E eta F puntuen artean, arteztutako seinalea ikusiko dugu pantailan. Seinale horretan tentsioa ez da inoiz negatiboa izango, ziklo-erdi negatiboak desagertu egin baitira.

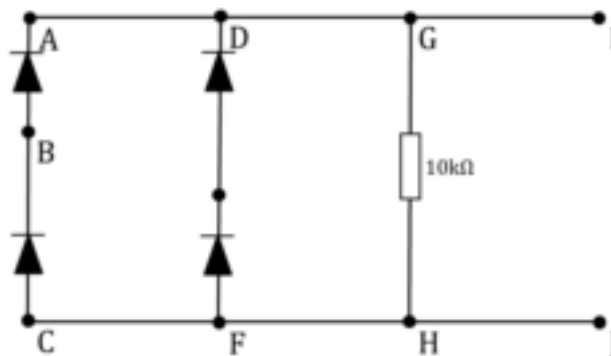


Hala ere, horrela lortutako seinalea ez da zuzena, bere tentsioak gorabehera handiak dauzka eta. Arazoa konpontzeko, kondentsadore bat erabiliko dugu. $1\ \mu\text{F}$ -eko kondentsadorea E eta F iltzeen artean txertatuko dugu.



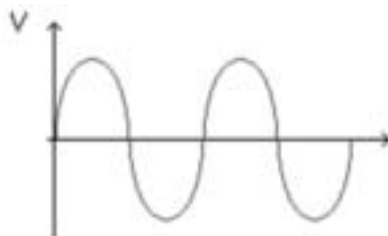
Kondentsadorearen lana tentsioaren aldaketak moteltzea da. Horren eraginagatik, zirkuituaren irteerako tentsioak ez du zerora heltzeko denborarik izango, bi ziklo-erdien artean. Hobeto ulertzeko, E eta F puntuen artean agertutako seinalea oszilospokioaren pantailan ikusiko dugu. Orain tentsioa askoz konstanteagoa da. Azkenean, seinale ia zuzena lortu dugu.





Transformadorearen 12 V-eko irteerako borneak zirkuituarekin lotu beharko ditugu. Kasu honetan B eta E iltzeetan. Prest daukagu artezgailua. Oraingo honetan ere osziloscopia erabiliko dugu emaitzak ikusteko.

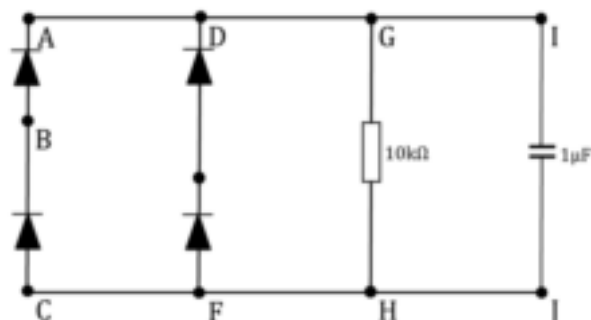
- a. Osziloscopiaoren zunda BE puntuetan konektatuko dugu sarrerako seinalea ikusteko. Aurrekoan bezala, seinale hori alternoa eta sinusoidala izango da.



- b. Zunda I eta J puntuetan lotzen badugu, pantailan ikusiko dugun seinalean ziklo-erdi negatiboak desagertuko dira, baina uhin-erdiko artezgailuaren zirkuituan ez bezala, ziklo-erdi positiboen artean tarterik ez da egongo: tentsioa zerora jaisten den bezain pronto, berriro igotzen da.



Eta aurreko kasuan bezala, hemen ere, lortutako seinalearen gorabeherak murrizteko, kondentsadorea erabil dezakegu, I eta J puntuen artean kokatuta. $1\mu\text{F}$ -eko kondentsadorea txertatuz gero, tentsioaren jaitsiera geldotuko da, eta artezgailuaren emaitza seinale zuzena izango da.



3.3 KORRONTE ELEKTRIKOAREN TENTSIOA ALDATZEA

Praktika 6:

Tentsio-zatitzailea.

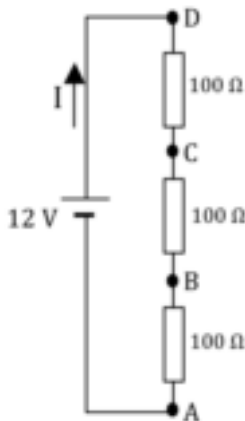
Oinarrizko kontzeptuak

Edozein tresna elektronikok bere elikatze-iturria izango du, pila bat edo artezgailu bat, tentsio³⁵ zuzen jakin bat ematen diona. Baina sarritan tresna barruko hainbat zirkuituk tentsio ezberdinak beharko dituzte funtzionatzeko. Tentsio horiek guztiak erresistentziaz³⁶ osatutako zirkuitu sinpleen bidez lor daitezke: *tentsio-zatitzaileak*.

Tentsio-zatitzailea seriean konektatutako erresistentzia multzo bat besterik ez da. Funtzionamendua ulertzeko, *Ohm-en legea*³⁷ gogoratu behar dugu:

$$V = R \cdot I$$

100 Ω-eko hiru erresistentzia seriean konektatzen baditugu, eta talde osoa 12 V-eko bateri batekin elikatzen badugu, erraz kalkula dezakegu osatutako zirkuitutik igaroko den korrontearen intentsitatea³⁸.



$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{12}{100 + 100 + 100} = \frac{12}{300} = 0,04 \text{ A}$$

Intentsitate horrek hiru erresistentzia zeharkatuko ditu, beraz, erresistentzia bakoitzaren borneyen arteko tentsioa kalkula dezakegu.

$$V_R = R \cdot I = 100 \cdot 0,04 = 4 \text{ V}$$

Horrela, A, B, C eta D puntuen artean bi aukeratuz, hiru tentsio desberdin lor ditzakegu: 4 V, 8 V eta 12 V. Eta horietako erresistentzia baten truke, *potentziometro*³⁹ bat jarritz gero, lortutako tentsioen balioak doi ditzakegu, potentziometroari eraginez gero.

Hala ere, hain zirkuitu sinpleak bere mugak ditu. Tresna elektronikok bere elikatze-tentsio-zatitzaile bat erabiltzen badugu, tresnaren erresistentzia baliokidea kontuan hartu behar dugu. Edozein zirkuitu elektrikok bere erresistentzia du, eta tentsio-zatitzaile batekin konektatzen dugunean, talde osoaren parametroak aldatzen dira.

Demagun elikatu nahi dugun tresnaren erresistentzia baliokidea 1000 Ω-ekoa dela, eta irudiko zirkuituaren A eta B puntuen artean konektatzen dugula, 4 V-eko tentsioa erabiltzeko asmoz. Hori egin ondoren, A eta B puntuen arteko erresistentzia aldatu egin da: paraleloan

35. Potentziala eta potentzial-diferentzia

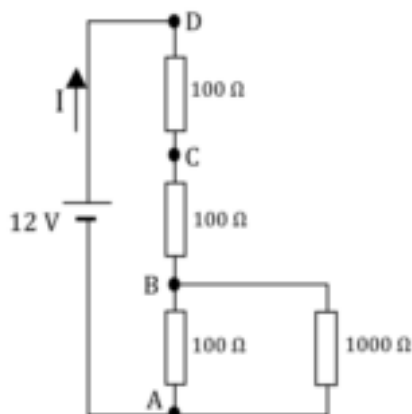
36. Erresistentzia

37. Ohm-en legea

38. Korrante elektrikoa

39. Erresistentzia

konektatutako bi erresistentzia ditugu orain, 100 Ω-koa eta 1000Ω-koa, hain zuzen. Bi erresistentzia horien balio osoa honela kalkulatu dugu:



$$R_{AB} = \frac{100 \cdot 1000}{100 + 1000} = 90,9 \Omega$$

Zirkuitutik pasako den intentsitatea, beraz, handiagoa izango da:

$$I = \frac{12}{100 + 100 + 90,9} = 0,4125 \text{ A}$$

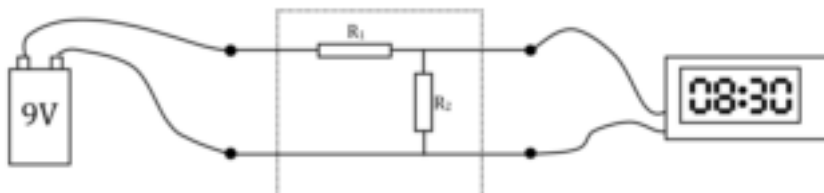
Eta A eta B puntuen arteko tentsioa ez da 4 V-ekoa izango, nahi genuen moduan:

$$V_{AB} = 0,4125 \cdot 90,9 = 3,75 \text{ V}$$

Horrela, tentsio-zatitzailea diseinatzerakoan, konektatuko diogun kargaren erresistentzia kontuan hartu beharko dugu.

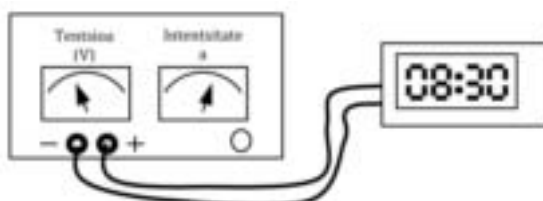
Tentsio zatitzaile bat eraikitzea

Demagun tresna elektroniko bat daukagula, kontsumo gutxikoa: 1,5 V-eko pila bi erabiltzen dituen erloju digital bat, adibidez. Baina 9 V-eko pila bat besterik ez daukagu tresna hori elikatzeke. Tentsio zatitzaile bat eraikiko dugu, behar dugun 3 V-eko **tentsioa** lortzeko. Horretarako, bi erresistentzia bakarrik behar ditugu.



Baina egingo dugun zirkuitu horrek, irteerako tentsio zehatz bat emateaz gain, erlojuak kontsumitzen duen korrontearen intentsitatea ere sortu beharko du. Beraz, konexioak egiten hasi baino lehen, elikatu nahi dugun tresna aztertuko dugu, beharko duen intentsitatea kalkulatzeko. Eta emaitzen arabera, zatitzailearen erresistentzien balioak kalkulatu ditugu.

1. pausoa. Elikatu nahi dugun tresnak kontsumitzen duen korrontearen intentsitatea aztertuko dugu. Horretarako, pilak kenduko dizkiogu, eta pila-etxearen borneetan elikatze-iturri bat konektatuko dugu, 3 V emateko doitu. Erlojua ondo dabilela egiaztatu ostean, elikatze-iturriak markatutako intentsitatea begiratuko dugu. Elikatze-iturriak amperemetrorik ez badu, polimetro bat erabil dezakegu. Horrela bada, gogoratu intentsitatea nola neurtzen den polimetroarekin.



Erlojuak erabiltzen duen tentsioa eta kontsumitzen duen intentsitatea jakinda, erraz kalkulatu dugu erlojuaren erresistentzia baliokidea, Ohm-en legea erabiliz. Irakurritako intentsitatea 0,5 mA-koa bada, erlojuaren erresistentzia baliokidea 6 kΩ-ekoa izango da.

$$V = I \cdot R \Rightarrow R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{3V}{0,5 mA} = 6 k\Omega$$

2. pausoa. Zatitzaileak arazorik gabe funtziona dezan, pilak emandako korrontearen intentsitate erlojuak kontsumitutakoa baino nahiko handiagoa izan behar du; hamar aldiz handiagoa, esate baterako. Hori kontuan hartuta, gure zirkuituaren erresistentzia osoa kalkulatu dugu.

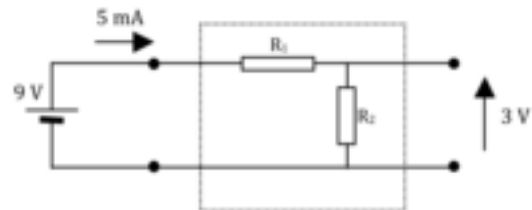
$$I_T = 10 \cdot I = 10 \cdot 0,5 = 5 mA$$

$$R_T = \frac{9V}{I_T} = \frac{9V}{5 mA} = 1,8 k\Omega$$

3. pausoa. Lortutako datuekin, zatitzailearen erresistentzien balioak kalkulatu ditugu, betiere Ohm-en legea aplikatuz.

$$R_2 = \frac{V_s}{I_T} = \frac{3V}{5 mA} = 600\Omega$$

$$R_1 = R_T - R_2 = 1800\Omega - 600\Omega = 1200\Omega$$

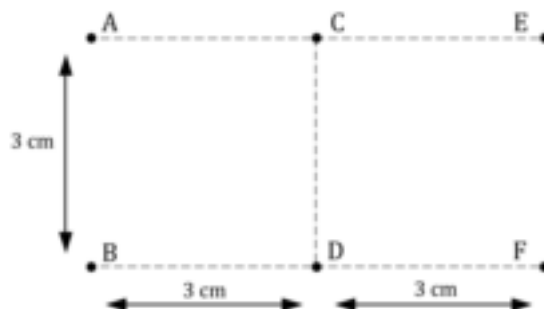


4. pausoa. Baina merkatuan ez dira balio guztietako erresistentziak saltzen. Fabrikatzen direnen artean, kalkulatu zenbakietatik hurbilen daudenak aukeratu beharko ditugu. Hurrengo zerrendakoak dira 500 Ω eta 3000 Ω arteko balio komertzialak.

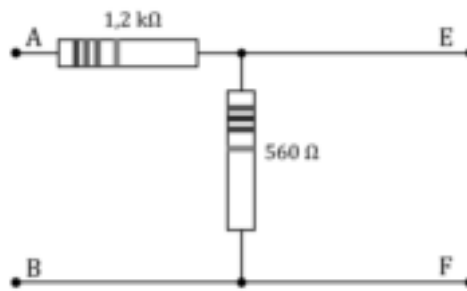
510Ω 560Ω 680Ω 820Ω 1kΩ 1,2kΩ 1,5kΩ 1,8kΩ 2,2kΩ 2,7kΩ 3,3kΩ

Planteatutako adibidean 560 Ω eta 1,2 kΩ-ekoak erabiliko ditugu.

5. pausoa. Oholtxoaren gainean sei iltze kokatu ditugu, egurrean guztiz sartu gabe, irudian erakusten den moduan.



A et C puntuen artean R_1 erresistentzia ($1,2\text{ k}\Omega$) soldatuko dugu, eta C eta D puntuen artean R_2 ($560\ \Omega$). Gero, kable zatiekin konektatuko ditugu C eta E, alde batetik, eta B, D eta F beste aldetik. Honela geratuko da zirkuitua:



9 V-eko pila A eta B puntuen artean konektatu ondoren, E eta F iltzeen arteko tentsioa egiaztatuko dugu polimetro baten bidez. Ez du justu 3 V-ekoa izan behar, baina ezin da urrun egon.

6. *pausoa*. Zirkuitua bukatuta dago. Orain, erlojuari konektatzea baino ez zaigu geratzen. E eta F iltzeetatik kable bana aterako dugu, eta erlojuaren pila-etxearen bornetara eramango ditugu. Dena ondo badabil, erlojua martxan jarriko da.

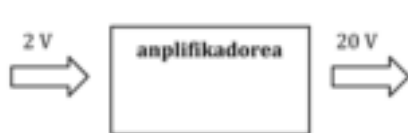
Praktika 7:

Anplifikadorea.

Oinarrizko kontzeptuak

Anplifikadorea zirkuitu elektronikoa da, seinale elektrikoaren magnituderen bat handitzen duena, besteak beste, korrante-intentsitatea⁴⁰ edo tentsioa⁴¹.

Anplifikadore baten ezaugarri esanguratsuena *irabazia* da, irteerako eta sarrerako seinaleen arteko erlazioa. Erlazio hori zatiketa moduan edo dezibeliotan adieraz daiteke. Hona hemen adibide bat:



Irabazia: $A = \frac{20}{2} = 10$

edo $A = \log \frac{20}{2} = \log 10 = 1dB$

Normalean, anplifikadorearen irabazia konstantea da maiztasun tarte batean. Seinalearen maiztasuna handiegia edo txikiegia bada, irabazia murriztu egiten da. Zirkuituak ondo funtzionatzeko, beraz, seinalearen maiztasuna aipatutako tarte horren barruan ego beharko du.

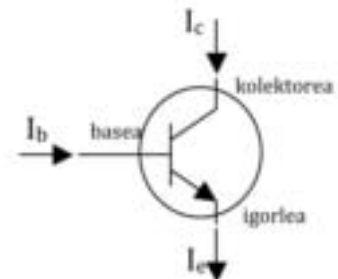
Anplifikadore batzuek ez dute kanpoko energia erabiltzen handitu nahi den magnitudea anplifikatzeko. Tentsioa handitzen dute intentsitatea jaisten duten bitartean, edo alderantziz. Potentzia⁴², beraz, konstante mantentzen da (potentziaren formula gogoratu). Azken finean, anplifikadore horiek transformadoreak bezala egiten dute lan.

Beste anplifikadore batzuek, berriz, kanpoko elikatze-iturri bat behar dute. Iturri horretatik hartutako energia seinalearen potentzia handitzeko erabiliko dute. Horrela, tentsioa edota intentsitatea ere igoko dira, seinalearen forma aldatu gabe. Anplifikadore hauen oinarrizko elementua, osagai aktiboa, *transistorea*⁴³ da.

Transistore mota guztien artean, bipolarra da erabiliena. Beste guztiek bezala, hiru hanka ditu, honela izendatuak: *basea*, *kolektorea* eta *igorlea*. Intentsitate anplifikadore moduan funtzionatzen du, hau da, basetik korrante txiki bat sartzen badugu, igorletik handiagoa izango den beste korrante bat sortuko da. Bi korrante-intentsitateen arteko erlazioa transistorearen anplifikatze-faktorea izango da, eta β deituko diogu.

$$\beta = \frac{I_e}{I_b} \Rightarrow I_e = \beta \cdot I_b$$

$$I_b + I_c = I_e$$



40. Korrante elektrikoa

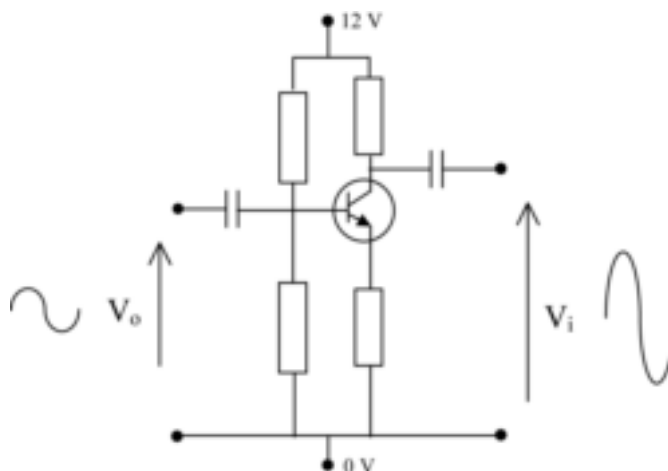
41. Potentziala eta potentzial-diferentzia

42. Energia eta potentzia elektrikoak

43. Transistorea

Anplifikadoreak osatzerakoan, transistoreak konektatzeko hiru era daude: base komunean, kolektore komunean eta igorle komunean. Azkenaren funtzionamendua aztertuko dugu.

Irudian, igorle komuneko konfigurazio simple bat erakusten da.

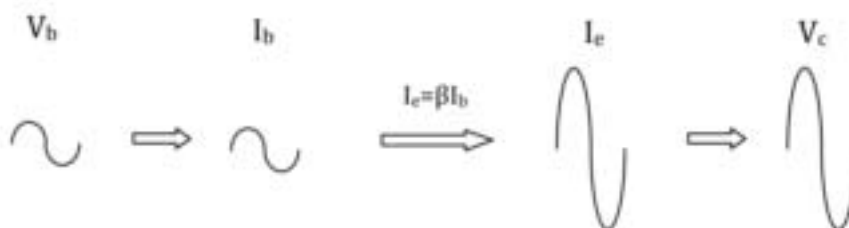


Basearen eta igorlearen barruko lotura, *diodo*⁴⁴ bat bezalakoa da. Baseko tentsioa igorlekoa baino handiagoa izanez gero, basetik igorlera korronea pasatuko da.

Irudian basea ezkerreko bi erresistentzien⁴⁵ artean konektatuta dago, eta bi erresistentzia horiek *tentsio-zatitzaile*⁴⁶ bat osatzen dute. Beraz, basean 0 V eta 12 V-en bitarteko tentsio bat egongo da. Erresistentziak ondo aukeratuta badaude, tentsio hori igorlekoa baino handiagoa izango da. Horrela, basetik korronea bat sartuko da transistorera.

Azaldu dugunez, basetik korronea igaroz gero, igorletik korronea handiago bat pasatuko da, bai eta kolektoretik ere. Kolektorean, beraz, tentsio bat finkatuko da.

Gauzak horrela, *kondentsadore*⁴⁷ baten bidez, transistorearen basean tentsio oszilazioak sortzen baditugu, baseko korroneak ere gorabeherak izango ditu. Horren ondorioz, igorleko korroneak ere oszilatuko du, gorabehera handiekin. Eta korrone horrekin batera, igorleko eta kolektoreko tentsioak ere bai:



Lortu dugu, beraz, seinale baten tentsioa handitzea, seinalaren forma aldatu gabe. Eta horretarako, kanpoko elikatze-iturri bat erabili behar izan dugu, 12 V-ekoa.

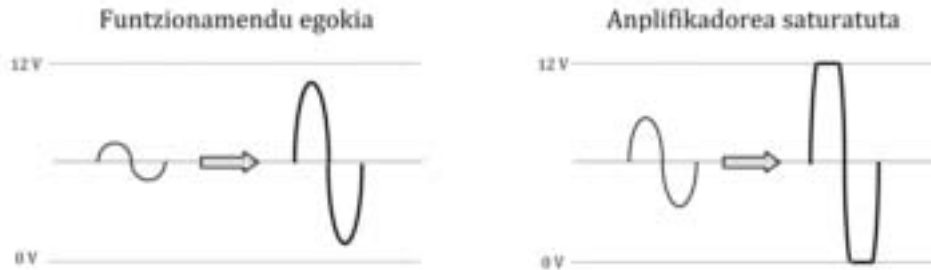
44. *Diodoa*

45. *Erresistentzia*

46. *Praktika 6: Tentsio-zatitzailea*

47. *Kondentsadorea*

Anplifikadore hauetan sarrerako seinaleak txikia izan behar du, elikatze-iturriaren tentsioarekin konparatuz. Irteerako tentsioa inoiz ez da izango elikatze-iturriak emandakoa baino handiagoa, beraz, sarrerako seinalea handiegia izanez gero, anplifikatutako seinalea moztuta agertuko da, alegia, anplifikadorea saturatu egiten da.



Lortutako anplifikazioa nahikoa ez bada, zirkuitu bi (edo gehiago) katea ditzakegu. Lehenaren irteera bigarrenaren sarrerarekin konektatzen badugu, bi anplifikadoreen irabaziak biderkatuko dira, eta anplifikadore ahaltzuagoa izango dugu.

Anplifikadoreak hainbat aplikazio elektronikotan erabiltzen dira, mota askotako tresnak egiteko. Besteak beste, soinu-ekipamenduan, mikrofono batez hartutako soinua bozgorailu batetik bolumen egokian entzun dadin.

Anplifikadore bat eraikitzea

Praktika honetan bi etapako anplifikadore bat eraikiko dugu. Etapa bakoitzean *transistore bipolar* bat egongo da, *igorle komun* moduan konektatuta. Etapa biak kateatuta egongo dira, hots, lehenaren irteera bigarrenaren sarrera izango da; horrela anplifikazio-efektuak biderkatu egiten dira, eta, azkenean, lortutako irabazia nabariagoa izango da.

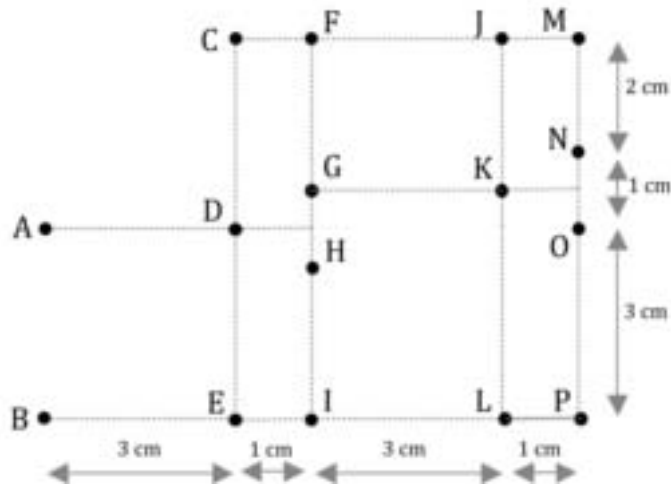
Hona hemen erabiliko ditugun materialak:

- osagai elektronikoak

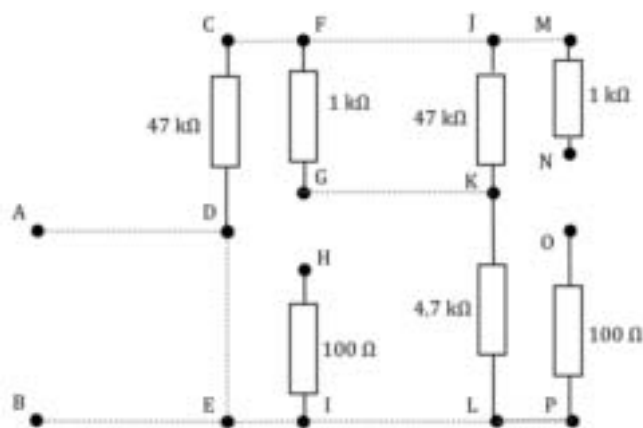
	ezaugarriak	kopurua
Erresistentziak	100 Ω	2
	1 k Ω	2
	47 Ω	2
	4,7 Ω	1
Potentziometroak	10 k Ω	1
Kondentsadoreak	1 μ F 16V	2
Transistoreak	BSY 25	2

- elikatze-iturria
- seinale-sorgailua
- polimetroa
- osziloskopioa
- konexioetarako kableak
- egurrezko oholtza bat (20 x 20 cm-koa)
- iltzeak
- eztainua
- soldagailua
- kobrezko haria

Lehendabizi, zirkuituaren oinarria prestatuko dugu. 16 iltze kokatu beharko ditugu egurrean, guztiz iltzatu gabe: kanpoan geratuko diren iltze zatietan osagai elektronikoen hankak soldatuko ditugu. Iltzeen kokapena irudi honetan erakusten da:



Iltze guztiak kokatu ondoren, *erresistentziak* soldatuko ditugu, irudian agertzen den moduan:



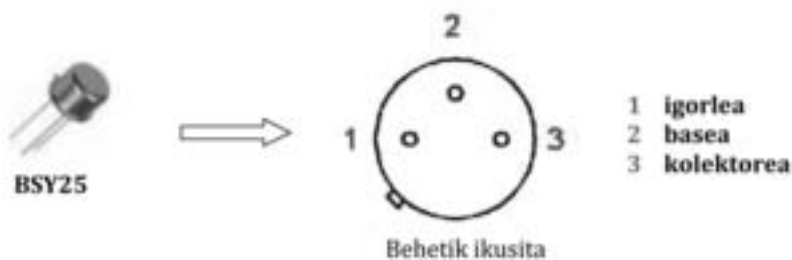
*Potentziometroak*⁴⁸ ez ditu hanka luzeak, erresistentzia finkoek bezala. Horregatik, kableak erabiliko ditugu haren borneak dagozkien iltzeekin lotzeko. Hori kontuan hartuta, konexio hauek egingo ditugu: erdiko eta mutur bateko borneak E iltzearekin konektatuko ditugu, eta beste muturreko bornea D iltzera eramango dugu. Soldadurak egin baino lehen, komenigarria izango litzateke potentziometroa finkatzeko egituraxoren bat eraikitzea.



Erresistentzia guztiak finkatu ostean, *kondentsadoreak* txertatuko ditugu. Bata A eta D puntuen artean, eta bestea G eta K puntuen artean.

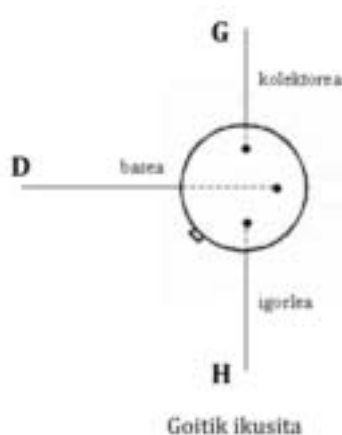
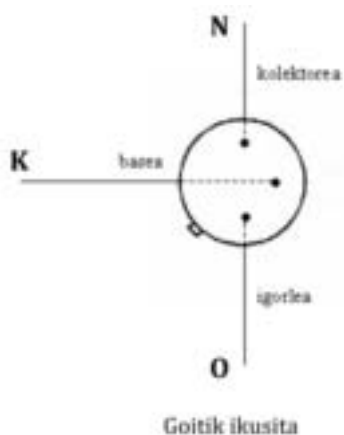
Transistoreak elementu inportanteenak dira, bai eta kokatzen zailenak ere. Transistore batek hiru hanka ditu (igorlea, basea eta kolektorea), eta hanka bakoitza berezia da: ezin dira nahastu. Garrantzitsua da, beraz, hanka bakoitza identifikatzea eta bere lekuan kokatzea.

Mota eta itxura askotako transistoreak daude. Bakoitzaren kasuan hanka bakoitza zein den jakiteko, fabrikatzailearen katalogoak kontsultatu beharko ditugu. Muntaketa honetan BSY25 deitutako transistore bipolarrak erabiliko ditugu, irudikoaren antzekoa. Hankak gora kokatuz gero, eskemak adierazten duen moduan ikusiko ditugu igorlea, basea eta kolektorea.



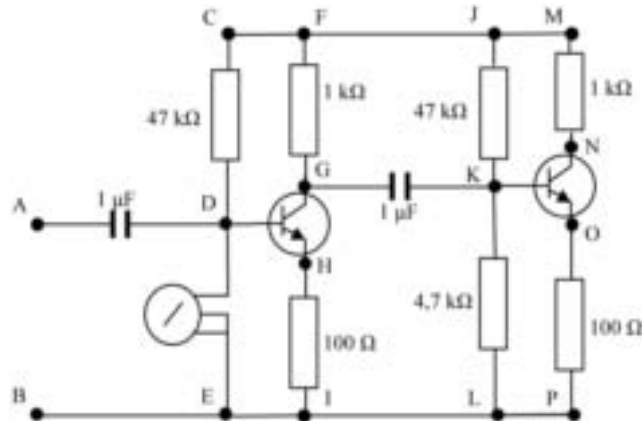
Hori jakin ondoren, transistoreak taulan adierazten den moduan soldatuko ditugu:

	1. transistorea	2. transistorea
Basea	D	K
Kolektorea	G	N
Igorlea	H	O



48. Erresistentzia

Zirkuitua bukatzeko, kablez konektatuko ditugu C, F, J eta M iltzeak alde batetik, eta B, E, I, L eta P iltzeak bestetik.



Anplifikadorea lan egiten hasteko, elikatze-tentsioa eman behar diogu. Horretarako, elikatze-iturriaren bidez, 10 V konektatuko ditugu C eta E puntuen artean. Polaritatea oso garrantzitsua da, beraz, iturriaren borne positiboa C iltzearekin lotuko dugu, eta negatiboa, berriz, E puntuarekin.

Gainera, funtzionamendua egokia izateko, lehenengo transistorearen baseko tentsioak balore baten inguruan oszilatzea behar du. Potentziometroaren bidez lortuko dugu hori: polimetroarekin E eta D puntuen arteko tentsioa neurtzen dugun bitartean, potentziometroari eragingo diogu, neurtutako tentsioa 9 V-ekoa izan arte.

Dena dago prest. Anplifikatu nahi dugun seinalea A eta B puntuen artean kokatuz gero, N eta P puntuen artean anplifikatutako seinalea agertuko da. Hori egiaztatzeko, seinale-sorgailua doitu egingo dugu tentsio sinusoidal bat emateko, honako ezaugarri hauekin: 0,2 V-eko puntatik puntarako tentsioa eta 1 kHz-eko maiztasuna. Seinale hori zirkuituaren sarreran kokatuko dugu (ABn), eta oszilozkopia erabiliz, AB puntuen arteko seinalea eta NP puntuen artekoa pantailaratuko ditugu: bigarrena lehena baino handiagoa izango da, itxura berdina mantendu arren.

Dena ondo badabil, seinale-iturria erabili beharrean, mikrofono bat koka dezakezu AB sarreran, eta bozgorailu bat NP irteeran. Probak egin eta emaitzak aztertu. Anplifikatze-efektua nabariagoa izateko, jarraitu oszilozkopia erabiltzen sarrera eta irteerako seinaleak ikusteko.

Praktika 8:**Transformadorea.****Oinarrizko kontzeptuak**

Transformadorea tresna elektriko bat da, korrante alternoaren⁴⁹ tentsioa⁵⁰ aldatzen duena. Tentsio handiko eta intentsitate⁵¹ txikiko korrantea tentsio txikiko eta intentsitate handiko korrante bihurtzen du; bai eta alderantziz ere.

Tresna honek garrantzi handia du energia elektrikoa garraiatzean. Izan ere, gure etxebizitzetan erabiltzen dugun elektrizitatea urrun dauden zentraletan sortzen da, eta zentral horiek (hidroelektrikoak, eolikoak, termikoak, nuklearrak...) korrante alternoa ematen dute. Gero, elektrizitate hori etxeetara helarazi behar da, linea elektrikoen bitartez. Eta linearen kableetan energia galera⁵² nabarmenak gertatzen dira, *Joule efektuarengatik*⁵³. Elektroiek kableak berotu egiten dituzte haien barrutik igarotzean. Beraz, energia elektrikoaren zati bat bero moduan askatzen da. Joule-n formula honetan Q galtutako energia da:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Energiaren galerak txikiak izateko, kableetatik igarotako intentsitateak ere txikia izan behar du. Eta garraiatu nahi den potentzia finkoa bada, intentsitatea txikia izateak tentsioa handia izatea dakar, potentzia tentsioaren eta intentsitatearen arteko biderketa baita.

Beraz, energiaren kontsumoa optimizatu nahi badugu, zentral elektrikoetan sortutako elektrizitatearen tentsioa handitu behar dugu, sare elektrikoan sartu baino lehen. Gero, kontsumo puntuetan tentsioa jaitsi egingo dugu berriro, tentsio handiko korranteak maneiatzea oso arriskutsua delako.

Laburbilduta: zentral elektrikoek 10.000 volteko korranteak sortzen dituzte, linea elektrikoetatik 400.000 volteko korranteak garraiatzen dira, eta etxebizitzetan 230 volteko tentsioak erabiltzen ditugu. Aldaketa horiek lortzeko, transformadoreak erabiltzen dira.

Lehenengo transformadorea 1884an asmatu zen, elektrizitatea garraiatzeko. 1886n, Estatu Batuetan, elektrizitatea banatzeko transformadoreak erabiltzen zituen lehenengo instalazio komertziala eraiki zen. Eta urte berean, Italian, 30 kilometroko banaketa linea bat jarri zen martxan, transformadoreen bitartez 2000 volteko korrante elektrikoa garraiatzen zuena.

Gaur egun, elektrizitatearen erabilerak herrien garapen maila markatzen du. Tentsio handiko banaketa sareek izugarritzko garrantzia lortu dute. Eta sare horien oinarrizko osagaia da transformadorea.

Michael Faraday-k *indukzio elektromagnetikoaren*⁵⁴ printzipioa deskribatu zuen. Printzipio horretan oinarritzen da transformadorearen funtzionamendua. Hari-espira baten erdian eremu magnetiko⁵⁵ aldakor bat agertzen bada, espiran korrante elektriko bat sortzen da.

49. Korrante motak

50. Potentziala eta potentzial-diferentzia

51. Korrante elektrikoa

52. Energia eta potentzia elektrikoak

53. Joule efektua

54. Faraday-ren legea

55. Eremu magnetikoa

Hots, eremu magnetikoak korrante elektrikoa induzitzen du espiran. Eta alderantziz ere bai: espira batetik igarotzen den korrante alternoak eremu magnetiko aldakor bat sortzen du espira erdian.

Oinarrizko transformadoreak hiru osagai ditu: burdinazko *nukleoa*, *haril*⁵⁶ *primarioa* eta *haril sekundarioa*. Nukleoa burdinazko pieza lodi eta astun bat da, karratu formakoa, erdian zulatua. Nukleoaren bi aldeetan, burdinaren inguruan, kiribildutako haria dago: alde batean haril primarioa eta bestean haril sekundarioa, bakoitzak bere bira kopurua duela.

Eraldatu nahi dugun korrante alternoa haril primarioan konektatuko dugu. Harizko biretatik pasatzean, korrante alternoak eremu magnetiko bat sortuko du harilaren erdian. Eremu magnetiko hori burdinaren bidez transmitituko da nukleoan zehar, eta haril sekundarioa helduko da. Eremu magnetikoa alternoa denez, korrante alterno batek sortua delako, korrante alterno berri bat sortuko du haril sekundarioan.

Indukzio elektromagnetikoaren fenomenoan parte hartzen duten korrante elektrikoa eta eremu magnetikoa erlazionatuta daude, eta erlazio hori harilaren bira kopuruaren baitan dago. Transformadore batean bi prozesu desberdin gertatzen dira: primarioan korranteak induzitzen du eremu magnetikoa; sekundarioan, berriz, eremuak sorrarazten du korrantea. Pausu bakoitzean parte hartzen duen harilaren espira kopuruak desberdinak dira. Prozesu osoa ez da, beraz, simetrikoa. Horregatik, primarioan sartutako tentsioa eta sekundarioan lortutakoa desberdinak dira. Haien arteko erlazioa harila bien bira kopuruaren bidez kalkula daiteke:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$$

N_p: haril primarioaren bira kopurua.

N_s: haril sekundarioaren bira kopurua.

V_p: haril primarioan konektatutako tentsio elektrikoa.

V_s: haril sekundarioan agertutako tentsio elektrikoa.

Horrela lortzen du transformadoreak korrante elektrikoaren tentsioa aldatzea, igotzeko zein jaisteko.

Transformadorea agertu zenetik hona, hainbat erabilera asmatu dira. Eta erabilera horien arabera sailka ditzakegu transformadoreak. Hona hemen adibide batzuk:

- *Tentsioa igotzeko edo jaisteko transformadorea*. Azpiestazio elektrikoetan erabiltzen diren transformadoreak dira. Energia elektrikoa garraiatzeko sareetan Joule efektuak eragindako galerak murrizteko erabiltzen dira. Aurretik azaldu dugunez, komenigarria da beti elektrizitatea tentsio handitan garraiatzea, eroaleen erresistentziagatik⁵⁷. Transformadore hauek korrantearen tentsioa igo egiten dute sarera sartzerakoan, eta jaitsi egiten dute saretik ateratzerakoan.
- *Isolatzeko-transformadorea*. Transformadore hauen lana ez da tentsioa aldatzea, baizik eta zirkuitu elektriko⁵⁸ bat babestea. Transformadore batean bi zirkuitu dauzkagu, haien artean kontaktu elektrikorik ez daukatena, eremu magnetikoen bidez eragiten dute elkar. Beraz, sekundarioan agertutako gaitzera elektrikoa ez du kalterik sortuko primarioan.

56. *Induktorea edo harila*

57. *Erresistentzia*

58. *Zirkuitu elektrikoa*

- *Elikadura-transformadorea*. Hainbat aparatu elektrikoren barruan kokatuta daude, aparatu bakoitzak behar duen tentsioa sortzeko. Askotan, fusibleak dauzkate primarioaren zirkuituan: tenperatua gehiegi igotzen bada, zirkuitua moztuko dute fusible horiek.
- *Neurketa-transformadorea*. Tentsio handiko zirkuitutan neurriak hartu behar direnean, neurketa-tresnak edo neurketa-zirkuituak zirkuitu nagusietatik elektrikoki isolatuta egon behar dira. Horretarako, transformadore hauek erabiltzen dira.

Transformadorearen nukleoa burdinazkoa da. Eroale elektriko ona, beraz. Baina haren lana ez da elektrizitatea eramatea, baizik eta eremu magnetikoa bideratzea. Guk ez dugu zuzenean korrante elektrikorik konektatuko nukleoan, baina eremu magnetikoaren poderioz, induzitutako korrante elektriko txikiak agertuko dira: *Foucault-en korranteak*. Korrante horietan energia galtzen da, transformadorearen errendimendua murrizten da.

Galera horiek saihesteko, nukleoa ez da burdinazko bloke batean eraikitzen. Isolatutako xafla finez osatzen da, haien artean itsatsia, milorri tarta bat bezala. Laminen lodiera 0,30 mm eta 0,50 mm tartean egon ohi da.

Transformadore bat eraikitzea

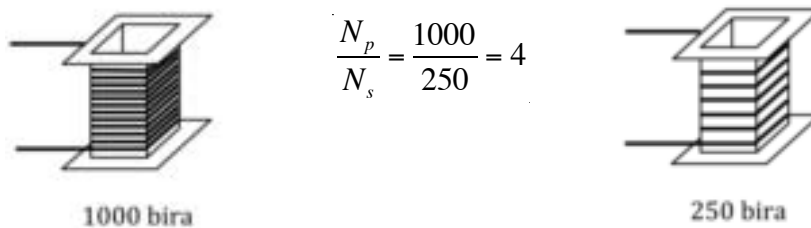
Hainbat transformadore komertzialetan ez bezala, eraikiko dugun transformadorean argi bereiziko dira osagaiak: haril primarioa, haril sekundarioa eta nukleoa. Haril biak fisikoki banatuta egongo dira: bata nukleoaren ezkerrean eta bestea eskuinaldean. Horrela, errazagoa izango da transformadoreak nola funtzionatzen duen ulertzea: energia elektrikoa nola pasatzen den haril batetik bestera, biek elkar ukitu ez arren.

Haril primarioan konektatutako tentsioak eragindako eremu magnetikoa haril sekundarioa helduko da nukleotik, eta han tentsio berri bat sortuko du. Tentsio hori eta primarioan konektatu dugunaren arteko erlazioa bi harilen bira kopuruen artekoaren berdina izan beharko da. Berdintasun hori erraz egiaztatuko dugu muntaketa honetan.

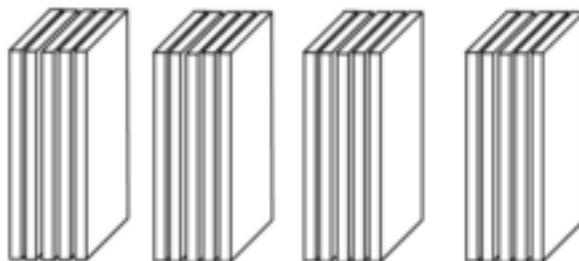
Honako material hauek erabiliko ditugu:

- esmalteztatutako kobrezko haria
- PVCzko txirrika edo tutu zati bi
- altzairuzko xaflak
- kablea
- konexiorako erregletak

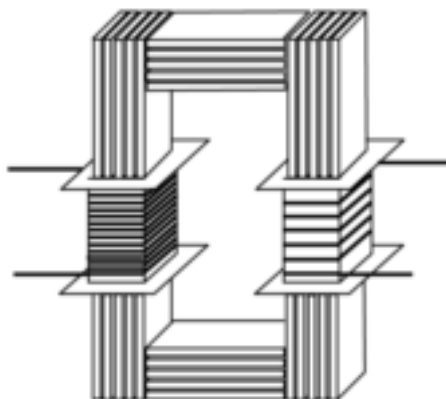
Txirrika edo tutu baten inguruan, kobrezko haria kiribilduko dugu, 1000 bira inguruko haril bat osatu arte. Hori izango da gure haril primarioa. Gauza bera egingo dugu sekundarioa sortzeko, baina bakarrik 250 bira bilduko ditugu orain. Horrela, transformazio erlazioa 4 izango da:



Altzairuzko xafla batzuk ebaki beharko ditugu, 40 x 8 mm-koak. Launaka edo bosnaka bilduko ditugu, ebakidura karratutako barrak lortzeko. Lau barra beharko ditugu. Barra bana txertatuko dugu txirrika bakoitzaren barruan, eta beste barra biek in nukleoaren forma karratua itxiko dugu.



Xaflak haien artean itsasteko soldadura erabil daitezke, baina goma elastikoen bidez elkarrekin lotzea nahikoa izango da.



Transformadorea osatuta dago. Badabilela egiaztatzeko, haril primarioan korrante alternoa konektatuko dugu. Arazoak ez izateko, sare elektriko arrunta (230 V) ez dugu erabiliko. Seinale-sorgailu batetik ateratako volt gutxiko korrante alternoa sartuko dugu primarioan. Polimetro baten bidez (osziloskopioa ere erabil daitezke) haril sekundarioan agertutako tentsioa neurtuko dugu. Dena ondo egonez gero, sarrerako eta irteerako tentsioen arteko zatiketak zenbatekoa izan beharko duen badakigu:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = 4$$

Gogoratu hau: sekundarioan korrantea agertzeko, eremu magnetikoak aldakorra izan behar du. Eta eremu magnetiko aldakorra sortzeko, primarioaren korrante elektrikoak ere aldakorra izan behar du. Korrante alternoa konektatu beharrean korrante zuzena konektatuz gero, eremu magnetiko konstantea sortuko litzateke, eta sekundarioan ez litzateke korranterik agertuko. Beraz, polimetroak 0 voltetako tentsioa neurtuko luke. Transformadoreak alternoarekin bakarrik erabil daitezke.

*Zertarako erabiltzen
dugu elektrizitatea?
Hirugarren
praktika multzoa*

4

4.1 ARGIA LORTZEKO

Praktika 9:

Bonbilla.

Oinarrizko kontzeptuak

Gizakiak ilunpeko guneak argitu nahi izan ditu betidanik. Hasieran eguzkia zen argi-iturri bakarra. Gero, sua aurkitu zen, eta orain dela 9000 urte inguru, Mesopotamian, olioeko lanpara erabiltzen hasi ziren. Geroago, K.o. 400. urtean, feniziarrek argizarizko kandelak asmatu zituzten, oraindik erabiltzen ditugunak. XVIII. mendearen bukaeran, hiri handietako kaleko argiterian gasa erretzen zen argia lortzeko, eta XIX. mendean petrolioa ere bai.

Baina XIX. mendean modan zegoen energia elektrizitatea zen. Hainbat ikerlari lan egiten hasi ziren elektrizitate argia lortzeko. Lehenengo esperimntua Humphry Davy britainiarra egin zuen 1840an: platinozko hari batetik elektrizitatea pasaraziz, metalaren goritasuna lortzen zuen, baina filamentua oso azkar urtzen zen. Hamar urte geroago, arku elektrikoaren bidez lortu zen argia. Sistema hori oraindik ere erabiltzen da egoera berezi batzuetan.

Baina berehala ospetsu bihurtu zen dispositibo elektriko goritasunezko lanpara izan zen, gaur egun hain arrunta den bonbilla. Bi ikerlarik diseinatu zuten, bakoitzak bere aldetik: Sir Joseph Swan britainiarra eta Thomas Alva Edison estatu batuarrak. Patentea azken horrek lortu zuen 1878an.

Orduetik hona, jatorrizko diseinuak ez du aldaketa handirik izan:

- beirazko anpoila (barruan hutsa eginda duena)
- metalezko hari fina (anpoilaren barruan)
- metalezko zorroa (hari finaren mutur biak kanpoko zirkuituetan konektatu ahal izateko)

Eta funtzionamendua erraza da. Zorroaren bi poloetan elikatze-iturri bat konektatzen denean, tentsio⁵⁹ egoki bat aplikatuz, korrante⁶⁰ bat sortzen da filamentuan zehar. Elektroiek hariaren metala berotzen dute, *Joule efektuagatik*⁶¹. Beroa nahiko handia bada, metala gorri-gorri jartzen da, eta argia ematen du. Arazoa zera da: filamentuaren goritasuna lortzea, filamentua bera erre edo urtu gabe. Horretarako, metal bereziak erabiltzen dira (tungstenoa, adibidez) eta bonbillaren barruko oxigenoa ateratzen da, edota gas inerte batekin ordezkatzeko da.

Aldi berean, bonbillak emandako argiaren intentsitatea nahikoa izateko, filamentuan lortutako tenperaturak oso altua izan behar du. Eta horretarako, filamentuaren erresistentzia elektrikoak⁶² ere handia izan behar du. Zenbat eta erresistentzia gehiago, orduan eta marruskadura handiagoa egongo da elektroien eta harien artean. Horregatik, hariak ahalik eta finena, eta ahalik eta luzeena izan behar du.

Mekanismoa, beraz, oso erraza da; bai eta eraginkortasun gutxikoa ere. Goritasunezko lanpara bat pizteko erabiltzen den energia elektrikoaren⁶³ % 10 bakarrik bihurtzen da argi.

59. *Potentziala eta potentzial-diferentzia*

60. *Korrante elektrikoa*

61. *Joule efektua*

62. *Erresistentzia*

63. *Energia eta potentzia elektrikoak*

Ia gainerako guztia berotan galtzen da. Hori dela eta, azken aldi honetan efizientzia handiagoko hainbat argi-aparatu asmatu dira: lanpara halogenoa, hodi fluoreszentea, kontsumo txiki-kiko lanparak, etab.

Bonbilla bat eraikitzea

Lanpara argi artifiziala lortzeko dispositiboa da, edo erregaien bidez, edo energia elektrikoa eraldatuz. Horrela, alde batetik petroliozko, gasezko edo olioizko lanparak daude; eta bestetik, arku-lanpara, deskarga-lanpara, lanpara fluoreszentea, halogenoa etab. Baina dudarik gabe, goritasun lanpara izan da azken urte hauetan garrantzitsuena.

Praktika honetan, Edisonek egin zuen moduan, elektrizitatea erabiliko dugu argia lortzeko. Horretarako, material hauek beharko ditugu:

- aho zabaleko beirazko ontzia
- bi torloju luze
- hari elektrikoa
- 4,5 V-eko pila edo elikatze-iturria
- metalezko hari fina (bonbilla zahar baten filamentua erabil daiteke, edo teknologia-taileurretan egon ohi den nikromezko haria)

Ontzia izango da gure beirazko anpoila. Barruan kokatuko dugu filamentua, eta filamentu hori kanpotik konektatzeko, torlojuak erabiliko ditugu.

Hasteko, ontziaren tapan bi zulo egingo ditugu, torloju bana sartzeko modukoak. Torlojuak sartuko ditugu zuloetan, eta bertan finkatuko ditugu azkoinen bitartez. Torlojuen puntak ontziaren barruan geratu behar dute azkenean. Oso garrantzitsua da torlojuak eta tapa, metalezkoa bada, elektrikoki konektatuta ez egotea. Zinta isolatzailea erabil dezakegu horretarako.

Torloju bakoitzaren puntan metalezko hariaren mutur bana korapilatuko dugu. Finko lotuta geratzeko, torloju bakoitzean bi azkoinen artean harrapa dezakegu haria. Soldatzea da beste aukera bat, baina altzairuan ezta inu urtua ez da itsasten. Filamentua kokatu ondoren, tapa ontziaren ahoan hariztatuko dugu: bonbilla osatuta daukagu.

Eta muntaketa frogatu baino lehen, gure lanpara hau iraunkorragoa izateko, beste pauso bat emango dugu. Erabili dugun filamentua berehala erre ez dadin, bonbilla elikatze-iturri batekin konektatzean, ontziaren barruko airea kanporatu egingo dugu. Guztia ez bada, zati bat gutxienez. Sistema errazena ontzia Maria bainuan berotzea da. Irakiten ari den ur-lapiko baten barruan beirazko ontzia (gure bonbilla) itxita sartzen badugu, barneratzen duen airea berotuko da eta bere presioa handitu egingo da. Presio horren eraginez, aire kantitate batek kanporako bidea aurkituko du, taparen eta ontziaren arteko zirrikietatik. Gero, hozten denean, barruko presioa txikituko da, tapa indartsu itsatsita geratuko da ontziaren ahoan, eta kanpoko aireak ezin izango du barrura bueltatu. Horrela, filamentuaren inguruan oxigeno gutxiago egongo da, eta filamentua bera erretzea zailagoa izango da.

Muntaketa bukatuta, bonbillaren funtzionamendua frogatuko dugu. Horretarako, elikatze-iturriaren edo pilaren borneak bonbillaren torloju banarekin (kanpoan geratu den torloju-bururekin) konektatuko ditugu. Zirkuitu elektrikoa osatuko da, eta korrante elektrikoak filamentua zeharkatuko du. Horren ondorioz, filamentuaren metala berotuko da, eta, goritasunera heldutakoan, argia emango du. Azkenean, beroaren ondorioz, metalezko hari fina erre eta apurru

4.2 MUGIMENDUA LORTZEKO

Praktika 10:

Elektroimana.

Oinarrizko kontzeptuak

Imana⁶⁴ zera da: bere inguruan eremu magnetikoa⁶⁵ sortzeko gai den materiala. Sortutako eremu horrek beste eremu magnetikoenganako eragina izango du, eta elkarrekiko erakartze-urruntze-indarrak sortuko dira. Iman batek, beraz, beste imanak edota material elektromagnetikoak (burdina, adibidez) erakarriko ditu.

Horren zergatia ulertzeko, materialen barruko konposizioa aztertu behar da. Material guztien barruko egiturari kargatutako partikulak⁶⁶ daude. Normalean, karga positiboen eta karga negatiboen eraginak orekatuta daude. Baina batzuetan, partikula horien ordena bereziagatik, efektu bitxiak agertzen dira.

Hainbat material osatzen dituzten partikulak bipolarrak dira, hau da, partikula horietan karga positiboa eta negatiboa banatuta daude: bata mutur batean, eta bestea bestean. Horregatik, partikula bakoitzaren inguruan eremu magnetiko txiki bat sortzen da. Azken finean, iman ñimiñoak dira partikula horiek. Kasu gehienetan, partikula bipolarrak hainbat norabidetan kokatuta daude, eta batzuen eremu magnetikoak besteena konpentsatzen dute. Material horiek, beraz, ez dute eremu magnetikorik sortzen beren inguruan.

Baina material berezi batzuek ordenatuta dituzte barruko partikula bipolarrak. Iman ñimiño guztien norabidea berdina izanda, haien eremu magnetikoak batu egiten dira, eta eremu handi bat osatzen dute. Horrela, material horren inguruan eremu magnetikoa nabaria izango da: materiala bera imana da.

Imanak *naturalak* izan daitezke. Mineral batzuek propietate magnetikoak dituzte. Adibide garrantzitsua *magnetita* da, burdinaren oxido bat (Fe_3O_4). Beste iman batzuk, berriz, *artifizialak* dira. Haien magnetismoa sorrarazia da. Oinarrizko materialak ferromagnetikoa izan behar du, burdina bezala, eta propietate magnetikoak lortuko ditu beste iman bati hurbilduz edo korronte elektriko baten eraginez⁶⁷. Bi kasuetan gertatzen dena hau da: material ferromagnetikoaren partikula ordenatu egiten dira, eta norabide berean kokatzen dira. Horrela, materiala imandu egiten da.

Imantze artifizial hori aldi baterakoa edo behin-betikoa izan daiteke. *Behin-betiko imanak* altzairuz eginda daude normalean. Behin imanduta, ez dituzte beren propietateak galtzen. Altzairuak barneratzen dituen karbono atomoek partikula bipolarrek lortutako ordena mantentzen laguntzen dute.

Bestalde, *aldi baterako imanak* burdina gozoz egin ohi dira. Burdina horrek karbono kantidad oso txikiak ditu, altzairuak ez bezala. Horregatik, imantzearen zergatia desagertzen denean, partikula bipolarrak jatorrizko posizioetara itzultzen dira, eta propietate magnetikoak ere desagertzen dira.

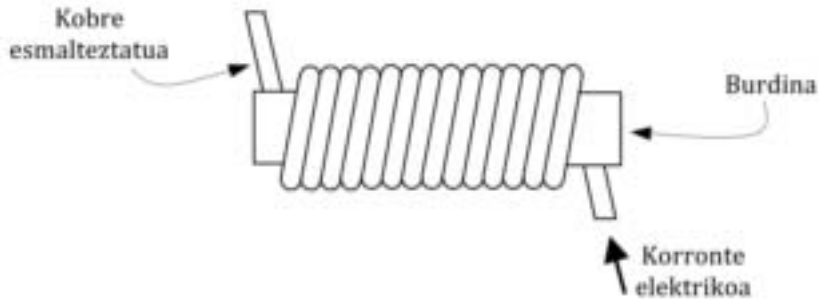
64. Materiaren portaera magnetikoa

65. Eremu magnetikoa

66. Karga elektrikoa

67. Korronte elektrikoak sortutako eremu magnetikoa

Elektroimana aldi baterako iman mota bat da. Haril⁶⁸ batetik igarotako korrante elektriko⁶⁹ batek sortua, hain zuzen. Hari-espira batetik korrante elektriko bat pasatzen denean, espiraren erdian eremu magnetiko bat agertzen da⁷⁰. Eta eremuaren barruan material ferromagnetiko bat (burdina, esate baterako) kokatuz gero, material hori imandu egingo da. Espira bakar bat erabili beharrean burdinaren inguruan haril oso bat kokatzen badugu, harileko espira guztien eragina batuko da, eta burdinaren magnetismoa handituko da⁷¹.



Antzinako greziarrek ezagutzen zuten jada magnetismoa. Harri berezi batzuek burdin zatiak erakartzen zituztela bazekiten. Eta erakarrirako burdin zati horiek beste burdin zatiak mugiarazten zituztela ere bai. Fenomeno hori Asia Txikiko Magnesia hirian behatu omen zen lehenengo aldiz.

1600. urtean William Gilbert-ek magnetismoari buruzko tratatu bat idatzi zuen, lurra iman erraldoi bat zela defendatzen zuen, eta iparrorrazaren funtzionamendua azaltzen zuen. Baina bi mende pasatu ziren elektrizitatea eta magnetismoa norbaitek erlazionatu arte: 1819an Hans Christian Ørsted-ek iparrorratza desbideratu zuen korrante elektriko baten eraginez. Elektrizitateak eremu magnetikoak sortzen zituen⁷², beraz. Esperimentu hori elektromagnetismoaren abiapuntua izan zen. Beranduxeago, 1830ean, Michael Faraday-k korrante elektrikoak sortu zuen eremu magnetiko aldakorrek erabiliz. Baina hori beste praktika baterako gaia da.

Elektroimana William Sturgeon britaniarrak asmatu zuen, 1825ean. Lehenengo elektroiman hura ferra formako burdin zati bat zen, gainean haril bat kiribilduta zeukana. Sturgeonek lau kilogramoko pisua altza zezakeen, 200 gramoko burdin zati bat erabiliz.

Elektroiman bat eraikitzea

Ariketa honetan magnetismoaren eta elektrizitatearen arteko lotura egiaztatuko dugu. Horretarako, burdinazko zati bat imanduko dugu korrante elektrikoaren bidez. Hona hemen erabiliko ditugun elementuak:

- 4,5 V-eko pila bat edo elikatze-iturri bat
- burdinazko barra bat (iltze lodi bat, adibidez)
- kobrezko hari elektrikoak (plastikozko azalarekin edo esmaltearekin babestua)
- zinta isolatzailea

68. Induktorea edo harila

69. Korrante elektrikoak

70. Espiraren erdian sortutako eremu magnetikoa

71. Harilaren barruan sortutako eremu magnetikoa

72. Korrante elektrikoak sortutako eremu magnetikoa

Burdinazko barra iman bihurtzeko, korrante elektrikoak haren inguruan biratu behar du. Zenbat eta bira gehiago, orduan eta indar handiagoa izango du imanak. Beraz, kobrezko haria kiribilduko dugu barran. Hori egiterakoan, garrantzitsua da haria plastikoz edo bernizez estalita egotea. Haria isolatuta egongo ez balitz, elektroiek ez lukete birarik egingo, espira batetik bestera egingo lukete salto, eta iman-efektua ez litzateke sortuko.

Has gaitezen, orduan, kobrezko haria burdinaren inguruan kiribiltzen. Birak ahalik eta estuen kokatuko ditugu, bira asko egotea komeni zaigulako; baina bakoitza bestearen alboan: kontuz ibiliko gara birak gainjarrita gera ez daitezen. Burdinazko barra kablez estaliko dugu, baina bere muturrak libre utzirik. Kontuan hartu, gainera, geroko konexio elektrikoak egiteko, kablea hasierako puntatik ezin dugula kiribildu: gutxienez 5 cm-ko zatia utzi behar dugu kiribildu barik.

Barra osoa estali ondoren (muturrak izan ezik), osatutako espirala zinta isolatzailez finkatuko dugu, mugi ez dadin. Horren ganean, kable gehiago kiribilduko dugu, bigarren espiral bat osatuz. Gogoratu: zenbat eta bira gehiago, orduan eta indar handiagoko imana lortuko dugu.

Prozesua hiruzpalau aldiz errepikatu ondoren, haril bat izango dugu. Bukatzean, kable zati bat libre utziko dugu, konexioetarako. Hasierako muturrean bezala, 5 cm-ko zati bat gutxienez.

Elektroimana eginda dago, eta orain bere indarra frogatzea baino ez zaigu geratzen. Horretarako, harilaren muturretan tentsio⁷³ egoki bat konektatu behar dugu. Pila edo elikatze-iturritik etorritako bi kable, harilaren kable puntetan lotuko ditugu. Korrante elektrikoak kable-espirak zeharkatuko ditu, harilaren barruan eremu magnetiko bat osatuko da, eta burdinaren partikulak orientatu egingo dira. Orduan iman bat izango dugu. Beste burdin zati bat hurbilduz gero, erakarri egingo du.

Elikatze-iturria deskonektatzen badugu, eredu magnetikoa desagertuko da, eta burdinazko barrak, teorikoki, bere propietate magnetikoak galduko ditu. Hala ere, imantze ahul bat mantenduko da denboratxo batean: burdinaren partikulei kostatzen zaie jatorrizko posizioetara bueltatzea.

Bukatzeko, aholku batzuk. Elektroimanaren indarra hainbat faktoreren baitan dago. Hona hemen zurea eraikitzean kontuan hartu behar dituzun gauza batzuk:

- Zenbat eta bira gehiago, hainbat eta indar handiagoa lortuko duzu.
- Diametro handiko birek eremu magnetiko indartsuagoak lortzen dituzte.
- Harilaren luzerak ere bere eragina du. Ez da komenigarria harilaren luzera diametroa baino handiagoa izatea.
- Hariletik igarotako korrontearen intentsitatea handia bada, imanaren indarra ere handia izango da. Eta intentsitatea handia izateko, hariaren erresistentziak txikia izan behar du, tentsioa konstante mantenduz gero. Hori da Ohm legeak esaten diguna ($V = R \cdot I$). Horrela, haria lodia bada, erresistentzia gutxi izango du, bere barrutik igarotako intentsitatea handia izango da, eta indar handiko imana lortuko duzu.
- Hala ere, nahiz eta haria lodia izan, lortuko duzun intentsitatea ezin da nahi duzun beste handitu. Pilaren edo elikadura-iturriaren ahalmenak mugatuta egongo da.

73. *Potentziala eta potentzial-diferentzia*

Praktika 11:**Motor elektrikoa.****Oinarrizko kontzeptuak**

Gaur egun, inguruan dauzkagun hainbat tresnak elektrizitatea erabiltzen dute mugimendua sortzeko. Energia elektrikoa energia mekaniko bihurtzen dute. Eta eraldaketa hori motor elektriko baten bidez lortzen dute.

Motor elektrikoa, beraz, energia elektrikoa energia mekaniko bihurtzen duen makina elektrikoa da, fenomeno elektromagnetikoen bitartez. Motor elektriko batzuk itzulgarriak dira, hots, energia mekanikotik energia elektrikoa ateratzeko gai dira, sorgailu moduan lan egin dezakete.

Ez bakarrik etxeko tresnetan, industrian ere aplikazio garrantzitsuak dauzkate motor elektrikoek. Lantegietako hainbat makina handi elektrikoak dira. Tren modernoak, esate baterako, elektrizitateak mugiarazten ditu. Eta errepideetan gero eta ibilgailu hibrido gehiago ikusten dira: eztanda-motorraren alboan, motor elektrikoa eramaten dute, zarata gutxiago ateratzeko, erregai gutxiago kontsumitzeko eta gutxiago kutsatzeko.

Motor elektrikoaren historia elektromagnetismoaren ikerketekin lotuta dago. Ørsted-ek korrante elektrikoak iparrorratza nola desbideratzen zuen aztertu zuen. Esperimentu horien ondorioz, elektrizitatearen eta magnetismoaren artean dauden erlazioak deskribatu zituen. Gero, 1821ean, Michael Faradayk biraketa elektromagnetikoa sortzen zuen makina bat diseinatu zuen⁷⁴. Hura izan zen lehendabiziko motor elektrikoa. Eta 30eko hamarkadan indukzio elektromagnetikoa definitu zuen, hainbat esperimentu famaturen bitartez⁷⁵. Aipatutako ikerketa horiek guztiak dira gaur egungo motorren diseinuen oinarriak.

XIX. mendetik hona, hainbat aurrerapauso gertatu dira motor elektrikoaren inguruan. Eta hala, gaur egun mota askotako motorrak erabiltzen dira, bakoitza bere ezaugarriekin. Batzuek sare elektrikoan konektatuta egiten dute lan; korrante alternoa⁷⁶ erabiltzen dute. Beste batzuk, berriz, baterietatik elikatzen dira; korrante zuzena kontsumitzen dute. Bestalde, ezinbestekoa den eremu magnetikoa⁷⁷ elektroimanen⁷⁸ bitartez lortzen da, kasu gehienetan, baina batzuetan iman iraunkorrak ere erabiltzen dira. Egin dezagun sailkapen xume bat.

Korrante zuzeneko motorrak

- iman iraunkordunak
- induktore harildudunak (eremu magnetikoa elektroimanen bidez sortzen dute)
 - serieko motorra
 - *Compound* motorra
 - *Shunt* motorra

74. Korrante elektrikoa eroaten duen espiraren gaineko indar-parea

75. Faradayren legea

76. Korrante motak

77. Eremu magnetikoa

78. Praktika 10: Elektroimana

Korronte alternoko motorrak

- asinkronoa edo indukziozkoa
- sinkronoa

Gure praktika honetan, motor sinpleena aztertuko dugu: iman iraunkordun korronte zuzeneko motorra. Mota horretako motorrak bi zati garrantzitsu ditu: *errotorea* eta *estatorea*. Estatorea finkoa da; errotorea, berriz, birakorra.

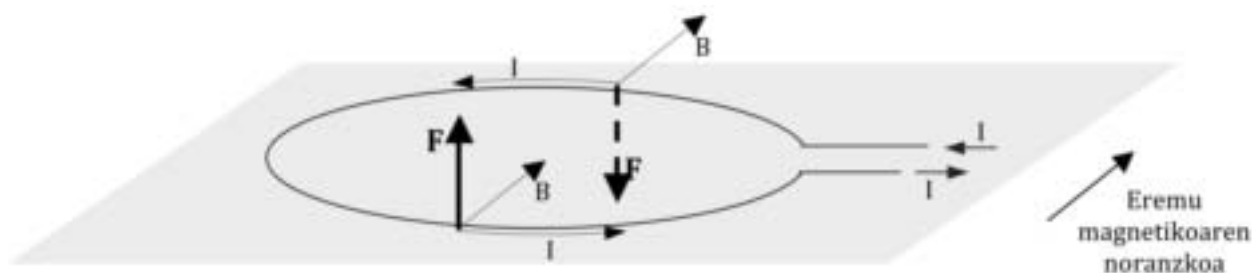
Estatoreak eremu magnetiko bat sortu behar du. Horretarako, *iman iraunkor* bat erabiliko du.

Errotorea, berriz, mugituko den zatia da. Motorraren erdian biratuko da, ardatz baten inguruan. Hari eroalez egindako *harilketek*⁷⁹ osatuko dute. Harilketa horietatik korronte zuzena igaro beharko da. Eta hori da hauetako motor bat diseinatzeke zailtasun handiena: biraka dabilen harila nola konektatu geldirik dagoen batera batekin. Arazoa saihesteko *eskuilak* erabiltzen dira, hau da, pletina eroale batzuk, geldirik egon arren, harilketaren kontaktuak beti ukitzen dituztenak. Errotorearen mugimenduatik eskuilek marruskadura handia jasan beharko dute. Horregatik, material bereziak erabiltzen da. Sarritan eskuilak ikatzezkoak dira.

Motor elektriko guztietan funtzionamenduaren oinarria bera da: eroale batetik korronte elektriko bat igarotzen bada, eta eroale hori eremu magnetiko baten barruan kokatuta badago, eroaleak mugitzeko joera izango du⁸⁰. Eta mugimenduaren norabidea korrontearekiko eta eremuarekiko perpendikularra izango da.

Fenomeno hori ulertzeko, kontuan hartu behar da Faradayk azaldutako indukzio magnetikoa⁸¹: korrontearen eraginagatik, eroalearen inguruan eremu magnetiko berri bat agertuko da; eroaleak elektroiman baten portaera izango du. Beraz, iman bat izango dugu beste iman baten eremuaren barruan. Bien artean urruntze-erakartze indarrak agertuko dira, eta finkatuta ez dagoena mugituko da.

Baina gure motorrean, eroalea kiribilduta dago, espirak osatzen ditu. Espira batetik korronte elektrikoa joan eta itzuli egiten da. Horrela, espira erdi bakoitzak noranzko desberdin batean mugitzeko joera izango du. Indar-pare bat agertzen da, espira birarazten duena⁸².



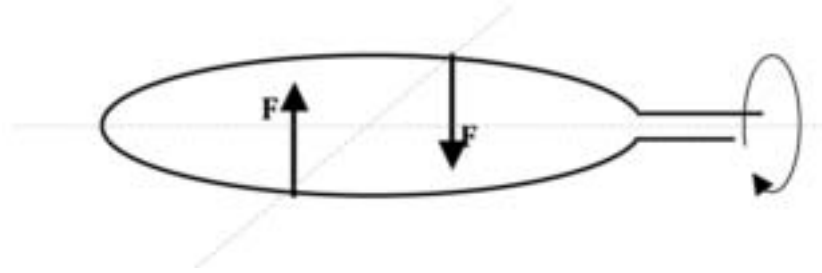
Espiraren alde bakoitzean korrontearen noranzkoak kontrakoak dira. Horregatik, alde batean goranzko indarra agertuko da, eta bestean, berriz, beheanzko indarra. Espirak biratzeko joera izango du.

79. Induktorea edo harila

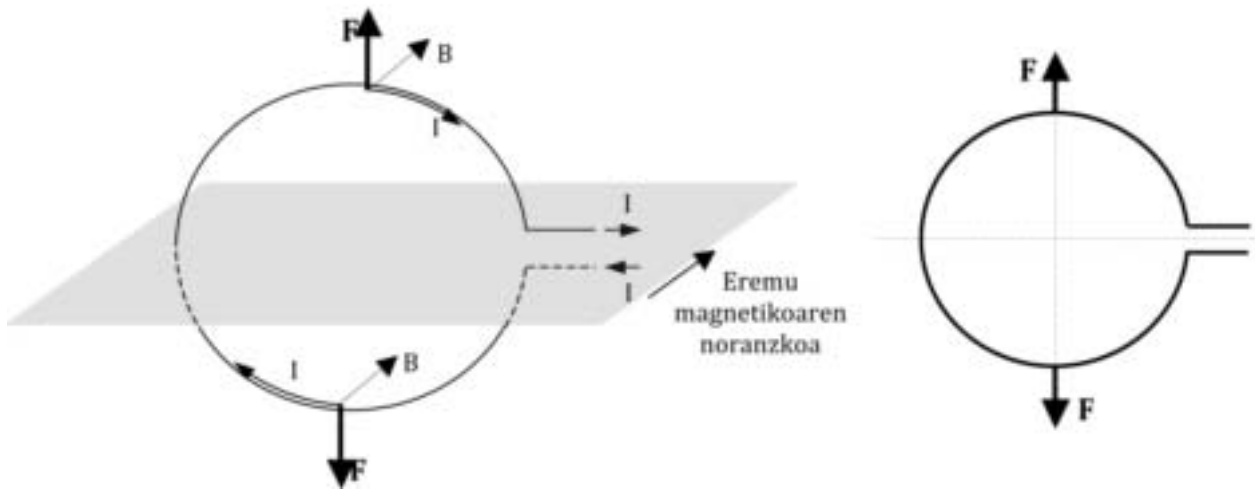
80. Korronte elektrikoa eroaten duen eroalearen gaineko indarra

81. Faraday-ren legea

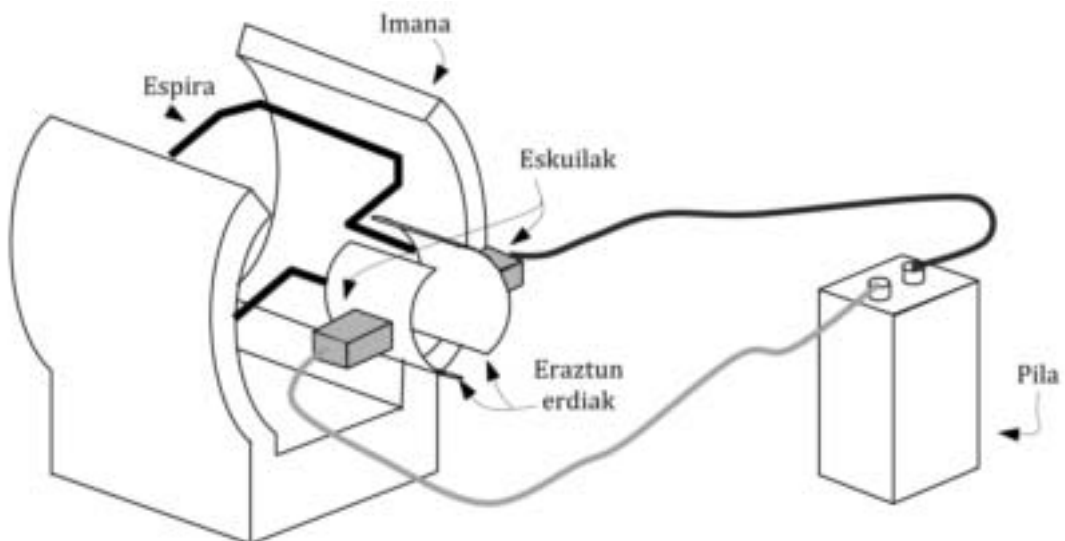
82. Korronte elektrikoa eroaten duen espiraren gaineko indar-parea



Orain arte azaldu denaren arabera, errotorearen espirak biratuko dira, baina buelta erdi bat osatu arte, asko jota. Espiraren planoaren eremu magnetikoaren perpendikularrean kokatzen denean, oreka egoera batera heltzen da, eta biraketa gelditu egiten da.



Motorraren mugimendua etengabekoa izateko, bira erdi bakoitza osatuta, aplikatutako tentsioaren polaritatea aldatu behar da. Hori lortzeko, espiraren bi muturrak bitan banatutako eraztun batean bukatzen dira, bakoitza eraztun erdi banarekin konektatuta. Eskuilak eraztun horretan bermatuko dira, bakoitza alde batetik. Horrela, polaritatea buelta erdi bakoitzean aldatu egingo da, eta errotorea ez da geldituko.



Motor elektrikoek, orokorrean, abantaila asko dauzkate beste motor mota batzuen aurrean (errekuntzakoak, adibidez):

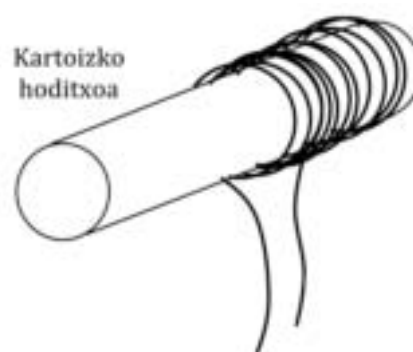
- Potentzia berdina lortzen dute, tamaina eta pisu txikiagoekin.
- Edozein tamainatakoak eraiki daitezke.
- Biraketa-abiadura nahiko konstantea da.
- Errendimendu handiko motorrak dira.
- Ez dute airea kutsatzen. Hala ere, elektrizitatea sortzeko hainbat sistema badira kutsagarriak.

Motor elektriko bat eraikitzea

Aurretik esan dugunez, iman iraunkordun korrante zuzeneko motorra eraikiko dugu. Horretarako, honako material hauek beharko ditugu:

- 4 metro kable, zurruna eta fina, eta isolatua (telefonian erabiltzen dena oso egokia da)
- kartoizko hoditxo bat
- iman laukizuzen bat (7 x 2 cm-koa, gutxi gorabehera)
- 4,5 volteko pila bat
- 5 mm-ko lodierako oholtxo bat 25 x 10 cm-koa
- 15 cm alanbre
- kartoia eta zinta itsaskorra
- 3 cm-ko diametrodun hodia
- klipak edo alanbre zurruna

Lehendabizi, harila osatuko dugu. Horretarako, hodia gidari moduan erabiliko dugu. Haria hodiaren inguruan kiribilduko dugu, 30 bira eman arte. Harilaren bi muturretan 10 cm-ko zati zuzen bana utziko ditugu.

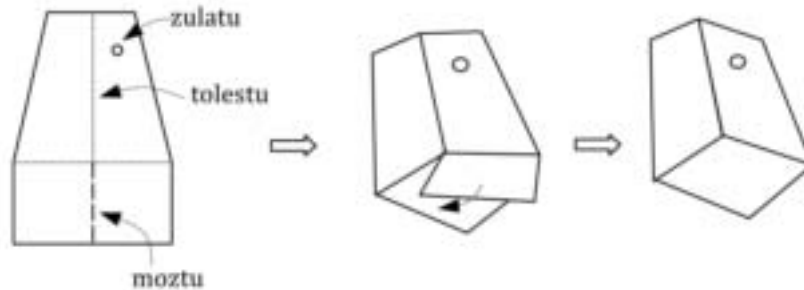


Alanbrearekin motorraren biraketa-ardatza egingo dugu; inportantea da, beraz, erabili aurretik alanbrea ondo zuzentzea. Gero, harilaren espiren artean pasatuko dugu, diametro baten norabideari jarraituz. Azkenik, zinta itsaskorra erabiliko dugu, alanbrea bere tokian finkatzeko.

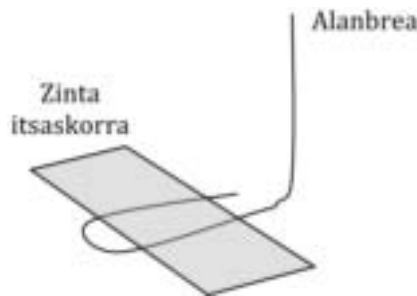
Harilaren mutur bietan, utzitako 10 cm-ko zati zuzen haietan, eskuilek kontaktu elektrikoa egin beharko dute. Horretarako, zati zuzen bakoitzaren erdia zurituko dugu. Kable biak alanbrearekiko paraleloan kokatuko ditugu, bakoitza ardatzaren albo batean, baina alanbrea ukitu gabe, hiru edo lau milimetroko distantzian. Kablearen muturrak zintaz finkatuko ditugu alanbrean, kontaktu elektrikorako gunea estali gabe.



Orain, ardatzaren euskarriak prestatu behar dira. Kartoia erabiliz, oholaren gainean zutik mantenduko diren egitura bi eraikiko ditugu. Horietako bakoitzean, zulo bana egingo dugu, alanbrea sartzeko modukoa. Zuloa non kokatu erabakitzeke, kontuan hartu hau: imana oholan ipiniko dugu, bi euskarrien artean, eta harilak imanaren gainean egon beharko du biraka, oso gertu, baina ukitu gabe.

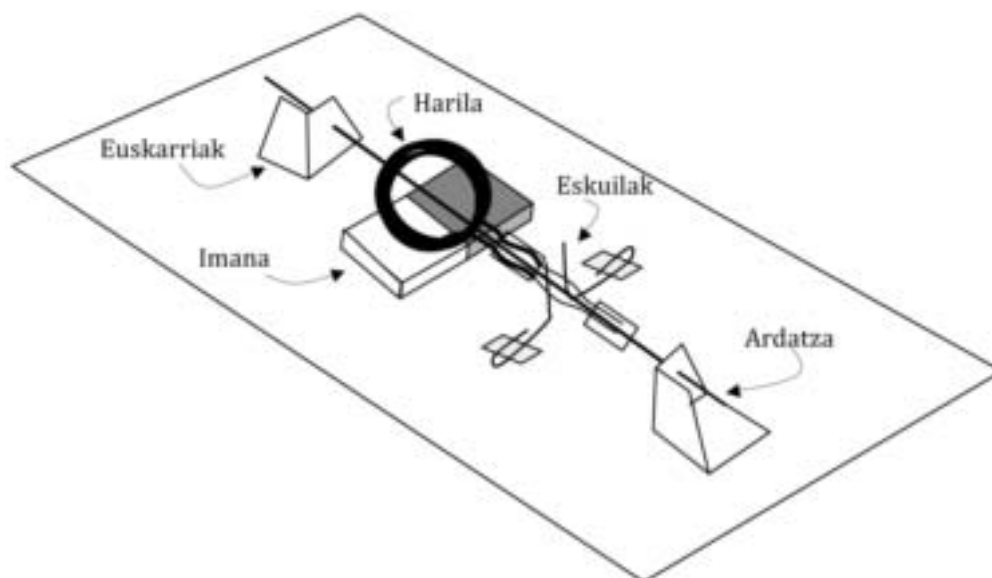


Alanbre zurrun zati birekin, edo klip birekin, eskuilak egingo ditugu. Alanbre bakoitza L (*ele*) forman tolestuko dugu, angelu zuzen bat osatzeko. Angeluaren alde bat kartoizko zati batean itsatsiko dugu zintaz. Kartoia, eskuilaren oinarria, oholaren gainean jarri gero, angeluaren beste zatiak zutunik geratu beharko du, harilaren kontaktuak ukitu ahal izateko.



Motorra bukatzeko, dauzkagun elementu guztiak batzea besterik ez da geratzen. Kartoizko euskarriak oholaren gainean itsatsiko ditugu, eta harilaren ardatza bi euskarriren artean kokatuko dugu. Imana harilaren azpian jarriko dugu.

Eskuilak finkatzea baino ez zaigu geratzen. Haien posizioa doitu egin beharko dugu, harilaren kontaktuak uki ditzaten, baina motorraren biraketa oztopatu gabe.



Dena dago prest. Motorraren funtzionamendu zuzena egiaztatzeko, pilaren poloak eskuila banarekin konektatuko ditugu, hari elektrikoek bitartez. Beharrezkoa izanez gero, bultzada txiki bat emango diogu harilari, mugimendua abiarazteko. Dena ondo badabil, mugimendua mantendu egingo da pilaren indarrarekin.

4.3 SOINUA LORTZEKO

Praktika 12:

Txirrina.

Oinarrizko kontzeptuak

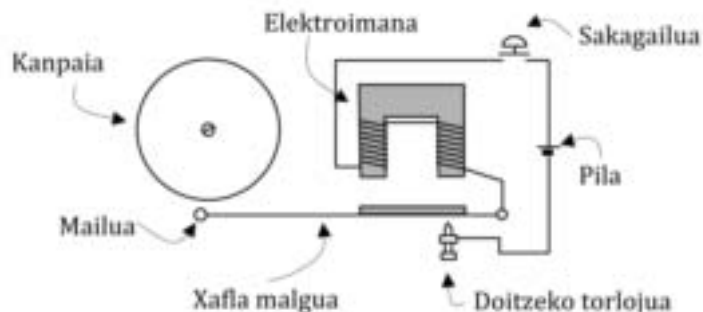
Gaur egun, guztion etxebizitzetako sarreretan txirrin bana dago. Txirrin horiek guztiek elektrizitatea erabiltzen dute, zarata egiteko. Mota askotakoak izan daitezke, baina erabilienak bibrazioz sortzen du zarata, eta haren funtzionamendua fenomeno elektromagnetikoetan oinarrituta dago: pultadore bat sakatzean, elektroimana⁸³ bat aktibatzen da, eta metalezko xafla baten dardarak eragiten ditu; xaflak, dardarka dagoen bitartean, kanpai baten kontra joko du, eta soinua aterako du.

Hona hemen txirrin arrunt baten osagaiak:

- elektroimana
- xafla malgua
- mailua, xaflari lotuta
- kanpaitxoa
- soinuaren tonua doitzeko torlojua (bibrazioen maiztasuna aldatuz)

Txirrinarekin konektatuta dagoen sakagailua ukitzen dugunean, korrante elektrikoak⁸⁴ elektroimana aktibatzen du, eta eremu magnetiko bat⁸⁵ eratzen da. Eremu horrek xafla metalikoa erakartzen du, eta xafla mugitzen denean, kanpaiaren kontra egiten du talka.

Baina horrela lortutako soinua une batekoa da, eta bibraziozko tinbreak zarata zuzena sortzen dute. Horretarako, etendura-sistema bat erabiltzen dute. Elektroimanan erakarrirako xaflak etengailu moduan funtzionatuko du. Xafla mugitzen denean, kanpaia jotzeaz gain, korrante elektrikoak eteten du. Elektroimana, beraz, desaktibatu egiten da, eta xafla bere jatorrizko lekura itzultzen da. Hori gertatu bezain pronto, zirkuitu elektrikoak berriro ixten da (atzamarra sakagailu gainean mantentzen badugu), eta xaflak kanpaia joko du beste behin. Prozesu hori eten-gabe errepikatzen da, eta xaflaren bibrazioak soinu jarraitua sortuko du. Zarata ez da geldituko sakagailua askatu arte.



83. Praktika 10: Elektroimana

84. Korrante elektrikoak

85. Eremu magnetikoa

Normalean, bibrazioaren maiztasuna alda daiteke, eta, horrekin batera, soinuaren tonua ere bai, doitzeko torloju txiki baten bidez.

Modernoagoak diren beste hainbat tinbreren aurrean, bibraziozko hauek sinpleagoak dira, eta korrante zuzenarekin zein alternoarekin⁸⁶ erabil daitezke, betiere tentsio⁸⁷ egokia ematen duen transformadore⁸⁸ baten bitartez.

Tinbrea agertu aurretik, hainbat tresna interesgarri asmatu ziren. Benjamin Franklin-ek karga elektrikoa⁸⁹ zarata bihurtzen zuen tramankulu bat diseinatu zuen. Tximistorratz batekin lotuta zegoen hari eroale batean metalezko kanpai batzuk eskegi zituen. Kanpaiak oso gertu zeuden bata besteagandik. Ekaitza zekarrenean, aireko partikulak kargatuta zeuden, eta kanpaiak ere, metalezkoak izateagatik, elektrizitatez kargatzen ziren. Kanpai guztiek polaritate edo zeinu bereko karga jasotzen zuten, beraz, haien artean urruntze-indarrak agertzen ziren, eta jotzen hasten ziren. Horrela aurreikus zitezkeen ekaitz elektrikoak.

Henry estatu batuarrak eta Faraday britaniarrak, 1830eko hamarkadan, haril baten barruan korrante elektrikoak sorrarazitako eremu magnetikoa aztertu zuten⁹⁰, eta elektroimana⁹¹ asmatu zuten. Hurrengo urteetan, tresna berri horren aplikazioak ugaritu egin ziren. Garrantzitsuenetariko bat Samuel Morsek 1837an patentatutako telegrafoa zen: urrun zegoen etengailu baten bidez, elektroiman bat kontrolatzen zen, eta elektroimanan orratz bat mugitzen zuen paper baten gainean, puntuak eta marrak markatzeko.

Gaur arte gehien erabili dugun tinbreak ere —kanpai formakoa— elektroimana erabiltzen du. Thomas Alva Edisonk asmatu zuen, 1885aren inguruan. Dirudenez, Edison nahiko gorra zen, eta bere tailerrean, handia eta zaratatsua, ez zuen aditzen norbait ate joka zenean.

Gaur egun, bestelako tinbreak daude. Adibidez, tinbre elektriko batzuek ez dute kanpaiarik: xaflaren bibrazioak berak sortzen du zarata. Sinpleagoak diren tinbre horiek burrunbagailluak dira.

Egia esan, bibraziozko tinbrea zahartuta geratzen ari da. Elektronikari esker, hainbat gailu diseinatu dituzte, mota guztietako dei akustikoak sortzen dituztenak.

Tinbre bat eraikitzea

Tinbrea eraikitzeko erabiliko ditugun materialak honako hauek izango dira:

- iltze luze bat (5 cm luze, gutxienez)
- torloju bat, bere azkoinarekin (5 cm luze eta 1 cm-ko diametroa, gutxi gorabehera)
- kobrezko hari esmalteztatua
- kontserba-lata handi bat (goiko taparik gabe)
- sakagailu bat
- 9 voltoko pila bat
- egurrezko oholtxo bat (3 x 15 cm-koa)

86. *Korrante motak*

87. *Potentziala eta potentzial-diferentzia*

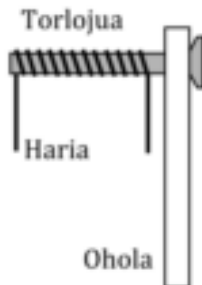
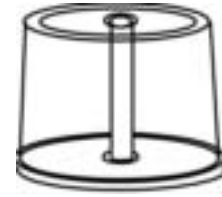
88. *Praktika 8: Transformadorea*

89. *Karga elektrikoa*

90. *Harilaren barruan sortutako eremu magnetikoa*

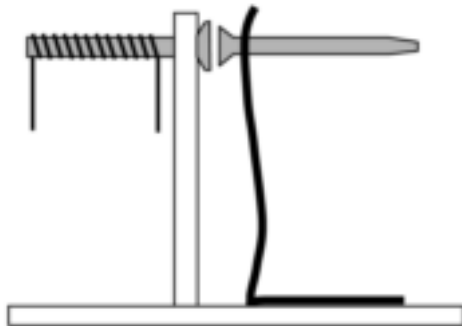
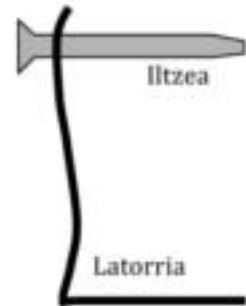
91. *Praktika 10: Elektroimana*

- latorrizko zerrenda bat, 20 cm luze (beste kontserba-lata batetik atera dezakegu)
- 50 CDetarako plastikozko kutxa zilindrikoaren oinarria (erdian zutabetxo bat daukaten horietakoa)
- kable elektrikoa
- oinarria egiteko ohol bat
- iltze laburrak (edo torloju laburrak beren azkoinekin)



Hasteko, elektroiman bat sortu behar dugu. Horretarako, 15 cm luzerako oholtxoan, mutur batean, torlojua pasatzeko zulo bat egingo dugu. Torlojua zuloan sartuko dugu, eta han finkatuko dugu azkoinari esker. Torloju hori elektroimanaren nukleoa izango da, beraz, horren inguruan hari esmalteztatua kiribilduko dugu. Ahalik eta bira kopuru gehien osatuko dugu, eremu magnetikoaren indarra nahikoa izateko.

Gero, latorri zerrenda tolestuko dugu, L (*ele*) forma emateko. Angelu zuzenaren beso luzeak 15 cm izango ditu; eta bestea, beraz, 5 cm-koa izango da. Beso luzearen muturra iltze handiarekin zulatuko dugu. Iltzea zuloan sartuta, punta apurtxo bat kenduko diogu lima batekin.

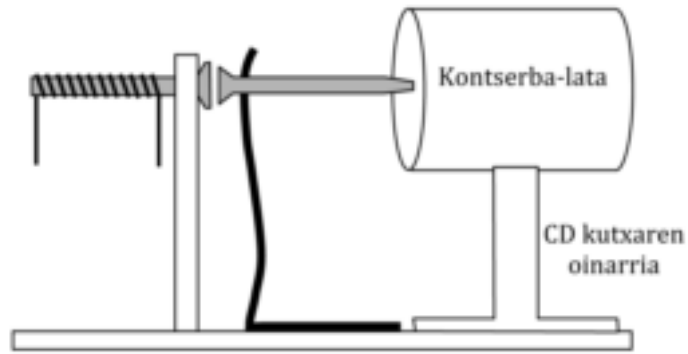


Iltzea eta elektroimana egurrezko oinarriaren gainean finkatu behar ditugu. Elektroimanari eusten dion oholtxo bertikalean kokatuko dugu, elektroimana goiko aldean delarik. Oinarrian lotzeko, leke-da eta iltzetxoak erabil daitezke; baita metalezko eskuairak ere.

Iltze luzea torlojuaren parean kokatu behar dugu, bien buruak aurrez aurre egoteko moduan, oso gertu baina ukitu gabe. Iltzea bere lekuan finkatzeko, latorrizko egituraren beso laburra egurraren gainean iltzatuko dugu, iltzetxo txikiak erabiliz. Nahi izanez gero, egurrezko oinarria zeharkatzen ez duen gabila labur bat erabil daitezke; edo torlojua eta azkoinea ere bai.

Orain tinbrearen kanpaitxo prestatu behar dugu. Kontserba-lataren albo batean, altueraren erdian, zulo bat egingo dugu. Nahiko lodia izan beharko du: CD kutxaren plastikozko zutabetxo ahokatzeko modukoa. Horrela, CD kutxaren oinarria eta kontserba-lata lotuta geratuko dira.

CD kutxaren oinarriak kontserba-lata bermatuko du, iltzearen aurrean. Iltzearen punta motzak lataren beheko tapa ukitu behar du. Kontuz, garrantzitsua da iltzea eta lata kontaktuan egotea. CD kutxaren oinarria lekedaz itsatsiko dugu egurrezko oholean.

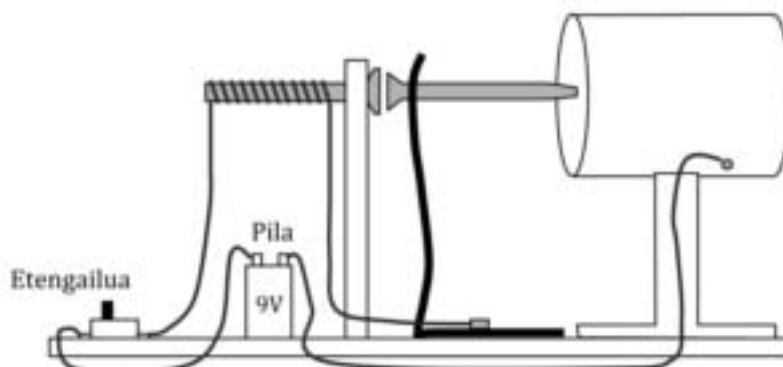


Bukatzeko, zirkuitu elektrikoa osatu behar dugu. Oholaren gainean pila eta sakagailua finkatuko ditugu. Gero, lau kable zati erabiliz, konexio hauek osatuko ditugu:

- pilaren polo batetik sakagailuaren borne batera
- sakagailuaren beste bornetik elektroimanaren harilaren mutur batera
- elektroimanaren beste muturretik iltzera, edo *ele* formako latorri zatira
- pilaren beste polotik kontserba-lalara

Konexioak egiterakoan, hau izan kontuan: kontserba-latak egiteko latorria babes-geruza batekin estali ohi dute; nahiz eta zure latak metalezko kolorea izan, babes-geruza kendu beharko diozu: lixatu ezazu latorria, kontaktu elektrikoa gertatu behar den lekuetan. Eta gogoratu: iltzearen puntak kontaktua egin behar du latorren beheko tapan.

Tinbrea eginda dago. Sakagailuari eragiten badiozu, korrante elektrikoa elektroimanera heltzen da. Elektroimanan, orduan, iltzea erakarriko du, eta iltzearen punta latatik urrunduko da. Momentu horretan, zirkuitua eten egiten da: elektroiak ezin dira pasatu iltzetik lalara. Horregatik, elektroimana desaktibatzen egiten da, eta iltzeak, jatorrizko posizioa itzultzean, kontserba-lata jotzen du eta zarata ateratzen du. Bide batez, zirkuitua berriro osatzen da, elektroimana berriro aktibatzen da, eta prozesu osoa errepikatzen da, sakagailua presionatuta mantentzen dugun bitartean.



Praktika 13:**Bozgorailua.****Oinarrizko kontzeptuak**

Gure ahotsa munduko beste puntara helarazteko sistema Graham Bellek aurkitu zuen: telefonoa asmatu zuen 1876an. Horretarako, soinua seinale elektriko bihurtu behar zuen, hau da, bi kablaren arteko tentsio elektriko⁹² aldarazi behar zuen ahotsak airean sortutako presio aldaketan arabera.

Hori lortzeko, Faraday-k deskribatutako fenomeno elektromagnetikoetan⁹³ oinarritu zen, eta mikrofono dinamikoa⁹⁴ diseinatu zuen: haril⁹⁵ mugikor bat mintz batekin lotuta, eta bere barruan iman⁹⁶ finko bat daramana. Soinuak mintza mugitzen du, mintzak harila mugitzen du imanaren eremu magnetikoaren barruan, eta eremuak korrante elektriko bat induzitzen du harilaren haritik. Harilaren muturren arteko tentsioak oszilatzen du audio-uhinen gorabehera berdinekin.

Mikrofono horren asmakuntzak, ahotsa distantzia luzeetara bidaltzeaz gain, soinua gorde ahal izatea ere ekarri zuen, historian zehar agertzen joan diren hainbat euskarritan: zinta magnetikoa, binilozko diskoak, eta geroago, elektronika digitalarekin batera, CDak, DVDak, flash memoriak eta abar.

Baina seinale elektriko moduan garraiatutako edo gordetako soinua berreskuratzeke aukera izan behar dugu. Elektrizitatetik jatorrizko soinua ateratzeko tresna behar zuen Bellen telefonoak. Bozgorailu bat behar zuen. Bellek mikrofonoaren diseinuan aplikatutako printzipio elektromagnetiko berberak erabili zituen telefonoaren bozgorailua egiteko. Izan ere, bozgorailu arrunt batek mikrofono moduan egin dezake lan. Sortutako seinale elektriko ahulegia izango da ziur aski, baina badabil.

Bozgorailua, beraz, tresna elektromagnetikoa da, seinale elektriko bat seinale akustiko bihurtzen duena. Mikrofono batek aurretik harrapatutako soinuak berreskuratzen ditu, berriro entzungarriak izateko.

Bozgorailu arrunt batean lau atal aurkituko ditugu:

- *Bloke elektromagnetikoa.* Hemen seinale elektriko mugimendu bihurtzen da. Haril mugikor batek eta iman finko batek osatzen dute. Seinale elektriko harilaren haritik igarotzen denean, harilaren erdian eremu magnetiko⁹⁷ bat sortzen da, hau da, harila bera iman bihurtzen da. Hori dela eta, iman finkoaren eta harilaren artean erakartze-urruntze-indarrak agertzen dira, eta harila, finkatuta ez dagoenez, mugitu egiten da. Harilaren mugimendu hori seinale elektrikoaren oszilazioen arabera izango da.
- *Bloke mekanikoa.* Harilaren mugimendua soinu bihurtzen du. Bloke honen oinarrizko elementua konoa edo mintza da. Mintzaren ertzak egitura finko batek bermatuko ditu, eta harila mintzaren erdian itsatsita egongo da. Harilaren mugimenduak mintzaren dardarak sortuko ditu, mintzak airea bultzatuko du, eta audio-uhinak sortuko dira.

92. *Potentziala eta potentzial-diferentzia*

93. *Faraday-ren legea*

94. *Praktika 3: Ikatz-mikrofonoa*

95. *Induktorea edo harila*

96. *Materiaren portaera magnetikoa*

97. *Eremu magnetikoa*

- *Konexioak*. Konexioek harilaren muturrak seinale elektrikoa dakarten kableekin lotzen dituzte.
- *Erresonantzia kutxa*. Sortutako soinuak amplifikatzen ditu, eta kanpora proiektatzen ditu.

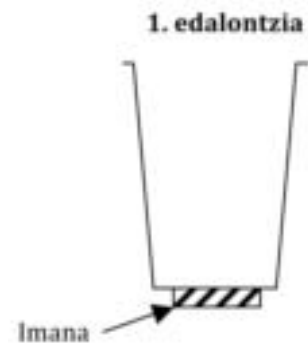
Bozgorailu bat eraikitzea

Praktika honetan egingo dugun bozgorailuak ez du kalitate ezta potentzia handiko soinua emango, baina nahikoa izango da irrati txiki batek hartutako seinalea entzuteko.

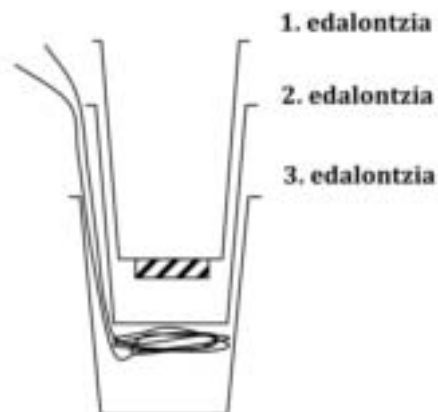
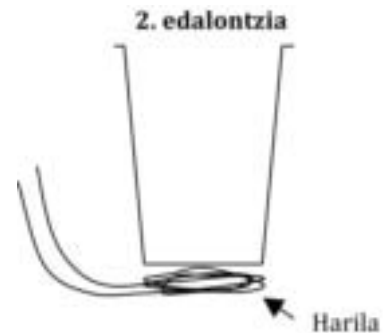
Hona hemen erabiliko ditugun materialak:

- plastikozko hiru edalontzi
- iman egonkor bat (ahal bezain indartsua)
- esmalteztatutako haria
- kablea
- Jack motako kabila bat
- zinta isolatzailea
- irrati bat

Alde batetik, imana edalontzi baten oinarrian finkatuko dugu, zinta isolatzailea erabiliz. Imana ontziaren kanpoaldean geratuko da.

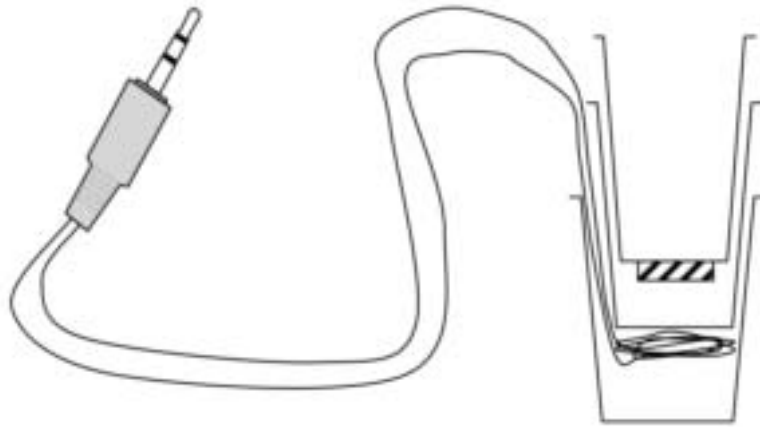


Beste alde batetik, haril bat osatuko dugu. Horretarako, esmaltatutako haria objektu zilindriko baten inguruan kiribilduko dugu: itsasgarri-barra bat nahiko egokia izango da; edo besterik ez baduzu, bi atzamarren inguruan egin dezakezu. Harilak sortuko duen eremu magnetikoa nahiko indartsua izateko, 20 bira emango ditugu gutxienez. Eta harilaren mutur bakoitzean bildu gabeko hari zati bana utziko dugu, konexioak egiteko gero. Egindako harila bigarren edalontziaren oinarrian itsatsiko dugu, imanarekin egin dugun modu berean, zinta isolatzailea erabiliz.



Imanaren edalontzia harilarenaren barruan sartuko dugu, eta biak hirugarren ontziaren barruan. Hori egindakoan, harilaren mutur biek bigarren eta hirugarren edalontzien artean kanpora aterata geratu beharko dute.

Harilaren mutur biak kable zati luze banarekin lotuko ditugu, zinta isolatzailearekin. Eta bi kableen beste puntak jack kabila batean txertatuko ditugu. Kabilan kableak ondo konektatzeko, komeni da eztaizuzko soldadura erabiltzea.



Bozgorailua eginda dago. Funtzionamendua frogatzeko, jack kabila irratiko konektorean txertatuko dugu, eta irratia piztuko dugu. Bozgorailua belarrira hurbildu beharko dugu zerbait entzuteko.

Hala ere, soinua baxuegia izan daiteke, belarrietarako entzungailuentzako irteera anplifikatuta ez egoteagatik. Horrela bada, honako hau egin dezakegu: irratiaren kutxa zabaldu, irratiko bozgorailuaren kableak deskonektatu, eta, toki berean, gure muntaketaren kableak konektatu. Hori egiten baduzu, kontuz ibili, irratia zegoen moduan utzi beharko baituzu gero.

4.4 HAINBAT MAKINA ETA SISTEMA KONTROLATZEKO

Praktika 14:

Errelea.

Oinarrizko kontzeptuak

Errelea elektroiman⁹⁸ batek eragindako etengailua da. Errelea bi zirkuitu elektrikorekin⁹⁹ konektatuta egongo da: alde batetik, elektroimana aktibatzen duen zirkuitua; bestetik, elektroimanaren indarrez mugitutako etengailuak kontrolatzen duen zirkuitua. Bi zirkuitu horiek elektrikoki independenteak dira.

Errelea elektrizitatearen eta magnetismoaren arteko erlazioetan oinarrituta dago. *Michael Faraday*k deskribatu zuenez, harila baten barruan iman bat mugitzen badugu, harilaren eroale-tik korrante elektrikoa agertzen da¹⁰⁰. Fenomeno hori indukzio elektromagnetikoa da. Eta alderantziz ere badabil: haril batetik korrante elektrikoa igarotzen denean, harilaren erdian eremu magnetiko bat sortzen da¹⁰¹. Eremu horretan burdin zati bat kokatzen badugu, burdina imantatu egingo da.

Joseph Henry estatubatuarrak, 1835. urtean, indukzio elektromagnetikoa aplikatu zuen, eta zirkuitu elektriko bat ixten eta zabaltzen zuen tresna bat diseinatu zuen: errelea.

Gero, asmakuntza hau hainbat aplikaziotarako erabili izan da. Tinbre elektrikoan, esate baterako¹⁰². Samuel Morsek errelea erabili zuen bere asmakuntza ospetsuena diseinatzean: telegrafoak errele baten bidez idazten du jasotako marra-puntuzko mezua paper gainean. Hasierako telegrafo-sareetan, erreleak errepikagailu moduan erabiltzen ziren: hainbat kilometro bete ondoren errele batera heldutako seinale elektrikoak errelearen elektroimana aktibatzen zuen, eta horrek beste zirkuitu bat ixten zuen, bateria berri batekin elikatuta zegoena; horrela, seinale berriak beste hainbat kilometro egiteko nahiko potentzia zeukan.

Gaur egun, errelearen erabilera oso zabalduta dago etxebizitzetako instalazio elektrikoetan, gainintentsitateen kontrako babes tresnetan. Normalean, automatikoa edo fusiblea esaten diogun gailu hori errele bat da: jasotako korrante-intentsitatea¹⁰³ behar baino altuagoa bada, elektroimana aktibatzen da, etengailu bat mugitzen da, eta korrante elektrikoa eten egiten da.

Batzuetan, errelearen lan berdina zirkuitu elektronikoen bidez egiten da, erdieroaleak¹⁰⁴ erabiliz. Alabaina, horiek ez dira benetako erreleak. Errele bat gailu elektromekanikoa da: zati elektromagnetikoa (harila) eta zati mugikorra (etengailua) ditu.

Esanda dagoenez, errelean bi zirkuitu elkartzen dira. Lehenengoa elektroimanarena da. Bigarrena, kontaktuen zirkuitua, elektroimanaren eraginez kontrolatu nahi duguna. Bien artean metalezko egitura mugikor bat egongo da: armadura.

98. *Praktika 10: Elektroimana*

99. *Zirkuitu elektrikoa*

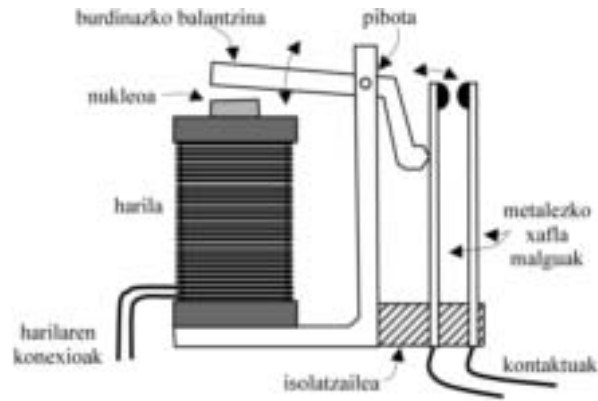
100. *Faraday-ren legea*

101. *Harilaren barruan sortutako eremu magnetikoa*

102. *Praktika 12: Tinbrea*

103. *Korrante elektrikoa*

104. *Erdieroalek: diodoak eta transistoreak*



Honako hauek dira errele arrunt baten osagaiak:

- harila¹⁰⁵ edo bobina (bere bi borneekin)
- nukleoa (burdinaz egindakoa)
- armadura (elektroimanan mugitzen duen metalazko egitura, palanka modukoa)
- xafla metaliko malguz osatutako kontaktuak (beren borneetan konektatuko dugu kontrolatu nahi den zirkuitua)

Harilaren borneetan tentsioa agertzen denean, harilatik igarotako korronteak eremu magnetiko bat sortzen du bere barruan. Burdinazko nukleoa imantatu egiten da, eta metalazko armadura mugikorra erakartzen du. Mugitzean, armadurak xafla malgu bat bultzatzen du, eta kontaktu bat ixten da (edo zabaltzen da, normalean itxia bada). Kontaktua horren bi borneetan lotutako zirkuitutik elektrizitatea igarotzen hasiko da. Eszitazioa desagertzen denean, xafla malgua jatorrizko lekura itzultzen da, eta kontaktua zabaltzen da berriro.

Errelearen sarreran bi borne daude beti, elektroimana konektatzeko. Irteeran, berriz, hainbat aukera daude:

- 2 borne (elektroimanan etengailu arrunt bat kontrolatzen du)
- 3 borne (elektroimanan konmutagailu bat kontrolatzen du)
- 4 borne (errele bikoitza, etengailu arrunt bi kontrolatzen dira batera)
- 6 borne (errele bikoitza, konmutagailu bi kontrolatzen dira batera)

Erreleak izan litezke hirukoitzak, lauukoitzak, eta abar. Bestalde, errelearen kontaktuak bi motatakoak izan daitezke:

- NO (*normally open*): horrela markatutako kontaktuak zabalik egongo dira, elektroimana aktibatzen ez den bitartean; hau da, ez dute korronterik pasatzen utziko erreleari eragin arte.
- NC (*nomally close*): marka hori eramaten dutenak itxita egongo dira, elektroimana aktibatzen ez den bitartean; beraz, korronteari pasatzen utziko diote erreleari eragin arte.

105. Induktorea edo harila

Errelearen abantaila garrantzitsuenak hauek dira:

- Elektroimana aktibatzen duen zirkuitua eta kontaktuen bidez kontrolatzen duena elektrikoki guztiz banatuta daude. Horrela, tentsio¹⁰⁶ handiko instalazioak kontrola ditzakegu, tentsio txikiko zirkuitu batetik. Langileak ez du tentsio handiko zirkuitua ukitu behar, eta ez da arriskuan jarriko, beraz.
- Bestalde, makina elektrikoak urrutitik kontrola daitezke, tentsio txikiko seinaleen bidez.
- Beste praktika batean ikusiko dugunez, erreleei esker makina elektrikoek funtzionamendua programa daiteke, sentsore eta tenporizadoreekin batera erabiliz gero.

Errele bat eraikitzea

Errelearen funtzionamendua ulertu ostean, errele bat eraikitzea ez da gauza zaila izango. Guk proposatutako diseinua gauzatzeko, honako osagai hauek beharko ditugu:

- aglomeratuzko oholtxo bat
- plastikozko txirrika edo tutu bat (harila egiteko)
- kobrezko hari esmalteztatua
- zerra-orri bat (metalentzako zerretan erabiltzen dena)
- eskuaira eusle txiki bat (15 x 15 mm)
- torloju bat, bere azkoinarekin (zerra-orria eskuairan finkatzeko)
- eskuaira egurrari lotzeko gabila bat (15 mm luze)
- kontaktu moduan erabiltzeko gabila bi (30 mm luze)
- nukleo moduan erabiltzeko torloju lodi bat
- etengailu bat
- kable elektriko
- 4,5 volteko pila bat

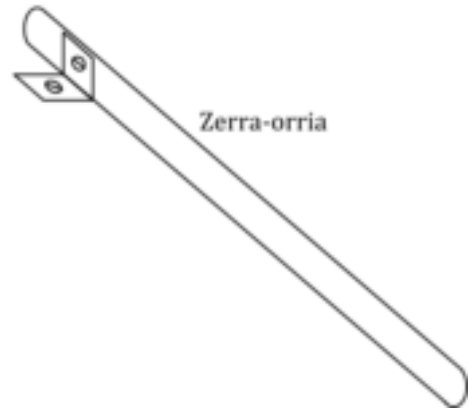
Egingo dugun errelearen bidez, 220 volteko bonbilla baten zirkuitua kontrolatuko dugu. Beraz, bonbilla hori konektatzeko, beste material hau ere beharko dugu:

- lanpara bat (220 V)
- lanpara-euskarri bat
- kable elektriko
- erregleta
- larako edo entxufe ar bat

Plastikozko txirrikaren inguruan, hari esmalteztatua kiribilduko dugu, gutxienez 500 bira osatu arte. Kontuz egin behar dugu lan, hasieran batez ere, txirrika osoan zehar birak uniformeki banatzeko.

106. *Potentziala eta potentzial-diferentzia*

Zerra-orriaren mutur batean, zulo bat egingo dugu. Mahai gaineko zulagailua erabiliko dugu, metalarentzako barautsarekin. Zerra-orria zulagailuaren azpian sendo bermatzeko sistema egoki bat erabiliko dugu; ez diogu esku hutsez eutsiko, arriskutsua da eta. Gero, torlojuaren eta azkoinaren bidez, zerra-orria eskuairarekin lotuko dugu, eta gabila erabiliko dugu eskuaira egurrezko oinarrian finkatzeko.

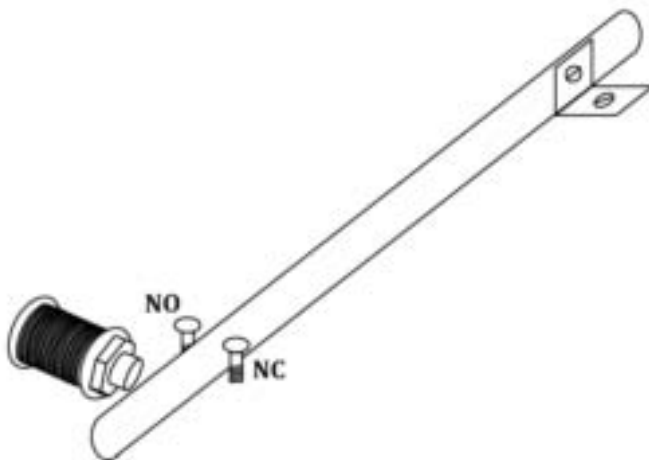


Txirrikaren barruan torloju lodia kokatuko dugu, nukleo moduan. Azkoinak eta zirrindolak erabil ditzakegu finko gera dadin. Pila eta etengailua egur gainean finkatuko ditugu, eta elektroimanaren zirkuitua osatzeko, konexio hauek egingo ditugu:

- pilaren polo batetik etengailuaren borne batera
- etengailuaren beste bornetik harilaren mutur batera
- harilaren beste bornetik pilaren bigarren polora



Elektroimanaren kokapena erabakitzeke, probak egingo ditugu: zerra-orritik nahiko gertu egon beharko du, aktibatzean orria erakartzeko, baina desaktibatuta ostean banatuta geratu beharko dute. Leku egokia aukeratu ondoren, elektroimana finkatuko dugu oholean. Zinta itsaskorra edo antzeko beste sistemaren bat erabiliko dugu.



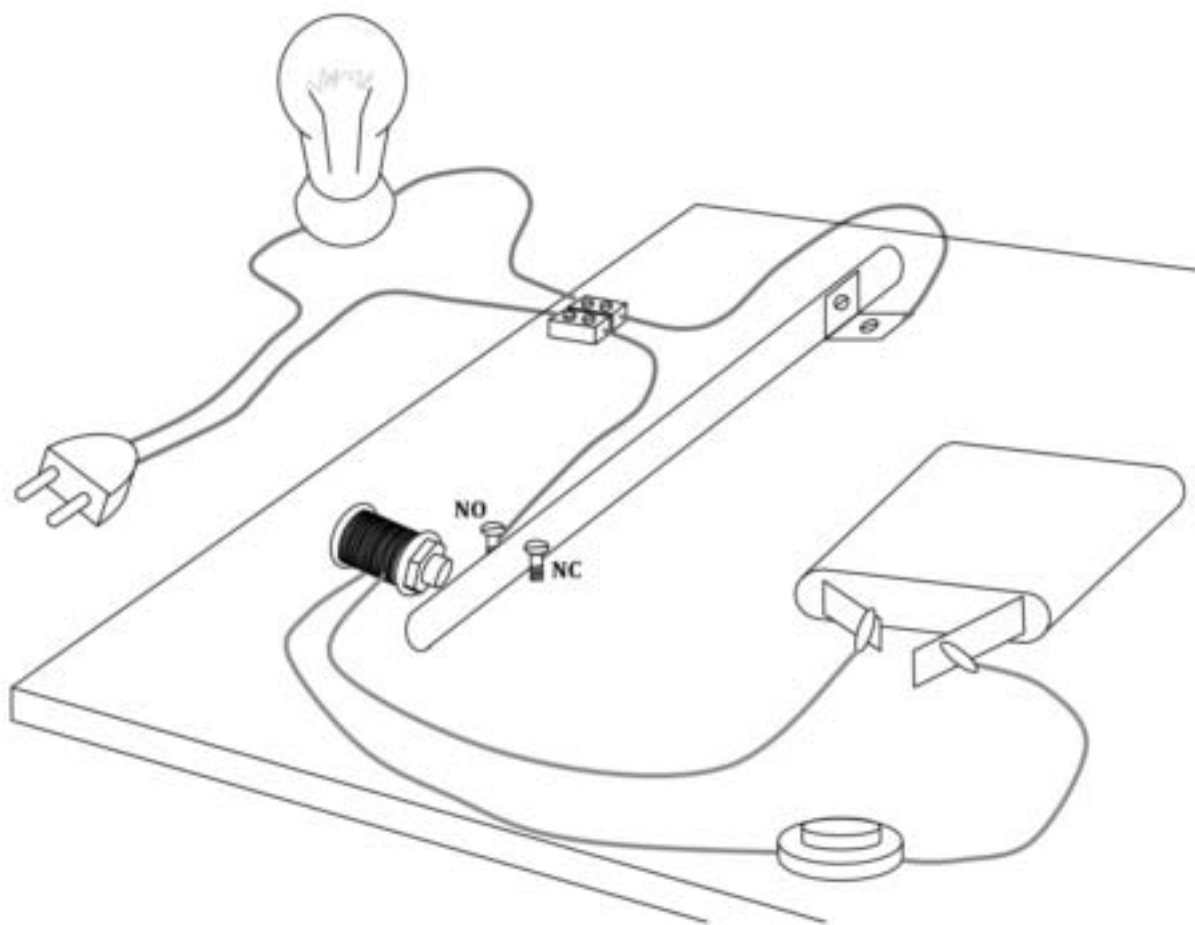
Kontaktu moduan erabiliko ditugun gabila luzeak torlojutuko ditugu egurrean. Zerra-orriak horietako gabila batean egin beharko du kontaktua elektroimana aktibatuta dagoen bitartean: gabila hori, *normalean irekia* (NO) izeneko kontaktua. Elektroimana desaktibatuta dagoenean, berriz, orriak beste gabila ukituko du: *normalean itxia* (NC) dertzona.

Horrela, errelea eginda dago. Esan dugunez, errele hau bonbilla baten zirkuitua kontrolatzeko erabiliko dugu.

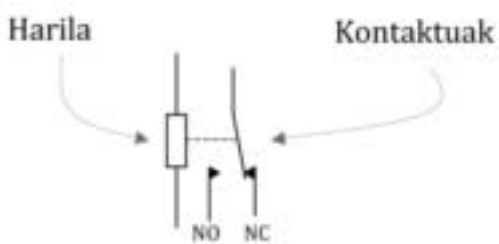
Beraz, bonbillaren zirkuitua osatzea besterik ez zaigu geratzen. Horretarako, hauek dira egin beharreko konexioak:

- larako borne batetik bonbilla-euskarriaren borne batera
- bonbilla-euskarriaren beste bornetik zerra-orrira (eskuairan egingo dugu kontaktua, torlojuaren laguntzaz)
- normalean irekia den kontaktutik (NO izeneko gabila) larako beste bornera

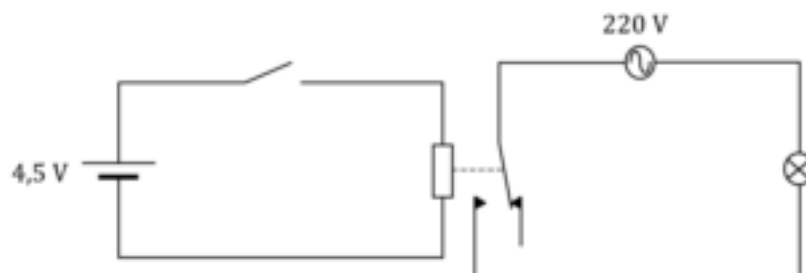
Larako sare elektrikoan txertatuz gero, errelearen etengailuari eragiten diogunean piztuko da bonbilla. Beraz, 220 volteko lanpara bat 4,5 volt erabiltzen dituen zirkuitu batetik kontrolatzen ari gara.



Hau da eskematan erabiliko dugun ikurra errelea adierazteko:



Eta eraiki dugun zirkuituaren eskema honela marraztuko dugu:



Praktika 15:**Ate logikoak.****Oinarrizko kontzeptuak**

Elektronika fisikaren arlo bat da. Arlo horretan elektrizitatea erabiltzen da makinan edota sistemen funtzionamendu konplexuak kontrolatzeko, zirkuitu elektronikoen bidez. Zirkuitu elektronikoen diodoak¹⁰⁷ eta transistoreak¹⁰⁸ dira, besteak beste, oinarrizko osagaiak. Lehenengo *diodoa* John Ambrose Flemingek asmatu zuen 1904an, eta lehenengo *transistorea* 1948an agertu zen, Bardeen eta Brattain ikertzaileen lanari esker.

Gaur egun, elektronikaren lan eremua izugarri zabaldu da, eta elektronikaren barruan hainbat arlo espezifiko agertu dira. Hasteko, elektronika *analogikoa* eta elektronika *digitala* desberdin behar dira: lehenak seinale jarraituak erabiltzen ditu, eta tentsioak edozein balore har dezake; bigarrenak, berriz, seinale diskretuak maneiatzen ditu, eta tentsioak¹⁰⁹ bi balore bakarrik hartuko ditu (0 V eta 5 V, esate baterako).

Elektronika digitalean, beraz, inportanteena ez da seinalearen balore zehatza voltetan, baizik eta bere balore logikoa: **0** (faltsua) edo **1** (egiazkoa). Zirkuitu batek hainbat konexio-borne izango ditu. Batzuk sarrerak izango dira, eta beste batzuk irteerak. Sarrera bakoitzean bi mota-tako tentsioak jar ditzakegu, eta, sarrera horien arabera, zirkuituak bi mota-tako tentsioak koka-tuko ditu irteeretan. Adibidez:



Azken finean, irteeren balioak logika bitar batean burututako operazio batzuen emaitzak izango dira. Operazio horien arauak *algebra boolearrak* deskribatzen ditu. George Boole matematikari britainiarrek definitu zuen sistema logiko hori, XIX. mendearen erdian. Labur bilduta, hona hemen algebra boolearraren oinarriak:

- Aldagai batek bi balore bakarrik har ditzake: 0 edo 1.
- Oinarrizko eragiketak hiru hauek dira: batuketa logikoa (OR), biderketa logikoa (AND) eta ezeztapena (NOT), eta taulan definituta daude.

		Batuketa OR	Biderketa AND
A	B	A+B	A·B
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	1

		Ezeztapena NOT
A		\bar{A}
0		1
1		0

107. *Diodoa*108. *Transistorea*109. *Potentziala eta potentzial-diferentzia*

Goiko adibidean, zirkuituak egiten duena hau izan daiteke:



X irteerak ez du 5 V izango, lehenengo bi sarreretan (A eta B) 5 V egon arte: $X = A \cdot B$

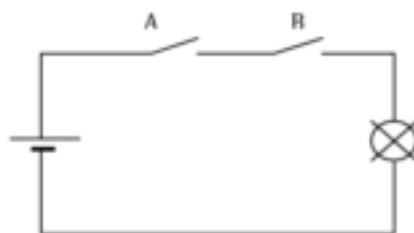
Y irteeran 5 V agertuko dira A sarreran edo C sarreran 5 V daudenean: $Y = A + C$

Zirkuitu digital baten barruan, beraz, hainbat eragiketa logiko edo bolear egiten dira. Eragiketa logiko bakar bat burutzen duen zirkuituari ate logikoa esaten diogu. Horrela, edozein zirkuitu digitalen oinarriko elementuak ate logikoak dira. Gehiago egon arren, garrantzitsuenak diren hiru ateen ezaugarriak azalduko ditugu.

AND atea



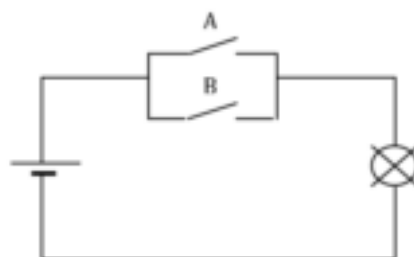
Biderketa logikoa egiten du. Irteera 1 izateko, sarrera biek batera 1 izan behar dute. Ate honen funtzionamendua simulatzeko, seriean dauden bi sakagailuz kontrolatutako bonbilla baten zirkuitua erabil dezakegu. Bonbilla pizteko, sakagailu biak aldi berean sakatu behar dira.



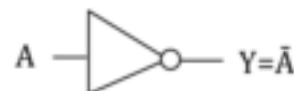
OR atea



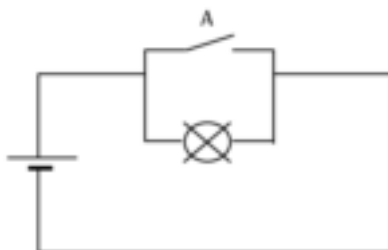
Batuketa logikoa egiten du. Irteera 1 izateko, sarrera batak edo besteak 1 izan behar du. Ate honen funtzionamendua simulatzen duen zirkuituak bi sakagailu ditu, paraleloan konektatuta, bonbilla bat kontrolatzeko. Bonbilla pizteko, sakagailu bakar bati eragitea nahiko da.



NOT atea



Bere sarrera bakarraren balioa ezeztatzen du, hau da, sarreran 1 baldin badaukagu, irteeran 0 agertuko da. Eta alderantziz. Funtzionamendua simulatzeko, bonbilla baten paraleloan sakagailu bat kokatuko dugu. Sakagailua ukitzen ez badugu, bonbilla piztuta egongo da. Sakatzen badugu, berriz, bonbilla amatatuko da.



Ate logikoak egiteko diodoak eta transistoreak erabiltzen dira. Hala ere, gaur egun, zirkuitu elektronikoen tamaina izugarri txikitu da, eta zirkuitu asko fabrikatzeko, ehunka, milaka edota milioika ate logiko eta beste osagai sartzen dituzte kapsula edo **txip** txiki baten barruan.

Eraikitzea

Zirkuitu elektroniko bat osatzerakoan ate logikoak erabili behar baditugu, ate logikoak barneratzen dituen zirkuitu integratuak erosiko ditugu. Azkarragoa, errazagoa eta merkeagoa da, atek guk eraikitzea baino.



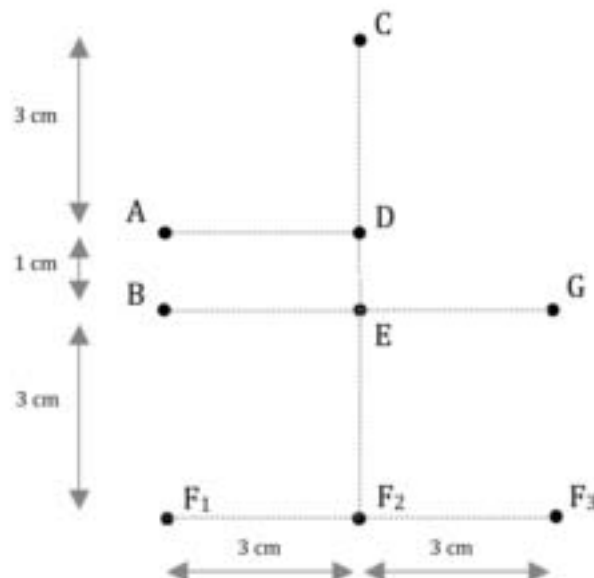
Hala ere, aurretik esan dugunez, txip horien barruan dauden zirkuitu ñimiñoak diodoz eta transistorez osatuta daude. Praktika honetan ate simple batzuk egingo ditugu osagai horiek erabiliz.

Hona hemen beharko dugun materiala:

- BC 547 transistore bat
- 1N007 diodo bi
- 10 k Ω -eko erresistentzia bi
- 2 k Ω -eko erresistentzia bat
- LED diodo bat
- elikatze-iturri bat (edo 4,5 V-eko pila bat)
- polimetro bat
- egurrezko oholtza bat (20 x 20 cm-koa)
- iltzeak
- eztainua
- soldagailua
- kobrezko haria

AND atea

Oholaren gainean iltze batzuk sartuko ditugu, eskeman agertzen diren puntuetan. Iltzeak ez ditugu guztiz sartuko, kanpoan geratuko den zatia konexioak egiteko erabiliko baitugu, eztaizuzko soldaduren bitartez.



Gero, osagai elektronikoak konektatuko ditugu. C eta D puntuen artean $2\text{ k}\Omega$ -eko erresistentzia¹¹⁰ bat soldatuko dugu, eta E eta F_2 iltzeen artean $10\text{ k}\Omega$ -koa txertatuko dugu. D eta E puntuak kable zati baten bidez lotuko ditugu. AD eta BE tarteetan diodo bana sartuko dugu, kasu bietan katodoa ezkerrean kokatuta:

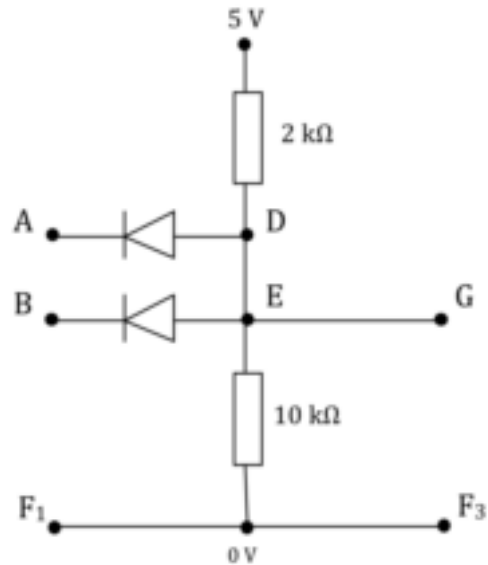
	Katodoa	Anodoa
1. diodoa	A	D
2. diodoa	B	E



Bukatzeko, F_1 , F_2 eta F_3 alde batetik, eta E eta G beste aldetik, kablez lotuko ditugu.

AND atea osatuta daukagu. Martxan jartzeko, elikatu egin behar dugu. Horretarako, 5 V -eko tentsio bat ezarriko dugu F_2 eta C puntuen artean: F_2 -an elikatze-iturriko 0 V -eko kabila konektatuko dugu, eta C-n 5 V -ekoa.

¹¹⁰ Erresistentzia



Atearen funtzionamendua ulertzeko, *diodoa* nola dabilen gogoratu behar duzu: anodoaren tentsioa katodoarena baino handiagoa izanez gero, diodoa eroalea da, eta kable bat bezalako portaera izango du; aldiz, tentsio altuena katodoan badago, diodoak ez du eroaten.

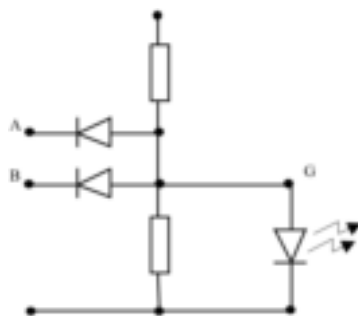
Gure zirkuituan, erdiko adar bertikala *tentsio-zatitzaile*¹¹¹ bat da, beraz, D edo E puntuetan (azkenean puntu bera dira) 0 V eta 5 V tarteko tentsio bat egongo da hasieran. A puntuan 0 V konektatuz gero, goiko diodoa zuzenean polarizatuta egongo da, eta eroalea izango da. Orduan, A eta D zuzenean konektatuta egongo dira, eta D puntua 0 V-eko tentsioan jarriko da. D eta G kontaktuan daudenez, G-n, hau da, irteeran, 0 V agertuko da. Gauza bera gertatuko da B sarreran 0 V konektatutakoan.

Irteeran 0 V-ekoa ez den tentsio bat agertzeko, bi sarreretan 5 V-eko tentsioa ezarri beharko dugu. Horrela, diodo biak alderantziz polarizatuta egongo dira, ez dira eroaleak izango, eta D, E eta G puntuetan 0 V eta 5 V tarteko tentsio bat agertuko da.

Funtzionamendu hori egiaztatzeko, A eta B puntuak elikatze-iturriko 0 V edo 5 V-eko kabletan konektatzen joango gara, konbinazio guztiak egiten. Irteeran, hau da, F₃ eta G puntuen artean, polimetroa txertatuz irteerako tentsioa neurtuko dugu. Emaitzak taula honetan agertzen direnak izan beharko dira:

A	B	G
0 (0 V)	0 (0 V)	0 (0 V)
0 (0 V)	1 (5 V)	0 (0 V)
1 (5 V)	0 (0 V)	0 (0 V)
1 (5 V)	1 (5 V)	1 (4,2 V)

111. Praktika 6: Tentsio-zatitzailea

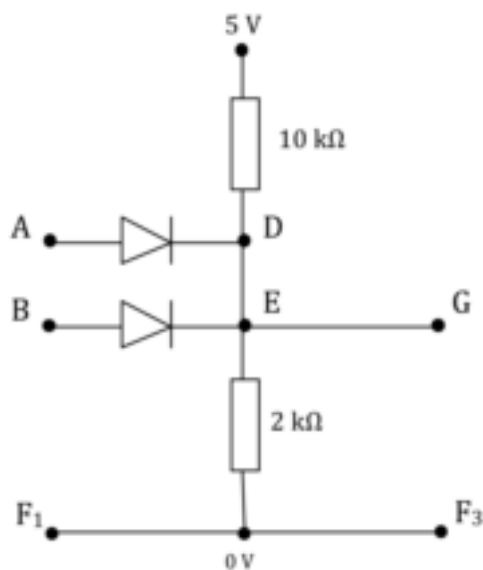


Irteeraren balio logikoa frogatzeko, polimetroa erabili beharrean, LED diodo¹¹² bat txertatzea nahikoa izango litzateke. G puntuan 0 V egonez gero, diodoa ez da piztuko. 4,2 V-eko tentsio agertzen bada, berriz, diodoa piztuko da.

OR atea

Ate hau egiteko, aurrekoan eman ditugun pauso berak eman beharko ditugu, aldaketa txiki pare batekin:

- Diodoak alderantziz kokatuko ditugu.
- Erresistentziak haien artean trukatu ditugu.



Horrela, zirkuitu hau lortuko dugu:

Kasu honetan, A puntuan 5 V-eko tentsioa kokatuz gero, goiko diodoa zuzen polarizatzen da, eroaten du, eta D puntuan 5 V agertuko dira. Irteeran, beraz, 5 V-eko tentsioa izango dugu. Gauza bera B puntuarekin. Bi sarreretan 0 V ezarriz gero, diodo biak alderantziz polarizatuta egongo dira, ez dute eroango, eta erdiko adarrak tentsio zatitzaile moduan lan egingo du; beraz, G puntuan 0 V eta 5 V tarteko tentsio bat agertuko da. Baina kasu honetan beheko erresistentzia goikoa baino askoz txikiagoa da, eta, horregatik, G puntuko tentsioa 0-tik hurbilago egongo da 5-tetik baino.

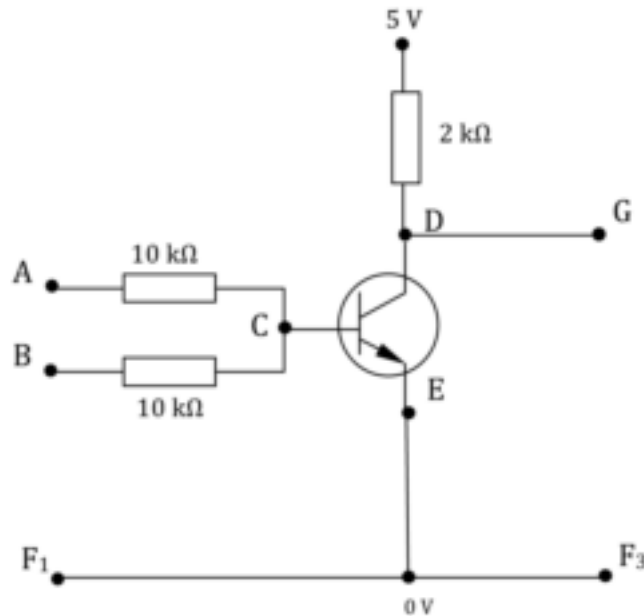
¹¹². Diodoa

Aurrekoan bezala, polimetroaren edo LED diodoaren bidez zirkuituaren funtzionamendua egiaztatzen badugu emaitza hauek lortuko ditugu:

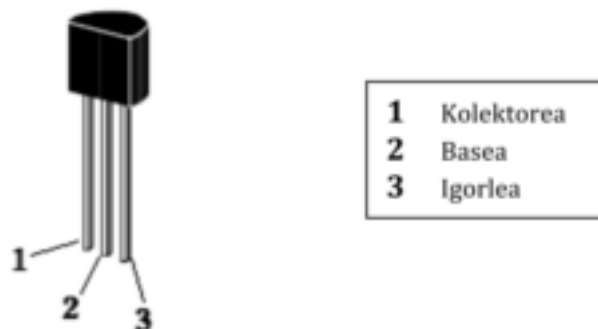
A	B	G
0 (0 V)	0 (0 V)	0 (0,8 V)
0 (0 V)	1 (5 V)	1 (5 V)
1 (5 V)	0 (0 V)	1 (5 V)
1 (5 V)	1 (5 V)	1 (5 V)

NOR atea

Aurretik azaldu ez dugun ate bat egingo dugu orain. NOR atearen emaitzak OR atearenak bezalakoak dira, baina kontrakoak. Izan ere, OR atek 1 ematen duenean, NOR atek 0 ematen du, eta alderantziz. Hobeto ulertzeko, muntaketa hau egingo dugu:



Kontuz transistorea soldatzerakoan. Irudian erakusten den moduan antolatuta daude BC 547 transistorearen hankak.



Zirkuitu honen funtzionamendua ulertzeko, *transistorea* nola dabilen gogoratu beharko dugu. Transistorearen basetik korrontea igarotzen bada, igorletik eta kolektoretik korronte handiago bat igaroko da. Basetik korronterik ez bada pasatzen, igorletik eta kolektoretik ere ez. Eta basetik korrontea igarotzeko, baseko tentsioak igorlekoak baino handiagoa izan behar du. Hori guztia kontuan hartuta, azter dezagun zirkuitua.

Bi sarreretan 0 V egonez gero, C puntuan ere 0 V egongo dira, eta transistorearen basetik ez da korronterik pasako. Beraz, igorletik eta kolektoretik ere ez. D eta G puntuetan 5 V-eko tentsioa agertuko da zuzenean.

Baina edozein sarreratan 5 V-eko tentsioa konektatzen badugu, C puntuan 0 V baino gehiago izango dugu: sarrera bietan 5 V izanez gero, C-n ere 5 V egongo dira; sarrera batean 5 V dauden bitartean, bestean 0 V badaude, C-ko tentsioa 2,5 V-ekoa izango da. Hala ere, baseko tentsioa igorlekoa baino altuagoa izango da; beraz, basetik korrontea hasiko da igarotzen, eta ondorioz, igorletik eta kolektoretik ere bai. Adar bertikaletik pasatzen den korrontearen intentsitateak tentsio-jauskera bat sortuko du goiko erresistentzian, eta D eta G puntuetako tentsioa jada ez da 5 V-ekoa izango.

Probak egin ostean lortuko ditugun emaitzak hauek izango dira:

A	B	G
0 (0 V)	0 (0 V)	1 (5 V)
0 (0 V)	1 (5 V)	0 (0,2 V)
1 (5 V)	0 (0 V)	0 (0,2 V)
1 (5 V)	1 (5 V)	0 (0,2 V)

BIBLIOGRAFIA

Kontzeptu teorikoen azalpenak idazteko erabilitako erreferentzia garrantzitsuenak testu liburuak izan dira, Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzakoak zein Lanbide Heziketakoak. Praktiken proposamenak osatzeko, testu liburuak erabiltzeaz gain, Interneteko hainbat webgune ere aztertu ditugu.

Liburuak

Electrotecnia

A.Guerrero, O. Sánchez, J.A. Moreno, A. Ortega
Ed. Mc Graw Hill

Diseño y tecnología

J. Garratt
Ed. Akal

Webguneak

Actividades de Tecnología

Luis González Perez

<http://platea.pntic.mec.es/~lgonzale/>

<http://platea.pntic.mec.es/~lgonzale/circuitos/electronica/divisor.html>

Ampliación de Física y Electrónica

Universidad Rey Juan Carlos

Departamento Tecnología Electrónica

<http://laimbio08.escet.urjc.es/index.php?id=62>

Aplicaciones tecnológicas. Electrónica práctica

<http://www.hispavila.com/>

Así funciona

<http://www.asifunciona.com/inicio.htm>

Aula abierta de electrónica

<http://www.terra.es/personal2/equipos2/>

Ciencia fácil

<http://www.cienciafacil.com/>

Componentes electrónicos

Instituto Universitario Antonio José de Sucre.

Escuela de Electrónica

Puerto Ordaz (VENEZUELA)

C. Borges, N. Oliveros, A. González, F. Fernández

<http://www.monografias.com/trabajos16/componentes-electronicos/componentes-electronicos.shtml?monosearch>

Créalo tu mismo

Matías Gentiletti

<http://www.crealotumismo.com/>

Departamento de Electricidad-Electrónica

IES La Costera. Xàtiva (Valencia)

<http://www.ieslacostera.org/electricitat/>

<http://www.ieslacostera.org/electricitat/SIE-CAL-GDI/>

Descubre y aprende

INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial)

<http://www.inta.es/descubreAprende/index.htm>

Duracell

<http://www.duracell.com/ar/>

El rincón de la ciencia

I.E.S. Victoria Kent, Torrejón de Ardoz

<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/rincon.htm>

Electrónica

Carlos Díaz

<http://perso.wanadoo.es/chyryes/>

Electrónica fácil

<http://www.electronicafacil.net/>

Electrónica Unicrom

<http://www.unicrom.com/>

Electrotécnia

IES Muñoz Torrero, Cabeza del Buey

IES Extremadura, Montijo

Florencio Blanco Rodríguez

<http://ficus.pntic.mec.es/~fblr0000/electrotecnia.html>

Evil Mad Scientist Laboratories

How to make the simplest electric motor

Windell H. Oskay, Lenore M. Edman, Chris Brookfield

<http://www.evilmadscientist.com/article.php/HomopolarMotor>

FisicaNet

<http://www.fisicanet.com.ar/>

Foros de electrónica

<http://www.forosdeelectronica.com/>

Hiru.com

Etengabeko ikaskuntza

<http://www.hiru.com/fisika>

ISFTIC

Ministerio de Educación
Gobierno de España
<http://www.isftic.mepsyd.es/>

Libros vivos.net

Temas clave: El poder de la electricidad.
SM
<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1124>

Luis Frino Electrónica

<http://www.frino.com.ar/>
<http://www.frino.com.ar/transformador.htm>

Mis respuestas.com

<http://www.misrespuestas.com/>

Monografías o Apuntes de Tecnología Electrónica

http://www.viasatelital.com/proyectos_electronicos/

NavarraInnova

Nafarroako Gobernua
<http://www.navarrainnova.com/es/>

Newton

Ministerio de Educación. Gobierno de España
<http://newton.cnice.mec.es/>

PLL (Phase Locked Loop)

Universidad del Táchira.
Departamento de Ingeniería Electrónica
San Cristóbal. Venezuela
José Eduardo Niño, José Gregorio Malaguera Mora
<http://www.angelfire.com/al3/PLL/>

Por dos mangos!

<http://pordosmangos.blogspot.com/>
<http://pordosmangos.blogspot.com/2008/08/timbre-electrico-casero.html>

Proyecto REESS

IES Río Cuerpo de Hombre. Béjar.
IES Ramón Olleros Gregorio. Béjar
IES García Bernal. Salamanca
<http://www.sebyc.com/reess/>

Recursos y actividades de clase

IES Julián Marías. Valladolid
José Ignacio Alonso del Olmo
<http://platea.pntic.mec.es/~jalons3/>
<http://platea.pntic.mec.es/~jalons3/4ESO/2elec/esquemaindice2.htm>

REEA

Revista de electricidad, electrónica y automática

IES Río Cuerpo de Hombre. Béjar

J.C.M. Castillo

<http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/portada/>

SEBYC Servicio Educativo de Béjar y Comarca

IES Río Cuerpo de Hombre. Béjar.

J.C.M.Castillo

<http://www.sebyc.com/>

SEED (Schlumberger Excellence in Educational Development)

<http://www.seed.slb.com/>

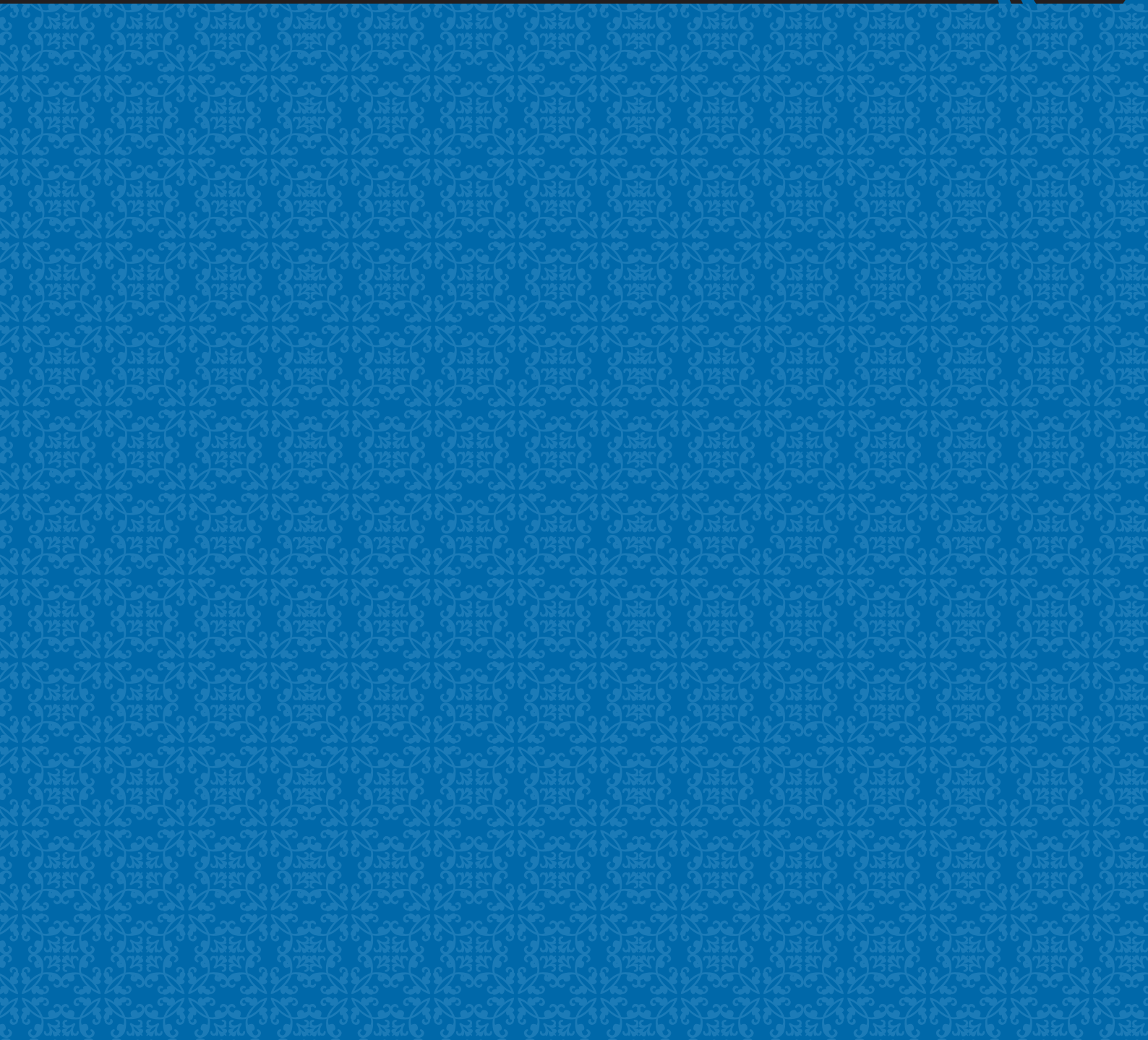
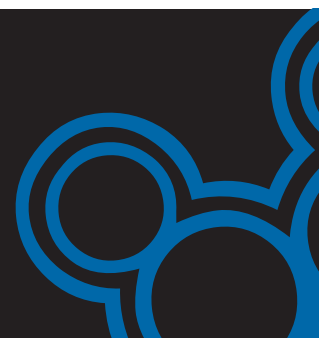
Taller de electricidad y magnetismo

I.E.S. Juana de Pimentel, Arenas de San Pedro

http://www.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/Los_talleres_de_ciencias/Taller_de_electricidad_y_magnetismo.htm

Todo sobre la electrónica

<http://www.ifent.org/>



Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

