

20



Gabriel Jauregi
Batxilergorako materialak

Makinak: elementuak eta sistemak

Aitor Idoigabeitia Anakabe

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, UNIBERTSITATE
ETA IKERKETA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN

Euskara Zerbitzua
Ikasmaterialak

Gabirel Jauregi Bilduma
Batxilergorako materialak

20

Makinak: elementuak eta sistemak

Aitor Idoiagabeitia Anakabe



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 Idoiagabeitia Anakabe
Euskara-berrikusketa:	Jose LLerandi
Fotokonposizioa:	mccgraphics
Inprimaketa:	mccgraphics
ISBN:	978-84-457-3040-9
L.G.	BI-1303/2010

Oharra: Lan hau IRALEn egin da, R400 ikastaroan.

AURKIBIDEA

1. Transmisio elementuak	5
1.1. Sarrera	7
1.2. Ardatz eragileak	8
1.3. Kojineteak	9
1.4. Akoplamenduak	11
1.5. Higidura transformatzeko elementuak	14
1.6. Balaztak	23
2. Lotura-elementuak	25
2.1. Sarrera	27
2.2. Lotura finkoa.....	27
2.3. Lotura desmuntagarria	29
3. Pneumatika	45
3.1. Aire konprimitua	47
3.2. Konpresore motak	47
3.3. Aire konprimituzko metagailua	49
3.4. Aire konprimituaren prestakuntza.....	49
3.5. Lan-elementu pneumatikoak.....	51
3.6. Balbulak	53
3.7. Posizio-kaptadoreak	62
3.8. Eskema pneumatikoak	62
4. Elektrizitatea. kontzeptu orokorrak	81
4.1. Energia elektrikoa	83
4.2. Elektrizitatearen efektuak.....	83
4.3. Elektrizitatea.....	85
4.4. Elektrizitate estatikoa	87
4.5. Karga elektrikoa	88
4.6. Elektroien higidura.....	89
4.7. Zirkuitu elektrikoa.....	89
4.8. Elektrizitatea sortzeko erak.....	91
4.9. Korronte elektrikoaren intentsitatea.....	93
4.10. Korrontearen benetako noranzkoa eta noranzko konbentzionala.....	94
4.11. Elektroi-higidura zirkuitu batean	94
4.12. Korronte elektrikoa neurtzea.....	95
4.13. Tentsio elektrikoa. Indar elektroeragilea.....	95
4.14. Korronte zuzena (KZ)	96
4.15. Korronte alternoa (KA).....	105
4.16. Metagailuak	118
5. Bibliografia.....	125

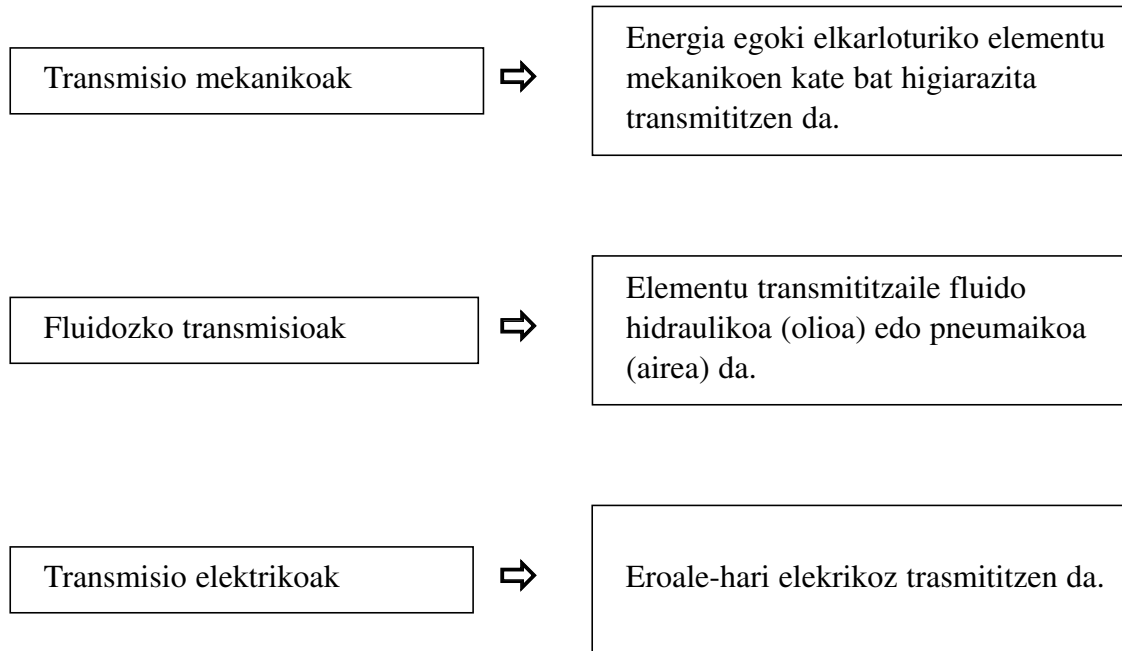
Transmisio elementuak

1

1.1. SARRERA

Makina bat martxan jartzean, atal edo mekanismo sorta bat hasten da funtzionatzen. Mekanismo bakoitzak eginkizun zehatz bat betez eta guztiok egokiro sinkronizatuz, makinak ongi funtzionatzea lortzen da.

Praktikan, energia transmititzeko, hiru era erabil daitezke:



Transmisio mekanikoak

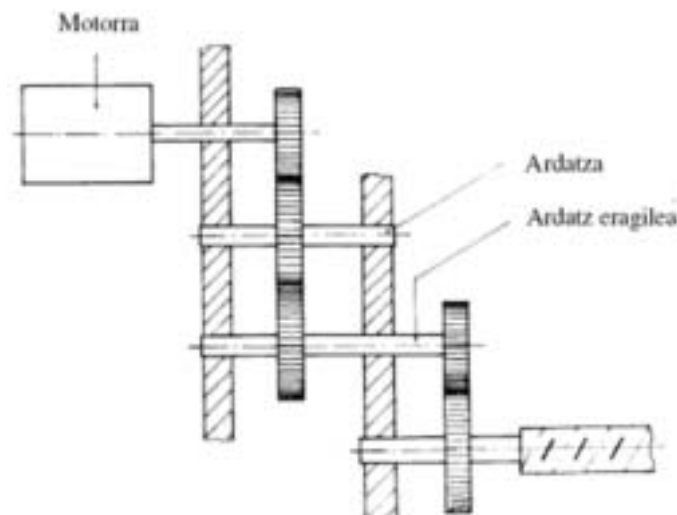
Transmisioa sailka daiteke burutu behar duen funtzio eta parte hartzen duten elementuen arabera:

Transmisio mekanikoak	Higidura distantziara transmititu.	Ardatz eragileak (kojineteak)
	Bi-ardatz-eragile iraun korki edo aldi baterako elkarlotu.	Akoplamenduak
	Ardatzen artean higidura transmititu.	Poleak eta uhalak Gurpilek eta kateak Engranajeak Giltzadura desberdinak
	Higidura bat gerarazi edo galarazi.	Balaztak Trinketak
	Higidura zirkularretik linealera edo alderantziz aldatzea eta transmitzea	Torloju/azkoina Pinoi/kremailera Biela/biradera Espeka/jarraitzailea

1.2. ARDATZ ERAGILEAK

Ardatz eragileak beste elementuei higidura transmititzeko hainbat forma eta neurritako biraketazko piezak dira.

Nahasketarik ez sortzeko, ardatz eusle eta ardatz eragilea bereiztea komeni da. Ardatzak, beraren inguruan gurpilek eta beste atalek bira dezaten, euskarri-funtzioa duten biraketa-piezak dira. Ez dute energiarik transmititzen eta makurdura eta ebakidura-esfortzuak soilik jasaten dituzte. Ardatz eragileek, berriz, energia transmititzen dute. Beraz, bihurdura-esfortzuak ere jasaten dituzte.



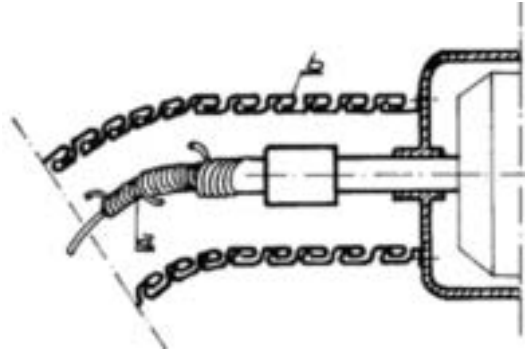
1. irudia : Ardatz eragilearen eta ardatz euslearen arteko desberdintasun

Ardatz malguak

Ardatz eragileak dira. Beraz, funtsean ardatz eragile malguk energia transmititzen dute (potentzia txikia) eta lanaldian makurtzeko ahalmena dute.

Energiaren transmititzaile den ardatz eragilea altzairuzko (a) alanbre-geruzaz osaturik dago, bata bestean biribilkaturik (2. irudia), eta beste noranzko batzuetan kurbatzeko malgutasuna du.

Karabilkatzeko era hori (b) estalkiz gorderik dago, eta estalkiak kurbatu ahal izateko eraz-tun metalikoek elkarri egoki loturik egon behar dute.



2. irudia: Ardatz Malguak

1.3. KOJINETEAK

Kojineteak ardatz eragile eta ardatz eusleak bermatzeko elementuak dira eta honelakoak izan daitezke:

Marruskadurazko kojineteak	solidoak	3. irudia a)
	likidoak	3. irudia b)
	gasezkoak	3. irudia c)
Errodamenduak		



3. irudia: Marruskadurazko kojineteak

Atal honetan marruskadurazko kojinete solidoei eta errodamenduei buruz hitz egiten da.

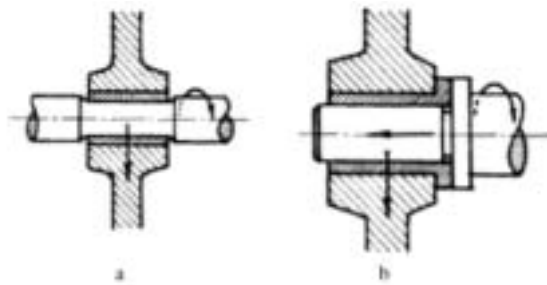
1.3.1. Marruskadurazko kojinete solidoak

Marruskadurazko kojinete solidoak ardatz eragile eta eusleen birabarki-erro eta pibotetan doiturik ahokatzen dira, eta hauen euskarri izateko balio dute. Normalean, kanpo aldetik biraketa formak izaten dituzte.

Lan egiteko erari begiratu, kojineteak honelakoak izan daitezke:

Erradialak
Axial-erradialak

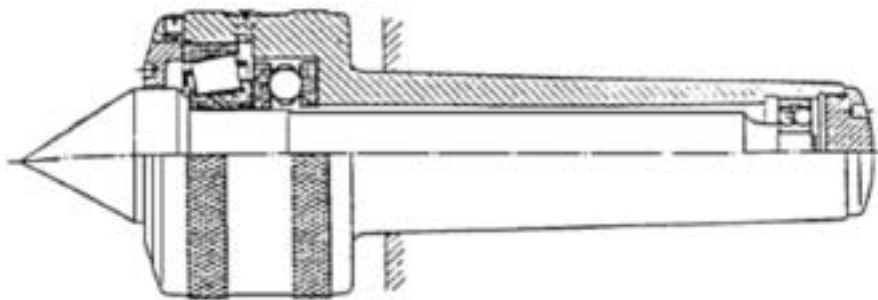
Kojinete erradialek esfortzu erradialak bakarrik jasan ditzakete. Kojinete axial-erradialek, aldiz, esfortzu erradialak ez ezik axialak ere bai (4. irudia).



4. irudia: Marruskadurazko kojinete solidoak

1.3.2. Errodamenduak

Ardatzaren eta euskarriaren artean, bola edo arrabolak sartzen badira, lerradurazko marruskaduraren orde ez errodamadura egongo da eta energia galera txikiagoa izango da (4.5. irudia).

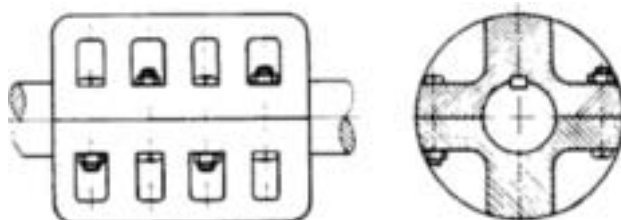


5. irudia: Errodamenduen aplikazioa

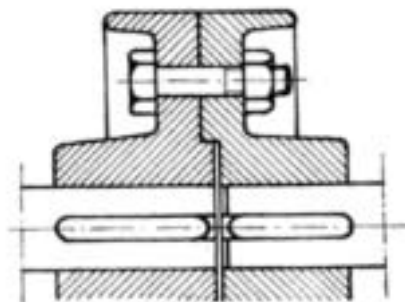
Lan egiteko erari begiratu, honelakoak izan daitezke errodamenduak:

Karga erradialearako errodamenduak (6. irudia)
Karga axialetarako errodamenduak (6. irudia)
Karga erradial eta axialetarako errodamenduak (6. irudia)

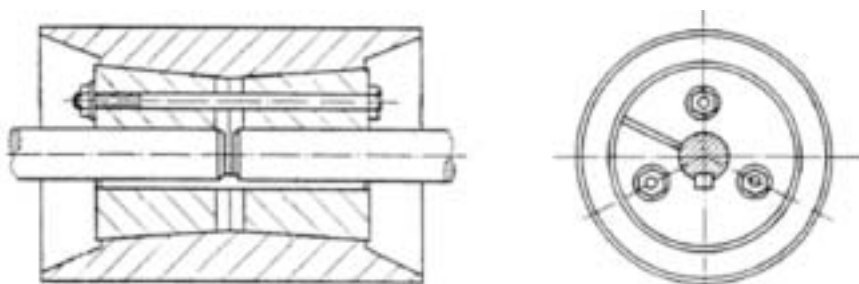
Platertxodun akoplamenduak (8. irudia)
Mahukatxodun akoplamenduak (7. irudia)
Pintzadun akoplamenduak (9. irudia)



7. irudia: Mahukatxodun akoplamenduak



8. irudia: Platertxodun akoplamenduak



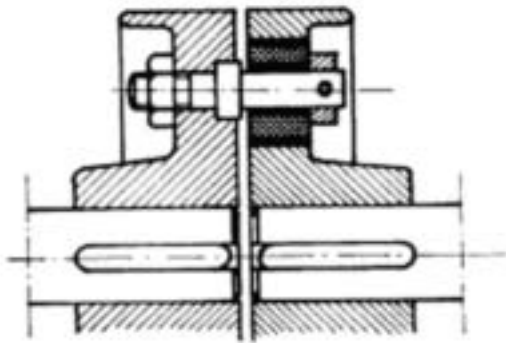
9. irudia: Pintzadun –sellers- akoplamenduak

1.4.2. Akoplamendu higikorrak

Akoplamendu higikorrak mugimendu erlatibo baten bidez ardatz eragileak lotzeko erabiltzen dira.

Normalean, motor bat makinari zuzenean lotzeko erabiltzen da. Muntatze-akatsen ondorio diren lerrokatze-akatsak berdindu eta martxan nahiz abiatzean izan ohi diren gainkargak bere-

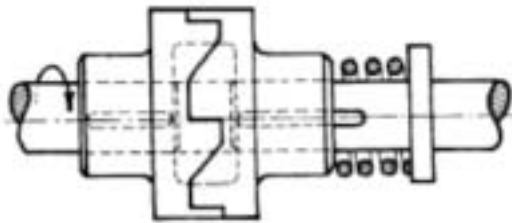
ganatuz momentu eragilea berdindu eta moteldu egiten ditu. Era berean, akoplamendu higikorak honela sailka daitezke:



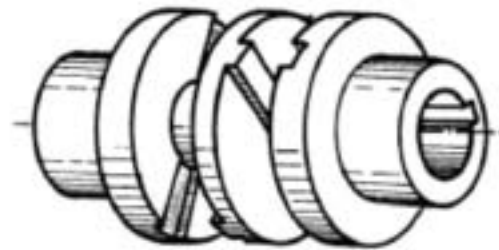
10. irudia: Platertxo elastikodun akoplamendua



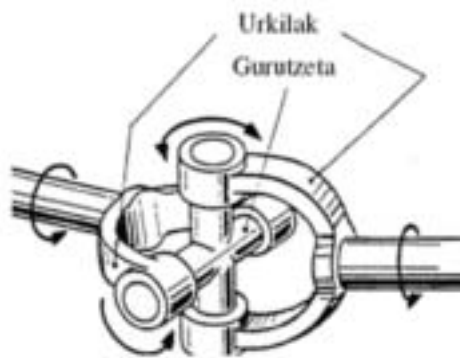
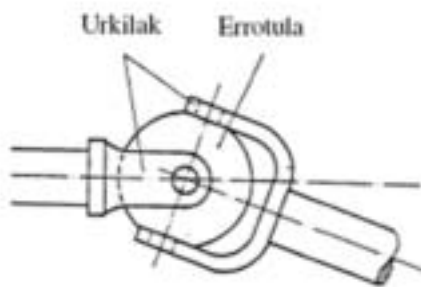
11. irudia: Zabalkuntza- akoplamendua



12. irudia: Esfortzua mugatzeko akoplamendua



13. irudia: Ardatz paraleloetarako akoplamenduak (Oldhan giltzadura)



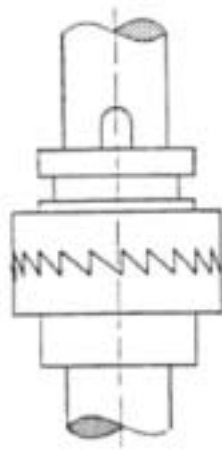
14. irudia: Angelua osatzen duten ardatzentzako akoplamenduak (Cardan erakoak) Enbrageak

Enbrageak, bi ardatz eragile edo elementu biratzaile nahi denean lotu edo askatzeko aukera eskaintzen duten makinaren mekanismoak dira.

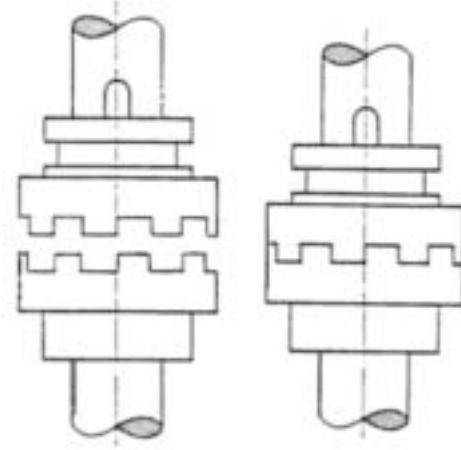
Enbrageak honelakoak izan daitezke:

Zerra-hortzeko enbrageak (15. irudia)
Hortz lauazko enbrageak (16. irudia)
Marruskadurazko enbrageak (17. irudia)

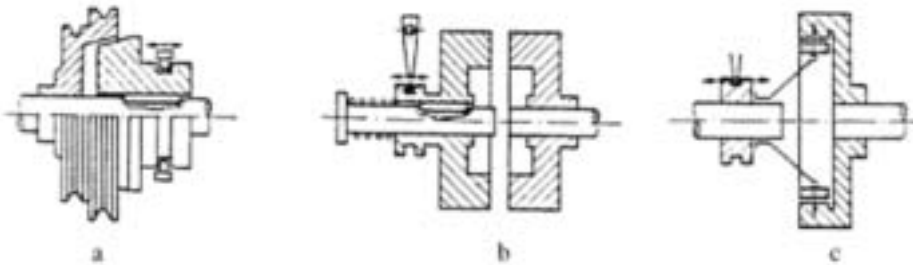
Euren arteko desberdintasuna honetan datza: marruskadurazko enbrageetan akoplatu beharreko bi ardatzak higitzen ari daitezke; beste enbrage mota batzuetan, aldiz, akoplatzeko unean ardatzak geldirik egon behar dute.



15. irudia: Zerra-hortzeko enbrageak



16. irudia: Hortz lauzko enbrageak

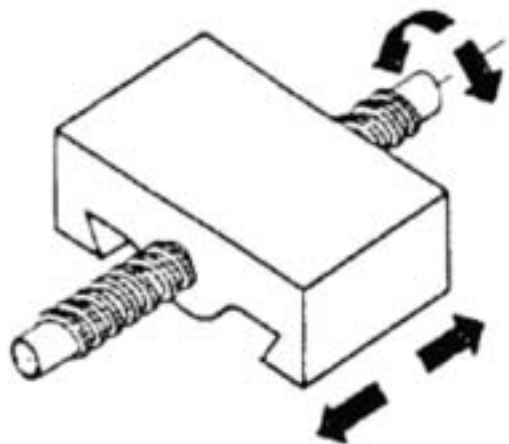


17. irudia: Marruskadurazko enbrageak. a) Konodun enbragea, b) Plater enbragea, c) Enbrage erradial edo zilindrikoa.

1.5. HIGIDURA TRANSFORMATZEKO ELEMENTUAK

Maiz, aurreratzeko higidurak, erregulazio- higidurak eta zenbait kasutan lan edo ebaketa-higidurak, mekanizazioak hala eskatzen duelako zuzena izan behar du. Gurpil zilindriko, uhal, giltzadura eta abarren bidez igorritako motorraren ardatz eragilearen *biraketa-higidura*, azkenean, mekanismo bereziak *higidura zuzen* bihurtzen du.

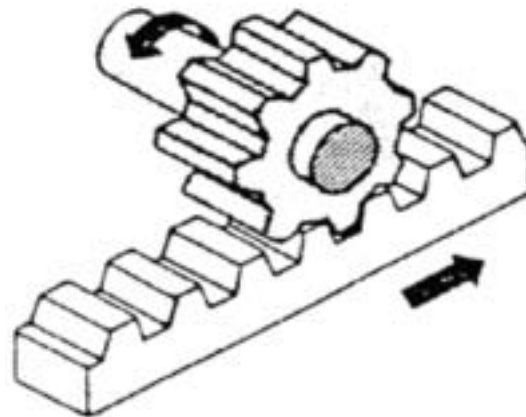
Zenbait kasutan, ordea, ibilgailuen eztanda eta errekontza-motorren pistoi eta birabarkietan erabiltzen den biela-biraderazko mekanismoan bezala, beharrezkoa da higidura zuzena biraketa-higidura bihurtzea (21. irudia).



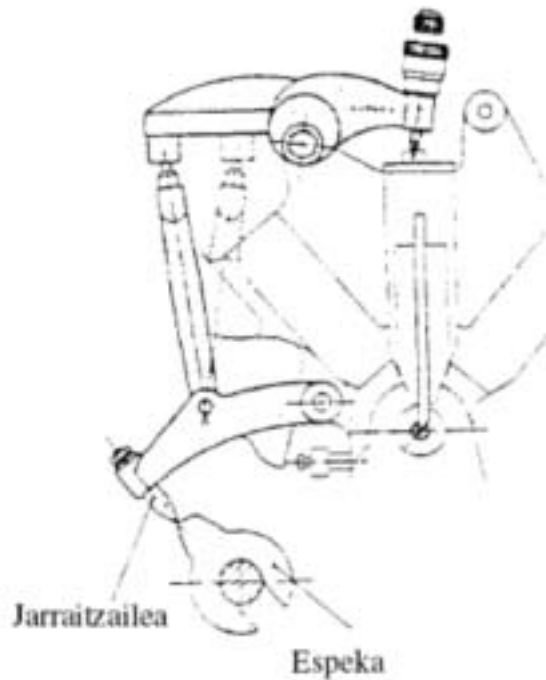
18. irudia: Torloju-azkoinaren mekanismoa

Honako mekanismo mota hauek ditugu:

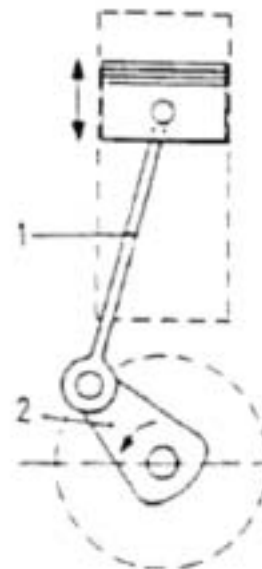
Torloju-azkoina
Pinoi-kreamailera
Biela-biradera
Espeka-jarraitzailea



19. irudia: Pinoi-kreamaileraren mekanismoa



20. irudia: Espekaren mekanismoa



21. irudia: Biela-biraderaren mekanismoa

1.5.1. Pinoi - kremailearen mekanismoak

Pinoi-kremaileak bikoteak pinoiaren biraketa-higidura kremailearen higidura zuzen bihurtzen du, finko mantentzen den ardatzaren inguruan pinoiak biratzen duenean.

Adibidez:

Zulagailuaren ardatz eragilearen aurreratzeko higidura.

Pinoi-kremaileak kremailearen higidura zuzena pinoiaren biraketa-higidura ere bihurtzeko, kremaileak pinoia ardatzaren inguruan higitzen duenean.

L desplazamendu zuzenaren balioa honako parametro hauen funtzioa da:

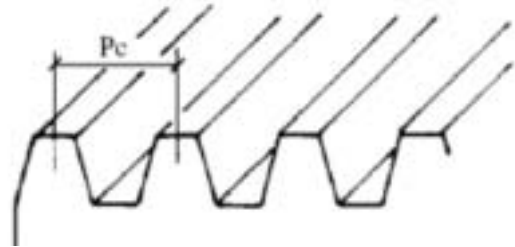
P_c kremailearen hari-neurriarena
z pinoiaren hortz-kopuruarena
n pinoiaren bira-kopuruarena

Eta formula honen bidez kalkulatzen da:

$$L = P_c \cdot z \cdot n$$

Aplikazio-adibidea:

Kalkula ezazu zulagailu baten ardatz eragilearen desplazamendua, jakinik berarekin engratzen duen pinoiak 1,25 bira ematen dituela, kremailearen hari-neurria 6,28 mm-koa dela eta pinoiak 12 hortz dituela.



22. irudia: Kremaileak

Ebazpidea:

$$L = P_c \cdot z \cdot n = 6,28 \times 12 \times 1,25 = 94,2 \text{ mm}$$

1.5.2. Torloju-azkoinaren mekanismoa

Torlojuaren biraketa-higidurak, azkoinaren higidura zuzen bihurtzen du.

Maiz, tornuen, fresatzeko makinaren eta abarren aitzinapen-higidurak ezartzeko erabiltzen dira.

L desplazamendu zuzenaren balioan, honako bi elementu hauek hartzen dute parte:

Torlojuaren hari-neurriak: Ph
Minutuko bira-kopuruak: n

Eta bere balioa honako hau izango da:

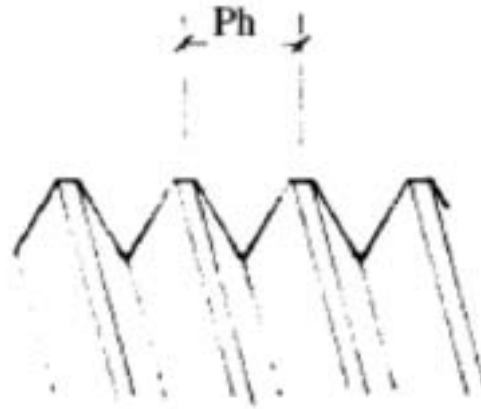
$$L = Ph \cdot n$$

Aplikazio-adibidea:

Kalkulatu 14 bira eman ondoren, 6 mm-ko hari-neurriko torlojua duen fresatzeko makina-ko(?)*mallaren* desplazamendua.

Ebazpidea:

$$L = Ph \cdot n = 6 \times 14 = \mathbf{84 \text{ mm}}$$



23. irudia: Torlojua

1.5.3. Biela-biraderaren mekanismoa

Biela-biraderaren mekanismoak bielaren higidura zuzena biraderan biraketa-higidura bihurtzen du.

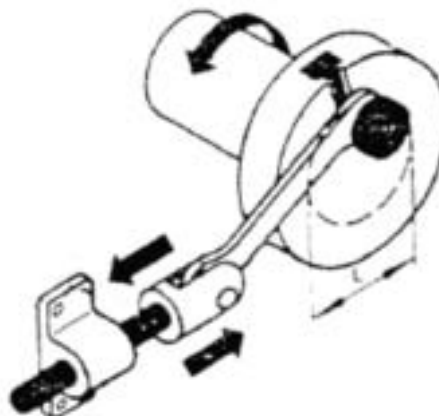
Adibidez:

— Automobil-motorraren pistoi/birabarkia (20. irudia)

Edo biraderaren biraketa-higidura biela higidura zuzen bihurtzen du.

Adibidez:

— Prentsa eszentrikoaren orga (24. irudia)



24. irudia: Biela-biradera mekanismoa

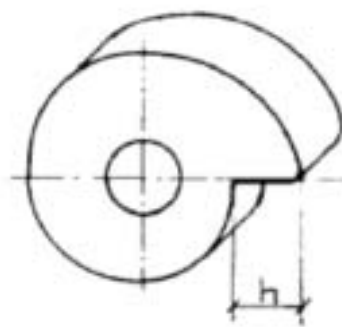
1.5.4. Espekaren mekanismoa

Espeka-jarraitzailearen mekanismoak higidura zirkularra txandakako eta aldizkako higidura zuzen bihurtzen du.

Adibidez:

— Erreminten aurreratze higidura tornu automatikoetan (25. irudia) h desplazamendu zuzenaren balioa h espeka-altueraren funtzio da.

Espekaren altuera, biraketa-angeluan dagoen erradio-diferentzia dela ulertzen da.



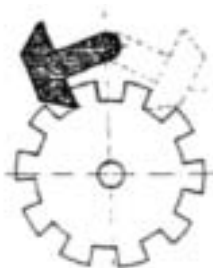
25. irudia: Espeka

1.5.5. Trinketak

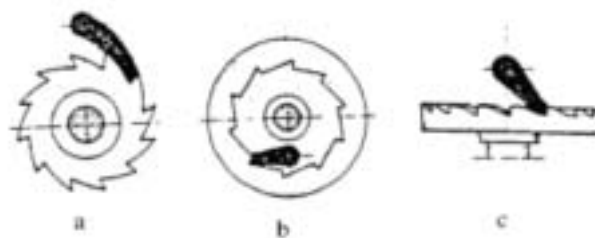
Trinketek helburutzat dute ardatz eragile edo elementu mekaniko baten noranzko jakin bateko biraketa galaraztea, nahiz eta aurkako noranzkoan biratzea libre utzi.

Beren eragiketa-noranzkoari begiratu, honelakoak izan daitezke trinketak:

Trinketa itzulezinak; 27. irudia	Kanpo horztunak (a)
	Barne horztunak (b)
	Aurretikako horztunak (c)
Trinketa itzulgarriak; 26. irudia	

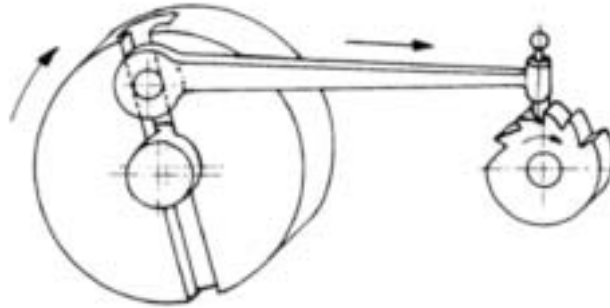


26. irudia: Trinketa itzulgarria



27. irudia: Trinketa itzulezinak

Trinketa-mekanismoa honako irudi honetan ikusten denez, higidura noranzko jakin batean transmititzeko ere erabil daiteke.



25. irudia: Espeka

1.5.6. Poleak eta uhalak, kateak eta gurpilak

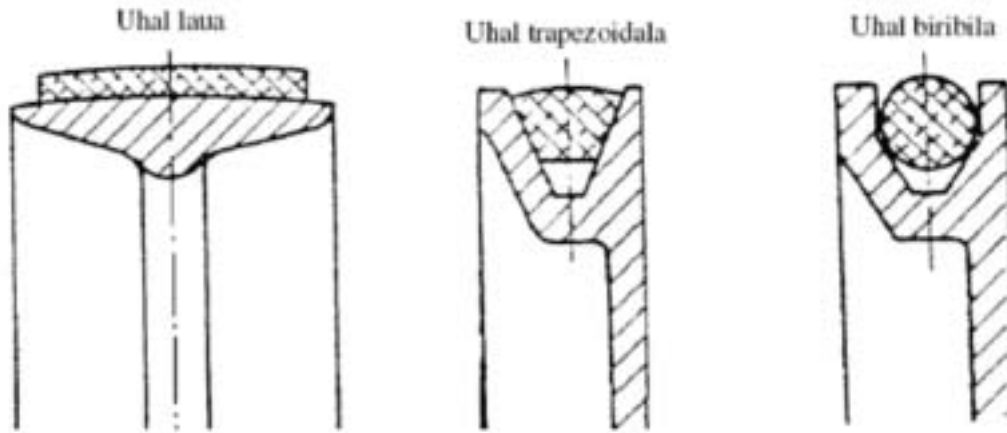
Uhalak erabiltzen dira bata bestetik urrun dauden bi ardatz eragileren artean biraketa-higidura transmititzeko, eta gainera, transmisio-erlazio bat mantendu behar bada, edota transmititu behar den esfortzua garrantzitsua bada, kateak erabiltzen dira. Beraz, erabilienak honako hauek dira:

- Poleak eta uhalak
- Kateak eta kate-gurpilak

Elementu horiek beste berezitasun bat ere badute: aldatu egin dezakete ardatz eragile edo euslearen biraketa-abiadura.

1.5.6.1. Poleak eta uhalak

Uhalak lauak, trapezoidalak edo biribilak izan daitezke eta poleak, uhal motarekin erlazio-naturiko forma geometrikoa izan behar du (13. irudia).



28. irudia: Poleak eta uhalak

Uhal lauentzako polea-hagunaren zabalera araututa dago, eta gauza bera gertatzen zaie uhal trapezoidal eta biribilentzako poleen artean forma geometrikoari

1.5.6.2. Transmisio-erlazioa

Uhal batez loturiko bi polea martxan ari direnean, abiadura tangenzial berbera izango dute, eta honako berdintza hau mantentzen da:

Erlazio horretatik, hau ateratzen da:

$$\frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{\pi d_2 n_2}{60}$$

Erlazio horretatik, hau ateratzen da:

$$\frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{\pi d_2 n_2}{60}$$

Hots, poleen diametroak (d eta D) alderantzizko proportzioan daude beren biraketa-abiadurarekiko (n eta N) . Formulak emandako i erlazioari honela deritzogu:

Transmisio-erlazioa

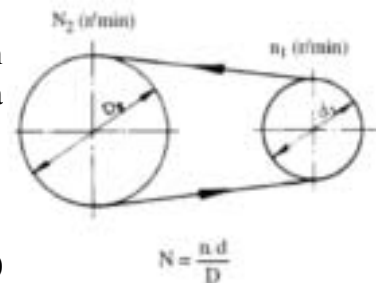
Uhal trapezoidalezko transmisioetan, diametro txikiko polean uhalak besarkatzen duen arkuak ez du sekula 120° baino txikiagoa izan behar, uhala irrista ez dadin.

Aplikazio-adibidea

1500 b/min-ko abiaduraz biratzen duen motor batez eta 100 mm-ko diametroa duen poleaz osaturiko transmisioan, ardatzaren eragina 750 b/min-ko abiaduraz biraraztea nahi da.

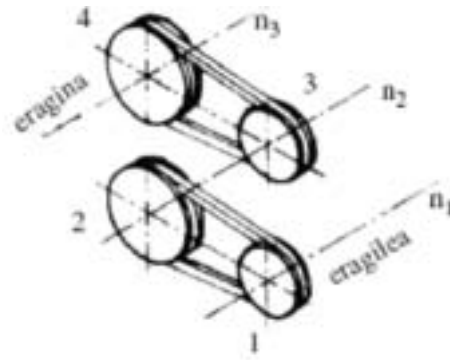
Kalkulatu:

Polea eraginaren diametroa eta transmisio-erlazioa.



29. irudia: Transmisio-erlazioa
 d₁ = Polea eragiltzaren diametroa
 D₂ = Polea eraginaren diametroa
 n₁ = r.p.m. (polea eragiltzarena)
 N₂ = r.p.m. (polea eraginarena)

Ebazpidea:



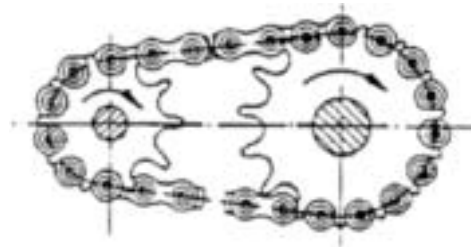
$$\frac{n_1}{N_2} = \frac{D_2}{d_1} ; D_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{N_2} = \frac{1500 \times 100}{750} = 200 \text{ mm}$$

$$i = \frac{n_1}{N_2} = \frac{D_2}{d_1} ; \frac{1500}{750} = \frac{200}{100} = \frac{2}{1}$$

30. irudia: Transmisio konposatua

1.5.6.3. Kateak eta kate-gurpilezko transmisioak

Kateek, dagozkien gurpilekin, transmisio-sistema garrantzitsua osatzen dute (31. irudia). Kateak, higidura-ardatz paralelo eta distantzia N2 (r/min) handikoen artean esfortzu handiak transmititu behar direnean, edota transmisio-erlazioa zorrotz errespetatu behar denean erabiltzen dira. Ez dira egokiak biraketa-abiadura handiz lan egiteko.



31. irudia: Kate-gurpilezko transmisioa

Oraingo honetan transmisio-erlazioa erabakitzen dutenak honako hauek dira:

n_1 gurgil eragilearen minutuko bira-kopurua
N_2 gurgil eraginaren minutuko bira-kopurua
Z_1 gurgil eragilearen hertz-kopurua
Z_2 gurgil eraginaren hertz-kopurua

Proporzio hau mantentzen da:

$$\frac{n_1}{N_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = i$$

Aplikazio-adibidea

Bizikleta baten platerak 52 hertz ditu eta pinoiak 16. Kalkulatu pedal edo oinpekoaren bira bakoitzeko atzeko gurgilak zenbat bira emango dituen.

Ebazpidea:

Platera gurpil eragile gisa kontsideratuz:

$$\frac{n_1}{N_2} = \frac{z_2}{Z_1} ; N_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{Z_2} = \frac{1 \times 52}{16} = 3,25 \text{ bira emango ditu.}$$

Arraboldun kateentzako pinoi eta gurpilak araututa daude.

1.5.6.4. Transmisio konposatua

Higiduraren transmisioa bi ardatz baino gehiagoren artean burutzen denean, transmisioa konposatua da, eta kasu honetan:

“Lehen ardatz eragilearen eta azken ardatz eraginaren arteko bira-kopuruaren erlazioa, eragindako gurpilen hartz-kopurua edo diametroaren biderkaduraren eta gurpil eragilearen hartz-kopuruaren edo diametroen biderkaduraren arteko erlazioarekiko alderantzizko proportzionala da.”

$$\frac{n_1}{n_3} = \frac{D_2 \cdot D_4}{d_1 \cdot d_3} = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3} = i^*$$

* Azpindize bikoitiak dituzten ikurrak gurpil eraginenak dira eta bakoitiak dituztenak eragileenak.

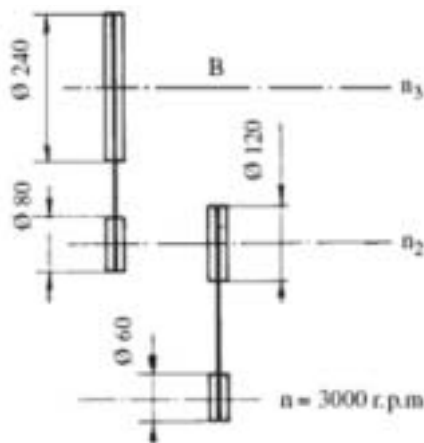
Aplikazio-adibidea

Ikus 32 irudia transmisioan, B ardatzak emango duen bira-kopurua kalkulatu

Ebazpidea:

$$\frac{n}{n_3} = \frac{D_2 \cdot D_4}{d_1 \cdot d_3} = \frac{3000}{n_3} = \frac{120 \times 240}{60 \times 80}$$

$$n_3 = \frac{3000 \times 60 \times 80}{120 \times 240} = 500 \text{ r. p. m.}$$



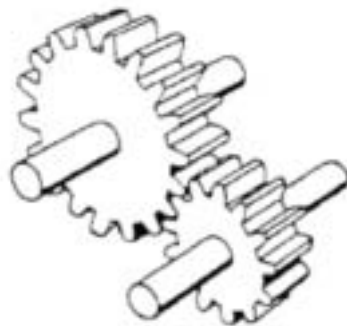
32. irudia

1.5.7. Horzdun gurpilak. Engranajeak

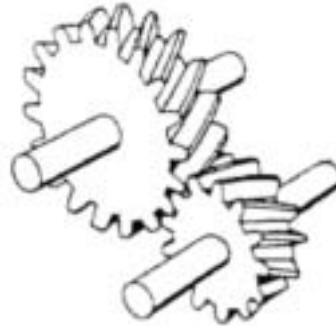
Higiduraren transmisio-erlazioa zehatza eta, esfortzu handiak transmititu nahi ditugunean, horzdun gurpilak ere erabil daitezke. Bi horzdun gurpilen hartzek elkar ahokatzen dutenean, gurpil-bikoteari engranaje deritzogu. Bi gurpil baino gehiago direnean, engranaje-trena deitzen zaio. Bi kasuetako edozeinetan txikienari pinoi deitzen zaio eta handienari gurpil.

Muntatzeko era eta ardatzen kokapena kontuan izanik, normalean erabiltzen diren horztun elementuak honela sailka daitezke:

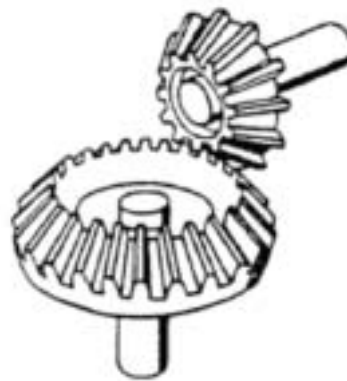
<i>Engranaje mota</i>	<i>Higidura-transmisioa</i>
Hortz zuzeneko engranaje zilindrikoak	Ardatz paraleloen artekoa.
Hortz helikoidalezko engranaje zilindrikoak	Ardatz paralelo edo ardatz gurutzatuen artekoa.
V erako horzdun engranaje zilindrikoak	Ardatz paraleloen artekoa (indar axialak orekatzeko).
Engranaje konikoak	Ebakitzen diren ardatzen artekoa.
Torloju amaigabeen koroazko engranajea	Gurutzatzen diren ardatzen artekoa (biraketa-abiaduraren erredukzio handietarako).
Pinoi-kremlerazko engranajeak	Higidura mota aldatzeko.



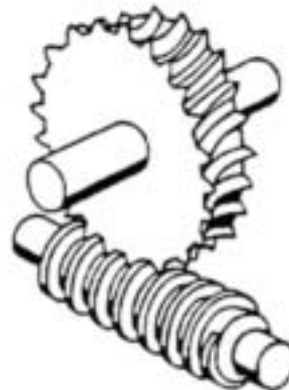
33. irudia: Hertz zuzeneko engranajea



34. irudia: Engranaje helikoidalak



35. irudia: Engranaje konikoak



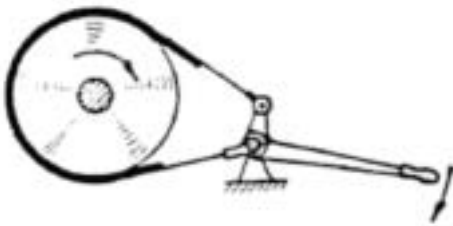
36. irudia: Torloju amaigabea koroazko engranajea

1.6. BALAZTAK

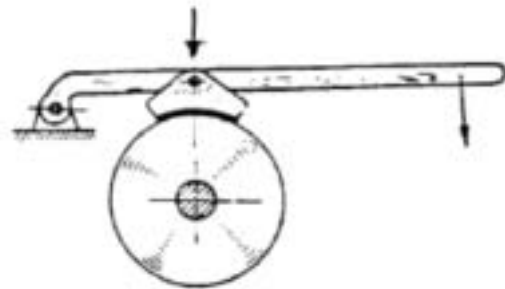
Balaztak, makina edo elementu jakin baten higidura moteltzeko nahiz gerarazteko organoak dira. Balaztatzea eragitean, higitzen diren organoen energia zinetikoa balaztan garaturiko marruskadura-lanetan transmititzen da.

Balazta mota garrantzitsuenak honako hauek dira:

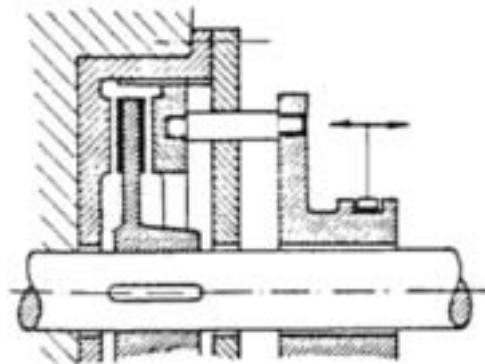
Zintadun balaztak (37. irudia)
Zapatadun balaztak (38. irudia)
Diskodun balaztak (39. irudia)



37. irudia: Zintadun balaztak



38. irudia: Zapatadun balaztak



39. irudia: Diskodun balaztak

Higidura moteltzeko edo gerarazteko sistema, zintadun eta zapatadun balaztetan indar erradiala aplikatuz eta diskodun balaztetan indar axiala aplikatuz lortzen da. Ferodo edo uhalezko materialez muntatutako edo estaliriko elementu baten bidez (ferodoa amianto eta kobrezko nahastea da).

Lotura-elementuak

2

2.1. SARRERA

Edozein makina edo gailu, sinpleena izanagatik ere, multzo bat osatu arte elkarrekin loturiko pieza-sorta bezala agertzen da. Lotura horiek, ez dituzte beti ezaugarri berdinak izaten eta, multzoan piezek bete behar dituzten funtzioen arabera, (?) loturak bi era hauetakoak izan daitezke:

Finkoak
Desmuntagarriak

2.2. LOTURA FINKOIA

Lotura-elementua hautsi edo suntsitu gabe desmuntatzea ezinezkoa gertatzen den loturei lotura finko deritzegu. Adibidez:

Soldatzea
Errematxatzea
Itsastea

Errematxatzea:

Errematxeen bidez bi pieza mehe edo gehiago lotzea da errematxatzea.

Soldatzea:

Soldaduraren bitartez bi pieza edo gehiago lotzea da soldatzea.

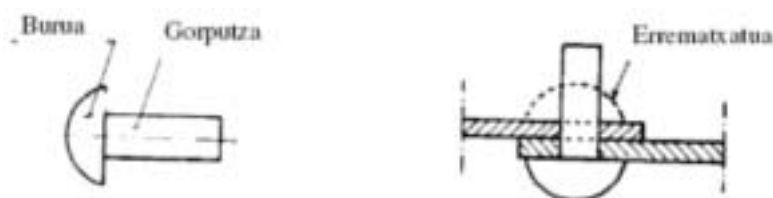
Itsastea:

Itsasgarrien bidez bi pieza edo gehiago lotzea da itsastea.

2.2.1. Lotura finkoetan erabilitako elementuak

2.2.1.1. Errematxeak

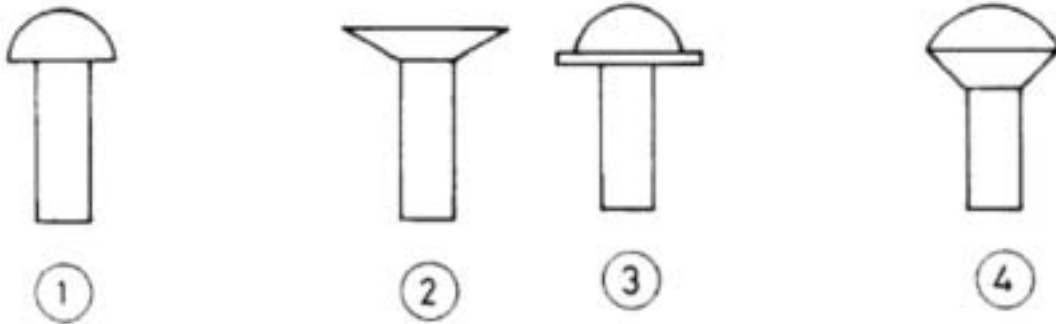
Gorputz zilindriko edo zilindriko-konikoa eta mutur batean burua duten pieza metalikoak dira (40. irudia).



40. irudia: Errematxea eta haren aplikazioa

Errematxeak F-1120 altzairuz egiten dira burdinazko piezak lotzeko, edo aluminioz, aleazio arinezko muntaketan. Errematxe gehienek beren buru formaren arabera aurkitzen dute aplikazioa, eta erabilienak hauexek dira (41. irudia):

Errematxearen izendapena



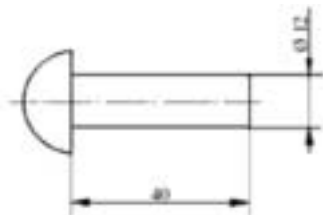
41. irudia: Errematxe-buruen forma geometrikoak; 1. Buru biribileko errematxea; 2. Buru abeilanatu lauko errematxea; 3. Eratzundun errematxe burubiribila; 4. Buru abeilanatu eta biribila.

Errematxea argi izendatzeko, honako elementu hauek eta ordena honi jarraituz aipatu behar dira:

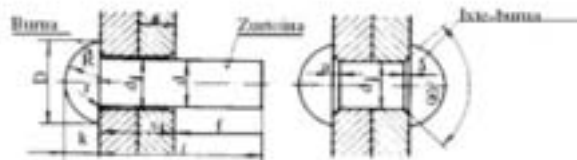
Diametroa
Buru mota
Dagokion araua
Gorputzaren luzera
Material mota

Adibidez 3.3. irudian agertzen den errematxea, honela izendatzen da:

Errematxe buru biribila 12 x 40 DIN 124 F-1110



3.3. irudia. Errematxea



	$f = 0,5s + d_1$				$s < 54$ rentzat				$f = 0,4s + d_1$				$s > 54$ rentzat			
Landu gabeko Ø d	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36				
Buruaren Ø D	18	22	25	28	32	36	40	43	48	53	58	64				
Buruaren altuera K	7	9	10	11,5	13	14	16	17	19	21	23	25				
Buruaren biribiltasuna R	9,5	11	13	14,5	16,5	18,5	20,5	22	24,5	27	30	33				
a = f	1	1,6	1,6	2	2	2	2	2	3	3	3	4				

2.3. LOTURA DESMUNTAGARRIA

Lotura desmuntagarriak, lotura osatzen duten elementuak erabiltzen direnean eta hondatu gabe aska daitezkeenak dira. Lotura desmuntagarriak, era berean, honako hauek izan daitezke:

Lotura zurrinak
Giltzadurazko loturak
Lotura elastikoak

Lotura zurrinak:

Lotura zurrin deritzogu loturiko piezen artean inongo desplazamendu mota erlatiborik gertatzea ezinezkoa duen loturari. Adibidez, torloju, ziri eta abarren bidez lorturiko loturari.

Giltzadurazko loturak:

Giltzadurazko lotura deritzogu loturiko piezen artean desplazamendu erlatiboak, desplazamendu libreak edo gidatuak, irristakorrek edo biragarriak burutu daitezkeen loturei. Adibidez, Cardan giltzadurari, ardatz teleskopikoei eta abarri.

Lotura elastikoak:

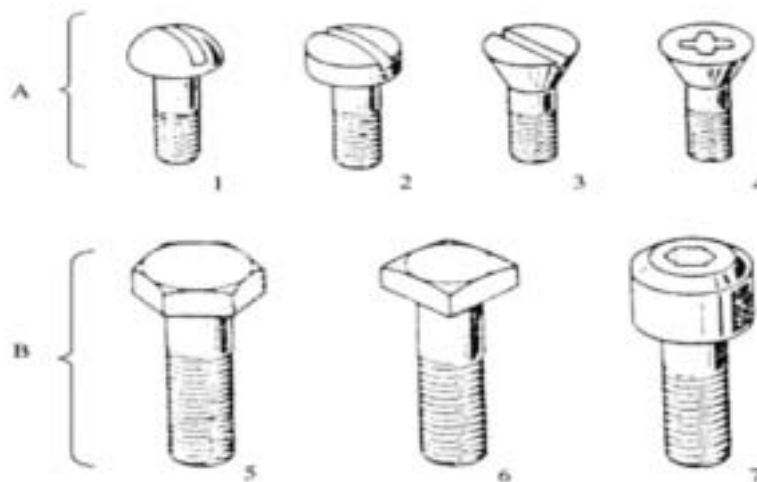
Lotura-elementu elastikoa duenari lotura elastiko deritzogu, eta horregatik indar elastikoak gaintitu ondoren loturiko piezen arteko desplazamendu erlatiboak onartzen ditu. Adibidez, malgukien bidez lorturiko loturak.

2.3.1. Lotura desmuntagarrietan erabiltzen diren elementuak

2.3.1.1. Torlojuak

Buru eta ardatz hariztatu batez osaturiko piezari torloju deritzogu.

Torlojuaren buruak, lotzeko eraz gain (Allen giltzaz, bihurkinez eta abar), torlojuaren buruaren formak piezan oinarri eusle mota desberdinak presta daitezke.



42. irudia:

Torloju-buruaren forma geometrikoak.

A taldea (bihurkinarentzat) 1. Buru biribila; 2. Buru zilindrikoa;

3. Burukonikoa; 4. Philips buru konikoa.

B taldea (giltzarentzat) 5. Buru hexagonala; 6. Buru karratua;

7. Barne-hexagonoduna

Torlojuaren izendapena:

Torloju mota (buru formaren arabera)
Hari mota
Torlojuaren gorputz-luzera
Dagokion araua
Materialaren ezaugarri mekanikoak

Adibidez: 43. irudian adieraziriko torlojua honela izendatuko da:

Buru zilindrikodun torlojua
M 8 x 25 DIN 84 8 - 8*

Hari meheko torlojua balitz, hari-neurria ere adieraziko litzateke: adibidez, aurreko haria 1 mm-ko hari-neurriduna balitz, honela adieraziko litzateke:

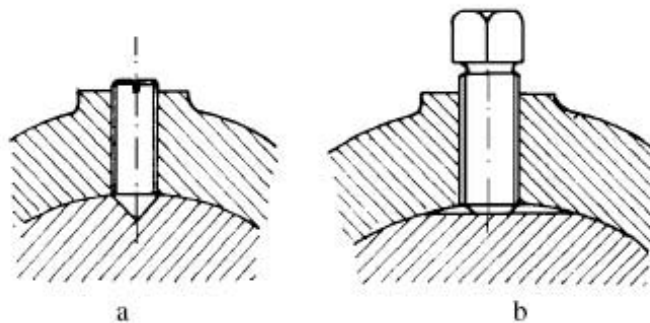
Buru zilindrikodun torlojua M 8 x 1 x 25 DIN 84 8 - 8*



43. irudia

2.3.1.2. Gatibuak eta presio-torlojuak

Gatibu eta presio-torlojuak, pieza batean hariztatuta ipini eta lotu behar den beste piezak duen ahokadura batean sartzen edo sostengatzen dira (44. irudia). Pieza bat bestean kokatzeko edo geldiarazteko erabiltzen dira. Gatibu edo presio-torlojuak, piezen artean lotura-indar handirik behar ez denean bakarrik erabiltzen dira.



44. irudia: a) Gatibua, b) Presio-torlojua

* Materialaren ezaugarri mekanikoek, trakzio-erresistentziaren eta luzapen-mugaren aipamena egiten dute, dagokion DIN 267/3 tauletan ikus daitekeenez.

Gatibu eta presio-torlojuaren izendapena

Gatibuaren izendapena honela egiten da:

Haria
Luzera
Bihurkinez ala Allen giltzaz eragin behar den
Dagokion araua
Materialaren ezaugarri mekanikoak

Adibidez:

Buru artekatudun gatibua M 6 x 20 DIN 553 8 - 8

Presio-torloju baten izendapenean honako beste hauek aipatu behar dira:

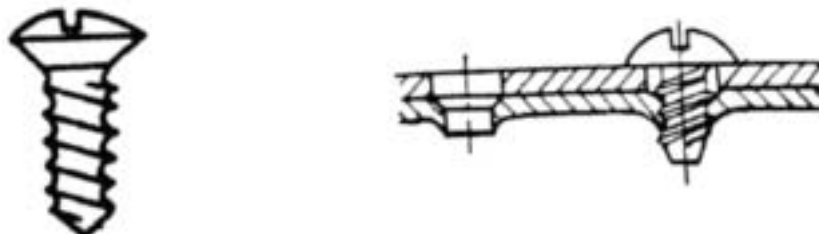
Buru forma
Arteka forma
Hariaren diametroa
Gorputz-luzera
Dagokion araua
Materialaren ezaugarri mekanikoak

Adibidez:

Buru karratudun presio-torlojua M 10 x 30 DIN 479 8 - 8

2.3.1.3. Hari ebakitzailedun torlojuak

Altzairu tenplatuzko torlojuak dira eta bururaino hariztaturik daude. Oso hari zorrotza dute eta zuloa ebakiz hariztatzeko almena dute, baldin eta zuloa lodiera txikiko eta altzairu nahiz material gozoko xafletan egiten bada. Beraz, bihurkinaz lotzean torloju berak egiten du piezan bertan hari. Torloju mota honen burua, artekaduna izan daiteke, baina eraginkorragoa da arteka gurutzatua, lotzeko bihurkin berezia eskatu arren (45. irudia).



45. irudia: Hari ebakitzailedun torlojua eta aplikazioa

Hari ebakitzailedun torlojuaren izendapena

Hari ebakitzailedun torlojuaren izendapena egiteko honako elementu hauek aipatu behar dira:

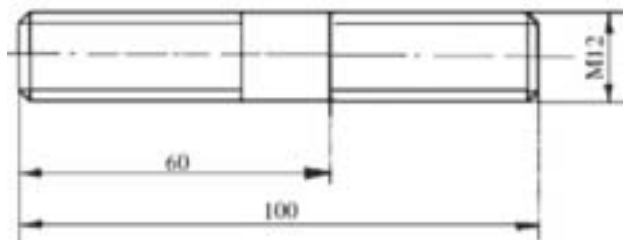
Buru forma
Arteka forma
Hariaren diametroa
Gorputz-luzera
Dagokion araua
Materialaren ezaugarri mekanikoak

Adibidez:

Hari ebakitzailedun torloju konikoa, arteka gurutzatua, 6 x 30 DIN 7983 8 - 8

2.3.1.4. Esparragoak

Esparrago edo hagatxoak bi muturrak hariztaturik daramatzaten zurtoinak dira. Pieza soil bat beste handiago edo garesti bati lotu eta sarritan desmuntatu edo askatu behar denean erabiltzen dira.



46. irudia: Esparragoa

Esparragoen dimentsioak

Esparragoen diametroak beren harien diametroei dagozkie eta beren luzera, berriz, lotu behar den piezarenaren arabera izaten da. sarrera-luzera, honelakoa izaten da:

Altzairu gogorrentzat: $\ell = 1,5 d$

Altzairu gozoentzat: $\ell = 2 d$

Burdinartu grisarentzat: $\ell = 2 d$

Metal gozoentzat: $\ell = 3 d$

Esparragoaren izendapena

Esparragoa izendatzeko honako beste elementu hauek aipatzen dira.

Hari mota
Esparragoaren luzera
Dagokion araua
Materialaren ezaugarri mekanikoak

Adibidez:

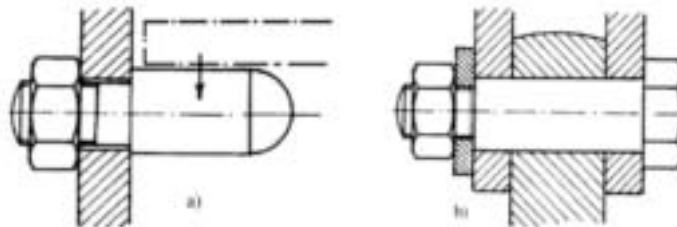
Esparragoa M 12 x 60 DIN 833 8 - 8



47. irudia: Esparrago. Aplikazioa

2.3.1.5. Bernoak

Bernoak biraketazko pieza hariztatuak dira eta helburutzat dute beste elementu baten sostengu edo giltzadura-ardatz izatea, eta azkoinez edo ziriz finkatzen dira. (irudia 48).



48. irudia: Bernoak. a) Sostengu-bernoa, b) Giltzadura-bernoa

Bernoen izendapena

Bernoia izendatzeko honako elementu hauek aipatu behar dira:

Hari mota
Zurtoinaren luzera
Dagokion araua
Materialaren ezaugarri mekanikoak

Adibidez:

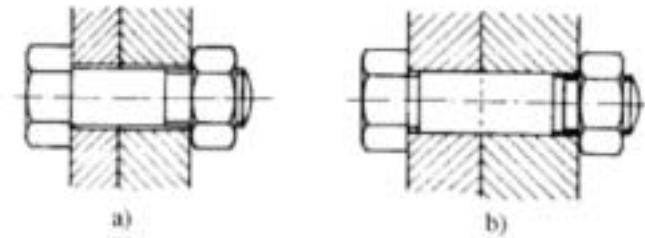
Bernoia M 20 x 60 DIN 1438 8 - 8

2.3.1.6. Buloiak

Buloiak alde batetik bestera lotzen ditu pieza eta ez batean, ez bestean, ez du haririk hartzen. Lotura buloian bertan lotzen den azkoin baten bidez egiten da (49. irudia).

Buloien izendapena

Buloia izendatzeko aski dugu torlojuen arauari jarraitzea, zeren funtzio desberdinak betetzen dituzten elementu berberak baitira.



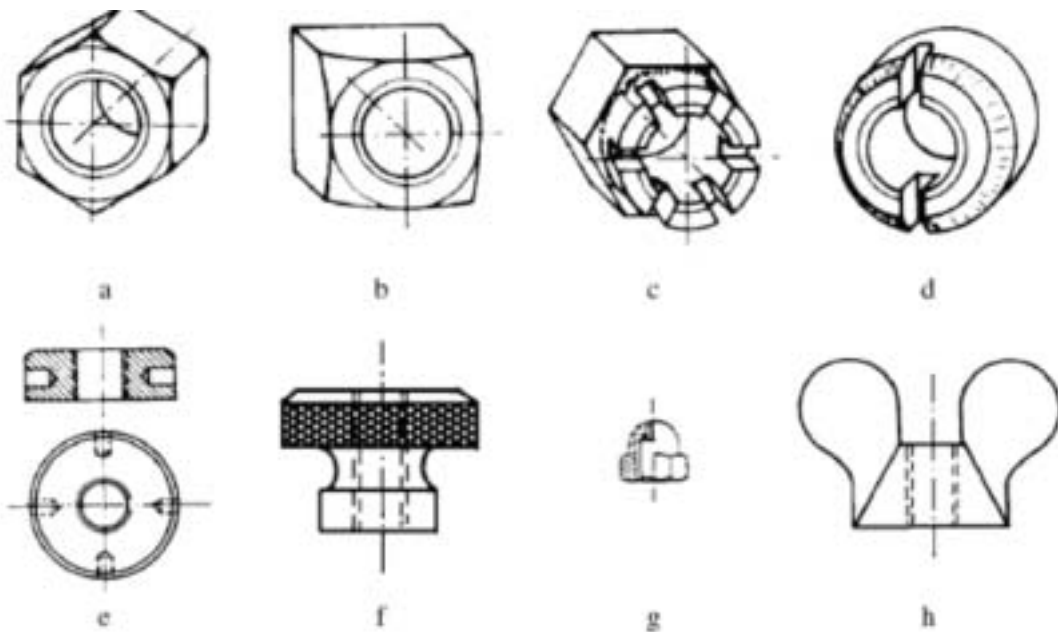
49. irudia: Buloiak. a) Zuloan lasaieraz muntatua, b) Doituta muntatua

a kasuan, pieza trakzioz bakarrik daude loturik.

b kasuan, pieza trakzioz loturik egoteaz gain, buloiak pieza irristatzea eragozten du.

2.3.1.7. Azkoinak

Azkoinak zulo hariztatu batez horniturik daude eta hainbat forma geometriko dute. Muntaia mekanikoan gehienik erabiltzen den azkoina, azkoin hexagonal da. Hala ere muntaia formak horrela eskatzen duenean edo erabili behar dugun lotura-tresnaren arabera, honako hauek ere erabiltzen dira (50. irudia):



50. irudia: Azkoinak: a) hexagonal; b) karratua; c) gaztelutua; d) artekatua; e) zulo gurutzataduna; f) moletatua; g) kapeladuna; h) tximeletaduna

Azkoinen izendapena

Azkoina izendatzeko honako elementu hauek aipatu behar dira:

Azkoin mota
Hari mota
Dagokion araua
Materialaren ezaugarri mekanikoak

Adibidez:

Azkoin hexagonala M 12 DIN 934	8 - 8
--------------------------------	-------

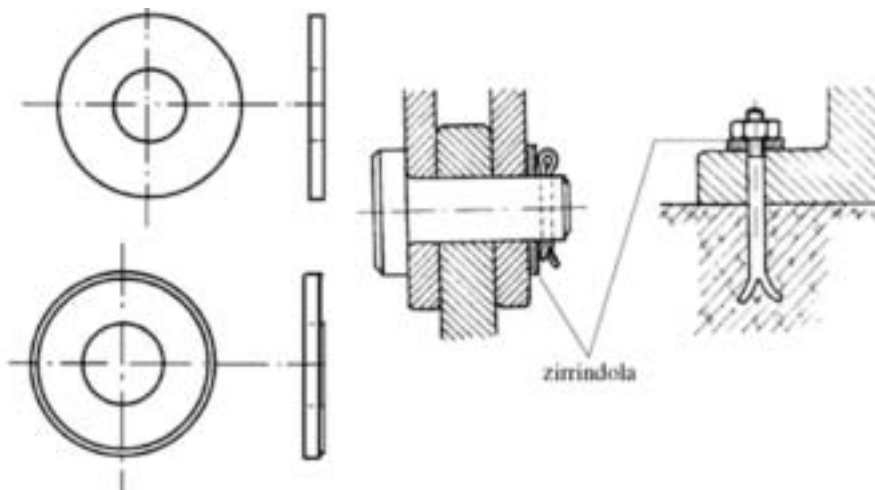
2.3.1.8. Zirrindolak

Zirrindolak normalean altzairuzkoak, forma desberdinetakoak, meheak eta erdigunean zuloa duten piezak dira. Bete behar duten funtzioaren arabera honela sailka daitezke:

Babes-zirrindolak
Segurtasun-zirrindolak

Babes-zirrindolak

Babes-zirrindolak zirrindola lauak dira eta azkoinak edo torloju-buruak bermatzen diren azalak babesteko erabiltzen dira. Ertz alakatuzkoak nahiz alakatu gabekoak izan daitezke. (51. irudia).



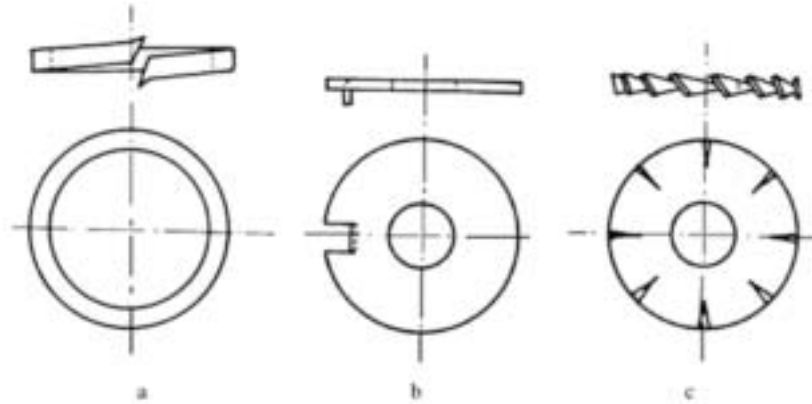
51. irudia: Babes-zirrindolak eta aplikazioa

Segurtasun-zirrindolak

Segurtasun-zirrindolek, motaren arabera, bi funtzio betetzen dituzte:

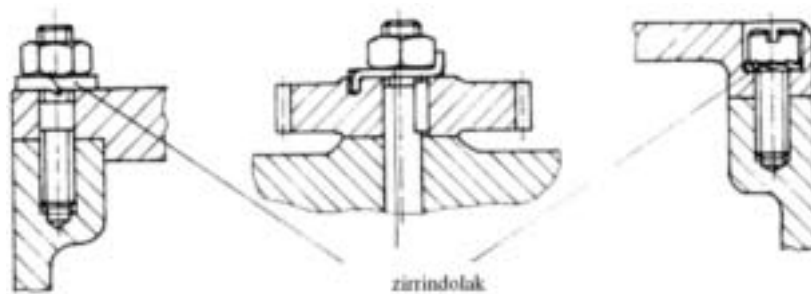
- Biraketa galaraztea
- Elementu bati tope egitea edo eustea

Biraketa galarazteko segurtasun-zirrindolak azkoina ez askatzea du helburutzat eta bereziki dardarapean lan egiten duenean. 52. irudian gehien erabiltzen direnak erakusten dira.



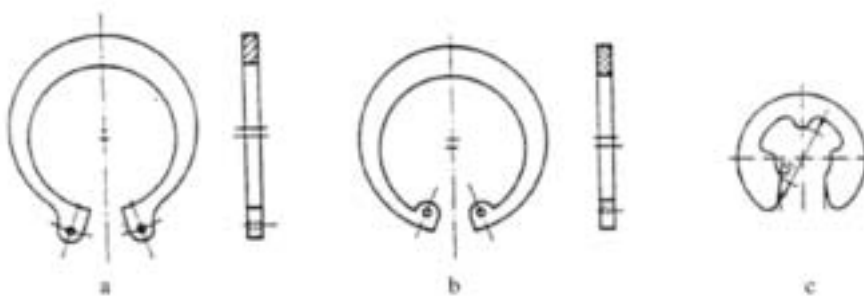
52. irudia: Segurtasun-zirrindolak;

- a) Grover zirrindola,
- b) erlaiztun-zirrindola. Azkoinek ez biratzeko segurtasuna eskaintzen dute. Erlaitza apropos eginik dagoen zulotxo batera sartzen da eta torlojua edo azkoina estutu ondoren, zirrindolaren ertza okertu egiten da torloju-buru edo azkoin-hexagonoaren aurpegietako baten aurka.
- c) zirrindola hozkatu eta elastikoak. Horiek, aldi berean, barne aldetik nahiz kanpotik izan dezakete horzkadura. Azkoina estutzean, zirrindolaren ertz biziak azkoinean eta piezan sartzen dira eta biratzea eragozten du.



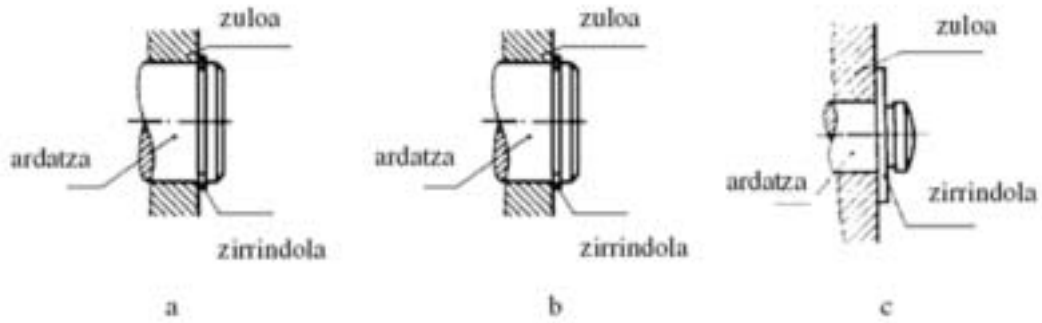
53. irudia: Biraketa galarazteko segurtasun-zirrindolen aplikazioa

Tope egiteko edo eusteko segurtasun-zirrindolak ardatzetan muntaturiko elementuen desplazamendu axiala galarazteko erabiltzen dira. Horietariko batzuk 54. irudian erakusten dira.



54. irudia: Tope egiteko edo eusteko segurtasun-zirrindolak:

- a) Seager zirrindola ardatzentzat
- b) Seager zirrindola zuloentzat
- c) euste-zirrindola



55. irudia: Tope egiteko edo eusteko segurtasun-zurrindolen aplikazioa

Zurrindolaren izendapena

Zurrindola ongi izendatzeko honako elementu hauek adierazi behar dira:

Mota
Zuloaren diametroa
Dagokion araua
Materiala (babes-zurrindolak direnean)

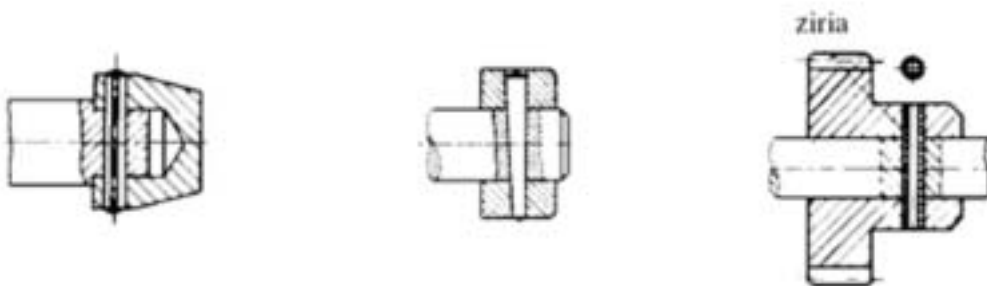
Adibidez:

Zurrindola alakatua 14 DIN 1440 F. 1110

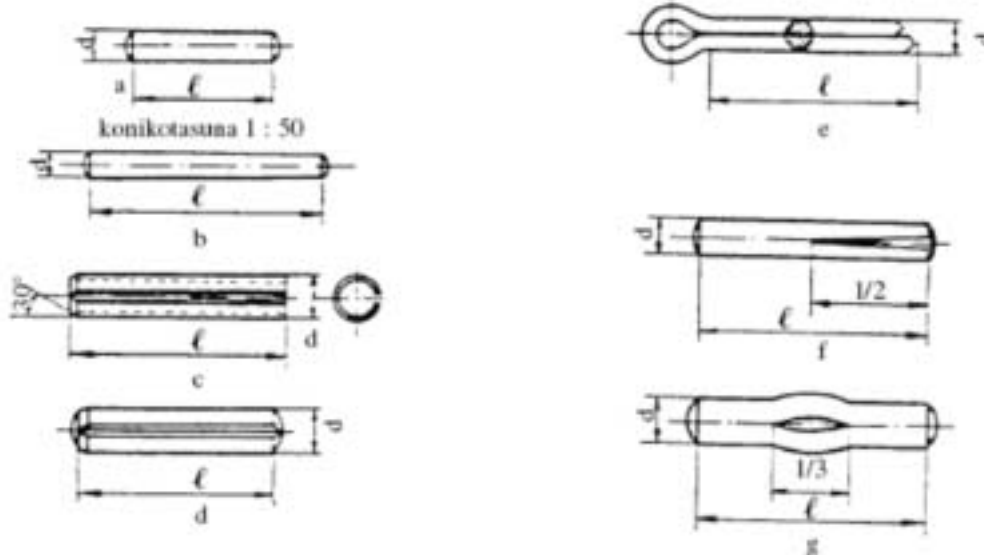
Grower zurrindola B 16 DIN 127

2.3.1.9. Ziriak

Ziriak normalean biraketazko pieza zilindrikoak edo konikoak izaten dira eta euren helburua da, elkartu beharreko pieza edo organoetan mekanizatutako ahokaduretan sarturik piezak ibilgetzea.



56. irudia: Zirien aplikazioa



57. irudia: Ziriak

- a) zilindrikoa: Bi piezen elkarrekiko posizioa finkatzeko erabiltzen da. Sartu beharreko zuloa oso ondo amaitzea, hau da, otxabuketa zilindrikoa egitea eskatzen du.
- b) konikoa: Piezak elkarrekin kokatzeko erabiltzen dira; biraketa-ardatzetan batez ere.
- c) elastikoa: Altzairuzko ziriak dira eta tutu forma dute, luzetara arteka bat dute. Ziri mota hori erabiliz, ez dago zuloa otxabutu beharrik. Nahikoa da barauts helikoidalez burutzea.
- d) zilindriko ildokatua
- e) hegastunak (segurtasun-ziriak): Azkoinak higitu ezinda tusita segurtatzeko eta bernoen muturretan erabiltzen dira.
- f) ildokatua, mihi zilindrikoarekin
- g) zilindrikoa ildo zentralekin

Ziriaren izendapena

Ziri bat ongi izendatzeko honako elementu hauek aipatu behar dira:

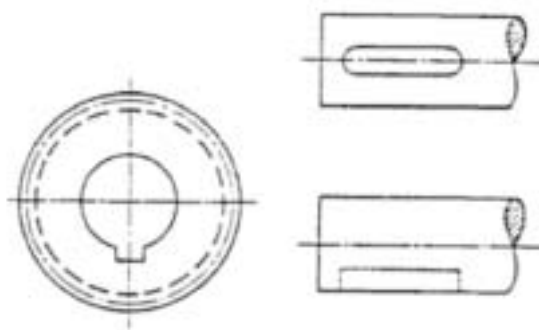
Mota
Diametroa (konikoetan txikiena)
Luzera
Dagokion araua
Material mota

Adibidez:

Ziri konikoa 5 x 40 DIN F 1140

2.3.1.10. Txabetak eta mihiak

Ikusi ditugun ziriak ez daude esfortzu garrantzitsurik transmititzeko prestatuak eta beren diametroa handiagotuz gero, ardatzaren sekzioa ahuldu egingo litzateke. Txabetak izaten dira, bi piezen artean esfortzu handia transmititu behar denean, lotura desmuntagarriak egokienak. Txabetak bi piezen artean tartekatzen diren piezak besterik ez dira, horrela euren arteko desplazamendu erlatiboa eragotziz. Gainera, pieza batek bere indarra txabetari igortzen dio eta honek, era berean, beste piezari.



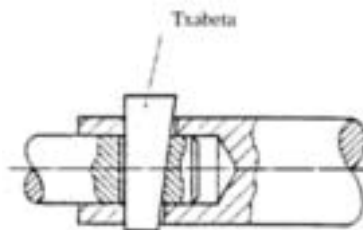
58. irudia: Mataderak

Lotura gerta dadin, piezetan txabeta ahokatzeko matadera izena duten zulo batzuk mekanizatzen dira (58.irudia). Forma eta lanerako eraren arabera, txabetak bi taldetan banatzen dira:

- Zeharkako txabetak
- Luzetarako txabetak

Zeharkako txabetak

Oso oso gutxi erabiltzen dira eta esfortzu axialak jasan behar dituzten piezen finkapen-kasuetan bakarrik erabiltzen dira. Lotu behar diren piezetan zeharka kokatzen dira (irudia 59) eta ziriak baino esfortzu handiagoak jasateko gai izanik, antzeko funtzioa betetzen dute.



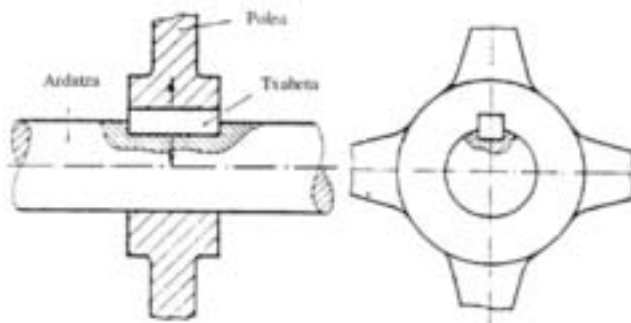
59. irudia: Zeharkako txabeta

Luzetarako txabetak

Luzetarako txabetak ardatzetan munta daitekeen edozein elementu lotzeko erabiltzen dira, hala nola:

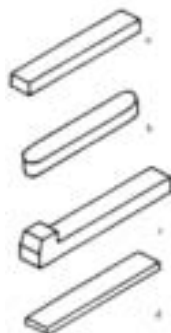
- Poleak
- Gurpilak
- Engranajeak
- Akoplamendu-platerak
- Eta abar

Eta, oro har, ardatzaren luzetarako noranzkoan muntaturik egonik, biraketa-indarra transmititzea beharrezkoa denean erabiltzen dira. (60. irudia).



60. irudia: Luzetarako txabeten aplikazioa

Luzetarako txabetak falka-eran (falkadun txabeta burudunak, burugabeak, txertatuak, erdi-biribilak eta abar) 1:100eko inklinazioz edo paralelo egiten dira.

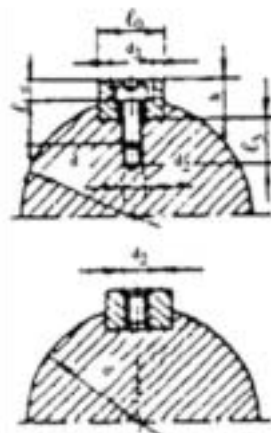


61. irudia: Txabetak. a.- laua; b.- burugabea; c.- buruduna; d.- erdibiribila

Mihiak

Mihiak, txabetak ez bezala, ardatzaren artean edo mataderan finkatzen dira; bai torlojuen bidez, bai presiozko doikuntzaz muntatuz (N8/h7 adibidez). Beste erdia, ordea, zuloak duen arteka edo mataderaren aldeetako aurpegietan irristatuz ahokutzen da, eta goiko aldean tartea uzten da.

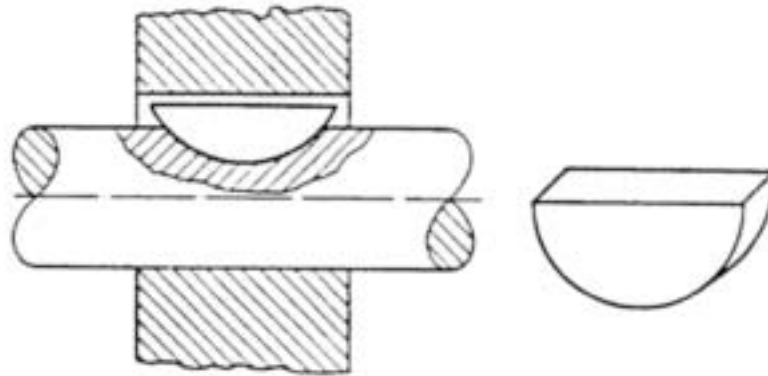
tik-minoko Oentzat	Zabalera eta altuera	Sakonera	Doakuntza-mota		Atzekidurag-ko torlojuak	Luzera	Abeilastu zilindrikoa	
			Estueta-rekin	Lasaie-rarekin			c	d ₃
d	b x h	t ₁	t ₂	t ₂	d ₂ x l ₂	l ₃	c	d ₃
17-22	6 x 6	3,5	2,2	2,8				
22-30	8 x 7	4,0	2,4	3,3	M3 x 8	7	2,2	5,9
30-38	10 x 8	5,0	2,4	3,3	M3 x 10	8	2,2	5,9
38-44	12 x 8	5,0	2,4	3,3	M4 x 10	10	3	7,4
44-50	14 x 9	5,5	2,9	3,8	M5 x 10	10	4	9,4
50-58	16 x 10	6,0	3,4	4,3	M5 x 10	10	5	9,4
58-65	18 x 11	7,0	3,4	4,4	M6 x 12	12	5	10,4
65-75	20 x 12	7,5	3,9	4,9	M6 x 12	12	6	10,4



62. irudia: Mihia

Mihi biribila

Mihitan mota berezietako bat Wosruff edo disko erako mihia da (63. irudia). Arteka edo mataderaren ardatzeko mekanizazioa erraz egiten da zirkularra delako. Hala ere, esfortzu txikiak transmititu behar dituzten diametro txikiko ardatzetan erabiltzen da.



63. irudia: Mihi biribila

Txabeta eta mihien izendapena

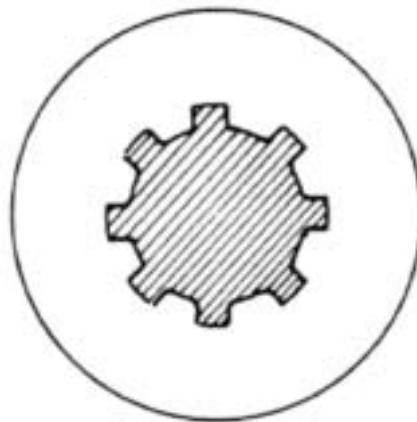
Txabetak eta mihiak izendatzeko honako hauek aipatu behar dira:

- Mota
- Neurria
- Dagokion araua

Adibidea:

Burudun txabeta 16 x 10 x 160 DIN 6887 *Ardatz ildokatuak*

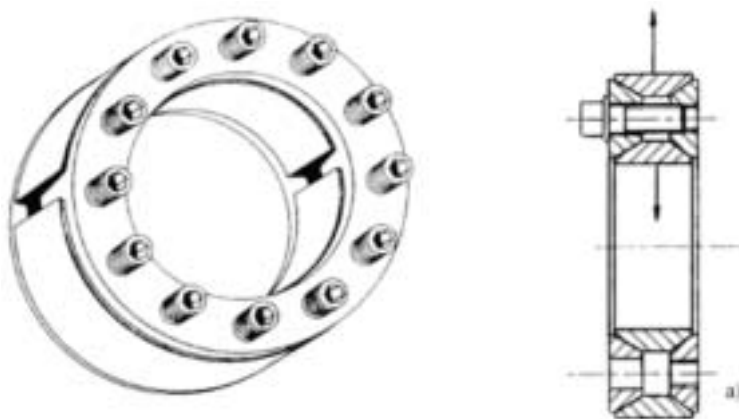
Esfortzu handiak transmititu behar direnean, mihien ordeztu ardatz ildokatuak erabiltzen dira (irudia 64). Zuloan zezelkatzen diren barne-ildoak ardatzean luzetara fresaturiko luzetarako arteketan ahokatzeko dira.



64. irudia: Ardatz ildokatua

2.3.1.11. Presio-eraztuna

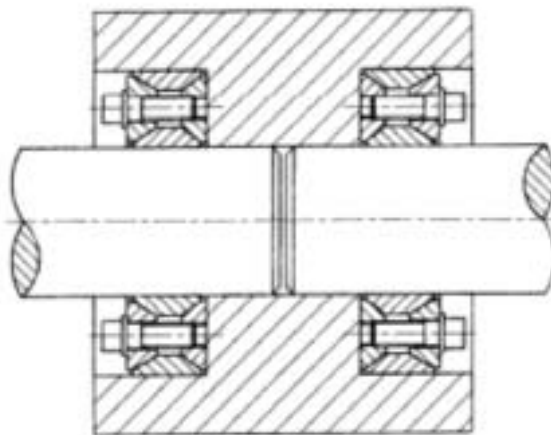
Presio-eraztuna lotura-sistema bat da. 65. irudian ikus daitekeenez, alboetako eraztun konikoak torlojuen bidez higituz goiko eta beheko presio-eraztun doigarriek elkartu behar diren piezetan presio egingo dute. Horrela ardatz edo mangetetan biraketa-pieza bat eginda geratzen da.



65. irudia: Presio-eraztuna.

a.- Torlojuen bidez eragitean eraztunak sorturiko presioen xehetasuna

Elementu horien bidez ardatz eta helize, bolante, polea eta abarren arteko lotura egin daiteke (66. irudia).



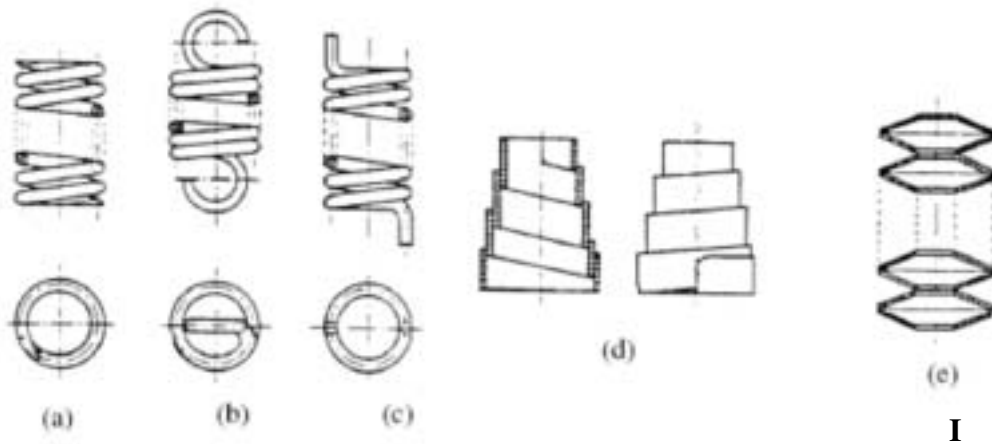
66. irudia: Ardatz eta polea arteko lotura

2.2.1.12. Malgukiak

Malgukiek helburutzat dute energia potentziala gordetzea, eurengan elastikoaldian eragiten den deformazio-lana dela bide. Energia hori malgukiek hasierako formara itzultzean edo deformazioa deuseztean ematen dute berriz. Normalean malgukiak bi taldetan sailkatzen dira: harizko edo orrizkoak.

Gehien erabiltzen diren malgukiak honako era honetara sailka daitezke (67. irudia):

- Konpresio-malgukia (a)
- Trakzio-malgukia (b)
- Bihurdura-malgukia (c)
- Orri-malgukia (d)
- Platertxo-malgukia (e)

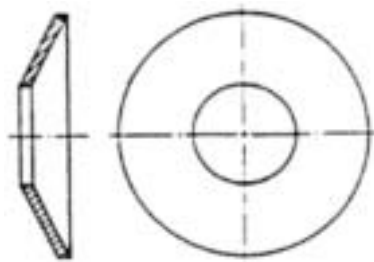


67. irudia: Malgukiak

a, b eta c lehen hiru malgukietan, hariaren ebakidura biribila, karratua edo berezia izan daiteke, gehien erabiltzen direnak eurak izanik.

Orri-malgukien taldean, eliptikoak eta kiribilak bereiz daitezke (adibidez, erlojuaren malguki eragilea).

Platertxo-malgukiak, Belleville izenez ezagutzen direnak, trokelgintzan maiz erabiltzen dira eta zenbait zirrindola berezi, koniko eta tenplatu, aldiz elkartuz osatzen dira, 68. irudian ikusten den bezala, eta merkatuan dagozkien konbinazio posible guztiak betetzeko diametro sortak daude.



68. irudia: Platertxo malgukia

Malgukiak, edozein motatakoa izanik ere, elastikotasun handiko altzairuzkoa izan behar du (F-1400 taldekoa). Gehien erabiltzen dena piano-haria da.

Taldea	D_0	D_1	s	h	c_0
	H12	H12			
	mm	mm	mm	mm	mm
1	8	4,2	0,4	0,2	0,60
	10	5,2	0,5	0,25	0,75
	12,5	6,2	0,7	0,3	1,00
	14	7,2	0,8	0,3	1,10
	16	8,2	0,9	0,35	1,25
2	18	9,2	1	0,4	1,40
	20	10,2	1,1	0,45	1,55
	22,5	11,2	1,25	0,5	1,75
	25	12,2	1,5	0,55	2,05
	28	14,2	1,5	0,65	2,15
	31,5	16,3	1,75	0,7	2,45
	35,5	18,3	2	0,8	2,80
	40	20,4	2,25	0,9	3,15
45	22,4	2,5	1	3,50	

Pneumatika

3

3.1. AIRE KONPRIMITUA

Airea erabilgarria eta baliagarria izan dadin, konprimitu egin behar da presio atmosferikoa baino handiagoa lortzeko. Aire konprimitua lortzeko, konpresore izeneko makina erabiltzen da. (Konparatu puxikan airea konprimitzen den moduarekin).

Industrietan, konpresorea kokatuta egoten da horretarako egokituta dagoen unitate zentral batean, eta bertatik airea industria osora barreiatzen da. Hala ere, zenbait lan berezi egiteko beste zenbait konpresore txiki higikor ere izan daitezke.

Lantegi batean konpresorea ezartzeko, komeni da aire konprimitua banatuko duen sarearen neurriak behar dena baino handiagoa izatea. Horrela, etorkizunean lantegia handitu behar bada ez dugu konpresorea zertan aldatu.

Konpresoreak luze iraun dezan, bete behar duen lanerako mota egokiena hautatzea eta airea ahalik eta garbiena izatea komeni da.

3.2. KONPRESORE MOTAK

Sarean erabili beharko den emari eta presioa kontuan izanik, konpresore mota bat edo beste erabil daiteke.

Oinarrizko bi konpresore mota bereiz daitezke:

a.- Enboloduna (oszilatzailea edo birakaria).

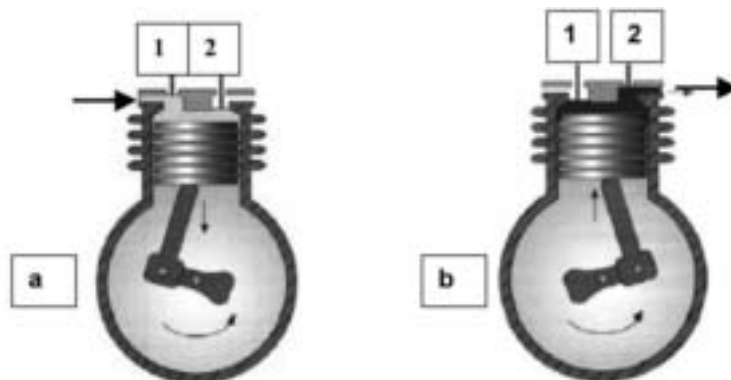
Konpresioa lortzen da ontzi itxi batean airea hartuz eta ontziaren bolumena txikiagotuz

Enbolo edo pistoidun konpresore horiek dira gehien erabiltzen direnak eta euren lan-eremua *1 bar* -eko presiotik *10 bar*-etarainokoa da.

b- Turbinaduna (turbokonpresoreak)

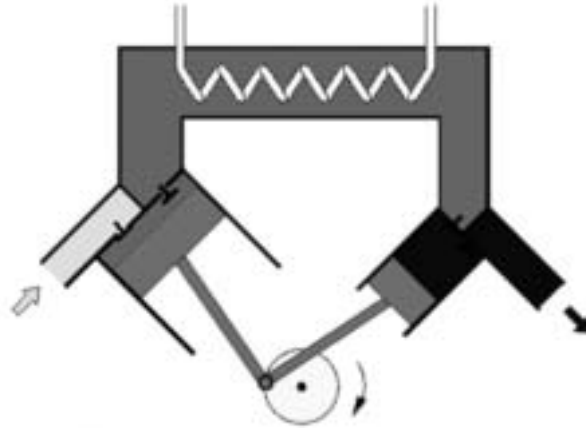
Alde batetik airea xurgatu egiten da eta bere zirkulazio-abiadura palatxodun gurpilaren bitartez azeleratu egiten da aire-masaren energia zinetikoa konpresio-energia elastiko bihurtzeko. Emari handietarako oso egokiak dira.

Konpresore enbolodunaren funtzionamendua



Lehen aldian, enboloa jaitsi eta aldi berean 2. balbula itxi egiten da; airea zilindroaren barnera xurgatzen da. (a irudia)

Bigarren aldian, enboloa igo egiten da. 1. balbula itxi eta 2. balbula zabaltzen dira. Era horretan, airea konprimitu eta sarera bidali egiten da. (b irudia)



Presio handiak lortu nahi direnean, zenbait konpresio fase jartzea beharrezkoa da. Airea lehen enboloan konprimitu egiten da eta, hoztu ondoren, hurrengo enboloan berriz konprimitzen da.

Airea aurretik konprimituta dagoenez, bigarren ganberako bolumenak txikiagoa izan behar du.

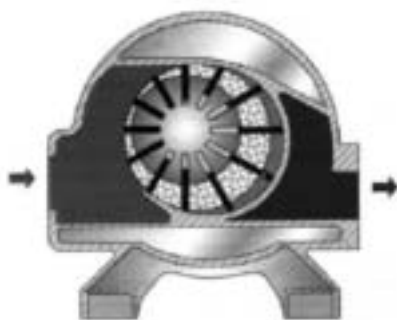
Biraketa-higidura

Konpresore mota guztietan airea konprimitzeko, biraketa-higidura behar da. Biraketa-higidura hori, motor elektriko edo errektuntza-motorrez sorturikoa izan daiteke (adibidez, kalean egiten diren lanetan).

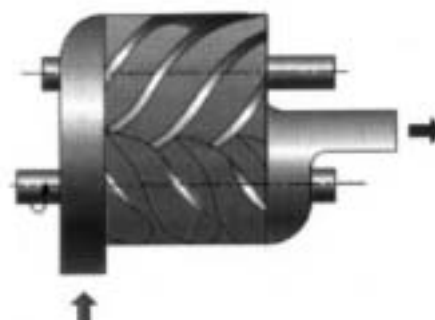
Industrian erabiltzen diren konpresore gehienek motor elektriko funtzionatzen dute. Aldiz, konpresoreek leku batetik bestera eraman behar direnean, errektuntza-motorren bidez (gasolinaz nahiz gasoilez) funtzionatzen dute.

Erregulazioa

Industria bateko aire-konsumoa ez da beti berdina izaten. Makina bakoitzaren beharren arabera aldatu egiten da eta, beraz, egokitu behar da konpresorearen emaria une bakoitzean behar den kontsumora. Egokitze-prozesu horri erregulazio deritzogu.



Hegatsezko konpresorea



Torloju helikoidalezko konpresorea

3.3. AIRE KONPRIMITUZKO METAGAILUA

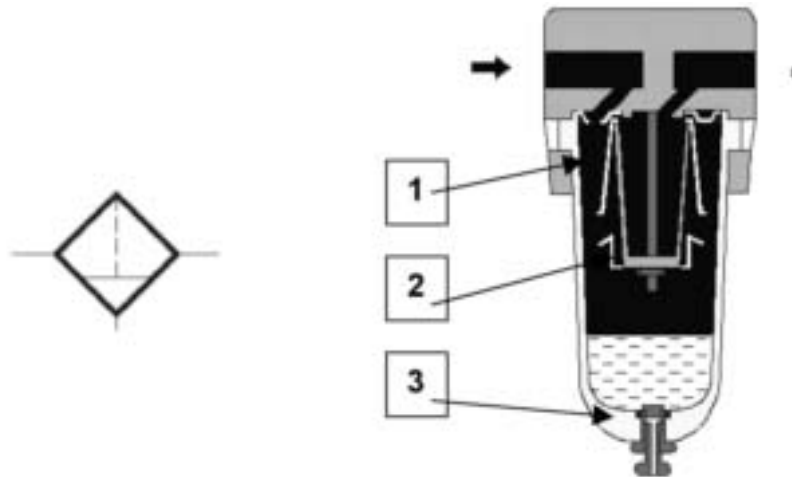
Zenbait erregulazio motatan, airea konprimitzeko eten egiten da une batean. Hori ez litzateke posible aire konprimitua gordetzeko depositu edo metagailurik gabe. Metagailu horrek, gainera, kontentsatu egiten ditu tutu-sarean egon daitezkeen oszilazio guztiak. Metagailu baten egitura irudian ikus daiteke.



3.4. AIRE KONPRIMITUAREN PRESTAKUNTZA

a.- Iragazkia

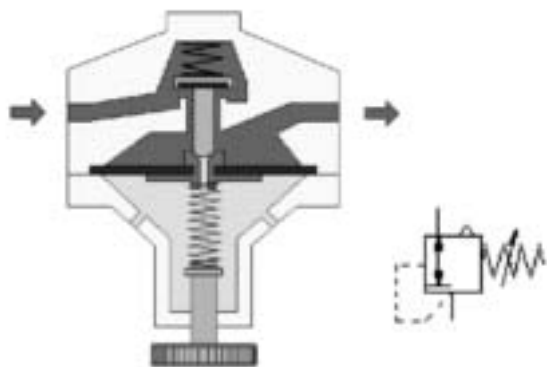
Iragazkiak aire konprimitutik ur kondentsatua eta ezpurutasun guztiak ateratzeko eginkizuna betetzen du. Hori purgadorea zabalduz egiten da. Honako irudian honetan (3) zenbakiz adierazten da.



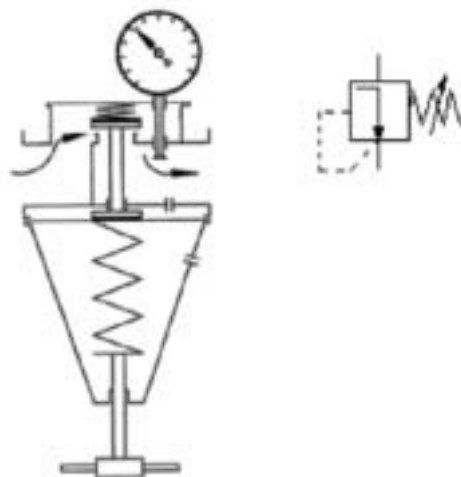
Lehenago, sarreratik datorren airea biraketa-higidura eragiten dioten hegats (1) batzuetatik pasaratzen da. Horrela, eta indar zentrifugoaren ondorioz, hauts-partikularik handienak eta ur-tantak ontziaren hormaren kontra bultzatzen dira; horma horretan irristatuz beraren barnekalderaino iristen dira. Aireak, iragazkitik irten ondoren, tutu porotsu batetik pasatu behar du (2), eta gainerako hauts-partikulak itsatsita geratzen dira bertan.

b.- Presio-erreguladorea

Erreguladorearen eginkizuna sare-presioan eta aire-emarian dauden aldakuntzak eta lan-presioa ahal den konstanteena mantentzea da. Sareko presioak lan-presioak baino handiagoa izan behar du beti. Mintz baten bidez erregulatzen da lan-presioa. Mintz horri malguki baten bitartez presioa handitu edo txikitu egiten zaio, torlojua estutzean presioa handituz eta askatzean presioa txikituz.



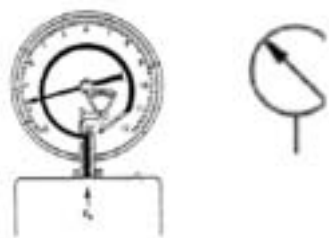
Ihes-zuloa duen presio-erreguladorea



Ihes-zulo gabeko presio-erreguladorea

c.- Manometroa

Manometroa presioa neurtzeko erabiltzen da. Horretarako, kurbatua den Burdon tutu bat erabiltzen du eta airea presioz sartzen denean, zuzentzera jotzen du. Tutu horri loturik, orratz bat higitzen da engranaje batzuen bidez eskala batean, presioa adierazteko.

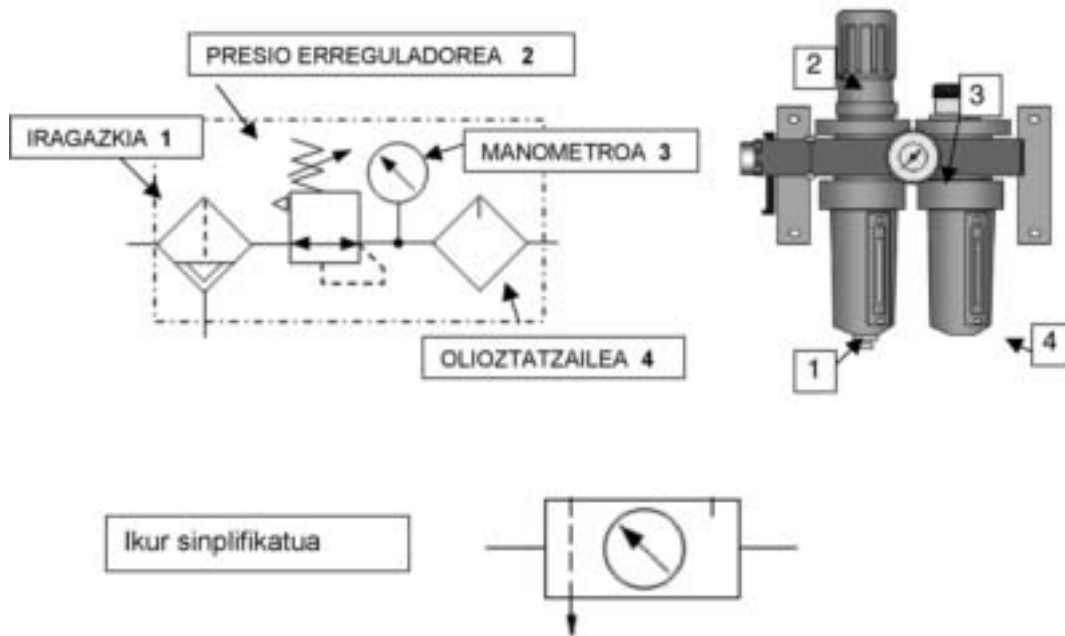
*d.- Mantentze-unitatea*

Mantentze-unitatea makina pneumatiko bakoitzean kokatzen da eta honako aparatu hauek ditu:

- iragazkia
- presio-erreguladorea

- manometroa
- olioztatzailea

Mantentze-unitatea osatzen duten elementu guztiak marraztuz irudika daiteke, eta bai ikur sinplifikatuen bidez ere.



3.5. LAN-ELEMENTU PNEUMATIKOAK

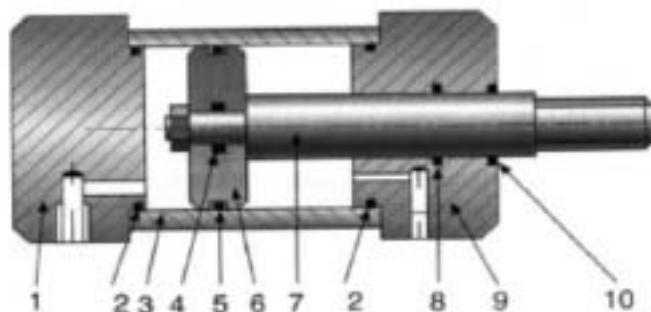
a.- Zilindroak

Zilindroetan, aire konprimituaren energia higadura zuzenak sortzeko erabiltzen da. Azalera bati presio-diferentzia bat aplikatuz lortzen da. Alde batetik presio atmosferikoa aplikatzen da, eta bestetik, gain-presioa; horrela, indar erabilgarria sortzen da.

b.- Zilindroen eraketa

Zilindroek elementu hauek dituzte (ikus irudia):

- Atzeko (1) eta aurreko (9) tapak. Burdinurtuzkoak izaten dira eta tutu zilindrikoari harizatuta edo tiranteen bidez lotzen zaizkio.
- Enbolo-juntura (2). Plastikozko materiala. Junturarik garrantzitsuenak dira.
- Tutu zilindrikoa (3). Josturarik gabeko altzairu enbutituz egiten da. Marruskadura ahalik txikiena izan dadin, barneko gainazalak oso leuna izan behar du.
- Junturak (4, 5). Juntura (5) ganbera batetik bestera airea pasa ez dadin.
- enboloa (6). Airearen presioa jasotzen duen zatia da, eta zurtoinari atxekita dago.
- zurtoina (7). Zilindroaren zati higikorra da.
- kojinetek gidaria (8). Zurtoinaren gidatze-lana betetzen du.
- eraztun garbitzailea (10). Zilindroaren barrura zikinkeriarik ez sartzeko.

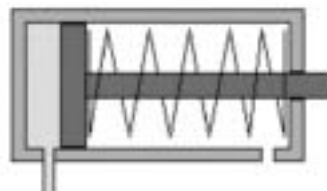


c.- Zilindro motak

Zilindroak efektu bakuneko edo efektu bikoitzekoak izan daitezke. Elementu horietan aire konprimituaren energia higidura zuzena sortzeko erabiltzen da.

— Efektu bakuneko zilindroak

Efektu bakuneko zilindroetan aire konprimituak, noranzko bakar batean bultza egiten du. Zilindroa, barnean daraman malguki baten eraginez, automatikoki itzultzen da.

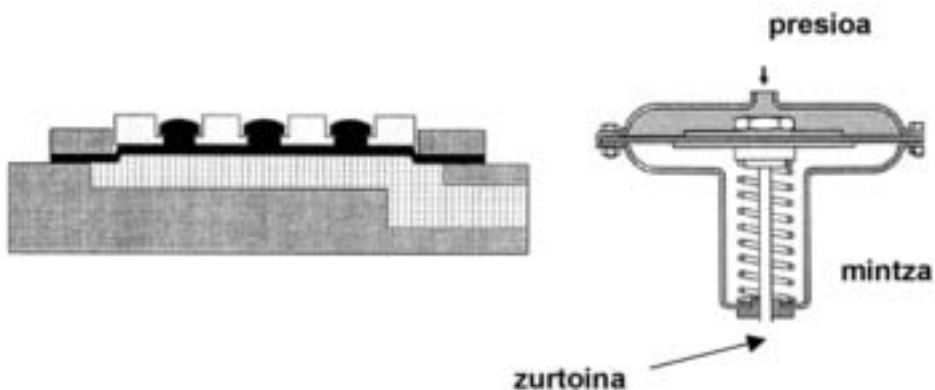


Malgukiak zilindro horien ibilbideak eta indarrak mugatzen ditu, eta horregatik, haren aplikazio-eremua mugatua da.

— Mintza duen zilindroa

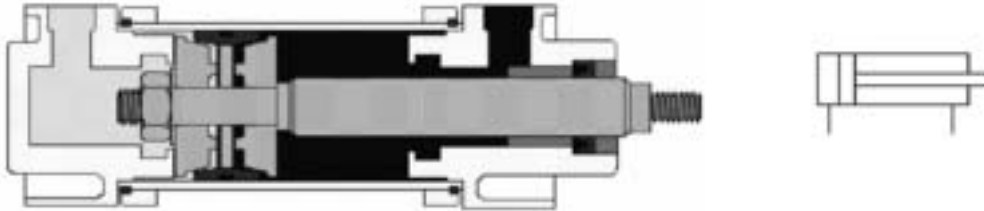
Hemen enboloa gomazko, plastikozko edo metalezko mintz batek ordezkaten du. Zurtoina mintzaren erdigunean kokatuta dago. Ez dago irristatzen den piezarik eta, beraz, sortzen den mugimendua mintza zabaltzean eta estutzean gertatzen da.

Aplikazioa: Makina eta erremintak egiteko erabiltzen dira. Baita estanpatzeko, errematatzeko eta prentsak finkatzeko ere.



— Efektu bikoitzeko zilindroak.

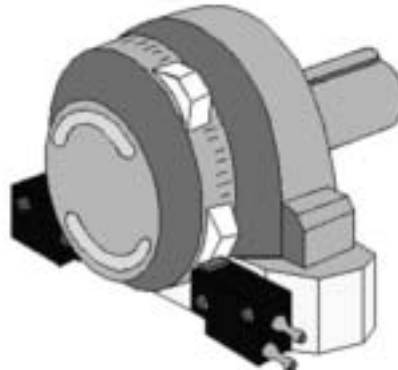
Zilindro horietan aire konprimituak zurtoina noranzko batean nahiz bestean higitzen du. Horretarako, aire konprimituak bi sarrera izaten ditu: bata aurreratzeko eta bestea itzultzeko.



Aplikazio zehatzetan, efektu bikoitzeko zilindro mota bereziak erabiltzen dira.

— Biraketa-zilindroak

Zilindro horiek enboloaren higidura zuzena biraketa-higidura bihurtzen dute. Hori lortzeko, zurtoinak (kremailera izanik) pinoi bati eragiten dio; horrela biraketa-higidura lortzen da.



3.6. BALBULAK

Pneumatikan aginte eta seinalizaziorako erabiltzen diren elementuei balbula deitzen zaie.

Balbula horiek zenbait taldetan bana daitezke Hona hemen balbulak taldeka:

- balbula banatzaileak
- blokeaketa-balbulak
- emari-balbulak
- presio-balbulak

3.6.1. Balbula banatzaileak

Balbula banatzaileek aire konprimituaren bidea zehazten dute.

Balbula banatzaile batean honako elementu hauek bereiz daitezke:

— *Bideak*. Balbulak, airea sartzeko, irteteko edo iheserako dituen zuloak dira.

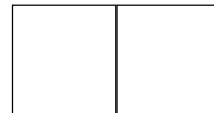
— *Posizioak*. Balbulak barnean bideak elkartzeko izaten dituen era desberdinei posizio deritzegu.

— *Eragintza*. Posizioa batetik bestera aldatzeko atala da, eta eskuzkoa, elektrikoa eta bes-telakoa izan daiteke.

Posizioak bata bestearen alboan kokatzen diren laukien bidez irudikatzen dira. Lauki-kopuruak posizio-kopurua adierazten du.

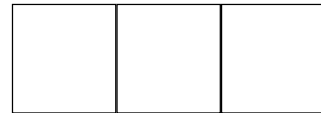
Lauki bakoitzaren barnean, posizio

2 posizio

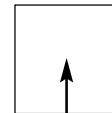


horretan bideen arteko lotura nolakoa den adierazten da.

3 posizio

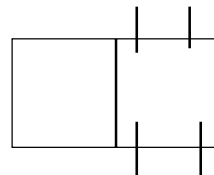


Lerroek bideak erakusten dituzte eta geziak aire-jarioaren noranzkoa.



Aire-jarioaren blokeaketa.

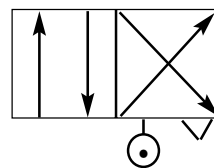
Bideen elkarketa puntu baten bidez irudikatzen da.



Balbularen kanpoko konexio guztiak posizio berean irudikatzen dira, eta hori pausaguneko posizioan (balbula konektatu gabe) izaten da. Beste posizioa, laukiak konexioekin bat egitean lortzen da.



Ihesa (eguratsera airea itzultzeko zuloa) triangelu batez adierazten da eta presio-sarrera zentroan puntu bat duen zirkulu edo barne alderako triangelu batez.



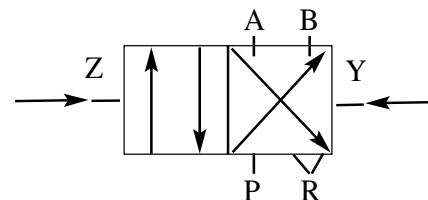
Balbuletan erabiltzen diren izenak honako hauek dira:

— Aire-irteera → A, B, C...

— Aire-sarrera → P

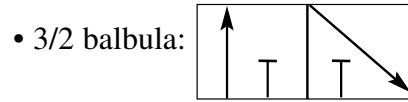
— Ihesa → R, S, T

— Eragintza-sarrera → Z, Y, X



Balbulak izendatzeko, *lehenengo bide-kopuruak* aipatzen dira, eta ondoren, *posizio-kopuruak*.

Adibidez: 2 bideko eta 2 posizioko balbula, edo laburki



Honako koadro honetan gehien erabiltzen diren balbula banatzaileak erakusten dira.

Izendapena	Pausaguneko posizioa	Ikurra
2/2 balbula banatzailea	itxita	
2/2 balbula banatzailea	irekita	
3/2 balbula banatzailea	itxita	
3/2 balbula banatzailea	irekita	
4/2 balbula banatzailea		
5/2 balbula banatzailea		
5/3 balbula banatzailea		

3.6.1.1. Eragintza-balbulak

Eragintza balbula, balbularen posizioak aldatzeko erabiltzen da. Laukien alboetan eta horizontalki marrazten dira. Hainbat eragintza mota dago. Hona hemen batzuk:

- *Eskuzkoak*
- orokorra (etengailua)
- pultsadorea
- palanka gatigamenduariarekin
- pedala



- *Mekanikoak*
- malgukia
- malgukiz zentr
- arrabola
- arrabola ezkuta



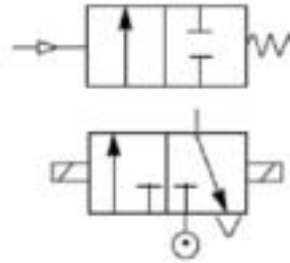
3/2 baldula

- *Elektrikoak*
- elektroimanez
- *Pneumatikoa*



Adibideak:

- 2/2 balbula, pneumatikoa-malgukia
- 3/2 balbula, elektroimana-elektroimana



Anplifikazioa

Emari handiko balbuletan posizioa aldatzeko, indar handia behar da. Adibidez, aldaketa elektroimanez egiteko, bobina handia beharko litzateke.

Kasu horietan (posizio-aldaketa eragintza berak egin beharrean), balbulara sartzen den aire bera erabiliz, bitarteko anplifikazio-etapa bat sortzen da. Eragintzak, sarrera-aireari bide bat zabaltzen dio eta aire honen indarrak balbulari eragiten dioeta horrela, posizioa aldatu egiten da.

Aginte pneumatiko anplifikatua



Aginte elektriko anplifikatua



Aginte anplifikatua, pultsadorez



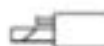
3.6.1.2. *Eragintza konbinatuak*

Posizioak aldatzeko, eragintza desberdinak erabil ditzaketen balbulak daude. Adibidez:

Elektroimana ala pneumatikoa



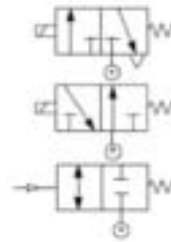
Elektroimana ala eskuzkoa



3.6.1.3. Normalean zabalik (N.O.) eta normalean itxita (N.C.) egoten diren motako balbula banatzaileak

Malgukiz eragindako balbuletan, malgukia barnean kokaturik egoten da eta pausagunean balbula beti posizio berera eramaten du, hau da, pausagune-posizioa. Posizio horretan balbularen irteeran airea badugu, normalean zabalik egoten den motako balbula (N.O.) da eta alderantzizko kasuetan normalean itxita egoten den motako balbula (N.C.).

- 3/2 balbula, elektroimana-malgukia (N.C.)
- 3/2 balbula, elektroimana-malgukia (N.O.)
- 2/2 balbula, pneumatikoa.-malgukia (N.C.)



3.6.2. Blokeo-balbulak

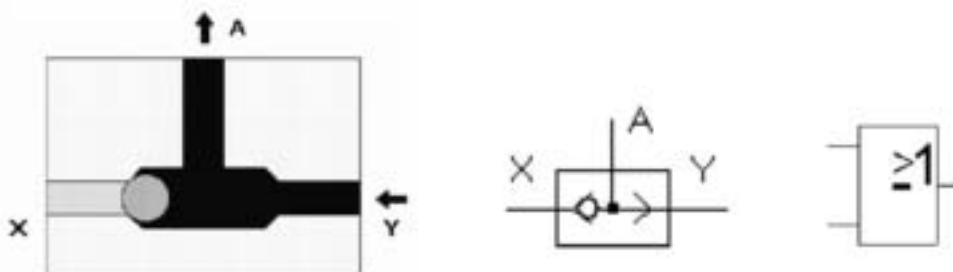
Emariaren iraganbidea noranzko batean blokeatzen duten eta beste noranzkoan iragaten uzten duten elementuak dira. Blokeo-balbula asko dago.

3.6.2.1. Itzulera kontrako balbulak



Balbula horiek bi pasagune dituzte. (1) Horietako batetik airea sartuz, airea (2) bestetik atera daiteke, baina airea (2)tik sartuz (1)etik ez da aterako. Beraz, balbula horiek airea noranzko batean bakarrik iragaten uzten dute.

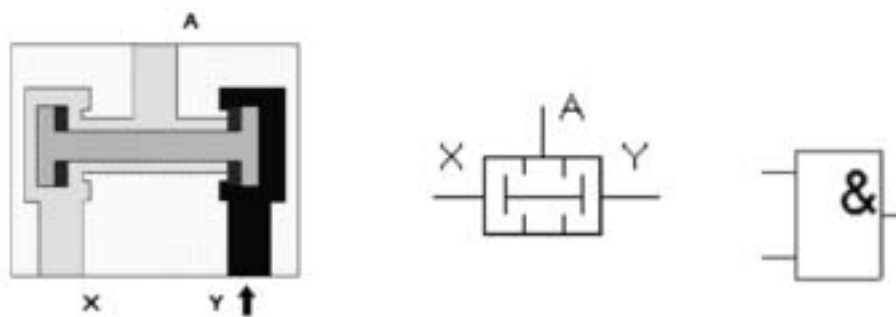
3.6.2.2. Balbula zirkuitu—hautatzaileak (EDO balbula)



Balbula horiek bi sarrera (X) eta (Y) eta irteera bat (A) dituzte. (X)etik airea sartuz, diskoak beste sarrerako iraganbidea blokeatu egiten du eta airea irteeratik ateratzen da. Gauza bera gertatzen da airea beste sarreratik barnera sartuta. Beraz balbula horietan, bietako edozein sarreretatik airea sartuz irteeran airea izango dugu.

Adibidez, zilindro bati toki desberdinetatik eragin nahi zaionean erabiltzen da.

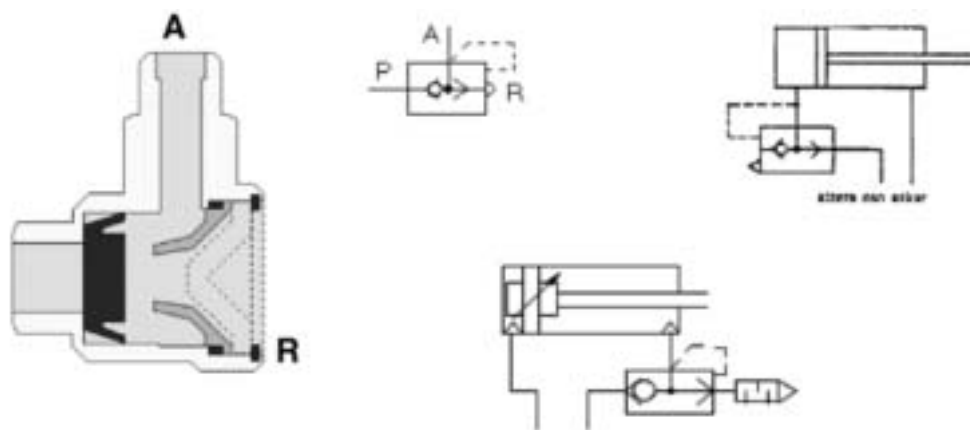
3.6.2.3. Aldiberekotasun-balbula (ETA balbula)



Balbula horiek bi sarrera (X) eta (Y) eta irteera bat (A) dituzte. Airea sarrera bietariko bate-tik barneratzen badugu, pieza higikor zentralak, irteerarako iraganbidea galarazten du. Presio berdineko airea bi sarreretatik sartzen badugu, pieza higikorra erdigunean geratzen da eta airea (A) irteeratik atera daiteke. Sartzen ditugun aire-presioak desberdinak badira, presio handie-nak balbula itxi egiten du, baina presio txikieneko airea (A)tik ateratzen da.

Beraz, balbula horietan airea irteeran bi sarreretatik airea sartzen badugu bakarrik izango dugu (?).

3.6.2.4. Ihes azkarreko balbulak



Balbula horiek zilindroen higiduran ateratzen den airea atmosferara azkar botatzeko era-biltzen dira, horien abiadura handiagoa lortzeko.

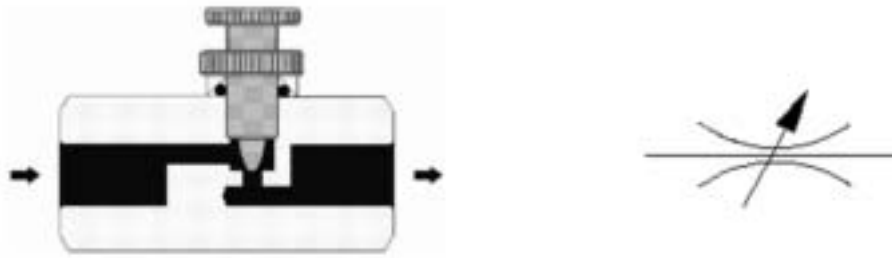
Airea P-tik sartzen denean, juntura R ihesaren aurka bultzatzen du eta airea A irteeratik ate-ratzen da. Airea A-tik baletor (zilindrotik ateratzen den airea), honek juntura P-ren aurka bult-zatuko luke, era airea R ihesetik aterako litzateke..

Zilindrotik ahalik eta hurbilen kokatzen dira.

3.6.3. Emari-balbulak edo iratotzaileak

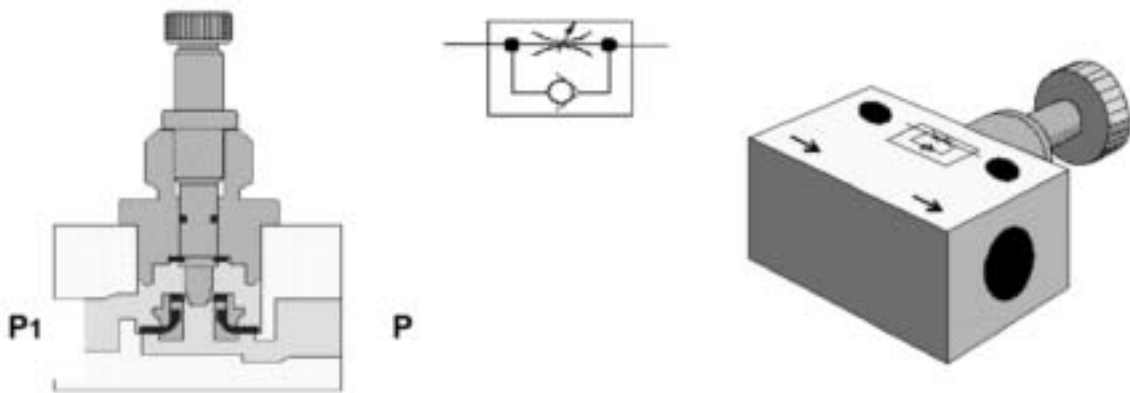
Aire konprimituaren emaria erregulatzen duten elementuak dira. Iratotzaile izena ere badu-te. Bi motatakoak izaten dira:

3.6.3.1. Bi noranzkoko iratotzaileak



Iratotzaile horiek fluxuaren emaria bi noranzkoetan erregulatzen dute. Emaria gutxitu egiten da aire konprimituaren bidean estugune bat ipinita, eta estugune hori torloju baten bidez erregulatzen da; horrela emaria erregulatu egiten da.

3.6.3.2. Noranzko bakarreko iratotzaileak



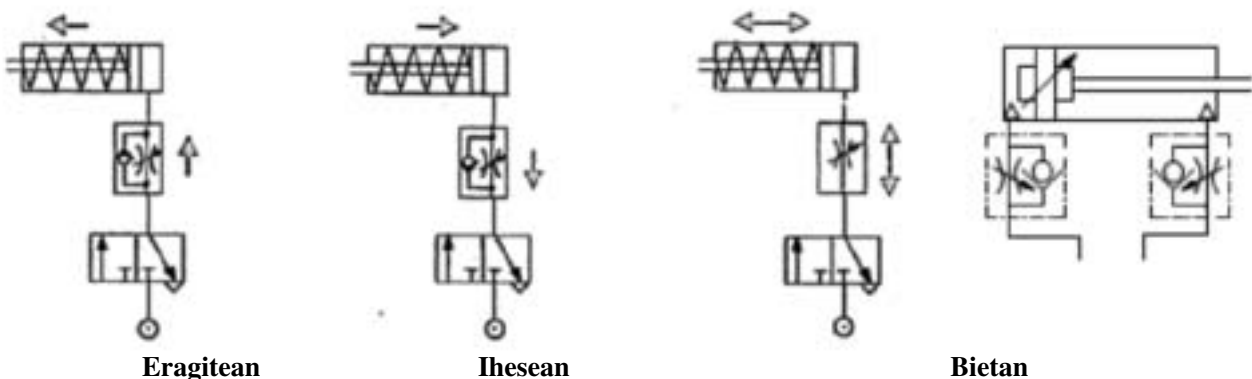
Iratotzaile horiek emaria noranzko bakar batean erregulatzen dute eta bestean emaria ez da aldatzen.

Bi noranzkoko iratotzailea eta itzulera kontrako balbula bat elkartuta lortzen da.

Airea noranzko batean itzulera aurkako balbulatik pasa daiteke iratopenik izan gabe. Beste noranzkoan, aldiz, irato egiten da.

Zilindroen abiadura erregulatzea da balbula iratotzaileen helburua, zeren emaria urritzean zilindroen abiadura txikiagotu egiten baita. Zilindrotik ahalik eta hurbilen kokatu behar dira.

Adibideak



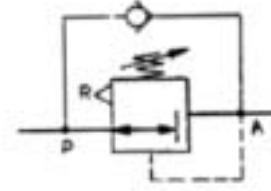
3.6.4. Presio-balbulak

Balbula presio-erreguladoreak

Balbula horiek aztertuta daude presio erreguladoreen atalean.

Aurrezkailuak

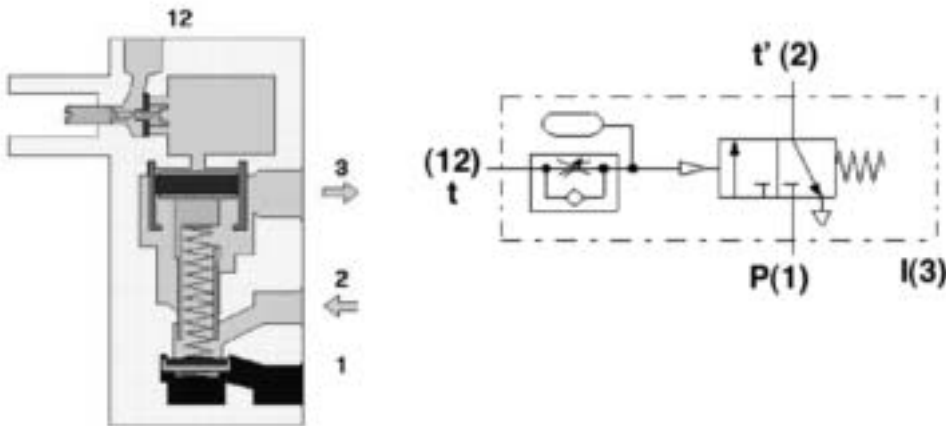
Balbula presio-erreguladoreak dira, baina fluxuaren noranzkoan bakarrik eragiten dute. Beste noranzkoan, itzulera kontrako balbula batek airea (erregulatu gabe) pasatzen uzten dio.



Energia aurrezteko erabiltzen dira. Zilindro batetik presio normalak ematen duen indarra baino txikiagoa lortu nahi badugu, zilindroaren sarrera-presioa txikiagotuko duen aurrezkailua kokatzen da. Horrela, soberako energia aurreztu egiten da. Airea zilindrotik aurrezkailurantz datorrenean itzulera kontrako balbulatik pasatzen da eta ez da inongo erregulaziorik gertatzen.

3.6.5. Balbula konbinatuak

Tenporizadoreak

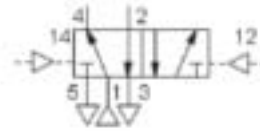
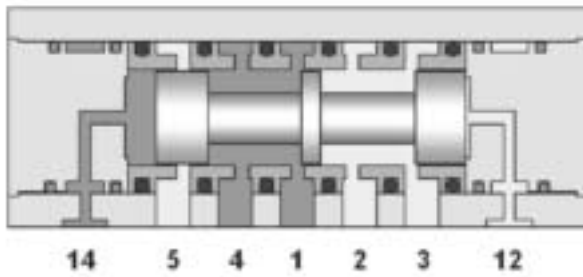


Elementu horiek aktibatzen direnetik denbora batera ematen dute irteera-presioa. Denbora hori, gainera, erregulagarria da.

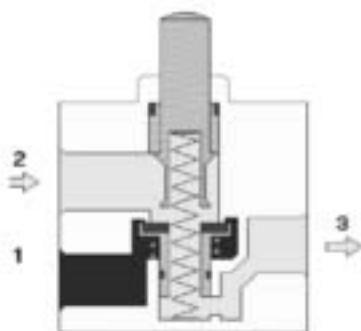
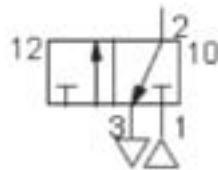
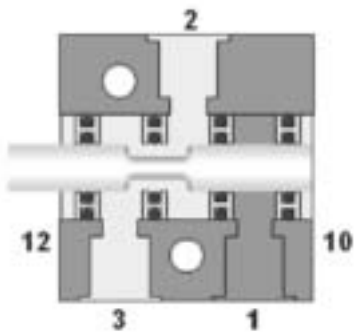
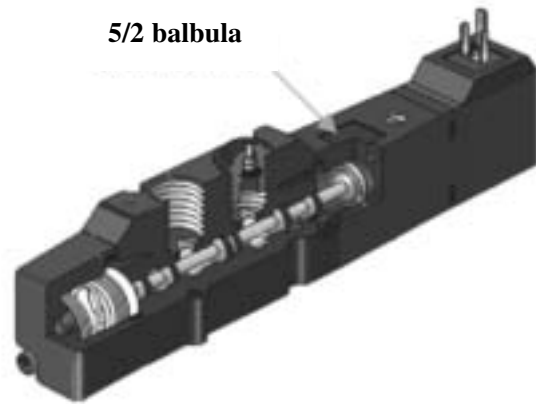
t-tik sartzen den airea iratotzaile batetik pasatzen da eta **D**, depositua eta tutu guztiak bete arte, 3/2 balbula posizioz aldatzeko adina presiorik ez dago. Presioa lortu ondoren, balbula posizioz aldatzen da, eta ondorioz **t'** irteera **P** sarrerarekin komunikaturik geratzen da. **t**-ri eragiten uzten zaionean, itzulera (itzulera kontrako iratotzaileari esker) berehala egiten da.

Tenporizazioa, iratotzailea erregulatuz kontrola daiteke.

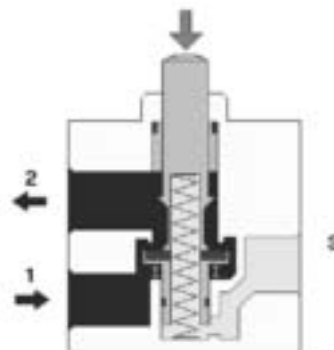
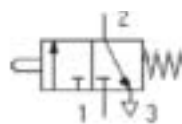
Balbula batzuen barne egitura



5/2 balbula



3/2 balbula



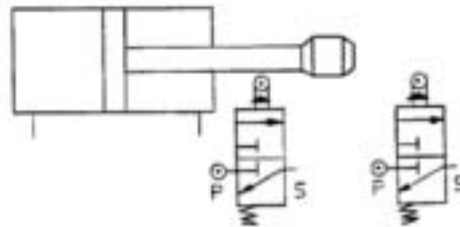
3.7. POSIZIO KAPTADOREAK

Makina bat kontrolatzeko, osagaiak zein egoeratan dauden ezagutzea beharrezkoa da. Adibidez, zilindro bat aurreratze edo itzulera-egoeran dagoen. Horretarako posizio-kaptadoreak erabiltzen dira. Hainbat motatako kaptadore pneumatikoak daude.

Kaptadore mekanikoak

Ibilbide-amaiera izena ere badute. Arrabolezko eragintzako balbula banatzaileak dira. Zilindro baten ibilbide-amaiera, zilindroaren aurreratzea zein itzulera detektatzeko erabiltzen da. Zurtoinak muturrean buru bat dauka, eta horrela arrabola ikutzean balbularen posizioa aldatu egiten da.

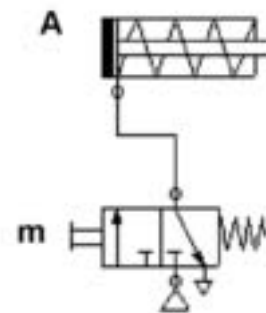
Normalean 3/2 balbula, arrabola-malgukia, erabiltzen da.



3.8. ESKEMA PNEUMATIKOAK

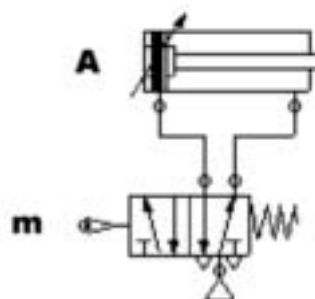
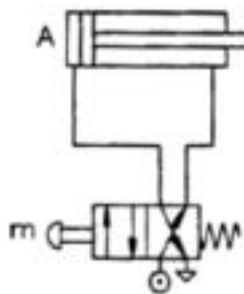
Oinarrizko eskemak

- 1.- *m* pultadoreari eraginda, efektu bakuneko A Zilindroko enboloa atera eta pultadoreak askatu bezain laster itzuli egiten da.



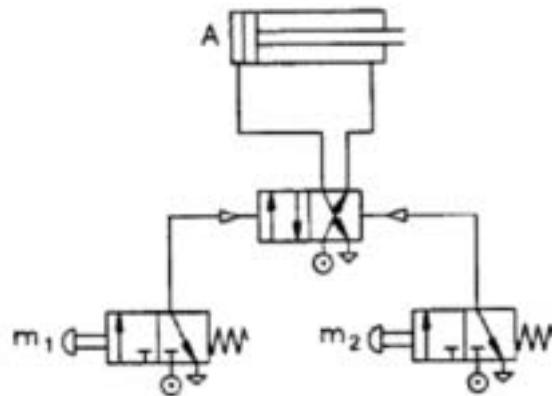
Ihesa duen 3 bideko balbula erabiltzea beharrezkoa da zilindroaren itzulera airea kanpora ateratzeko.

- 2.- *Aurreko adibide bera baina efektu bikoitzeko zilindroa ordezkatur.*



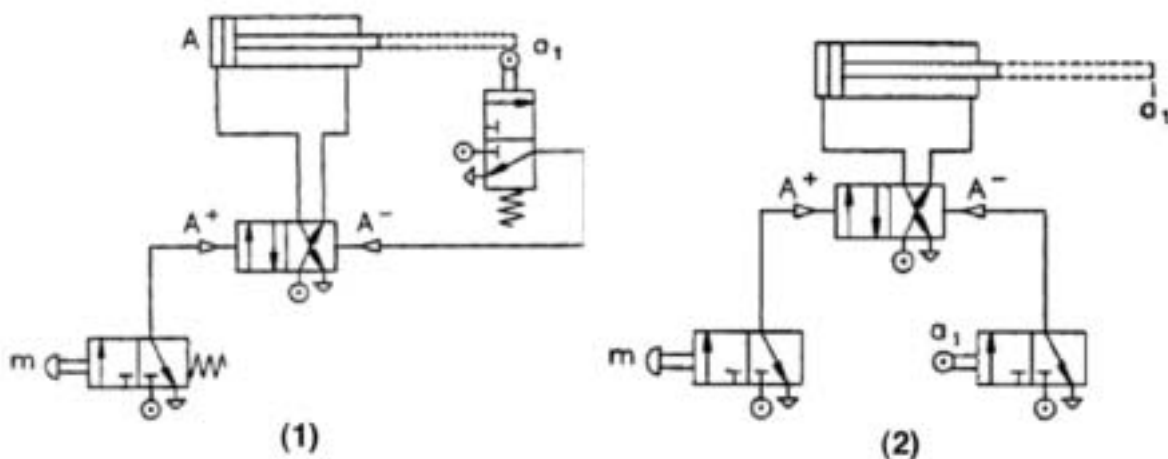
4 bideko edo 5 bideko balbula erabiltzea da desberdintasuna. 4 bidekoak ihes komuna dauka eta 5 bidekoak, berriz, higidura bakoitzarentzat ihes bat. Bestalde, higidura bakoitzarentzat balbulak irteera bana izan behar du.

3.- *Efektu bikoitzeko zilindro batek m_1 pulsatuta aurrera egiten du eta m_1 (beste bat) pulsatuta itzuli egiten da. m_1 edo m_2 pulsatzeari utzita ere aurreratzen edo itzultzen jarraitzen du.*



Hemen agintea zeharka egiten da. 4/2 balbulari (pneumatikoa-pneumatikoari) pultsadorearen bidez eragiten diogu eta honek zilindroari eragiten dio. Argi ikusten da aire-elikadura zilindroarentzat eta eragintzarentzat independentea dela. Beraz, iturri desberdinetakoak izan daitezke.

4.- *Efektu bikoitzeko zilindro bat m pultsadore bat zanpatuta aurreratu egiten da eta m pulsatzen ez dugun bitartean puntako posiziora iristean automatikoki itzuli egiten da.*



Ikusten denez, itzulera automatikoa a_1 ibilbide-amaieraren bidez lortzen da.

A+ eta **A-** letrek **A** zilindroaren aurreratzea eta itzulera adierazten dute hurrenez hurren eta hemendik aurrera zilindro bat elikatzen duten balbula banatzaile bati dagokion eragintza adierazteko erabiliko dira.

Eskema korapilotsuagoetan, makinaren ibilbide-amaiera guztiak beren benetako posizioan jarrita eskema ulertzea zaila izan daiteke. Horregatik, (2) eran irudika daiteke.

Ibilbide-amaiera beti adierazitako (a_1) posizioan kokaturik egongo dela ulertzen da.

Logika

Abstrakzio bat eginez, matematikako berdintzen bidez pneumatikako ariketa batean izaten diren eragintzak adieraz ditzakegu (beste teknologiei ere aplika dakieke).

Berdintzaren ezker aldean eragintzak kokatuko ditugu eta eskuinekoan eragintza horiek aktiba daitezen bete behar diren baldintzak.

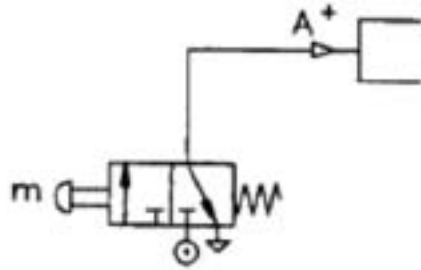
BAI funtzioa

Adibidea: \longrightarrow **A+ = m**

Funtzio horrek **A+** eragintza betetzeko **m** baldintza aktibatu behar dela adierazten du.

Pneumatikan funtzio hori burutzeko

N.O. (Normalki Irekia) balbulak erabiltzen dira.



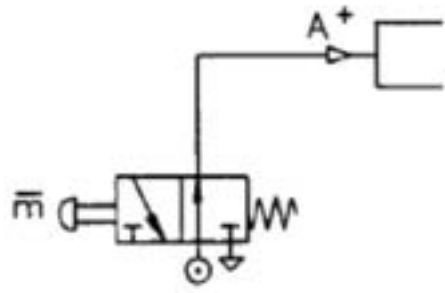
EZ funtzioa

Adibidea: \longrightarrow **A+ = m**

Baldintzaren gainean ukapen-ikurra jarritz adierazten da eta **A+** eragintza betetzeko **m** baldintza ez dela aktibatu behar esan nahi du.

Pneumatikan funtzio hori burutzeko **N.C.**

(normalki itxiak) balbulak erabiltzen dira.



EDO funtzioa

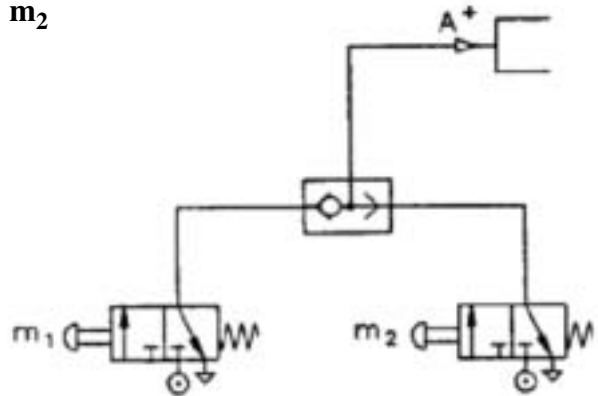
Matematikako (+) batuketa-ikurraz adierazten da.

Adibidea: $\longrightarrow \mathbf{A+ = m_1 + m_2}$

Funtzio horrek **A+** eragintza betetzeko **m₁** "edo" **m₂**, bi baldintzetako edozein betetzea aski dela esan nahi du.

Pneumatikan funtzio hori burutzeko

balbula zirkuitu-hautatzaileak erabiltzen dira (EDO balbulak).



ETA funtzioa

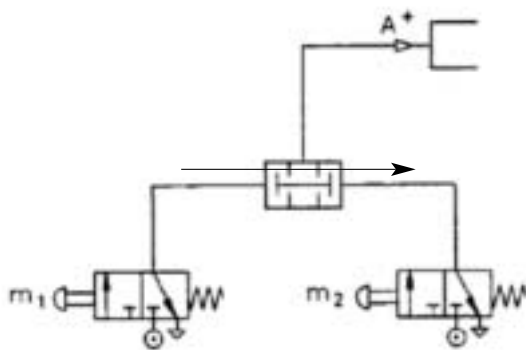
Matematikako (.) biderketa-ikurraz irudikatzen da.

Adibidea: $\longrightarrow \mathbf{A+ = m_1 \cdot m_2}$

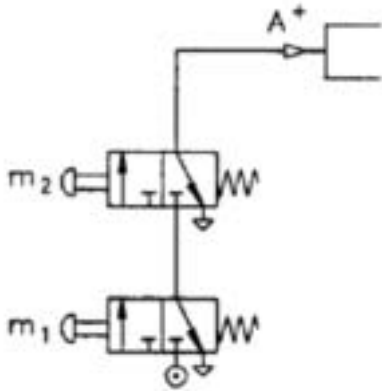
Funtzio horrek **A+** eragintza betetzeko **m₁** "eta" **m₂** baldintzak aldi berean bete behar direla esan nahi du.

Funtzio hori pneumatikan, hiru era desberdinez burutu daiteke:

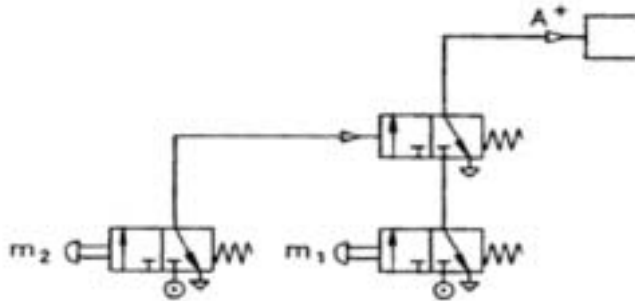
a.- Aldiberekotasun—balbulen bidez (ETA balbulak).



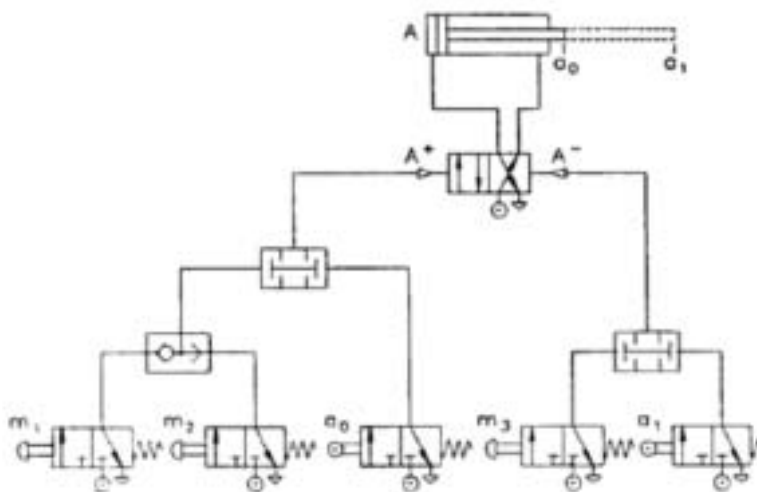
b.- m_1 eta m_2 bata bestearen atzean serian jarritz.



c.- 3/2, pneumatikoa-malgukia, N.O. balbulen bidez.



5.- m_1 edo m_2 pulsadoreetako edozein zanpatuta, betiere zilindroa atzeratuta dagoenean, enboloak aurreratz egingo du. Atzeratzeko m_3 pulsadorea zanpatu beharko da, betiere zilindroa aurrerapen maximoko posizioan dagoenean.



Ekuazio logikoak:

$$A+ = (m_1 + m_2) \cdot a_0$$

$$A- = m_3 \cdot a_1$$

Ikusten denez, zilindroak muturreko posizioetara heldu dela jakiteko, a_0 eta a_1 ibilbide-amaierak erabiltzen ditugu.

Oro har, automatismo pneumatikoa burutzeko honako urrats hauek eman behar dira:

1. Ekuazio logikoak lortu.
2. Ekuazio horietan oinarrituz, eskema pneumatikoa burutu.

Zilindroen abiatzea eta gelditzea.

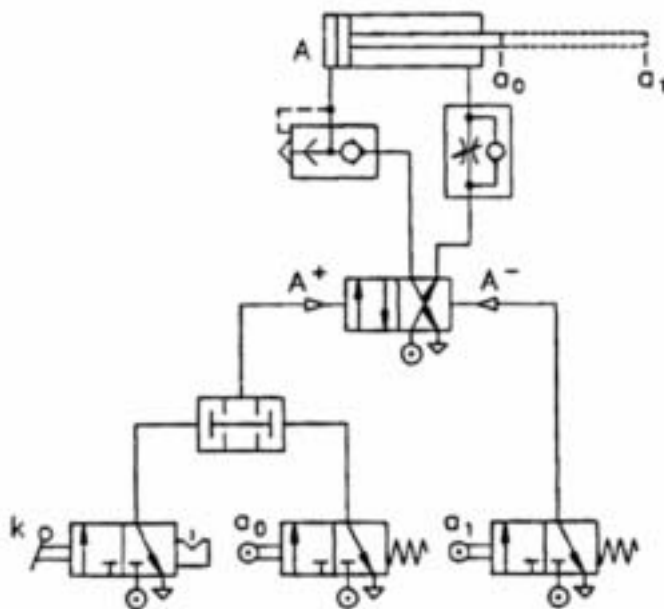
6.-K palankari eraginda, efektu bikoitzeko zilindro bat aurreratu eta atzeratu egiten da etengabe. Aurreratzea astiroago eta kontrolatua egin behar du eta itzulera aldiz, oso azkarra. K-ri eragiteari uztean zilindroa gelditu egingo da, baina honako hiru era haue-
tan:

- a) Itzulerako posizioan
 - b) Muturreko bi posizioetako edozeinetan
 - c) K zanpatzeari uztean zilindroa dagoen posizioan.
- a) Itzulerako posizioan

Ekuazio logikoak:

$$A+ = a_0 \cdot K$$

$$A- = a_1$$

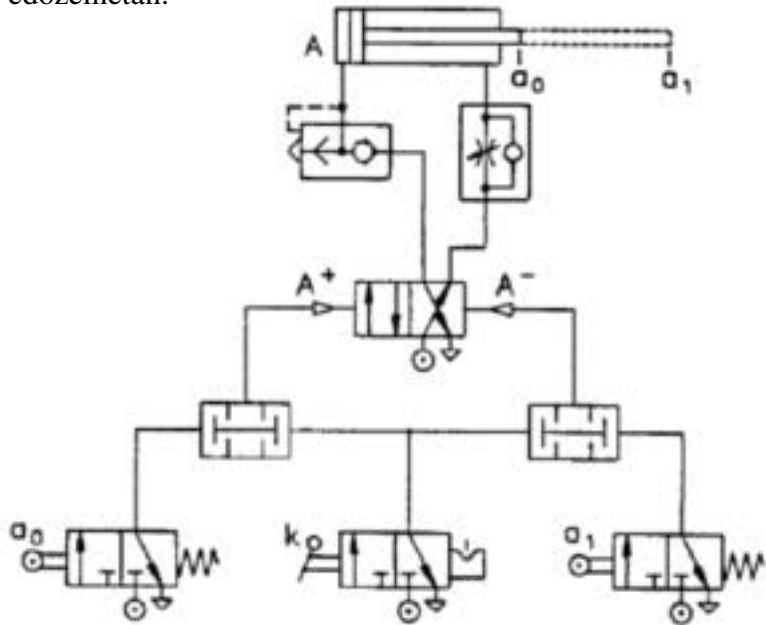


b) Muturreko bi posizioetako edozeinetan.

Ekuazio logikoak:

$$A+ = a_0 \cdot K$$

$$A- = a_1 \cdot K$$



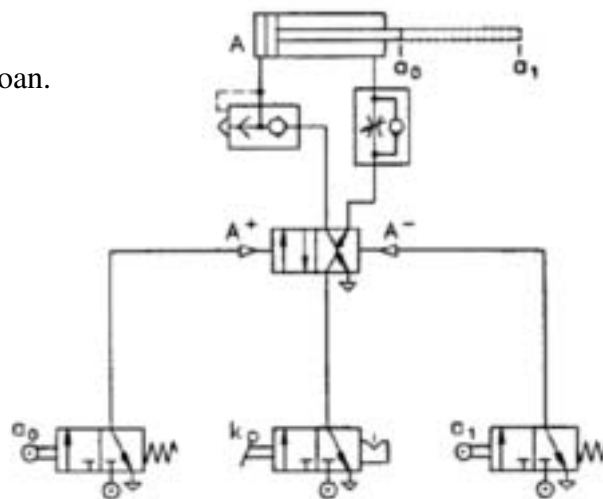
c) Zilindroa dagoen posizioan.

Ekuazio logikoak:

$$A+ = a_0$$

$$A- = a_1$$

$$P = K$$



C ataleko ebazpena, dagoen aukera bat da. Horrela zilindroa aske geratzen da (blokeatu gabe).

Hori egiteko beste era bat blokeatuta uztea izango litzateke.

Bestalde, oso itzulera azkarra hiru kasuetan ihes azkarreko balbula erabiliz lortu dugu, eta aurreratze mantso eta erregulagarria iratotzaile batez, baina zilindrotik ihes egiten duen airea erregulatuz.

Tenporizazioa

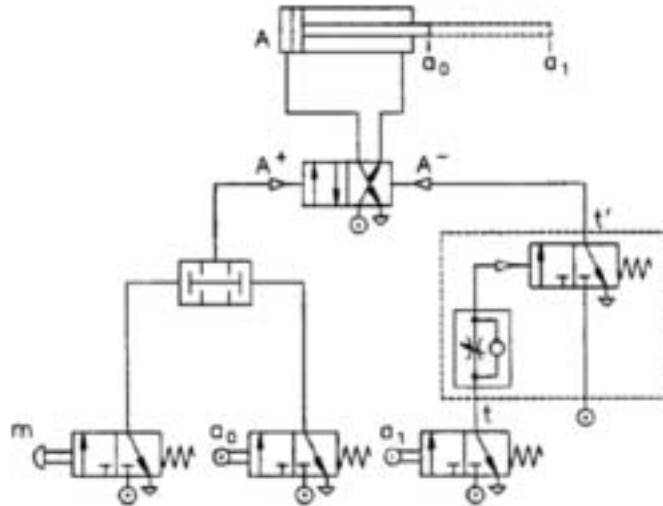
7.- *m* pultsadorea zanpatzen dugun bakoitzean, efektu bikoitzeko A zilindroa muturreko posiziora aurreratu egiten da, bertan erregulagarria den denbora batez geldiarazten da eta gero hasierako posiziora itzuli egiten da.

Ekuazio logikoak:

$$A+ = m \cdot a_0$$

$$t = a_1$$

$$A- = t'$$



Atzeratzen hasteko igarotzen den denbora erregulatu egiten da, tenporizadorearen irratzailearen bidez.

Zilindroaren blokeoa

8.- *m* pulsatuta efektu bikoitzeko A zilindroa, P bukatu arte, etengabe aurrera eta atzera dabil. Zilindroa P pulsatu ondoren, gelditu egingo da, baina itzulera-posiziora iritsi eta gero. Bestalde, K palanka izango dugu. Berori aktibatuz zilindroa blokeatuta (inolako noranzkoko higidurarik gabe) geratzen da.

Ekuazio logikoak:

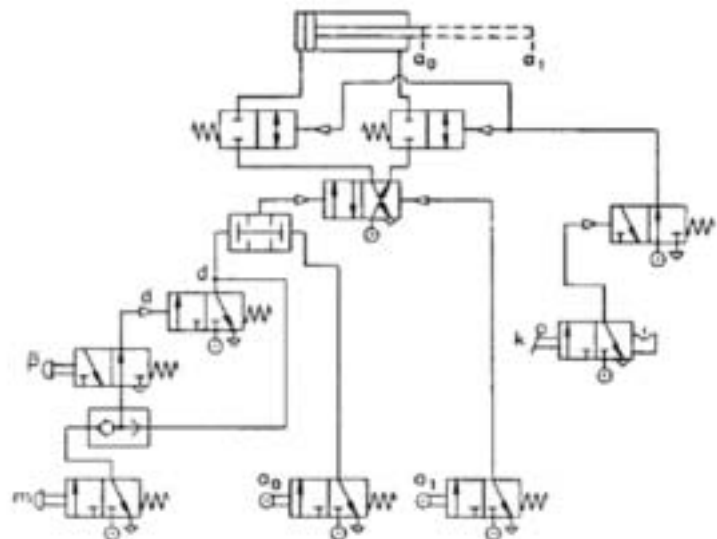
$$d = (m + d) \cdot p$$

$$A+ = d \cdot a_0$$

$$A- = a_1$$

$$B1 = K$$

$$B2 = K$$



Abiadura-erregulazioa (II)

9.-K palanka bati eraginda efektu bikoitzeko zilindro bat etengabe aurreratu eta atzeratu egiten da. K palanka pulsatzeari uzten zaionean, hasierako posizioan gelditu egiten da. Itzulera mantsoa izatea ala ez K1 palanka batez aukeratuko da. Aurreratzea ibilbidearen erdiraino azkarra izan daiteke eta handik azkeneraino mantsoa.

3 ibilbide-amaiera izango ditugu 2 muturretan (a0 eta a1-ean) eta beste bat am ibilbidearen erdian.

Ekuazio logikoak:

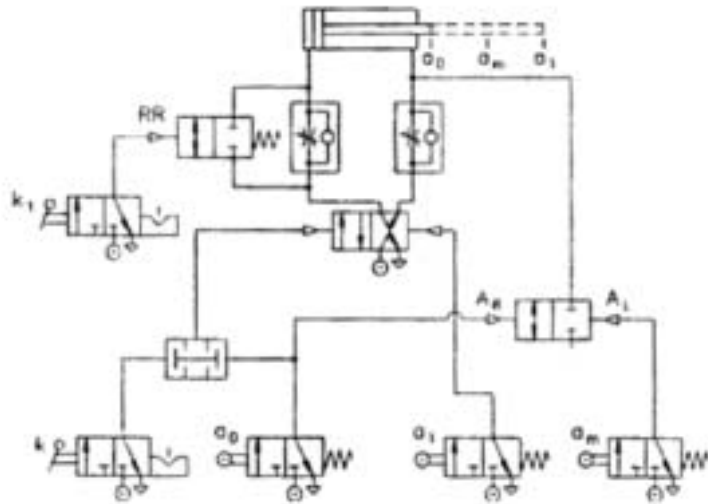
$$A+ = K \cdot a_0$$

$$A- = a_1$$

$$RR = K_1$$

$$AL = a_m$$

$$AR = a_0$$



Itzulera azkarra edo mantsoa K_1 -en bidez RR 2/2 balbula itxiz edo zabalduz lortzen da, eta aurreratzea beste 2/2 balbula baten AR eta AL eraginez lortzen da.

Zilindroko indarraren erregulazioa

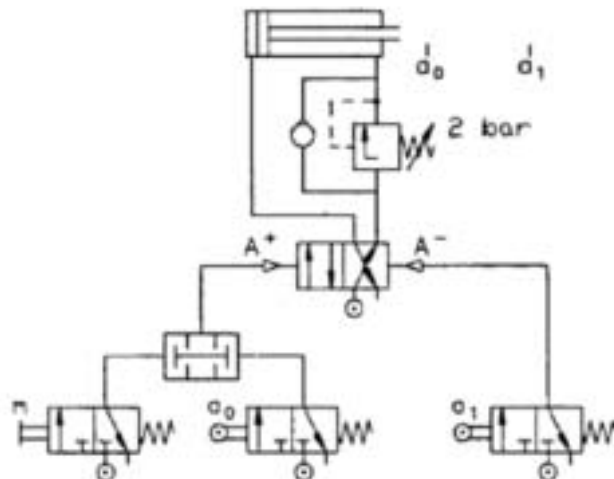
Gerta daiteke zilindro baten higiduran lineako presio osoak eragiten duen indar guztia behar ez izatea. aurrezkailuak erabiltzen dira kasu honetan zilindrora egin behar duen indarrarentzat behar den presioa bakarrik irits dadin.

10.- m pultsadorea sakatuta A zilindroa muturrera iristen denean, aurreratu eta atzeratu egiten da. Presioa, aurrerakoan, sarekoa izango da, baina itzulera 2 bareko presioa aski izango da.

Ekuazio logikoak:

$$A+ = m \cdot a_0$$

$$A- = a_1$$



Zikloa zenbait zilindroekin

11.- Uhal garraiatzaile baten bidez iristen diren fardelak zilindro pneumatiko batez altxatuta geratu behar dute eta bigarren zilindroaren bitartez beste uhal batera bultzatu behar dira. B zilindroak ez du itzuli behar, A zilindroak atzeko azken posizioa lortu arte.

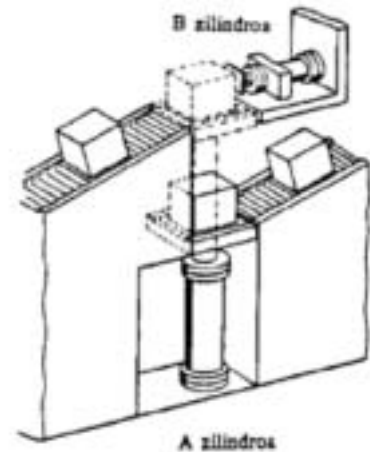
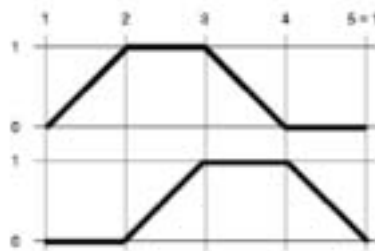
Abio-seinalea lan-ziklo bakoitzarentzat eskuzko pultsadore batez igorri behar da.

Burutu beharreko zikloa:

m → **A+B+A-B-**

A zilindroa

B zilindroa



Ariketa honen berdenean hasten dela kontuan hartu behar da, eta hori ibilbide-amaierako kaptore mekanikoak detektatzen du. Gainera lehen higiduran martxa-baldintzak barneratu beharko dira.

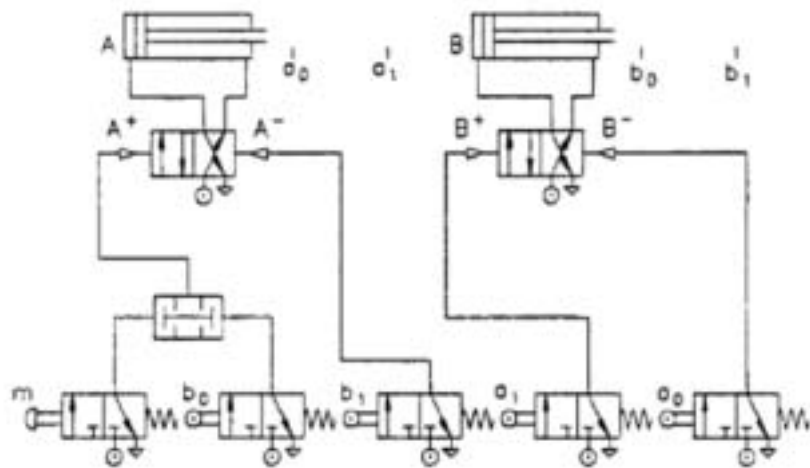
Ekuazioak logikoak:

A+ = m . b₀

A- = b₁

B+ = a₁

B- = a₀



Seinale iraunkorrak

Balbula banatzaile bati aldi berean bi pilotajeek eragiten badiote eta balbula lehen pilotaje-ari dagokion posizioan geratzen bada, seinale iraunkorra esaten diogu. Beraz, bigarren pilotajea agertzen denean, ez du balbulan eraginik izango. Aurkako eragina galarazten duena lehen pilotajea da, hain zuzen, seinale iraunkor deitzen dena.

Seinale horien eragina, zenbait teknika erabiliz deusezta daiteke:

- Ibilbide-amaiera ezkutagarriak erabiliz.
- Bulkada-balbulak erabiliz.
- Memoriak sartuta.

Hirugarren teknika hori era desberdinez burutu daiteke. Horietako bat sekuentziadore izena duena da.

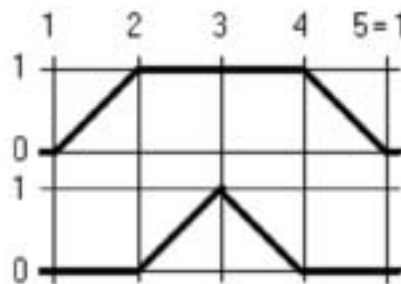
12.- *m* pultsadorea sakatuta *A* eta *B* zilindroek honako ziklo hau burutzen dute:

m → **A+B+B-A-**

A zilindroa

Higidura-diagrama

B zilindroa



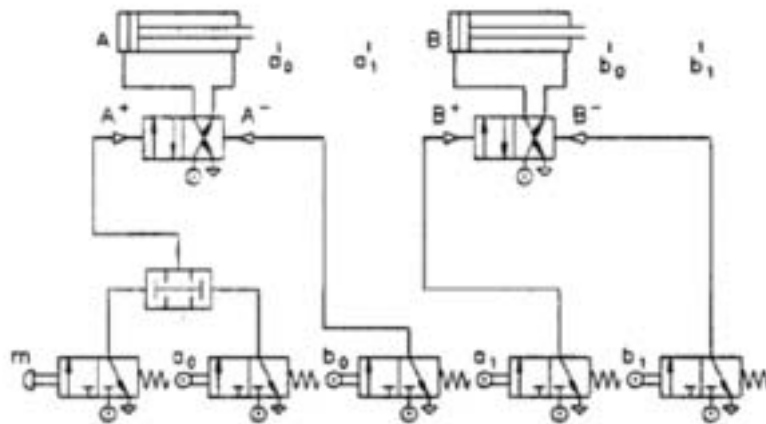
Ekuazio logikoak :

$$A+ = m \cdot a_0$$

$$B+ = a_1$$

$$B- = b_1$$

$$A- = b_0$$



Hauxe da gelditzen den eskema seinale iraunkoarra kontuan hartzen ez bada..

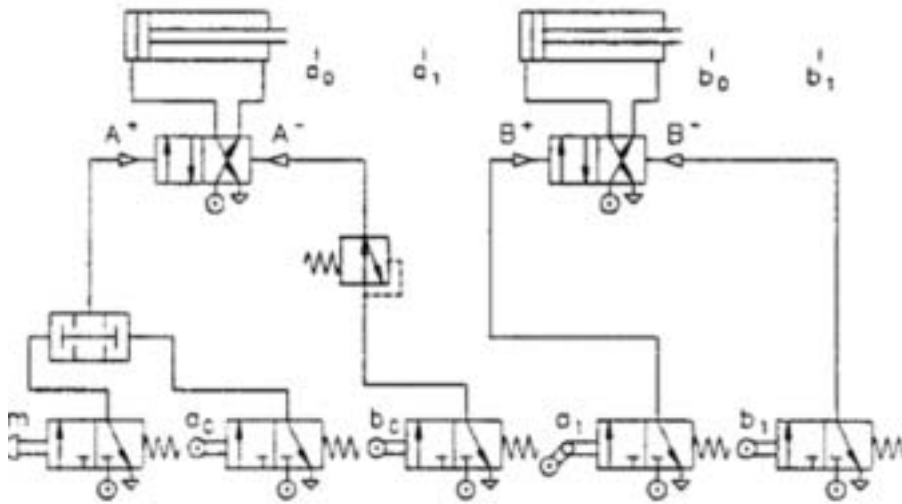
Garbi ikus daitekeenez, aipaturiko seinale iraunkorrak direla eta, eskema hau ez da zuzena. Azter ditzagun seinale hauek:

m pulsatuta **a₀** aktibaturik dagoenez (**A** zilindroa atzeratuta) **A+** seinalea bidaltzen da, baina aldi berean **B** zilindroa atzeratuta dagoenez, **b₀**ren bidez **A+** seinaleak balbulari eragitea galarazten duen **A-** seinalea bidaltzen du. Hori beraz, lehen seinale iraunkorra da.

Arazo hori konpontzeko, a_1 ibilbide-amaiera **A**-ren aurrerapenari (eta ez itzulerari) eragingo dion mekanismo ezkutagarri batez ordezkatzuko dugu. Hori, gainera, zilindroa ibilbidearen azkenara iritsi baino lehentxeago kokatu behar da. Horrela, **A** zilindroa bere azken muturretik hurbil dagoenean aktibatu egiten da, eta punta horretan aske geratzen da.

Sistema horren bidez **B+** seinalean balbulari eragiteko adinako aire-bulkada lortuko da eta seinale iraunkorra deuseztatu egingo dugu.

Adierazitako zikloarentzat eskema zuzena, aipatutako zuzenketak dituen, honako hau da:



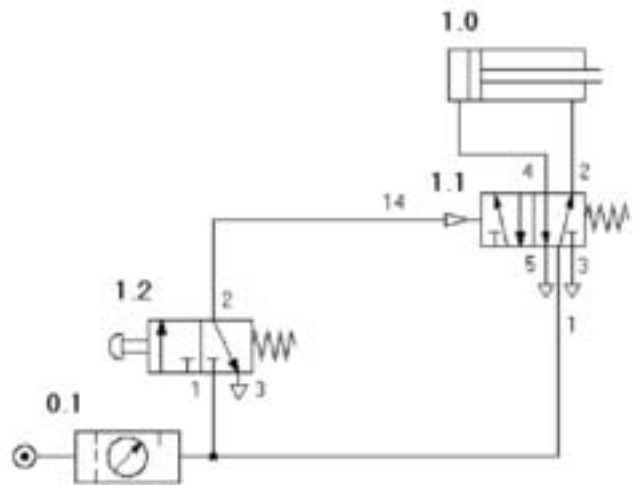
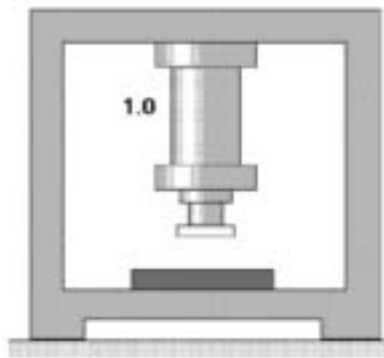
Seinale iraunkor bakoitzean bulkada-balbulak edo mekanismo ezkutagarriak erabil daitezkeelako, adibide hau ez da bakarra.

Seinale iraunkorrak deuseztatzeko sartu diren elementuek ez dituzte ekuazio logikoak aldatzen. Beraz, aurretik adierazitako ekuazioak hemen kasu honetarako ere balio du.

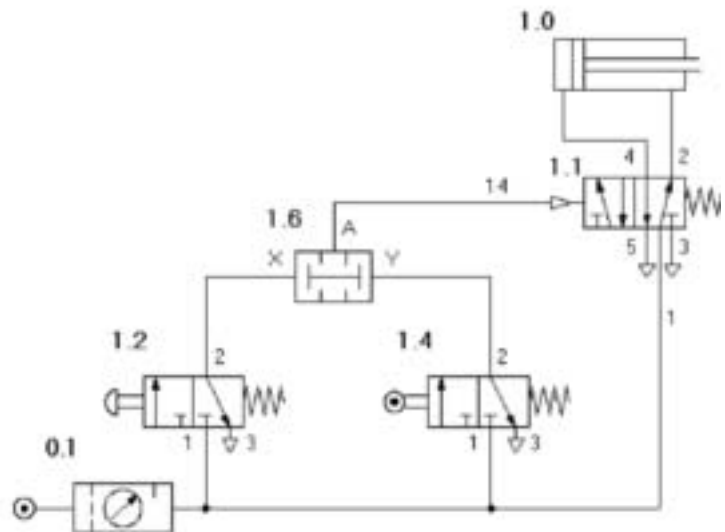
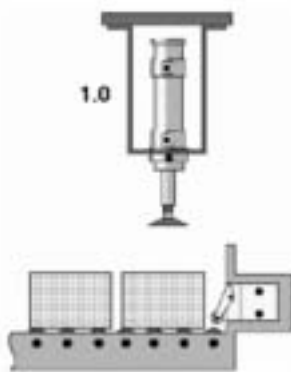
Ariketa desberdinak

Nola funtzionatzen dute honako irudi hauek eskemaren arabera?

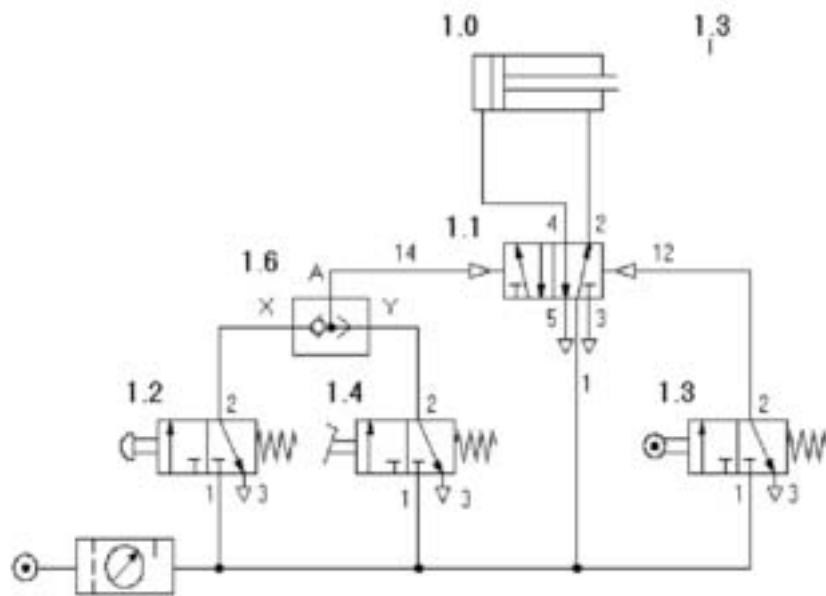
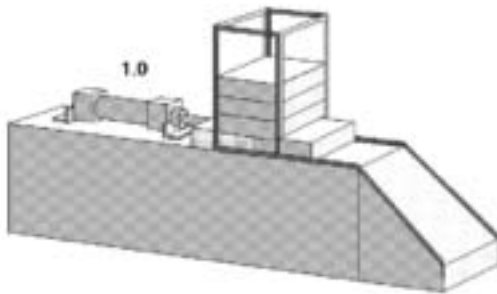
a



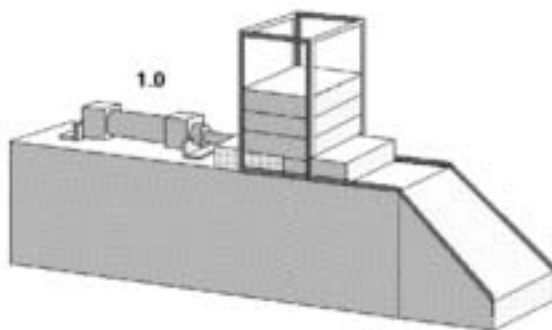
b

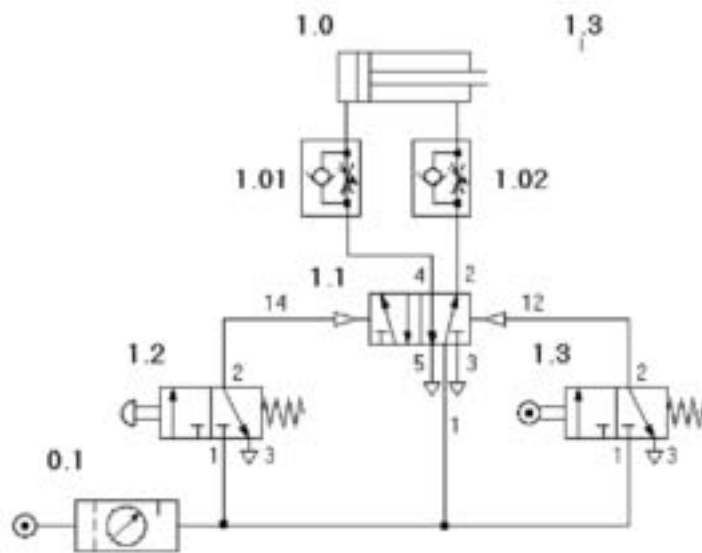


c

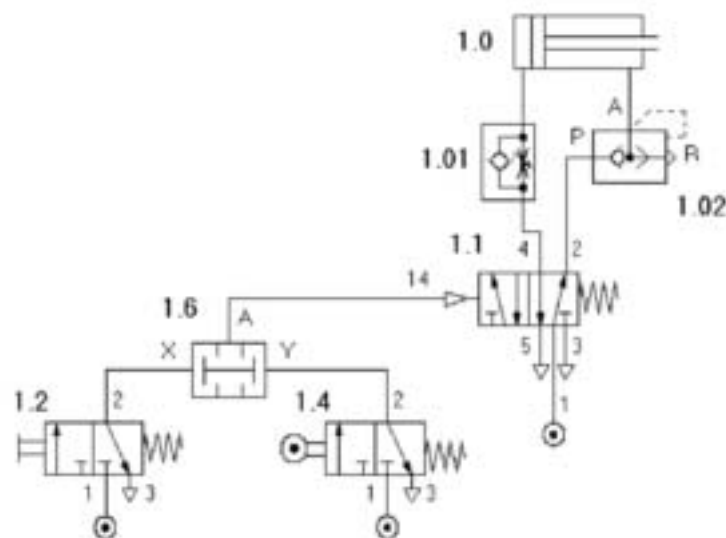
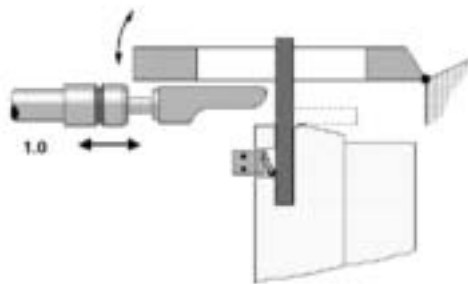


d

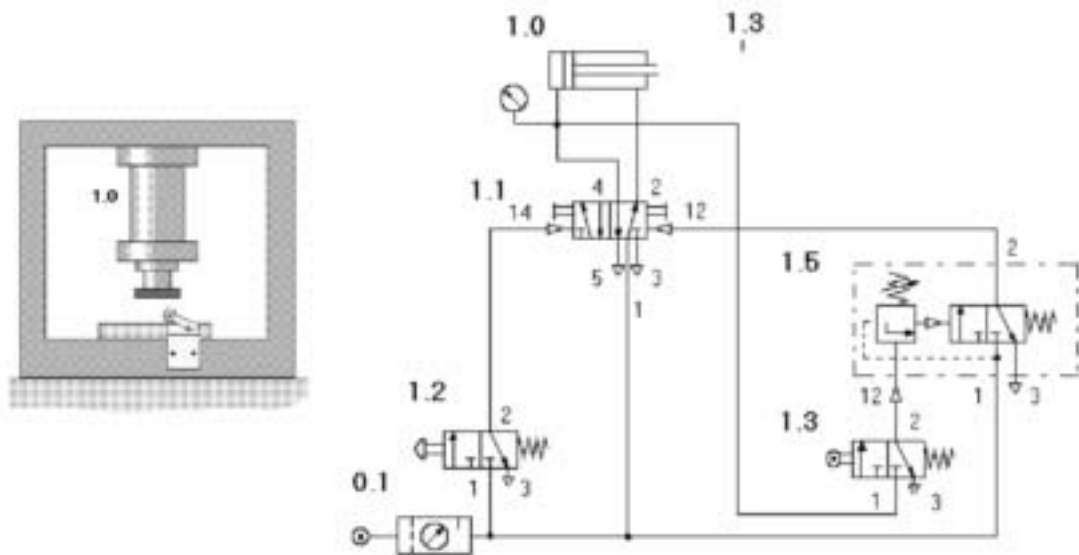




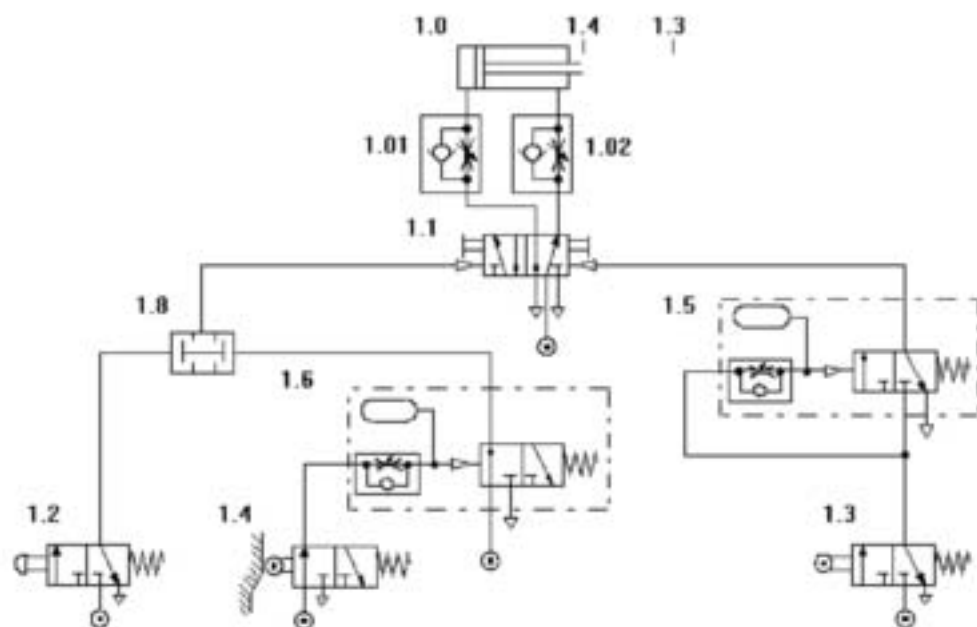
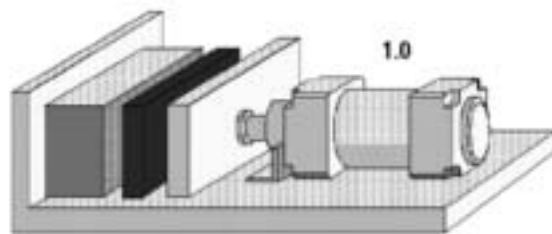
e



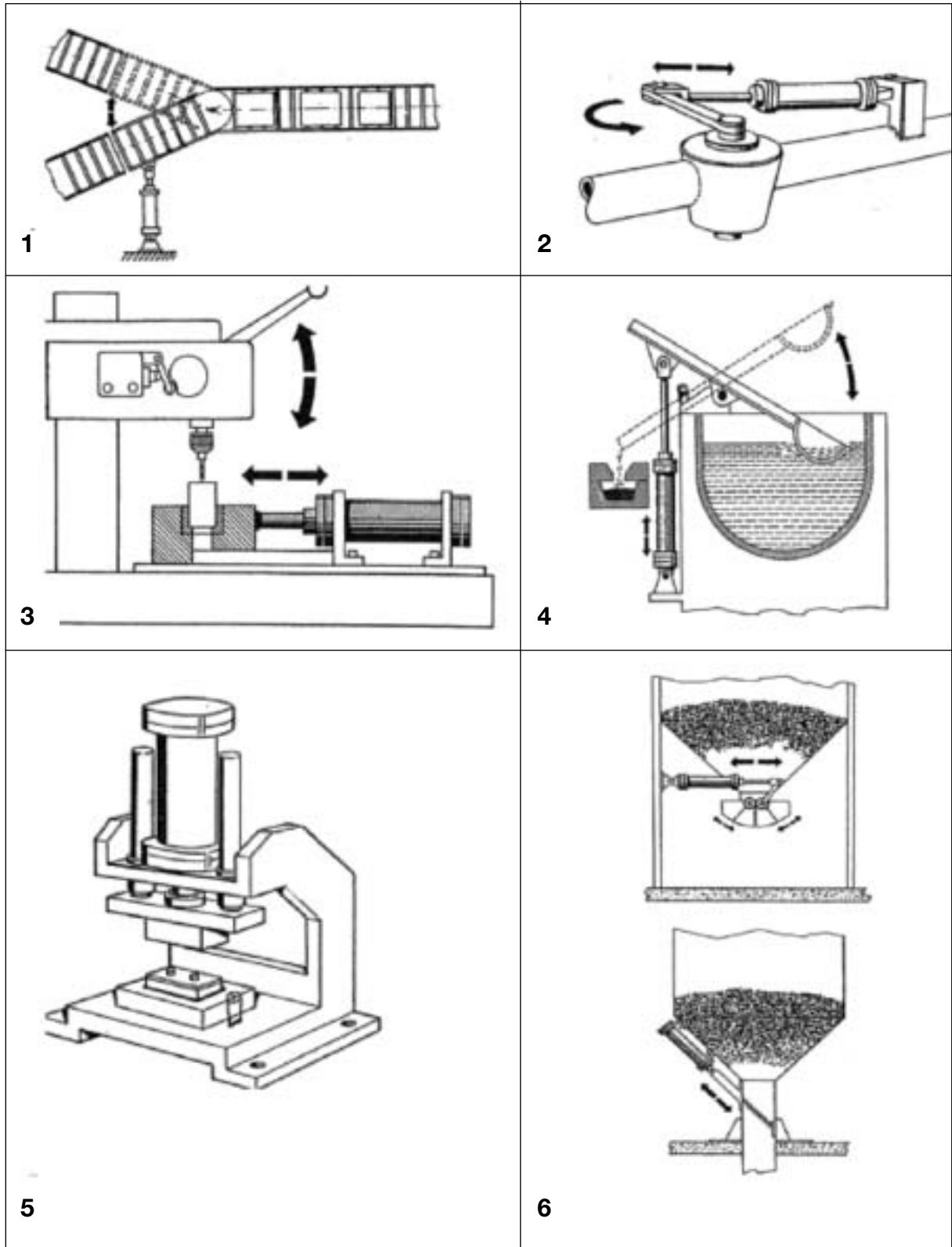
f



g

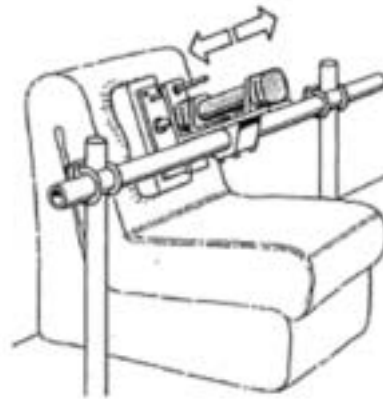


Ariketak planteatzeko marrazki batzuk

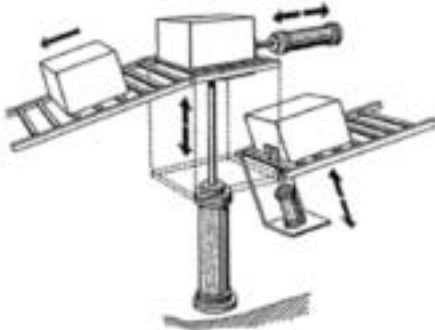




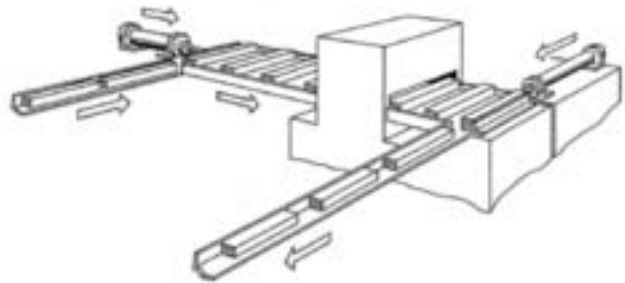
7



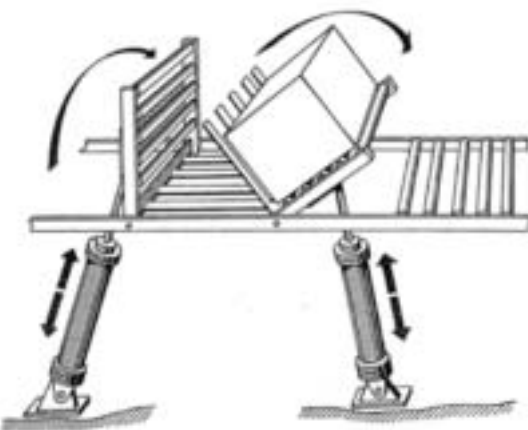
8



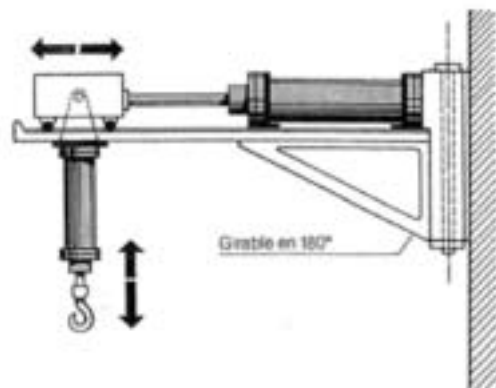
9



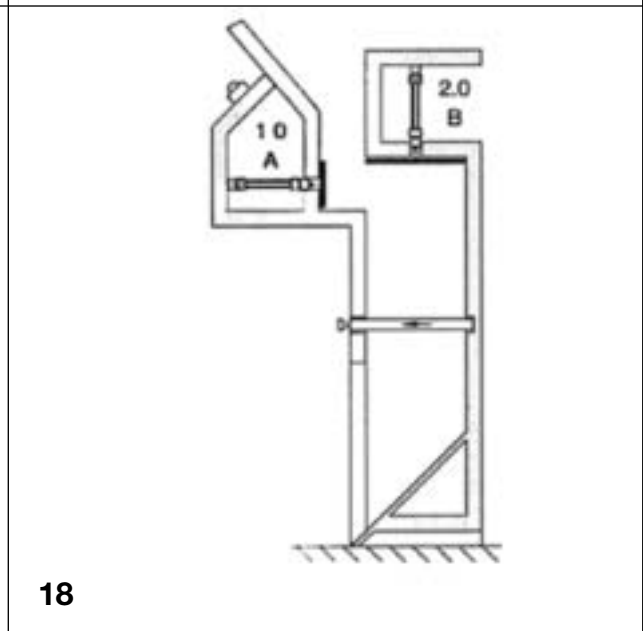
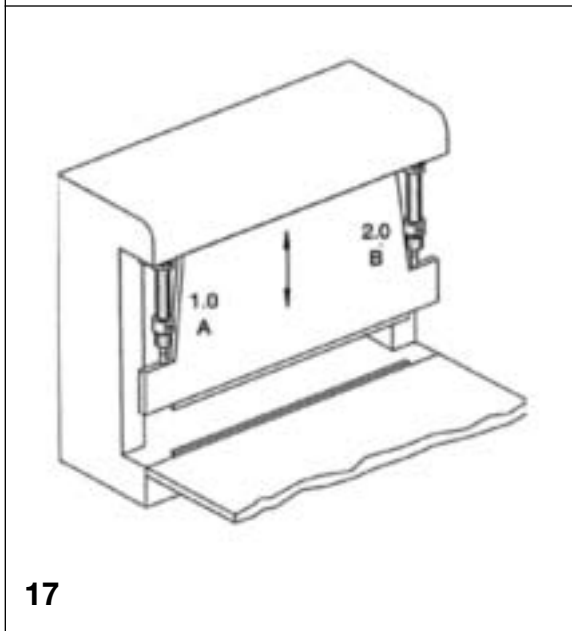
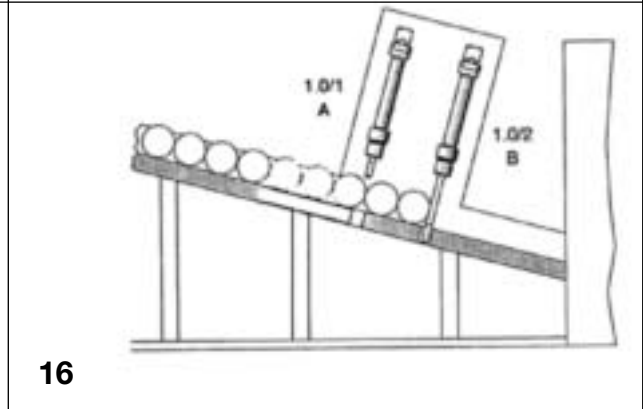
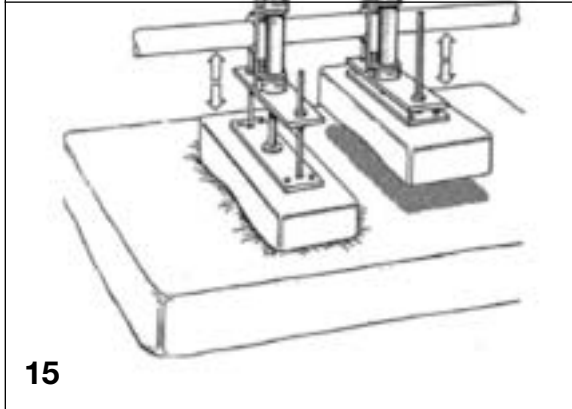
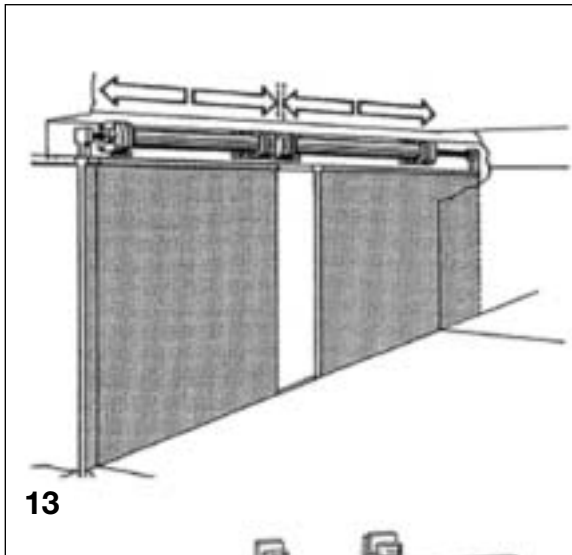
10



11



12



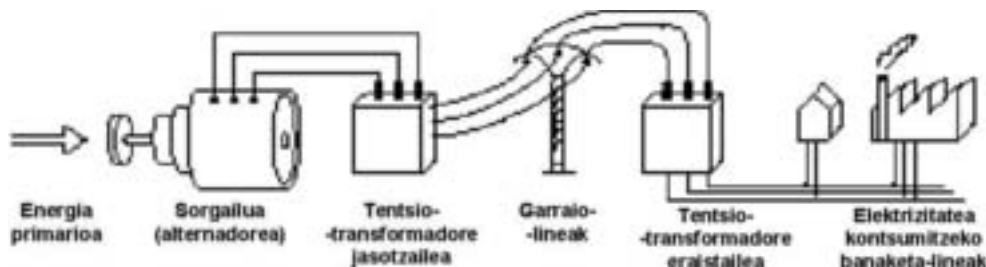
*Elektrizitatea. kontzeptu
orokorrak*

4

4.1. ENERGIA ELEKTRIKOA

Elektrizitatea gizakioi, gaur egun, abantailarik gehien eskaintzen digun energia mota da. Horren bidez hauek erabilerak egiten ditugu: argia lanpara elektrikoetan; beroa sukaldeetan, labeetan eta berogailuetan, hotza hozkailuetan eta aire egokitan; indar eragilea motorretan (igogailuetan, makina-erremintetan, ibilgailu elektrikoetan, etxetresna elektrikoetan, etab.); informazio-sistemetan, automatizazio-sistemetan, telekomunikazio-sistemetan, ordenagailuetan, mikroprozesadoreetan, sistema robotizatueta, telebistetan, irratieta, eta abarretan; eta askoz ere aplikazio gehiagoetan ere bai, denborak aurrera egin ahala.

Elektrizitatea batez ere zentral elektrikoetan ekoizten da. Bertan edozein energia primario (hidraulikoa, termikoa, nuklearra, eguzki-energia etab.) energia elektriko bihurtzen da. Elektrizitatea erraz garraiatzen da, linea elektriko bidez, eta horregatik energia elektriko energia primarioa erraz lor daitekeen lekuetan ekoizten dugu. Gero hirietan, enpresetan edo beste edozein kontsumo-lekutan kontsumitzen dugu energia hori (69. irud.).



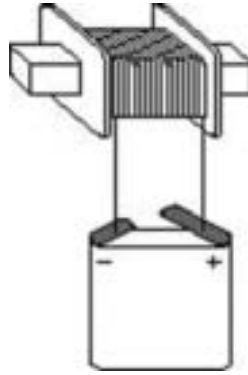
69. irudia

4.2. ELEKTRIZITATEAREN EFEKTUAK

Baina, zer da zehazki elektrizitatea? Hauxe esan dezakegu: motorrei eragiten eta lanparak argitzen dituen indarra da. Elektrizitatea ez da ikusten baina bere eraginak atzematen ditugu.

Korronte elektrikoak dituen efektu nagusi ezagunak honako hauek dira:

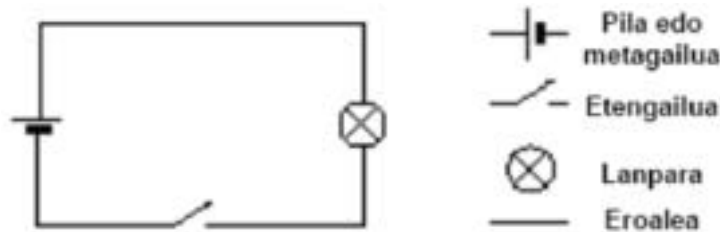
Bero-efektua: korronte elektrikoaren erresistiboak deitzen diren material eroaleetan dabilenean, ikatzean esaterako, beroa sortzen da, eta efektu horri esker honako hauek egin daitezke: berogailuak, sukalde elektrikoak, labeak, ur-berogailuak, lisaburdinak, lehorgailuak, etab. (70 irud.)



75. irudia

Pilak energia elektrikoa du. Lanparara eroaleen bidez konektzean energia elektrikoa argi-energia bihurtzen da.

Bada marrazki elektrikoa egiteko beste era errazago bat, 74. irudian adierazten den moduan. Eskema elektrikoa deitzen zaio eta bertan horren elementuak adierazten dira (pilak, eroaleak eta lanpara), ikur normalizatuen bidez.



74. irudia

4.3. ELEKTRIZITATEA

Elektrizitatea fenomeno fisikoa da eta materiaren zatirik txikienekin zerikusia du, hau da, atomoekin eta bereziki elektroiekin. Jarraian materialetan sortzen diren elektrizazio-fenomenoak aztertuko ditugu.

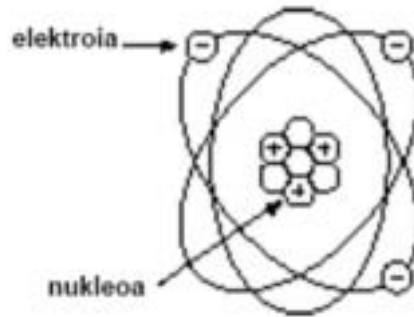
Boligrafoa igurtzi ondoren, boligrafoak paper-zatiak erakartzen ditu. Horrek honako hau esan nahi du: igurtziari esker lehen ez zeuden hainbat indar garatu dela eta karga elektrikoa sortu dela.

Jardueran ikusitako elektrizazio-fenomenoa azaltzeko, beharrezkoa da materia-zatirik txikienetan gertatu ahal izan diren aldaketak ulertzea.

Materialak molekulez osatuta daude. Molekulak dira material bakoitzaren ezaugarri fisiko eta kimiko guztiak daukaten partikularik txikienak. Molekula horiek badituzte zati txikiagoak ere, atomoak hain zuzen. Adibidez, uraren molekulak bi hidrogeno-atomo eta oxigeno-atomo bat ditu, H_2O formula kimikoak adierazten duenez.

Atomoa oso txikia da, milimetro-hamarmilioirenaren tamainakoa. Atomoak zati txikiagoak ere baditu: nukleoa eta elektroiak. Atomoaren nukleoa partikula elementalak ditu: protoiak eta neutroiak (75. irud.).

Elektroiek abiadura handian biratzen dute nukleoaren inguruan.



75. irudia

Elektroi bat protoi baten aurrean kokatzerik balego, erakarpen-fenomenoa ikusiko litzateke. Baina bi elektroia edo bi protoi elkarren aurrean ipintzen baditugu, elkarrengandik aldentzen dira (76. irud.). Horrek hau esan nahi du: elektroien eta protoien ezaugarriak erakarpen-indar eta aldarapen-indar bezala azaltzen direla. Ezaugarri hori karga elektrikoa da. Karga elektriko horren zeinua ezberdina da elektroietan eta protoietan:

- Protoia karga elektriko positibokoa da.
- Elektroia karga elektriko negatibokoa da.



76. irudia

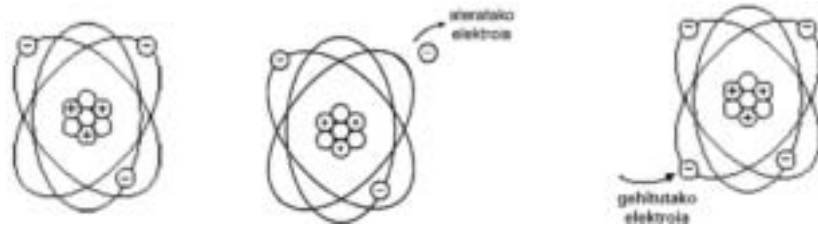
Atomo baten nukleoan, protoiak neutroiekin eta zenbait partikula atomikorekin batzen dira. Protoiek karga positibokoak izan arren eta horien artean aldarapen-indar handia badago ere, elkarren ondoan dira, eta elkarrengandik oso gertu nukleoan, izaera nuklearra duten indar handiak esker. Neutroiek ez dute karga elektrikorik eta atomoari masa ematen diote.

Atomoan gertatzen diren fenomenoak eguzki-sisteman jazotzen direnen antzekoak dira. Planeta elektroia da eta eguzkia nukleoa da. Atomo batean elektroiek orbitetan abiadura handian biratzen dute nukleoaren inguruan. Elektroiek biratzean garatzen duten indar zentrifugoa berdindu egiten da protoien eta elektroien artean azaltzen den erakarpen indarrekin.

Elektroia oso masa txikikoa da, protoiaren masaren milarena baino apur bat gehiago. Gainera, nukleotik urrunen dauden elektroiek nukleotik(?) jasaten txikiagoa izaten dute. Horrek atomoen artean elektroien higikortasuna ahalbidetzen du.

- *Karga neutroko atomoa:* atomo batek egoera normalean elektroia eta neutroi kopuru bera du. Horren bidez, protoietan eta neutroietan dauden indar elektrikoaren artean oreka dago. Beraz, atomo hori elektrikorik neutroa da. Adibidez, litiozko atomo batek 3 protoi eta 3 elektroia ditu: $3(+) + 3(-) = 0$ (77. irud.).

- *Karga positiboko atomoa:* bitartekoren baten bidez atomo baten kanpoko orbitetatik elektroiren bat ateratzea lortuko bagenu, apurto egingo litzateke karga positiboen eta negatiboen kopuruen arteko oreka. Karga positiboen kopurua handiagoa litzateke eta horrek atomoari karga positiboa emango lioke. Adibidez, litioa zapi batekin igurtzita, kanpoko orbitetatik elektroia bat atera dezakegu, eta atomoak karga positiboa izango luke, elektroia gutxiago lituzkeelako: $3(+) + 2(-) = 1(+)$ (77. irud.).
- *Karga negatiboko atomoa:* Era berean, bitartekoren baten bidez elektrikoki neutroa den atomo batean elektroia gehiago ipintzen badira, elektroiek atomoan karga negatiboa sortzen dute. Litioaren adibidean, elektroia bat azken orbitara gehituta, karga negatiboa sortzen da: $3(+) + 4(-) = 1(-)$ (77. irud.).



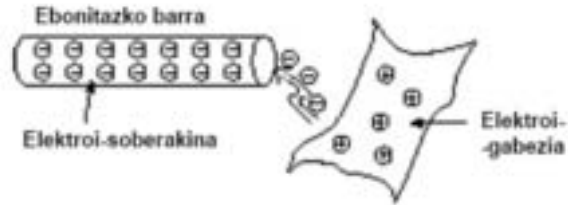
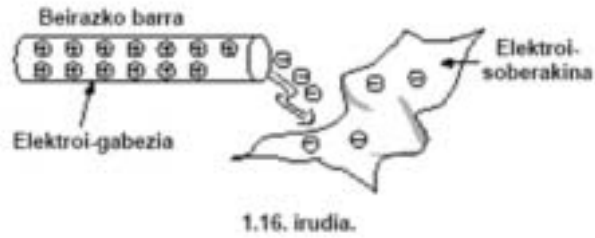
77. irudia

4.4. ELEKTRIZITATE ESTATIKOA

Material isolatzaile jakin batzuk igurtzita, material horiek elektroiak hartu edo galdu egiten dituzte. Prozesu horrek aipatutako materialetan karga elektriko estatikoak sortzen ditu. Elektrizitate mota hori da boligrafoarekin egindako jardueran ikusi duguna.

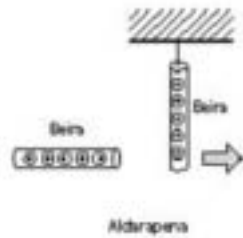
Plastikozko boligrafoa zapiarekin igurtzita, elektroiak zapitik boligrafoa igarotzen dira. Boligrafoa elektrikoki kargatuta dago. Boligrafoak, elektrikoki kargatuta dagoela, paper-zatiak erakarri egiten ditu, gorputz elektrizatuek egiten duten moduan.

Igurtzi ondoren materialetako kargen zeinua prozesuan erabili den materialen arabera da. Adibidez, beirazko barra bat artilezko oihal batekin igurtzita, elektroiak beiratik oihalera igarotzen dira, eta beirazko barrak karga positiboa izango du (78. irud.). Bestalde, ebonita-barra bat animalia baten larruarekin igurtzen badugu, elektroiak larrutik ebonitara igaroko dira. Ebonitak karga negatiboa izango du (78. irud.).

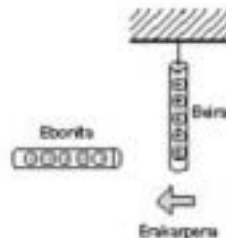


78. irudia

- Zer gertatzen da beirazko bi barra igurtzi ondoren hurbiltzen baditugu? (79. irud.)
- Zer gertatzen da beirazko barra bat eta ebonitazko barra bat igurtzi ondoren hurbiltzen baditugu? (80. irud.)



79. irudia



80. irudia

Gorputzen elektrizazioaren eragilea elektroia da, elektroiak materialez material higitzeko karga eta higitortasuna dituelako.

4.5. KARGA ELEKTRIKOA

Gorputz baten karga elektrikoa gorputzaren elektroi-gabezian edo elektroi-soberakinean datza.

- Karga negatiboak elektroi-soberakina duela esan nahi du.
- Karga positiboak elektroi-gabezia duela esan nahi du.

Karga elektrikoaren unitatea *coulomba* da.

6 trilioiko elektroi-gabezia edo elektroi-soberakina da 1 coulomb, gutxi gorabehera ($1 \text{ coulomb} = 6,3 \cdot 10^{18}$ elektroi).

Adibideak

Ebonitazko barra batek duen karga elektrikoak, igurtzi ondoren $25,2 \cdot 10^{18}$ ko elektroi-soberakina badu:

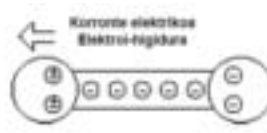
$$Q = 25,2 \cdot 10^{18} / 6,3 \cdot 10^{18} = \text{karga negatiboko } 4 \text{ coulomb}$$

4.6. ELEKTROIEN HIGIDURA

Beirazko bola bat eta ebonitazko beste bat elektrikoki kargatzen baditugu, eta 81. irudian adierazten den moduan jartzen baditugu, igurtzi eta gero, euren artean karga elektriko diferentzia agertuko da. Bi bolak eroale elektriko baten bidez elektrikoki lotzen baditugu (82. irud.), karga negatiboa duen ebonitazko bolaren elektroi-soberakinak beirazko bolaren karga



81. irudia



82. irudia

positiboak erakarriko ditu. Elektroiak bola batetik bestera joateko bide eroale bat badagoenez, bide eroalean *elektroi-higidura* agertuko da kargak berdindu arte, hots, *karga-diferentzia* desagertu arte.

Eroale elektrikoan dagoen elektroi-higidurari **korrante elektrikoa** esaten zaio. 82. irudian adierazi den moduan korrante elektrikoaren noranzkoa elektroiek ezartzen dute, hots, elektroi-soberakina duen gorputzetik elektroi-gabezia duen gorputzerakoa (negatibotik positibora).

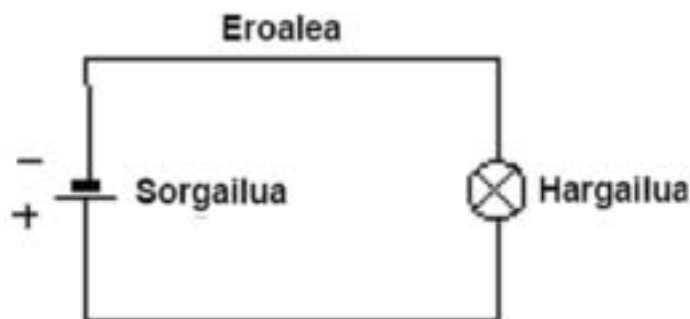
4.7. ZIRKUITU ELEKTRIKOA

Hauexek dira 83. irudikoa bezalako oinarritzko zirkuitu elektriko bat osatzeko behar diren baldintzak:

— *sorgailu* bat, bere karga edo tentsio-diferentzia sortzen duena. poloen artean Pila bat erabili dugu, 4,5 voltekkoa.

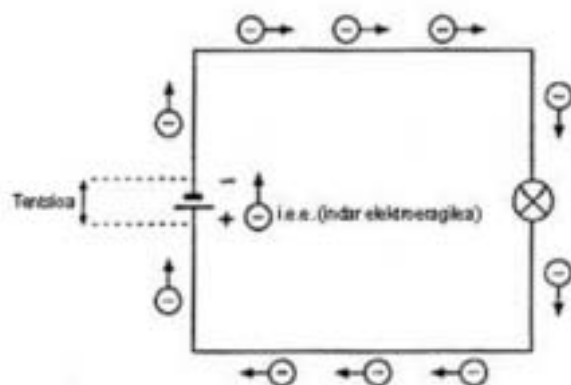
— *eroale* bat, elektroiak zirkuituan batetik bestera ibiltzea ahalbidetzen duena. Jardueran kobrezko eroaleak erabili ditugu.

— *hargailua* elektroien higidura aprobetxatuz energia elektrikoa bero-energia, argi-energia, energia eragile... bihurtzen duen gailu elektrikoa da.



83. irudia

Orain astiro aztertuko dugu korrante elektrikoa zirkuituan nola dabilen (ikus 84. irud.). Sorgailuak (kasu honetan pila bat) energia mota bat kontsumituta bere barnean kargak bereizi egiten ditu indar elektroeragile baten bidez (i.e.e.), plaka batetik elektroiak hartu eta beste batean ezarriz. Elektroiak galdu dituen plakak, beraz, karga positiboa du (elektroi-gabezia), eta elektroiak eskuratu dituen plaka positiboki kargatuta dago (elektroi-soberakina). Hortaz, sorgailuak polo positiboa eta polo negatiboa ditu. Polo horien artean karga-diferentzia edo tentsio elektrikoa dago eta horren eraginez elektroiak polo positiboak indar handiz erakarriko ditu. Elektroiek ezin dute sorgailua zeharkatu polo batetik bestera; izan ere, indar elektroeragilearen balioa tentsioak sortzen duena baino apur bat handiagoa da, apur bat baino ez bada ere. Elektroiek duten bide bakarra hau da: polo negatibotik aldentzeko eroaletik eta hargailutik igaro, polo positibora heldu arte. Sorgailuaren indar elektroeragileak kargak etengabe bereizten jarraitzen du; eta pilaren borneen tentsioak kargak jartzen ditu hargailuaren bidez, etengabeko mugimenduan. Horrela osatuta dago zirkuitu elektrikoa deitzen dena.



84. irudia

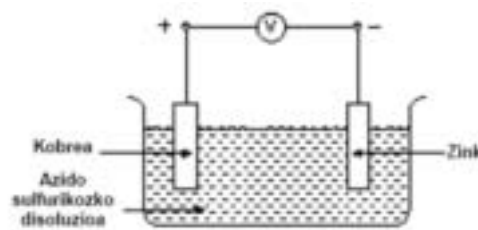
Zirkuitu elektrikoa zer den jakinda, zirkuitu horrek dituen atalak astiro aztertuko ditugu. Elektrizitatea sortzeko erak ikusiko ditugu, hau da, sorgailu motak. Gero, zirkuituaren oinarriko magnitudeak eta magnitudeen arteko erlazioak ikusiko ditugu, baita hauek ere: eroaleak eta isolatzaileak, beroa sortzen duten elementuak, elektrizitatearen, pilen, metagailuaren, lanparen eta motorren ezaugarri kimikoak eta magnetikoak.

4.8 ELEKTRIZITATEA SORTZEKO ERAK

Sorgailua da elektrizitatea sortzeko duena. Fenomeno fisikoren bati esker gai da indar elektroeragile bat sortzeko. Indar horrek kargak poloen artean banandu egiten ditu eta potentzial-diferentzia edo tentsioa sortzen du. Elektrizitatea sortzeko hainbat era daude, eta horien arabera sorgailu desberdinak egiten dira:

Erreakzio kimikoen bidez elektrizitatea sortzea: Pilak eta metagailuak sorgailuak dira, eta erreakzio kimiko jakin batzuetan garatzen den elektrizitatea aprobeztatzen dute.

Beraz, adibidez, 85. irudian agertzen diren elementuak erabiliz pila sinplea egin dezakegu. Kobrezko (Cu) barra bat eta zinkeko beste barra bat (H_2SO_4) azido sulfurikozko tanta batzuk dituen ur (H_2O)-disoluziora sartuko ditugu. Barra bien muturrak voltmetro bate-ra konektatuko ditugu.



85. irudia

Azido sulfurikoak zinkeko eta kobrezko barrak disolbatu egiten ditu eta horien atomoak disoluziora igarotzen dira. Batetik, zinkak atomoak disoluzioari eman egiten dizkio eta elektroiak asko zinkeko barran metatzen ditu. Kobrezko barran antzeko zerbait gertatzen da, baina bertan askoz elektroio gutxiago metatzen dira. Horren emaitza hau da: zinkeko barra askoz ere negatiboago bihurtuko da kobrezkoa baino, eta ondorioz, karga-diferentzia agertzen da. Bestela esanda, barra bien artean tentsio elektrikoa agertzen da.

Barretan disolbatzeko material aktiboa dagoen bitartean, oinarritzko pila horrek energia elektroeragilea sortuko du, eta materialak amaitzen direnean, aipatutako pila bota egin beharko da.

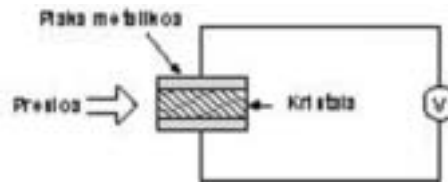
Metagailu elektrikoak, ordea, autoen bateriak osatzen dituztenak esaterako, agortu ondoren berriro karga daitezke. Horretarako nahikoa da agorturik dagoenean korrante elektrikoa igaroaraztea. Hori lortzeko metagailu elektrikoak energia elektriko iturriren bati konektatu behar zaio.

Pilen eta metagailuen aplikazio praktikoak ezagunak dira. Hauek dira horietako batzuk: tresna eramangarriak, ibilgailu elektrikoak eta autoak elikatzeko, eguzkitiko energiaren instalazio fotovoltaikoak, larrialdietarako energia elektrikoa metatzeko, etab.

Presioaren bidez elektrizitatea sortzea. Badaude material jakin batzuk, kuartzozko kristalak esaterako, talka edo presio eginda euren aurpegien artean tentsio elektrikoa sortzen dutenak (86. irud.). Kristalean presio eginda elektroioak aurpegi batetik bestera igarotzen dira, eta horrek karga-diferentzia sortzen du. Horri “piezoelektrizitate” esaten zaio.

Material horietako potentzial-diferentzia egindako presioarekiko proportzionala denez, horiekin disko-jogailuaren orratza, mikrofono piezoelektrokoak, eta abar egitea posible da.

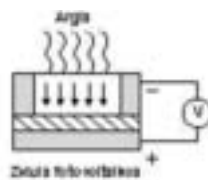
Sukaldeko hainbat pizgailu funtzionatzeko efektu piezoelektrikoaz baliatzen dira. Kasu horietan kolpekari batek kristal bat gogor jotzen du eta horrek potentzial-diferentzia handia sortzen du aurpegien artean (hainbat mila voltakoa). Elektrodo biren artean tentsio hori agertzen denean, euren artean txinparta elektrikoa sortzen da.



86. irudia

Argiaren bidez elektrizitatea sortzea. Zelula fotovoltaikoen bidez argi-energia, zuzenean, energia elektriko bihur daiteke.

Zelula fotovoltaikoa argiarekiko sentikor diren material erdieroaleak erabiliz egiten da. Argi-energiak erdieroale horiei erasotzen dienean, atomoen kanpoko orbitetatik elektroiak atera egiten dira eta zelula fotovoltaikoko aurpegien artean karga-diferentzia sortzen da (87. irud.).

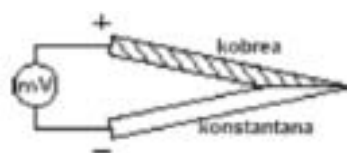


87. irudia

Energia sortzeko modu horren aplikazioak honako hauek dira: energia elektrikoaren sorgailuak espazio-sateliteetan eta sare elektrikoetik urrun dauden instalazioetan era autonomoan energia sortzeko erabiltzea.

Beroaren bidez elektrizitatea sortzea. Gorputz batzuek propietate termoelektrikoak dituzte eta horiekin pare termoelektrikoak egin daitezke. Pare termoelektrikoek lotuta dauden bi material dituzte. Material horiek berotzen direnean, materialen muturretan karga-diferentzia sortzen da. Fenomeno horren jatorria hauexek dira: beroaren eraginez material batek besteak baino elektroio gehiago askatzen ditu, eta muturren arteko karga-diferentzia gertatzen da, eta karga-diferentzia proportzionala da lotura-temperaturekiko.

Sistema horren bidez sor daitezkeen energia elektrikoa oso txikia da. Fenomeno horren bidez termometroak egiteko termopareak egiten dira (bereziki labetako temperatura neurtzen dutenak). (88. irud.).



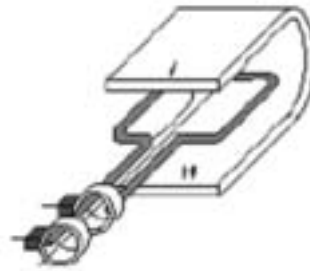
88. irudia

Eragin magnetikoaren bidez elektrizitatea sortzea. “Eroale elektriko bat (hari metalikoa), eremu magnetiko batean (imana edo elektroimana) higitzen denean, eroale horretan zehar korrante elektrikoa agertzen da. Horixe bera gertatzen da imana higiarazi eta eroalea finko utziz gero” (89. irud.).

Sorgailu elektriko batean harilak birarazten dira imanek eta elektroimanek sortzeko dituzten eremu magnetikoen inguruan. Faraday printzipioan oinarritzen da. Horrela zentral elektriko handietan energia sortzeko da korrante alternoko alternadoreen bidez, edo beste kasu batzuetan, korrante zuzeneko dinamoen bidez.



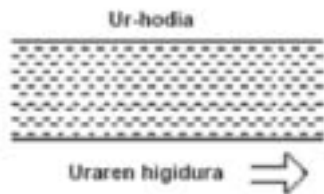
89. irudia



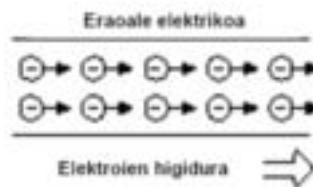
90. irudia

4.9. KORRONTE ELEKTRIKOAREN INTENTSITATEA

Korrante elektrikoaren intentsitatea da denbora unitateko zirkuitua zeharkatuko duen elektroikopurua (92. irudia). Magnitude hori ur-hodi batetik igarotzen den ur-kopuruarekin alderatu daiteke (91. irud.).



Irudia 91



Irudia 92

$$Emaria = \frac{\text{litra}}{\text{segundo}}$$

$$Intentsitatea = \frac{\text{coulomb}}{\text{segundo}}$$

Korrante elektrikoaren intentsitatearen (I ikurra) neurri-unitatea (A) amperea da. Zirkuitu batean 1 coulombeko karga 1 segundotan higituz gero, korrantearen intentsitatea 1 amperekoa dela esan ohi da.

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

$$1 \text{ ampere} = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ segundo}}$$

Adibideak

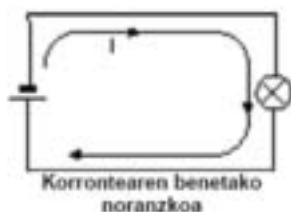
Zehaztu korronte-intentsitatea, eroale elektriko batean ezarri dena, bertatik 4 coulombeko karga 2 segundotan igaro bada.

Erantzuna

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{4C}{2s} = 2A$$

4.10. KORRONTEAREN BENETAKO NORANZKO ETA NORANZKO KONBENTZIONALA

Zirkuitu batean korronte elektrikoa elektroien higidurak markatzen du, 93. irudian adierazten den moduan. Haatik, garai bateko zientzialariek korronte elektrikoa karga positiboko gorputzetatik karga negatibokoetara zirkulatuz zihoala uste zuten. Noranzko horrek *konbentzionala* izena du eta orain arte gehien erabili izan dena da; horretan oinarrituta daude, izan ere, elektromagnetismoko arau eta horren inguruko gai asko. Gaur egun ere hainbat eta hainbat kasutan erabili ohi da (94. irud.).



93. irudia



94. irudia

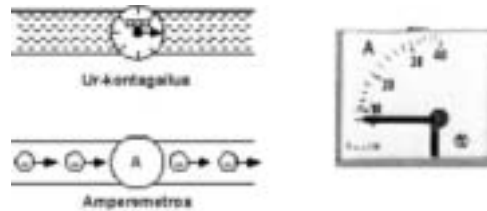
4.11. ELEKTROI-HIGIDURA ZIRKUITU BATEAN

Zirkuitu elektriko batean, 94. irudiaren modukoan, korrontearen intentsitatea zirkuituaren edozein puntutan berbera da. Hau da, elektroien fluxu berdina dago, bai sorgailuaren sarreran eta bai sorgailuaren irteeran. Pentsatu behar da, urez beteriko tutuak ur-presioa duen bezala, eroale elektrikoa ere elektroien askez beteta dagoela, eta elektroien higitzeko prest dardela. Batzuk higitzen badira, gainerakoak bultzatzen dituzte, eta elektroien eroale osoan translazio uniformean higitzen dira. Translazio-efektu hori 300.000 km/s-ko abiaduran zabaltzen da.

Hala ere, elektroien astiro higitzen dira. Elektroien abiadura korrontearen intentsitatearen eta eroaleen sekzioaren arabera da. Orokorrean, abiadura hori zenbait milimetro segundoko ingurukoa izaten da. Baina, esaterako, edozein lanpara sare elektrikoari konektatuta, ia bat-batean pizten da, eroaleko elektroien askez guztiak berehala higitzen hasiko direlako.

4.12. KORRONTE ELEKTRIKOA NEURTZEA

Korronte elektrikoaren intentsitatea neurtzeko amperometro izeneko neurgailua erabiliko dugu. Ur-emia neurtzeko tutuan kontagailua ipintzen dugu. Era berean, zirkuitu batean karga-kopurua denbora-unitateko neurtzeko amperometroa eroalean sartu behar da (95. irud.). Korrontearen intentsitatea zirkuituaren puntu guztietan berdina denez, berdindio amperometroa non jartzen dugun.



95. irudia

4.13. TENTSIO ELEKTRIKOA. INDAR ELEKTROERAGILEA

Ikasi dugunez, zirkuitu batean sorgailuak karga-diferentzia sortzen du. Hori lortzeko sorgailuak elektroiak atera egin behar ditu polo positibotik eta polo negatiboan jarri. Lan hori egiteko sorgailuak energia sortu behar du: “Polo positibotik negatibora elektroiak eroateko behar den indarra sortu, karga-diferentziak lortzeko. Karga-diferentzia hori indar elektroeragilea deitzen zaio (i.e.e.)”.

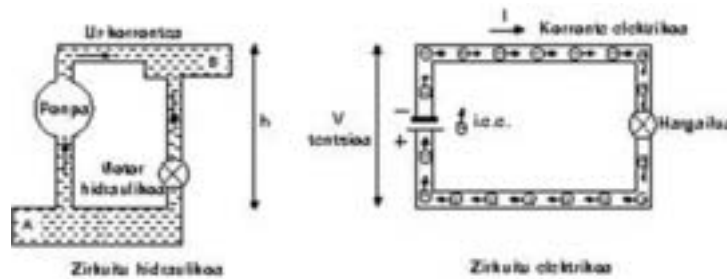
Indar elektroeragileak elektroiak higitzea ahalbidetzen du, eta hitzak berak adierazten duenez: indar elektro-eragilea, elektroiak higiarazten dituena da.

Karga-diferentziak beste izen bat du: potentzial-diferentzia edo tentsio elektrikoa (V ikurra), eta neurri-unitatea volt-a (V) da. Sorgailu baten indar elektroeragilea ere voltetan neurtzen dugu.

$$1 \text{ milivolt} = 1\text{mV} = 0,001 \text{ V}$$

$$1 \text{ kilovolt} = 1\text{kV} = 1000 \text{ V}$$

Zirkuitu elektriko batean ageri diren magnitude guztiak hobeto ulertzeko, zirkuitu hidrauliko bat eta zirkuitu elektriko bat alderatuko ditugu (ikus 96. irudia).



96. irudia

— Ur-ponpak ura A andeletik B andelera igotzen du. Horrek andelen artean altuera-diferentzia sortzen du(?) = Modu berean, sorgailu elektrikoak elektroiak plaka positibotik ateratzen ditu eta negatiboan jartzen ditu. Horrela gertatzen da lanparen borneen artean eta karga-diferentzia edo tentsioa sortzen du.

— B andela, A andela baino gorago dagoenez, energia potentziala hartzen du, ura A-raino jaitsi daiteke eta horrela motor hidraulikoa higiarazi(?) = Polo positiboko karga negatiboan gabeziak polo negatiboaren elektroi-soberakina indarrez erakartzen ditu zirkuituan zehar, eta elektroi-higidura edo korrante elektrikoa igarotzen da lanpararen harizpitik; eta horrek lanpararen argia piztu egingo da.

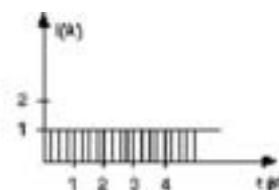
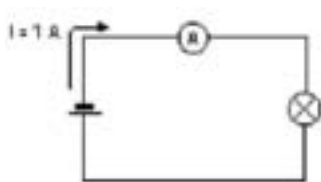
4.14. KORRONTE ZUZENA (KZ)

Korrante zuzena da metagailuetako bateriek, pilek, dinamoek eta zelula fotovoltaikoek sortzen dutena. Korrante Zuzena adierazteko ikurra ~ da.

Korrante Zuzenaren ezaugarria hau da: elektroi askeak noranzko berean eta intentsitate konstantearekin higitzen dira.

97. irudian pilak lanparari KORRONTE ZUZENA ematen dio. Amperemetroak korrante berbera, esaterako 1 A, adieraziko du beti. Neurgailuko orratza beti eskalaren eskuinerantz desbideratuko da. Pilaren polaritatea alderantziz ipiniko bagenu, orratz adierazlea ezketarrera desbideratzen saiatuko litzateke.

97. irudiko adierazpide grafikoan 1A-ko KORRONTE ZUZENA adierazi da. Ikusi nola irauten duen balio horrek denborak aurrera joan ahala aldatu gabe.



97. irudia

korrante zuzenak hainbat erabilpen ditu: bainu elektrolitikoak, gailu elektronikoak elikatzea, trakzio elektrikoa (autoak, tranbiak, etab.) eta beste hainbat.

Gure eguneroko bizitzan zirkuitu elektriko-elektroniko askok hartzen dute parte. Zirkuituok konplexuak badirudite ere, sinplifikazio-metodo egokia erabiliz, kalkulua asko erraztu daiteke. Metodoen helburua da, legeak eta teoremak ezagutzea eta kasuan kasurik egokiena aplikatzea.

4.14.1. Ohmen legea

Lege honek tentsioaren (voltak), intentsitatearen (anpereak) eta erresistentziaren (ohmak) arteko erlazioa ezartzen du. Formula honen bidez adierazten da :

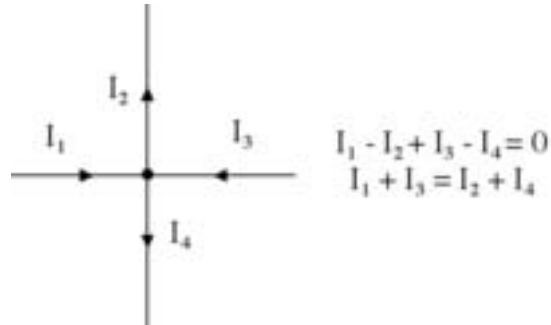
$$I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I} \quad V = R \cdot I$$

Zirkuitu elektriko gehienetan erresistentzia konstantea izaten da; hortaz, potentzial-diferentziaren eta intentsitatearen arteko erlazioa ezartzen du.

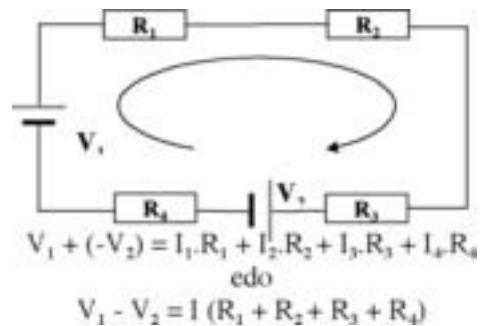
4.14.2. Kirchoffen legeak

Kirchoffen legeak erabiltzen dira zirkuitu elektrikoetan tentsioen eta intentsitateen balioak kalkulatzeko.

Lehenengo legea: korapilo batera sartzen eta bertatik irteten diren intentsitateen batura aljebraikoa zero da.



Bigarren legea: zirkuitu elektriko itxi batean (sarea), indar elektroeragile guztien batura aljebraikoa eta tentsio-jauzi guztien batura aljebraikoa berdinak dira.

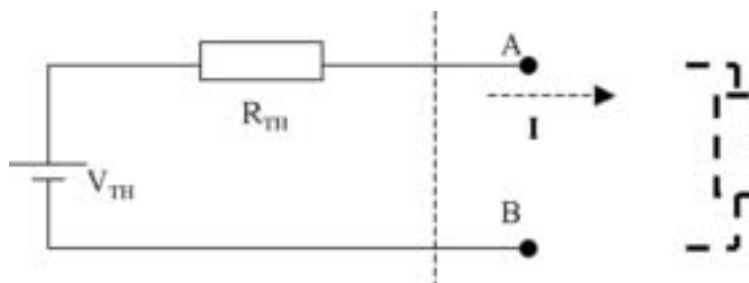


Pila edo elikatze-iturrien zeinua ezartzeko, marrazturiko korrontearen noranzkoarekin bat datozenak (positibotik irten eta negatibora sartu) positibotzat hartuko ditugu, eta alderantzizko noranzkoan daudenak negatiboak izango dira.

4.14.3. Theveninen teorema

Edozein zirkuitu elektriko, A eta B puntuak eskuragarri baditu, indar elektroeragilea eta seriean erresistentzia bat dituen zirkuitu baliokide batez ordezka daiteke.

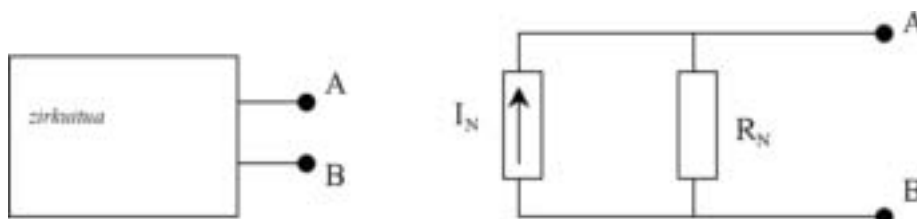
- Indar elektroeragilearen balioa eta jatorrizko zirkuituan A eta B-ren artean dagoen potentzial-diferentzia berdinak dira.
- Erresistentziaren balioa da jatorrizko zirkuituko A eta B-ren artekoa, baina pila edo indar elektroeragile guztiak zirkuitulaburrean jarrita.



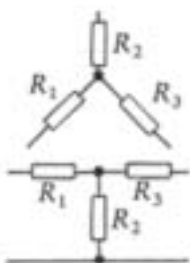
4.14.4. Nortonen teorema

Edozein zirkuitu elektriko, A eta B puntuak eskuragarri baditu, erresistentzia baliokidea eta paraleloan intentsitate-iturria duen zirkuitu baliokide batez ordezkatu daiteke.

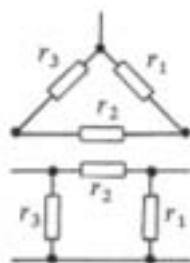
- Intentsitate-iturriaren balioa eta jatorrizko zirkuituan zirkuitulaburrean jartzean Atik Bra igarotzen den (?) intentsitatea berdina da.
- Erresistentziaren balioa jatorrizko zirkuituan A eta B-ren artekoa da, baina pila edo indar elektroeragile guztiak zirkuitulaburrean jarrita eta intentsitate-iturriak irekita.



Izarra



Triangelua

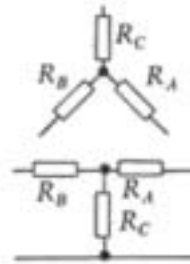
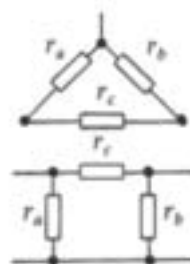


Baliokidetza

$$r_1 = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3}{R_1}$$

$$r_2 = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3}{R_2}$$

$$r_3 = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3}{R_3}$$



$$R_A = \frac{r_b \cdot r_c}{r_a + r_b + r_c}$$

$$R_B = \frac{r_a \cdot r_c}{r_a + r_b + r_c}$$

$$R_C = \frac{r_a \cdot r_b}{r_a + r_b + r_c}$$

4.14.5. Zirkuituen osagaiak

Elektroteknika zirkuituetan hainbat osagai elektroniko izaten da: erresistentziak, kondentsadoreak, transistoreak, diodoak, etab.

Osagai elektronikoen horiek bi multzotan bana ditzakegu: pasiboak eta aktiboak.

— *Osagai pasiboak.* Ez dute tentsiorik edota korronteirik irabazarazten; bakarrik energia kontsumitzen dute (adib.: erresistentziak, bobinak, etab.).

— *Osagai aktiboak.* Horiek eman dezaketen batez besteko potentzia-irabazia bat baino handiagoa izan daiteke (adib.: transistoreak, tiristoreak, etab.).

4.14.1. Erresistentziak

Zirkuitu elektronikoetan tentsio eta korronte desberdinak behar izaten ditugu, eta horretarako erabiltzen ditugu erresistentziak: musikaren bolumena, lanpuren argitasuna, motor elektrikoaren abiadura... aldatzeko eta finkatzeko.

Sistema Internazionalan (SI), erresistentziaren unitatea ohm-a da, eta Ω ikurraren bidez adierazten da.

Unitatea bera baino gehiagotan bi multiplo hauek erabiltzen dira: kiloohm-a ($k\Omega = 10^3 \Omega$) eta megaohm-a ($M\Omega = 10^6 \Omega$).

Erresistentzia elektrikoaren balioa neurtzeko tresna ohmetroa da.

Erresistentzia elektrikoaren fenomeno fisikoa ulertzeko, kontuan izan behar dugu elektroiek oztopoa izaten dutela atomotik atomora igarotzeko, eta materialaren arabera handiagoa edo txikiagoa izan daitekeela. Horrela, edozein eroalek korrontea igarotzeari jartzen dion eragozpenari *erresistentzia elektrikoa* deritzogu. Erresistentzia elektrikoa txikia da metaletan, handia erdieroaleetan eta infinitua isolatzaileetan.

Materialaren arabera erresistentziaren balioa ematen digun ezaugarria erresistibitatea da. Unitatea $\Omega \cdot m$ da, eta ρ letraren bidez adierazten da.

Eroale baten erresistentzia da luzerarekiko zuzenki proportzionala eta sekzioarekiko alderantziz proportzionala. Metro bateko (1 m) luzera eta metro koadro bateko (m^2) sekzioa duen metal zati baten erresistentziari *erresistibitate (ρ)* deitzen zaio. Beraz, **I** luzera eta **S** sekzioa daukan metal baten erresistentzia hauxe izango da:

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

R = Erresistentzia (W)

ρ = Erresistibitatea ($\Omega \cdot m$)

l = Luzera (m)

S = Sekzioa (m^2)

Material baten erresistibitatea konstantea da, tenperatura konstantea bada. Erresistentzia erresistibitatearekin proportzio zuzenenean aldatzen denez eta azken hori tenperaturarekin, beste hau ere adieraz dezakegu:

Eroale gehienek temperatura-koefiziente positiboa dute eta, ondorioz, erresistentziaren balioa temperaturaren igoerarekin batera handitzen da. Temperaturaren gehikuntzaren eta eroalearen izaeraren menpe dago gehikuntza hori.

$$R_t = R_0 [1 + \alpha(t_f - t_0)]$$

R_t = Erresistentziaren balioa t temperaturan (W)

R_0 = Erresistentziaren balioa 20 °C-ko temperaturan (W)

α = Temperatura-koefizientea (°C⁻¹)

t_f = Azken lan-temperatura (°C)

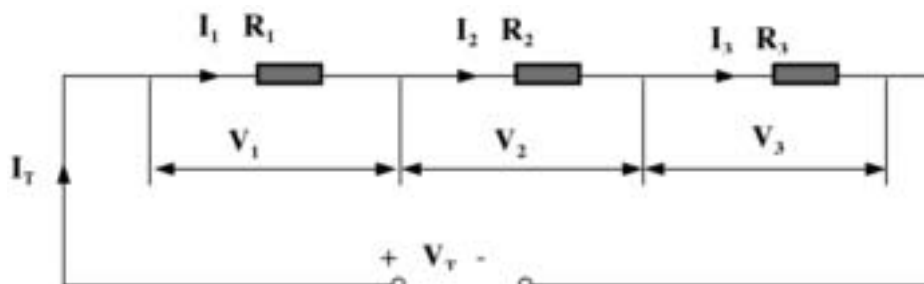
t_0 = Hasierako temperatura (°C)

4.14.5.2. Erresistentzien konexioa

Zirkuitu elektriko-elektronikoak erresistentzia bat baino gehiagoz osatzen dira, eta hainbat eratan konektatzen dira elkarren artean.

Konexio horiek hiru eratakoak izan daitezke: seriekoa, paralelokoa eta mistoa.

1. Serieko konexioa



$$V_1 = R_1 \cdot I_1$$

$$V_2 = R_2 \cdot I_2$$

$$V_3 = R_3 \cdot I_3$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

$$V_1 = R_1 \cdot I_T$$

$$V_2 = R_2 \cdot I_T$$

$$V_3 = R_3 \cdot I_T$$

eta tentsio totala

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 = R_1 \cdot I_T + R_2 \cdot I_T + R_3 \cdot I_T = I_T \cdot (R_1 + R_2 + R_3)$$

Gure helburua zirkuitua sinplifikatzea da, eta, horretarako, erresistentzia horiek beste erresistentzia baliokide batez ordezkatu ditugu.

$$V_T = R_T \cdot I_T$$

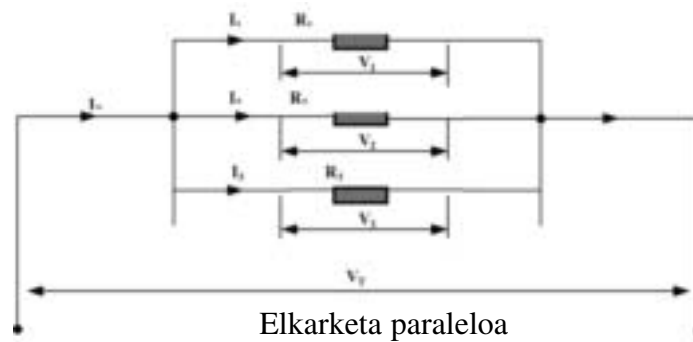
Aurreko adierazpenean oinarrituta, konexio mota honetan hau betetzen dela ondorioztatu dugu:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

2. Paraleloko konexioa

Paraleloko konexioan erresistentzia guztietan tentsio-erorketa berdina dago, eta aplikaturiko tentsio osoaren balioa du (puntu beretan konektatuak daudelako).

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$



Intentsitate totalaren balioa beste hiruren batura izango da:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 \quad (1)$$

Bestalde, erresistentzia bakoitzean Ohmen legea betetzen da:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} \quad I_3 = \frac{V_3}{R_3}$$

Erresistentzia baliokidea kalkulatu nahi dugu (R_T), eta Ohmen legea aplikatuz:

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} \quad (2)$$

Orain, (1) eta (2) espresioak elkartuz, eta $V_T = V_1 = V_2 = V_3$ dela jakinik:

$$\frac{V_T}{R_T} + \frac{V_T}{R_1} + \frac{V_T}{R_2} = V_T \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

eta ondoriozta dezakegu:

$$\frac{1}{R_T} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (3)$$

erresistentzia baliokidearen alderantzizkoa erresistentzien alderantzizkoen batura da. Formula horrek zenbanahi paralelo dauzkagunerako ere balio du.

Paraleloko elkarketetako intentsitateen banaketa adarretako erresistentzietatik alderantziz proportzionala da; hau da, erresistentzia handiagoa duen adarretik intentsitate txikiagoa pasatuko da, eta alderantziz, erresistentzia txikiagoa duen adarretik, intentsitate handiagoa.

Zirkuitu paraleloak bi erresistentzia soilik dituenean, honako hau aplikatzen da:

$$\frac{I}{R_T} = \frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} = \frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} \quad R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

3. *Konexio mistoa*

Konexio mistoetan, paraleloko eta serieko konexioak nahasita egoten dira. Zirkuitu horietan, erresistentzia baliokidea kalkulatzeko azpizirkuituak osatu behar dira, eta bakoitzean erresistentzia baliokidea kalkulatu. Azpizirkuituetan, erresistentzia guztiak seriean edo paraleloan egongo dira, inoiz ere ez bi erak nahasita.

4.14.5.2. *Erresistentzien sailkapena*

Erresistentziak beren balioa aldatzeko duten joeraren arabera sailkatzen dira, hiru multzo hauetan: finkoak, aldagarriak eta ez-linealak (edo menpekoak).

- *Finkoak*. Balioa ezin da aldatu. Aglomeratuak, ikatzezko geruzakoak, metalezko geruzakoak eta harilkatuak izan daitezke.
- *Aldagarriak*. Balioa nahi denean alda daiteke, horretarako duten kontaktu higikorra (kurtsorea) mugituz. Ezagunenak potentziometroak dira.
- *Ez-linealak*. Beren balioa era ez-linealean aldatzen dute inguruko magnitude fisikoen arabera: tenperatura (PTC eta NTC), argia (LDR), tentsioa (VDR), etab.

4.14.5.3. *Kondentsadoreak*

Energia elektrikoaren kantitate mugatu bat metatzeko ahalmena dute (elektrizitatez kargatu), gero, behar denean, energia hori askatzeko.

Kondentsadorea xafla bik osatzen dute, eta erdian isolatzaile bat du; elikatze-iturri bati lotzen bazaio, elektroiak xafla batetik bestera pasatuko dira, eta xafla biek karga elektriko berdina hartuko dute, baina kontrako zeinukoa. Kondentsadorea kargatuta dagoenean, korronea zero da.

Kondentsadorea definitzeko magnitudea *kapazitatea* (C) da, hau da, plaken artean metatzen den *karga elektrikoaren* (Q) eta karga horrek sortzen duen *potenzial-diferentziaren* (V) arteko zatidura.

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

C = farad Q = coulomb V = volt

Kapazitatearen unitatea **farada** da (F), baina kondentsadoreen kapazitatea askoz txikiagoa izaten denez, azpimultiploak erabiltzen dira:

mikrofarada: (mF = 10^{-6} F); nanofarada: (nF = 10^{-9} F); eta pikofarada: (pF = 10^{-12} F)

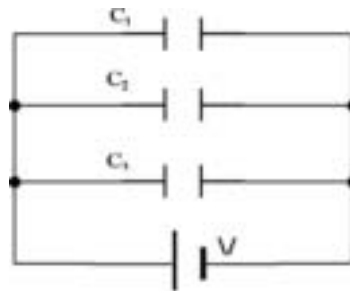
4.14.5.4. Kondentsadoreen konexioa

Erresistentziak bezala, kondentsadoreak ere hiru eratarata elkar daitezke: seriean, paraleloan eta mistoan.

1. Paraleloko konexioa

Horrela, kondentsadore baliokidearen kapazitateak (C_T) beste guztien baturaren balioa hartuko du :

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

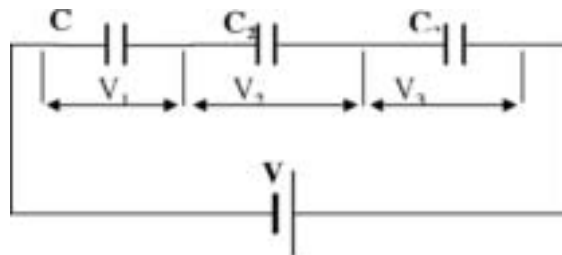


Elkarketa paraleloa

2. Serieko konexioa

Jasan dezaketen potentzial-diferentzia handitu nahi badugu, seriean konektatuko ditugu.

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$



Serieko konexioa

Baliokideak kalkulatzeko:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

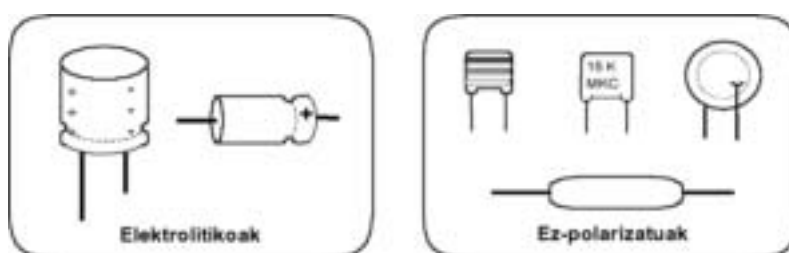
(Azken adierazpenak bi kondentsadore baino ez ditugunerako balio du).

3. *Mistoan*: Erresistentzietekin esan dugun bezala, hasierako zirkuitua zatitu eta zirkuitu sinpleak lortuko ditugu. Ondoren, kapazitate baliokideak kalkulatu eta zirkuitu nagusian ordezkatuko ditugu.

4.14.5.5 Kondentsadore motak

Kondentsadore batzuek balio finkoa dute, eta beste batzuek aldagarria. *Finkoak* bi motatakoak izan daitezke: elektrolitikoak eta ez-polarizatuak.

- *Elektrolitikoak*: kondentsadore txikietan kapazitate-balio handiak lortzen dira (1mF eta 1000 mF artekoak). Polarizatuak dira korrontearen intentsitateak noranzko bakarra onartzen duelako (tentsioa alderantziz aplikatuz gero, lehertu ere egin daitezke). Bestalde, tentsio-maila txikia ezarri diezaiekegu (3 V eta 450 V artekoa).
- *Ez-polarizatuak*: horiek korronte alfernoan ere egin dezakete lan, eta tentsio-maila altua aplikatzen zaie (25 V eta 4 kV artean). Txikiagoak dira; 1 mF-ko kapazitatea lor daiteke gehienez.



4.14.5.6. Harila (induktantzia)

Ezaguna da iman baten aurkako zeinuko poloek elkar erakartzen dutela, eta zeinu berdinekoak aldentu egiten direla. Efektu horrek indar bereziak sortzen ditu inguruan, eta haien eraginpean dagoen espazioari *eremu magnetiko* deritzo. Eremu magnetikoa adierazten duen magnitudea *fluxu magnetikoa* da, eta haren unitatea *weber-a* da.

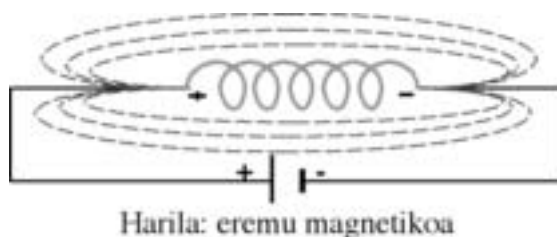
Materia guztiak, eremu magnetiko indartsu baten eraginpean egon ondoren, iman bilakatzen dira, horietariko batzuk eremutik atera eta berehala imantazioa galtzen dute eta beste batzuk eutsi egiten diote.

Hori horrela izanik, materialak bi multzotan sailka daitezke: ferromagnetikoak (imantazioari eutsi egiten diotenak) eta ez-ferromagnetikoak (galdu egiten dutenak).

Haril eroaetik korronte elektrikoa igarotzen denean eremu magnetikoa sortzen da.

Haril eroalea material ferromagnetikoaren inguruan biltzen denean, *harilkatua* horrek sortzen da, eta energia magnetikoa meta dezake.

Material ferromagnetikoari *nukleo* deitzen zaio, eta ferritaz, burdinaz eta kobaltz osatzen da. Hainbat erabilpenetan airea bera da nukleoa, baina horrek asko murrizten du energia magnetikoa metatzeko ahalmena.



Harila: eremu magnetikoa

Kondentsadoreek potentzial elektriko modura metatzen dute energia, eta bobinek, ostera, korrante elektriko modura.

Harilkatu batean energia metatzeko ahalmena ematen duen magnitudea *induktantzia* da. L letrarekin adierazten da, eta unitatea *henry-a* da. L horri autoindukzio-koefiziente ere esaten zaio; formula honen bidez adierazten da:

$$L = \frac{N \cdot \phi}{I}$$

L = autoindukzio-koefizientea (henry, H)

N = harilkatuaren bira-kopurua

ϕ = nukleoa zeharkatzen duen fluxu magnetikoa (weber, Wb)

I = korrante elektriko (ampere, A)

Harilkatu batek meta dezakeen energia elektriko honela adieraz daiteke:

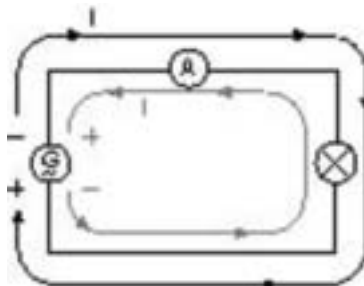
$$W = 0,5 \cdot L \cdot I^2 \text{ (energia, jouletan)}$$

4.15. KORRONTE ALTERNOA (KA)

4.15.1. Sarrera

Korrante alternoa zentral elektrikoetako alternadoreek sortzen dutena da. Gure etxeetan eta industrian, orokorrean, energia elektriko garraiatzeko eta kontsumitzeko formarik arruntena da. Horren ikurra \sim da.

Korrante alternoaren ezaugarria hau da: elektroi-fluxua eroalean noranzko bietan higitzen da, eta gainera korrante elektrikoaren balioa aldatzen da. Sorgailuak aldiro irteera-terminaletako polaritateetan aldatuak sortzen dituela esan daiteke (1.38. irud.). Hori hobeto ulertzeko ikusi 1.39. irudiko adierazpide grafikoa. Denbora-ardatza milisegundotan jarri dugu, korrante-aldaketak oso azkarrak baitira (Industriako Korrante Alternoan 1.39. irudian adierazitako seinalea segundoko 50 bider errepikatzen da).



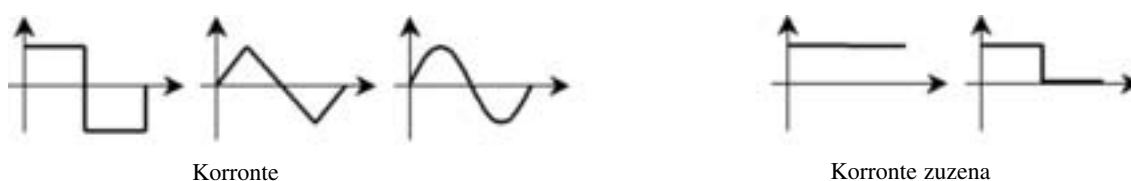
98. Irudia

Berez honako hau pentsa daiteke: lanpara pizten eta berehala itzaltzen ikusiko dugula, korrontearen aldaketa azkarrei jarraituz. Baina ezin dugu fenomeno hori ikusi, gizakion begiak ez baitu hori nabaritzeko ahalmenik

Korronte alternoa sortzea errazagoa da, eta bere ezaugarriak direla medio, garraiatzea ere errazagoa da. Oso aplikazio-eremu zabalekoa da.

Korronte zuzenean, tentsioaren eta korrontearen balioek beti positibo (zeroa ere tartean izan daiteke) edo beti negatibo (zeroa barne) izan behar dute. Korronte alternoan, berriz, balio positiboak eta negatiboak alternatu egiten dira aldika.

(?)



4.15.2. Korronte alternoaren ezaugarri orokorrak

Korronte alternoaren ezaugarri nagusiak hiru dira: maiztasuna (f), periodoa (T) eta abiadura angeluarra (ω).

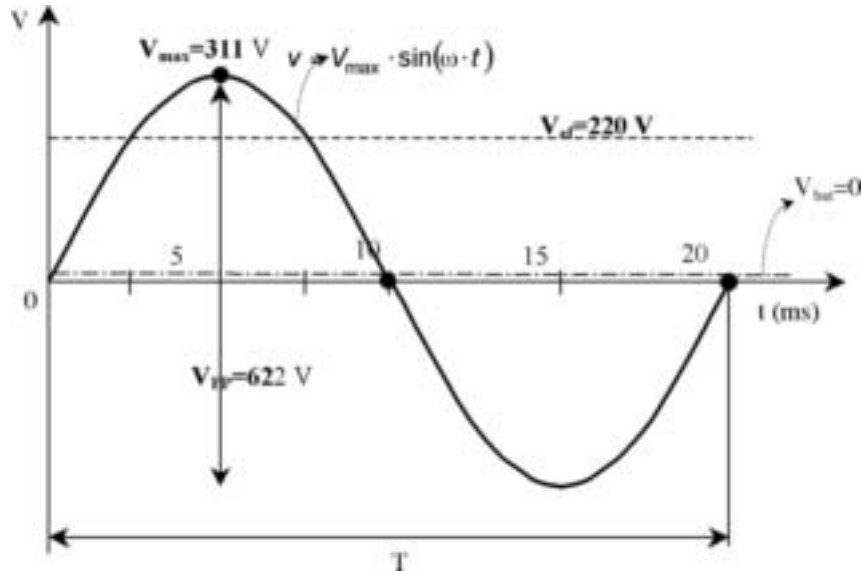
- *Maiztasunak* adierazten du zenbat aldiz pasatzen den puntu zehatz batetik denbora-unitatean noranzko berebean. Ziklo/segundoko edo *hertzetan* (Hz) neurtzen da.
- *Periodoa* maiztasunaren alderantzizko magnitudea da; edo beste era batera definituta, zenbat denbora behar duen korronteak ziklo bakoitza osatzeko. Neurtzeko, segundoak (s) erabiltzen dira.
- *Abiadura angeluarrak* adierazten du zenbateko angelua biratzen den denbora-unitatean. Neurtzeko, *radianak* (rad) erabiltzen dira gradu/segundoak erabili beharrean.

Maiztasuna eta periodoa honela erlazionatzen dira matematikoki: $f = \frac{1}{T}$; eta maiztasuna eta abiadura angeluarra: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$.

Korronte alternoan gehien erabiltzen diren uhinak sinusoidalak direnez, gai honetako definizio guztiak sinusoide-uhinei buruzkoak izango dira. Hauek dira uhin alternoetako baliorik garrantzitsuenak:

- *Aldiuneko balioa* (v): seinalearen anplitudeak edozein unetan duen balioa da:
 $V_z = U_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$
- *Balio maximoa* (V_{\max}): seinaleak hartzen duen balio absolutu handiena.
- *Puntatik puntarako balioa* (V_{pp}): balio maximoaren bikoitza: $V_{pp} = 2 V_{\max}$.
- *Batez besteko balioa* (V_{bat}): ziklo-erdi baten aldiuneko balioen batez besteko aljebraikoa da.

Balio efikaza (V_{ef}): ziklo osoko aldiuneko balioen batez bestekoaren erro karratua da. Sinusoide-uhinetan, $V_{ef} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$ balioa dauka.



4.15.2.1. Potentzia aktiboa (P)

Potentzia aktiboa (batzuek potentzia eraginkor ere deitzen diote) da energia bihurtzen den potentzia bakarra. Beste era batera esanda, hartzailean lan eraginkorra sortzen duen bakarra (energia mekanikoa motorren kasuan, adibidez).

Matematikoki, $P=V.I.\cos\varphi$ formularen bidez adierazten da, eta *wattetan* (W) neurtu.

4.15.2.2. Potentzia erreaktiboa (Q)

Harilek eta kondentsadoreek sortzen duten potentzia da, eta ez du hartzailean inongo lan eraginkorrik sortzen. Zenbait hargailu induktibok behar-beharrezkoa dute mota honetako potentzia ondo funtzionatzeko, baina, berez, kaltegarria izaten da faktura ordaintzeko orduan. Potentzia erreaktiboa gutxitzeko, hartzaileen elikatze-iturriko sarreran kondentsadoreak ezartzen dira –horrela, ahuldu egiten da lineatik xurgatutako korronea–.

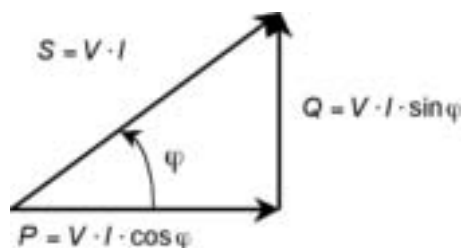
Matematikoki, $Q=V.I.\sin\varphi$ formularen bidez adierazten da, eta *voltampere* erreaktiboetan (VAr) neurtu.

4.15.2.3. Itxurazko potentzia (S)

Sare elektrikotik xurgatzen den potentzia da, eta bere balioa da potentzia eraginkorraren eta erreaktiboaren arteko batura bektoriala. Potentzia mota hori ordaintzen zaio, hain zuzen ere, enpresa hornitzaileari. Komeni izaten da, beraz, potentzia aktiboaren balioaren ahalik eta parekoena izatea (ordaintzen dena eta benetan erabiltzen dena ahalik eta antzerakoenak izan daitezzen).

Matematikoki, $S = V \cdot I$ formularen bidez adierazten da, eta voltamperetan (VA) neurtu. $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ formula ere erabil liteke haren balioa kalkulatzeko.

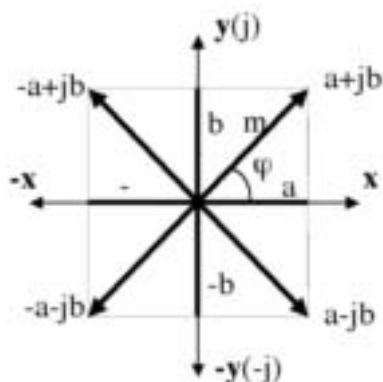
4.15.2.4. *Potentzien triangelua*



Potentzien triangeluaren bidez adierazten da nola erlazionatzen diren hiru potentzia motak.

4.15.2.5. *Zenbaki konplexuak*

Korronte zuzenari buruzko ariketak ebazteko, nahikoa izan da zenbaki errealak menperatzea, eragiketa matematikoak egiteko. Korronte alternoan, ostera, bektoreak erabili behar dira desfaseak direla eta; ondorioz, zenbaki konplexuak errealen ordeztu.



Algebraikotik polarrera

$$m = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\varphi = \arctg \frac{b}{a}$$

Polarretik algebraikora

$$a = m \cdot \cos \varphi$$

$$b = m \cdot \sin \varphi$$

Zenbaki konplexuak adierazteko hainbat modu dauden arren, hemen bi modu erabiliko ditugu: adierazpen algebraikoa ($Z = a + jb$), eta adierazpen polarra ($Z = m \angle \varphi$).

Bektoreak zati errealez (a) eta zati irudikariz (b) osatzen dira. Zati erreala X ardatzean adierazten da (positiboak eskuinaldean eta negatiboak ezkerrean), eta zati irudikaria, Y ardatzean (positiboak goialdean eta negatiboak behealdean). Zati irudikaria zenbaki (?) negatiboen erroaz biderkatzen da ($j = \sqrt{-1}$) zati errealetik bereizteko.

4.15.2.6. *Eragiketa matematikoak zenbaki konplexuekin*

Nolako eragiketa egin behar den kontuan izanda, adierazpen bata edo bestea erabiliko da. Esate baterako, batuketak eta kenketak egiteko adierazpen algebraikoa erabiliko dugu, eta biderketak eta zatiketak egiteko, adierazpen polarra.

Eragiketak planteatzeak gainera, adibideak ere erakutsiko ditugu. Eman dezagun, bi balio ditugula: $\vec{Z}_1 = a + jb = 4 + j3$ eta $\vec{Z}_2 = m \angle \varphi = 3 \angle -45^\circ$. Eragiketak egiteko adierazpen mota bietan adieraziko ditugu impedantziaa biak.

$$\vec{Z}_1 = 4 + j3 \Rightarrow \vec{Z}_1 = n \angle \phi \Rightarrow n = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ eta } \phi = \arctg \frac{3}{4} = 36,87^\circ$$

$$\vec{Z}_2 = 3 \angle -45^\circ \Rightarrow \vec{Z}_2 = c + jd \Rightarrow c = 3 \cdot \cos -45^\circ = 2,12 \text{ eta } d = 3 \cdot \sin -45^\circ = -2,12$$

Ondorioz $\vec{Z}_1 = 4 + j3 = 5 \angle 36,87^\circ$ eta $\vec{Z}_2 = 3 \angle -45^\circ = 2,12 - j2,12$ lortzen dira.

Batuketa: $\vec{Z}_T = \vec{Z}_1 + \vec{Z}_2 = (a + c) + j(b + d)$

Adibidean: $\vec{Z}_T = \vec{Z}_1 + \vec{Z}_2 = (4 + 2,12) + j(3 - 2,12) = 6,12 + j0,88$

Kenketa: $\vec{Z}_T = \vec{Z}_1 - \vec{Z}_2 = (a - c) + j(b - d)$

Adibidean: $\vec{Z}_T = \vec{Z}_1 - \vec{Z}_2 = (4 - 2,12) + j(3 - (-2,12)) = 1,88 + j5,12$

Biderketa: $\vec{Z}_T = \vec{Z}_1 \cdot \vec{Z}_2 = (m \cdot n) \angle (\varphi + \phi)$

Adibidean: $\vec{Z}_T = \vec{Z}_1 \cdot \vec{Z}_2 = (5 \cdot 3) \angle (36,87^\circ + (-45^\circ)) = 15 \angle -8,13^\circ$

Zatiketa: $\vec{Z}_T = \vec{Z}_1 \div \vec{Z}_2 = (m + n) \angle (\varphi - \phi)$

Adibidean: $\vec{Z}_T = \vec{Z}_1 \div \vec{Z}_2 = (5 \div 3) \angle (36,87^\circ - (-45^\circ)) = 1,6 \angle 81,87^\circ$

Batzuetan, inpedantziak paraleloan daudenean batez ere, inpedantzia baliokidea kalkulatzeko adierazpen aljebraikoa erabiltzen da eragiketak egiteko. Baina arazoa agertzen da zenbakitzailean. Eman dezagun, Z_1 eta Z_2 paraleloan egonik, inpedantzia baliokidea lortu nahi dugula.

$$\vec{Z}_T = \vec{Z}_1 \parallel \vec{Z}_2 = \frac{\vec{Z}_1 \cdot \vec{Z}_2}{\vec{Z}_1 + \vec{Z}_2} = \frac{(4 + j3) \cdot (2,12 - j2,12)}{(4 + j3) + (2,12 - j2,12)} = \frac{8,48 + j6,36 - j8,48 - j^2 6,36}{6,12 + j0,88}$$

$$\vec{Z}_T = \frac{(8,48 - (-6,36)) + j(6,36 - 8,48)}{6,12 + j0,88} = \frac{14,84 - j2,12}{6,12 + j0,88}$$

Eragiketa hori ezin da matematikoki zuzenean egin, eta horregatik biderkatuko ditugu bai izendatzailea, bai eta zenbakitzailea, izendatzailearen konjugatuaz.

$$\vec{Z}_T = \frac{14,84 - j2,12}{6,12 + j0,88} \cdot \frac{(6,12 - j0,88)}{(6,12 - j0,88)} = \frac{90,82 - j13,06 - j12,97 + j^2 1,87}{6,12^2 + 0,88^2}$$

$$\vec{Z}_T = \frac{90,82 - j13,06 - j12,97 + j^2 1,87}{6,12^2 + 0,88^2} = \frac{92,69 - j26,03}{38,23} = 2,42 - j0,68$$

4.14.5. Osagai pasiboak korrante alternoan

Korrante alternoan korrantearen eta tentsioaren balioak aldakorrak direnez, kondentsadoreak eta harilak daukaten erresistentzia elektrikoa ez da konstantea izaten, maiztasunaren menpekkoa baizik. Horregatik, beste magnitude berria erabiltzen da: *inpedantzia*. Neurtzeko unitatea Ω -a da eta \mathbf{Z} letraz izendatzen da.

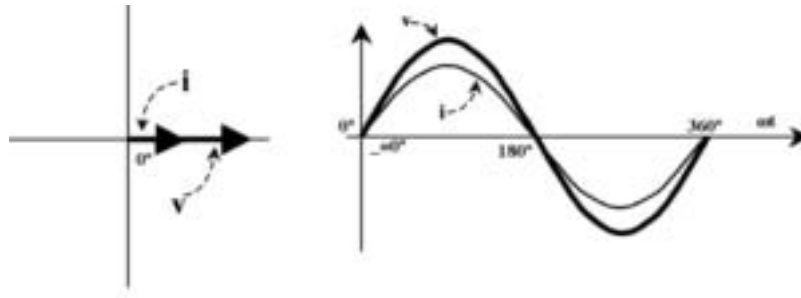
Ohmen legea, korrante alternora egokituta, hauxe da: $I = \frac{V}{Z}$

(?)Erresistentzia, kondentsadorea eta harila osagai pasiboak dira; hau da, ezin dute energia eman, baina bai xurgatu.

4.15.2.4. Erresistentzia

Zirkuituan R erresistentzia ohmikoa baino ez dagoenean ($Z = R$), eragiketak egitean korrante zuzenean bezala jokatzen da: tentsio edo korrontearen balio efikazak erabiliz.

Erresistentziaren erreaktantzia R balio bera da, eta ez du desfaserik sortzen ($\varphi=0^\circ$); ondorioz, tentsioaren eta korrontearen uhinak sinkronizatuta daude.

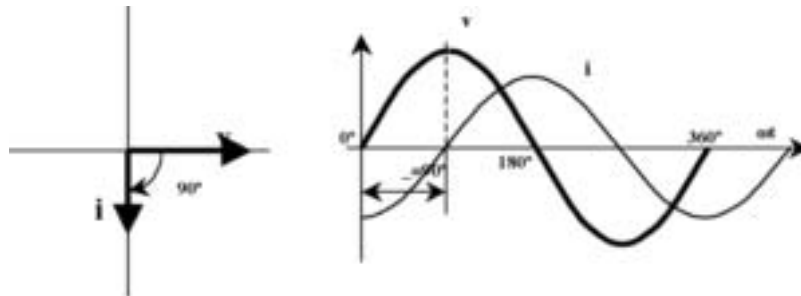


4.15.3.2. Harila

Korrante alternoko zirkuituetan, harilek garrantzi handia daukate, makina bat tresnek baitauzkate barruan (motorrek, transformadoreek eta bestek).

Korrante alternoak harila zeharkatzen duenean, harilak korrontearen aldaketari aurka egingo dio. Korrantea handitzen hasten denean, fluxu magnetikoak ere gauza bera egiten du: korronteari ez utzi handitzen. Behin korronteak bere balio maximotik igaro eta txikitzen hasten denean, fluxu magnetikoa txikitzen hasi, eta korrantea txikitzea eragotziko du.

Induktantzia edo haril hutsak atzeratu egiten du korrantea tentsioarekiko $\varphi = 90^\circ$ -ko angeluarekin. Harilak korrante elektrikoari jartzen dion trabari *erreaktantzia induktiboa* (X_L) deitzen zaio, eta ohmetan neurtzen da. $Z = X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$

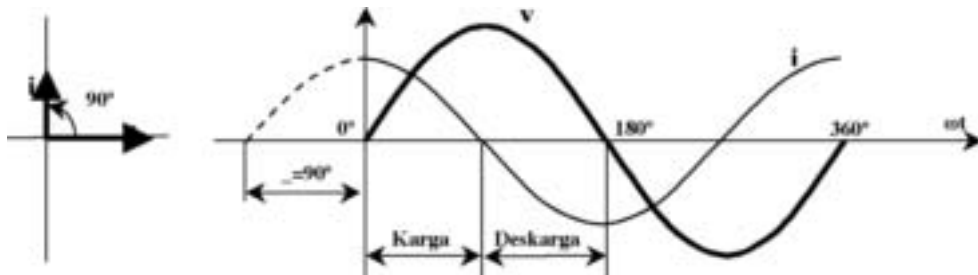


4.15.3.3. Kondentsadorea

Kondentsadoreari tentsioa aplikatzen diogunean, aurretik karga barik egon bada, korronte handia xurgatzen du. Kondentsadorea kargatu ahala, beraren muturren artean agertzen den tentsioa handitzen doa korronte txikitzen doan heinean. Karga-prozesua amaitzen denean, korronte zero da, eta tentsioa, maximoa.

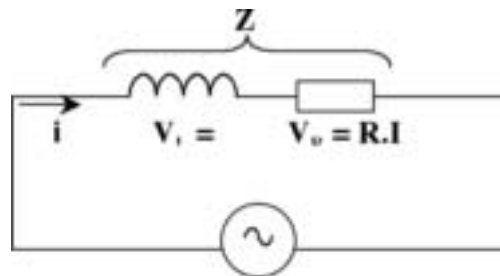
Kondentsadore hutsak aurreratu egiten du korronte tentsioarekiko $\varphi = 90^\circ$ -ko angeluarekin. Kondentsadoreak korronte elektrikoari jartzen dion trabari **erreaktantzia kapazitiboa** (X_C)

Odeitzen zaio, eta ohmetan neurtzen da $Z = X_C = \frac{1}{R\omega.C} = \frac{1}{2.\omega.\pi.f.C}$



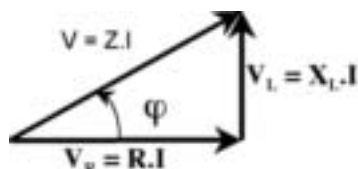
4.15.3.4. R-L seriean

Erreaktantzia induktiboa eta erresistentzia seriean jartzen direnean, korronte berberak zeharkatuko ditu biak; elikatze-iturriko tentsioa, oster, osagai bien artean banatuko da. Zirkuituan harila dagoenez gero, V_L tentsioa 90° aurreratu da korrontearekiko (edo korronte 90° atzeratu tentsioarekiko). Beraz, tentsioa eta korronte desfasatuta daudenez gero, eragiketa matematiko guztiak bektorialki egin behar izango dira.

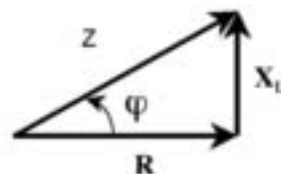


Beheko irudian agertzen dira tentsioen eta inpedantzien triangeluak; baita batura bektorialak egiteko formulak ere.

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} \quad Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$



Tentsioen triangelua



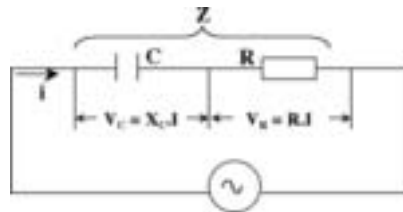
Inpedantzien triangelua

$$\varphi = \arctg \frac{V_L}{V_R}$$

$$\varphi = \arctg \frac{X_L}{R}$$

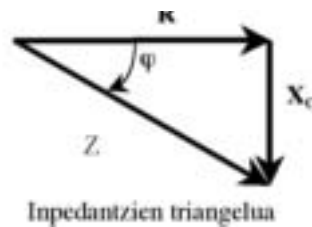
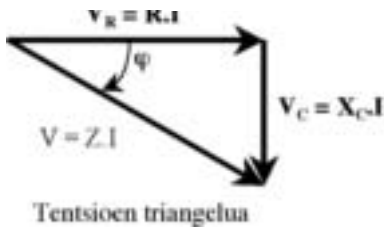
4.15.3.5. R-C seriean

Kondentsadorea eta erresistentzia seriean jartzen direnean, korrante berberak zeharkatuko ditu biak, aurreko zirkuituan legez; elikatze-iturriko tentsioa, oster, osagai bien artean banatuko da. Zirkuituan erresistentziaz gain kondentsadorea ere badagoenez, V_C tentsioa 90° atzeratuko da korrontearekiko (edo korrontea 90° aurreratu tentsioarekiko). Beraz, tentsioa eta korrontea desfasatuta daudenez gero, eragiketa matematiko guztiak bektorialki egin behar izango dira.



Beheko irudian tentsioen eta inpedantzien triangeluak agertzen dira, baita batura bektorialak egiteko formulak ere.

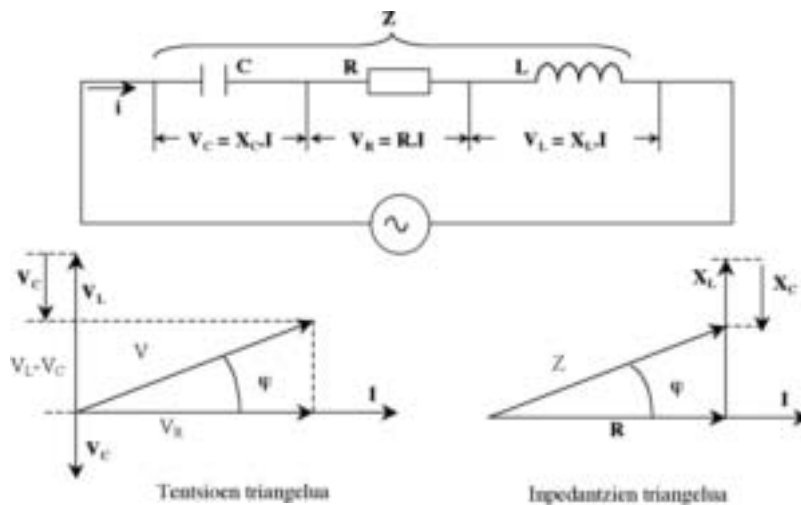
$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} \quad Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$



$$\varphi = \arctg \frac{V_C}{V_R} \quad \varphi = \arctg \frac{X_C}{R}$$

4.15.3.6. R-L-C seriean

Zirkuitu honetan, kondentsadorearen eta bobinaren efektuak aurkakoak izaten dira: bobinak korrontea atzeratu egiten du tentsioarekiko, eta kondentsadoreak, oster, aurreratu.



Erreaktantzia induktiboa, erreaktantzia kapazitiboa eta erresistentzia seriean jartzen direnean, korrante berberak zeharkatuko ditu hirurak; elikatze-iturriko tentsioa, ostera, hiru osagaien artean banatuko da. Erreaktantiak daudenez eta tentsioa eta korrantea desfasatuta daudenez, eragiketa matematiko guztiak bektorialki egin beharko dira.

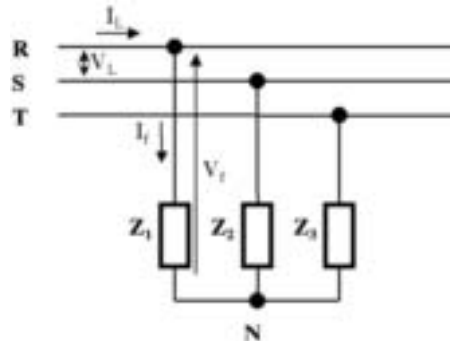
Beheko irudian tentsioen eta inpedantzien triangeluak agertzen dira, baita batura bektorialak egiteko formulak ere. Kasu honetan, suposatu dugu harilaren erreaktantiaren balioa kondentsadorearena baino handiagoa dela. Kondentsadorearena izango balitz handiena, desfaseak negatiboak izango lirateke.

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \quad Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

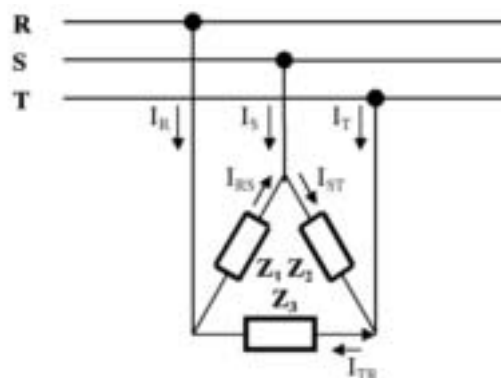
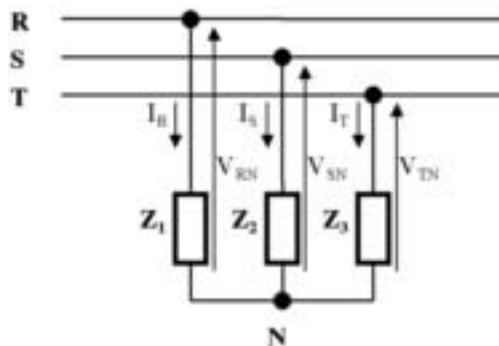
$$\varphi = \arctg \frac{V_L - V_C}{V_R} \quad \varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}$$

4.15.4. Nola ebatzi potentziak korrante alternoko sistema trifasikoetan

Energia xurgatzeko osagaiek hiru haril izaten dituzte, eta, beraz, sei terminal edo borne. Praktikan, bi konexio modu daude hiru haril horiek elkarren artean konektatzeko: *izar* moduko konexioa eta *triangelu* moduko konexioa.



- *Tentsio simple edo fasekoa (Vf)*: elikatze-iturriek neutroarekiko daukaten tentsioa. Izarkonexioetan erabiltzen da batik bat.



- *Tentsio konposatua edo lineakoa (V_L):* faseen artean agertzen dena. Tentsio sinpleen konposaketa dela-eta deitzen zaio tentsio konposatu.
- *Lineako intentsitatea (I_L):* elikadurako hari bakoitzetik igarotzen den korrontea da.
- *Faseko intentsitatea (I_f):* elikatze-iturriko hari bakoitzetik neutrorantz igarotzen den korrontea.

Korrontea: $I_L = I_f$	Korrontea: $I_L = \sqrt{3} \cdot I_f$
Tentsioa: $V_L = \sqrt{3} \cdot V_f$	Tentsioa: $V_L = V_f$

Triangeluan, karga bakoitzari (V_L) lineako tentsioa edo tentsio konposatua ezartzen zaio. Aldiz, karga bakoitza (I_f) faseko korronte elektrikoak igarotzen du. Beraz, (I_L) lineako intentsitatea kargen artean banatzen da.

Izarrean, (I_L) lineako intentsitateak igarotzen du karga bakoitza. Tentsioa, berriz, inpedantzien artean banatzen da.

Potentziak ebazteko, dela izarrean eta triangeluan konektatuta, formula matematiko berberak erabili behar dira.

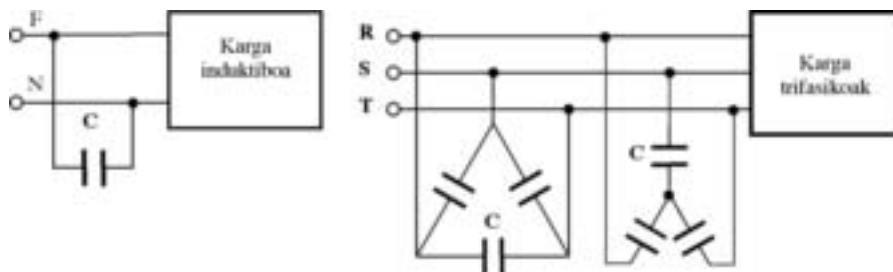
$$P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L$$

4.15.5. Potentzia-faktorea

Instalazio industrial gehienetan karga inдукtiboak erabili ohi dira (motorrak, transformadoreak...). Elementu horiek guztiek eremu magnetikoa behar izaten dute ondo funtzionatzeko, eta, ondorioz, potentzia erreaktiboa garatzen dute. Energia erreaktibo hori, eremu magnetikoa sortzeko erabili eta gero, berriro itzultzen da sare elektrikorara; beraz, benetan erabili behar dugun energia izan arren, erabili ondoren itzultzen denez gero, elektrizitatez hornitzen duen enpresari ez litzaioke ordaindu beharko. Errealitatean ez da horrela gertatzen, enpresa hornitzaileari S (iturrazko potentzia) ordaintzen baitzaio; zenbat eta handiagoa izan φ tentsioaren eta korrontearen arteko angelua, gehiago ordaindu beharko da, nahiz eta benetan erabilitako potentzia P (potentzia aktiboa) izan.



Zirkuitu baten potentzia-faktorea adierazten du potentzia aktiboaren eta itxurazko potentziaren arteko erlazioa φ angeluaren kosinuaren bidez —tentsioaren eta intentsitatearen arteko desfasea adierazten duen angelua— zehazten da potentzia-faktorea.

$$\text{Potentzia-faktorea} = \frac{P}{S} = \frac{V \cdot I \cdot \cos \varphi}{V \cdot I} = \cos \varphi$$

4.15.5.1. Nola hobetu potentzia-faktorea zirkuitu monofasikoetan

Instalazioetan potentzia-faktore ona edukiz gero, etekin hobea aterako zaio ordainduriko energiari. Horren arabera, bezeroarentzat onuragarria izaten da potentzia-faktore ona izatea. Sare elektrikoan sortzen duen korrontearen gehikuntzak energia elektriko hornitzen duen enpresaren kostuak handitzen ditu.

Harilkatuak sortutako potentzia erreaktibo induktiboa gutxitzeko, kondentsadoreak ezartzen dira sarearekin paraleloan. Kondentsadoreak, hasierako zikloetan kargatu ondoren, energia erreaktibo hornitzen dituzte harilkatuak, eta harilkatuak sare elektrikitik xurgatzeari uzten diote.

Sare elektriko monofasikoetan kondentsadore bakarra ezartzen da; eta sistema trifasikoetan, aldez, balio bereko hiru kondentsadore, izarrean edo triangeluan konektatuta.

Potentzia-faktorearen hobekuntzarekin batera, sare elektrikitik xurgatutako S itxurazko potentzia gutxitzea lortzen da, eta potentzia aktibo berdina mantentzen da. Horrek guztiak nabarmen gutxitzen du korrontea, eta, ondorioz, hainbat abantaila (elikatze-iturriko harien diametroa txikitzea, hainbeste potentzia ez galtzea, eta guztietan garrantzitsuena: gutxiago ordaintzea) lortzen da.

Potentzia-faktorea hobetzeko ariketak grafikoki eta matematikoki ebazteko, instalazioaren jatorrizko potentzia-faktoreari dagokion angelua φ_1 hizkia adierazten da, eta hobetuta lortu nahi den potentzia-faktoreari, berriz, φ_2 sinboloaz. Beraz, P potentzia aktiboaren balioa berbera izango da, baina jatorrizko Q potentzia erreaktiboari kondentsadore bidez gutxitzen zaion Q_C kenduta, Q' geldituko da.

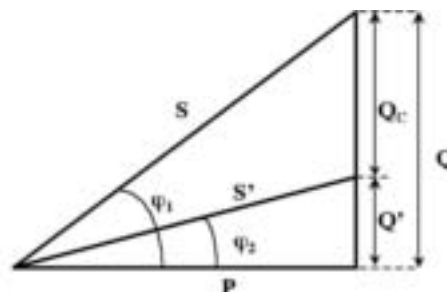
Potentzia erreaktibo hori zirkuitutik kentzeko, kalkulatu dugu zenbateko korrontea jaso behar izango duen kondentsadoreak. Jarraian, Ohmen legea aplikatuz, kalkulatu dugu zenbateko erreaktantzia izan behar duen kondentsadore-bateriak. Eta, azkenean, kondentsadore-bateriaren balioa kalkulatu dugu. Kontuan izan kondentsadore-bateria horrek elikatze-iturriko tentsioa jasateko bestekoa izan behar duela.

$$Q_C = Q - Q' = P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$Q_C = V_C \cdot I_C \Rightarrow I_C = \frac{Q_C}{V_C}$$

$$X_C = \frac{V_C}{I_C}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C}$$



4.15.5.2. Nola hobetu potentzia-faktorea zirkuitu trifasikoetan

Sistema trifasikoetan modu berean jokatzen behar da, berezitasun batzuk kontuan izanda. Alde batetik, hiru kondentsadore konektatu behar direnez gero, Q_C potentzia erreaktiboa hiruren artean banatu behar izango da; bestetik, kondentsadoreak nola konektatzen diren (izarrean edo triangeluan), korronteen eta tentsioen balioak aldatu egingo dira.

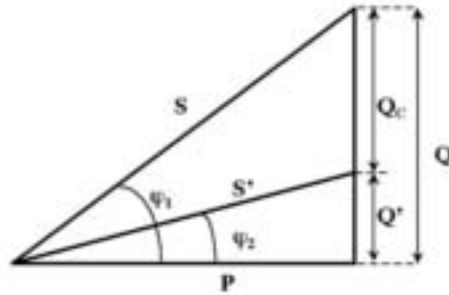
$$Q_C = Q - Q' = P \cdot (\operatorname{tg}\psi_1 - \operatorname{tg}\psi_2)$$

$$\frac{Q_C}{3} = V_C \cdot I_C \Rightarrow I_C = \frac{Q_C}{3 \cdot V_C}$$

Izarrean: $X_C = \frac{V_C / \sqrt{3}}{I_C}$

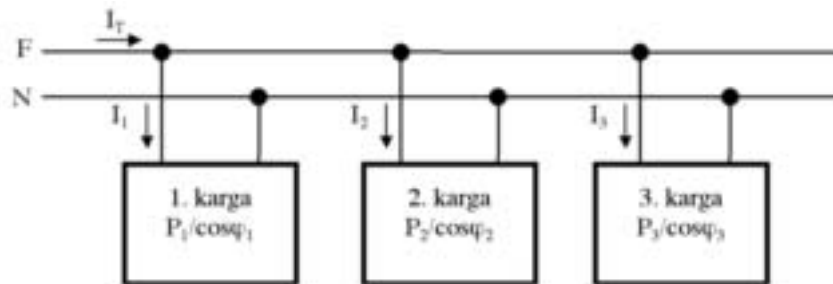
Triangeluan: $X_C = \frac{V_C}{I_C / \sqrt{3}}$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C}$$

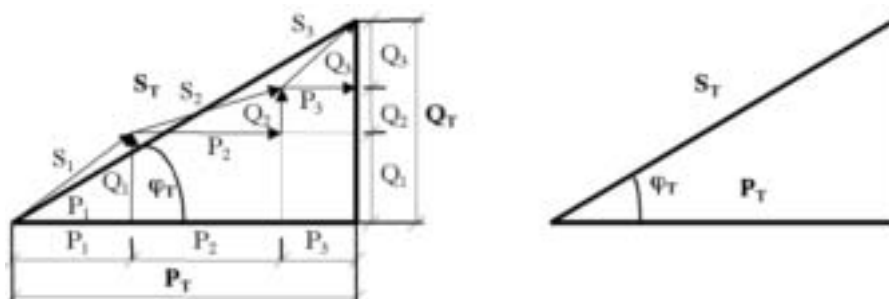


4.15.5.3. Potentzien eragiketak zenbait hartzailez osaturiko instalazioetan

Etxeko edozein gelatan arreta apur batez aztertuz gero, edonor kontura daiteke hainbat tresna elektriko konektatzen direla sare elektrikorako (argiak, irratiak eta abar). Tresna horiek paraleloan konektatzen dira sarera, eta zirkuitu bakarra osatzen dute. Honako irudi honetako zirkuitua monofasikoa izan arren, hemen aipatzen den guztiak sistema trifasikoetarako ere balio du.



Ariketa horien helburua da goiko irudian oinarritutako instalazio osoaren potentzia, potentzia-faktorea eta korronea kalkulatzeko. Horretarako jakin behar dugu zein diren osagai bakoitzaren potentzia aktiboa eta potentzia faktorearen balioak.



Hainbat hargailu elikatze-iturri berdinerak konektatzen direnean, bai potentzia aktiboak bai potentzia erreaktiboak batu egiten dira, potentzia mota bakoitzaren totala kalkulatzeko.

$$P_T = \sum P = P_1 + P_2 + P_3 \quad Q_T = \sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Itxurazko potentzia potentzien triangelutik abiatuta kalkula daiteke trigonometriako arauekin.

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

Datu horiekin, jadanik kalkula daiteke potentzia-faktorea.

$$P_T = S_T \cdot \cos \varphi_T \Rightarrow \cos \varphi_T = \frac{P_T}{S_T}$$

Gauza bera egin daiteke korrante totala kalkulatzeko, elikatze-iturriko tentsioa zein den jakinda.

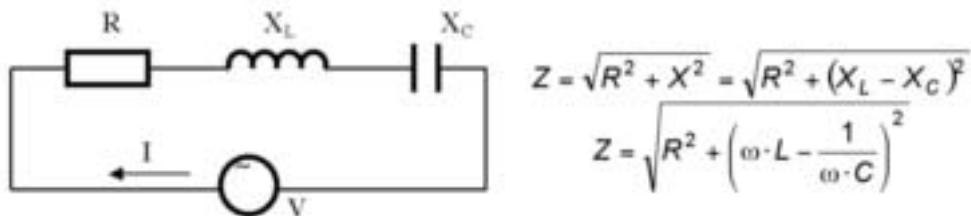
$$S_T = V I_T \Rightarrow I_T = \frac{S_T}{V}$$

4.15.6. Erresonantzia

Sare elektrikoari konektatu zaion RLC zirkuituan tentsioa eta korronea fasean daudenean, *erresonantzia-egoeran* dagoela esaten da. Beste modu batean esateko, zirkuituaren inpedantzia baliokidea erresistibo hutsa izatea lortzen denean gertatzen da. Erresonantzia-egoera maiztasun-balio batean bakarrik izaten da, eta *erresonantzia-maiztasun* deritzo. Zertarako erabiltzen da? Sistema elektronikoetan hainbat tresna sintonizatzen (irradiak, telebistak, telefono mugikorrak...), akustikan iragazkiak doitzeko eta abar.

4.15.6.1. Erresonantzia seriean

Honelako zirkuituak kutxa akustikoetan bozgorailu bakoitzarentzako maiztasunak mugatzeko erabili ohi dira batez ere. Ohmen legean oinarrituta, erakusten den moduan adieraz daiteke irudiko RLC serieko zirkuituko inpedantzia baliokidea:



Erresonantzia-maiztasuna azaltzen da zirkuituaren inpedantzia baliokidea zeharo erresistibo denean (beraz, harilkatuaren eta kondentsadorearen balioak zero direnean).

$$X_L - X_C = 0 \Rightarrow X_L = X_C \Rightarrow \omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C} \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{L \cdot C} \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

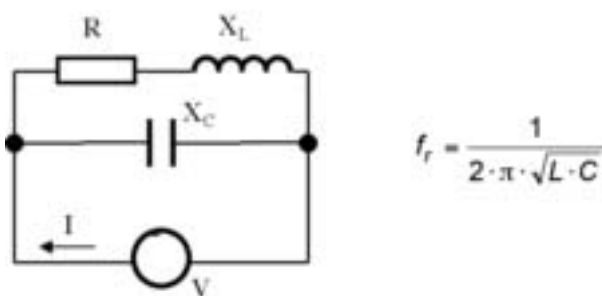
Pultsazioa maiztasunaren menpe jarriz kalkulatzen da erresonantzia-maiztasuna.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot f = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \Rightarrow f_r = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Normalean, erresonantzia-maiztasunak zein izan behar duen jakiten da, eta kondentsadorearen balio estandar komertziala aukeratu ondoren, harilaren balioa kalkulatzen da (harilak neurrikoak egiten baitira).

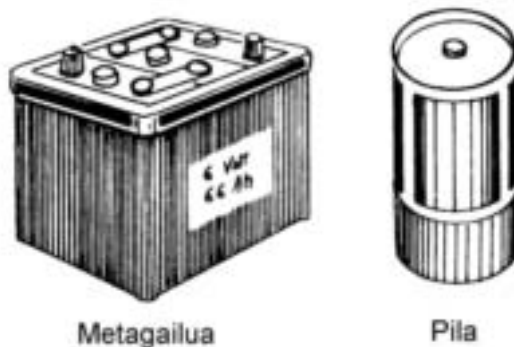
4.15.6.2. Paraleloko erresonantzia

Honelako zirkuituak irratietako, telebistetako eta beste hainbat tresnatako kanalak sintonizatzeke erabili ohi dira batez ere. Erresonantzia-maiztasuna kalkulatzeko, serieko zirkuituan legez jokatzen da.



4.16. METAGAILUAK

Metagailuen funtzionamenduaren printzipioa eta pila elektrikoena oso antzekoak dira (bi material desberdineko bi elektrodo elektrolito batean sartuta). Pilen eta metagailuen arteko ezberdintasuna hau da: metagailua berriro ere karga daiteke, elektrodoen artean elikadura-iturri batetik edo bateria kargatzaile batetik hartutako potentzial-diferentzia aplikatuta. Horrela, korrante elektrikoa metagailu deskargatu batean barrena igaroarazita, hasierako baldintza kimikoetara itzuliko da.



99. irudia

Erabiltzen den elektrolitoaren eta elektrodoen osakeraren arabera, metagailu ezberdinak egin daitezke. Erabiltzen den elektrolitoaren arabera, metagailua *azidoa* edo *alkalinoa* izan daiteke. Azidoetan azido sulfurikozko (H_2SO_4) disoluzioa erabiltzen da elektrolito moduan, eta hori litzateke, esaterako, berunezko metagailuen kasua. Alkalinoetan, berriz, potasio hidroxidoa

(KOH) izan ohi da elektrolitoa, nikel-kadmioko eta adibide gisa nikel-burdinako metagailuen kasuak aipa litezkeelarik.

4.16.1. Metagailuen funtzionamenduaren printzipio orokorrak

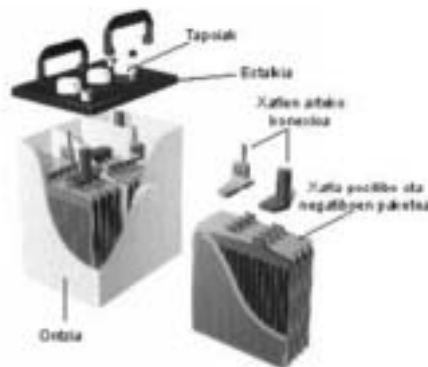
Metagailuak, kargatuta dagoenean, pilaren antzera funtzionatzen du; elektrodoen artean hargailua konektatutakoan, erreakzio kimikoak korrante elektrikoa emango dio kanpoko aldeko zirkuituari, harik eta elektrodoen gai eragileak agortzen diren arte. Deskargatuta dagoen metagailuari tentsioa emanez gero, elektrodoen eta elektrolitoaren hasiera bateko baldintzak berriz berreskuratzen dira korrante elektrikoa eraginda.

4.16.2. Metagailuaren osaera

Metagailu bat zelula bakar batekin osa daiteke. Zelula bakar baten tentsioa txikia dela (2 V-ekoa berun-metagailu batean) kontuan hartuta, erabilera praktiko gehienetan hainbat zelula konektatuko dira seriean eta ontzi berean sartuko dira.

Honako hauek dira metagailuaren oinarritzko osagaiak (Ikus 100. irud.):

- ontzia eta estalkiak
- saretxoak eta xaflak
- tapoiak
- bereizgailuak
- elektrolitoa
- gelaxken arteko konexioak



100. irudia

- *Ontziak eta estalkiak:* ontziaren egitekoa da metagailuen bateriaren osagaiak bere barnean hartzea. Elementu hauek izan behar dituzten ezaugarri nagusietan hauek dira nabarmentzekoak: korrosioaren aurkako erresistentzia ona, isolatzeko ahalmen bikaina eta tal-ken kontrako erresistentzia mekaniko egokia.

Ontzia ixteko balio du estalkiak, eta ontziaren hermetikotasuna ziurtatu behar du.

Aplikazio jakin batzuetan interesgarri gertatzen da ontziak gardenak izatea, elektrolito-maila azkar ikusi ahal izango baita horrela.

Ontziak egiteko gehien erabiltzen diren materialak plastikozkoak dira, eta polipropeno kopolimeroa aipa genezake adibide gisa.

- *Tapoiak*: Elektrolitoa berriz kargatzen uztea da tapoien egitekoa. Gainera, korrante gogorretan garatzen diren gasei bertatik irteteko aukera eman behar die. Gasekin batera elektrolito-tanta txikiek ere ihes ez egitea da tapoiaren eginkizuna eta, horregatik, likidoak kanpora irten daitezzen eragozten duten labirinto-erako hodiekin fabrikatzen dira.

Gaur egun, katalizatzailer baten bidez –paladioaren bidez esate baterako-, gasak berriro ere konbinatzea lortzen duten tapoiak daude (askatutako hidrogenoa eta oxigenoa ur bihurtzen dute). Era horretara lortzen dira elektrolitoaren mantenuerik eskatzen ez duten metagailu-bateriak.

- *Saretxoak eta xaflak*: Metagailuaren elektrodoak dira xaflak. Elektrizitatearen eroale onak izan behar dute, eta bikain eutsi behar diete gai eragileei. Korrosioaren aurkako erresistentzia ere izan behar dute.

Xaflak saretxo-eran antolatzen dira, eta horrela dardarek ez dituzte gai eragileak askaraziko. Gai eragileei buruz dihardugunean, elektrodo gisa erabiltzen diren substantzietan ari gara.

- *Elektrolitoa*: Elektrolitoaren ezaugarri garrantzitsua da daukan erresistentzia elektrikoa. Erresistentzia elektriko hori txikia izatea komeni da eta elektrolitoaren dentsitatearen arabera izango da. Berun-metagailuetarako, $1,28 \text{ g/cm}^3$ ingurukoa izaten da dentsitate hori.

- Elektrolitoaren dentsitatea kargaren arabera izango da. Adibidez, berun-metagailu batean, $1,3 \text{ g/cm}^3$ -rainokoa izan daiteke erabateko kargako dentsitatea, eta $1,1 \text{ g/cm}^3$ -ra jaitsiko da metagailua deskargatuta dagoenean.

- *Bereizgailuak*: Metagailu modernoak txikiagotzeko joera dago eta, hori lortzeko, polaritate ezberdineko xaflak hurbil jarri ohi dira bata bestetik. Horiek horrela, nahi gabeko kontaktuak eta zirkuitulaburrak gerta daitezke xaflen artean. Hori saihesteko, ordea, plastikozko bereizgailuak jartzen dira xaflen artean. Bereizgailuek oso porotsuak izan behar dute xaflen arteko ioien higidura errazteko.

- *Gelaxken arteko konexioak*: Bateria baten tentsioa handiagotzeko, ontzi bakar batean hainbat gelaxka ditugunean, beharrezkoa izaten da elkarren ondoko gelaxken xafla positiboen eta negatiboen arteko konexioa egitea.

4.16.3 Metagailuaren ahalmena

Metagailu baten ahalmenak adieraziko digu berorrek gordetzen duen elektrizitate-kopurua. Hori ampere · ordutan (Ah) neurtzen da, eta adierazpen honen bidez kalkulatzen da:

$$Q = I \cdot t$$

4.16.4. Adibideak

1. Berun-metagailuen bateria bat, 92 Ah-ko ahalmena duena, 10 ordutan deskargatzen da. Zehaztu zein den deskargaren bataz besteko korrantea:

Ebazpidea: $Q = I \cdot t$, I bakanduz, $I = \frac{Q}{t} = \frac{92}{10} = 9,2 \text{ A}$

Metagailu baten ahalmena batez ere neurriaren arabera da, baita zelula-kopuruaren edo osagai akoplatuen arabera ere. Horiek ez ezik, honako faktore hauek ere eragina dute:

- Temperatura baxuek ahalmena txikiagotu egiten dute.
- Metagailuari korrante-kopuru handiak askatzea eskatzen diogunean, xafletako erreakzio kimikoak gainazalekoak direnez, metagailua azkarrago deskargatuko da, ahalmena murriztuaz.

Hortik ondoriozta daiteke deskargako intentsitatea zenbat eta txikiagoa izan, hainbat eta handiagoa izango dela metagailuaren ahalmena. Metagailu mota ezberdinek, deskarga-korrantearen eta deskarga-denboraren arabera, daukaten ahalmenari buruzko informazioa ematen digute fabrikatzaileek. 14.1. taulan ikus daiteke adibide baten bitartez nola jokatzen duten FEMSA markak merkaturatuta dauzkan metagailu batzuek hainbat intentsitatetarako eta deskarga-denboratarako.

ERREFERENTZIA	AHALMENA-Ah TARTE HAUETAN:			KARGEN INTENSITATE MAXIMOA A-TAN
	100 h	10 h	5 h	
2AEF-100-1	180	100	130	17
3AEF-150-1	240	150	130	26
4AEF-200-1	320	200	170	34
5AEF-250-1	400	250	215	43

4.16.5. Metagailu baten karga-tentsioa eta karga-korrontea

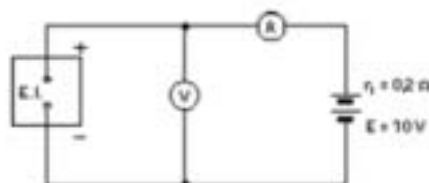
Metagailuen bateria kargatzeko KZeko elikadura-iturria konektatu behar da, bateriaren tentsioa baino handiagoa emango duena. Elikadura-iturriaren polo positiboa bateriaren positiboarekin jarriko da eta iturriaren negatiboa, berriz, bateriaren negatiboarekin.

Prozesu horretan garrantzizkoa da korronea zaintzea, fabrikatzaileak gomendatzen dituen gehienezko balioetatik gorakoa izan ez dadin. Balio hori metagailuaren ahalmenaren balioaren %10en ingurukoa izaten da. Adibidez, 80 Ah-ko metagailu batean gomendagarria litzateke karga-korrontea 8 amperetik gorakoa ez izatea.

Orokorrean, bateria-kargadorea erabiliko dugu bateria-iturri gisa. Kargaren gehienezko korrontea finkatuko da kargadore horrekin, kargaren prozesu automatikoa eginez eta, erabateko karga gauzatzen denean, deskonektatu egingo da.

4.16.6. Adibideak

101. irudian ageri den zirkuituan auto baten metagailuen bateriaren karga-sistema ikus dezakegu. Aurkitu elikadura-iturriak (E.I.) eman behar duen tentsioa zein izango den, bateriaren karga-intentsitatea 15 A-koa izan dadin, horretarako beraren barne-erresistentzia $0,2\Omega$ -ekoa dela eta daukan karga-egoera horretako indar elektroeragilea 10 V-ekoa dela kontuan hartuta.



101. irudia

Ebazpidea: Eratu den zirkuitu itxiari Kirchhoff-en bigarren legea aplikatzen badiogu, honako hau suertatuko da: elikadura-iturriak eman behar duen tentsioa (V), bateriaren (E) i.e.e.-ren eta barne-erresistentzian gertatzen den tentsio-erorketaren ($r \cdot I$) arteko batura izango dela.

$$V = E + r \cdot I = 10 + 0,2 \cdot 15 = 13 \text{ V}$$

4.16.7. Deskargako tentsioa eta korrrontea

Hargailu bati berun-metagailu bat konektatzen bazaio, borneetako tentsioak behera egiteko joera izango du, barne-erresistentzian gertatzen den tentsio-erorketaren eraginez. Metagailua deskargatuz joan ahala, borneetako tentsioak beherantz egiten du, eta erabat desagertzearaino irits daiteke. Mutur horretaraino inoiz ere ez heldzea garrantzizkoa da, jakina. Berez, *deskargako muga-tentsioa* den horretatik inoiz ez jaitea gomendatzen da, eta berun-metagailu baten kasuan hori 1,8 voltetkoa da gutxi gorabehera. Tentsio horretatik beherago jaitsiz gero, berun-sulfatozko (SO₄Pb) kristalak handiak eratzen dira deskarga-prozesuan (xaflen sulfatazioa), eta zail gertatzen da gero karga-prozesuan berriz osatzea.

Metagailuen bateria muga-tentsioaren azpitik deskarga ez dadin, bateriaren tentsioa eta borneetako korrrontea etengabe zaintzen duten erregulatzailer automatikoak erabiltzen dira. Hortaz, komeni ez diren balioetara heldutakoan deskonektatu egiten da.

4.16.8. Barne-erresistentzia

Berun-metagailu baten barne-erresistentzia oso txikia da. Horrek hainbat abantaila eta arazo ditu.

Barne-erresistentzia txikia denez gero, bertan gertatzen den tentsio-erorketa ere txikia izango da eta, ondorioz, bornetako tentsioa egonkorragoa da korrronte-aldaketekiko. Gainera, potentzia-galerak txikiak izango dira.

Bestalde, zirkuitulaburra gertatuz gero, barne-erresistentzia txikiak korrrontea handiagotu dezake, eta xaflak ere deforma ditzake. Hori horrela izanik, zirkuitulaburrak saihestu egin behar dira, horretarako babes egokiak erabilia.

4.16.9. Metagailu baten bizitza

Metagailu baten bizitza ez da mugagabea. Luzeetan kargatu gabe gordeta egoteak eta metagailua erabiltze hutsak, aldaketak eragingo ditu elektrodoetan. Elektrodoak herdoildu, xaflak sulfatatu, edo beste zerbait gerta daiteke, eta horrela, metagailuaren ahalmena txikitu egingo da behar bezalako funtzionamendurako onargarriak ez diren balioetaraino. Gainera, etengabeko karga eta deskarga-zikloen poderioz erauzi egingo dira elektrodoetako gai eraginkorrak eta azkenean elektrolitoaren ontziaren hondoan metatuko dira, bi xaflen arteko zirkuitulaburrak eragin ere eragin ditzaketelarik. Hori horrela denean, metagailua ezin izango da berriro erabili.

4.16.10. Metagailuaren autodeskarga

Metagailua luzaroan erabili gabe edukiz gero, ahalmena murriztu egingo da. Auto-deskarga izenaz ezagutzen dugu gertaera hori.

Berezko deskarga askoz sarriago gertatzen da metagailuetan piletan baino. Autodeskargaren ondorioek luzaroan gorde den metagailuari kalterik egin ez diezaioten, komeni izaten da aldian behin berriz kargatzea, autodeskargak eragiten dituen galerak konpentsatzeko. Hori horrela, berun-metagailu batean, esate baterako, urtebetean % 100eko galera gertatuko da, autodeskargaren eraginez. Metagailu alkalinoetan txikiagoak izaten dira balio horiek, eta % 30en ingurukoak izaten dira urtebetean.

Tenperatura da autodeskargan eraginik handiena izaten duen faktorea eta, horregatik, metagailu-bateria luzaro gorde nahi izanez gero, komeni izango da tenperatura baxua izatea.

4.16.11. Metagailua mantentzeko oinarrizko eragiketak

Metagailu baten bizialdi erabilgarria eta errendimendua zainketen eta mantentze-lanen araberakoak izango dira funtsean. Mantentze lanak, aldian behin ikuskatzea eta honako

jarduketa hauek gauzatzean dautza:

- Elektrolitoaren egoera zaintzean
- Garbitzean

Metagailuen bateria mantentzeko garrantzi handikoa da, elektrolitoaren maila eta kontzentrazioa zaintzea izango da. Elektrolitoak xaflak estali ezean, berriro bete beharko da ontzia elektrolito egokia erabilita, maila egokira iritsi arte. Zeregin hori gauzatzeko, bateriaren karga-egoera zaindu behar izango da, elektrolitoaren dentsitatea aldagai horren araberakoa izaten baita. Zeregin hori gauzatzeko elektrolitoaren lagina hartu ohi da, dentsimetro izenekoa erabiltuta; dentsitatea egiaztatu, dentsitate bereko disoluzioa prestatu eta ontzikoari eransten zaio.

Era berean, komeni izaten da aldian behin elektrolitoa erabat ordezkatzeko, hainbat karga eta deskarga-zikloren ondoren elektrolitoa kutsatu egiten baitute esekiduran dauden partikula solidoak, eta horrela xaflen arteko zirkuitulaburrak gerta baitaitezke. Fabrikatzaileek adieraziko digute zenbatero gauzatu behar den zeregin hori.

Mantentze-lana eskatzen duten metagailu-baterietan (ez dituzte tapoi bereziak, sortzen diren gasak birkonbinatu eta berriz ere, elektrolitora itzuliko den likido bihurtarazteko), etengabe egiten du ihes urak tapoietan zehar. Horregatik, elektrolitoaren mailak behera egin duela ikusten denean, konpentsatu beharra dago; horretarako ur distilatua botatzen zaio, eta beraren dentsitateak aurretiaz finkatutako balioetan eutsi beharko diola kontuan hartuta.

Funtsezko beste zeregin bat garbitzea da da. Aldian behin kanpotik garbitzea komeni da, konexioen borneen sulfatazioak eta oxidazioak saihesteko.

Azkenik, garrantzitsua da segurtasun-neurri jakin batzuk betearaztea metagailuak erabiltzean arriskurik izan ez dadin. Honako hauek dira neurri horiek:

- Kontuz ibili elektrolitoa isuri eta zipriztinak botatzen ibili gabe, azalarentzat kaltegarriak baitira.
- Metagailuetatik askatzen den hidrogenoa kontzentratuz gero, estandak gerta daitezke. Beraz, metagailuak leku aireztatuan jartzea komeni da. Gainera, bateria-aretoen instalazioek ezin dute txinpartarik sortu.

- Baterien konexioak material isolatzaile onekin estaltzea. Horrela material metalikoak jausita sortzen diren zirkuitulaburrak saihestuko dira.

4.17.12. Metagailuen bateria baten karga neurtzea

Aldiro egin behar diren mantentze-lanen barruan bateriaren karga neurtzea oso garrantzitsua da. Izan ere, epe luzean deskargatuta dagoen bateria batek kalte handiak eragin ditzake.

Karga neurtzeko hainbat modu daude:

- Elektrolitoaren dentsitatea neurtu.
- Gelaxken tentsioa neurtu.

Lehen prozedurak berun-metagailuetarako baino ez du balio. Metagailu alkalinoetan elektrolitoaren dentsitateak ia-ia aldaketarik gabe irauten du karga eta deskargako zikloetan

Berun-metagailu batean elektrolitoaren dentsitatea kargaren egoeraren araberakoa da. Hortaz, kargak gora egiten duen heinean, bere dentsitateak ere gora egiten du. Kargaren egoeraren eta elektrolitoaren temperaturaren arabera, elektrolitoen dentsitateari buruzko informazioa ematen digute baterien fabrikatzaileek. Hona hemen adibide moduan berun-metagailu baten elektrolitoaren dentsitate-balioak:

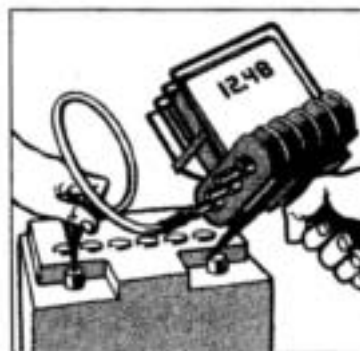
- guztiz kargatuta.....1,275 g/cm³
- erdikargatuta.....1,23 g/cm³
- deskargatuta.....1,1 g/cm³

Elektrolitoaren dentsitatea neurtzeko dentsimetroa erabiltzen da (ikus 102. irud.).

Metagailu baten tentsioa neurtzeko voltmetro berezi bat behar da. Voltmetro horri paraleloan erresistentzia bat ipini zaio, 103. irudian erakusten den moduan. Hortaz, elementu baten tentsioa neurtzeko, segundo gutxi batzuek deskarga handi bat eragiten zaio. Metagailuen fabrikatzaileek kargen egoerari buruzko informazioa ematen digute, gailu horiekin neurtutako tentsioaren arabera. Guztiz kargatutako metagailuetarako tentsioa handiagoa da.



102. irudia



103. irudia

BIBLIOGRAFIA

FIDALGO SANCHEZ, José Antonio; FERNANDEZ PEREZ, Manuel Ramón; FERNANDEZ FERNADEZ, Noemi; *Tecnología Industrial*, everest, La Coruña, 2008.

SILVA RODRIGUEZ, Francisco; *Tecnología Industrial*, McGraw-Hill, Aravaca, 2008.

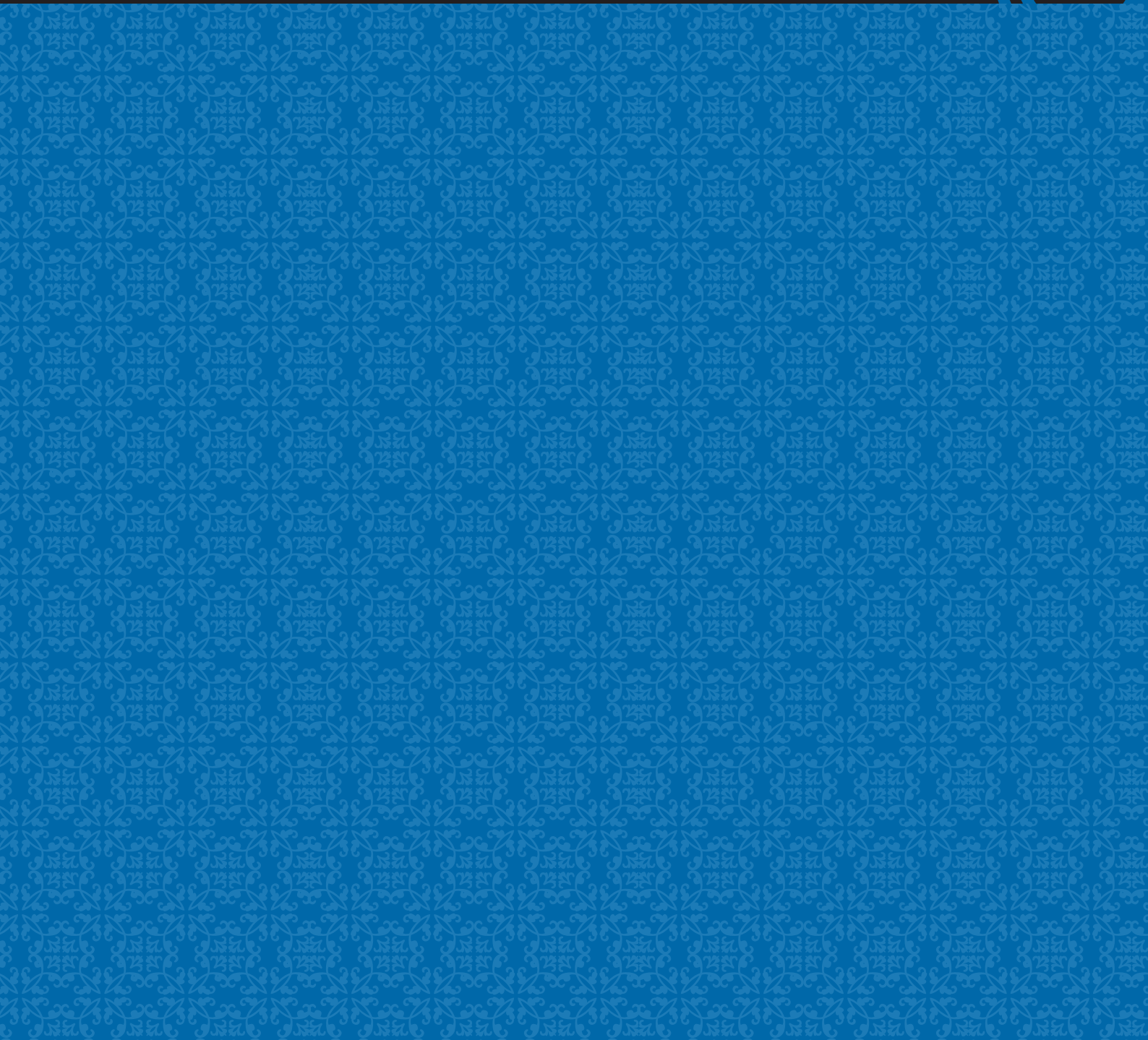
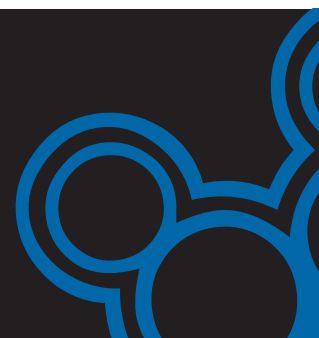
Web orriak:

<http://www.elhuyar.org/lhmateriala.html>

<http://testubiltegia.ehu.es/register>

<http://perso.wanadoo.es/jalons3/cursor/>

<http://www.jakinbai.com/lanbideki>



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

ISBN: 978-84-457-3040-9



9 788445 730409