

1. SARRERA

Atal honetan, laborategiko zirkuituetan oinarrizkoak diren osagai pasibo nagusiak analizatuko ditugu: erresistentziak, kondentsadoreak eta harilak.

Horien artean interesgarrienak diren erresistentziak eta kondentsadoreak maiz erabiliko ditugunez, merezi du beren funtzionamenduaren ezaugarriak eta aukerak ohi baino sakonki ikastea, gero ager daitezkeen efektu ez-idealak ezagutu eta aurreikusteko egokia izango da eta (Erresistentzien kasuan, hiru mota analizatuko dira: finkoak, doigarriak eta ez-linealak).

Bestalde, hirugarren osagai pasiboa, harila, ez da praktikan erabiliko, baina funtsezko osagai elektronikoa denez, aurkeztu egingo dugu.

2. ERRESISTENTZIA FINKOAK

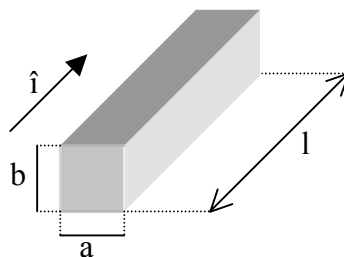
2.1 Erresistentziaren jatorria

Erresistibitatea eta erresistentzia

Lagin baten erresistentzia elektrikoa (R) bere terminalen artean aplikatzen den tentsioaren eta, ondorioz, hura zeharkatzen duen korrontearen arteko erlazioa da:

$$R = \frac{V}{I} (\Omega)$$

R (Ω) erresistentzia hau, ρ ($\Omega \cdot \text{cm}$) erabilitako materialaren erresistibitatearen eta laginaren geometriaren araberakoa da. Horrela, irudian agertzen den laginaren kasuan, korrontea \hat{i} bektorearen noranzkoan baldin badao: $R = \rho \frac{l}{S} \left(\Omega \cdot \text{cm} \cdot \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2} \right)$



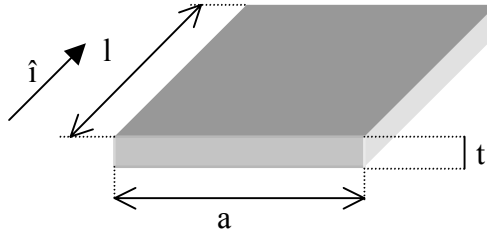
2.1 Irudia. Lagin baten erresistentzia

non:

- Luzera (l cm) korrontearen norabideari jarraitzen neurtzen den
- Eta S, sekzioa den (korrontearen norabidearekiko elkarzuta): $S = a \cdot b$

Geruzako erresistentzia

Geruza edo orri erresistiboen kasuak arreta berezia merezi du. Demagun ρ erresistibitateko material bateko t lodierako geruza edo orri bat daukagula.



2.2 Irudia. Lamina baten geometria eta zeharkatzen duen korronea

Orduan, lamina honek aurkezten duen erresistentzia $R = \rho \cdot \frac{l}{a \cdot t} = \frac{\rho}{t} \cdot \frac{l}{a}$ izango da.

- Normalean, geruzaren lodiera nahiko baxua eta konstantea izaten denez, $R_{sheet} = R_{geruza} = \rho / t$ ($\Omega / koadro$) geruza / gainazaleko erresistibitatearekin lan egiten da. Hau, material honetaz egindako koadro batek agertzen duen erresistentzia izango da (hau da, $l = a$ dimentsioak dituzten karratu guztien erresistentzia da).
- Geometria orokor baten luzera / zabalera (l/a) erlazioak itxura-erlazioa izena du.

Beraz, lamina orokor baten erresistentzia, geruzako erresistibitatearen eta itxura-erlazioaren biderkadura izango da.

2.2 Balio nominala, tolerantzia eta balio hobetsiak

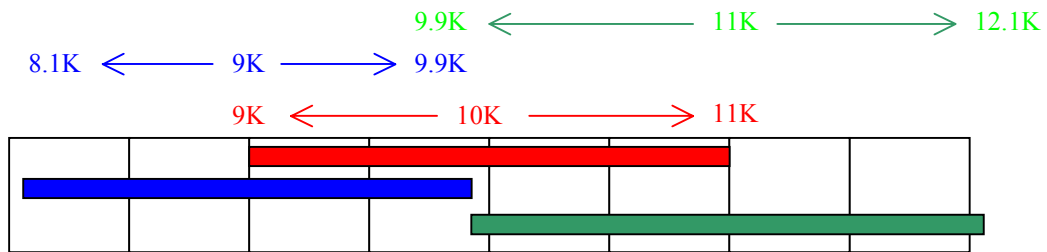
Erresistentzia baten **balio nominala**, fabrikatzaileak osagaiaren kapsulan adierazten duen balioa da.

Tolerantzia, balio errealek fabrikatzaileak adierazitako balio nominaletik har dezakeen desbideraketa maximoa da, eta balio nominalaren %etan adierazten da. Beraz, erresistentzia bat ikusita, bere benetako balioa ez da zehazki ezagutzen eta fabrikatzaileak ziurtatzen digun gauza bakarra hau da: erresistentzia, balio nominalaz eta tolerantziaz mugatzen den tartean egongo dela.

Adibidez: Erresistentzia baten balio nominala $10K\Omega$, eta tolerantzia % 10a badira, balio erreala $9K\Omega$ eta $11K\Omega$ artean egongo da

Tolerantzia dela eta, balio nominaleko erresistentzia guztiek har litzaketen balioak analizatuz gero, ez da batere logikoa balio posible guztiak fabrikatzea, zeren eta balio ezberdineko erresistentzi batzuk balio erreal berdinekoak gerta baitaitezke.

Adibidez, %10eko tolerantzia duten erresistentziekin,



2.3 Irudia. %10-eko tolerantzia duten hiru balio nominali dagozkien balio posibleak

Ikusten denez, 9KΩ, 10KΩ eta 11KΩ balioetako hiru erresistentzietz, 9.9KΩ-eko balioko erresistentzia lor liteke.

Balio hobetsiak

Merkatuan dauden balioak normalduta daude eta hamarkada bakoitzeko behar den erresistentzia kopurua tolerantziaren arabera izango da (zenbat eta tolerantzia handiagoa, orduan eta balio gutxiago hamarkada bakoitzeko)

Adibidez:

E24 seriea, %5ko tolerantziaz Dekada bakoitzeko 24 balio daude

E12 seriea, %10ko tolerantziaz Dekada bakoitzeko 12 balio daude

Balioek, ondoko ekuazioari jarraitzen diote:

$$10^{\frac{n-1}{x}}$$

non x (Ex) dekada bakoitzeko dauden balioak diren.

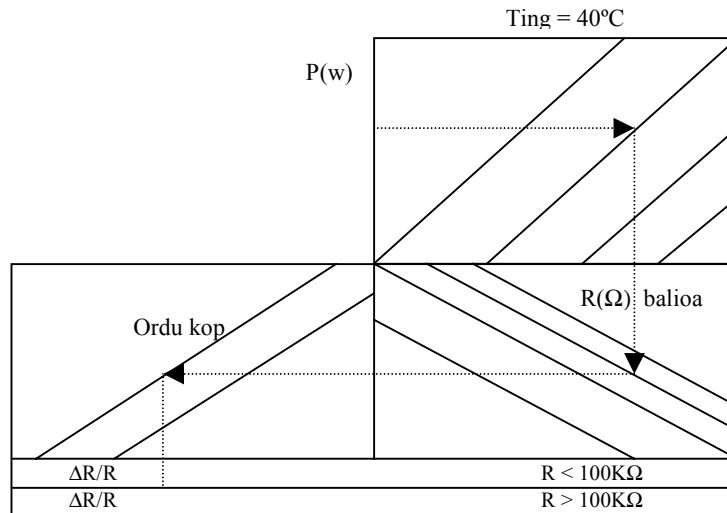
Adibidez, E6 seriean, 1, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7 eta 6.8 balioak erabiltzen dira.

2.3 Beste kontzeptu batzuk

2.3.1 Balio erresistiboaren aldaketak

2.3.1.1. Egonkortasuna

Egonkortasuna behin betiko aldaketei (aldaketa iraunkorrei) dagokien kontzeptua da. Fabrikatzaileak, lan baldintza zehatzetan gerta edo ager daitekeen ΔR/R atoiko balio maximoa kalkulatzeko behar diren taulak edo nomogramak eman ohi ditu.



2.4 Irudia. Erresistentziaren balioaren atoa kalkulatzeko nomograma

2.3.1.2. Tenperatura koefizientea

Erresistentzia batek temperaturarekin duen aldaketa, α tenperatura koefizienteak zehazten du. Aldaketa hau itzulgarria da (behin behinekoa).

$$\alpha = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT}$$

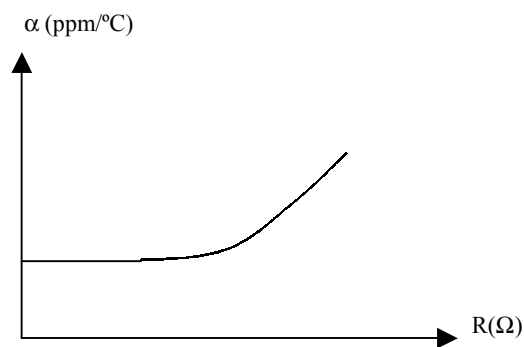
tenperatura koefizientea izango da eta %/°C unitateetan adieraziko

da (edo ppm/°C-tan: milioiko 'x' zatitan gradu bakoitzeko).

Normalean, erresistentziaren aldaketa temperaturarekiko lineala izaten da eta tenperatura batean erresistentzia batek hartzen duen balioa kalkulatzeko (T_0 tenperaturako baliotik abiatuz gero) oso formula sinplea erabiltzen da:

$$R(T) = R(T_0) \cdot [1 + (T - T_0) \cdot \alpha]$$

Formula honetan agertzen den α koefizientea tauletan edo beheko grafikoaren antzeko irudietan bila dezakegu:



2.5 Irudia. Tenperatura koefizientea erresistentziaren balioaren arabera

2.3.2 Potentzia barreiapena

Erregimen jarraitua

Erresistentzian tentsio jarraitu bat aplikatzen badugu, xahutu behar den potentzia

$$P = \frac{V_{DC}^2}{R}$$

izango da.

Potentzia honek denborarekin suposatzen duen lanak edo energiak, beroaren forma hartzen du eta erresistentziaren berotzea eragiten du, kanpoalderanzko bidean. Tenperaturaren igoera ez da berdina erresistentziaren gorputz osoan baina puntu beroaren (beroaren) tenperatura igoera hartzen da erreferentziazat.

$\Delta T_{\text{puntu beroa}} = T_{pb} - T_{amb} = P \cdot R_{th}$, non R_{th} dispositiboaren erresistentzia termikoa den ($^{\circ}C/W$ unitateekin).

R_{th} beste dispositiboetan ere (transistoreetan, potentziako dispositiboetan ...) agertzen den parametroa da.

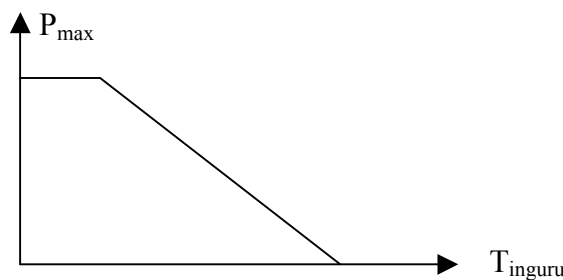
Tenperatura altuegiek erresistentzia (osagai orokorra) hautsi dezakete eta beraz, tenperatura maximoarekin erlazionaturiko potentzia maximoa agertzen da.

$$P_{max} = (T_{max} - T_{amb}) / R_{th}$$

non T_{amb} inguruko tenperatura den.

Zenbait kasutan, (potentzia handiko dispositiboetan) beroa ingurura transferitzea erraztea komeni da, azalera areagotzen edo beste osagai batzuk (bero barreiatzaileak) gehitzen.

Fabrikatzaileak ematen digun datua dewataje delakoaren kurba izaten da, zeinek inguru tenperatura ezberdinetan erresistentziak xahu dezakeen gehienezko potentzia islatzen baitu.



2.6 Irudia. Potentzia maximoa inguru tenperaturaren arabera

Erregimen ez jarraitua

Erresistentzian aplikatzen den seinalea konstantea ez bada, tenperatura ere ez da, orokorrean, konstantea izango baina seinalearen aldaketa osagaiaren α koefiziente termikoaren aldaketa baino askoz azkarragoa izaten da eta beraz erresistentzia

konstantetzat joko dugu. Kasu honetan, erresistentzian barreiatzen den potentzia kalkulatzeko tentsioaren balio efikaz edo eraginkorra erabiliko dugu.

$$P = \frac{1}{T} \int_T \frac{v^2(t)}{R} dt = \frac{V_{ef}^2}{R}$$

2.3.3 Mugako tentsioa

Erresistentzia batek jasan dezakeen gehieneko tentsioak bi jatorri ezberdin ditu:

Mugapen termikoa

Erresistentzia batean ager daitekeen tenperaturak muga bat du eta, beraz, aplikaturiko potentzia mugatuta dago. Ondorioz, balio ohmikoarekin erlazionaturiko gehieneko tentsioa kalkula dezakegu:

$$P_{\max} = \frac{V_{\max}^2}{R} \Rightarrow V_{\max} (\text{potentzia}) = \sqrt{P_{\max} \cdot R}$$

Dielektrikoa dela eta agertzen den mugapena

Bada une bakar batez ere gainditu ezin daitekeen tentsio maximo bat (bestela, haustura dielektrikoa gertatzen da: eremu elektriko altuegia da eta erresistentziaren gorpua eta kanpoaldea osatzen duten isolatzaileak eroaten hasten dira). Tentsio maximo honek ‘mugako tentsioa’ edo ‘limiting voltage’ ditu izenak eta dielektrikoaren funtzioa da $V_{\max}(\text{dielektriko})$.

Balio ohmiko altuko erresistentziak ez dira potentziaz mugatuko, baizik eta dielektrikoko haustura-tentsioaz. Aldiz, zenbat eta balio ohmiko baxuagoa, orduan eta azkarrago mugatzen dira potentziarekin erlazionatuta dagoen tentsioaz.

Definizioz, **serie baten erresistentzia kritikoa** bi motetako mugapenak batera jasaten dituen da:

$$R_{\text{kritikoa}} = \frac{V_{\max}(\text{dielektriko})^2}{P_{\max}}$$

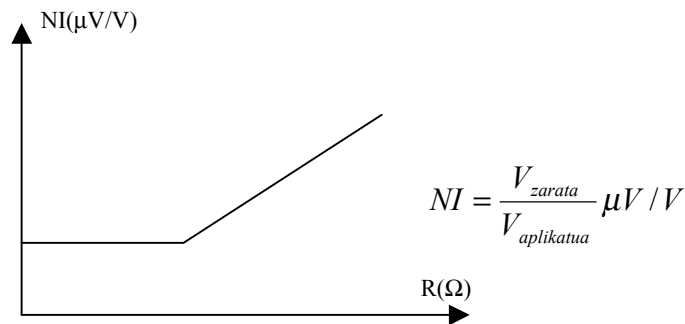
Tentsioa maximoa baino pixka bat handiagoa denean, balio ohmiko handiagoko erresistentziak aldiuneko tentsioaz eta balio txikiagokoak potentziarengatik hausten dira.

2.3.4 Zarata

Zarata izenez ‘benetako seinleari gainezartzen zaion eta espero ez zen edozein seinale nahigabe’ adierazten da.

Beste zarata-iturri batzuen artean, osagaiak beraiek aipatu behar ditugu; batez ere aktiboak baina pasiboak ere bai.

Erresistentzia batek eragiten duen zarata karakterizatzeko, fabrikatzaileak N.I. zarata-indizea erabiltzen du.

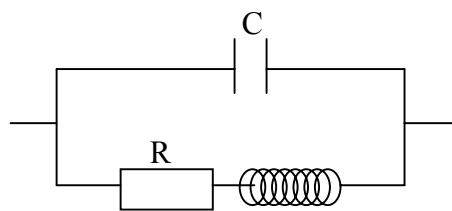


2.7 Irudia. Zarata indizea erresistentziaren balioaren arabera

Ikusten denez, erresistentzia altuek zarata gehiago sortzen dute.

2.3.5 Maiztasunarekiko portaera

Erresistentzia baten portaera bakarrik maiztasun baxuetan da erresistibo purua. Maiztasuna igotzean erresistentziaren kapazitate eta induktantzia parasitoak hartu beharko ditugu kontuan, bai eta hauek ekartzen dituzten ondorioak edo mugak ere.



2.8 Irudia. Erresistentziaren zirkuitu baliokidea

Mugako maiztasunaren balioa erresistentzia motaren araberakoa izango da. Horrela, harilduriko erresistentziek maiztasun baxuagoetan dute erabilera-muga.

Fabrikatzaileak Z/R_{DC} eman ohi du maiztasun eta balio nominal zehatz batzuentzat.

2.4 Erresistentzia finkoen sailkapena

2.4.1 Osaketazko erresistentziak (edo erresistentzia aglomeratuak)

Ikatzez, material isolatzailez eta erretxina biltzailez ostzen dira. Balio ohmiko ezberdinak lortzeko, ikatzaren eta isolatzailearen portzentaiak aldatzen dira.

Ezaugarriak:

- Zurruntasun mekaniko ona
- Tentsio eta tenperatura koefiziente baxuak
- Zarata maila altua
- Egonkortasun eskasa
- Tolerantzia handia (kaxkarra)

2.4.2 Geruzako erresistentziak

Ikatzezko geruzako erresistentziak

Erresistentzia mota honetan, eroale-isolatzaile ore nahasi bat tutu formako lagin batean ezartzen da. Tutua beirazkoa eta material zeramikozkoa izaten da.

Ezaugarriak:

- Tenperatura koefiziente altua
- Tentsio altuak txarto jasaten dituzte
- Zarata eta tentsio koefiziente hutsalak
- Egonkortasun ona
- Prezisio ona

Geruza metalikozko erresistentziak

Beira, kuartzo eta portzelanazko euskarri batean ezarririko metalez, aleazio metalikoez edo oxido metalikoez osatzen dira.

Oso egonkortasun eta prezisio onekoak dira eta zarata maila oso baxua denez aplikazio finetan erabili ohi dira.

Ezaugarriak:

- Potentzia eta tentsio baxukoak
- Egonkortasun altua
- Tolerantzia txikiak
- Tenperatura koefiziente baxua eta lan tenperatura altuak
- Zarata maila baxua

Geruza metalikozko erresistentzia sareak

Fabrikazio prozedura honen bidez, erresistentzia sareak integra daitezke. Abantaila nagusiak beraien tamaina txikia eta sareak osagai integratu batean edukitzea ahalbidetzea dira.

Ezaugarriak:

- Prezio merkeagoa
- Tolerantzia baxuagoak
- Balio ohmiko ezberdinak lortzeko aukera ematen da, barneko egitura eta integraturiko erresistentziak lotura ezberdinez antolatzen.

2.4.3 Harilduriko edo biribilkaturiko erresistentziak

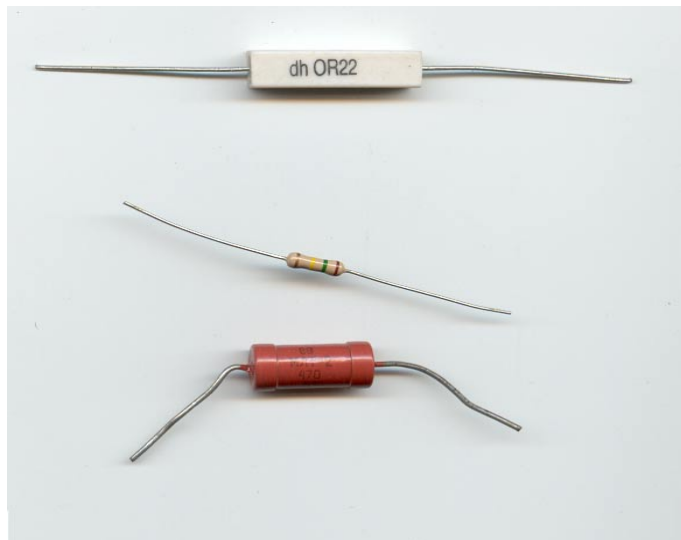
Euskarri zeramiko edo beirazko baten inguruan, metalez edo aleazioez osaturiko haril edo zerrenda erresistibo bat biribilkatu egiten da

Bi motatan sailkatzen dira:

- Potentziako erresistentzia harilduak
- Prezisioko erresistentzia harilduak

Ezaugarriak:

- Potentzia altua xahutzea ahalbidetzen da
- Prezisio altua
- Zurruntasun mekaniko ona
- Efektu induktibo nabarmenak (ezin dira maiztasun altuetan erabili)



2.9 Irudia. Erresistentzien itxura: Goian, potentziako harildurikoa (gorputz zeramikozkoa), Erdian, ikatzezko geruzakoa, Behean, potentzia ertaineko ikatzezkoa

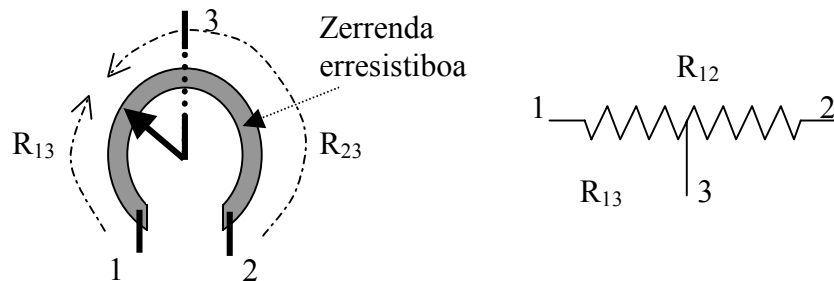
3. ERRESISTENTZIA DOIGARRIAK (POTENTZIOMETROAK)

Aplikazio askotan, balio ohmiko doigarria duen osagai erresistibo bat behar da.

Erabilerarik usua, zirkuituko osagai ezberdinen tolerantzien efektua konpentsatzea izaten da (horretarako erresistentzia doigarri pare bat nahikoa izaten da).

Erresistentzia doigarri bat lortzeko, zerrenda erresistibo bat hiru terminalaz hornitzen da: hiruetako bik (1 eta 2) zerrendaren ertzetan kontaktatzen dutenez, beraien arteko erresistentzia finkoa da (R_{12} , kapsulan agertzen den balio nominala, zerrenda osoaren erresistentzia). Hirugarren terminalak (3), aldiz, zerrendaren edozein puntutan kontakta dezake, mekanikoki (bihurkin batez) doi daitekeen angelu baten arabera eta, beraz, beste bi terminaletaraino dagoen bide erresistiboaren luzera kontrola daiteke.

Horrela R_{13} eta R_{23} aldakorrak dira, $R_{13} + R_{23} = R_{osoa} = R_{12}$ betetzen delarik.



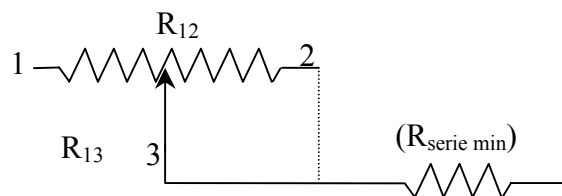
2.10 Irudia. Potentziometro baten egitura eta zirkuitu baliokidea

$$R_{13} = x \cdot R_{12},$$

non x ($0 \leq x \leq 1$), erresistentzia doigarriaren legea den.

Aplikazioak:

1. Zirkuitu elektronikoetan, bere erabilera nagusia erresistentzia doigarria (potentziometroa) da:



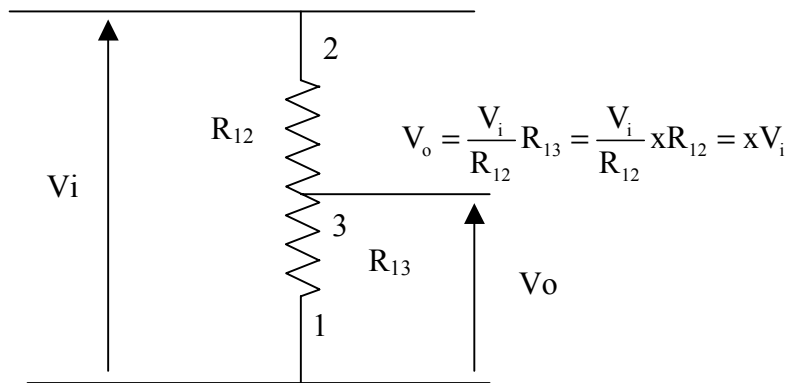
2.11 Irudia. Potentziometro baten erabilera zirkuitua

Honetan, R_{13} erresistentzia doigarria ($0 < R_{13} < R_{zerrenda}$) erabil daiteke, besterik gabe, baina bi hobekuntza egin daitezke:

- Hirugarren terminalaren konkatu fisikoaren galerak (nahiko litekeena da, ezaugarri mekanikoak direla eta) ekar ditzakeen arazoak saihesteko, erdiko puntua (3) bigarren terminalarekin ere lotzen da (marraz adierazitako kontaktua). Honela, ikara mekaniko batek hirugarren terminalaren kontaktua galarazten badu, $R_{max} = R_{12}$.
- Askotan, erresistentzia nuluak ager ez daitezen, serieko erresistentzia minimo bat gehitzen zaio ($R_{serie\ min}$).

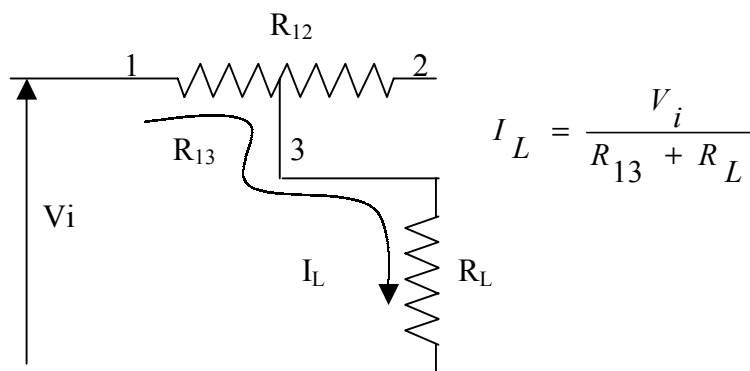
Horrela: $R_{serie\ min} < R < R_{zerrenda} + R_{serie\ min}$

2. Beste erabilera batean, erlazio doigarria aurkezten duen tentsio banatzailearena da (potentziometro gisa):



2.12 Irudia. Potentziometroa tentsio banatzaile gisa

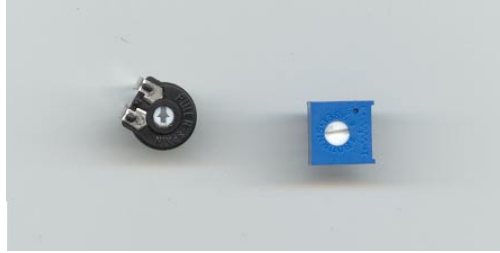
3. Azkenik, erresistentzia aldakorra karga batean barreatuko den potentzia (altua) doitzeko erabiltzen bada, esaten da erreostato moduan lan egiten duela.



2.13 Irudia. Erreostatoaren erabilera zirkuitua

Bi motako potentziometroak aurkitzen ditugu normalean:

- Biraketa angelu txikia onartzen dituztenak: kaxkarrak izaten dira, x erlazioaren kontrol mekanikoa oso doia ez delako. Gainera, hirugarren terminalaren kontaktu fisikoa erraz galtzen dute.
- Bira askotakoak. Hauetan, erresistentziaren banaketa prezisio handiz kontrola daiteke eta, nahiz eta garestiagoak izan, askoz ere interesgarriagoak gertatzen dira prezisioko aplikazioetan (ia ezinbestekoak).



2.14 Irudia. Potentziometroen itxura

4. ERRESISTENTZIA EZ-LINEALAK

Erresistentzia hauen I-V ezaugarria ez da funtzio lineala. Hau da, erresistentziaren ageriko balioa ($R = V/I$) aldagai batzuekin (tenperaturarekin, tentsioarekin...) aldatzen da.

R-k jatorrizko baliotik duen desbideraketa erresistentzia finkoetan nahigabeko efektua den bitartean, erresistentzia ez-linealen kasuan, hauxe da intereseko ezaugarri nagusia.

Erresistentzia ez-linealen mota nagusiak hauek dira:

- Termistoreak (PTC, NTC): Beraien balioa tenperatuaren arabera da.
- Varistoreak (VDR): Balio ohmikoa aplikatutako tentsioarekin aldatzen da.
- Bestelakoak (LDR, MDR): Argiztapenarekin edo eremu magnetikoarekin aldatzen dira.

4.1 NTC (Negative Temperature Coefficient) Termistoreak

Erresistentzia hauetan, tenperatura igotzean, balio ohmikoa jaisten da.

Material batzuetan, tenperatura igotzean erresistibitatea txikitzen da: erdieoroale intrintsekoetan, adibidez, eramaile kontzentrazioa esponentzialki hazi eta eroankortasuna areagotzen da.

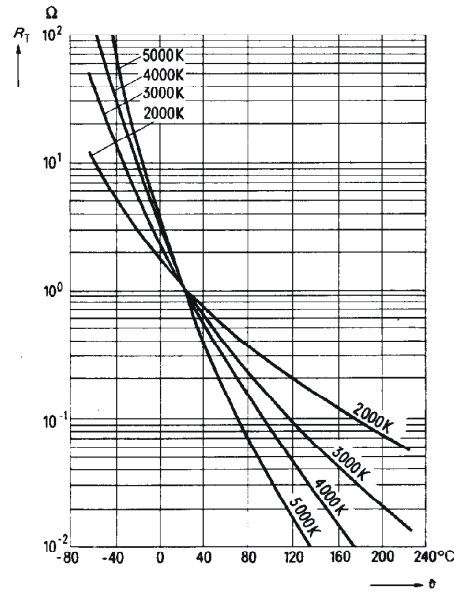
NTC termistoreak ez dira monokristalez eraikitzen eta, beraz, beraien portaera ez da erdieoroaleen fisikak deskribatzen duena. Halere, erresistentziaren aldaketak, formula esperimental sinple batez adieraz daitezke.

$$R_T = R_N e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_N} \right)}$$

NTC-ek hiru aplikazio nagusi dituzte:

- a) R-T ezaugarrian oinarritzen diren erabilerak (tenperaturaren neurketa, adibidez)
- b) V-I ezaugarrian oinarritzen diren aplikazioak (autoberoketa zonaldea)
- c) Inertzia termikoan oinarritutakoak

Normalean, formularekin baino, funtzioaren adierazpen grafiko esperimentalarekin lan egiten da.

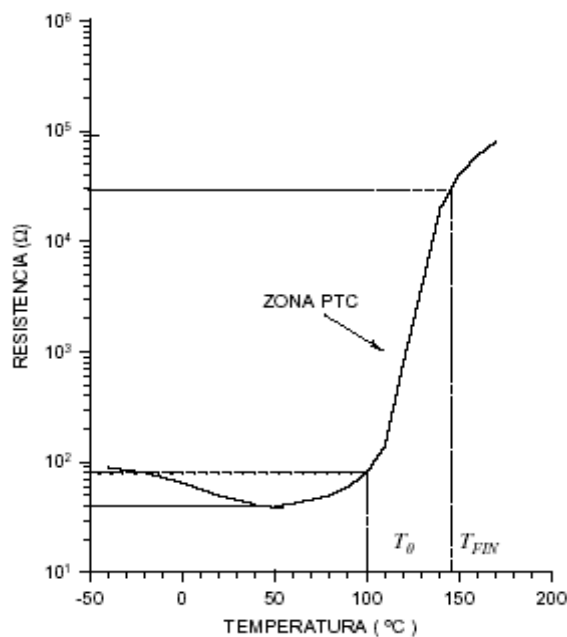


2.15 Irudia. NTC multzo baten ezaugarria

4.2 PTC (Positive Temperature Coefficient) Termistoreak

Erresistentzia hauek tenperatura-koefiziente positiboa dute, metalen erresistibitatearekin gertatzen den bezala. Halere, metalen erresistentziaren aldaketa-maila oso nabarmena ez denez, titanato zeramikoan antzeko materialez osaturiko ale askotako egiturak erabiltzen da.

Normalean, tenperatura tarte laburretan erabil daitezke.



2.16 Irudia. PTC baten ezaugarria, tarte erabilgarria adierazten

Fabrikatzaileek kasu bakanetan bakarrik ematen dute R-T portaeraren adierazpen matematiko bat eta, beraz, grafikoekin lan egin ohi da.

PTC-ek, NTC-ek zituzten aplikazioen berdintsuak izaten dituzte.

4.3 VDR (Tentsioarekin aldatzen diren erresistentziak)

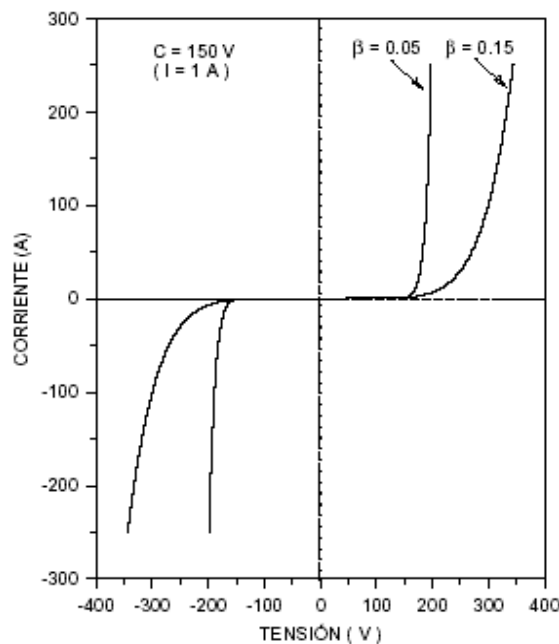
Tentsioarekin erresistentzia aldatkorra duten osagaiak lortzeko, ale askotako egitura bereziak erabiltzen dira, zeinetan eroapen mekanismoen kontrola aleen arteko mugek baitute. Eroapen mekanismo konplexu hauek, azken finean, ondoko ekuazioaz modelatu ohi dira:

$$I = KV^\alpha \text{ (edo } V = CI^\beta \text{ non } \alpha = 1/\beta \text{ eta } K = C^{-\alpha}\text{)}$$

Eta, ondorioz, erresistentziaren aldaketaren legea honela geratzen da:

$$R = V/I = 1/K \cdot V^{1-\alpha} = C \cdot I^{\beta-1}$$

Hala ere, askotan grafikoki lan egiten da.



2.17 Irudia. VDR biren ezaugarria

VDR erresistentzien aplikazio nagusia, karga induktiboek suposatzen dituzten korrante puntun ezabapena da.

Karga induktibo bat zirkuitutik kentzen dugunean honetan zehar korrante bat pasatzen ari bazen, aldameneko zirkuitua apurtzeko moduko tentsio punta bat ager daiteke. Karga induktiboekin paraleloan honelako VDR erresistentziak jartzean, harilak badu –tentsioa gehiegi igo gabe- korrantez deskargatzeko bide bat.

4.4 Beste erresistentzia ez lineal batzuk (LDR, MDR)

Linealak ez diren ikusitako erresistentzietan gain, badaude eremu magnetikoen edo argiaren menpe bere balioa aldatzen duten erresistentziak (MDR eta LDR).

Hauen artean, erabilienak LDRak izaten ziren, zeren eta argia detektatzeko aplikazioetan erabiltzen baitziren. Orain, fotodiodoak eta fototransistoreak oso garaturik daudenez eta malgutasun handiagoa eskaintzen dutenez, LDRak ez dira ia erabiltzen.



2.18 Irudia. Argiarekin aldatzen den erresistentzia (LDR)

5. KONDENTSADOREAK

5.1 Kapazitate nominala eta tolerantzia

Kondentsadoreak, karga gordetzeko diseinaturiko osagai pasiboak dira eta, hortaz, beraien parametro karakteristikoko nagusia kapazitatea da.

Elementu baten kapazitatea, tentsio bat aplikatuz gero karga gordetzeko aurkezten duen ahalmenaren adierazlea da eta bi magnitude hauen erlazioaz kalkulatzen da:

$$C = Q_{\text{gorde}}/V_{\text{aplikatu}}$$

Osagaia, dielektriko isolatzaile batek banatzen dituen bi xafla eroalez eraiki ohi da. Kapazitatearen balioa geometriak eta materialaren konstante dielektrikoak finkatzen dute.

$$C = \epsilon_{\text{dielektriko}} \cdot f(\text{geometria})$$

Oso ezaguna den xafla paraleloez eraikitako kondentsadorearen kasuan:

$$C = \epsilon_{\text{dielektriko}} \cdot \frac{S}{d}$$

non S eta d, xaflen azalera eta bien arteko distantzia diren.

Kondentsadore baten **kapazitate nominala** baldintza normaletan agertuko duen aurreikusitako kapazitatea da. Baldintza normaldu hauek, $T = 25^{\circ}\text{C}$ eta $f = 1\text{KHz}$ izaten dira (kondentsadore elektrolitikoak maiztasun baxuagoetan erabiltzen direnez, hauentzat $f_{\text{erreferentzia}}=100\text{Hz}$).

Kondentsadorearen balio erreala nominalaren inguruan egongo da, bien arteko distantzia maximoa **tolerantziak** zehazten duelarik. Tolerantzia osagaien agertzen den letra batek adierazi ohi du.

5.2 Kapazitatearen aldaketak temperatura eta maiztasunarekin

Temperaturarekiko menpekotasuna lineala bada, α temperatura-koefizientea emango digute, erresistentziekin bezala erabiltzeko.

Lineala ez bada, $\Delta C/C$ vs T grafikoa erabili beharko da.

Maiztasunarekin ere, kondentsadoreen portaera ezberdina izaten da (ikusirik ere zirkuitu baliokidea). Hori dela eta, maiztasun ezberdinentzat kondentsadore mota ezberdinak erabili ohi dira.

Maiztasunarekiko aldaketak $\Delta C/C$ vs f grafikoak islatuko ditu.

5.3 Tentsio maximoak

Kondentsadoreek gehienez jaso dezaketen tentsioak izango dira.

5.3.1 Tentsio nominala

Kondentsadoreak denbora luzez jasan dezakeen tentsio jarraitu maximoa da (aipatutako tenperatura edo baxuagoetan).

5.3.2 Mugako tentsioa

Dielektrikoa apurtu gabe kondentsadoreak jasan dezakeen aldiuneko tentsio maximoa da.

5.4 Efektu ez kapazitiboak

5.4.1 Ihes korronteak

Kondentsadore errealetan, idealetan ez bezala, isolamendua ez da erabatekoa eta, beraz, tentsio jarraitu bat aplikatzean korronte txiki bat agertzen da: ihes korrontea.

Ihes korronteak karakterizatzeko, R_I isolamenduko erresistentzia edo autodeskargako denbora konstantea erabili ohi dira:

- R_I , aplikatutako tentsio jarraituaren eta agertzen den korrontearen arteko erlazioa da.
- τ , autodeskarga denbora, kondentsadorea, zirkuitu irekian dagoenean, kargaren %70 galtzeko behar den denbora da.

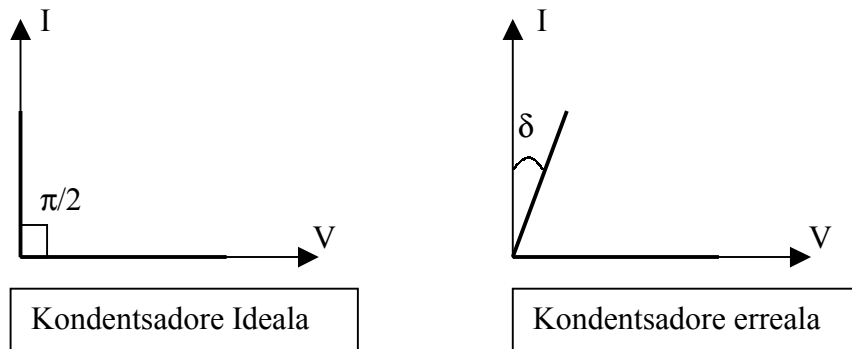
Bi parametroak $\tau = R_I C$ formulaz erlazionatzen dira.

Temperaturarekin aldatzen den fenomenoaren denez, normalean $\tau(T)$ grafikoa erabiltzen da.

5.4.2 Galerak

Kondentsadore erreal batek, alternoko funtzionamenduan, potentzia txiki bat barreiatzen du eta efektu hau kontuan hartu egin behar da.

Kondentsadore idealetan, korrontearen eta tentsioaren arteko desfasea 90° -koa denez, ez dago potentzia galerarik.



2.19 Irudia. Kondentsadore errealak: korrante eta tentsioaren arteko desfasea

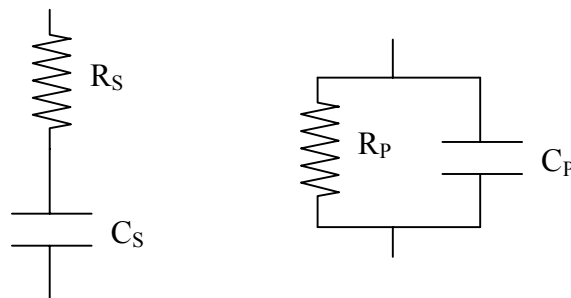
Errealean, bien arteko desfasearen angelua $90^\circ - \delta$ da eta idealekiko aldea $\text{tg}(\delta)$ galeren faktoreaz karakterizatu edo baliozta daiteke.

Faktore hau maiztasunaren eta tenperaturaren arabera izaten da eta menpekotasunak grafikoki adierazi ohi dira.

5.4.3 Kondentsadore baten zirkuitu baliokidea

Korrontearen eta tentsioaren arteko desfasea 90° -koa ez denez, ez-idealtasuna erresistentzia batez modela daiteke.

Erresistentzia hau seriean edo paraleloan dagoela suposa dezakegu:



2.20 Irudia. Kondentsadore baten zirkuitu baliokidea

Eta zirkuituan parte hartzen duten osagaien arabera,

- Seriean: $\text{tg}(\delta) = \omega R_S C_S$.
- Paraleloan: $\text{tg}(\delta) = (\omega R_P C_P)^{-1}$.

Azken finean bi ereduak edo zirkuitu baliokideak osagai bakarretik abiatzen direnez, erabilitako parametroen arteko bi erlazio egongo dira:

$$R_p = R_s \cdot \frac{1 + \operatorname{tg}^2(\delta)}{\operatorname{tg}^2(\delta)} \quad \text{eta} \quad C_p = \frac{C_s}{1 + \operatorname{tg}^2(\delta)}$$

Galera gutxi dituen kondentsadore (on) batentzat, $\operatorname{tg}(\delta)$ oso txikia izango da eta orduan aurreko adierazpenak erraztu egiten dira:

$$R_p \approx \frac{R_s}{\operatorname{tg}^2(\delta)} \quad \text{eta} \quad C_p \approx C_s$$

5.5 Kondentsadore motak

5.5.1 Kondentsadore zeramikoak

Kasu honetan dielektrikoak oxido metalikozko zeramikak dira. Beraien itxura tutu edo dilista batena izaten da, baina badaude gainazaleko muntaietan erabiltzekoak ere. Material hauekin lor daitezkeen konstante dielektriko altuak direla eta, kapazitate handiko balioak aurkezten dituzte. Tenperaturaren aldaketan aurrean portaera kaxkarra izaten dute zeren eta zenbat eta konstante dielektriko altuagoa, orduan eta tenperaturarekiko kapazitate aldakorra lortzen baita.

5.5.2 Plastikozko kondentsadoreak

Kondentsadore erabilienak dira, eta hauen artean usuenak metalduriko plastikozkoak izaten dira.

Erabilitako plastikoaren arabera (poliester, poliestireno, polikarbonato, teflon, ..) erabilerako ezaugarri nahiko ezberdinak lortuko ditugu.

5.5.3 Kondentsadore elektrolitikoak

Aluminiozko kondentsadore elektrolitikoak

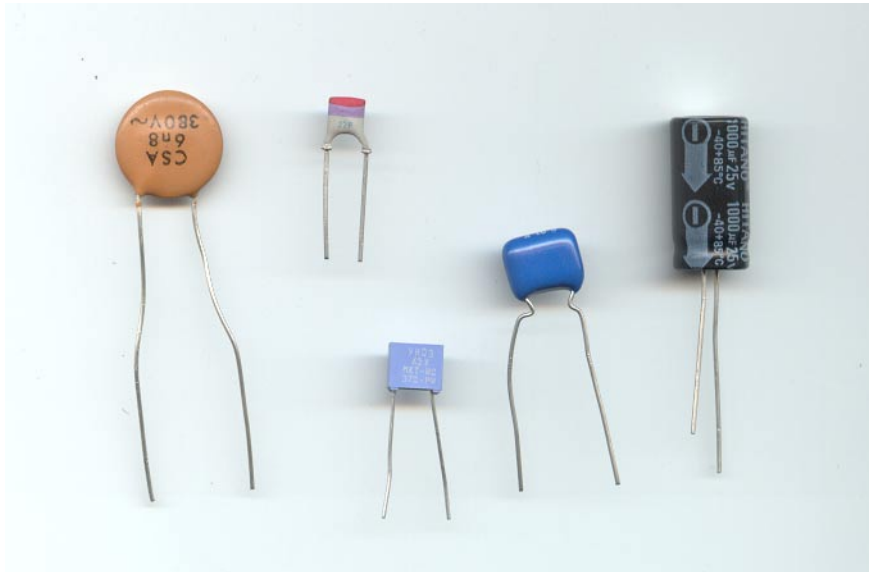
Besteekin alderatuz, bolumen berarekin kapazitaterik handiena eskaintzen dute. Aluminiozko zerrenda bateko gainazal batean dielektrikoa izango den (aluminiozko) oxido bat egoten da. Oxidoaren gainean, paperezko orri bat dugu, elektrolitoa den azido batez blai eta honen gainean, aluminiozko bigarren geruza bat daukagu (bigarren terminala hornitzen).

Polaritate finkoko kondentsadoreak dira; hau da: kapsulan adierazitako terminalen polaritatea errespetatu egin behar da, zeren eta, bestela, zeinu desegokiaren tentsioa aplikatuz gero, korrante jarraituak oxidoa deskonposarazi bailuke (eta deskonposaketatik sortuko liratekeen gasek osagaia eztanda eragin dezakete).

Beraz, “polarizazioko” tentsio jarraitu batekin erabiltzen dira. Beren portaera ez da oso ona ez ihes-korronteei edo galerei dagokienez ez eta maiztasun altuetan ere, baina oso balio altuak eskaintzen dituzte.

Tantalioko kondentsadore elektrolitikoak

Aluminio erabili ordez, tantalioko geruza bat erabiltzen dute. Elektrolittoa lehorra izaten da (badaude elektrolito hezedunak ere) eta beraien portaera – aluminiozkoekin konparatuz- hobea da, baina garestiagoak dira.



2.21 Irudia. Kondentsadore mota ezberedinak

5.5.4 Kapazitate aldakorreko kondentsadoreak

Kondentsadore hauen kapazitatea hein batean alda daiteke. Bi motako funtzio izaten dituzte:

- Kondentsadore doigarriak: mekanikoki doigarriak diren kondentsadoreak (trimmer), normalean doiketa bakarra behar duten aplikazioetan erabiltzen dira (zirkuitu baten azken doiketan edo konponketetan). Kapazitatearen doiketa, xafla paraleloen mugimendu mekanikoaz egiten da, erlazio zehatza lege ezberdinez modulatzeko delarik (lineala, logaritmikoa edo kuadratikoa).
- Kondentsadore aldakorrak edo sintonizadoreak: beraien kapazitatea behin baino gehiagotan aldatu egin behar da (telebista sistemen kasu) eta sistema mekanikoko kondentsadoreak baino, varicap diodoak hobesten dira. Hauetan, diodoen junturako kapazitateak inbertsoko tentsioarekiko duen menpekotasuna profitatzen da, kontrola errazagoa eta fidagarriagoa egiten.

6. HARILAK

Harilak edo bobinak, kondentsadoreen portaera duala duten osagai pasiboak dira, beraien inpedantzia maiztasunarekin proportzionalki igotzen da eta: $Z=j2\pi fL$, non L (Henry-tan) harilaren induktantzia den.

6.1 Aplikazioak

Aldiz, kondentsadoreak baino askoz gutxiago azaltzen dira maiztasun baxuko aplikazioetan. Komunikazioetako Elektronikan eta, orokorrean, maiztasun ertain edo altuko zirkuituetan, aplikazio nagusiak hauek izango lirateke:

- Elikadura iturriak seinale alternoko zirkuitu baliokidetik desagerraraztea (desakoploko kondentsadoreen era dualean). Kasu honetan, harilek balioa altua izaten dute (askotan zirkuituetan ez da ematen, infinitutzat jotzen da eta) eta “txoke” deitzen dira.
- Iragazkietan, kondentsadoreekin batera pasatu edo kendu egin behar den maiztasuna finkatzeko baliagarriak izango dira.
- Transformadoreak, azken finean, akoplaturiko bi harilez egiten dira.
- Antenak (zenbait maiztasunetan)

6.2 Eraikuntza

Harila, oinarrian, material ferromagnetiko baten inguruan hariltzen den eroale bat izaten da. Merkatuan forma ezberdinetan aurkitzen ditugu salgai:

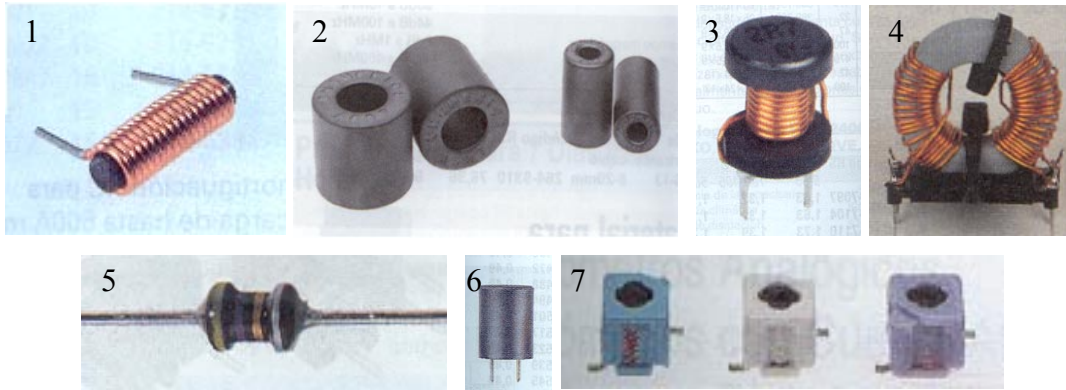
- Askotan, nukleoa (eremu magnetikoa profitatzeko, hau material ferritikoa izango da) eta haria erosiko ditugu, eta eman behar ditugun biren kopurua kalkulatu dugu, nukleoen fabrikatzaileak emandako formulaz:

$$L = L(\text{materiala, nukleoaren geometria, hariaren lodiera, bira kopurua}).$$

$$L = K_{\text{ezaguna}} \cdot (\text{biren kopurua})^2$$

- Beste batzuetan, erabat prestaturiko harilak erabiliko dira, balio nominal ezberdinekoak (10nH – 100mH). Hauen artean, mota ezberdinekoak aurki ditzakegu: axialak edo erradialak, kapsulakoak edo haria agerian dutenak, ohiko zirkuituetan edo gainazaleko muntaiak egitekoak, finkoak eta doigarriak. Balio nominala, letra batz idatzirik edo erresistentzien antzeko kolore kodeaz adierazten da. Osagaien tolerantzia %5, 10 edo 20aren inguruan egoten da

Merkatuan harilak aurkitzea zaila gertatzen da batzuetan eta zirkuituetan saihestu egiten dira (horretarako beste osagai edo iragazpen-prozedura batzuk erabiltzen dira: iragazki zeramikoak, aktiboak ...).



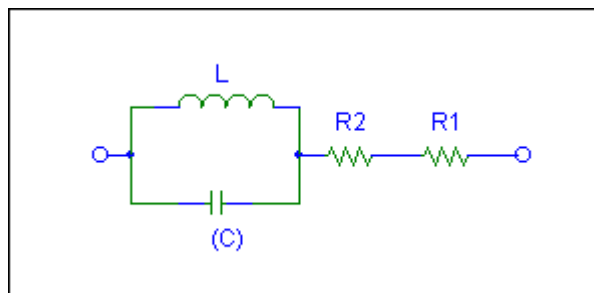
2.22 Irudia.1 eta 2: Nukleoak eta hariak. 3. Haria agerian duen bobina. 4. Harila nukleo toroidalez (transformadorea ere bada), 5. Axiala, kapsula zeramikoaz, 6. Plastikozko kapsulakoa, 7 SMD gainazaleko muntaian erabiltzeko haril doigarriak

6.3 Zirkuitu baliokidea

Hariletan, kondentsadoreetan bezala, galera erresistiboak izaten dira. Izan ere, hariaren erresistentzia ez da nulua izaten, baizik eta 0.01-100 Ω-ekoa.

Baina, horretaz gain, harilak altxoan dituen galeretan, irradiaturiko potentzia bat ere agertzen da (irradiazio-erresistentziaz modelatzen dena). Hori dela eta, askotan, DC erresistentzia (jarraituko galera ohmikoak) emateaz gain, f maiztasun batean (adibidez, 1 MHz-etan) dauden galerak ematen dituen Q kalitate-faktorea ematen da: $Q = j\omega L/R_{serie}$, metaturiko eta bi osagai erresistiboetan barreiaturiko potentzien arteko erlazioa.

Azkenik, esan behar da biren artean efektu kapazitiboak agertzen direla eta beraz, zirkuitu baliokide osoa honela gertatzen dela:



2.23 Irudia. Haril baten zirkuitu baliokidea

Non, $R_{\text{serie}} = R_1 + R_2$ non R_1 eta R_2 , irradiazio elektromagnetikoari eta beroari dagozkien potentzien adierazleak diren (hain zuzen ere, antenek R_1 profitatzen dute).

Ikusten denez, harila erreaktantzia positiboa izango da bakarrik $f=1/[2\pi LC]$ maiztasunera arte. Maiztasun horretan (erresonantzia maiztasunean), $Z = R_{\text{serie}}$. Hortik aurrera, erreaktantzia negatiboa izango litzateke, kondentsadore bati dagokiona bezala.