2. Zirkuitu elektrikoen osagaiak

A) Jakin beharreko kontzeptuak

• Elementu-motak

Sarrerako atalean definitu genuen legez, zirkuituetako osagaiek erlazio matematiko finkoa betetzen dute beren portaeran parte hartzen duten magnitudeen artean; normalean, tentsioaren eta korrontearen artean adierazten da erlazio hori.

Beste alde batetik, aurreko atalean ikusi dugunez, zirkuitu bateko osagaiak bi motatakoak izan daitezke potentzia elektrikoari dagokionez:

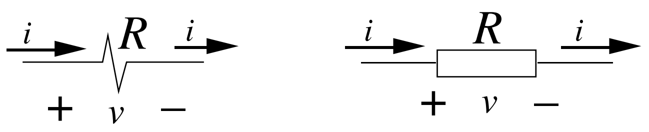
a) **Elementu aktiboak edo eraginkorrak**: zirkuituko beste elementuei energia edo potentzia ematen dietenak, horretarako beste energia-mota bat gastatuz (esaterako, pilek edo bateriek energia kimikoa energia elektriko bihurtzen dute).
Oro har, hauei sorgailu izena ematen diegu, energia elektrikoa sortzen baitute. Guk tentsio-sorgailuak eta korronte-sorgailuak erabiliko ditugu.

b) **Elementu pasiboak edo geldoak**: energia edo potentzia hartzen dutenak, energia hori guztiz beharrezkoa dutelarik funtzionatzeko. Batzutan energia hori metatzen dute (kondentsadoreetan, esaterako), baina, oro har, energia hori xurgatu eta galdu egiten da (erresistentzietan, esaterako, bero bihurtzen da).

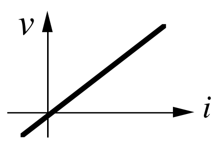
• Erresistentzia linealak

Elementu biterminalak dira, hots, bi mutur dituzte, eta Ohm-en legea betetzen dute. Zirkuituetan beti pasibo gisa jokatzen dute, potentzia xurgatuz.

Ikurrak:



Ezaugarri grafikoa (erresistentzia lineal batena):



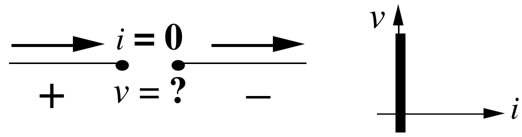
Ohm-en legea: Erresistentzia lineal baten borneen arteko tentsioa erresistentziatik igarotzen den korronte-intentsitatearen zuzenki proportzionala da, proportzionaltasun-koefizientea erresistentziaren balioa izanik (kontuz! zeinuak goiko irudietakoak dira beti!):

$$\boxed{v = R \cdot i}$$

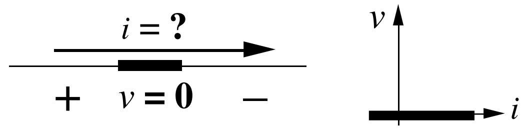
Unitateak: ohm, Ω (1 Ω = 1 V/1 A; 1 ohm = 1 volt/1 anpere)

Kasu bereziak:

a) zirkuitu irekia: $R = \infty$



b) zirkuitulaburra: $R = 0$



Potentzia eta energia erresistentzietan:

Hona hemen erresistentzia batean xurgatutako potentziaren adierazpen berezia:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = \left[R \cdot i(t)\right] \cdot i(t) = R\left[i(t)\right]^2 \qquad \rightarrow \qquad \boxed{p = R \cdot i^2 = \frac{v^2}{R}}$$

Unitateak: $1\ \text{W} = 1\ \Omega \cdot 1\ \text{A}^2 = 1\ \text{V}^2/1\ \Omega$

Potentziaren adierazpen horretan oinarriturik, erresistentzia batek denbora-tarte jakin batean ($\Delta t = t_2 - t_1$, t_1 eta t_2 uneen arteko denbora-tartean, hain zuzen) xurgatuko duen energia kalkula daiteke. Energia hori bero bihurtzen da; horri *Joule efektua* deritzo.

$$p(t) = \frac{dW(t)}{dt} \qquad \rightarrow \qquad W(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} p(t) \cdot dt = \int_{t_1}^{t_2} R \cdot i^2(t) \cdot dt$$

Baldin $i(t) = I =$ konstante $\rightarrow$ $W(t_1, t_2) = \left[R \cdot I^2 \cdot (t_2 - t_1)\right]$ J (joule) =

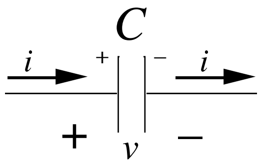
$$= 0,24\left[R \cdot I^2 \cdot (t_2 - t_1)\right] \text{ cal (kaloria)}$$

Bukatzeko, esan dezagun merkatuan tamaina desberdinetako erresistentziak aurkitzen direla, xurga dezaketen potentzia maximoaren arabera; esate baterako, badaude 1/4 W-ekoak, 1/2 W-ekoak, 1 W-ekoak, eta abar). Horrek adierazten du ezen, potentzia maximo hori gaindituz gero, erresistentzia erre egingo dela eta funtzionatzeari utziko diola.

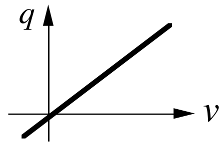
• Kondentsadoreak: kapazitate linealak

Hauek ere elementu biterminalak dira. Energia metatzen dute bi xaflen arteko eremu elektrikoan; hori dela eta, batzuetan, pasibo gisa jokatzen dute zirkuituetan, kargatzen ari direnean, energia metatuz; eta besteetan, aktibo gisa, deskargatzen direnean, metatu duten energia emanez. Dena den, osagai pasiboak dira, energia jaso behar baitute lehendabizi, gero kargatutakoa eman ahal izateko.

Ikurra:



Ezaugarri grafikoa (kapazitate lineal batena):



Portaera-ekuazioa: Kondentsadorean metatzen den karga (q) borneen artean ezarritako tentsioaren (v) zuzenki proportzionala da, proportzionaltasun-koefizientea kapazitatea (kondentsadorearen balioa, alegia) izanik:

$$\boxed{q = C \cdot v}$$

Ondorioz, kondentsadoretik igarotzen den korrontearen intentsitatea hauxe da:

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{d\left[C(t) \cdot v(t)\right]}{dt} = C(t) \cdot \frac{dv(t)}{dt} + \frac{dC(t)}{dt} \cdot v(t)$$

Gure ariketetan kapazitateak beti konstanteak izango direla kontuan hartuz, $C(t) = C$:

$$\boxed{i(t) = C \cdot \frac{dv(t)}{dt}}$$

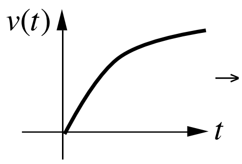
Unitateak: farad, F (1 F = 1 C/1 V; 1 farad = 1 coulomb/1 volt)

Bi portaera desberdin:

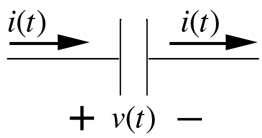
a) karga-prozesua

↓

energia hartu



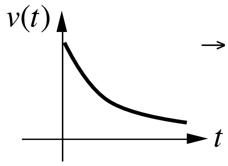
→ $i(t) > 0$ →



b) deskarga-prozesua

↓

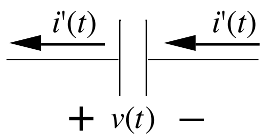
energia eman



→ $i(t) < 0$

↓

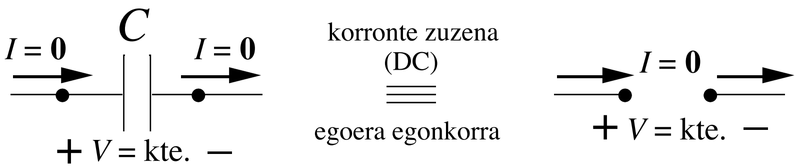
$i'(t) > 0$ →



Kondentsadorearen portaera korronte zuzenean eta egoera egonkorrean:

Korronte zuzenaren (DC) ezaugarria magnitudeak konstanteak izatea da, egoera egonkorra lortu eta gero; beraz: $v(t) = V$ = konstante, eta $i(t) = I$ = konstante.

Hori dela eta, kondentsadorearen portaera-ekuaziotik honako hau ondorioztatzen da: $I = 0$; hots, kondentsadorea zirkuitu ireki batez ordezka daiteke.



Potentzia eta energia kondentsadoreetan:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = v(t) \cdot \left[C \cdot \frac{dv(t)}{dt} \right] = C \cdot v(t) \cdot \frac{dv(t)}{dt}$$

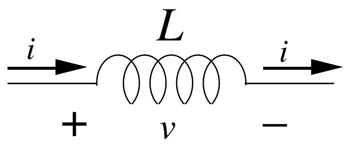
$$W(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} p(t) \cdot dt = \int_{v_1}^{v_2} C \cdot v \cdot dv \qquad \rightarrow \qquad \boxed{W(t_1, t_2) = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \left[v_2^2 - v_1^2 \right]}$$

Horixe da kondentsadoreak denbora-tarte horretan metatu duen energia.

• Harilak: autoinduktantzia linealak

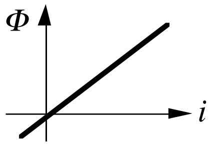
Hauek ere elementu biterminalak dira. Energia metatzen dute, beren barnean sortzen den eremu magnetikoan; hori dela eta, batzuetan, pasibo gisa jokatzen dute zirkuituetan, kargatzen ari direnean, energia metatuz; eta besteetan, aktibo gisa, deskargatzen direnean, metatu duten energia emanez. Dena den, osagai pasiboak dira, energia jaso behar baitute lehendabizi, gero kargatutakoa eman ahal izateko.

Ikurra:



Ezaugarri grafikoa (autoinduktantzia lineal batena):

(Φ = eremu magnetikoaren fluxua)



Portaera-ekuazioa: Harilean sortzen den eremu magnetikoaren fluxua (Φ), hariletik igarotzen den korrontearen (i) zuzenki proportzionala da, proportzionaltasun-koefizientea autoinduktantzia izanik:

$$\boxed{\Phi = L \cdot i}$$

Ondorioz, harilaren muturren artean agertzen den tentsioa, oro har, honako hau da:

$$v(t) = \frac{d\Phi(t)}{dt} = \frac{d\left[L(t)\cdot i(t)\right]}{dt} = L(t)\cdot\frac{di(t)}{dt} + \frac{dL(t)}{dt}\cdot i(t)$$

Gure ariketetan autoinduktantziak beti konstanteak izango direla kontuan hartuz, hots, $L(t) = L$ = konstante, orduan:

$$\boxed{v(t) = L\cdot\frac{di(t)}{dt}}$$

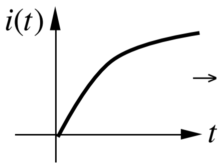
Unitateak: henry, H (1 H = 1 V · 1 s/1 A; 1 henry = 1 volt · 1 segundo/1 anpere)

Bi portaera desberdin:

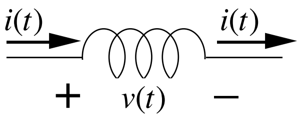
a) karga-prozesua

↓

energia hartu



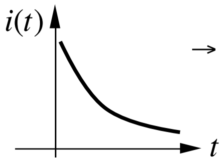
→ $v(t) > 0$ →



b) deskarga-prozesua

↓

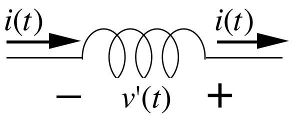
energia eman



→ $v(t) < 0$

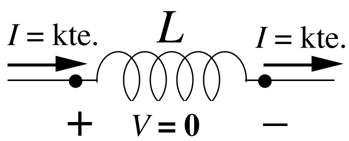
↓

$v'(t) > 0$ →

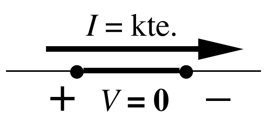


Autoinduktantziaren portaera korronte zuzenean eta egoera egonkorrean:

Korronte zuzenaren (DC) ezaugarria magnitudeak konstanteak izatea da, egoera egonkorra lortu eta gero; beraz: $i(t) = I$ = konstante eta $v(t) = V$ = konstante. Hori dela eta, autoinduktantziaren portaera-ekuaziotik honako hau ondorioztatzen da: $V = \mathbf{0}$, hots, harila zirkuitulabur batez ordezka daiteke.



korronte zuzena
(DC)
≡
egoera egonkorra



Potentzia eta energia hariletan:

$$p(t) = v(t)\cdot i(t) = \left[L\cdot\frac{di(t)}{dt}\right]\cdot i(t) = L\cdot i(t)\cdot\frac{di(t)}{dt}$$

$$W(t_1,t_2) = \int_{t_1}^{t_2} p(t)\cdot dt = \int_{i_1}^{i_2} L\cdot i\cdot di \qquad \rightarrow \qquad \boxed{W(t_1,t_2) = \frac{1}{2}\cdot L\cdot\left[i_2^2 - i_1^2\right]}$$

Horixe da harilak denbora-tarte horretan metatu duen energia.

• Sorgailuak

Hauek ere elementu biterminalak dira. Elementu aktiboak dira: energia elektrikoa sortzen dute beste energia-mota bat bihurtuz. Lehenago esan dugun legez, hauek dira zirkuituko beste elementuei energia ematen dietenak. Normalean, zirkuituetan aktibo gisa jokatzen duten arren, pasibo gisa ere joka dezakete zirkuituaren ezaugarrien arabera; honako hau da baldintza bakarra: zirkuitu guztietan elementu aktibo bat behar da gutxienez, hots, aktibo gisa jokatzen duen sorgailu bat.

Sorgailu-motak:

- Tentsio-sorgailua: energia elektrikoa potentzial-diferentzia gisa sortzen du.
- Korronte-sorgailua: energia elektrikoa korronte gisa sortzen du.

Portaeraren araberako sailkapena:

- Sorgailu independenteak:

  Sortzen duten magnitudea (tentsioa edo korrontea) beste edozein parametroren independentea da. Zehatz-mehatz:
  Tentsio-sorgailuaren kasuan, sortzen duen tentsioa bere barnetik igarotzen den korronte-intentsitatearen guztiz independentea da.
  Korronte-sorgailuaren kasuan, sortzen duen korrontearen intentsitatea bere borneen arteko tentsioaren guztiz independentea da.

- Sorgailu menpekoak edo kontrolatuak:

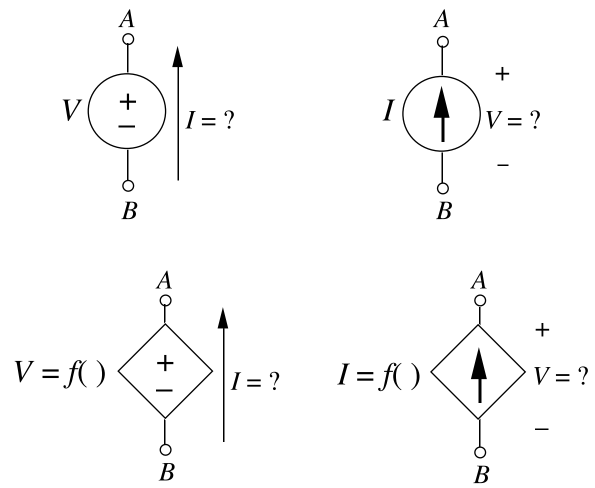
  Sortzen duten magnitudea (tentsioa edo korrontea) zirkuituko beste elementu bateko tentsioaren zein korronte-intentsitatearen menpekoa da, normalean zuzenki proportzionala.

Ikurrak (korronte zuzeneko sorgailuenak):

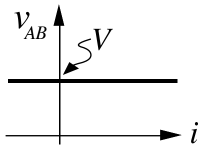
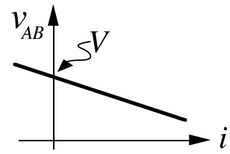
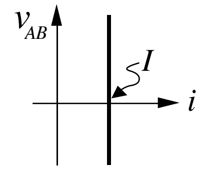
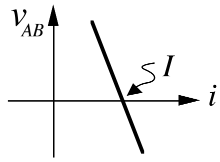
tentsio-sorgailua korronte-sorgailua

sorgailu independenteak:

sorgailu menpekoak:



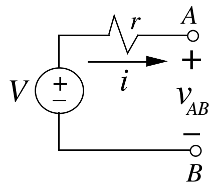
Sorgailu independenteen ezaugarri grafikoak:

	ideala	erreala
Tentsio-sorgailua:		
Korronte-sorgailua:		

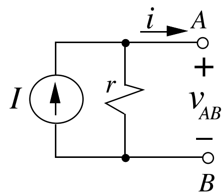
Portaera-ekuazioa:

	ideala	erreala
Tentsio-sorgailua:	$v_{AB} = V, \forall i$	$v_{AB} = V - r \cdot i$
Korronte-sorgailua:	$i = I, \forall v$	$i = I - \frac{v_{AB}}{r}$

Sorgailu independente errealen zirkuitu-ereduak:

Tentsio-sorgailua: 

r = barne-erresistentzia

Korronte-sorgailua: 

r = barne-erresistentzia

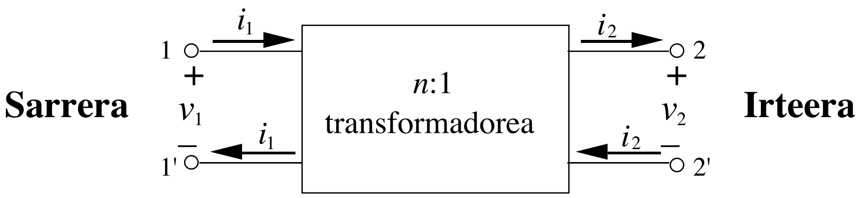
Sorgailu menpekoak. Kasu posible guztiak:

- Tentsioz kontrolatutako tentsio-sorgailua: Sortzen duen tentsioa zirkuituko beste elementu bateko tentsioaren menpekoa da: $V = f(V') = K{\cdot}V'$, K delakoa unitaterik gabeko konstante bat izanik.
- Korrontez kontrolatutako tentsio-sorgailua: Sortzen duen tentsioa zirkuituko beste elementu bateko korronte-intentsitatearen menpekoa da: $V = f(I') = K{\cdot}\ I'$, K delakoa Ω-etan dagoen konstante bat izanik.
- Tentsioz kontrolatutako korronte-sorgailua: Sortzen duen korrontearen intentsitatea zirkuituko beste elementu bateko tentsioaren menpekoa da: $I = f(V') = K{\cdot}\ V'$, K delakoa Ω^{-1}-etan dagoen konstante bat izanik.
- Korrontez kontrolatutako korronte-sorgailua: Sortzen duen korrontearen intentsitatea zirkuituko beste elementu bateko korronte-intentsitatearen menpekoa da: $I = f(I') = K{\cdot}\ I'$, K delakoa unitaterik gabeko konstante bat izanik.

• Beste elementu batzuk

Zirkuitu-elementuaren definizioa gogoan hartuz, jakin badakigu edozein elementutarako erlazio matematiko finko bat beteko dela elementutik igaroko den korronte-intentsitatearen eta elementuaren borneen arteko tentsioaren artean. Hori dela eta, aurreko ataletan landutako ikuspegi berdinak landu daitezke edozein elementu berritarako, asmatua bada ere. Bereziki, elementu elektronikoak aztertzen ditugunean, portaera elektrikoari dagokionez, besteen berdinak direla ikusiko dugu, eredu matematikoa baita erabiltzen dena, eta eredu horretan korronte eta tentsioak baino ez baitira agertzen.

Esate baterako, **transformadore** bat lau mutur edo terminaleko elementua da, sarrerako seinalea jasotzeko bi terminal eta irteerako seinalea emateko beste bi dituena, ondoko irudian erakusten den legez:



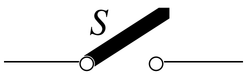
Idealki honelaxe defini daiteke matematikoki:

$$v_1 = n \cdot v_2 \qquad \text{eta} \qquad i_1 = \frac{i_2}{n}$$

Bi ekuazio horiek nahikoak dira transformadorearen portaera elektrikoa analizatzeko.

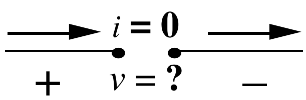
Zirkuituetan sarri erabili ohi den beste elementu bat **etengailu ideala** da, zirkuitua ireki edo ixteko gauza dena, korrontea igarotzea ahalbidetuz edo guztiz oztopatuz.

Ikurra:



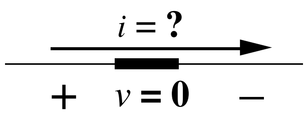
Posizioak: **ekuazioa:**

a) irekita:



$i = 0, \forall v$

b) itxita:



$v = 0, \forall i$

Era berean, edozein elementu berriren aurrean, bere portaera elektrikoa analizatzeko, nahikoa izango dugu dagozkion ekuazioak ezagutzea.