4. Zirkuituak analizatzeko oinarrizko metodoak

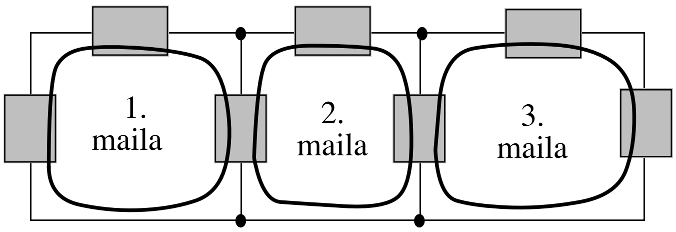
A) Jakin beharreko kontzeptuak

• Mailen metodoa (maila-korronteen metodoa)

Metodo honen funtsa azaldu baino lehen, gogora dezagun zer den maila bat (ikus 3. gaia, 54. orrialdea).

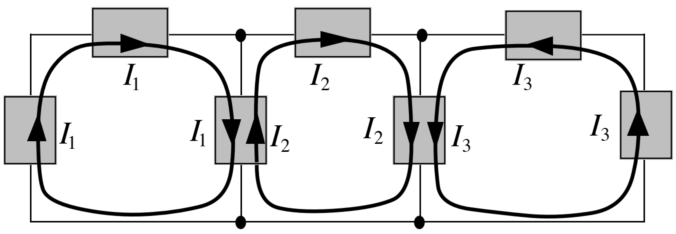
Maila: Barruan adarrik hartzen ez duen begizta.

Adibidez, irudiko zirkuituan hiru maila daude.

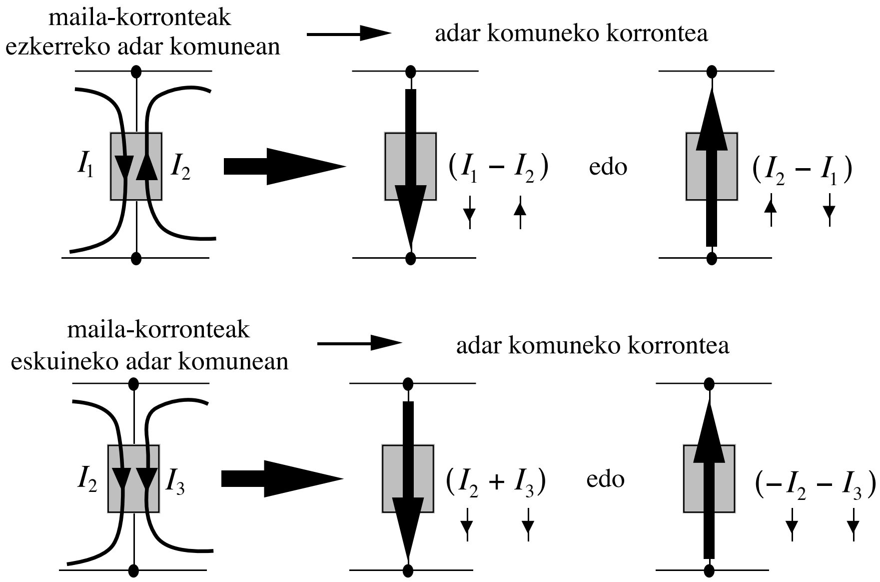


Eta defini dezagun orain maila-korrontea, orain arte adarretako korronteak besterik ez baititugu kontuan hartu.

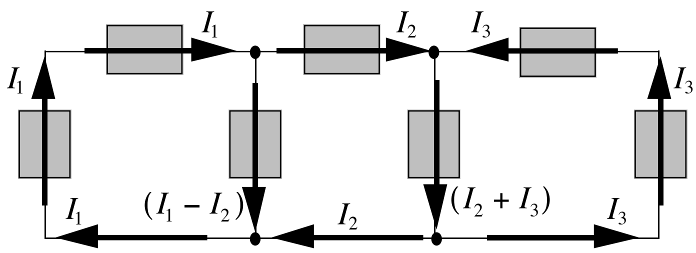
Maila-korrontea: maila baten perimetroan dauden elementu guztietatik igarotzen den korrontea.



Maila-korrontearen definizioa dela kausa, goiko irudian agerikoa da, bi mailetako adar komunetako elementuetatik korronte desberdinak igarotzen direla, aintzat hartzen den mailaren arabera. Horrek honako hau besterik ez du adierazi nahi: adar komunetako elementuetatik bi maila-korronteak aldi berean igarotzen ari direla eta, ondorioz, benetan igarotzen ari den korronte bakarra bien batura edo kendura, noranzkoen arabera, izango dela. Goiko irudiko zirkuituan bi adar komun daude, bata 1. eta 2. mailen artekoa eta bestea 2. eta 3. mailen artekoa.



Hori kontuan izanik, aurreko zirkuituko adarretatik, benetan, honako korronte hauek igarotzen dira:



Zirkuituen ebazpidea, mailen metodoari jarraituz:

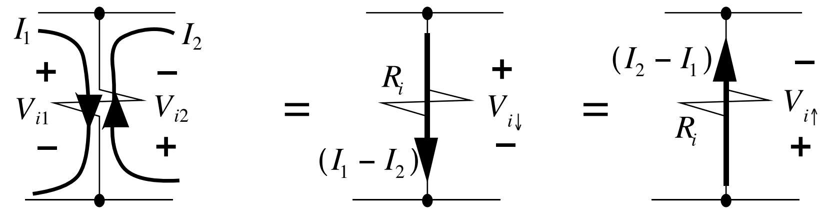
Hona hemen, egoera egonkorrean eta korronte zuzenean, tentsio-sorgailuak eta erresistentziak soilik dituen zirkuituaren soluzioa mailen metodoa erabiliz sistematikoki bilatzeko jarraitu beharreko urratsak, metodologia gisa:

1. Aurkitu zirkuituaren mailak (*MK* = maila-kopurua).

2. Finkatu arbitrarioki maila-korronteen noranzkoak (maila-korronte ezezagunen kopurua = *MK*)**.**

3. Finkatu erresistentzietako tentsioen zeinuak maila bakoitzean, maila-korronteen noranzkoen arabera.

Adar komunetako erresistentzietan, bertatik pasatzen diren bi maila-korronteek eragindako tentsioen zeinuak hartu behar dira kontuan. Esate baterako, 1. eta 2. mailen artean dagoen R_i erresistentzian:



$$V_{i1} = R_i I_1 \text{ eta } V_{i2} = R_i I_2 \rightarrow V_{i\downarrow} = R_i\left(I_1 - I_2\right) = V_{i1} - V_{i2} \text{ edo } V_{i\uparrow} = V_{i2} - V_{i1}$$

4. Aplikatu Kirchhoff-en tentsioen legea (KTL) maila bakoitzean (ekuazio-kopurua = *MK*).
Kontuan izan behar da, adar komunetako erresistentzietan bi tentsio agertuko zaizkigula, goian aipatu den legez, eta bi mailetako KTLren adierazpenetan bi tentsio horien batura edo kendura agertuko dela. (Kontuz! hori erresistentziekin bakarrik gertatzen da, ez beste edozein motatako elementuekin.)

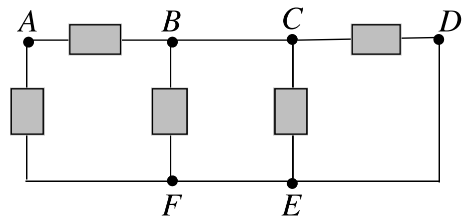
5. Ebatzi lortutako ekuazio-sistema eta, ondoren, kalkulatu korronte eta tentsio guztien balioak, Ohm-en legea eta Kirchhoff-en legeak aplikatuz.

Hori metodo orokorra izanik, hasieran baldintza bat ezarri dugula gogoratu behar dugu, tentsio-sorgailuak eta erresistentziak soilik dituen zirkuituaren soluzioa bilatzeko metodoa dela esan baitugu. Murriztapen hori dela eta, hainbat salbuespen ager daitezke zirkuitua osatzen duten elementuei dagokienez; esate baterako, korronte-sorgailuak daudenean, adar komunetan zein independentetan. Salbuespen horiek ariketen bidez azalduko ditugun arren, metodoa kasu horietan ere baliagarria dela azpimarratu behar dugu hemen, baina ezezagunen kopurua handiagoa izango da, maila-korronteez gain korronte-sorgailuen muturren arteko tentsioak ere ezezagunak baitira; ondorioz, ekuazio gehiago behar dira, ez baita nahikoa maila guztietan KTL aplikatzea (*MK* ekuazio besterik ez baita lortzen), eta ekuazio berri horiek korronte-sorgailuen portaera-ekuaziotik ondorioztatzen dira, korronte-sorgailuak finkatzen baitu bere barnetik igarotzen den korrontearen balioa, korronte-sorgailua dagoeneko adar-korrontea, hain zuzen.

• Korapiloen metodoa

Korapiloa: zirkuitu batean hiru elementu edo gehiago elkartzen direneko puntua (ikus 3. gaia, 53. orrialdea).

Ondoko zirkuituan, adibidez, hainbat konexio-puntu bereiz daitezkeen arren (*A*, *B*, *C*, *D*, *E* eta *F*), bi korapilo besterik ez dago:

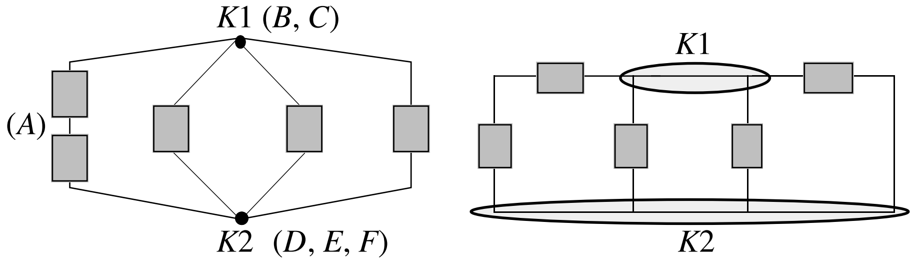


— *A* eta *D* puntuek bi elementu baino ez dituzte lotzen; ondorioz, gure definizioaren arabera, ez dira korapiloak.

— *B* eta *C* puntuen artean ez dago elementurik, konexio-lerro bat baizik, hori dela eta, elektrikoki puntu bakarra osatzen dute beraien artean haria besterik ez baitago.

— *D*, *F* eta *E* puntuekin gauza bera gertatzen da.

Argiago ikusteko, berriro marraz dezakegu zirkuitua, edo, besterik gabe, jatorrizko zirkuituan azaldu.



Zirkuituen ebazpidea, korapiloen metodoari jarraituz:

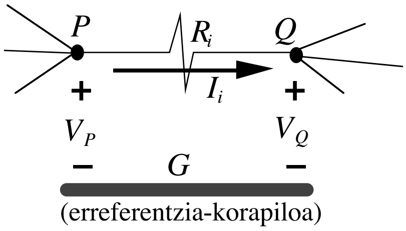
Korapiloen metodoa erabiliz, egoera egonkorrean eta korronte zuzenean, korronte-sorgailuak eta erresistentziak soilik agertzen diren kasuan jarraitu beharreko pausoak:

1. Identifikatu zirkuituko korapiloak (korapilo-kopurua = *N*).

2. Aukeratu korapiloetariko bat erreferentzia-korapilo gisa. Komenigarriena, adar gehien konektatuak dituen korapiloa aukeratzea da.

3. Definitu korapilo-tentsioak, zirkuituaren eskeman, erreferentzia-korapiloarentzat ez beste guztientzat. Korapilo baten tentsioa erreferentzia-korapiloaren eta korapilo horren artean dagoen potentzial-diferentzia da. *N* korapilo badaude, (*N*–1) korapilo-tentsio ezezagun izango dira.

4. Idatzi adar guztietako korronteak. Korronte-sorgailuen kasuan, adar-korronte horiek ezagunak dira; erresistentzien kasuan, ordea, korapiloen tentsioen funtzioan lortuko ditugu, Ohm-en legea aplikatuz:



$$I_i = \frac{V_P - V_Q}{R_i}$$

5. Aplikatu Kirchhoff-en korronteen legea (KKL) korapiloetan; *N* korapilo badaude, *N*–1 ekuazio idatzi behar dira (erreferentzia-korapiloa ez den korapilo bakoitzeko, bana).

6. Ebatzi lortutako ekuazio-sistema, eta, ondoren, kalkulatu korronte eta tentsio guztien balioak.

Mailen metodoaren antzera, korapiloen metodo hau ere erabil daiteke zirkuituko osagaien artean, korronte-sorgailuak eta erresistentziez gain, tentsio-sorgailuak ere daudenean. Metodoa zertxobait aldatuz, ezezagun bakarrak (N–1) korapilo-tentsioak izatea lortzen da, eta ez tentsio-sorgailuetatik igarotzen diren korronteak. Hau guztia ariketetan azalduko dugu sakonkiago.

• Linealtasuna

Analizatu behar ditugun zirkuituetako osagaiak linealak direnean, linealtasunaren printzipioa aplika dezakegu: zirkuitu bateko sorgailu guztien balioak konstante batez biderkatzen baditugu, zirkuitu osoaren emaitzak konstante berarekin biderkatuak aterako dira.

Hau dela eta, sorgailu bakar bat eta erresistentziak besterik ez dituzten zirkuituetan ebazpide erraza lor dezakegu, ariketetan ikusiko dugun legez.

Ebazpidearen funtsa, kalkulatu nahi den magnitudearen balioa suposatzean datza; horren arabera, suposatutako magnitude hori lortzeko sorgailuaren balioak zenbatekoa izan beharko lukeen kalkulatu behar da. Ondoren, hiruko erregela aplikatzen da suposatutako eta lortutako balioekin, sorgailuaren benetako balioa kontuan hartuz; eta horrela lortzen da kalkulatu beharreko magnitudearen benetako balioa.

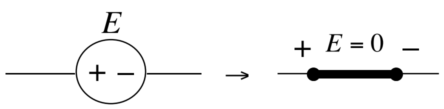
• Gainezarpen printzipioa

Zirkuitu lineal batean sorgailu independente bat baino gehiago badago, emaitza orokorra sorgailu guztiek banan-banan sortzen dituzten emaitza partzialak batuz lortzen da, beste guztiak ez baleude bezala sorgailu bakoitza bere aldetik kontuan hartuz.

Hau da, zirkuituaren soluzioa bilatzeko, sorgailu-kopurua adina zirkuitu analizatu behar dira; zirkuitu partzial horietako bakoitzean sorgailu bat besterik ez dagoenez gero, emaitza partzialak kalkulatzea berehalakoa izan ohi da.

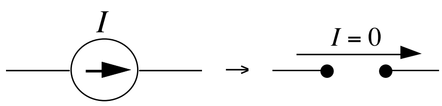
Sorgailuak aintzakotzat banan-banan hartu behar direnez, sorgailu bakoitzeko emaitza partzial bat lortzeko, beharrezkoa da sorgailu independenteak, bat izan ezik, nolabait desagertaraztea, zirkuituaren gainean duten eragina deuseztzeko. Horretarako, ordezkatu egingo ditugu sorgailu guztiak, bat izan ezik: tentsio-sorgailuak zirkuitulaburraz (V = 0 egitea baita tentsio-sorgailuen eragina deuseztea) eta korronte-sorgailuak, berriz, zirkuitu irekiaz (I = 0 egitea baita korronte-sorgailuen eragina deuseztea).

tentsio-sorgailua:



zirkuitulaburra

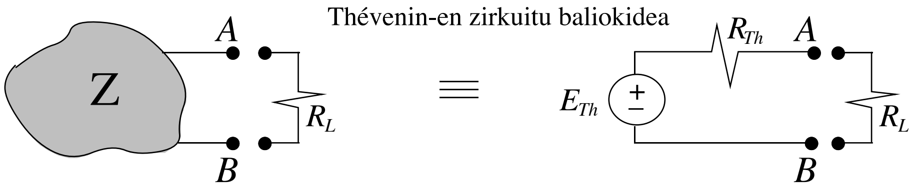
korronte-sorgailua:



zirkuitu irekia

• Thévenin-en teorema

Edozein zirkuitu lineal, oso konplexua izan arren, seriean konektatutako tentsio-sorgailu batek eta erresistentzia batek osatutako sistema sinple batez ordezka daiteke, bi puntu jakinen artean beti.



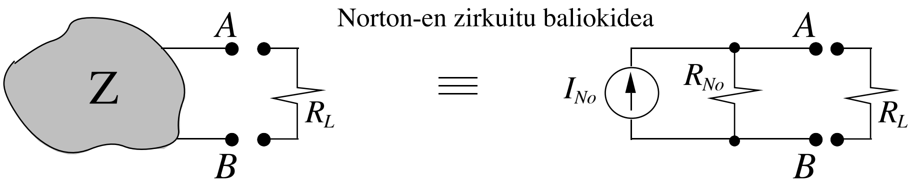
Thévenin-en zirkuitu baliokidean, E_{Th} Thévenin-en tentsio baliokidea da, eta R_{Th}, Thévenin-en erresistentzia baliokidea. Bi parametro horiek modu errazean kalkula daitezke. Hona hemen dagozkien definizioak:

E_{Th}: jatorrizko zirkuituan, *A* eta *B* puntuen arteko potentzial-diferentzia, bi puntu hauen artean zirkuitu irekia izanik.

R_{Th}: jatorrizko zirkuituan, *A* eta *B* puntuen arteko erresistentzia baliokidea sorgailu guztiak kenduta. Honetarako, gogoratu gainezarpen printzipioan esandakoa: tentsio-sorgailuak zirkuitulaburraz ordezkatuko ditugu, eta korronte-sorgailuak, berriz, zirkuitu irekiaz.

• Norton-en teorema

Edozein zirkuitu lineal, oso konplexua izan arren, paraleloan konektatutako korronte-sorgailu batek eta erresistentzia batek osatutako sistema sinple batez ordezka daiteke, bi puntu jakinen artean beti.



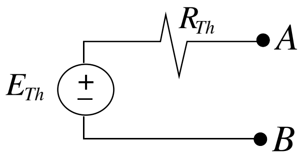
Norton-en zirkuitu baliokidean, I_{No} Norton-en korronte baliokidea da, eta R_{No}, Norton-en erresistentzia baliokidea. Bi parametro horiek modu errazean kalkula daitezke dagokien definizioa kontuan izanik:

I_{No}: *A* puntutik *B* puntura igarotzen den korrontea jatorrizko zirkuituan, bi puntu hauen artean zirkuitulaburra dagoenean.

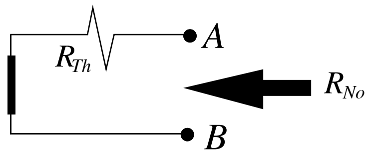
R_{No}: jatorrizko zirkuituan, *A* eta *B* puntuen arteko erresistentzia baliokidea sorgailu guztiak kenduta. Honetarako, gogoratu tentsio-sorgailuak zirkuitulaburraz ordezkatuko ditugula eta korronte-sorgailuak, berriz, zirkuitu irekiaz.

• Thévenin-en eta Norton-en zirkuitu baliokideen arteko erlazioa

a) Thévenin-en zirkuitu baliokide baten Norton-en baliokidea kalkulatzen badugu:

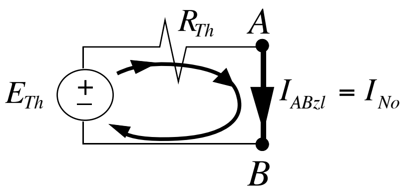


- **Norton-en erresistentzia baliokidea**, R_{No}: A eta B puntuen arteko erresistentzia baliokidea, sorgailuak kenduta (kasu honetan, tentsio-sorgailua zirkuitulaburtuz):



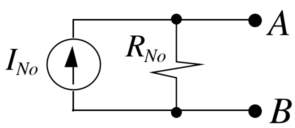
$\rightarrow$ $\boxed{R_{No} = R_{Th}}$

- **Norton-en korronte baliokidea**, I_{No}: A-tik B-ra igarotzen den korrontea, jatorrizko zirkuituan, A eta B-ren artean zirkuitulaburra eginez:

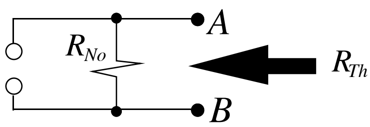


$\rightarrow$ $\boxed{I_{No} = \dfrac{E_{Th}}{R_{Th}}}$

b) Norton-en zirkuitu baliokide baten Thévenin-en baliokidea kalkulatzen badugu:

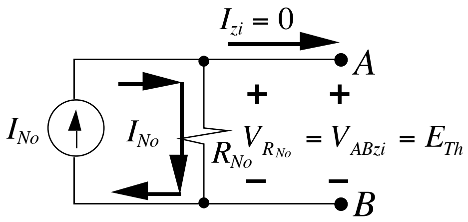


- **Thévenin-en erresistentzia baliokidea,** R_{Th}: A eta B puntuen arteko erresistentzia baliokidea, sorgailuak behar den moduan kenduta (kasu honetan korronte-sorgailuaren ordez zirkuitu irekia utziz).



$\rightarrow$ $\boxed{R_{Th} = R_{No}}$

- **Thévenin-en sorgailu baliokidea**, E_{Th}: jatorrizko zirkuituan A eta B puntuen arteko potentzial-diferentzia, A eta B-ren artean zirkuitu irekia izanik.



$\rightarrow$ $\boxed{E_{Th} = R_{No} \cdot I_{No}}$

Laburpen gisa:

$$\boxed{R_{No} = R_{Th} = \frac{E_{Th}}{I_{No}}} \qquad \boxed{E_{Th} = R_{No} \cdot I_{No}} \qquad \boxed{I_{No} = \frac{E_{Th}}{R_{Th}}}$$

Ondorioak:

1. Thévenin-en zirkuitu baliokidea ezagutzen badugu, Norton-en zirkuitu baliokidea zuzenean kalkula dezakegu; eta alderantziz ere bai.

2. Norton-en eta Thévenin-en teoremak sorgailu independenteak bakarrik agertzen diren kasuetarako definitzen diren arren, menpeko sorgailuak dituzten zirkuituetarako ere lor daitezke Norton-en zirkuitu baliokidea eta Thévenin-en zirkuitu baliokidea.

   Thévenin-en eta Norton-en sorgailu baliokideak kasu arruntean egiten den modu berean kalkulatzen dira.

   Erresistentzia baliokideak, ordea, ezin dira kalkulatu sorgailuak deuseztuz, menpeko sorgailuak ezin baitira ordezkatu. Baina ikusi berri dugun moduan, Thévenin-en eta Norton-en sorgailu baliokideak ezagutuz Thévenin-en edo Norton-en erresistentzia baliokideak kalkula daitezke.

$$\boxed{R_{No} = R_{Th} = \frac{E_{Th}}{I_{No}}}$$

• Potentziaren transferentzia maximoaren teorema

Zirkuitu bateko bi punturen artean xurgatzen den potentzia maximoa izatea nahi bada, tartean konektatu beharreko erresistentziaren balioak, zirkuitu beraren bi puntu horien arteko Thévenin-en erresistentzia baliokidearen berdina izan behar du.

Ariketa baten bitartez egingo dugu teorema honen froga.