Batzuetan soluzioa berehalakoa da zirkuitua oso sinplea delako, ariketetan ikusiko dugun legez. Beste batzuetan, ordea, ez da hain erraza. Horrexegatik, hona hemen, laburbilduta, zirkuitu baten soluzioa sistematikoki bilatzeko jarraitu beharreko urratsak, metodologia gisa:

1. Bilatu zirkuituaren korapiloak (korapilo-kopurua = N).
2. Aukeratu arbitrarioki adarretako korronteen noranzkoak, korronte-sorgailuak dituzten adarretan izan ezik, adar horietatik igaroko diren korronteak (noranzkoa barne) korronte-sorgailuek adierazitakoak baitira.

   Baldin adar-kopurua AK bada, eta adar desberdinetan dauden korronte-sorgailuen kopurua KS bada, orduan korronte ezezagunen kopurua $AK - KS$ da.
3. Aukeratu arbitrarioki korronte-sorgailuetako tentsioen zeinuak (KS korronte-sorgailu dagoenez gero, tentsio ezezagunen kopurua KS da). Orduan:

   $$\text{Korronte eta tentsio ezezagunen kopurua} = AK - KS + KS = AK$$
4. Finkatu erresistentzietako tentsioen zeinuak Ohm-en legearen arabera, eta aplikatu Ohm-en legea, erresistentzietako tentsioak adarretako korronteen funtzioan izateko.
5. Aplikatu Kirchhoff-en korronteen legea (KKL) korapilo guztietan batean izan ezik (besteen konbinazio lineala izango baita azken horretan lorturiko ekuazioa): ekuazio-kopurua = $N - 1$
6. Aplikatu Kirchhoff-en tentsioen legea (KTL) behar adina begiztatan $AK - (N-1)$ ekuazio lortzeko, non adar guztiak gutxienez behin azaldu behar diren.

   $$\text{Ekuazio-kopurua guztira (KKL + KTL)} = N - 1 + AK - (N - 1) = AK$$

   KTL begiztetan aplikatu ordez, mailetan aplikatu nahi baldin bada, orduan maila guztietan aplikatu behar da (maila-kopurua MK baldin bada, MK ekuazio lortuko dira modu honetan).

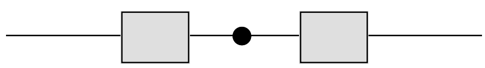
   $$\text{Ekuazio-kopurua guztira (KKL + KTL)} = N - 1 + MK = AK$$
7. Ebatzi horrela lortutako ekuazio-sistema. Emaitza gisa, adarretako korronteak eta korronte-sorgailuen tentsioak lortuko dira. Erresistentzietako tentsioen balioak kalkulatu nahi badira, Ohm-en legea aplikatu behar da berriro.

• Elementuen elkarketak: serie- eta paralelo-elkarketak

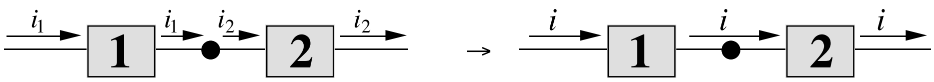
Serie-elkarketa:

Bi elementu seriean konektaturik daude mutur komun bat baldin badute eta, gainera, mutur komun horretan beste elementu bat konektaturik ez badago.

serie-elkarketa:

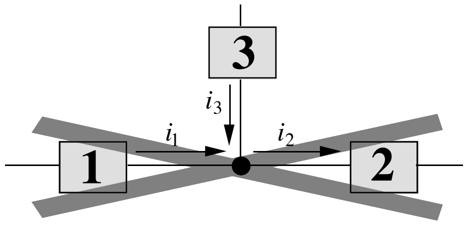


Serie-elkarketari KKL aplikatuz, bi elementuetatik korronte bera igarotzen dela ondorioztatzen da: $i_1 = i_2 = i$.

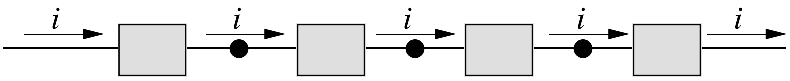


KKL aplikatzean lortutako emaitza dela eta, honako modu honetan ere defini daiteke serie-elkarketa: bi elementu seriean konektaturik daude, bietatik korronte bera igarotzen denean.

Ondoko irudiko 1 eta 2 elementuak ez daude seriean konektaturik, mutur komunean beste elementu bat ere konektatuta baitago; KKL mutur komunean aplikatuz gero, agerikoa da 1 eta 2 elementuetatik ez dela korronte bera igarotzen:



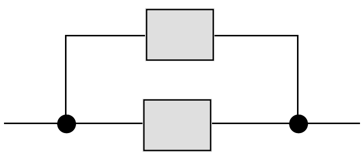
Serie-elkarketan nahi adina elementu elkartu daitezke.



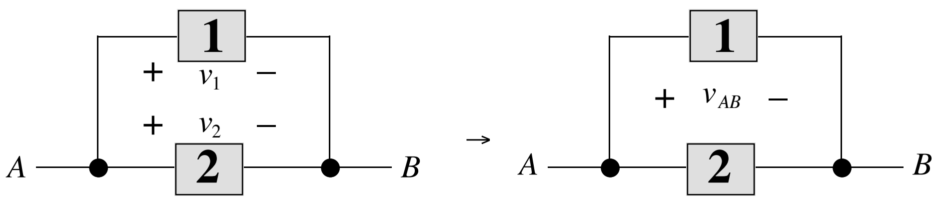
Paralelo-elkarketa:

Bi elementu paraleloan konektaturik daude, bi muturrak komunak dituztenean.

paralelo-elkarketa:

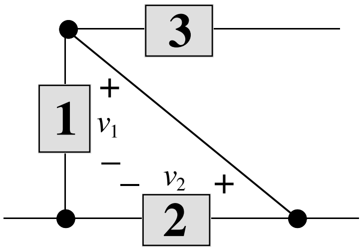


Paralelo-elkarketari KTL aplikatuz, bi elementuetako muturren artean tentsio bera dagoela ondorioztatzen da: $v_1 = v_2 = v_{AB}$.

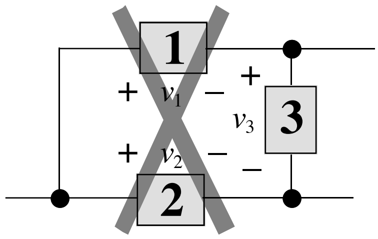


KTL aplikatzean lortutako emaitza dela eta, honako modu honetan ere defini daiteke paralelo-elkarketa: bi elementu paraleloan konektaturik daude, bien muturren arteko tentsioa bera denean.

Bi elementu elektrikoki paraleloan konektatuta egoteko, ez dute zertan egon paraleloki marraztuta; eta alderantziz, bi elementu geometrikoki paraleloan marraztuta egon arren, ez dute zertan egon paraleloan konektaturik, ondoko irudietan erakusten den legez:

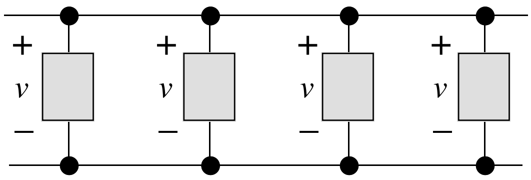


1 eta 2 elemetuak paraleloan daude,
bi muturrak komunak baitituzte
eta $v_1 = v_2$ baita.



1 eta 2 elementuak ez daude paraleloan,
mutur komun bakarra baitute
eta$v_1 \neq v_2$ baita .

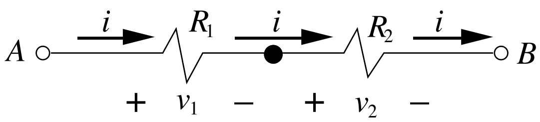
Paralelo-elkarketan nahi adina elementu elkartu daitezke.



• Erresistentziak seriean

Erresistentzia batzuk seriean konektatuta daudenean, erresistentzia baliokide bakar batez ordezka daiteke serie-elkarketa, honako modu honetan, Ohm-en eta Kirchhoff-en tentsioen (KTL) legeak aintzakotzat hartuz:

serie-elkarketa:

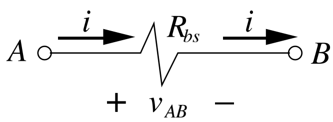


Ohm: $v_1 = R_1 i$ eta $v_2 = R_2 i$

KTL: $v_{AB} = v_1 + v_2 = R_1 i + R_2 i$

$\rightarrow \quad v_{AB} = (R_1 + R_2)i$

erresistentzia baliokidea:



Ohm: $v_{AB} = R_{bs} i$

Bi aldeetako ekuazioak berdinduz, honako emaitza hau lortzen da:

$$\boxed{R_{bs} = R_1 + R_2}$$

Beraz, bi erresistentzia edo gehiago seriean daudenean, erresistentzia bakar batez ordezka daitezke, erresistentzia baliokidearen balioa ordezkatutako erresistentzien balioen batura izanik, oro har:

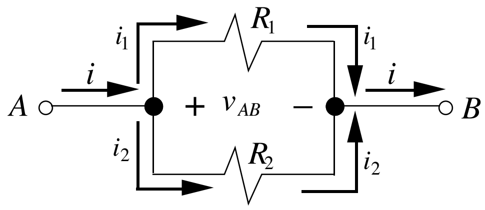
$$\boxed{R_{bs} = \sum_i R_i}$$

Adierazpen horretatik ondorioztatzen da ezen serie-elkarketaren erresistentzia baliokidea serie-elkarketa osatzen duten erresistentzien arteko handiena baino handiagoa dela, azken horien balioak batu egiten baitira.

• Erresistentziak paraleloan

Erresistentzia batzuk paraleloan konektatuta daudenean, erresistentzia baliokide bakar batez ordezka daiteke paralelo-elkarketa, honako modu honetan preseski, Ohm-en eta Kirchhoff-en korronteen (KKL) legeak aintzakotzat hartuz:

paralelo-elkarketa:

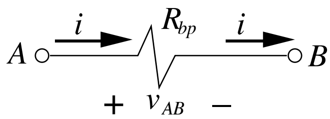


Ohm: $v_{AB} = R_1 i_1$ eta $v_{AB} = R_2 i_2$

KKL: $i = i_1 + i_2 = \left(\dfrac{v_{AB}}{R_1}\right) + \left(\dfrac{v_{AB}}{R_2}\right)$

$\rightarrow \qquad i = \left[\left(\dfrac{1}{R_1}\right) + \left(\dfrac{1}{R_2}\right)\right] \cdot v_{AB}$

erresistentzia baliokidea:



Ohm: $i = \dfrac{v_{AB}}{R_{bp}}$

Bi aldeetako ekuazioak berdinduz, honako emaitza hau lortzen da:

$$\boxed{\frac{1}{R_{bp}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

Batzuetan erosoagoa da goiko formula jadanik landuta erabiltzea, honako modu honetan hain zuzen:

$$R_{bp} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \, ,$$

baina kontuan hartuz, azken honek soilik balio duela paraleloan konektaturik daudenak bi erresistentzia baino ez direnean.

Laburbilduz, beraz, bi erresistentzia edo gehiago paraleloan daudenean, erresistentzia bakar batez ordezka daitezke, erresistentzia baliokidearen balioaren alderantzizkoa ordezkatutako erresistentzien balioen alderantzizkoen batura izanik, oro har:

$$\boxed{\frac{1}{R_{bp}} = \sum_i \frac{1}{R_i}}$$

Adierazpen horretatik ondorioztatzen da ezen paralelo-elkarketaren erresistentzia baliokidea paralelo-elkarketa osatzen duten erresistentzien arteko txikiena baino txikiagoa dela, azken horien alderantzizko balioak baitira batzen direnak, alderantzizko baliorik handiena emango duena erresistentziarik txikiena izanik.

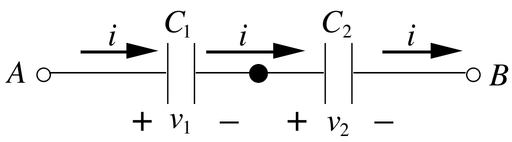
Oharra: aurreko formula kontuz erabiltzekoa da, ez baita gauza bera zatiduren batura egitea, formulak dioen legez, edo zatitzaileen batura, honako modu honetan:

$$\frac{1}{R_{bp}} \neq \frac{1}{\sum_i R_i}$$

• Kondentsadoreak seriean

Kondentsadore batzuk seriean konektatuta daudenean, kondentsadore baliokide bakar batez ordezka daiteke serie-elkarketa, honako modu honetan, Kirchhoff-en tentsioen legea (KTL) eta kondentsadoreen portaera-ekuazioa aintzakotzat hartuz:

serie-elkarketa:



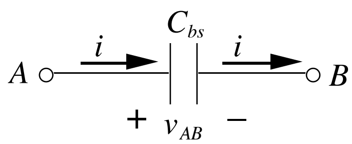
Kondentsadoreen ekuazioak:

$$i = C_1 \cdot \frac{dv_1}{dt} \quad \text{eta} \quad i = C_2 \cdot \frac{dv_2}{dt}$$

KTL: $$v_{AB} = v_1 + v_2 \;\rightarrow\; \frac{dv_{AB}}{dt} = \frac{dv_1}{dt} + \frac{dv_2}{dt}$$

$$\rightarrow \quad \frac{dv_{AB}}{dt} = \frac{i}{C_1} + \frac{i}{C_2} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) i$$

kapazitate baliokidea:



Kondentsadorearen ekuazioa:

$$i = C_{bs} \cdot \frac{dv_{AB}}{dt} \quad \rightarrow$$

$$\frac{dv_{AB}}{dt} = \left(\frac{1}{C_{bs}}\right) i$$

Bi aldeetako ekuazioak berdinduz, honako emaitza hau lortzen da:

$$\boxed{\frac{1}{C_{bs}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

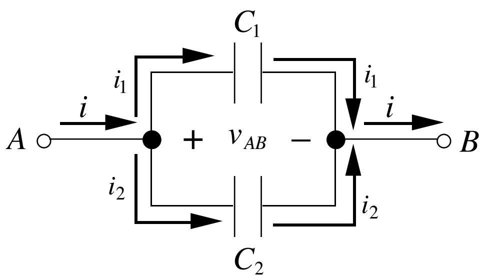
Beraz, bi kondentsadore edo gehiago seriean daudenean, kapazitate bakar batez ordezka daitezke, kapazitate baliokidearen balioaren alderantzizkoa, ordezkatutako kondentsadoreen balioen alderantzizkoen batura izanik, oro har:

$$\boxed{\frac{1}{C_{bs}} = \sum_i \frac{1}{C_i}}$$

• Kondentsadoreak paraleloan

Aurreko ataletako pauso guztiak errepikatuz, behar den bezala, honako hau lortzen da:

paralelo-elkarketa:



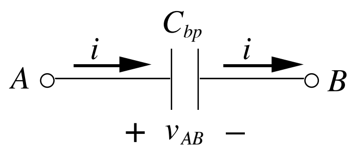
Kondentsadoreen ekuazioak:

$$i_1 = C_1 \frac{dv_{AB}}{dt} \quad \text{eta} \quad i_2 = C_2 \frac{dv_{AB}}{dt}$$

KKL: $\quad i = i_1 + i_2$

$$\rightarrow \qquad i = (C_1 + C_2) \frac{dv_{AB}}{dt}$$

kapazitate baliokidea:



Kondentsadorearen ekuazioa:

$$i = C_{bp} \frac{dv_{AB}}{dt}$$

Bi aldeetako ekuazioak berdinduz, honako emaitza hau lortzen da:

$$\boxed{C_{bp} = C_1 + C_2}$$

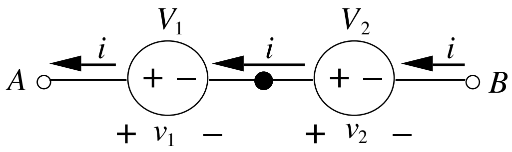
Beraz, bi kondentsadore edo gehiago seriean daudenean, kapazitate bakar batez ordezka daitezke, kapazitate baliokidearen balioa ordezkatutako kondentsadoreen balioen batura izanik, oro har:

$$\boxed{C_{bp} = \sum_i C_i}$$

• Tentsio-sorgailuak seriean

Tentsio-sorgailu batzuk seriean konektatuta daudenean, tentsio-sorgailu baliokide bakar batez ordezka daiteke serie-elkarketa. Kirchhoff-en tentsioen legea aintzakotzat hartuz, tentsio-sorgailuetako zeinuen arabera, kasu desberdinak daude; horregatik, garrantzitsuena KTL ongi aplikatzea da. Hona hemen adibide pare bat:

serie-elkarketa:

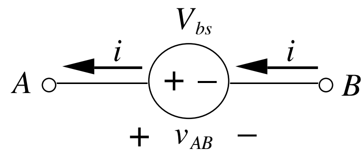


tentsio-sorgailuen ekuazioak:

$v_1 = V_1$ eta $v_2 = V_2$

KTL: $v_{AB} = v_1 + v_2 = V_1 + V_2$

tentsio-sorgailu baliokidea:



tentsio-sorgailuaren ekuazioa:

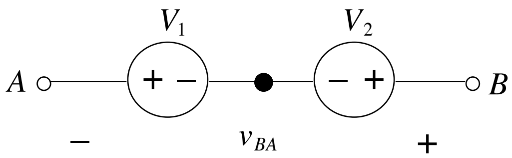
$v_{AB} = V_{bs}$

Bi aldeetako ekuazioak berdinduz, honako emaitza hau lortzen da:

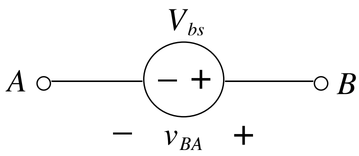
$$\boxed{V_{bs} = V_1 + V_2}$$

Oro har, tentsio-sorgailu batzuk seriean daudenean, tentsio-sorgailu bakar batez ordezka daitezke, baliokidearen balioa ordezkatutakoen batura algebraikoa izanik, guztien zeinuak kontuan hartuz. Hona hemen bigarren adibidea:

serie-elkarketa:



tentsio-sorgailu baliokidea:

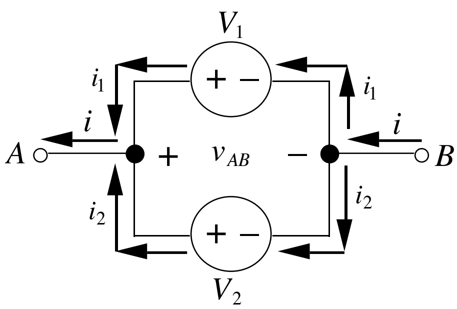


Kasu honetan, honako emaitza hau lortzen da KTL aplikatuz: $V_{bs} = V_2 - V_1$

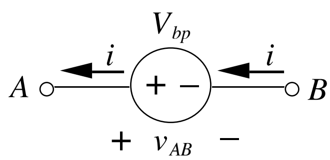
• Tentsio-sorgailuak paraleloan

Tentsio-sorgailuak kasu bakar batean konekta daitezke paraleloan, beren balioak (zeinua eta guzti) berdinak direnean soilik hain zuzen ere; bestela ez baita KTL betetzen, ondoren erakusten den legez:

paralelo-elkarketa:



tentsio-sorgailu baliokidea:



tentsio-sorgailuen ekuazioak:

$$v_{AB} = V_1 \quad \text{eta} \quad v_{AB} = V_2$$

tentsio-sorgailuaren ekuazioak:

$$v_{AB} = V_{bp}$$

Bete beharreko baldintza, beraz, bi tentsio-sorgailuen balioak berdinak izatea da ($V_1 = V_2$); eta hori betetzen denean, sorgailu baliokidearen balioa honako hau izango da:

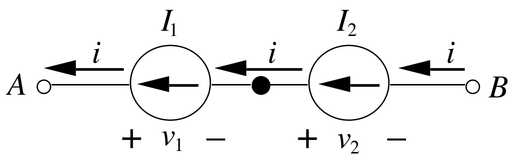
$$\boxed{V_{bp} = V_1 = V_2}$$

Beraz, tentsio baliokideari dagokionez, elkarketa honek ez du zentzu handirik, tentsio-sorgailuen banakako tentsioa lortzen baita. Dena den, elkarketa hau erabilgarria da, tentsio-sorgailuak zirkuituari eman behar dion korrontea sorgailuak eman dezakeen korronterik handiena baino handiagoa denean; bestela sorgailua hondatu egingo baita. Esate baterako, tentsio berdina ematen duten bi tentsio-sorgailu paraleloan elkartzean, bakoitzak zirkuituak behar duen korrontearen erdia eman beharko du; eta hau maximoa baino txikiagoa baldin bada, orduan ez da arazorik izango. Bestela, tentsio-sorgailu gehiago konektatu beharko dira paraleloan, bakoitzak eman behar duen korrontea maximoa baino txikiagoa dela ziurtatzeko (hiru konektatuz gero, bakoitzak korrontearen heren bat eman beharko du; lau konektatuz gero, bakoitzak korrontearen laurden bat eman beharko du; eta abar).

• Korronte-sorgailuak seriean

Korronte-sorgailuak kasu bakar batean konekta daitezke seriean: beren balioak (noranzko eta guzti) berdinak direnean, hain zuzen ere; bestela ez baita KKL betetzen, ondoren erakusten den legez:

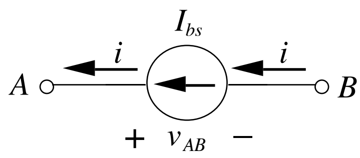
serie-elkarketa:



korronte-sorgailuen ekuazioak:

$$i = I_1 \quad \text{eta} \quad i = I_2$$

korronte-sorgailu baliokidea:



korronte-sorgailuaren ekuazioa:

$$i = I_{bs}$$

Bete beharreko baldintza, beraz, bi korronte-sorgailuen balioak berdinak izatea da ($I_1 = I_2$); eta hori betetzen denean, sorgailu baliokidearen balioa honako hau izango da:

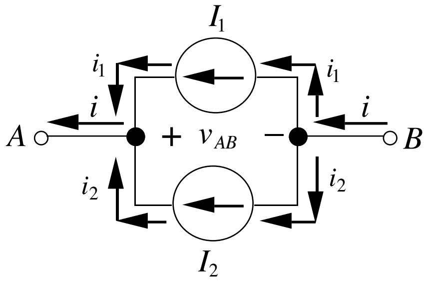
$$\boxed{I_{bs} = I_1 = I_2}$$

Aurreko atalean esandako guztia aplikagarria da kasu honetan ere; baina behar bezala egokituz gero. Hau da, elkarketa hau erabilgarria da, korronte-sorgailuari zirkuituak ezartzen dion tentsioa sorgailuak jasan dezakeen tentsiorik handiena baino handiagoa denean; bestela sorgailua hondatu egingo baita. Korronte-sorgailuak seriean konektatzean, bakoitzak tentsio osoaren zati bat baino ez du jasan beharko.

• Korronte-sorgailuak paraleloan

Korronte-sorgailu batzuk paraleloan konektatuta daudenean, korronte-sorgailu baliokide bakar batez ordezka daiteke paralelo-elkarketa. Kirchhoff-en korronteen legea aintzakotzat hartuz, korronte-sorgailuetako noranzkoen arabera, kasu desberdinak daude; horregatik, garrantzitsuena KKL ongi aplikatzea da. Hona hemen adibide pare bat:

paralelo-elkarketa:

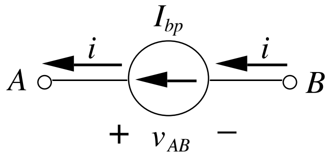


korronte-sorgailuen ekuazioak:

$i_1 = I_1$ eta $i_2 = I_2$

KKL: $i = i_1 + i_2 = I_1 + I_2$

korronte-sorgailu baliokidea:



korronte-sorgailuaren ekuazioa:

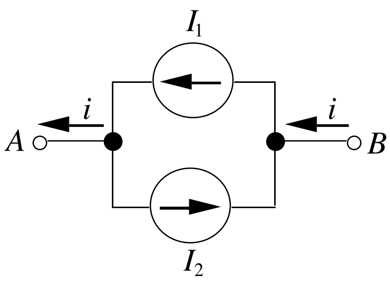
$i = I_{bp}$

Bi aldeetako ekuazioak berdinduz, honako emaitza hau lortzen da:

$$\boxed{I_{bp} = I_1 + I_2}$$

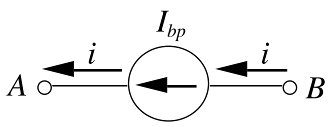
Oro har, korronte-sorgailu batzuk paraleloan daudenean, korronte-sorgailu bakar batez ordezka daitezke, baliokidearen balioa ordezkatutakoen batura algebraikoa izanik, guztien zeinuak kontuan hartuz. Hona hemen bigarren adibidea:

paralelo-elkarketa:



KKL: $i = I_1 - I_2$

korronte-sorgailu baliokidea:



korronte-sorgailuaren ekuazioa:

$i = I_{bp}$

Kasu honetan, honako emaitza hau lortzen da KKL aplikatuz: $I_{bp} = I_1 - I_2$.