

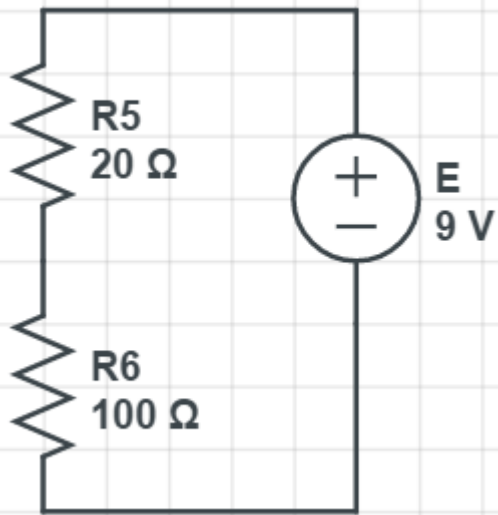
Electricitate 3

Legile lui Kirchhoff.

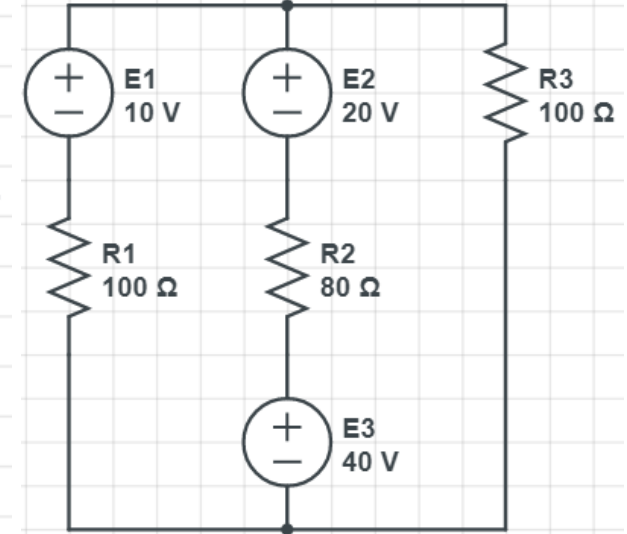
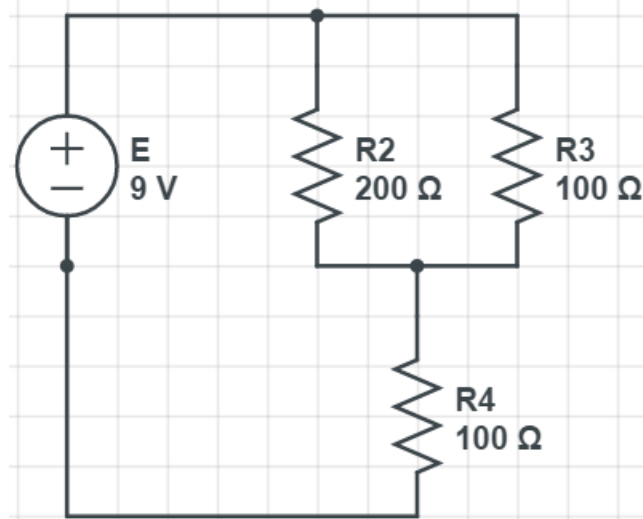


Legile lui Kirhhoff sunt utile în situația în care avem
circuite ramificate.

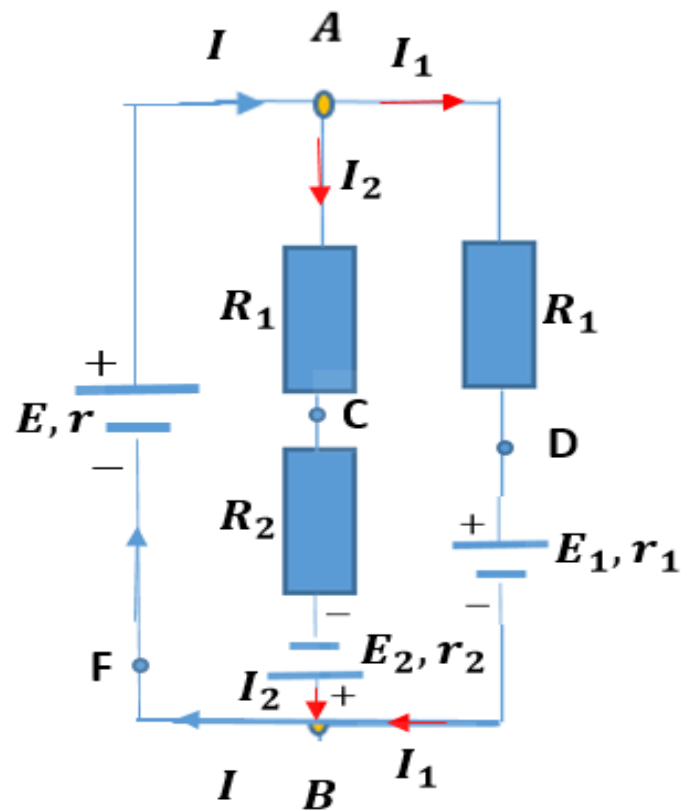
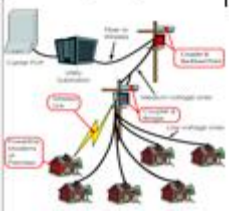
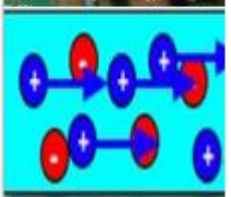
Circuite simple



Circuite ramificate



Rezolvarea circuitului = aflarea intensității curentului pe fiecare porțiune a circuitului. Adicional implică și posibilitatea calculului tensiunii la bornele oricărei porțiuni a circuitului.

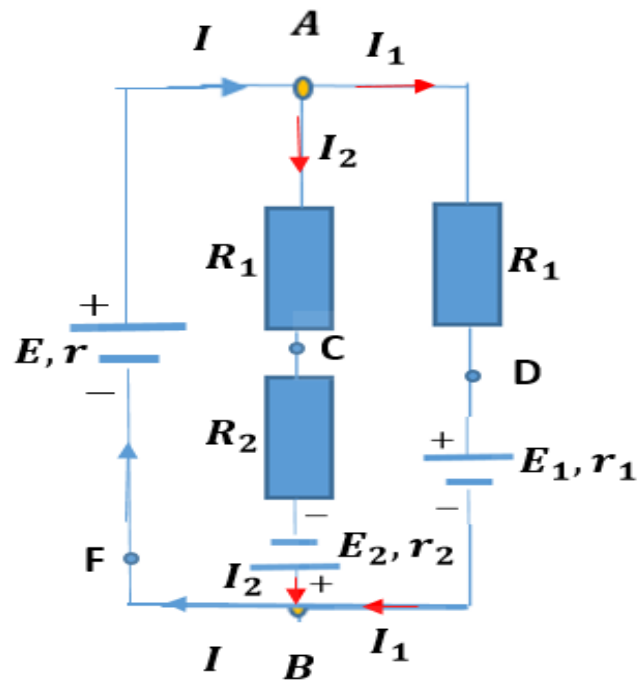


Nod = punctul din circuit în care se întâlnesc cel puțin 3 conductori.

Exemple: A, B. **Nu** sunt noduri punctele C, D, F.

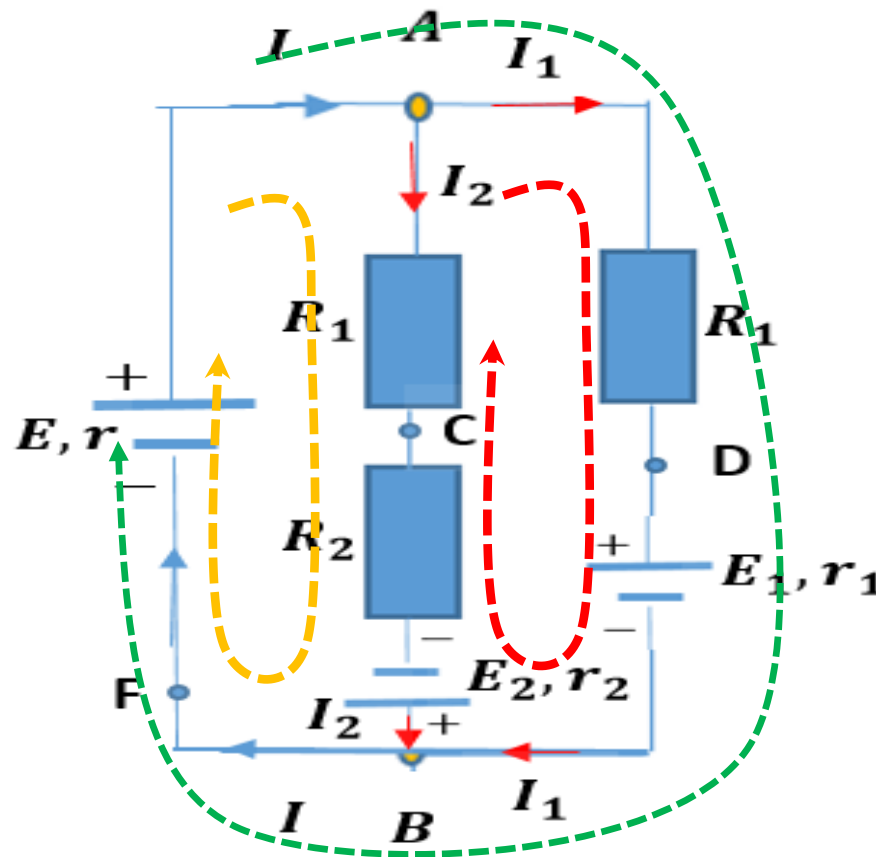
Ramură = porțiunea din circuit cuprinsă între 2 noduri succesive.

Exemple: ADB, ACB, AFB.

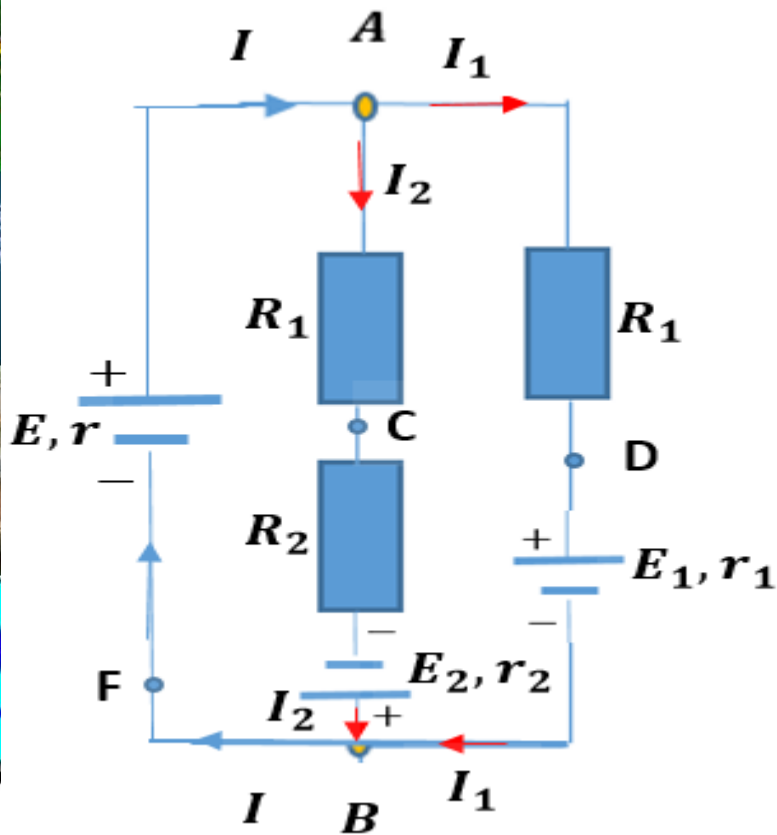


Ochi de rețea = succesiune de noduri și ramuri care începe într-un punct și se termină în același punct.

Exemple: **ADBCA**, **ACBFA**, **ADBFA**



Legile lui Kirchhoff



Legea I - se aplică nodurilor

Suma intensităților curenților care intră într-un nod este egală cu suma intensităților curenților care ies din nod.

Sau....suma algebrică a intensităților curenților este zero.

Se stabilește prin convenție că intensitățile curenților care intră sunt luate cu „ + „, și intensitățile curenților care ies sunt luate cu „ - „ .)

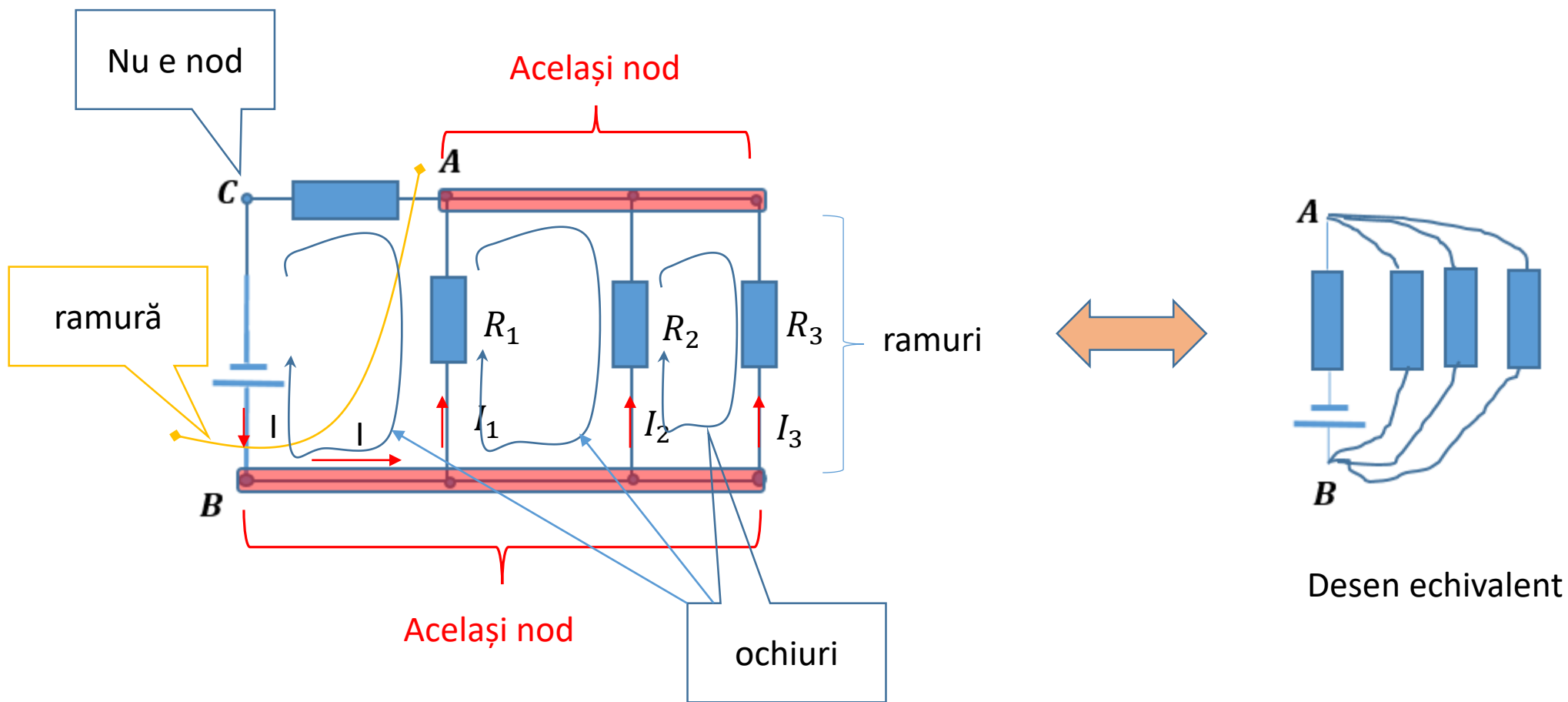
Exemple:

nodul A $I = I_1 + I_2$

nodul B $I_1 + I_2 = I$, ceea ce este același lucru.

De aceea în cazul rezolvării circuitelor electrice dacă într-un circuit avem N noduri se pot scrie doar N-1 ecuații independente.

Noduri – Ramuri - Ochiuri



Legile lui Kirchhoff

Legea II - se aplică ochiurilor de rețea

Suma algebrică a produselor dintre rezistența electrică și intensitatea curentului pe un ochi de rețea este egală cu suma algebrică a tensiunilor electromotoare.

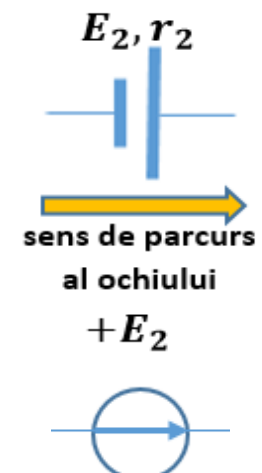
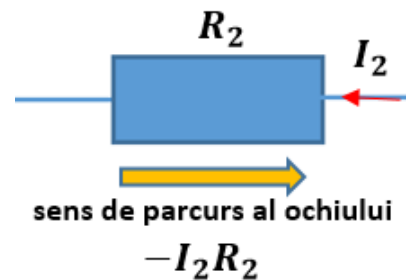
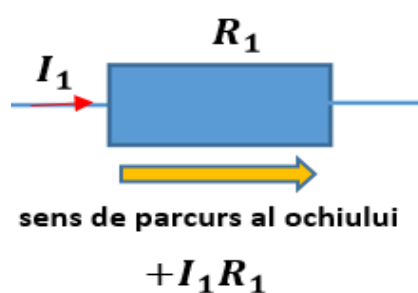
$$\sum_i R_i I_i = \sum_k E_k$$

Convenții

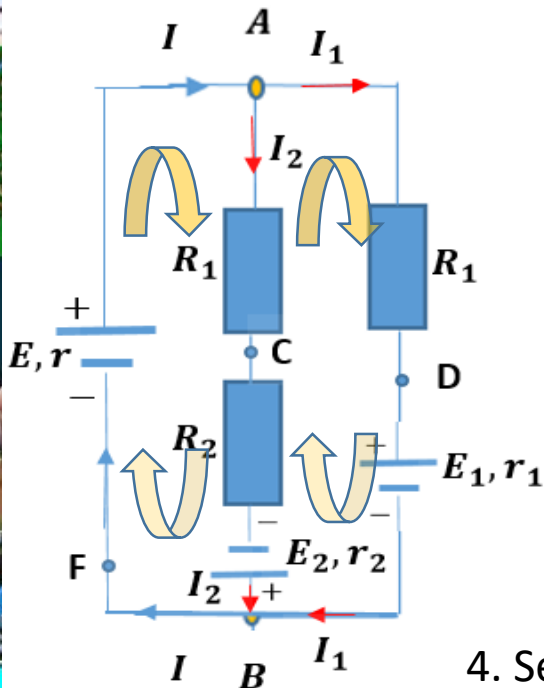
1. Se alege un sens de parcurs al ochiului. Alegerea este arbitrară.

2. Dacă rezistorii (inclusiv rezistențele interne ale generatoarelor) sunt parcurși de curent în același sens cu sensul arbitrar ales produsul IR se consideră (+) altfel se consideră (-).

3. Dacă generatorul este parcurs de sensul arbitrar ales de la borna (-) la (+) atunci t.e.m se consideră pozitivă altfel se consideră invers.



Algoritmul de aplicare a legilor lui Kirchhoff



Se consideră circuitul din figură pentru care se cunosc valorile rezistențelor și t.e.m. Se cere să se determine valorile intensităților curenților pe fiecare ramură.

1. Se analizează circuitul și se desenează intensitățile curenților pe fiecare ramură.
2. Pe o ramură avem o singură intensitate a curențului indiferent de câte generatoare avem. În cazul în care pe o ramură sunt mai multe generatoare și nu este foarte clar care ar fi sensul curențului se alege arbitrar un sens urmând ca din calculele ulterioare să se stabilească dacă sensul ales este corect.
3. În cazul circuitului nostru sunt de aflat 3 intensități ale curenților, deci avem nevoie de 3 ecuații.

4. Se numără nodurile.

În cazul nostru sunt 2 noduri A și B. Avem 2 ecuații pentru noduri din care o ecuație e independentă și se poate folosi. $A : I = I_1 + I_2$ (1)

5. Se completează cu restul de ecuații folosind legea a II-a a lui Kirchhoff pentru ochiuri. Se aleg două ochiuri și sensuri de parcurs ale acestora (vezi figura).

$$I_1(R_1 + r_1) - I_2(r_2 + R_2 + R_1) = -E_1 - E_2 \quad (2)$$

$$+I_2(r_2 + R_2 + R_1) + Ir = E + E_2 \quad (3)$$

Algoritmul de aplicare a legilor lui Kirchhoff


$$I = I_1 + I_2 \quad (1)$$

$$I_1(R_1 + r_1) - I_2(r_2 + R_2 + R_1) = -E_1 - E_2 \quad (2)$$

$$+I_2(r_2 + R_2 + R_1) + Ir = E + E_2 \quad (3)$$

Se trece la înlocuirea valorilor numerice corespunzătoare:

Aplicație numerică: $R_1 = 5 \Omega, R_2 = 9 \Omega, r = 1 \Omega, E = 20V, E_1 = E_2 = 10V$

$$I = I_1 + I_2$$

$$6I_1 - 15I_2 = -20$$

$$15I_2 + I = 30$$

Se rezolvă sistemul.

Dacă valorile numerice obținute pentru anumiți curenți sunt negative înseamnă că sensul curentului este invers celui presupus inițial. Valoarea este corectă dar sensul este invers celui presupus.

Se mai desenează odată circuitul cu sensurile curenților corecte.

$$I = 3A, I_1 = 1,2A, I_2 = 1,8A$$



Problemă

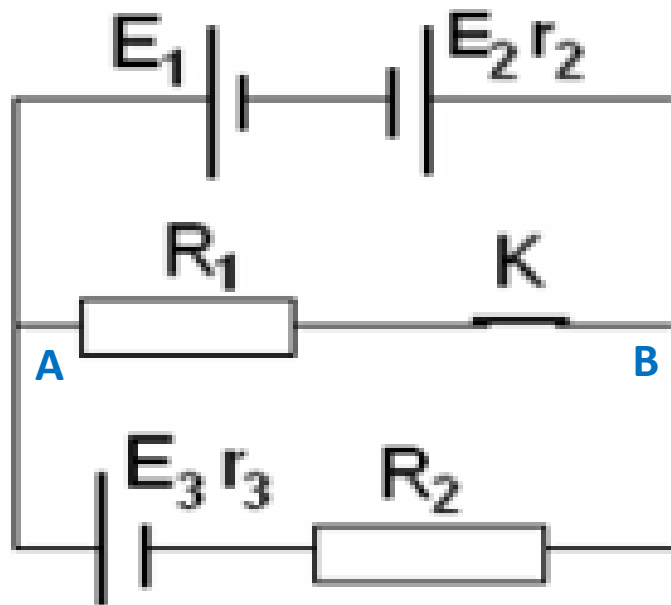
Pentru circuitul de mai jos se cunosc: $E_1 = 16V$, $E_2 = 14V$, $E_3 = 12V$, $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $r_1 = r_2 = 1\Omega$. Sursa 1 are rezistența internă neglijabilă.

I - K este închis

Determinați: a) Intensitatea curentului prin rezistorul 1. b) tensiunea la bornele rezistorului 2.

II – K deschis

c) Intensitatea curentului prin rezistorul 2 și tensiunea la bornele lui.



În aceste condiții vom aplica legile lui Kirchhoff pentru a determina intensitatea curentului electric pe fiecare ramură a circuitului.



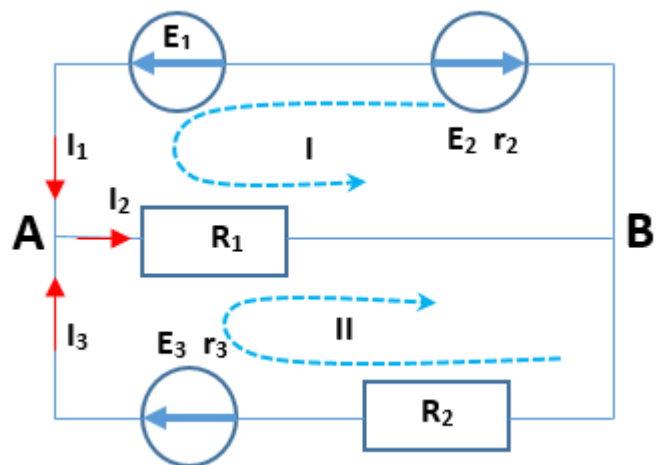
- a) Stabilim sensul curentului pe fiecare ramură a circuitului cuprinsă între nodurile A și B și notăm aceste intensități corespunzător I_1, I_2, I_3 .

Prin urmare avem 3 necunoscute de aflat.

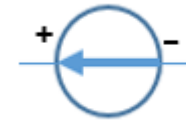
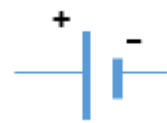
Circuitul are două noduri A și B, prin urmare putem scrie **legea I a lui Kirchhoff** pentru un singur nod.

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

Celelalte două ecuații necesare se vor scrie folosind legea a II-a a lui Kirchhoff. Pentru aceasta se aleg două ochiuri și pe fiecare ochi un sens de parcurs al ochiului. Sensul de parcurs este ales arbitrar.



Am schimbat simbolul pentru generatorul de tensiune continuă pentru a aplica mai ușor legea a II-a a lui Kirchhoff .



Pentru ochiul I:

$$(2) I_1 r_2 + I_2 R_1 = E_1 - E_2$$

Pentru ochiul II:

$$(3) I_3(R_2 + r_3) + I_2 R_1 = E_3$$

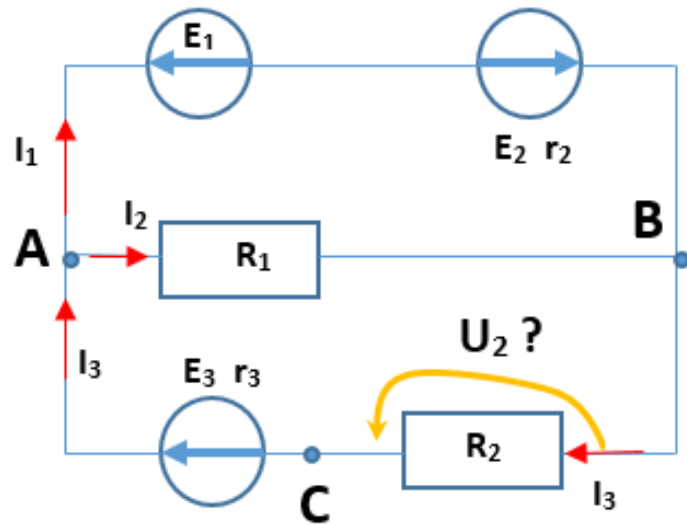
Rezultă sistemul:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 + I_3 = I_2 \\ I_1 r_2 + I_2 R_1 = E_1 - E_2 \\ I_3(R_2 + r_3) + I_2 R_1 = E_3 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_1 + I_3 = I_2 \\ I_1 + 6I_2 = 2 \\ 5I_3 + 6I_2 = 12 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{Se rezolvă}} \left\{ \begin{array}{l} I_1 = -\frac{50}{41} A \\ I_2 = \frac{22}{41} A \\ I_3 = \frac{72}{41} A \end{array} \right.$$

Semnul “-” indică faptul că sensul curentului pe ramura de sus este invers decât s-a presupus inițial.

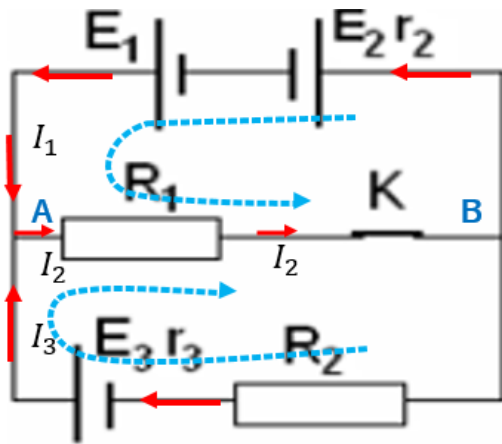


b) tensiunea la bornele rezistorului 2?



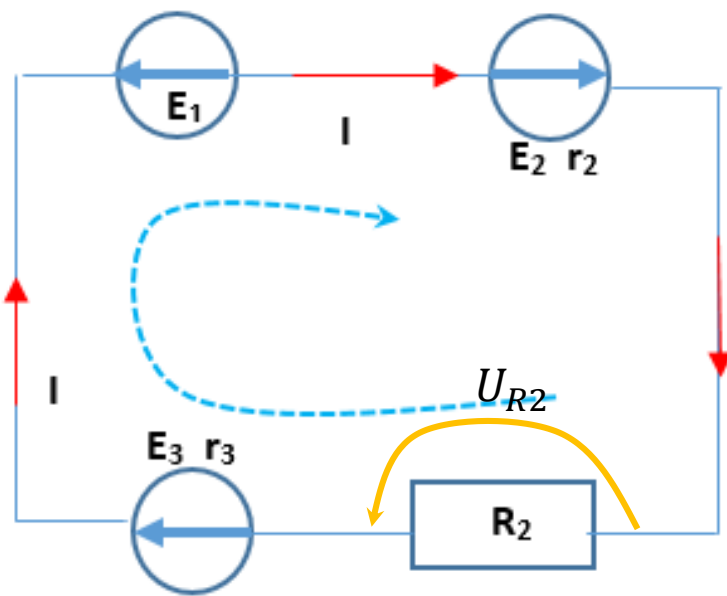
Aplicând legea lui Ohm pentru porțiunea de circuit care conține rezistorul 2 avem:

$$I_3 = \frac{U_2}{R_2} \quad \Rightarrow \quad U_2 = I_3 R_2 = 7V$$



c) Intensitatea curentului prin rezistorul 2 dacă se deschide întrerupătorul K și tensiunea la bornele lui.

Dacă se deschide întrerupătorul ramura din mijloc nu mai există și circuitul se transformă ca în figura alăturată. Se scrie legea a 2-a a lui Kirchhoff pe ochiul care se formează.



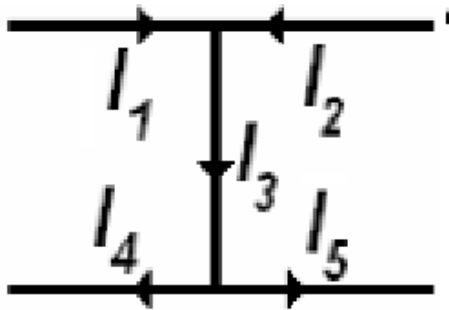
$$I(R_2 + r_2 + r_3) = E_2 + E_3 - E_1$$

$$I = \frac{E_2 + E_3 - E_1}{R_2 + r_2 + r_3} = \frac{10}{6} A = 1,66 A$$

$$U_{R2} = IR_2 = 1,66 \cdot 4V = 6,64V$$

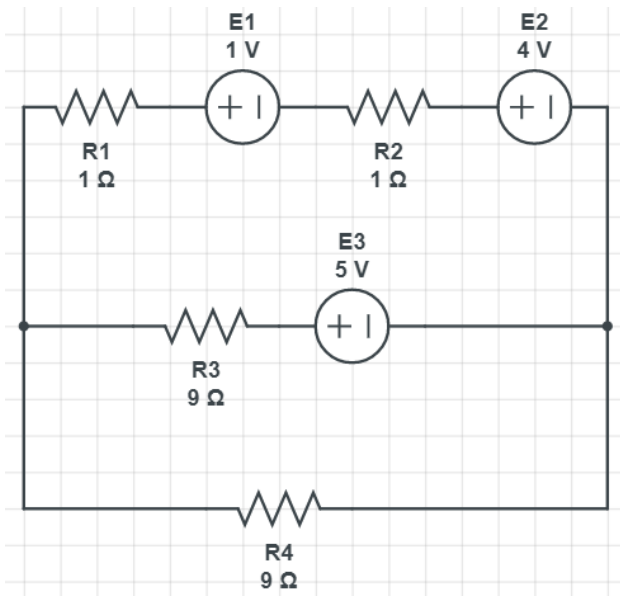


Probleme propuse



Problema 1

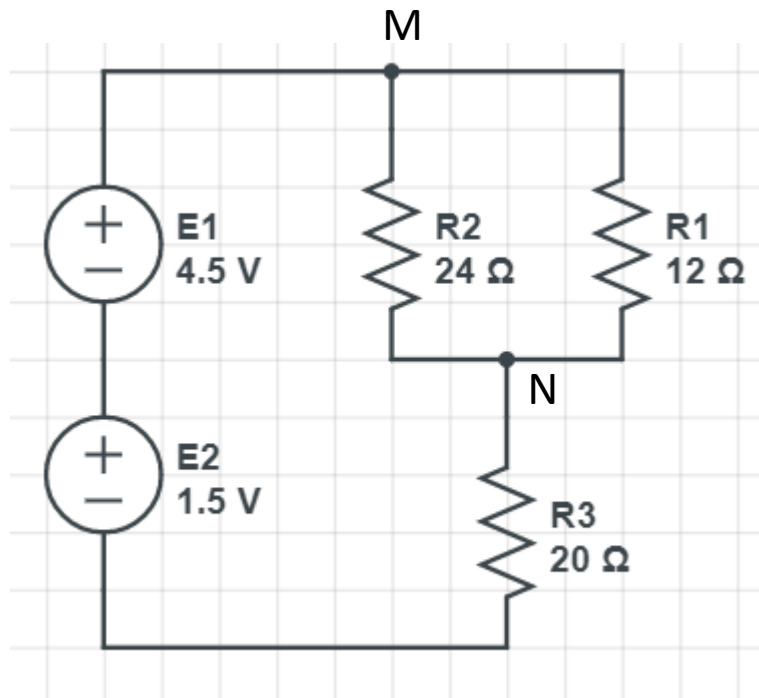
Considerați porțiunea dintr-un circuit electric a cărei diagramă este reprezentată în figura alăturată. Intensitățile unora dintre curenții care circulă prin fire sunt $I_1 = 1\text{ A}$, $I_2 = 9\text{ A}$ și $I_4 = 5\text{ A}$. Cât este I_5 ?



Problema 2

Determinați folosind legile lui Kirchhoff intensitatea curentului pe fiecare ramură a circuitului.

Problema 3



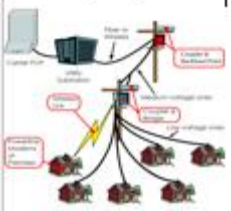
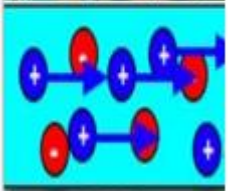
Rezistența internă a fiecărui generator este $r = 1\Omega$

- Calculați intensitatea curentului pe fiecare ramură a circuitului.
- Calculați tensiunea între M și N.
- Calculați rezistența echivalentă a circuitului exterior.

Problema 4

11. În circuitul din figura alăturată se cunosc $E=60\text{ V}$, $r=2\Omega$, $I=5\text{ A}$, $R_3=10\Omega$. Știind că tensiunea pe rezistența R_1 este $U_1=20\text{ V}$, să se afle:

- valoarea rezistenței R_1
- valoarea rezistenței R_2
- tensiunea la bornele bateriei
- sarcina electrică transportată prin rezistorul R_2 în intervalul de timp $\Delta t=5\text{ s}$



<http://www.quarq.ro/electricitate.html>

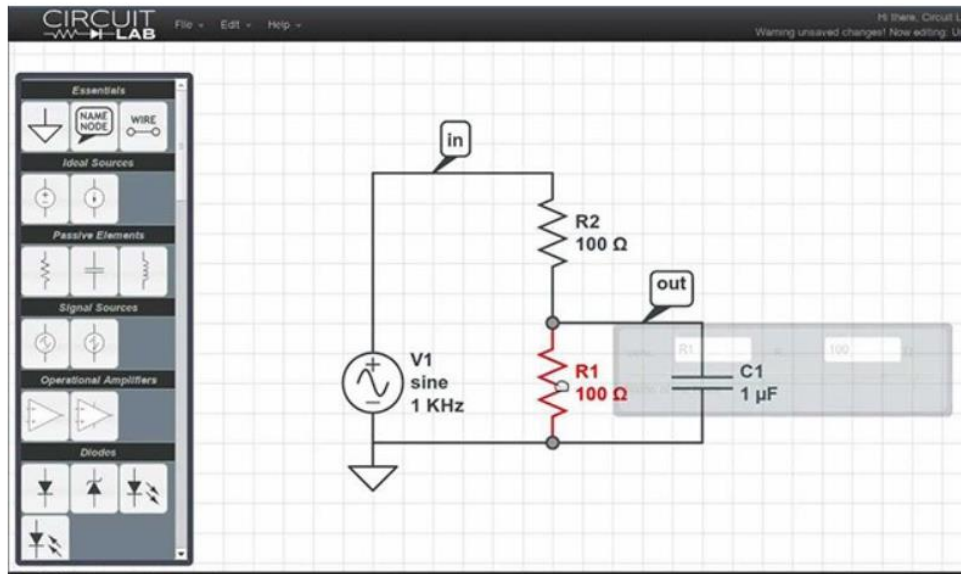
<http://www.quarq.ro> → Lectii → Electromagnetism

TOP 10 ONLINE CIRCUIT SIMULATORS

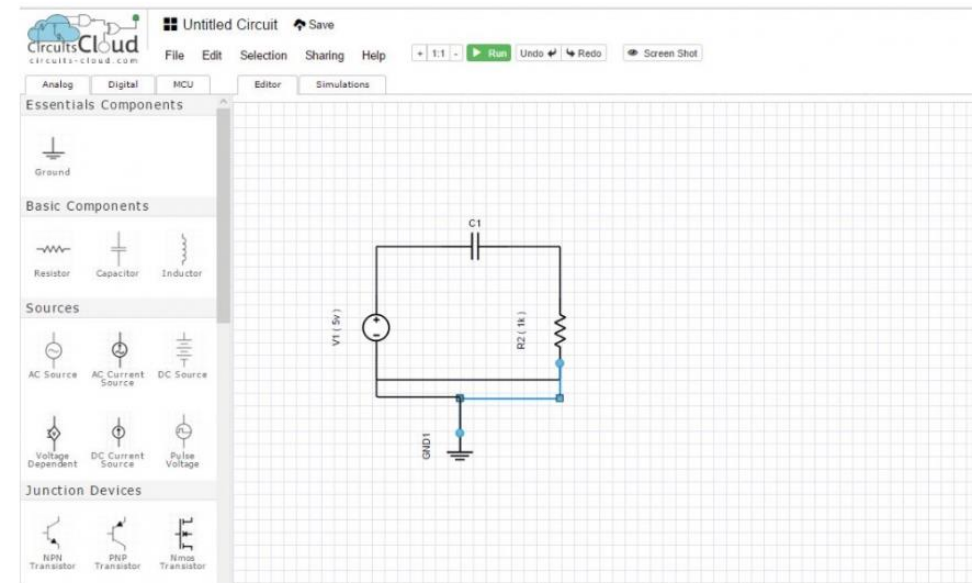
<https://www.electronics-lab.com/top-ten-online-circuit-simulators/>

Online circuit simulator

9. CIRCUIT LAB – [Circuitlab.Com](https://circuitlab.com)

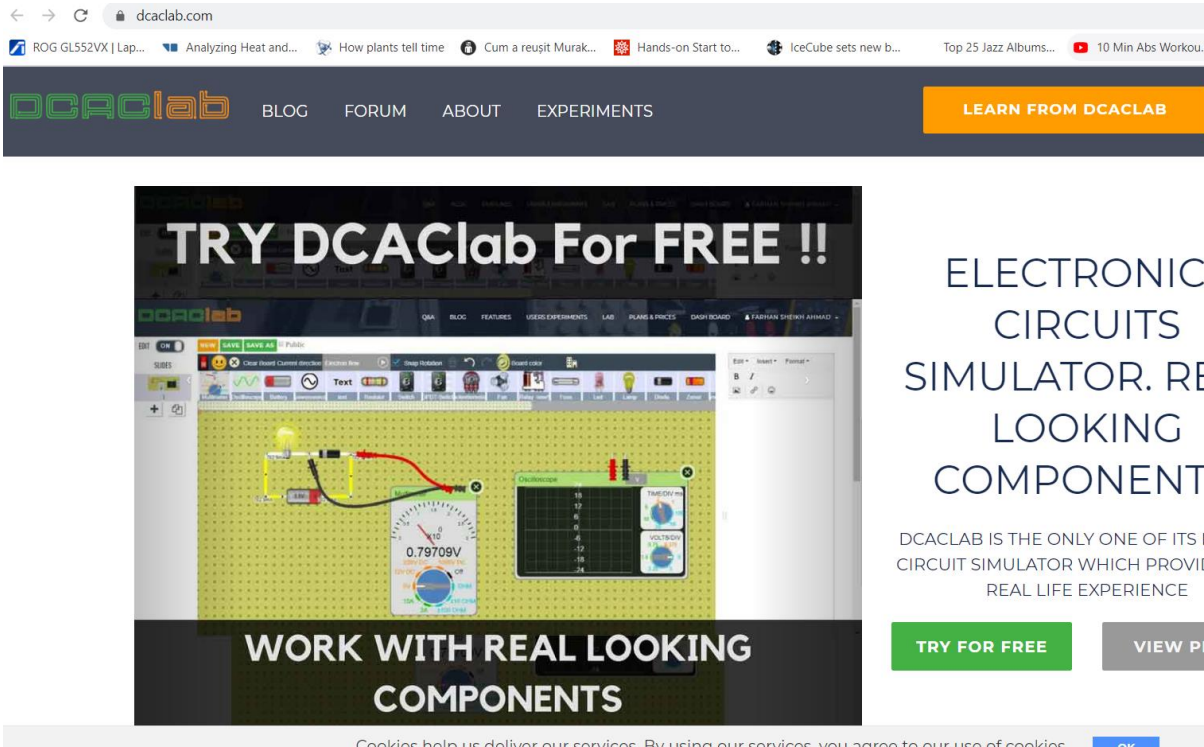


8. CircuitsCloud – [Circuits-Cloud.Com](https://circuits-cloud.com)



CircuitsCloud online circuit simulator

Online circuit simulator



← → ↻ dcaclab.com

ROG GL552VX | Lap... Analyzing Heat and... How plants tell time Cum a reușit Murak... Hands-on Start to... IceCube sets new b... Top 25 Jazz Albums... 10 Min Abs Workou...

DCAClab BLOG FORUM ABOUT EXPERIMENTS [LEARN FROM DCACLAB](#)

TRY DCAClab For FREE !!

DCAClab

0.79709V

WORK WITH REAL LOOKING COMPONENTS

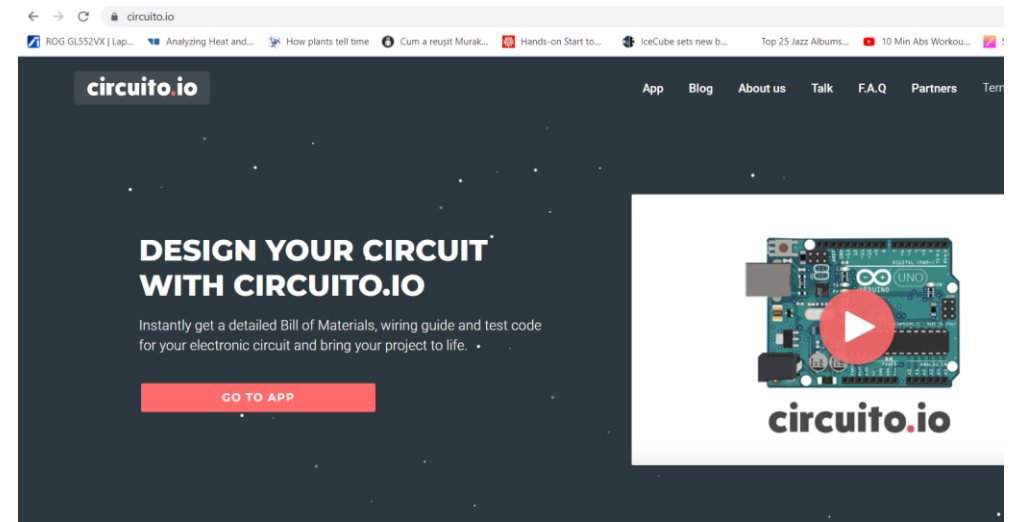
Cookie consent banner: Cookies help us deliver our services. By using our services, you agree to our use of cookies.

ELECTRONIC
CIRCUITS
SIMULATOR. RE
LOOKING
COMPONENT

DCACLAB IS THE ONLY ONE OF ITS P
CIRCUIT SIMULATOR WHICH PROVIDE
REAL LIFE EXPERIENCE

[TRY FOR FREE](#)

[VIEW PL](#)



← → ↻ circuito.io

ROG GL552VX | Lap... Analyzing Heat and... How plants tell time Cum a reușit Murak... Hands-on Start to... IceCube sets new b... Top 25 Jazz Albums... 10 Min Abs Workou... !

circuito.io App Blog About us Talk F.A.Q Partners Terr

DESIGN YOUR CIRCUIT WITH CIRCUITO.IO

Instantly get a detailed Bill of Materials, wiring guide and test code for your electronic circuit and bring your project to life.

[GO TO APP](#)

circuito.io