

05 - Circuite serie și paralel

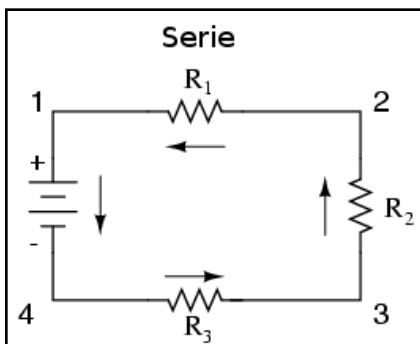
1. Ce sunt circuitele „serie” și „paralel”

- Într-un circuit serie, toate componentele sunt conectate unul în continuarea celuilalt, formând o singură cale pentru curgerea electronilor.
- Într-un circuit paralel, toate componentele sunt conectate la același capăt, formând exact un set de două puncte electric comune.
- O „ramură” într-un circuit paralel este o cale pentru curgerea curentului formată din cel puțin o sarcină (rezistență) din circuit.

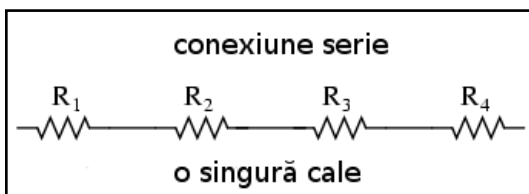
Circuitele formate dintr-o singură baterie și o singură rezistență sunt foarte ușor de analizat, dar nu sunt foarte des întâlnite în practică. De obicei circuitele conțin mai mult de două componente conectate între ele.

Conexiunea serie

Există două modalități de bază în care putem conecta mai mult de două componente într-un circuit: serie și paralel. Mai jos avem un exemplu de circuit serie:



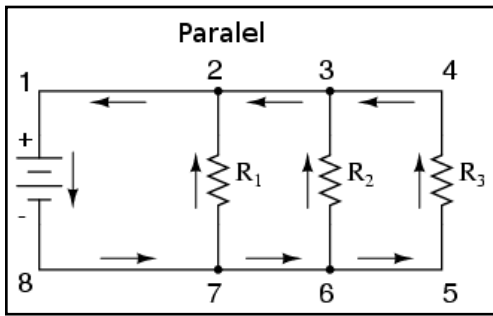
În acest circuit avem 3 rezistori (R_1, R_2 și R_3) conectați într-un singur lanț de la un terminal al bateriei la celălalt. Caracteristica principală a unui circuit serie este existența unei singure căi pentru curgerea electronilor.



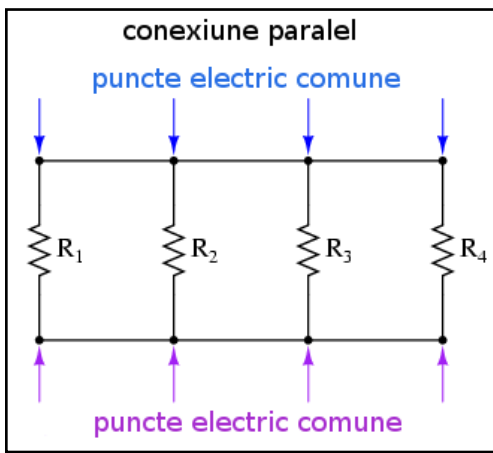
Idea de bază într-o conexiune serie este conectarea componentelor de la un capăt la altul într-o linie dreaptă.

Conexiunea paralel

Să ne uităm acum și la celălalt tip de circuit, cel paralel:



Și în acest caz avem tot 3 rezistori, dar de data această există mai multe căi pentru curgerea electronilor. Există o cale de la 8 la 7, 2, 1 și înapoi la 8. Mai există una de la 8 la 7, 6, 3, 2, 1 și înapoi la 8. Și mai există o a treia cale de la 8 la 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 și înapoi la 8. Fiecare cale individuală (prin R_1, R_2 și R_3) poartă denumirea de ramură.

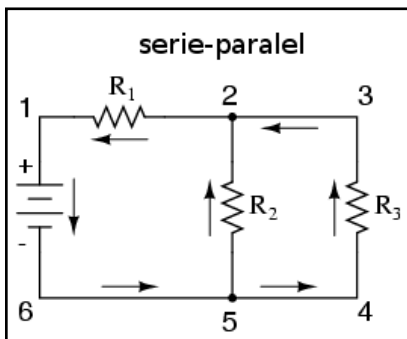


Caracteristica definitorie pentru un circuit paralel este faptul că toate componentele sunt conectate electric între aceleași seturi de puncte. În circuitul de mai sus, punctele 1, 2, 3 și 4 sunt toate comune din punct de vedere electric. La fel și punctele 8, 7, 6 și 5. Toate rezistoarele, precum și bateria, sunt conectate între aceste două puncte.

Într-un circuit pur paralel, nu există niciodată mai mult de două puncte comune, indiferent de numărul componentelor din circuit conectate. Există mai mult de o singură cale pentru deplasarea electronilor, dar o singură cădere de tensiune asupra tuturor componentelor.

Circuite serie-paralel combinate

Desigur, complexitatea nu se oprește nici la circuite serie sau paralel! Putem avea de asemenea circuite ce sunt o combinație dintre acestea două:



În acest circuit, avem două ramuri prin care electronii pot să circule: una de la 6 la 5, 2, 1 și înapoi la 6, iar altă ramură de la 6 la 5, 4, 3, 2, 1 și înapoi la 6. Observați cum ambele drumuri trec prin R_1 (de la punctul 2 spre punctul 1). În această configurație, spunem că R_1 și R_2 sunt paralele între ele, în timp ce R_1 este în serie cu combinația paralelă R_2 și R_3 .

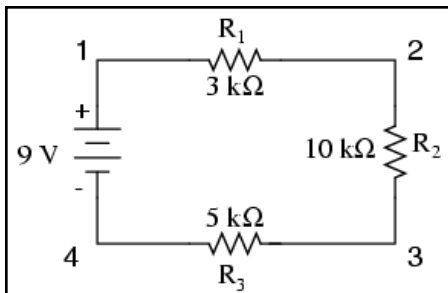
Cele două tipuri de configurații, serie și paralel, prezintă proprietăți electrice total diferite.

2. Circuite serie simple

- Într-un circuit serie, rezistența totală este egală cu suma rezistențelor individuale a tuturor rezistorilor din circuit: $R_{\text{Total}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$
- Într-un circuit serie, curentul este același prin fiecare component: $I_{\text{Total}} = I_1 = I_2 = \dots = I_n$
- Într-un circuit serie, tensiunea totală este egală cu suma căderilor individuale de tensiune pe fiecare component în parte: $E_{\text{Total}} = E_1 + E_2 + \dots + E_n$

Curentul într-un circuit serie

Să începem cu un circuit electric format dintr-o baterie și trei rezistori:

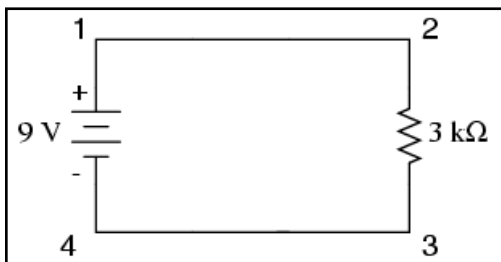


Primul principiu pe care trebuie să-l înțelegem legat de circuitele serie este păstrarea constantă a valorii curentului în întreg circuitul, și prin urmare, prin fiecare component (prin fiecare component va trece aceeași cantitate de curent electric). Acest lucru se datorează existenței unei singure căi pentru trecerea electronilor, iar dacă privim circuitul ca un tub cu mărgele, putem înțelege de ce rata de deplasare a mărgelilor trebuie să fie aceeași în

orice punct al tubului (circuitului).

Legea lui Ohm într-un circuit simplu

După modul în care este așezată bateria de 9 volți în circuit, ne putem da seama că deplasarea electronilor se va realiza în sens invers acelor de ceasornic (atenție, folosim sensul real de deplasare al electronilor în circuit), de la punctul 4 la 3, 2, 1 și înapoi la 4. Totuși, avem o singură sursă de tensiune și trei rezistori. Cum putem aplica legea lui Ohm în acest caz?



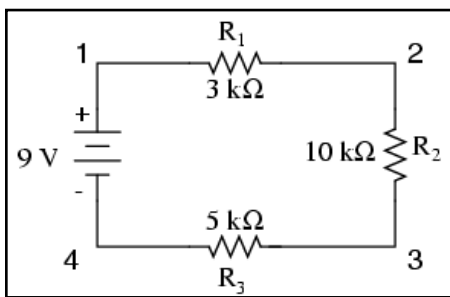
Un principiu important de ținut minte legat de legea lui Ohm, este relația dintre tensiune, curent și rezistență între aceleași două puncte din circuit. De exemplu, în cazul unei singure baterii și a unui singur rezistor în circuit, putem calcula foarte ușor valorile curentului, pentru că acestea se referă la aceleași două puncte din circuit.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{9 \text{ V}}{3 \text{ k}\Omega} = 3 \text{ mA}$$

Din moment ce punctele 1 și 2 sunt conectate împreună printr-un fir de o rezistență neglijabilă (la fel și punctele 3 și 4), putem spune că punctele 1 și 2 sunt comune, precum și că punctele 3 și 4 sunt comune între ele. De asemenea, știm faptul că avem o tensiune de 9 volți între punctele 1 și 4 (direct asupra bateriei), și pentru că punctele 1 și 2 cu punctele 3 și 4 sunt comune, trebuie de asemenea să avem tot 9 volți între punctele 2 și 3 (direct asupra rezistorului).

Prin urmare, putem aplica legea lui Ohm ($I=E/R$) asupra curentului prin rezistor, pentru că știm tensiunea (E) la bornele rezistorului precum și rezistența acestuia. Toți termenii (E , I , R) se aplică în cazul acelorași două puncte din circuit, asupra aceluiași rezistor, prin urmare putem folosi legea lui Ohm fără nicio problemă.

Circuite cu mai mult de un rezistor



Totuși, în circuitele ce conțin mai mult de un singur rezistor, trebuie să fim atenți cum aplicăm legea lui Ohm. În exemplul de jos cu trei rezistori în circuit, știm că avem 9 volți între punctele 1 și 4, valoarea reprezentând forța electromotoare disponibilă pentru împingerea electronilor prin conexiunea serie realizată din rezistorii R_1, R_2 și R_3 . Nu putem însă împărți cei 9 volți la $3k\Omega$, $10k\Omega$ sau $5k\Omega$ pentru a găsi valoarea curentului, pentru că nu cunoaștem de fapt valoarea tensiunii pe fiecare din rezistori în parte, ci cunoaștem valoarea tensiunii pe întreg ansamblul de rezistori.

Valoarea de 9 volți reprezintă o cantitate totală a circuitului, pe când valorile $3k\Omega$, $10k\Omega$ și $5k\Omega$, reprezintă cantități individuale. Dacă ar fi să folosim în cadrul legii lui Ohm o valoare totală (tensiunea în acest caz) concomitent cu o valoare individuală (rezistența în acest caz), rezultatul nu va fi același pe care îl vom regăsi într-un circuit real.

În cazul lui R_1 , legea lui Ohm se va folosi specificând tensiunea și curentul la bornele rezistorului R_1 , și valoarea rezistenței lui, $3k\Omega$:

$$I_{R1} = \frac{E_{R1}}{3 k\Omega}$$

$$E_{R1} = I_{R1} \cdot 3 k\Omega$$

Dar din moment ce nu cunoaștem tensiunea la bornele lui R_1 (doar tensiunea totală pe toți cei trei rezistori conectați în serie), și nu cunoaștem nici curentul prin R_1 (curentul prin întreg circuitul de fapt, deci și prin ceilalți doi rezistori), nu putem realiza niciun calcul cu niciuna dintre formule. Același lucru este valabil și pentru R_2 și R_3 .

Prin urmare, ce putem face? Dacă am cunoaște valoarea totală a rezistenței din circuit, atunci am putea calcula valoarea totală a curentului pentru cantitatea totală a tensiunii ($I=E / R$).

Rezistența totală într-un circuit serie

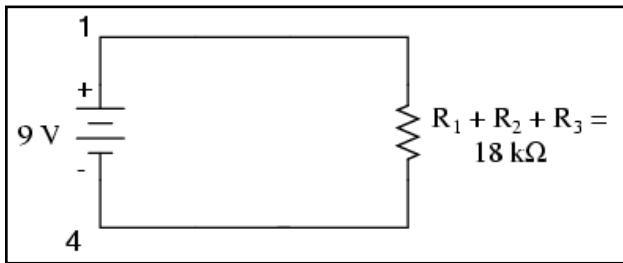
Cu această observație putem enunța al doilea principiu al circuitelor serie: în oricare circuit serie, rezistența totală a circuitului este egală cu suma rezistențelor individuale a fiecărui rezistor, prin urmare, cu cât avem mai multe rezistențe în circuit, cu atât mai greu le va fi electronilor să se deplaseze prin circuit:

$$R_{total} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

În exemplul nostru, avem trei rezistori în serie, de 3 kΩ, 10 kΩ, respectiv 5 kΩ, ceea ce rezultă într-o rezistență totală de 18 kΩ:

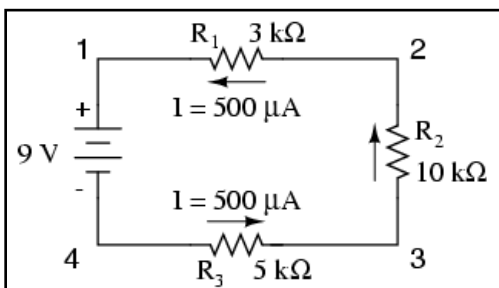
$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 = 3 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega + 5 \text{ k}\Omega = 18 \text{ k}\Omega$$

Ceea ce am făcut de fapt, a fost să calculăm rezistența echivalentă a rezistorilor de 3 kΩ, 10 kΩ și 5 kΩ luați împreună. Cunoscând acest lucru, putem redesena circuitul cu un singur rezistor echivalent reprezentând combinația serie a celor trei rezistori R₁, R₂ și R₃.



Acum avem toate informațiile necesare pentru calcularea curentului prin circuit, deoarece avem tensiunea între punctele 1 și 4 (9 volți), precum și rezistența între punctele 1 și 4 (18 kΩ):

$$I_{total} = \frac{E_{total}}{R_{total}} = \frac{9 \text{ V}}{18 \text{ k}\Omega} = 500 \mu\text{A}$$



Cunoscând faptul că prin fiecare component curentul este același (circuit serie), și cunoscând valoarea curentului total în cazul de față, putem reveni la circuitul inițial pentru a nota valoarea curentului prin fiecare component în parte.

Tensiunea totală într-un circuit serie

Întrucât valoarea curentului prin fiecare rezistor este acum cunoscută, putem folosi legea lui Ohm pentru determinarea căderilor de tensiune pe fiecare component în parte:

$$E_{R1} = I_{R1} R_1 = 500 \mu\text{A} \cdot 3 \text{ k}\Omega = 1,5 \text{ V}$$

$$E_{R2} = I_{R2} R_2 = 500 \mu\text{A} \cdot 10 \text{ k}\Omega = 5 \text{ V}$$

$$E_{R3} = I_{R3} R_3 = 500 \mu\text{A} \cdot 5 \text{ k}\Omega = 2,5 \text{ V}$$

Putem observa căderea de tensiune pe fiecare rezistor în parte și faptul că suma acestor căderi de tensiune (1,5 V + 5 V + 2,5 V) este egală cu tensiunea la bornele bateriei, 9 V. Acesta reprezintă al treilea principiu al circuitelor serie: tensiune electromotoare (a bateriei) este egală cu suma căderilor de tensiune pe fiecare component în parte:

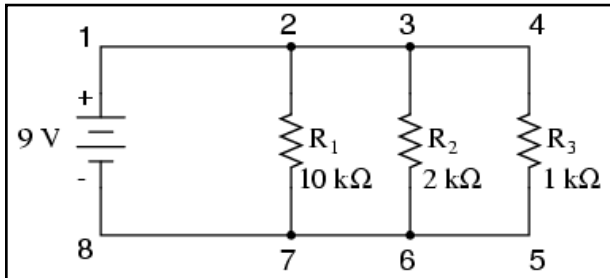
$$E_{total} = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

Circuitele serie sunt folosite ca și divizoare de tensiune.

3. Circuite paralel simple

- Într-un circuit paralel, căderea de tensiune pe fiecare component este aceeași: $E_{Total} = E_1 = E_2 = \dots = E_n$
- Într-un circuit paralel, curentul total este egal cu suma curenților individuali prin fiecare ramură: $I_{Total} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$.
- Într-un circuit paralel, rezistența totală este mai mică decât rezistențele oricărui rezistor luat în parte: $R_{Total} = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n)$

Căderea de tensiune într-un circuit paralel



Să considerăm un circuit paralel format din trei rezistori și o singură baterie.

Primul principiu pe care trebuie să-l înțelegem despre circuitele paralele este legat de faptul că într-un circuit paralel, tensiunea este egală la bornele tuturor componentelor. Acest lucru se datorează existenței a unui număr de numai două seturi de puncte comune din punct de vedere electric într-un circuit paralel, iar tensiunea măsurată între seturi de puncte comune trebuie să fie tot timpul aceeași.

Prin urmare, în circuitul de mai sus, tensiunea la bornele rezistorului R_1 este egală cu tensiunea la bornele rezistorului R_2 , egală cu tensiunea (căderea de tensiune) la bornele rezistorului R_3 și de asemenea egală cu tensiunea (electromotoare) la bornele bateriei:

$$I_{R1} = \frac{E_{R1}}{R_1} = \frac{9 \text{ V}}{10 \text{ k}\Omega} = 0,9 \text{ mA}$$

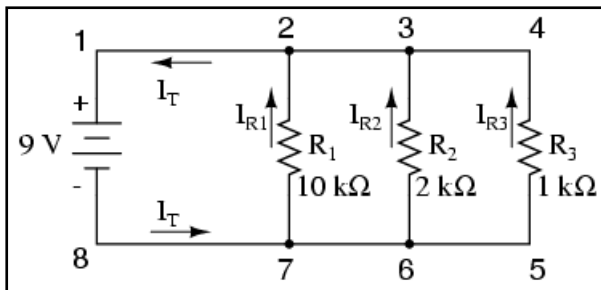
$$I_{R1} = \frac{E_{R1}}{R_1} = \frac{9 \text{ V}}{2 \text{ k}\Omega} = 4,5 \text{ mA}$$

$$I_{R1} = \frac{E_{R1}}{R_1} = \frac{9 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 9 \text{ mA}$$

Ca și în cazul circuitelor serie, dacă dorim aplicarea legii lui Ohm, valorile tensiunii, curentului și ale rezistenței trebuie să fie în același context (total sau individual) pentru a obține rezultate reale prin aplicarea formulelor. Totuși, în circuitul de mai sus, putem aplica de la început legea lui Ohm fiecărui rezistor în parte, pentru că se cunoaște tensiunea la bornele fiecărui rezistor (9 volți) precum și rezistența fiecărui rezistor.

Curentul total într-un circuit paralel

Până în acest moment, nu cunoaștem valoarea totală a curentului, sau rezistența totală a acestui circuit paralel, astfel că nu putem aplica legea lui Ohm pentru a afla valoarea totală a curentului prin circuit (între punctele 1 și 8 de exemplu).



Totuși, putem observa că valoarea totală a curentului prin circuit trebuie să fie egală cu suma valorilor curenților prin fiecare ramură (fiecare rezistor în parte).

$$I_t = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} = 0,9 \text{ mA} + 4,5 \text{ mA} + 9 \text{ mA} = 14,4 \text{ mA}$$

Pe măsură ce curentul iese prin terminalul negativ (-) al bateriei la punctul 8 și se deplasează prin circuit, o parte din această cantitate se împarte în două la punctul 7, o parte mergând spre R_1 . La punctul 6 o parte din cantitate se va îndrepta spre R_2 , iar ceea ce mai rămâne va curge spre R_3 . Același lucru se întâmplă pe partea cealaltă, la punctele 4, 3 și 2, numai că de această dată curenții se vor aduna și vor curge împreună spre terminalul pozitiv al bateriei (+), la punctul 1. Cantitatea de electroni (curentul) ce se deplasează din punctul 2 spre punctul 1 trebuie să fie egală cu suma curenților din ramurile ce conțin rezistorii R_1 , R_2 și R_3 .

Acesta este al doilea principiu al circuitelor paralele: valoarea totală a curentului prin circuit este egală cu suma curenților de pe fiecare ramură în parte:

$$I_{total} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

Rezistența totală într-un circuit paralel

Și, în sfârșit, aplicând legea lui Ohm pe întreg circuitul, putem calcula valoarea totală a rezistenței prezentă în circuit:

$$R_{total} = \frac{E_{total}}{I_{total}} = \frac{9 \text{ V}}{14,4 \text{ mA}} = 625 \Omega$$

Trebuie să observăm un lucru foarte important în acest caz. Valoarea rezistenței totale este de numai 625 Ω : mai puțin decât valoarea oricărei rezistențe luate separat. În cazul circuitelor serie, unde rezistența totală este egală cu suma tuturor rezistențelor individuale, suma totală a fost mai mare decât valoarea oricărei rezistențe luate separat. În cadrul circuitelor paralel, este exact invers. Acesta este al treilea principiu al circuitelor electrice paralel, iar matematic, această relație între rezistența totală și rezistențele individuale din circuit poate fi exprimată astfel:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

4. Conductanța electrică

- Conductanța este opusul rezistenței și reprezintă *ușurința* electronilor la curgerea printr-un circuit/component.
- Simbolul conductanței este litera „G”, iar unitatea de măsură este „Siemens”.
- Matematic, conductanța este inversul rezistenței: $G=1/R$

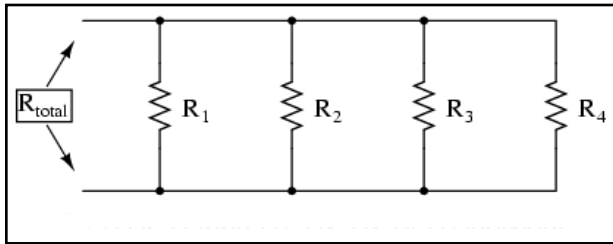
Conductanța reprezintă inversa rezistenței

Prin definiție, rezistența este mărimea ce măsoară frecarea întâmpinată de electroni atunci când se deplasează prin componentul respectiv (rezistor). Totuși, putem să ne gândim și la inversa acestei mărimi electrice: ușurința deplasării electronilor printr-un component. Denumirea acestei mărimi este conductanța electrică, în opoziție cu rezistența electrică.

Matematic, conductanța este inversa rezistenței:

$$\text{conductanța} = \frac{1}{\text{rezistența}}$$

Cu cât valoarea rezistenței este mai mare, cu atât mai mică va fi cea a conductanței și invers. Simbolul folosit pentru desemnarea conductanței este G, iar unitatea de măsură este Siemens, abreviat prin S.

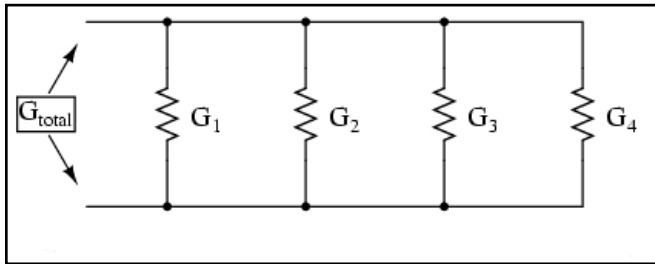


Întorcându-ne la circuitul paralel studiat, putem vedea că existența mai multor ramuri în circuit reduce rezistența totală a circuitului, pentru că electronii sunt capabili să curgă mult mai ușor prin circuit atunci când există mai multe ramuri decât atunci când există doar una.

În termeni de rezistență, ramurile în plus duc la o rezistență mai scăzută. Dacă folosim însă termenul de conductanță, ramurile adiționale din circuit duc la o conductanță (totală) mai mare.

Rezistența totală paralelă este mai mică decât oricare dintre rezistențele ramurilor luate individual (R_{total} mai mică decât R_1 , R_2 , R_3 sau R_4 luate individual).

Conductanța totală



Conductanța paralelă este mai mare decât oricare dintre conductanțele ramurilor luate individual, deoarece rezistorii paraleli conduc mai bine curentul electric decât o fac fiecare luat în parte (G_{total} mai mare decât G_1 , G_2 , G_3 sau G_4 luate individual).

Matematic, această relație se exprimă astfel:

$$G_{total} = G_1 + G_2 + G_3 + G_4$$

Cunoscând relația matematică inversă dintre conductanță și rezistență ($1/x$), putem transforma fiecare din termenii formulei de mai sus în rezistențe:

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

Rezolvând ecuația de mai sus pentru R_{total} , ajungem la următoarea formulă:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

..formula rezistenței totale a circuitelor paralele.

5. Calcularea puterii

- Indiferent de configurația circuitelor rezistive, puterea totală este suma puterilor individuale de pe fiecare component: $P_{total} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$

Ecuțiile puterii

La calcularea puterii disipate pe componentele rezistive, putem folosi oricare dintre ecuațiile de putere în funcție de mărimile cunoscute: tensiune, curent și/sau rezistență pe fiecare component:

$$P = IE$$

$$P = \frac{E^2}{R}$$

$$P = I^2R$$

Mărime	R ₁	R ₂	R ₃	Total	Unitate
E					V
I					A
R					Ω
P					W

Acest lucru este mult mai ușor de realizat prin simpla adăugare a unui rând adițional în tabelul tensiunilor, curenților și a rezistențelor. Indiferent de coloană, puterea se va afla folosind ecuația corespunzătoare a legii lui Ohm.

Puterea totală este aditivă

O regulă interesantă pentru puterea totală vizavi de puterea individuală, este că aceasta este aditivă indiferent de configurația circuitului în cauză: serie, paralel, serie-paralel sau altfel. Fiind o expresie a lucrului mecanic efectuat, configurația circuitului nu are niciun efect asupra calculelor matematice dacă luăm în considerare și faptul că puterea disipată trebuie să fie egală cu puterea totală introdusă de către sursă în circuit (conform legii conservării energiei).

Observație

Atenție, cele de mai sus se aplică doar în cazul calculării puterilor în circuitele pur rezistive (ce conțin doar rezistori).

6. Aplicarea corectă a legii lui Ohm

- Folosind metoda tabelului, vom aplica legea lui Ohm vertical, pe fiecare coloană din tabel
- Folosind metoda tabelului, vom aplica regulile circuitelor serie/paralel pe fiecare linie

Variabilele utilizate se referă la același set de puncte

Una dintre cele mai frecvente greșeli ale începătorilor în aplicarea legii lui Ohm constă în utilizarea greșită a mărimilor pentru tensiune, curent și rezistență. Cu alte cuvinte, se poate întâmpla ca în aplicarea legii să se utilizeze valoarea curentului I printr-un rezistor și valoarea căderii de tensiune U (sau E) pe un set de rezistori interconectați, cu speranța că rezistența totală astfel calculată este egală cu rezistența reală a configurației în cauză. Acest lucru este însă incorect!

Rețineți acest principiu extrem de important: variabilele utilizate în ecuațiile legii lui Ohm trebuie să corespundă tot timpul aceluiași set de două puncte a circuitului analizat.

Cu alte cuvinte, dacă luăm în considerare o rezistență R_{AB} aflată între două puncte din circuit, desemnate prin A și B , atunci și curentul I_{AB} cât și căderea de tensiune U_{AB} trebuie să se refere exact la aceleași puncte pentru a putea aplica corect legea lui Ohm. Această observație este extrem de importantă în special în circuitele combinate serie-paralel, acolo unde componente adiacente pot avea valori diferite atât pentru tensiune cât și pentru curent.

Aplicarea corectă a legii folosind metoda tabelului

Mărime	R_1	R_2	R_3	Total	Unitate
E					V
I					A
R					Ω
P					W

Utilizând metoda tabelului, putem să ne asigurăm de aplicarea corectă a legii lui Ohm considerând ca și coloane doar rezistori individuali și nu seturi de rezistori conectați în combinații serie, paralel sau serie-paralel. Vom folosi această metodă mai târziu pentru rezolvarea unor circuite mai complicate.

Astfel, în cazul circuitelor serie, coloana total poate fi foarte ușor calculată utilizând regulile circuitelor serie, și anume: căderea totală de tensiune este egală cu suma căderilor individuale pe fiecare component, curentul total este egal cu valoarea curentului prin oricare component, rezistența totală este egală cu suma rezistențelor individuale, iar puterea totală este și ea egală cu suma puterilor individuale.

Pentru circuitele paralel, coloana total se calculează astfel: căderea de tensiune totală este aceeași cu tensiunea de pe fiecare component, curentul total este egal cu suma curenților individuali, rezistența totală se calculează cu formula rezistenței totale a circuitelor paralele, iar puterea totală este egală cu suma puterilor individuale.

7. Analiza circuitelor la defect

- Pentru determinarea efectelor unui component defect asupra funcționării circuitului, redeseñați circuitul inițial înlocuind rezistența inițială a componentului cu rezistența echivalentă după defect și reanalizați circuitul
- Un component scurt-circuitat este un component al cărei rezistență a scăzut dramatic (spre zero)
- Un component deschis este un component al cărei rezistență a crescut dramatic (spre infinit)

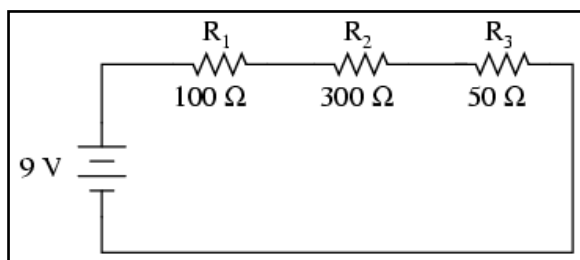
- Defectarea rezistorilor constă cel mai adesea în deschiderea acestora, nu în scurt-circuitarea lor, iar acest lucru nu se întâmplă decât dacă sunt supuși unui stres fizic sau electric peste limitele normale de funcționare

Introducere

Sarcina unui tehnician presupune adesea localizarea și remedierea sau înlocuirea componentelor dintr-un circuit defect. Identificarea componentelor defecte presupune un efort considerabil, necesitând o foarte bună înțelegere a principiilor de bază, abilitatea de a formula ipoteze, de a judeca valoarea acestora bazându-se pe probabilități și creativitate în aplicarea unei soluții pentru remedierea problemei. Deși este posibilă trasarea unor metode științifice în jurul acestor abilități, majoritatea tehnicienilor cu experiență văd această activitate ca pe o artă ce necesită ani de experiență pentru a o deprinde.

O abilitate esențială este înțelegerea rapidă și intuitivă a modului în care defectarea componentelor afectează comportamentul circuitului în ansamblul său, indiferent de configurația acestuia. Vom explora unele dintre aceste efecte atât în cazul circuitelor serie cât și în cazul circuitelor paralele.

Analiza defectelor într-un circuit serie simplu

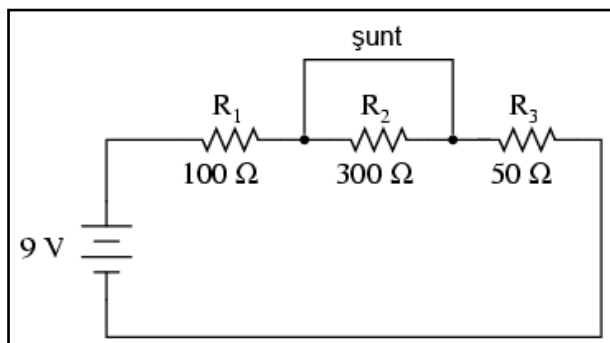


Să considerăm circuitul alăturat.

Mărime	R ₁	R ₂	R ₃	Total	Unitate
E	2	6	1	9	V
I	20 m	20 m	20 m	20 m	A
R	100	300	50	450	Ω

Atunci când toate componentele acestui circuit funcționează la parametrii normali, putem determina pe cale matematică toți curenții și căderile de tensiune din circuit.

Șuntarea rezistorului



Să presupunem acum că rezistorul R₂ este scurt-circuitat; acest lucru înseamnă de fapt că, în locul rezistorului avem un simplu fir ce prezintă o rezistență aproape nulă. Practic, în circuitul alăturat, spunem că am realizat o șuntare a rezistorului R₂ iar firul utilizat poartă numele de conductor de șuntare, sau simplu, șunt.

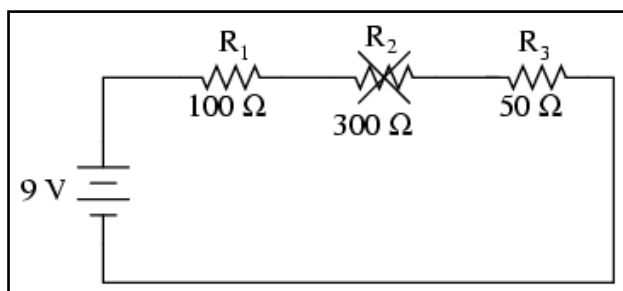
Mărime	R_1	R_2	R_3	Total	Unitate
E	6	0	3	9	V
I	60 m	60 m	60 m	60 m	A
R	100	0	50	150	Ω

Odată cu scurt-circuitarea rezistorului R_2 , fie prin șuntarea intenționată a acestuia fie printr-un defect intern, valoarea rezistenței totale din circuit va fi mai mică. Din moment ce tensiunea la bornele bateriei rămâne aceeași, o scădere a rezistenței totale din circuit conduce la creșterea

curentului total.

Odată cu creșterea curentului de la 20 mA la 60 mA, căderea de tensiune pe rezistorii R_1 și R_3 (a căror rezistență nu s-a modificat) crește și ea, astfel încât căderea de tensiune totală pe cele două componente rămase va fi de tot 9 V. Rezistorul R_2 , fiind șuntat de rezistența foarte mică a conductorului de șuntare, este practic eliminat din circuit, rezistența dintre cele două capete ale conductorului fiind practic zero. Din această cauză, căderea de tensiune pe rezistorul R_2 este de zero V, chiar dacă valoarea totală a curentului din circuit a crescut.

Înlăturarea rezistorului din circuit



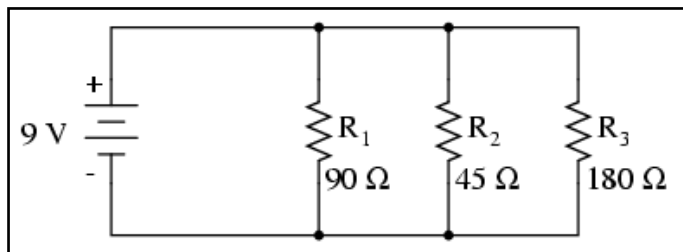
Pe de altă parte, dacă defectul suferit de rezistorul R_2 este de așa natură încât circuitul va rămâne deschis în acel punct - rezistența dintre cele două capete libere ale conductorilor rămași crește practic spre infinit - efectele asupra circuitului inițial vor fi diferite, dar la fel de radicale.

Mărime	R_1	R_2	R_3	Total	Unitate
E	0	9	0	9	V
I	0	0	0	0	A
R	100	∞	50	∞	Ω

Cu R_2 având o rezistență infinită, iar rezistența totală într-un circuit serie fiind dată de suma tuturor rezistențelor individuale, rezistența totală crește spre infinit iar curentul total spre zero amperi. În această situație, nu va mai exista nicio deplasare a electronilor prin circuit, deplasare necesară producerii unor

căderi de tensiune pe rezistorii R_1 sau R_3 . În schimb, întreaga cădere de tensiune dezvoltată de baterie se va regăsi pe terminalii rezistorului R_2 .

Analiza defectelor într-un circuit paralel simplu

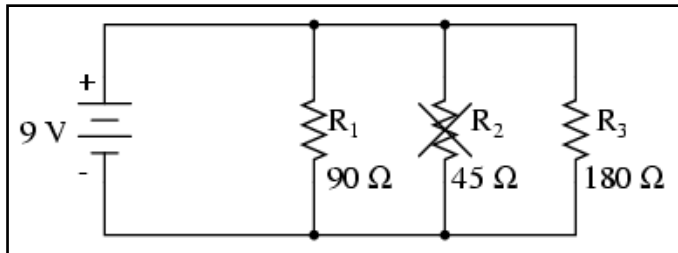


Putem aplica aceleași metode și în cazul unui circuit paralel.

Mărime	R ₁	R ₂	R ₃	Total	Unitate
E	9	9	9	9	V
I	100 m	200 m	50 m	350 m	A
R	90	45	180	25,71	Ω

Să observăm prima dată comportamentul unui circuit paralel „sănătos”.

Înlăturarea rezistorului



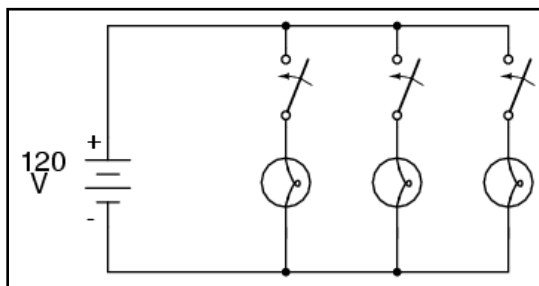
Să presupunem acum deschiderea rezistenței R₂ în acest circuit paralel.

Mărime	R ₁	R ₂	R ₃	Total	Unitate
E	9	9	9	9	V
I	100 m	0	50 m	150 m	A
R	90	45	180	60	Ω

Efectele acestui defect le putem observa în tabelul alăturat.

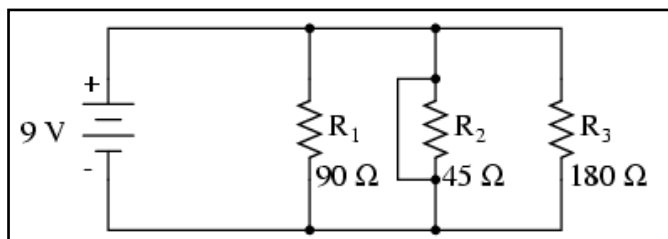
În cazul acestui circuit paralel, deschiderea unei ramuri afectează doar curentul prin acea ramură precum și curentul total din circuit. Căderea de tensiune, fiind egală pe toate componentele va rămâne neschimbată pe toți rezistorii.

Datorită tendinței sursei de alimentare de menținere constantă a tensiunii de alimentare, aceasta nu se va modifica, și datorită faptului că este conectată în paralel cu toți rezistorii, căderea de tensiune pe fiecare dintre ei, după apariția defectului, rămâne egală cu 9 V. Din această cauză (rezistența constantă, căderea de tensiune constantă) curentul prin ceilalți doi rezistori nu se modifică nici ei.



Același lucru îl putem observa și într-un circuit casnic: toate becurile sunt conectate în paralel. La pornirea sau oprirea unui bec (o ramură din circuitul paralel se închide și se deschide), funcționarea celorlalte becuri nu este afectată; singurul lucru care se modifică este curentul prin acel bec (circuit de ramură) și curentul total din circuit.

Șuntarea rezistorului



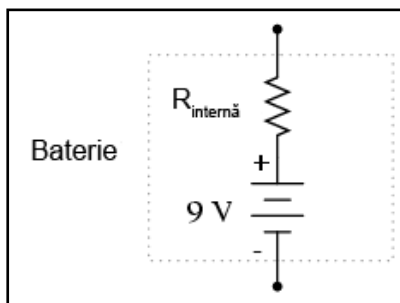
observa din exemplul alăturat.

Mărime	R_1	R_2	R_3	Total	Unitate
E	9	9	9	9	V
I	100 m	∞	50 m	∞	A
R	90	0	180	0	Ω

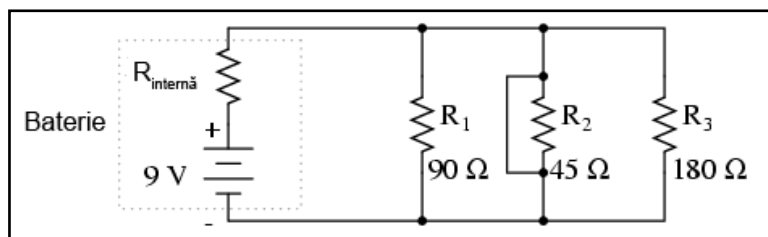
Un rezistor scurt-circuitat (rezistența de 0Ω) va permite, teoretic, trecerea unui curent infinit de la orice sursă finită de tensiune ($I = E / 0$). În acest caz, rezistența nulă a rezistorului R_2 descrește rezistența totală a circuitului la zero Ω , ducând la creșterea valorii curentului spre infinit.

Atâta timp cât tensiunea sursei rămâne constantă la 9 V , curenții prin celelalte ramuri ale circuitului (I_{R_1} și I_{R_3}) rămân neschimbați.

Ipoteza critică pe care ne-am asumat-o în această situație este că tensiunea de alimentare rămâne constantă pentru un curent infinit introdus în circuit. Acest lucru nu este însă deloc realist. Chiar dacă scurt-circuitul prezintă o rezistență mică (față de o rezistență egală cu zero), nicio sursă reală de tensiune nu poate genera un supra-curent extrem de mare în același timp cu menținerea valorii tensiunii la un nivel constant.



Acest lucru se datorează rezistenței interne caracteristice tuturor surselor de putere electrice, rezistențe datorate proprietăților intrinseci ale materialelor din care sunt construite.



Aceste rezistențe interne, oricât de mici, transformă circuitul paralel de mai sus într-o combinație serie-paralel.

De obicei, rezistențele interne ale surselor de putere sunt suficient de mici pentru a putea fi ignorate fără nicio problemă, dar odată cu apariția curenților foarte mari datorită componentelor scurt-circuitate, efectelor lor nu mai pot fi neglijate.

În acest caz, scurt-circuitarea rezistenței R_2 va duce la situația în care întreaga cădere de tensiune se va regăsi pe rezistența internă a bateriei, căderile de tensiune pe R_1 , R_2 și R_3 fiind aproape de zero.

Mărime	R_1	R_2	R_3	Total	Unitate
E	mică	mică	mică	Mică	V
I	mic	mare	mic	mare	A
R	90	0	180	0	Ω

Concluzie

Scurt-circuitarea intenționată a terminalilor surselor de alimentare, indiferent de tipul acestora, trebuie evitată cu orice preț. Chiar și în cazul în care curenții mari dezvoltăți (căldură, scântei, explozii) nu duc la rănirea niciunei persoane din apropiere, sursa de tensiune va suferi cu siguranță unele defecte în cazul în care nu este proiectată a rezista la curenți de scurt-circuit, iar majoritatea surselor de tensiune nu sunt prevăzute cu o astfel de protecție.

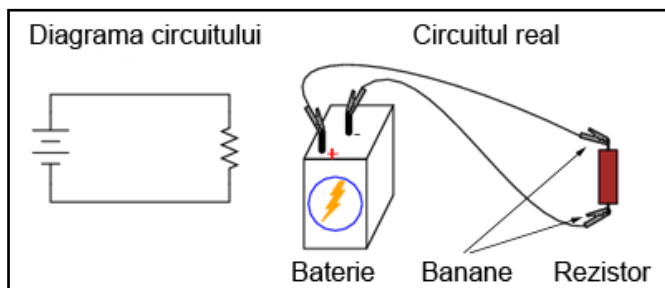
8. Realizarea practică a circuitelor simple

- Pentru realizarea practică a circuitelor se pot utiliza placi de teste, replete de conexiuni sau plăci imprimate

Scop

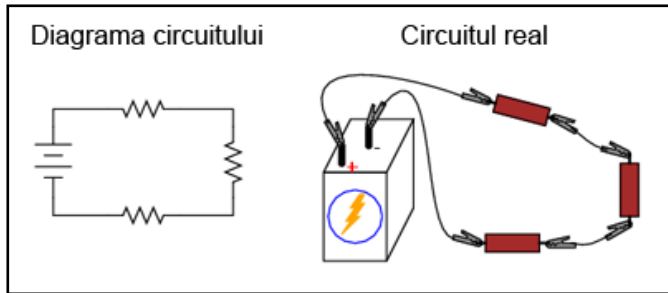
Pe măsura studierii circuitelor electrice, vom dori probabil la un moment dat să construim propriile circuite utilizând baterii și rezistori (becuri, de exemplu). Există câteva opțiuni pentru realizarea acestor circuite, unele mai simple decât altele, opțiuni pe care le vom prezenta în acest capitol.

Utilizarea conductorilor cu banane/crocodili



Dacă dorim realizarea unui circuit simplu cu o sursă baterie și un singur rezistor, putem foarte bine să utilizăm conductori cu cleme (crocodil/banană).

Astfel de conductori, prevăzuți cu banane pe capete, reprezintă o metodă practică și sigură din punct de vedere electric pentru conectarea componentelor între ele.

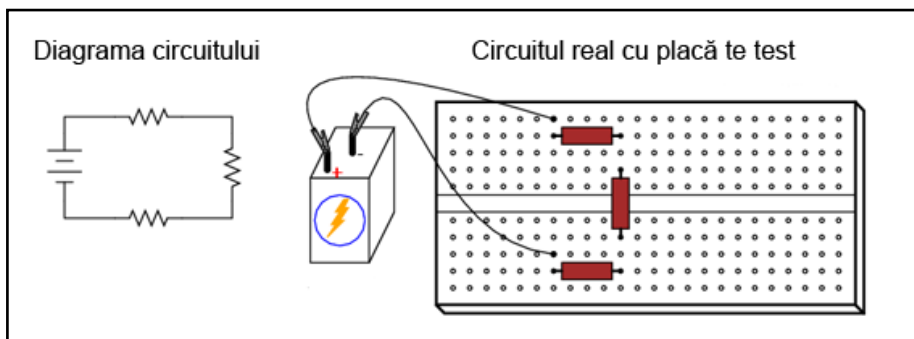


Dacă am dori să realizăm un circuit simplu cu o baterie și trei rezistori, putem utiliza aceeași metodă de conectare a conductorilor.

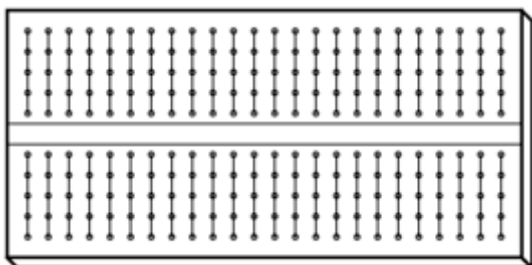
Placa electronică de test



Totuși, această tehnică se dovedește a nu fi practică atunci când avem de a face cu circuite mult mai complicate decât cele de mai sus. O metodă mult mai practică de realizare a circuitelor temporare este utilizarea unei plăci de test (solderless breadboard), un dispozitiv realizat din plastic ce permite realizarea ușoară a unui număr relativ mare de conexiuni între componente.



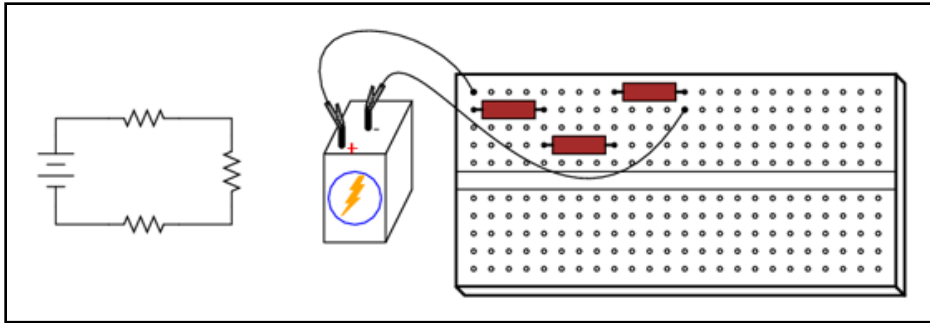
Alăturat este un exemplu de circuit realizat cu ajutorul plăcii de test.



Sub fiecare cavitate există un arc metalic ce prinde orice conductor sau terminal al componentelor introduse în acesta. Aceste arcuri metalice sunt conectate între ele pe spatele plăcii, realizând astfel conexiuni între conductorii inserați prin partea superioară. Modelul plăcii este astfel încât, există o serie de cinci astfel de cavități unite

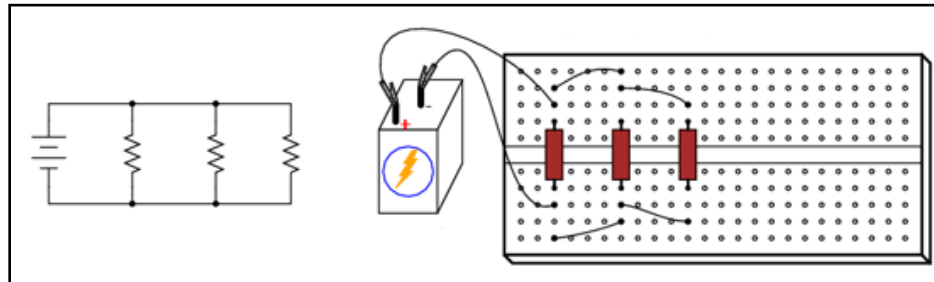
vertical între ele, conform figurii alăturată.

Astfel că, atunci când inserăm un conductor într-una dintre cavități, există încă o serie de patru astfel de cavități pe aceeași coloană, ce sunt comune din punct de vedere electric cu prima. Introducerea unui terminal sau conductor în oricare dintre aceste puncte comune este identică din punct de vedere electric cu conectarea directă între ei a terminalilor sau conductorilor celor două componente. Rezultatul este o platformă extrem de flexibilă pentru realizarea circuitelor electrice sau electronice temporare.



De exemplu, circuitul electric de mai sus, format din trei rezistori, poate fi construit cu ajutorul unei plăci de test conform figurii alăturată.

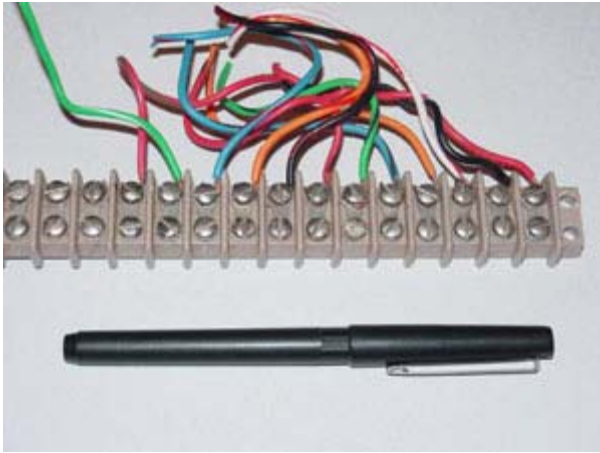
Un alt exemplu, de această dată a unui circuit paralel cu trei rezistori, este prezentat în figura alăturată.



Acest plăci de test au totuși unele neajunsuri. În primul rând, scopul lor sunt doar circuitele temporare. Dacă întoarcem placa și o scuturăm, componentele s-ar putea să cadă din locațiile lor respective. De asemenea, plăcile sunt limitate la curenți destul de mici (sub 1 A). Acele arcuri metalice au o suprafață de contact destul de mică, prin urmare, nu pot suporta curenți mari fără încălzirea lor excesivă.

Regleta de conexiuni

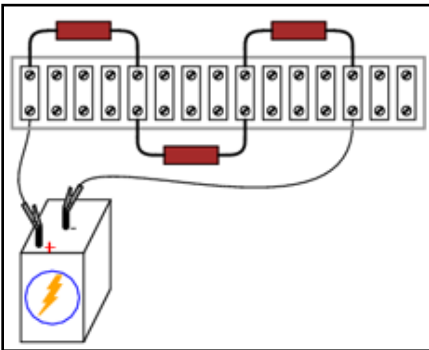
O metodă alternativă constă în utilizarea unei reglete de conexiuni (regletă de borne). Acestea sunt compuse dintr-un material izolator prevăzut cu spații metalice pentru prinderea conductorilor cu ajutorul unor șuruburi; acest procedeu este similar modului de conectare al prizelor sau întrerupătoarelor casnice.



Un exemplu de astfel de regletă, având o serie de conductori atașați, este prezentat în poza alăturată.



O altă variantă este cea din poza alăturată. Această variantă, denumită și „europeană” are șuruburile introduse într-un canal pentru a preveni scurt-circuitarea accidentală între terminali prin intermediul unei șurubelnițe sau al unui alt obiect metalic.



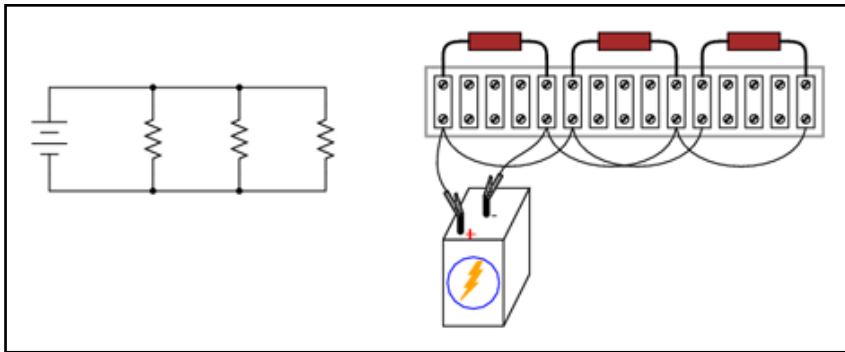
În figura alăturată, este prezentat un circuit serie compus dintr-o singură baterie și trei rezistori folosind o regletă de conexiuni.

Conexiunile realizate cu ajutorul unei reglete sunt robuste și pot fi prin urmare folosite atât pentru circuitele temporare cât și pentru construcția circuitelor permanente.

Citirea și punerea în practică a schemelor electrice

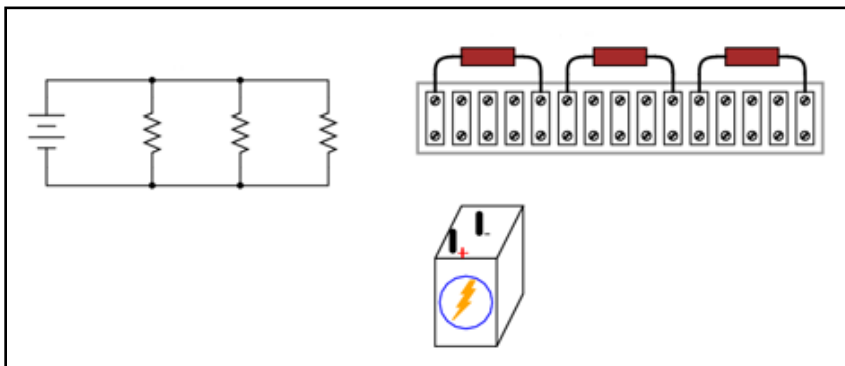
Una dintre deprinderile esențiale ale celor care vor să pună în practică lecțiile învățate despre circuitele electrice și electronice, este „traducerea” unei diagrame într-un circuit real. Diagramele circuitelor sunt de obicei

realizate pentru a facilita citirea lor cu ușurință, dar circuitele practice au de cele mai multe ori o orientare complet diferită.

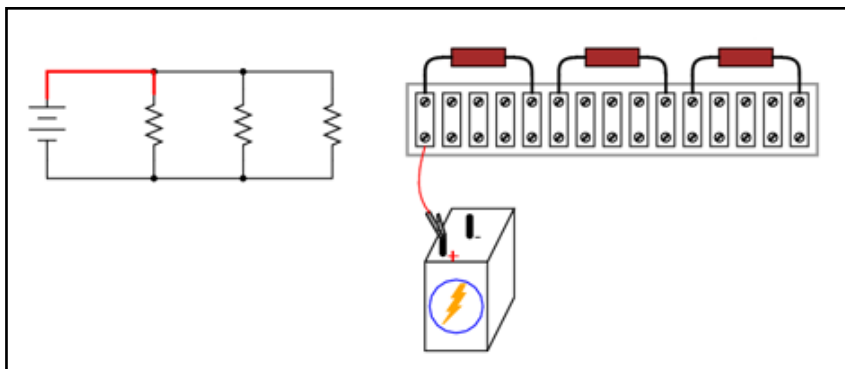


Să luăm ca și exemplu un circuit paralel format dintr-o singură baterie și trei rezistori.

Trecerea de la diagrama circuitului la realizarea propriu-zisă a acestuia - mai ales atunci când rezistori ce trebuie conectați sunt aranjați linear (asemănător circuitelor serie, nu paralel) pe regletă - nu este chiar așa de evidentă, prin urmare, vom prezenta procesul pas cu pas în cele ce urmează.



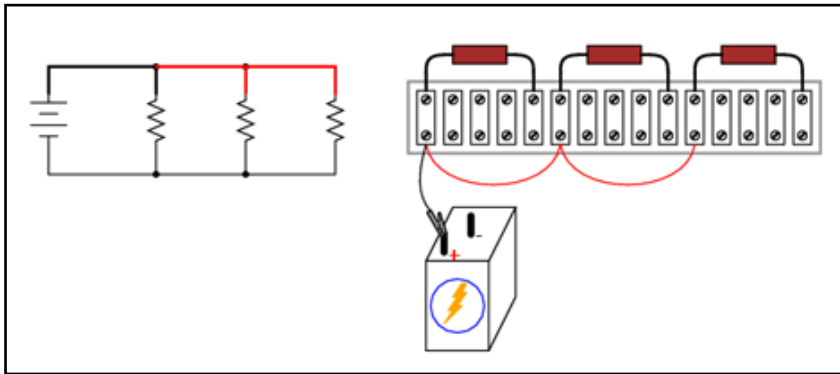
Pentru început, considerăm diagrama inițială a circuitului și toate componentele prinse pe regleta de conexiuni dar fără niciun conductor electric între ele.



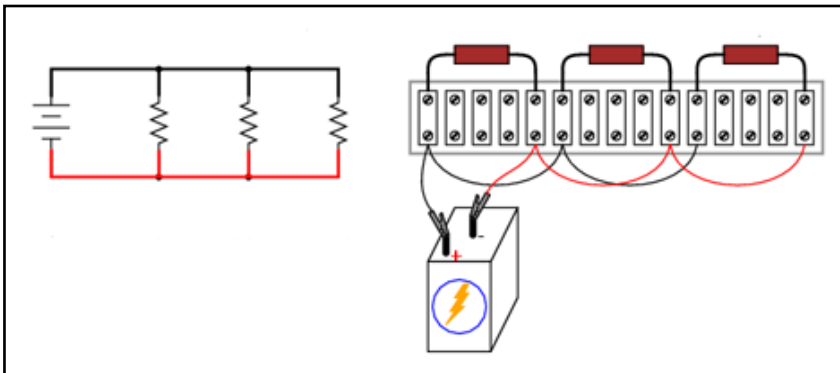
Apoi, urmărim conductorul dinspre terminalul pozitiv al bateriei spre primul component al diagramei, realizând în același timp o legătură fizică, prin intermediul unui conductor, între aceste două puncte pe circuitul real. Dacă ne este mai ușor, putem trasa o linie de o

culoare diferită pe diagramă, pentru a reprezenta ce tip de conexiuni au fost deja realizate în circuitul real.

Continuăm acest proces, fir cu fir, până în momentul în care întreaga schemă electrică (diagramă) a circuitului este acoperită.

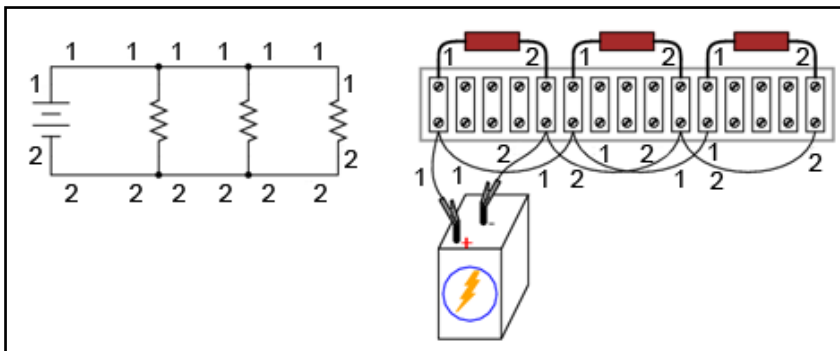


Următorul pas, aşadar, constă în conectarea bornelor superioare a celor doi rezistori rămaşi.

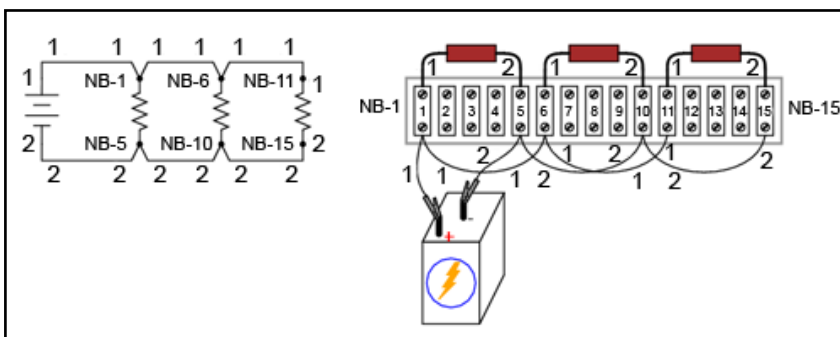


Având toate bornele superioare ale tuturor rezistorilor din circuit conectate la borna pozitivă a bateriei, următorul pas este să conectăm bornele inferioare ale acestora la borna negativă a bateriei.

Marcarea conductorilor electrici



În mod normal, în circuitele practice folosite în industrie, toate firele sunt marcate; conductorii comuni din punct de vedere electric posedă acelaşi număr de marcaj. În exemplul nostru, am marcat conductorii cu 1 şi 2.



O altă convenţie constă în modificarea uşoară a diagramei iniţiale pentru a indica punctul de contact propriu-zis al conductorului pe regletă. Acest lucru necesită un sistem de marcaj al regletei: „NB” (numărul blocului), urmat de un număr ce reprezintă fiecare conexiune

metalică de pe regletă.

În acest mod, diagrama poate fi utilizată ca și o „hartă” pentru localizarea punctelor dintr-un circuit real, indiferent cât de încălzit și de complex este în realitate. Această metodă poată părea exagerată pentru circuitul simplu cu trei rezistori de mai sus, dar aceste detalii sunt absolut necesare pentru realizarea și întreținerea circuitelor mari, în special ale acelor care se întind pe distanțe considerabile, folosind mai multe reglete localizate în puncte diferite.

Pentru circuite permanente, se pot folosi plăci imprimare, un subiect destul de vast în ale cărui detalii nu vom intra aici.