

REOSTATUL CU CURSOR



... Și alte aplicații ale
teoremelor lui Kirchhoff

REOSTATUL CU CURSOR este format dintr-un fir conductor a cărui rezistență electrică R poate fi modificată cu ajutorul cursorului C - care poate fi deplasat între punctele A și B aflate la capetele firului. Cursorul este un contact metalic. Prin deplasarea cursorului se modifică lungimea porțiunii de fir prin care trece curentul electric.

- Rezistența electrică a unui fir conductor depinde de lungimea firului:

$$R = \rho \frac{\ell}{S}.$$

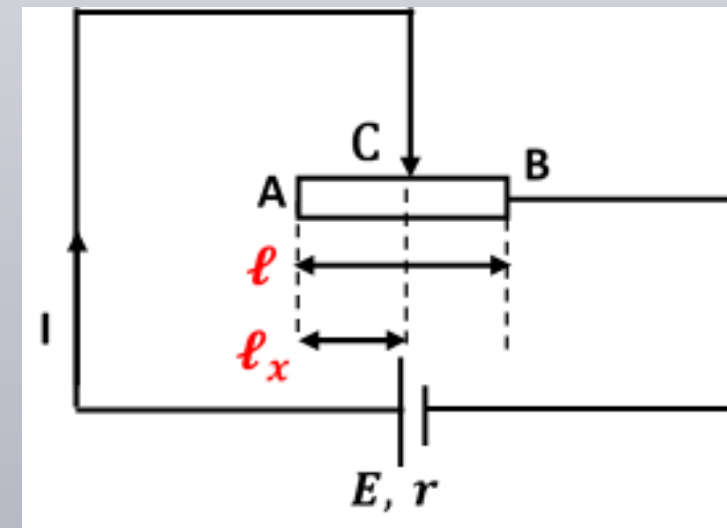
- Cursorul împarte rezistența firului în două rezistențe: $R_x = R_{AC} = \rho \frac{\ell_x}{S}$ și

$$R_{BC} = \rho \frac{\ell - \ell_x}{S}, \text{ unde } \ell \text{ este lungimea totală a firului}$$

- Când cursorul se află la capătul A al firului (vezi figura alăturată), întregul fir este parcurs de curent și rezistența din circuit este $R =$

$$R_{AC} + R_{BC} = \rho \frac{\ell}{S}$$

- Când cursorul se află la capătul B al firului, rezistența introdusă de fir în circuit este nulă.

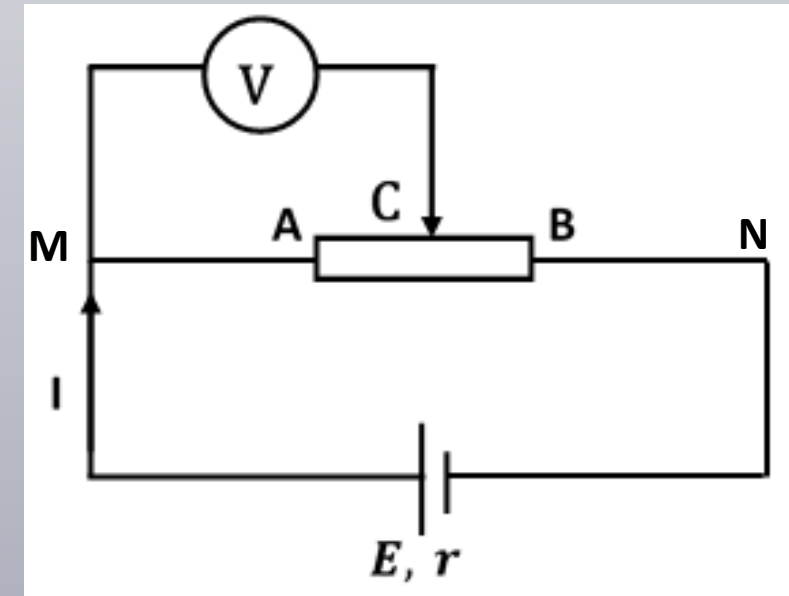


REOSTATUL CU CURSOR montat într-un circuit ca în figura alăturată, este folosit ca **divizor de tensiune (potențiometrul)**. Denumirea de potențiometrul este legată de faptul că reostatul cu cursor, introdus într-un astfel de montaj (montaj potențiometric), a fost folosit inițial la măsurarea tensiunii.

Tensiunea la bornele circuitului este împărțită în două căderi de tensiune:

$$U = U_{MC} + U_{CN}$$

Prin deplasarea cursorului spre A, tensiunea U_{MC} scade iar tensiunea U_{CN} crește.



PROBLEMĂ REZOLVATĂ

Problema 2.18/120 din Manual

Unui potențiomtru cu rezistența $R = 4\text{ k}\Omega$ i se aplică la borne tensiunea $U_0 = 110\text{ V}$. Un voltmetru cu rezistența $R_V = 10\text{ k}\Omega$ este legat între un capăt al potențiometrului și cursorul aflat la mijlocul înfășurării potențiometrului (Fig. P 2.18.). Aflați ce tensiune U indică voltmetrul.

Rezolvare

Rezistența voltmetrului este legată în paralel cu rezistența $R_{AC} = R/2$. Rezistența echivalentă a acestei grupări este:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_V} + \frac{2}{R} \Rightarrow R_p = \frac{RR_V}{R+2R_V} = \frac{5}{3}\text{ k}\Omega \quad (*)$$

Rezistența $R_{CB} = R/2$ este legată în serie cu rezistența R_p , astfel încât rezistența echivalentă a întregului circuit este:

$$R_s = R_p + \frac{R}{2} = \frac{11}{3}\text{ k}\Omega$$

Dacă înlocuim toate rezistențele din circuit cu R_s , obținem o porțiune de circuit formată dintr-o rezistență R_s care are la borne tensiunea U_0 .

Intensitatea curentului din porțiunea de circuit este dată de legea lui Ohm:

$$I = \frac{U_0}{R_s} = 30\text{ mA}$$

Tensiunea indicată de voltmetru poate fi determinată tot cu legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit. Avem în vedere faptul că I este intensitatea curentului care "intră" în nodul N al grupării paralel, grupare ce a fost înlocuită prin rezistența R_p .

$$U = IR_p = 50\text{ V}$$

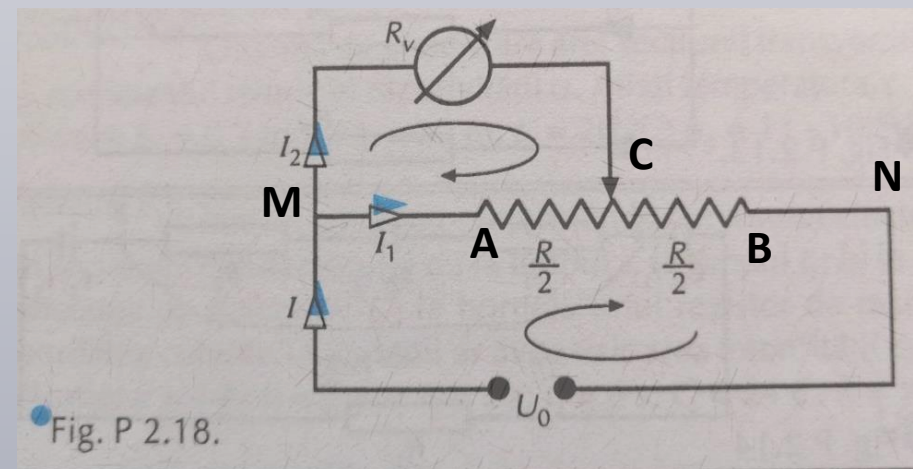


Fig. P 2.18.

REZISTENȚA ADIȚIONALĂ A VOLTMETRULUI

Rezistența adițională a voltmetrului (R_a) este rezistența unui rezistor care se conectează în serie cu voltmetrul (cu rezistența R_V) pentru a mări domeniul de măsurare al voltmetrului. Dacă U_V este tensiunea maximă indicată de voltmetru, prin legarea în serie a voltmetrului cu o rezistență adițională, tensiunea la bornele grupării voltmetru - rezistență adițională, devine $U_1 = nU_V$.

Tensiunea la bornele grupării este împărțită în două căderi de tensiune:

$$U_1 = U_a + U_V = I_V(R_a + R_V) = nU_V$$

$$U_V = I_V R_V$$

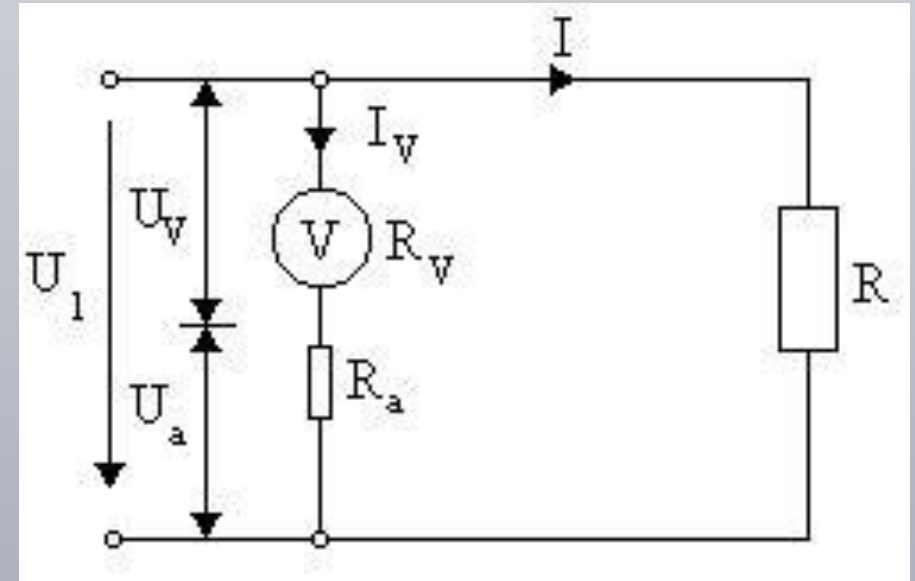
Având în vedere ultimele două relații, rezultă:

$$I_V(R_a + R_V) = nI_V R_V$$

relație care permite determinarea rezistenței adiționale:

$$R_a = (n - 1)R_V$$

Observăm că rezistența adițională are o valoare mai mare decât R_V .



ȘUNTUL AMPERMETRULUI

Șuntul ampermetrului (R_S) este rezistența unui rezistor care se conectează în paralel cu ampermetrul (cu rezistența R_A) pentru a mări domeniul de măsurare al ampermetrului. Dacă I_A este intensitatea maximă a curentului indicat de ampermetru, după legarea în paralel a ampermetrului cu o rezistență șunt, intensitatea curentului care trece prin gruparea paralel ampermetru-șunt, devine:

$$I = nI_A (*)$$

Aplicând prima teoremă a lui Kirchhoff într-unul dintre cele două noduri de rețea, putem scrie:

$$I = I_A + I_S (**)$$

R_S și R_A fiind legate în paralel, au aceeași tensiune la borne, deci:

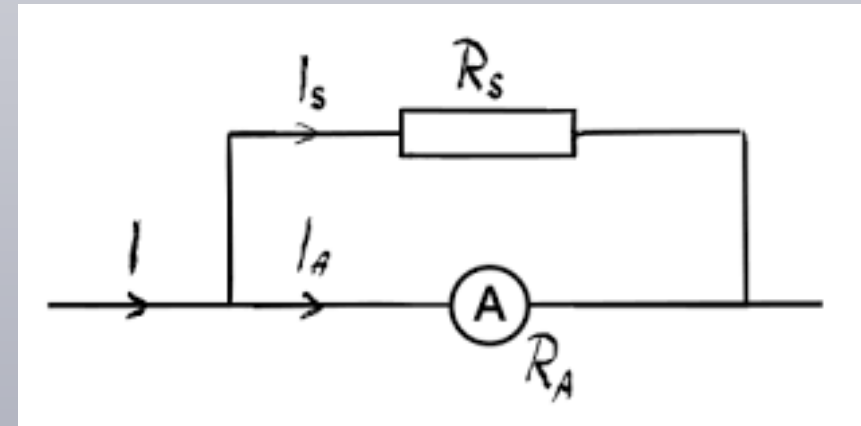
$$I_S R_S = I_A R_A (***)$$

Din (*) și (**) rezultă:

$(n - 1)I_A = I_S$, relație pe care o înlocuim în (***), astfel că rezistența șuntului este:

$$R_S = \frac{R_A}{n-1}$$

Observăm că șuntul are o valoare mai mică decât R_A .



PROBLEMĂ REZOLVATĂ

Problema 2.30/121 din Manual

Un galvanometru cu rezistența interioară $r = 9,5 \, \Omega$ poate măsura curenți până la intensitatea maximă $I_m = 50 \, \text{mA}$. Aflați: a) Rezistența șuntului R_S , pentru a putea măsura curenți până la intensitatea maximă $I_M = 1 \, \text{A}$; b) tensiunea la bornele galvanometrului când acul indicator se află la jumătatea scalei; c) Ce rezistență R_a trebuie conectată în serie cu galvanometrul pentru a obține un voltmetru capabil să măsoare tensiuni până la valoarea maximă $U_M = 30 \, \text{V}$?

REZOLVARE

Galvanometrul este un aparat folosit pentru măsurarea atât a intensității curentului electric cât și a tensiunii electrice.

a) Determinăm de câte ori crește intensitatea curentului măsurat cu galvanometrul prin folosirea șuntului

$$I_M = nI_m \Rightarrow n = \frac{I_M}{I_m} = 20 \quad (I_m = 50 \, \text{mA} = 0,05 \, \text{A!!!})$$

Folosim relația care exprimă rezistența șuntului: $R_S = \frac{R_A}{n-1} = 0,5 \, \Omega$, unde $R_A = r = 9,5 \, \Omega$

b) Dacă acul indicator se află la mijlocul scalei, atunci intensitatea curentului este jumătate din valoarea maximă pe care o poate indica aparatul, deci $I = I_m/2 = 25 \, \text{mA} = 0,025 \, \text{A}$ și tensiunea indicată este:

$$U = Ir = 0,2375 \, \text{V}$$

c) Determinăm de câte ori este mai mare tensiunea U_M decât tensiunea maximă U_m pe care o poate măsura aparatul:

$$U_M = mU_m = mI_m R \Rightarrow m = \frac{U_M}{I_m r} \cong 63$$

Folosim relația care exprimă rezistența adițională $R_a = (m - 1)r = 590,5 \, \Omega$

Surse de informare

- ❑ C. Mantea, M. Garabet, *Manual de Fizică pentru clasa a X-a*, Ed. All 2000, 2005
- ❑ <https://materialedidactice.ro/fizica/curentul-electric-si-efectele-lui/reostat-cu-cursor/>
- ❑ <https://lectii-virtuale.ro/teorie/masuratori-electrice>
- ❑ <http://www.scrigroup.com/tehnologie/electronica-electricitate/Sistemul-legal-de-unitati-de-m32595.php>

NOBODY HAS ALL THE ANSWERS.
THAT'S WHY WE HAVE EACH OTHER.

