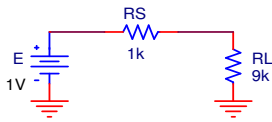


## Analiza wpływu przyrządów pomiarowych na działanie obwodu

### 1. Wpływ woltomierza na napięcie na obciążeniu

Założenia: woltomierz analogowy ma oporność charakterystyczną  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$  i ustawiono go na zakresie  $10 \text{ V}$ , zatem ma wtedy oporność  $R_V = 100 \text{ k}\Omega$

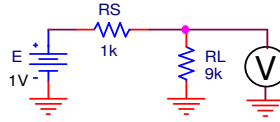
Obwód bez przyrządów (rzeczywiste napięcia)



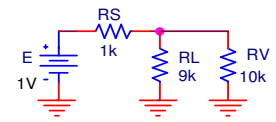
Rys.1.1

$$U_L = E \frac{R_L}{R_S + R_L} = 1\text{V} \frac{9\text{k}\Omega}{1\text{k}\Omega + 9\text{k}\Omega} = 0,9\text{V}$$

Obwód z przyrządami (napięcia w tym stanie)



Rys.1.2



Rys.1.3

$$U'_L = E \frac{\frac{R_L R_V}{R_L + R_V}}{R_S + \frac{R_L R_V}{R_L + R_V}} = 1\text{V} \frac{\frac{10 \times 9}{10 + 9}}{1 + \frac{10 \times 9}{10 + 9}} = 0,826\text{V}$$

Błąd bezwzględny pomiaru napięcia na obciążeniu:  
Błąd względny pomiaru napięcia na obciążeniu:

$$\Delta U_L = U'_L - U_L = 0,826\text{V} - 0,900\text{V} = -0,074\text{V}$$

$$\delta U_L = \Delta U_L / U_L = -0,074\text{V} / 0,900\text{V} = -0,083 = -8,3\%$$

Skąd się wzięły założenia?

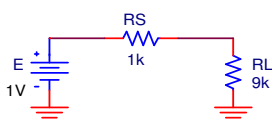
Woltomierze analogowe (elektryczne, biernie) zbudowane są jako połączenie szeregowo miernika magnetoelektrycznego i posobników o oporności zależnej od ustawionego podzakresu pomiarowego. Woltomierze takie charakteryzuje oporność charakterystyczna wyrażana w  $\text{k}\Omega/\text{V}$  (tu przyjęto wartość  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$ ). Przyjęto też, że wielozakresowy woltomierz ma podzakresy  $0,3\text{V}$ ,  $1 \text{ V}$ ,  $3 \text{ V}$ ,  $10 \text{ V}$ ,  $30 \text{ V}$ ,  $100 \text{ V}$ ,  $300 \text{ V}$ . Ze względu na oczywiste wymaganie uzyskania jak największej dokładności wybrano zakres  $1,0 \text{ V}$ , gdyż wg rys.1.1 napięcie na obciążeniu wynosi  $0,9 \text{ V}$  (w praktyce laboratoryjnej wartość przybliżoną otrzyma się z pomiarów wstępnych!). Zatem oporność woltomierza na tym zakresie wynosi:  $R_V = 10 \text{ k}\Omega/\text{V} * 1 \text{ V} = 10 \text{ k}\Omega$ .

Uwaga: woltomierze cyfrowe mają oporność wejściową (wewnętrzna) niezależną od zakresu i równą zwykle  $10 \text{ M}\Omega$ !!.

### 2. Wpływ amperomierza na natężenie prądu w obciążeniu

Założenia: amperomierz ma oporność wewnętrzną  $R_A = 500 \Omega$

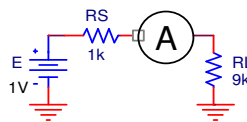
Obwód bez przyrządów (rzeczywiste prądy)



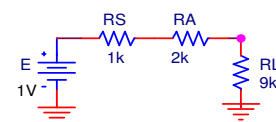
Rys.2.1

$$I = \frac{E}{R_S + R_L} = \frac{1\text{V}}{1\text{k}\Omega + 9\text{k}\Omega} = 0,1\text{mA} = 100\mu\text{A}$$

Obwód z przyrządami (prądy w tym stanie)



Rys.2.2



Rys.2.3

$$I' = \frac{E}{R_S + R_L + R_A} = \frac{1\text{V}}{1\text{k}\Omega + 9\text{k}\Omega + 2\text{k}\Omega} = 83,3\mu\text{A}$$

Skąd się wzięły założenia?

Amperomierze zbudowane są jako połączenie miernika magnetoelektrycznego i boczników o oporności zależnej od ustawionego podzakresu pomiarowego. W powszechnie stosowanym układzie boczników Ayrtona amperomierze wielozakresowe mają tę właściwość, że ich oporności boczników dobrane są w ten sposób, że na różnych zakresach napięcie na amperomierzu jest zawsze takie samo (często  $0,2\text{V}$ ); stąd oporność amperomierza na różnych zakresach można łatwo obliczyć. W podanym przykładzie, przyjmując że amperomierz pracuje na podzakresie  $100 \mu\text{A}$ , jego oporność wynosi więc  $R_A = 200 \text{ mV} / 100 \mu\text{A} = 2 \text{ k}\Omega$ . Podana zasada dotyczy również amperomierzy cyfrowych.

Błąd bezwzględny pomiaru natężenia prądu obciążenia:

$$\Delta I = I' - I = 83,3 \mu\text{A} - 100 \mu\text{A} = -16,7 \mu\text{A}$$

Błąd względny pomiaru prądu obciążenia:

$$\delta I = \Delta I / I = -16,7 \mu\text{A} / 100 \mu\text{A} = -0,167 = -16,7\%$$