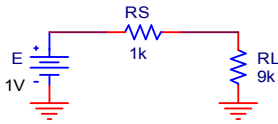


# Analiza wpływu przyrządów pomiarowych na działanie obwodu

## 1. Wpływ woltomierza na napięcie na obciążeniu

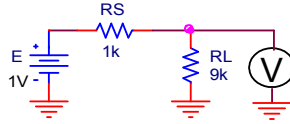
Założenia: woltomierz analogowy ma oporność charakterystyczną  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$  i ustawiono go na zakresie  $1 \text{ V}$ , zatem ma wtedy oporność  $R_V = 10 \text{ k}\Omega$

Obwód bez przyrządów (rzeczywiste napięcia)

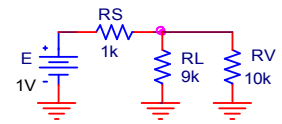


Rys.1.1

Obwód z przyrządami (napięcia w tym stanie)



Rys.1.2



Rys.1.3

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

$$U'_L = E \frac{\frac{R_L R_V}{R_L + R_V}}{R_S + \frac{R_L R_V}{R_L + R_V}} = 1V \frac{\frac{10 \times 9}{10 + 9}}{1 + \frac{10 \times 9}{10 + 9}} = 1V \frac{4,74}{1 + 4,74} = 0,826V$$

Błąd bezwzględny pomiaru napięcia na obciążeniu:

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

Błąd względny pomiaru napięcia na obciążeniu:

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

Skąd się wzięły założenia?

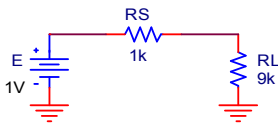
Woltomierze analogowe (elektryczne, bierno) zbudowane są jako połączenie szeregowo miernika magnetoelektrycznego i posobników o oporności zależnej od ustawionego podzakresu pomiarowego. Woltomierze takie charakteryzuje oporność charakterystyczna wyrażana w  $\text{k}\Omega/\text{V}$  (tu przyjęto wartość  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$ ). 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

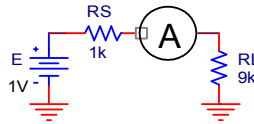
Założenia: amperomierz ma oporność wewnętrzną  $R_A = 500 \Omega$

Obwód bez przyrządów (rzeczywiste prądy)

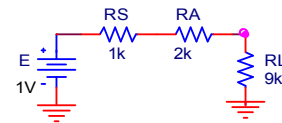


Rys.2.1

Obwód z przyrządami (prądy w tym stanie)



Rys.2.2



Rys.2.3

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

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

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:

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