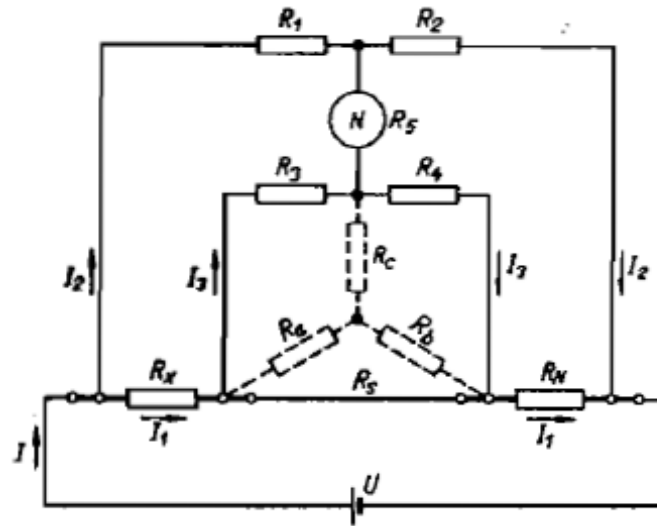
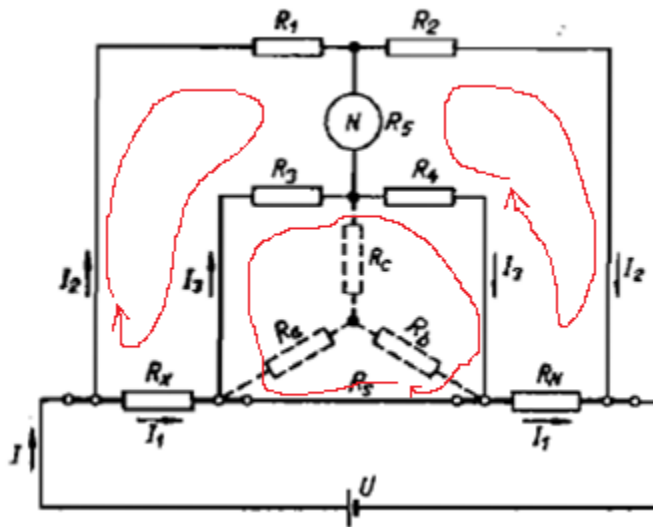


VJEŽBA 10

1. Koliko izosi otpor R_x mjereno Thomsonovim mostom ako je ravnoteža postignuta pri $R_1=R_3=82\Omega$, $R_2=1000\Omega$, $R_5=1\text{m}\Omega$, $R_N=0.1\Omega$, otpor R_4 je za 8% veći od otpora R_2 . Koliku bi apsolutnu grešku napravili pri mjerenju otpora R_x za slučaj da je $R_2=R_4$.



Koristeći sljedeće konture dobija da u stanju ravnoteže važi:



$$I_2 R_1 = I_1 R_x + I_3 R_3$$

$$I_2 R_2 = I_1 R_N + I_3 R_4$$

$$R_5(I_1 - I_3) = I_3(R_3 + R_4) \rightarrow I_3 = I_1 \frac{R_5}{R_3 + R_4 + R_5}$$

Sređivanjem prethodnih jednačina dobijamo izraz za R_x :

$$R_x = R_N \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_4 R_5}{R_3 + R_4 + R_5} \left(\frac{R_1}{R_2} - \frac{R_3}{R_4} \right)$$

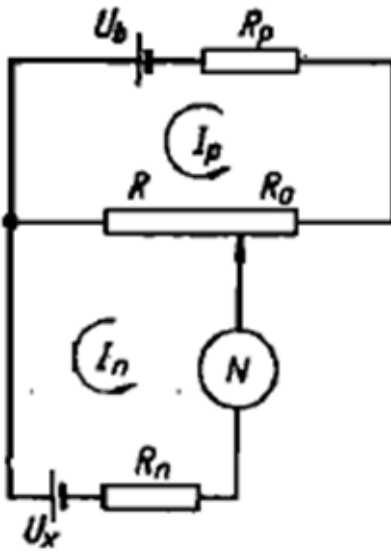
Uvrštavanjem brojnih vrijednosti dobijamo da je $R_x = R_{x1} = 8.2056 \text{ m}\Omega$.

Ukoliko je $R_2 = R_4$ dobijamo da je iznos zagrade u prethodnoj relaciji 0 čime izraz za R_x postaje:

$$R_x = R_N \frac{R_1}{R_2} \rightarrow R_x = R_{x2} = 8.2 \text{ m}\Omega$$

Apsolutna greška je onda jednaka $R_{x2} - R_{x1} = 5.6 \mu\Omega$.

2. Koliko iznosi relativna mjerna nesigurnost kompenzatora sa slike zbog neosjetljivosti nulindikatora, pri mjerenju napona $U_x = 8 \text{ V}$? Poznato je $R_{uk} = R + R_0 = 1.5 \text{ k}\Omega$, $R_p = 1 \text{ k}\Omega$, $R_n = 200 \Omega$, $U_b = 20 \text{ V}$, $C_i = 0.2 \text{ mA/d.sk.}$, a na nulindikatore se može uočiti deseti dio jednog dijela skale.



Uz oznake prema slici, pomoću Kirchoffovih zakona za donju i gornju konturu, dobijamo:

$$I_p(R_p + R + R_0) - I_n \cdot R = U_b$$

$$-I_p R + I_n(R + R_n) = -U_x$$

Rješavanjem gornjih jednačina dobijamo izraz za struju nulindikatora:

$$I_n = \frac{U_b \cdot R - U_x(R_p + R + R_0)}{R(R_p + R_0) + R_n(R_p + R + R_0)} \quad (1)$$

Relativna mjerna nesigurnost kompenzatora sa slike zbog neosjetljivosti nulindikatora iznosi:

$$\delta_{\min} = \frac{\Delta U_x}{U_x} \quad (2)$$

Ako se poremeti ravnoteža zbog promjene mjerenog napona U_x za ΔU_x , struja koja će tada proteći kroz nulindikator se dobija difrenciranjem izraza (1) po U_x .

$$\Delta I_n = \left(\frac{\partial I_n}{\partial U_x} \right) \Delta U_x = - \frac{\Delta U_x (R_p + R + R_0)}{R(R_p + R_0) + R_n(R_p + R + R_0)} \rightarrow$$

$$\Delta U_x = -\Delta I_n \frac{R(R_p + R_0) + R_n(R_p + R + R_0)}{(R_p + R + R_0)} \quad (3)$$

$$\Delta I_n = \frac{C_i}{10} = 0.02 \text{mA}$$

Na kompenzatoru je postignuta ravnoteža za $I_n=0$ pa slijedi da je:

$$U_b R - U_x(R_p + R + R_0) = 0 \quad (4) \rightarrow R = \frac{U_x(R_p + R + R_0)}{U_b} = 1 \text{k}\Omega \quad (5) \rightarrow R_0 = R_{uk} - R = 500 \Omega \quad (6)$$

Uvrštanjem izraza (3), (5) i (6) u (2) dobijamo:

$$\delta_{\min} = \frac{\Delta U_x}{U_x} = \frac{-\Delta I_n \frac{R(R_p + R_0) + R_n(R_p + R + R_0)}{(R_p + R + R_0)}}{U_x} = 0.2\%$$