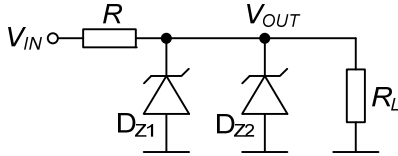


1. Temperatura T mjeri se indirektno mjerenjem otpornosti R otpornika sa negativnim temperaturnim koeficijentom. Izračunati temperaturu T pri kojoj je relativna greška mjerenja temperature $\Delta T/T = -0.0926\%$, za relativnu grešku mjerenja otpornosti $\Delta R/R = 1.2\%$. Za izračunatu temperaturu T odrediti standardnu devijaciju σ_T mjerenja temperature ako je standardna devijacija mjerenja otpornosti $\sigma_R = 3.967\ \Omega$.

Poznato je: $T = B/[\ln(R/R_0) - B/T_0]$, $B = 4200\ \text{K}$, $R_0 = 1\ \text{k}\Omega$, $T_0 = 300\ \text{K}$.

$$\text{Rezultat: } T = -B \frac{\frac{\Delta T}{T}}{\frac{\Delta R}{R}} = 324.1\ \text{K}, \quad R(T = 324.1\ \text{K}) = 353.09\ \Omega, \quad \sigma_T = \left| \frac{dT}{dR} \right| \sigma_R = \frac{T^2}{BR} \sigma_R = 0.28\ \text{K}$$

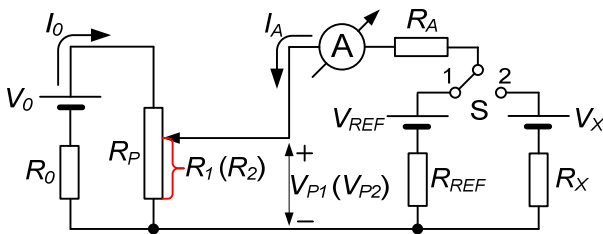
2. Izračunati maksimalnu otpornost $R_{\max}$ za kolo stabilizatora sa dvije Zener diode na slici tako da je minimalna struja Zener dioda $I_{Z1\min} = I_{Z2\min} = 1\ \text{mA}$. Za izračunato $R_{\max}$ odrediti vrijednost faktora stabilizacije S . Zatim izračunati varijaciju izlaznog napona ΔV_{OUT} ako je varijacija ulaznog napona $\Delta V_{\text{IN}} = 20\ \text{mV}$. Poznato je: $V_{\text{IN}} = 5\ \text{V}$ (nominalna vrijednost), $V_{Z1} = V_{Z2} = 3.1\ \text{V}$, $R_{Z1} = R_{Z2} = 60\ \Omega$, $R_L = 1\ \text{k}\Omega$.



Rezultat: $S = 1 + (R/R_Z)(V_Z/V_{\text{IN}})$, $R_Z = (R_{Z1} || R_{Z2}) = 30\ \Omega$, $V_Z = V_{Z1} = V_{Z2} = 3.1\ \text{V}$, $I_{Z\min} = 2I_{Z1\min} = 2I_{Z2\min} = 2\ \text{mA}$

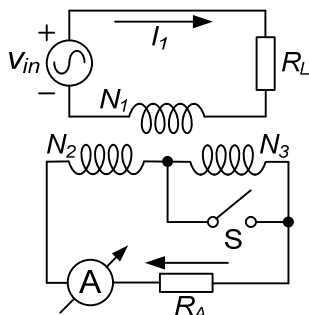
$$R_{\max} = \frac{V_{\text{IN}} - V_Z - R_Z I_{Z\min}}{(R_L + R_Z) I_{Z\min} + V_Z} R_L = 356.59\ \Omega, \quad S(R_{\max}) = 8.37, \quad V_{\text{OUT}} = 3.16\ \text{V}, \quad \Delta V_{\text{OUT}} = \frac{\Delta V_{\text{IN}}}{V_{\text{IN}}} \frac{V_{\text{OUT}}}{S} = 1.51\ \text{mV}$$

3. Kakav treba da bude odnos relativnih grešaka $\Delta R_1/R_1$ i $\Delta R_2/R_2$ direktno mjerenih otpornosti R_1 i R_2 da bi apsolutna greška ΔV_X indirektno mjerenog napona V_X pomoću kompenzatora na slici bila $\Delta V_X = 0$? Izračunati standardnu devijaciju σ_{VX} indirektno mjerenog napona V_X ako standardne devijacije direktno mjerenih otpornosti R_1 i R_2 iznose $\sigma_{R1} = 27\ \Omega$ i $\sigma_{R2} = 56.9\ \Omega$. Pretpostavlja se da je poznata tačna vrijednost etalona napona $V_{\text{REF}} = 1\ \text{V}$. Otpornosti R_1 i R_2 očitane na potencijometru tokom procesa kompenzacije iznose: $R_1 = 10.010\ \text{k}\Omega$, $R_2 = 26.342\ \text{k}\Omega$.



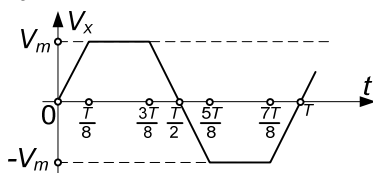
$$\text{Rezultat: } \frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{\Delta R_2}{R_2}, \quad \sigma_{VX} = \frac{V_{\text{REF}}}{R_1^2} \sqrt{R_2^2 \sigma_{R1}^2 + R_1^2 \sigma_{R2}^2} = 8.96\ \text{mV}$$

4. Pri zatvorenom prekidaču S (broj navojaka sekundara je N_2) u strujnom transformatoru na slici ampermetar mjeri efektivnu vrijednost struje $I_2 = 3.58$ A. Pri otvorenom prekidaču S (broj navojaka sekundara je $N_2 + N_3$) ampermetar mjeri efektivnu vrijednost struje $I_3 = 1.84$ A. Kolika je efektivna vrijednost struje I_1 ? Poznato je: $N_1 = 20$, $N_3 = 300$.



Rezultat: $I_1 = \frac{I_2 I_3}{I_2 - I_3} \frac{N_3}{N_1} = 56.79$ A

5. Izračunati srednje vrijednosti V_{x1mean} i V_{x2mean} polutalasno i punotalasno ispravljenog napona V_x na slici, kao i njegovu efektivnu vrijednost V_{xrms} . Ako se kao mjerni instrument koristi detektor vršne vrijednosti napona, izračunati koeficijente k_{x1} , k_{x2} i k_{xrms} kojima treba pomnožiti vrijednost koju pokazuje detektor vršne vrijednosti da bi se dobile srednja polutalasno i punotalasno ispravljena vrijednost V_{x1mean} i V_{x2mean} , i efektivna vrijednost V_{xrms} .

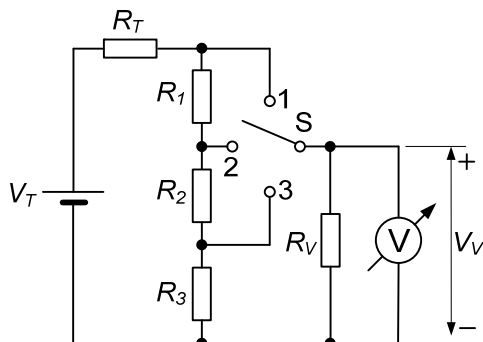


Rezultat: $V_{x1mean} = 3V_m/8$, $V_{x2mean} = 3V_m/4$, $V_{xrms} = V_m \sqrt{(2/3)}$, $k_{x1} = 3/8$, $k_{x2} = 3/4$, $k_{xrms} = \sqrt{(2/3)}$

6. Na slici je prikazan voltmetar sa podešavanjem naponskih opsega primjenom tropoložajnog prekidača S.

- Za ulazne napone $0 < V_T < V_{T1max} = 2$ V, prekidač se nalazi u položaju 1, a napon na krajevima voltmetra nalazi se u opsegu $0 < V_V < V_{max} = 0.2$ V.
- Za ulazne napone $0 < V_T < V_{T2max} = 20$ V, prekidač se nalazi u položaju 2, a napon na krajevima voltmetra nalazi se u opsegu $0 < V_V < V_{max} = 0.2$ V.
- Za ulazne napone $0 < V_T < V_{T3max} = 200$ V, prekidač se nalazi u položaju 3, a napon na krajevima voltmetra nalazi se u opsegu $0 < V_V < V_{max} = 0.2$ V.

Izračunati otpornosti R_1 , R_2 i R_3 . Poznato je: $R_T = 10$ k Ω , $R_V \rightarrow \infty$. Otpornost prekidača S je zanemarljiva.



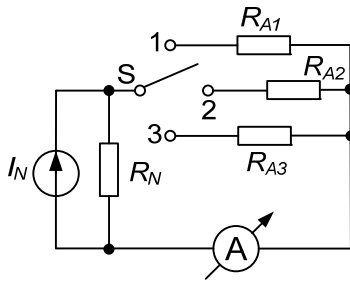
Rezultat: $R_3 = \frac{V_{max} R_T}{(1 - V_{max}/V_{T1max}) V_{T3max}} = 11.111 \Omega$, $R_2 = \frac{V_{T3max} - V_{T2max}}{V_{T2max}} R_3 = 100 \Omega$,

$R_1 = \frac{V_{T2max} - V_{T1max}}{V_{T1max}} \frac{V_{T3max}}{V_{T2max}} R_3 = 999.999 \Omega$

7. Na slici je prikazan ampermetar sa podešavanjem strujnih opsega primjenom tropoložajnog prekidača S.

- Za ulazne struje $0 < I_N < I_{N1max} = 20 \mu A$, prekidač se nalazi u položaju 1, a napon na krajevima šanta R_{A1} nalazi se u opsegu $0 < V_{RA1} < V_{max} = 0.2 V$.
- Za ulazne struje $0 < I_N < I_{N2max} = 200 \mu A$, prekidač se nalazi u položaju 2, a napon na krajevima šanta R_{A2} nalazi se u opsegu $0 < V_{RA2} < V_{max} = 0.2 V$.
- Za ulazne struje $0 < I_N < I_{N3max} = 2 mA$, prekidač se nalazi u položaju 3, a napon na krajevima šanta R_{A3} nalazi se u opsegu $0 < V_{RA3} < V_{max} = 0.2 V$.

Izračunati otpornosti šantova R_{A1} , R_{A2} i R_{A3} . Poznato je: $R_N = 10 M\Omega$. Otpornost prekidača S je zanemarljiva.



$$\text{Rezultat: } R_{A1} = \frac{R_N V_{max}}{R_N I_{N1max} - V_{max}} = 10.010 \text{ k}\Omega, R_{A2} = \frac{R_N V_{max}}{R_N I_{N2max} - V_{max}} = 1.1 \text{ k}\Omega, R_{A3} = \frac{R_N V_{max}}{R_N I_{N3max} - V_{max}} = 100.01 \Omega$$