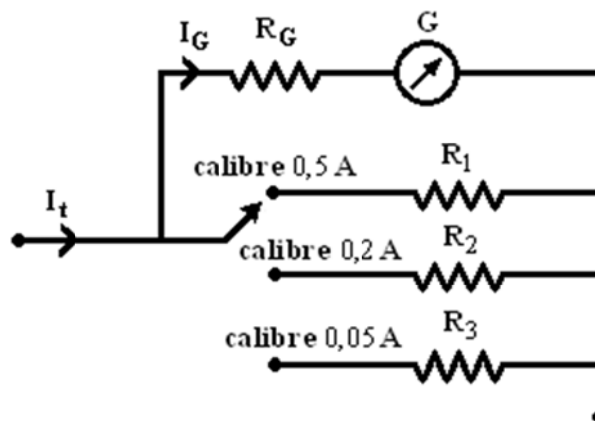


Correction TD n°02

Exercice 01 :

Données : $R_G = 50 \Omega$ et $I_G = 0,5 \text{ mA}$.

1) Ampèremètre multi-gammes :



a. Détermination des facteurs multiplicateurs m_i :

On a par définition : $m_i = \frac{I_{ti}}{I_G}$ avec I_{ti} : le calibre

$$\Rightarrow m_1 = \frac{I_{t1}}{I_G} \quad \text{AN : } m_1 = \frac{0,5}{0,5 \times 10^{-3}} \quad \Rightarrow \boxed{m_1 = 1000}$$

$$m_2 = \frac{I_{t2}}{I_G} \quad \text{AN : } m_2 = \frac{0,2}{0,5 \times 10^{-3}} \quad \Rightarrow \boxed{m_2 = 400}$$

$$m_3 = \frac{I_{t3}}{I_G} \quad \text{AN : } m_3 = \frac{0,05}{0,5 \times 10^{-3}} \quad \Rightarrow \boxed{m_3 = 100}$$

b. Détermination des résistances shunt R_i :

On a : $R_G I_G = R_1 I_1$ or $I_{t1} = I_G + I_1 \Rightarrow R_G I_G = R_1 (I_{t1} - I_G)$

$$\text{D'où : } R_1 = \frac{R_G I_G}{(I_{t1} - I_G)} \quad \text{or} \quad m_1 = \frac{I_{t1}}{I_G}$$

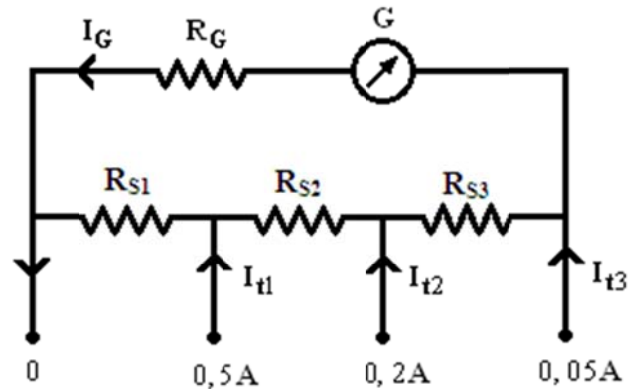
$$\Rightarrow \boxed{R_1 = \frac{R_G}{m_1 - 1}} \quad \text{AN : } R_1 = \frac{50}{1000 - 1} \quad \Rightarrow \boxed{R_1 = 0,05 \Omega}$$

De même pour R_2 et R_3 :

$$R_2 = \frac{R_G}{m_2 - 1} \quad \text{AN : } R_2 = \frac{50}{400 - 1} \Rightarrow \boxed{R_2 = 0,12 \Omega}$$

$$R_3 = \frac{R_G}{m_3 - 1} \quad \text{AN : } R_2 = \frac{50}{100 - 1} \Rightarrow \boxed{R_3 = 0,5 \Omega}$$

2) Ampèremètre à shunt universel :



a. Détermination des facteurs multiplicateurs (m_1, m_2, m_3) en fonction de (R_{S1}, R_{S2}, R_{S3} et R_G) :

- Pour déterminer m_1 : on applique la loi des mailles, on obtient :

$$\begin{aligned} R_G I_G + (R_{S2} + R_{S3}) I_G &= R_{S1} I_1 \\ &= R_{S1} (I_{t1} - I_G) \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow (R_G + R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}) I_G = R_{S1} I_{t1} \quad \text{or } m_1 = \frac{I_{t1}}{I_G} \Rightarrow \boxed{m_1 = \frac{R_G + R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}}{R_{S1}}}$$

- Pour déterminer m_2 : on applique la loi des mailles, on obtient :

$$\begin{aligned} (R_G + R_{S3}) I_G &= (R_{S1} + R_{S2}) I_2 \\ &= (R_{S1} + R_{S2}) \cdot (I_{t2} - I_G) \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow (R_G + R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}) I_G = (R_{S1} + R_{S2}) I_{t2} \quad \text{or } m_2 = \frac{I_{t2}}{I_G}$$

$$\Rightarrow \boxed{m_2 = \frac{R_G + R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}}{R_{S1} + R_{S2}}}$$

- Pour déterminer m_3 : on applique la loi des mailles, on obtient :

$$\begin{aligned} R_G I_G &= (R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}) I_3 \\ &= (R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}) \cdot (I_{t3} - I_G) \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow (R_G + R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}) I_G = (R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}) I_{t3} \quad \text{or } m_3 = \frac{I_{t3}}{I_G}$$

$$\Rightarrow \boxed{m_3 = \frac{R_G + R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}}{R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}}}$$

b. Détermination des rapports $\frac{m_1}{m_2}$ et $\frac{m_2}{m_3}$ et de R_{S2} et R_{S3} en fonction de R_{S1} :

$$\bullet \frac{m_1}{m_2} = \frac{R_{S1} + R_{S2}}{R_{S1}} = \frac{1000}{400} = \frac{10}{4} \Rightarrow 10R_{S1} = 4R_{S1} + 4R_{S2} \Rightarrow \boxed{R_{S2} = \frac{3}{2}R_{S1}}$$

$$\bullet \frac{m_2}{m_3} = \frac{R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}}{R_{S1} + R_{S2}} = \frac{400}{100} = 4 \Rightarrow 4R_{S1} + 4R_{S2} = R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}$$

$$\Rightarrow \boxed{R_{S3} = \frac{15}{2}R_{S1}}$$

c. Calcul des valeurs de R_{S1} , R_{S2} et R_{S3} :

$$\text{On a : } m_1 = \frac{R_G + R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}}{R_{S1}} \Rightarrow m_1 R_{S1} = R_G + R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}$$

Remplaçons R_{S2} et R_{S3} par leurs expressions en fonction de R_{S1} :

$$m_1 R_{S1} = R_G + R_{S1} + \frac{3}{2}R_{S1} + \frac{15}{2}R_{S1} = R_G + 10R_{S1}$$

$$\Rightarrow R_{S1} = \frac{R_G}{m_1 - 10} \quad \text{AN : } R_{S1} = \frac{50}{1000 - 10} \Rightarrow \boxed{R_{S1} = 0,5 \Omega}$$

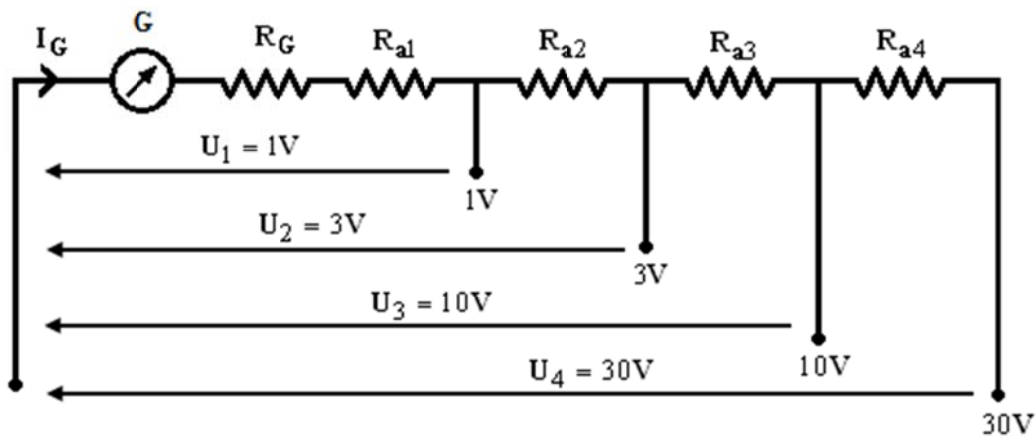
$$\Rightarrow R_{S2} = \frac{3}{2}R_{S1} \quad \text{AN : } R_{S2} = \frac{3}{2} \times 0,5 \Rightarrow \boxed{R_{S2} = 0,75 \Omega}$$

$$R_{S3} = \frac{15}{2}R_{S1} \quad \text{AN : } R_{S3} = \frac{15}{2} \times 0,5 \Rightarrow \boxed{R_{S3} = 3,75 \Omega}$$

Exercice 02 :

Données : $R_G = 1000 \Omega$ et $I_G = 50 \mu A$.

1) Schéma du voltmètre :



2) Détermination des résistances additionnelles R_{ai} :

$$U_1 = R_G I_G + R_{a1} I_G \Rightarrow R_{a1} = \frac{U_1}{I_G} - R_G$$

$$\Rightarrow \text{AN : } R_{a1} = \frac{1}{50 \times 10^{-6}} - 10^3 \Rightarrow R_{a1} = 19 \text{ K}\Omega$$

$$U_2 = (R_G + R_{a1} + R_{a2}) \cdot I_G \Rightarrow R_{a2} = \frac{U_2}{I_G} - R_G - R_{a1}$$

$$\Rightarrow \text{AN : } R_{a2} = \frac{3}{50 \times 10^{-6}} - 10^3 - 19 \times 10^3 \Rightarrow R_{a2} = 40 \text{ K}\Omega$$

$$U_3 = (R_G + R_{a1} + R_{a2} + R_{a3}) \cdot I_G \Rightarrow R_{a3} = \frac{U_3}{I_G} - R_G - R_{a1} - R_{a2}$$

$$\Rightarrow \text{AN : } R_{a3} = \frac{10}{50 \times 10^{-6}} - (1 + 19 + 40) \cdot 10^3 \Rightarrow R_{a3} = 140 \text{ K}\Omega$$

$$U_4 = (R_G + R_{a1} + R_{a2} + R_{a3} + R_{a4}) \cdot I_G \Rightarrow R_{a4} = \frac{U_4}{I_G} - R_G - R_{a1} - R_{a2} - R_{a3}$$

$$\Rightarrow \text{AN : } R_{a4} = \frac{30}{50 \times 10^{-6}} - (1 + 19 + 40 + 140) \cdot 10^3 \Rightarrow R_{a4} = 400 \text{ K}\Omega$$

3) La résistance caractéristique :

$$\text{Par définition : } R_C = \frac{1}{I_G} [\Omega / V] \quad \text{AN : } R_C = \frac{1}{50 \times 10^{-6}} \Rightarrow R_C = 20000 \Omega / V$$

4) La résistance totale :

$$\text{Par définition : } R_T = R_C \times \text{le plus grand calibre}$$

$$\Downarrow \text{AN : } \mathbf{R_T} = 20000 \times 30 \Rightarrow \boxed{\mathbf{R_T} = 600 \text{ K}\Omega}$$

- Ou bien (pour vérifier) :

$$\mathbf{R_T} = \mathbf{R_{a1}} + \mathbf{R_{a2}} + \mathbf{R_{a3}} + \mathbf{R_{a4}} + \mathbf{R_G} \quad \text{AN : } \mathbf{R_T} (= 19 + 40 + 140 + 400 + 1) \cdot 10^3 = 600 \text{ K}\Omega$$