

TD SERIE I

MATERIAUX CONDUCEURS

EXERCICE 1 –

Une lampe à incandescence de 60 W possède une résistance de $17,6 \Omega$ à 20°C . Si elle tire un courant de $0,5 \text{ A}$ sous une tension de 120 V , quelle est la température du filament ? Pour le tungstène : $\alpha = 0,0055$ par $^\circ\text{C}$.

EXERCICE 2 –

Un conducteur de résistivité $1,7 \times 10^{-8} \text{ SI}$ à 20°C , de section 4 mm^2 , de coefficient de température $0,004$ par degré et de longueur 40 m est utilisé dans un circuit à 50 Hz . Si un courant de 3 A passe dans ce conducteur, calculer la chute de tension et les pertes Joule causées par ce conducteur. On suppose que l'effet de peau influe de $1,2$ pourcent et que la température de service est de 50°C .

EXERCICE 3 –

Une ligne aérienne en aluminium est composée d'un conducteur de section $26,6 \text{ mm}^2$. Ce conducteur peut supporter un courant de 160 A en régime permanent.

- Calculer la valeur permissible de $I^2 t$ lors d'un court-circuit sachant que la température initiale est de 80°C et que l'on désire limiter la température maximale à 250°C .
- On prévient un courant de court-circuit de 2000 A . Pendant combien de temps ce courant peut circuler sans que la température ne dépasse le seuil de 250°C ?

La formule donnant $I^2 t$ en fonction des températures est

$$I^2 t = 5,2 \times 10^4 \text{ A}^2 \log_{10} \left(\frac{228 + \theta_m}{228 + \theta_0} \right)$$

EXERCICE 4 –

Montrer comment on peut mesurer la résistance d'une électrode de terre.

SOLUTION 1 –

Il faut d'abord calculer la résistance du filament à 0 °C

$$\begin{aligned}R_{\theta} &= R_0(1 + \alpha_0\theta) \\17,6 &= R_0(1 + 0,0055 \times 20)\end{aligned}$$

d'où

$$R_0 = 15,85 \Omega$$

La résistance à chaud est = $V / I = 120 / 0,5 = 240 \Omega$.

Ainsi en utilisant la formule de R_{θ}

$$240 = 15,85 (1 + 0,0055 \times \theta)$$

On trouve

$$\theta = 2571 \text{ °C}$$

SOLUTION 2 –

Il faut d'abord calculer la résistivité du conducteur à 50 °C

$$\begin{aligned}\rho_{\theta} &= \rho_{\theta_0} (1 + \alpha (\theta - \theta_0)) \\ \rho_{\theta} &= 1,7 \cdot 10^{-8} (1 + 0,004 (50 - 20)) \\ \rho_{\theta} &= 1,9 \cdot 10^{-8}\end{aligned}$$

d'où

$$R = 1,9 \times 10^{-8} \frac{40}{4 \times 10^{-6}} = 0,19 \Omega$$

Correction de l'effet de peau de 1,2 pourcent: $R = 1,012 \times 0,19 = 0,192 \Omega$

La chute de tension est donnée par

$$\Delta U = R I = 0,192 \times 3 = 0,58 \text{ V}$$

Les pertes Joule sont données par

$$P_J = R I^2 = 0,192 \times 3^2 = 1,7 \text{ W}$$

SOLUTION 3 –

a) En utilisant l'équation on obtient

$$I^2 t = 5,2 \times 10^4 26,6^2 \log_{10} \left(\frac{228+250}{228+80} \right)$$

$$I^2 t = 7 \times 10^6 A^2 \cdot s$$

b) Le courant de 2000 A peut circuler pendant un temps t donné par

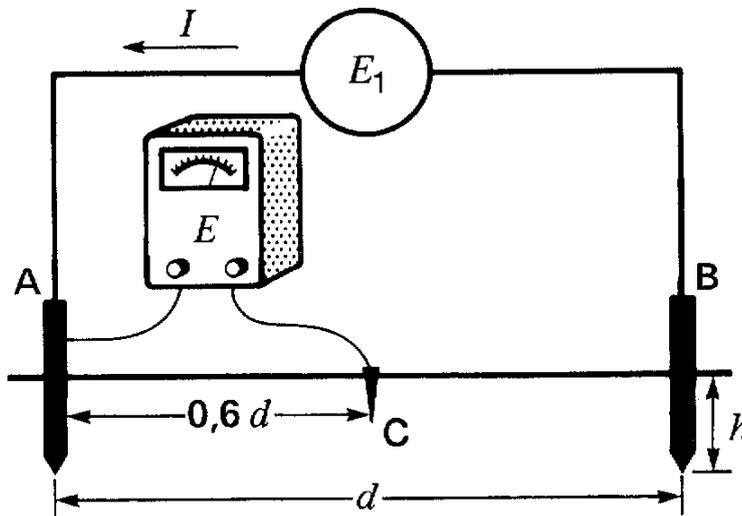
$$I^2 t = 7 \times 10^6 A^2 \cdot s$$

$$2000^2 t = 7 \times 10^6$$

$$t = 1,75 s$$

SOLUTION 4 –

On peut mesurer la résistance d'une électrode A, enfoncée d'une profondeur h dans le sol, en utilisant le montage de la figure ci-dessous. Voici la procédure à suivre :



1 – On enfonce dans le sol, à la même profondeur, une deuxième électrode B, située à une distance d de A, d'au moins 10 fois h.

2- A partir de A, on plante une tige métallique C située à une distance de 0,6d de celle-ci, et en ligne avec B.

3- On applique une tension E_1 entre A et B, et on mesure le courant I qui en résulte.

4- On mesure la tension E entre la tige C et A.

5- Le rapport E / I donne la résistance du sol au voisinage de A. C'est la résistance de A.

Par exemple pour $d = 40$ m, $h = 80$ cm, $I = 0,2$ A, $E = 19$ V ; C est située à $0,6 \times 40 = 24$ m.

La résistance de l'électrode A est de $E / I = 19 / 0,2 = 95 \Omega$