

Echauffement d'un conducteur

Un conducteur, parcouru par un courant, reçoit de l'énergie par effet Joule. Une partie de celle-ci provoque l'échauffement de ce conducteur et le reste est dissipé vers l'extérieur. Nous admettrons que la puissance calorifique dissipée vers l'extérieur est de la forme :

$$P_c = K S (T - T_a) = K S \theta$$

S est la surface d'échange de la chaleur avec l'extérieur et **K** est un coefficient dépendant du matériau, de l'état de surface et des conditions de refroidissement.

$\theta = T - T_a$ est l'échauffement du conducteur.

L'énergie élémentaire reçue par effet Joule s'écrit : $dW = R I^2 dt = m C d\theta + K S \theta dt$

Ce qui donne l'équation différentielle :

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{K S}{m C} \theta = \frac{R I^2}{m C}$$

R est la résistance électrique du conducteur,

m sa masse

C sa chaleur spécifique en J/kg.°K

Echauffement d'un conducteur

La résolution de l'équation différentielle conduit à :

$$\theta(t) = \theta_L \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right)$$

Avec

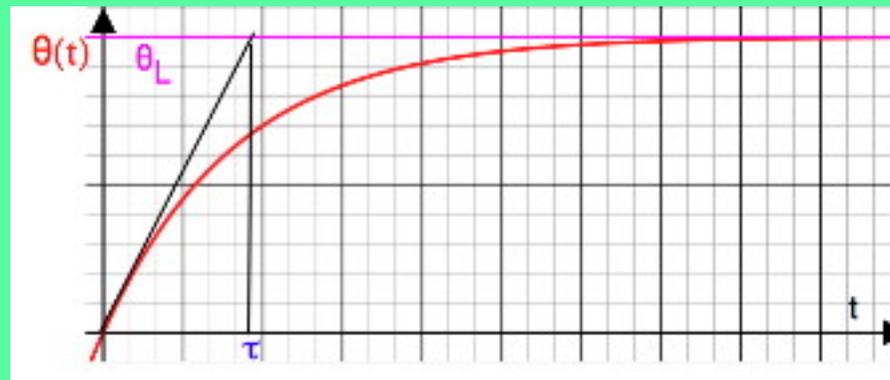
$$\tau = \frac{mC}{KS}$$

et

$$\theta_L = \frac{RI^2}{KS}$$

τ est la constante de temps thermique en seconde

θ_L est l'échauffement limite définissant l'équilibre thermique du système.



Echauffement d'un conducteur Cas d'une impulsion de courte durée

On admet alors que l'échauffement est adiabatique, donc que toute l'énergie reçue sert à échauffer le conducteur :

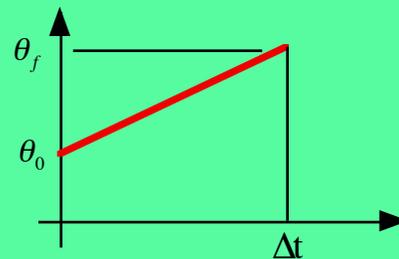
$$\Delta W = RI^2 \Delta t = mC \Delta \theta$$

D'où

$$\theta_f - \theta_0 = T_f - T_0 = \frac{RI^2}{mC} \Delta t$$

soit

$$\theta = \theta_0 + \frac{RI^2}{mC} t$$

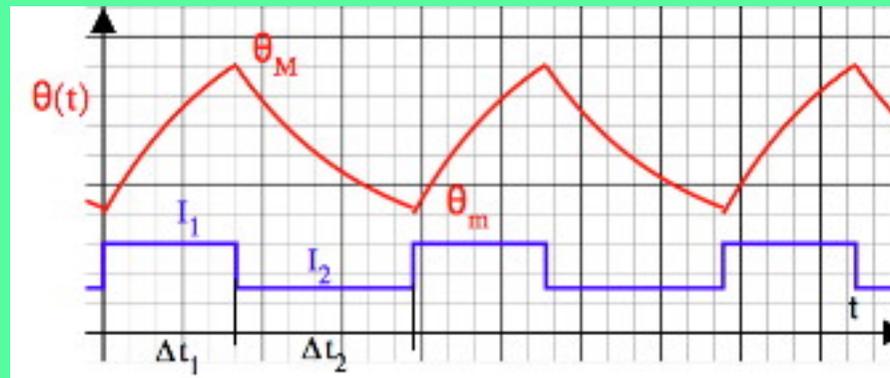


Ce cas se présente, par exemple, dans l'hypothèse d'une coupure rapide du courant par un organe de protection lors d'une surintensité .

Echauffement d'un conducteur Régimes intermittents

Le courant dans le conducteur prend successivement plusieurs valeurs. Après un régime transitoire, un régime permanent s'instaure avec une variation de $\theta(t)$ entre deux extremas θ_m et θ_M . La constante de temps est souvent assez élevée pour que les portions d'exponentielles soient assimilables à des segments de droites, ce qui donne une valeur moyenne :

$$\bar{\theta} \approx \frac{\theta_M + \theta_m}{2}$$



Echauffement d'un conducteur Protection d'un conducteur

Pour un matériel électrotechnique, le ***courant nominal*** I_n est le courant maximal admissible pouvant parcourir les conducteurs durant un temps supposé infini, sans provoquer de dégradation de l'isolant. Il est défini pour un service continu.

Pour un service intermittent répétitif sur un cycle de période T , on définit un ***courant thermique équivalent*** par l'expression :

$$I_{th} = \sqrt{\frac{\sum t_j I_j^2}{\sum t_j}} \quad \text{où } \sum t_j = T \text{ période du cycle}$$

et on doit vérifier : $I_{th} \leq I_n$

