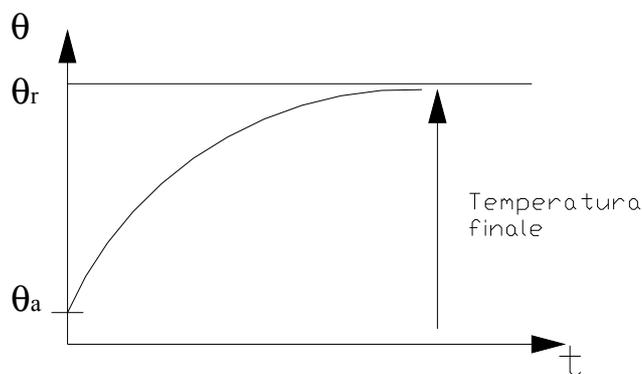


EFFETTO TERMICO DELLA CORRENTE TEMPERATURA DEI CONDUTTORI PERCORSI DA CORRENTE

Un corpo attraversato da corrente si riscalda; il riscaldamento provocherà di conseguenza un innalzamento della sua temperatura θ (theta) rispetto a quella dell'ambiente θ_a . Naturalmente l'innalzamento della temperatura da parte del corpo sarà graduale. Precisamente tale aumento avverrà con legge esponenziale.



La temperatura continuerà ad aumentare dunque finché il calore prodotto entro il corpo per effetto Joule risulterà superiore al calore smaltito dal corpo attraverso la sua superficie esterna, fino a quando cioè non si raggiungerà l'equilibrio termico.

A questo proposito si osservi che, mentre il calore prodotto per effetto Joule rimane costante (se l'intensità di corrente rimane costante e se si prescinde naturalmente dalle variazioni di resistenza del corpo a causa dell'avvenuto aumento di temperatura), il calore smaltito dal corpo risulta invece direttamente dipendente dalla sua temperatura cosicché sarà tanto più notevole tanto più alta è la temperatura raggiunta dal corpo.

Si può affermare perciò che la temperatura raggiunta dal corpo è quel particolare valore θ_r per il quale il calore smaltito diventa esattamente uguale al calore prodotto per effetto Joule; si comprende quindi che la temperatura del corpo dipenderà soprattutto, oltre che dall'intensità della corrente, anche da tutte quelle condizioni che determinano ed influenzano la dispersione del calore. In sostanza, la sovratemperatura di un corpo, intendendosi per *sovratemperatura* l'aumento di temperatura del corpo rispetto alla temperatura ambientale θ_a , cioè la differenza $\theta_r - \theta_a$, dovrà dipendere da un lato dalle condizioni ambientali e dalle caratteristiche del corpo, dall'altro dall'intensità di corrente che lo attraversa. Tutto ciò è introducibile in formule se il corpo è ad esempio un conduttore cilindrico avente sezione S e perimetro p costanti.

In tal caso, detta ρ_r la resistività del materiale (calcolata alla temperatura θ_r finale del corpo), si potrà scrivere subito che il calore prodotto, nell'unità di tempo, entro il conduttore di lunghezza l vale:

$$0,239 \times 10^{-3} \times \rho_r \frac{l}{S} I^2 \text{ (Joule)}$$

mentre per il calcolo del calore smaltito attraverso la superficie esterna del conduttore si farà ricorso alla fisica, la quale insegna che la quantità di calore perso dal conduttore nell'unità di tempo è proporzionale alla superficie esterna ($p l$) del conduttore e alla sovratemperatura $\theta_r - \theta_a$ cioè vale:

$$c p l (\theta_r - \theta_a)$$

C è un coefficiente di proporzionalità e rappresenta fisicamente il coefficiente di trasmissione totale del calore del conduttore considerato e le dimensioni fisiche sono $\text{Cal/m}^2 \times ^\circ\text{C}$.

All'equilibrio termico raggiunto, quando cioè la temperatura del conduttore rimarrà stabile al valore θ_r , varrà l'equazione:

$$c p l (\theta_r - \theta_a) = 0,239 \times 10^{-3} \rho_r \frac{I^2}{S}$$

(dato che il calore prodotto entro il conduttore viene completamente smaltito). Da tale relazione si ricava il valore della sovratemperatura assunta dal conduttore :

$$\theta_r - \theta_a = \frac{0,239 \times 10^{-3} \times l \times \rho \times I^2}{c \times p \times l \times S} = \frac{0,239 \times 10^{-3} \times \rho_r \times I^2}{c \times p \times S}$$

Si può notare che la sovratemperatura risulta :

- a) direttamente proporzionale alla ρ_r del materiale;
- b) inversamente proporzionale al coefficiente C che varia da materiale a materiale ; ad esempio il rame nudo disperde meglio il calore del piombo o del ferro.
- c) a parità di ogni altra condizione, la sovratemperatura è più piccola in quei conduttori che hanno sezione con sviluppo periferico maggiore ; così la piattina e il nastro si riscaldano meno del filo o della corda.

Dalla formula precedente si può ricavare S e tale formula è molto utile per dimensionare i conduttori affinché la sovratemperatura non superi certi limiti e che quindi possa deteriorare il conduttore stesso o l'eventuale isolante che ricopre il conduttore stesso.

Infine dalla relazione precedente può essere utile calcolare l'intensità di corrente che un conduttore, di date caratteristiche, può sopportare.

CALCOLO DEGLI ELEMENTI RISCALDANTI

Il riscaldamento dei conduttori dovuto al passaggio della corrente costituisce il più delle volte un fatto nocivo, purtroppo non sopprimibile.

Vi sono però dei casi in cui è necessario produrre calore per mezzo dell'effetto Joule in dispositivi allo scopo predisposti.

Ci si avvale di solito di fili, piattine, sbarre, realizzate in materiale speciale. Per procedere al calcolo di tali elementi occorre conoscere o fissare oltre alla potenza P in Watt o alla quantità di calore C in calorie da produrre all'ora e alla corrente I o alla tensione V a disposizione, anche la temperatura che deve raggiungere l'elemento riscaldante e le condizioni ambientali.

Queste ultime caratteristiche sono molto importanti per la scelta del materiale con il quale realizzare l'elemento riscaldante.

Fra i vari materiali che si possono impiegare, le leghe metalliche ad alta resistività elettrica resistenti all'azione debilitante del calore, rappresentano una categoria importante. Tra di esse ricordiamo le leghe al ferro - nichel, al ferro - cromo e al nichel - cromo.

Per procedere al calcolo degli elementi riscaldanti occorre conoscere anche la densità di corrente σ ammessa per il resistore impiegato. Tale valore viene desunto da tabelle o da grafici che danno direttamente la σ in funzione della corrente o della sezione.

Il calcolo dell'elemento riscaldante, cioè il calcolo della lunghezza e della sezione del filo o della piattina procede in tal modo:

Si debba realizzare un elemento riscaldante (stufetta) che raggiunga una temperatura di 700°C con potenza da dissipare di 1000 W e tensione disponibile di 220 V .

Si comincia con il calcolare la corrente assorbita dall'elemento riscaldante :

$$I = P / V = 1000 / 220 = 4,55\text{ A.}$$

Con tale corrente, sulle tabelle ricavo la sezione del filo da impiegare per quella corrente e per la temperatura di 700°C e trovo, ad esempio, $0,28\text{ mm}^2$ a cui corrisponde un diametro di $0,6\text{ mm}$.

La densità di corrente risulterà : $\sigma = I / S = 4,55 / 0,28 = 16,2\text{ A/mm}^2$.

La lunghezza del conduttore si ricava con la legge di Joule :

$$P = R I^2 = \rho \frac{l}{S} I^2 \rightarrow l = \frac{P \times S}{\rho I^2} = \frac{P}{\rho I \sigma} = \frac{V}{\rho \sigma} = \frac{220}{1,12 \times 16,2} = 12\text{ metri}$$

Con P in Watt, I in Ampere, ρ in $\text{Ohm} \times \text{mm}^2 / \text{m}$ e σ in A/mm^2

Attenzione però che la resistività non è quella delle tabelle cioè a 20°C ma quella effettiva !!!

Naturalmente la resistività va calcolata alla temperatura di 700°C (temperatura di funzionamento della stufa) con la solita formula :

$$\rho_{700} = \rho_0 (1 + \alpha \theta) = 1,05 (1 + 0,1 \times 10^{-3} \times 700) = 1,12\ \Omega\ \text{mm}^2 / \text{m.}$$

Anche i valori di ρ_0 e α sono desunti dalle tabelle in relazione al tipo di materiale impiegato.