

## La legge di Joule

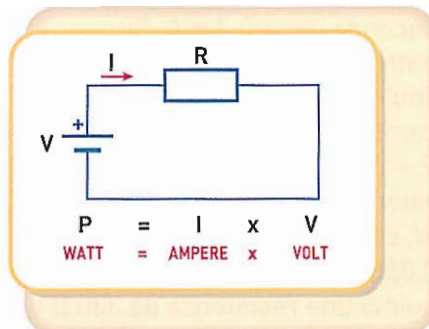
I parametri dei componenti elettronici sono sensibili ai cambiamenti di temperatura. I circuiti devono essere progettati in modo che queste variazioni di temperatura, all'interno di un ragionevole margine, non influenzino il funzionamento degli strumenti. Bisogna tener conto del calore dissipato in ognuno dei componenti ed evitare surriscaldamenti, per questo in alcuni casi bisogna utilizzare dissipatori metallici o anche ventilazione forzata.

### Calore nelle resistenze

Quando una certa quantità di corrente attraversa una resistenza, si genera del calore nella resistenza stessa. Se questo calore si trasmette all'ambiente che la circonda, questa non aumenta pericolosamente la sua temperatura, però se il calore generato è maggiore di quello che può essere eliminato, si produce un aumento di temperatura.



Una resistenza mal calcolata può essere distrutta dal surriscaldamento.



Calcolo della potenza generata in una resistenza.

### Dissipazione del calore

Per fare in modo che un corpo trasmetta calore ad un altro, o all'aria che lo circonda, deve avere una temperatura superiore. In altre parole, il calore passa dai corpi caldi a quelli più freddi, non il contrario. Se, ad esempio, prendiamo uno strumento che si trova in un'abitazione con temperatura di 25°C e lo portiamo in un'altra che si trova a 40°C e lo mettiamo in funzione, i suoi componenti non trasmetteranno calore all'ambiente sino a che la loro temperatura non arriverà a superare i 40°C. A titolo d'esempio ricordiamo che alcune resistenze vetrificate, che si distinguono per il loro colore verde brillante, sono in grado di dissipare molto calore e possono lavorare a temperature elevate, però bisogna fare attenzione affinché il calore non deteriori i componenti vicini. Questo tipo di resistenze vengono saldate in modo che il loro corpo rimanga molto più distanziato degli altri dal circuito stampato.

### Legge di Joule

La legge di Joule si utilizza per calcolare l'energia generata in una resistenza. Questa energia è uguale al quadrato della corrente che l'attraversa, moltiplicato per il valore della resistenza espresso in Ohm. La sua espressione nella forma più semplice è:  $P = I^2 \times R$ . Questa formula è adatta per correnti continue. Se combiniamo questa formula matematica con la legge di Ohm

Potenza

$$P = I^2 \times R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Espressione classica della legge di Joule, e un'altra formula molto utilizzata per il calcolo della potenza.

otterremo altre due espressioni molto utili per calcolare la potenza consumata in una resistenza:

$$P = I \times V$$

$$P = V^2 \times R$$

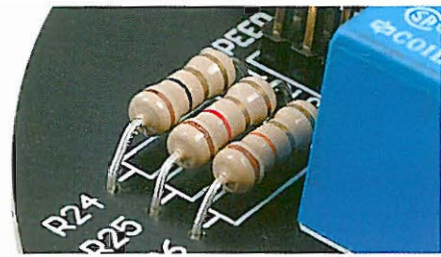
### Esempio semplice

Supponiamo di dover progettare un circuito in cui sia necessario utilizzare una resistenza da 5K6 in cui debbono passare 8 mA. La prima cosa da fare sarà trasformare gli 8 mA in 0,008 A. Dopo di che calcoleremo il quadrato di questa quantità e lo moltiplicheremo per 5.600; il



risultato è 0,358 W. In teoria sarebbe sufficiente utilizzare una resistenza da 1/2 W, cioè 500 mW, però bisogna tener conto che questa capacità di dissipazione, 1/2 W, è specifica per una temperatura ambiente di 25°C e a temperature elevate potrebbe dissipare con molta difficoltà il calore generato. Quindi, per avere un buon margine di sicurezza durante il funzionamento, si considera più adeguato scegliere una resistenza da 1 W.

collegate in parallelo, una da 330 Ω e l'altra da 2K2. Applicando la legge di Ohm risulta che sulla prima circoleranno 26 mA e sulla seconda circa 0,2 mA. Si potrebbe applicare la legge di Joule, però in questo caso è più comodo applicare la formula  $P = V^2 / R$ , dove sostituendo i valori risulta  $P = 144 / 330 = 0,436$  W, cioè 436 mW e  $P = 144 / 2200 = 0,065 = 65$  mW. Scegliremo quindi una resistenza da 330 Ω da 1 W e l'altra da 2K2 da 1/4 W.



Le resistenze che emettono calore debbono essere separate dal circuito stampato.

funzionamento nei circuiti, che in alcuni casi possono essere temporanei e in altri portare ad avarie permanenti. Ci sono casi in cui il surriscaldamento di un componente influenza anche quelli vicini. Quando si surriscalda una resistenza in un circuito ben progettato, e quindi non a causa di un errore di calcolo, il motivo potrebbe essere che l'avaria di un altro componente permette il passaggio di una corrente eccessiva tramite questa resistenza, pertanto essa si distrugge.

## Problemi

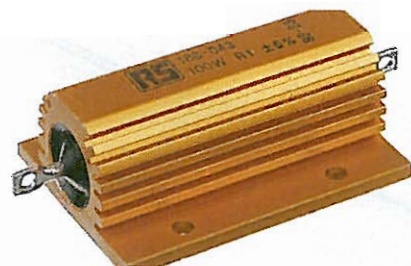
Il calore generato in una resistenza deve essere evacuato, per evitare tutta una serie di problemi, che possono anche essere molto diversi tra loro; uno fra questi è il riscaldamento generale del sistema. Benché sia normale che alcuni strumenti si riscaldino, questo fenomeno deve essere contenuto all'interno di certi limiti, e soprattutto non dovrebbero crearsi zone ad alta temperatura. In alcuni casi può essere necessario ricorrere all'utilizzo di dissipatori di calore o di sistemi di ventilazione. La temperatura produce variazioni nei parametri dei componenti, e può generare difetti di

## Resistenze metalliche

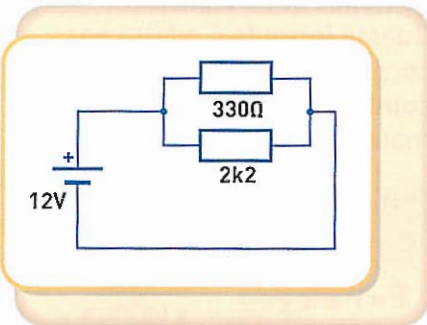
Ci sono modelli di resistenze con corpo metallico che possiedono una superficie di dissipazione molto grande. Inoltre, la capacità di dissipazione aumenta se sono montate su un radiatore d'alluminio.



Il calore emesso da un componente può influenzare quelli vicini.



Resistenza metallica con grande potere di dissipazione.



In questo circuito la resistenza da 330 Ω genera più calore di quella da 2K2.

## Combinazione di resistenze

Quando in un circuito ci sono diverse resistenze, in serie o in parallelo, dobbiamo calcolare la potenza generata in ognuna di esse in modo individuale; dato che per differenti potenze applicate sarà necessario scegliere le dimensioni adeguate, non è strano trovare in un circuito resistenze di differenti dimensioni, a maggior dimensione maggior potenza dissipata. Prendiamo in esame il semplice esempio dello schema, supponiamo che una batteria da 2 V alimenti le due resistenze

