



Enrico Biagi

FUSIBILI

29 November 2004

GENERALITA'

I fusibili, trattati dalle Norme CEI del Comitato Tecnico 32 (Norme 32-1 32-7), sono **dispositivi di protezione contro le sovracorrenti** (sovraccarichi e corto circuiti) caratterizzati da:

- rapidità d'intervento (per corto circuito);
- elevato potere d'interruzione;
- dimensioni ridotte;
- costo limitato.

Per queste ragioni hanno trovato e trovano tuttora impiego negli impianti elettrici, in alternativa agli interruttori automatici. Rispetto a questi ultimi presentano però degli aspetti negativi:

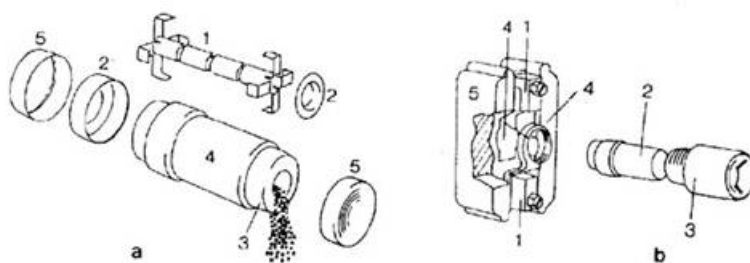
- non assicurano, in caso d'intervento, la contemporanea interruzione di tutte le fasi del circuito, per cui un'eventuale alimentazione bifase, ad esempio, può essere dannosa per i motori;
- richiedono tempi di ripristino del circuito relativamente alti;
- non sempre sono immediatamente disponibili ricambi identici a quelli da sostituire, per cui c'è il rischio che non vengano ripristinate le precedenti condizioni di protezione;
- non sono unificate le dimensioni.

La definizione di fusibile riportata dalla Norma CEI 32-1 è: *"dispositivo che mediante la fusione di uno o più elementi fusibili a tal fine progettati e proporzionati apre il circuito nel quale è inserito interrompendo la corrente quando essa supera un valore specificato per una durata sufficiente. Il fusibile comprende tutte le parti che costituiscono il dispositivo completo"*.

CRITERI COSTRUTTIVI

L'elemento fusibile è, in generale, racchiuso in un contenitore isolante di materiale ceramico, vetro o porcellana, completo di contatti per il collegamento con un

supporto (base) e, tramite i morsetti di questo, con il circuito in cui deve essere inserito. L'insieme costituito dall'elemento fusibile, dal contenitore e dai contatti si definisce "cartuccia" e costituisce la parte che deve essere rimossa per la sostituzione dopo l'intervento protettivo. La cartuccia può essere riempita con particolari sostanze inerti, generalmente sabbia di quarzo, aventi la funzione di favorire lo spegnimento dell'arco prodotto dalla rottura dell'elemento fusibile a seguito di una sovracorrente. Le parti fisse per il collegamento al circuito esterno costituiscono la "base"; in talune soluzioni costruttive può anche essere presente un "portacartuccia", che costituisce una parte amovibile del fusibile prevista per tenere in posto la cartuccia. L'insieme della base e dell'eventuale portacartuccia viene definito "supporto". Nelle figg. 1 e 2 sono riportati due esempi di fusibili completi di tutti i componenti.



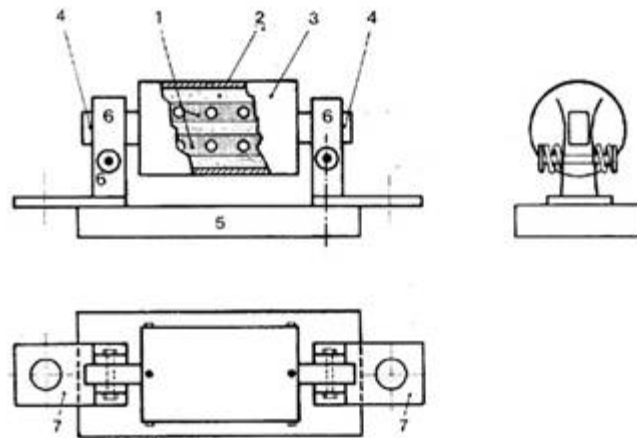
a) Cartuccia

- 1 - elemento fusibile
- 2 - anelli di bloccaggio dell'elemento fusibile
- 3 - sabbia
- 4 - contenitore
- 5 - contatti

b) Base per cartuccia e portacartuccia

- 1 - morsetti
- 2 - cartuccia
- 3 - portacartuccia
- 4 - contatti
- 5 - base

Fig. 1 - Fusibile del tipo "cilindrico" e relativo supporto costituito da portacartuccia e base



- 1 - elementi fusibili
- 2 - sabbia
- 3 - contenitore
- 4 - contatti della cartuccia
- 5 - base
- 6 - contatto della base
- 7 - morsetti della base

Fig. 2 - Fusibile del tipo "a coltello" completo di cartuccia

In alcuni fusibili l'intervento può essere segnalato mediante opportuni dispositivi indicatori quali, ad esempio, un percussore che viene espulso al momento della rottura dell'elemento fusibile. Tale percussore, presente essenzialmente nei fusibili per uso industriale, può anche servire per provocare, meccanicamente o attraverso l'azionamento di un contatto elettrico, l'intervento di altri apparecchi.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

L'elemento fusibile, costituito da materiale conduttore, presenta, in generale, dei tratti a sezione variabile come illustrato in fig. 3. Si realizzano così differenti condizioni di riscaldamento e quindi di fusione per ottenere la protezione sia contro le correnti di sovraccarico di piccola e media intensità e di lunga durata, sia contro le correnti di corto circuito di elevata intensità e di breve durata.



a) Filo a sezione variabile b) Intagli in bandelle piane c) Fori in bandelle piane

Fig. 3 - Diverse soluzioni costruttive dell'elemento fusibile (variazione della sezione)

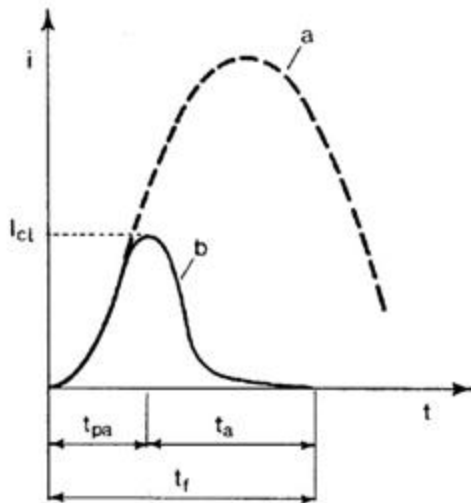
Per sovracorrenti di intensità limitata (sovraccarichi), l'intervento del fusibile deve avvenire in tempi inversamente proporzionali alla corrente stessa e variabili dalle ore ai secondi. In questa zona di funzionamento il riscaldamento avviene in modo uniforme in tutto l'elemento fusibile ed è di tipo "non adiabatico" (con scambio cioè di calore con l'ambiente esterno). Intervenendo, in sede di progetto, sui parametri dello scambio termico, si può modificare l'andamento della caratteristica d'intervento. In presenza di correnti elevate (correnti di cortocircuito che devono essere interrotte in tempi brevi, dell'ordine di alcuni millisecondi), il riscaldamento avviene in modo "adiabatico" (senza scambio cioè di calore con l'ambiente esterno). La temperatura sale più rapidamente nelle sezioni ristrette (di più elevata resistenza elettrica) che diventano pertanto punti preferenziali di fusione con la formazione di più archi in serie: ciò facilita l'interruzione della corrente. L'estinzione dell'arco è inoltre agevolata dall'azione di raffreddamento esercitata dalla sabbia contenuta nella cartuccia.

GRANDEZZE CARATTERISTICHE

Le principali grandezze caratteristiche dei fusibili sono:

Tensione nominale: è il valore massimo della tensione a cui può essere sottoposto il fusibile. **Corrente nominale:** è la corrente che il fusibile può sopportare senza fondere e senza che si verifichino riscaldamenti anomali.

Potere d'interruzione: è il valore più elevato di corrente che il fusibile è in grado d'interrompere ad una tensione determinata e in condizioni specificate d'uso. I fusibili sono dispositivi "**limitatori di corrente**", nel senso che sono in grado di interrompere elevate correnti di corto circuito contenendo il valore di cresta della corrente entro un valore sensibilmente più basso del valore di cresta della corrente presunta di corto **circuito, come illustrato nella fig. 4.**



- a) Valore istantaneo della corrente di corto circuito presunta
- b) Valore istantaneo della corrente interrotta limitata

I_{cl} = valore di cresta della corrente interrotta limitata

t_{pa} = durata di pre-arco

t_a = durata di arco

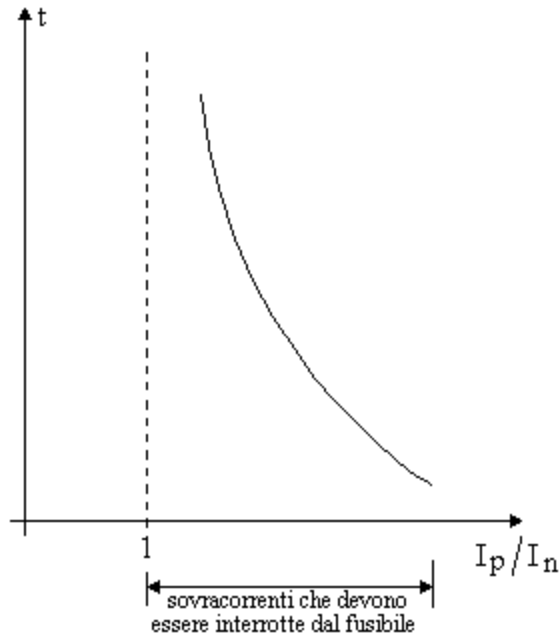
Fig. 4 - Interruzione della corrente in un fusibile limitatore.

Per questi motivi i poteri d'interruzione dei fusibili possono raggiungere, e talvolta anche superare, i 100 KA.

Caratteristiche d'intervento

In relazione alla caratteristica d'intervento i fusibili vengono classificati in:

Fusibili "gG" per uso generale (gI secondo la precedente denominazione) con **potere d'interruzione a pieno campo**, in grado cioè di interrompere tutte le correnti comprese fra il valore minimo che provoca la fusione dell'elemento fusibile ed il valore corrispondente al potere d'interruzione nominale. La caratteristica di intervento di tali fusibili è illustrata nella figura 5.



I_p = corrente presunta

I_n = corrente nominale del
fusibile

**Fig. 5 - Caratteristica d'intervento di un fusibile
"gG"**

Per tali fusibili vengono definite le correnti convenzionali di non fusione e di fusione.

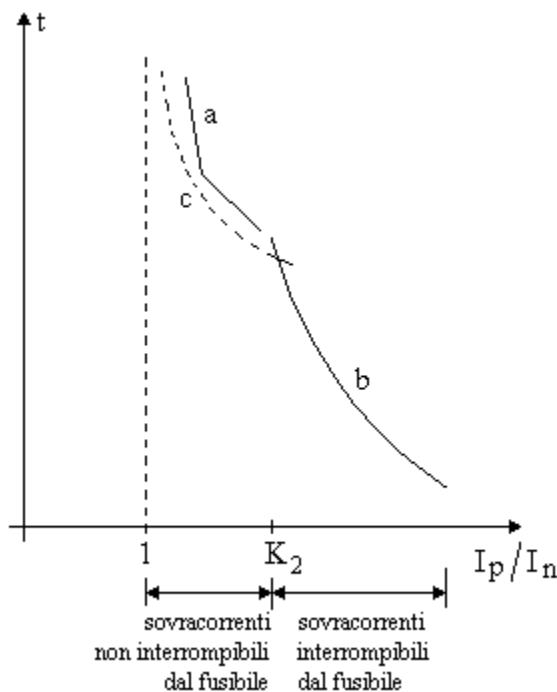
La corrente convenzionale di non fusione I_{nf} è la corrente che il fusibile è in grado di sopportare per un tempo determinato senza fondere.

La corrente convenzionale di fusione I_f è la corrente che determina la fusione dell'elemento fusibile entro un tempo determinato. I valori di I_{nf} e I_f vengono stabiliti dalle Norme CEI. Per esempio, per un fusibile con corrente nominale $I_N = 16$ A, si ha:

- Corrente convenzionale di non fusione $I_{nf} = 1,25 I_N = 20$
- Corrente convenzionale di fusione $I_f = 1,60 I_N = 25,6$ A
- Tempo convenzionale $t = 1$ ora

Ciò significa che per correnti comprese fra 16 e 20 A il fusibile non deve fondere prima di 1 ora e che per correnti superiori a 25,6 A deve fondere entro 1 ora.

Fusibili "aM" per uso combinato (detti anche per "accompagnamento motori" in quanto utilizzati prevalentemente per la protezione di circuiti che alimentano motori) **con potere d'interruzione a campo ridotto**: in grado cioè di interrompere soltanto le correnti comprese fra un determinato valore di sovracorrente ($k_2 I_n$) e il potere d'interruzione nominale. Per tali fusibili non vengono definiti i valori di I_{nf} e I_f , ma si definisce invece la "caratteristica di sovraccarico", ossia la curva tempo-corrente che delimita le combinazioni dei valori di tempo e di corrente che non devono essere superati, pena la distruzione del fusibile. L'interruzione di correnti inferiori a $k_2 I_n$ deve essere operata da altri dispositivi di protezione (per esempio contattore con relè termico) di caratteristiche adeguate. La caratteristica d'intervento di tali fusibili è in fig. 6



- a) Curva di sovraccarico limite consentita per il fusibile
- b) Caratteristica d'intervento del fusibile
- c) Possibile caratteristica dell'apparecchio di protezione per sovraccarichi (per esempio relè termico)

I_p = corrente presunta

I_n = corrente nominale del fusibile

$k_2 I_n$ = minima corrente di interruzione

Fig. 6 - Caratteristica d'intervento di un fusibile "aM"

Energia specifica (o impulso termico)

Indica il valore massimo dell'energia lasciata passare dal fusibile durante il tempo del suo intervento.