

I componenti dell'impianto

L'articolo 462 della norma CEI 64-8 prescrive che ogni circuito debba poter essere sezionato dall'alimentazione intervenendo su tutti i conduttori attivi, inoltre ogni circuito deve essere protetto dai vari effetti e circostanze di funzionamento anomalo, di guasto, o di pericolo che si potrebbero verificare nell'esercizio dell'impianto.

A tal fine sono utilizzati componenti elettrici specifici che facciano fronte a tutti i possibili fenomeni. Questi dispositivi possono essere idonei a svolgere una singola funzione di protezione o più funzioni combinate attraverso un unico dispositivo.

Vediamo quali sono i principali componenti e quali prestazioni devono garantire.

□ 3.1. Interruttori e protezioni

3.1.1. Interruttori di manovra e sezionatori

3.1.1.1. Sezionatore

Il sezionatore è un dispositivo ad azionamento manuale o a mezzo di specifici accessori a comando elettrico ad esso abbinati. Il sezionatore deve interrompere in modo efficace tutti i conduttori attivi, garantendo che la distanza di sezionamento dei contatti sia tale da assicurare che in nessuna circostanza si possa creare una continuità elettrica. Questa caratteristica assicura al personale che interviene per manutenzione sull'impianto elettrico di operare in sicurezza. Il sezionatore può essere installato in diversi punti dell'impianto, così da interrompere un singolo circuito o più circuiti contemporaneamente. Questa scelta dipenderà dalle funzioni specifiche dell'impianto.

La posizione di apertura deve essere visibile o segnalata in modo chiaro solo al raggiungimento della effettiva apertura stabile di tutti i poli. In genere i dispositivi di sezionamento sono utilizzati per l'apertura dei circuiti per opere di manutenzione, verifica o riparazione, ed in alcune occasioni potrebbe essere necessario dotare il dispositivo di blocchi con chiave, per evitare che il circuito possa essere rimesso in tensione per errore. Non è una caratteristica propria del sezionatore l'interruzione della corrente di funzionamento del circuito, in genere l'azionamento è previsto con carico nullo.

In genere il sezionatore è poco usato nei circuiti a bassa tensione, in quanto è generalmente utilizzato un dispositivo che adempie a più funzioni oltre al sezionamento.

3.1.1.2. Interruttore di manovra-sezionatore

Una caratteristica richiesta all'interruttore di manovra è la capacità di sopportare e di interrompere la corrente nominale del circuito in cui è installato.

In genere l'interruttore di manovra svolge anche la funzione di sezionatore.

Anche in questo caso l'attivazione può essere manuale o con l'ausilio di accessori meccanici, comandati a loro volta elettricamente.

L'interruttore di manovra non è però in grado di interrompere sovracorrenti anomale del circuito.

La scelta del dispositivo dovrà tener conto della tensione e corrente nominale a cui il circuito è sottoposto.

□ 3.2. Interruttore automatico magnetotermico

L'interruttore magnetotermico è costituito da due componenti sensibili accoppiati. Uno è il dispositivo magnetico, l'altro è quello termico.

I componenti sensibili, al verificarsi di una condizione anomala, (sovracorrenti) causano l'apertura dell'interruttore in modo automatico, senza quindi l'intervento dell'operatore. L'apertura dei contatti avviene su tutti i poli. In genere l'interruttore automatico assicura anche la funzione di sezionatore.

Come approfondiremo, l'intervento termico dell'interruttore è causato dal surriscaldamento di un componente interno a causa del passaggio di una corrente superiore a quella convenzionale a cui è tarato l'interruttore (sovraccarico). Il tempo di intervento di apertura del circuito è proporzionale all'intensità del sovraccarico di corrente elettrica. L'intervento che determina l'apertura a cura della componente sensibile magnetica è invece causato da un innalzamento particolarmente elevato della corrente, che si manifesta a causa di un cortocircuito. In questo caso il tempo di intervento è estremamente più rapido.

Gli interruttori automatici si differenziano in due categorie, quelli ad uso industriale e quelli ad uso domestico e similare. Questi ultimi sono utilizzabili però anche in ambito industriale, principalmente per i circuiti terminali. Il funzionamento, almeno dal punto di vista pratico, si equivale, garantendo lo stesso risultato. Ciò che ci si aspetta dall'interruttore automatico è l'apertura del circuito prima che si manifestino danni ai circuiti stessi ed ai componenti di cui è costituito. Quindi questo dispositivo assolve una funzione di sicurezza.

Esistono interruttori magnetotermici con soglie di intervento fisse, ed interruttori che invece permettono la taratura delle soglie di intervento, entro un campo prestabilito, riferita ad una o ad entrambe le funzioni. La taratura può agire sia sui valori dell'intensità di corrente che determinerà il funzionamento del dispositivo, sia sul tempo di intervento in cui l'interruttore aprirà il circuito.

Interruttori ad uso domestico o similare

Gli interruttori ad uso domestico o similari devono rispettare le prescrizioni della norma CEI 23-3. In tal caso sono idonei anche alla funzione di sezionamento.

Sono caratterizzati dai seguenti parametri elettrici:

- tensione convenzionale di esercizio, che dovrà essere idonea alla tensione del circuito in cui l'interruttore è inserito (230 V per i circuiti monofase e 400 V per i circuiti trifase);
- corrente nominale, che è la corrente massima che il dispositivo può portare in regime continuo nel tempo senza che intervengano le componenti sensibili al guasto. In commercio le principali taglie di corrente degli interruttori sono convenzionalmente le seguenti:

Tab. II. Valori convenzionali di corrente dei dispositivi magnetotermici

Valori convenzionali di corrente nominale in A											
6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125

Approfondiamo ora il comportamento dell'interruttore nella funzione di protezione termica.

I valori di corrente che determinano l'intervento sono due, e sono riferiti al valore di corrente nominale:

- I_{nf} : corrente convenzionale di non intervento, che equivale a 1,13 volte la corrente nominale;
- I_f : corrente convenzionale di intervento che equivale a 1,45 volte la corrente nominale.

Nel caso di correnti inferiori a I_{nf} , l'intervento dell'interruttore non avverrà sicuramente prima del periodo di tempo di un'ora.

Nel caso di correnti uguali o superiori a I_f , il dispositivo interverrà sicuramente in un tempo inferiore ad un'ora. Questi valori, principalmente il secondo, saranno determinanti nel momento in cui ci occuperemo del dimensionamento dei cavi, al fine di proteggerli da correnti superiori alla loro portata.

La funzione magnetica dovrà intervenire al verificarsi di una condizione di cortocircuito dell'impianto.

La norma stabilisce che devono essere previsti dispositivi atti ad interrompere la corrente di cortocircuito del circuito, prima che tale corrente possa diventare pericolosa a causa degli effetti termici e meccanici che si producono nei conduttori e nelle relative connessioni.

L'interruttore dovrà quindi essere in grado di aprire il circuito al valore efficace della corrente di cortocircuito che si può verificare in quel punto.

Identifichiamo questa capacità con due diversi livelli caratteristici del componente.

Una è la I_{cn} (potere di cortocircuito estremo) che identifica il valore estremo di corrente di cortocircuito che l'interruttore può aprire, mettendo in sicurezza il circuito, ma che a seguito dell'evento il dispositivo potrebbe non essere più idoneo a garantire il servizio di funzionamento ordinario.

La seconda è la I_{cs} (potere di cortocircuito di servizio) che identifica il massimo valore di corrente di cortocircuito che il dispositivo può interrompere, restando poi idoneo al funzionamento ordinario.

I dati di targa normalizzati degli interruttori vengono definiti dal valore di I_{cn} riportati nella seguente tabella.

Tab. III. Potere di interruzione al cortocircuito

Potere di interruzione in kA (I_{cn})					
4.5	6	10	15	20	25

Un secondo aspetto importante dell'intervento al cortocircuito dei dispositivi automatici è determinato dal valore che la corrente di cortocircuito debba assumere prima che l'interruttore apra il circuito in un tempo inferiore a 5 secondi.

In questo caso i parametri che contraddistinguono il dispositivo sono indicati attraverso le **curve caratteristiche** del dispositivo stesso.

Le curve (intese dal punto di vista grafico) indicano il rapporto fra i valori di corrente - indicate come numero multiplo della corrente nominale - in relazione al tempo di intervento.

Tab. IV. *Principali curve di intervento*

Curva di intervento	Corrente nominale	Valore limite inferiore della corrente	Valore limite superiore della corrente di intervento
B	I_n	$3 \times I_n$	$5 \times I_n$
C	I_n	$5 \times I_n$	$10 \times I_n$
K	I_n	$8 \times I_n$	$13 \times I_n$
D	I_n	$10 \times I_n$	$20 \times I_n$

Vediamolo più chiaramente su di un grafico del tutto simile a quelli forniti con il prodotto dai costruttori.

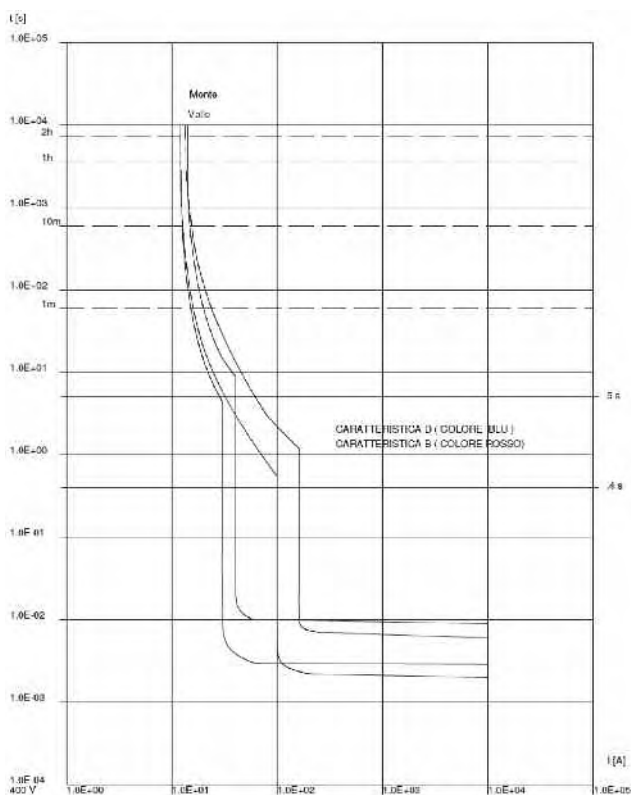


Fig. VII. *Grafico intervento magnetico*

Il grafico indica due curve quella di tipo B e quella di tipo D. Facciamo l'esempio della curva D.

Come si può osservare dal grafico, l'aumento di corrente (in ascissa) determina, al raggiungimento della soglia di corrente di intervento compresa tra $10 \times I_n$ e $20 \times I_n$ (indicata in modo esponenziale nel grafico), l'apertura dell'interruttore in un tempo inferiore a 5 secondi, per diventare quasi istantaneo al superare i valori limite delle curve.

La scelta di un dispositivo, secondo la curva di intervento magnetico, offre la possibilità di "adattare" la protezione al tipo di carico che il circuito alimenta.

Un esempio pratico potrebbe essere riferito ad un dispositivo che alimenta un motore elettrico. In questo caso, sapendo che al momento dell'avviamento il motore assorbe, per una piccola frazione di tempo, una corrente (detta corrente di spunto) che potrebbe essere di circa 8 volte la corrente nominale di funzionamento ordinario, l'utilizzo di una protezione con curva B potrebbe comportare l'intervento dell'interruttore di protezione all'avviamento, impedendo così la messa in funzione del motore.

Facciamo un esempio.

Il motore assorbe a regime una corrente di 10 A (I_B).

Lo alimentiamo attraverso un interruttore con portata nominale di 16A, lasciando quindi un margine adeguato per piccoli sovraccarichi che il motore potrebbe avere, dovuti a sforzi meccanici straordinari.

La corrente di spunto potrebbe essere pari a $8 \times I_B$, quindi $8 \times 10 = 80A$.

La protezione con curva di intervento di tipo B ha la soglia di intervento compresa fra 3 e $5 I_n$, cioè fra 48A e 80A. All'avviamento del motore la corrente assorbita di 80A, eguaglia l'intervallo dei valori di corrente della curva caratteristica dell'interruttore, per cui il dispositivo potrebbe aprire il circuito.

Nel dispositivo con curva D, l'intervallo è compreso fra 10 e $20 I_n$, cioè fra 160A e 320A. La corrente di spunto del motore, in questo caso, non causa l'intervento della protezione.

Generalmente la curva classica utilizzata è la curva C, che è idonea per la maggior parte dei circuiti, principalmente per carichi resistivi e induttivi, e per apparecchiature con correnti di spunto modeste.

La curva B è invece idonea, ad esempio, per carichi destinati a impianti elettronici.

Un'altra caratteristica fondamentale del dispositivo magnetico è definita come **energia specifica passante**.

Questa è meglio indicata dalla formula $I^2 t$, che indica l'energia che l'interruttore lascia passare, tra il momento del guasto e il momento in cui l'intervento del dispositivo di apertura del circuito è avvenuto. Il costruttore fornisce il valore attraverso un grafico come quello rappresentato nella figura seguente, in cui la curva, nella parte inferiore del grafico, indica appunto l'energia specifica passante in relazione all'aumento della corrente, mentre la curva a parabola nella parte superiore del grafico indica i valori sopportabili di energia della specifica conduttura alimentata dal dispositivo.

Il fatto che la curva dell'energia sopportabile dal cavo, che equivale all'energia massima oltre la quale si causerebbe il deterioramento dell'isolamento del cavo, sia superiore rispetto all'energia massima lasciata passare dall'interruttore prima dell'apertura, indica una scelta corretta di coordinamento fra le caratteristiche dell'interruttore e quelle del cavo.

Vedremo in seguito come determinare correttamente il rapporto cavo e dispositivo di protezione.

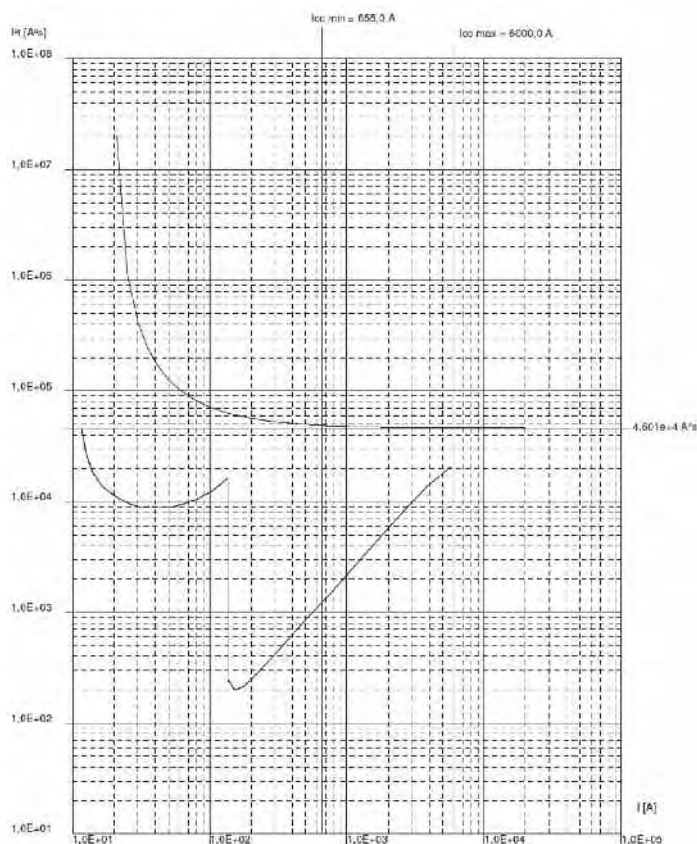


Fig. VIII. Curva energia specifica passante

Dal punto di vista meccanico questi dispositivi sono idonei per il montaggio a scatto su guida DIN normalizzata da 35, che funge da supporto fisico degli interruttori all'interno dei quadri elettrici.

Interruttori ad uso industriale

Per gli interruttori ad uso industriale valgono sommariamente gli stessi principi. Va però considerato che le tarature delle soglie di intervento degli accessori sensibili all'apertura in caso di guasto sono generalmente tarabili, modificando così le curve secondo le necessità del circuito, ovviamente nel campo delle caratteristiche costruttive del dispositivo.

Un'altra importante taratura spesso presente in relazione al tipo di accessorio utilizzato è quella che permette l'impostazione del tempo di ritardo dell'apertura, consentendo la possibilità di privilegiare l'intervento di un dispositivo posto a valle rispetto a quello posto a monte. Questa azione di coordinamento fra gli interruttori è fondamentale per assicurare che vengano aperti i circuiti più prossimi al guasto, lasciando così in funzione gli altri circuiti sani.

Le correnti nominali degli interruttori ad uso industriale sono indicate nella Tab. V.

Tab. V. Correnti nominali dispositivi magnetotermici industriali

Correnti nominali dei dispositivi ad uso industriale in Ampere							
125	160	250	400	630	800	1250	1600

A differenza dei dispositivi per uso domestico o similare, il tipo industriale ha spesso organi sensibili non attraversati direttamente dalle correnti di funzionamento, ma rilevate attraverso trasformatori di corrente.

Dal punto di vista meccanico, i dispositivi si distinguono in interruttori scatolati, aperti ed estraibili. Questi dispositivi non sono installabili su guida DIN 35.

Gli interruttori automatici per applicazioni industriali sono rispondenti alla norma CEI 17-5.

Gli interruttori magnetotermici, sia per uso industriale sia per uso domestico o similare, possono essere equipaggiati con accessori dotati di altre funzioni, sia di comando dell'interruttore, come nel caso di apparecchi che trascinano meccanicamente il dispositivo in apertura attraverso un circuito elettrico remoto, sia dotati di contatti in apertura e o in chiusura che seguono la condizione di inserito o disinserito dell'interruttore stesso.

Questi ultimi possono quindi svolgere funzioni di segnalazione o di comando a seconda dello stato in cui l'interruttore è posto dall'operatore o a seguito di un intervento automatico.

□ 3.3. Fusibili

I fusibili sono accessori che svolgono anch'essi la protezione ai sovraccarichi ed ai cortocircuiti. Va notato però che l'intervento interessa una sola fase, mentre le altre possono restare attive.

Questo potrebbe, in alcune applicazioni, comportare rischi per gli operatori o causare danni agli accessori alimentati.

Come per il caso degli interruttori automatici, anche i fusibili sono distinti per uso industriale e uso domestico e similare. Questa classificazione è più corrispondente a: fusibili per persone addestrate e fusibili per persone non addestrate, disciplinati rispettivamente alla norma CEI 2-4 e CEI 32-5.

I fusibili possono essere montati sul componente, come ad esempio nelle prese a spina di tipo industriale, o installati nei quadri elettrici a protezione delle linee di alimentazione o dei circuiti ausiliari, come per esempio spie luminose, strumenti di misura ecc.

Esistono portafusibili di tipo idoneo al sezionamento che, in posizione di aperto (che permette anche l'estrazione del fusibile), garantiscono anche la funzione attribuita e richiesta ai sezionatori.

Anche i fusibili sono caratterizzati dalla corrente nominale I_n a cui possono lavorare in condizione di continuità nel tempo, senza raggiungere la temperatura di fusione.

I parametri elettrici che caratterizzano un fusibile sono:

- **Tensione nominale** di esercizio: è la massima tensione a cui il fusibile potrà lavorare in condizioni idonee;
- **Corrente nominale**, I_n : è la corrente che il fusibile può condurre senza raggiungere la temperatura di fusione o temperature pericolose.

Le taglie di I_n sono le stesse attribuite agli interruttori magnetotermici.

Per i circuiti ausiliari, o comunque per piccole correnti, vengono anche utilizzati fusibili con I_n da 2, 4, 6 e 8 ampere.

Corrente convenzionale di non fusione I_{nf} : è il valore di corrente di sovraccarico per il quale la capacità di funzionamento del fusibile è assicurata per un tempo superiore a quello convenzionale.

Il tempo convenzionale è compreso nell'intervallo che va da 1 ora per le piccole taglie a 4 ore per gli accessori di grande portata di tipo industriale. Il valore di corrente I_{nf} è pari a $1,25 I_n$ per le taglie medie (in relazione alle caratteristiche specifiche del componente).

Corrente di fusione convenzionale I_f . Questa è la corrente che garantisce l'intervento entro il tempo convenzionale caratteristico del componente stesso, come precedentemente esposto. Il valore medio di I_f è di $1,6 I_n$.

Potere di interruzione. Il fusibile utilizzato in un circuito deve essere in grado di interrompere la corrente di cortocircuito in quel punto.

Esiste una suddivisione dei fusibili in relazione all'uso a cui sono maggiormente indicati, contraddistinti da una curva di intervento caratteristica.

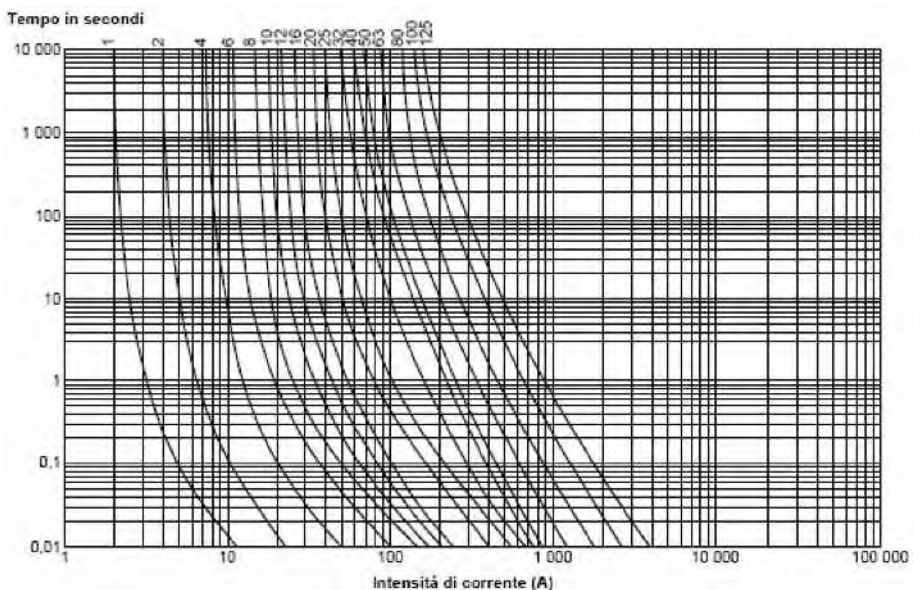
Queste categorie sono:

- fusibile di tipo gG, destinato ad un uso generale;
- fusibile di tipo gM, destinato alla protezione dei motori;
- fusibile di tipo aM, che può essere utilizzato in entrambi i casi, ed è caratterizzato da una specifica corrente di intervento.

Anche i fusibili, quando sottoposti a cortocircuito, lasciano passare una **energia specifica passante** che dipende dal tipo di cartuccia e dalle rispettive caratteristiche elettriche.

Il tempo massimo di intervento al cortocircuito di un fusibile è considerato pari a 0,01 secondi.

Tab. VI. Curve di fusione fusibili gG



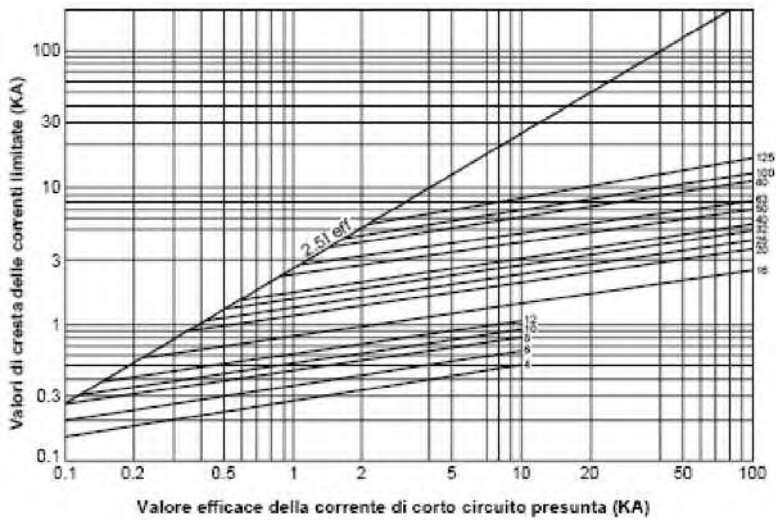


Fig. IX. Curve di limitazione fusibili gG

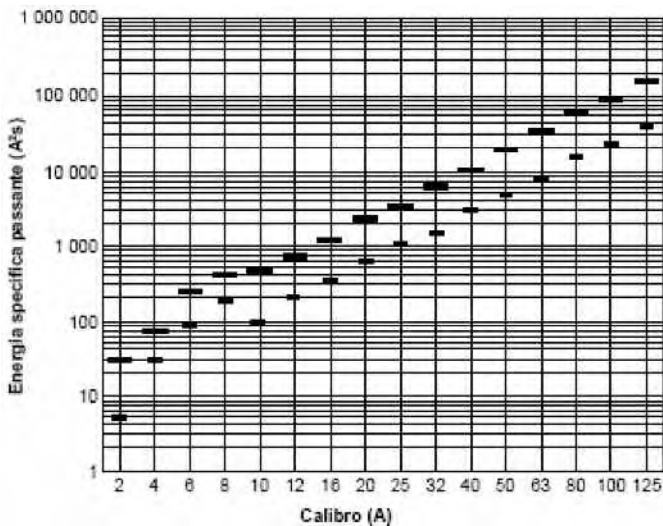


Fig. X. Energia specifica passante fusibili gG

□ 3.4. Interruttori differenziali

L'interruttore differenziale (comunemente denominato salvavita) è un componente in grado di rilevare le eventuali correnti di dispersione verso terra che si possono verificare a causa di un cedimento dell'isolamento delle parti attive che, entrando a contatto con le parti metalliche degli utilizzatori, scaricano parte della corrente direttamente a terra attraverso l'impianto di messa a terra di protezione, o percorrendo il corpo dell'utilizzatore che acci-

dentalmente sia venuto a contatto con la parte attiva o la carcassa metallica del componente elettrico guasto.

Come vedremo nel capitolo dedicato all'impianto di messa a terra, l'interruttore differenziale otterrà il massimo utilizzo, imposto anche dalla normativa elettrica, quando sarà correttamente coordinato con l'impianto di messa a terra. L'interruttore differenziale si rivela efficace anche per la protezione di applicazioni più specifiche, come vedremo nelle schede impiantistiche e negli impianti elettrici destinati a luoghi con normativa specifica.

Anche gli interruttori differenziali sono distinti in componenti per impianti industriali, e per impianti domestici o similari. Questa classificazione è principalmente riferita alla fascia di corrente a cui il dispositivo lavorerà, più che alla destinazione d'uso dell'ambiente.

Le norme CEI 23-42 e 23-44 sono specifiche per gli interruttori differenziali per uso domestico e similare.

La norma CEI 17-5 riguarda gli interruttori differenziali per uso industriale.

Dal punto di vista costruttivo il componente è costituito da un trasformatore di corrente toroidale in grado di rilevare la sommatoria delle correnti circolanti nei conduttori che l'attraversano.

Lo schema di principio è mostrato in figura.

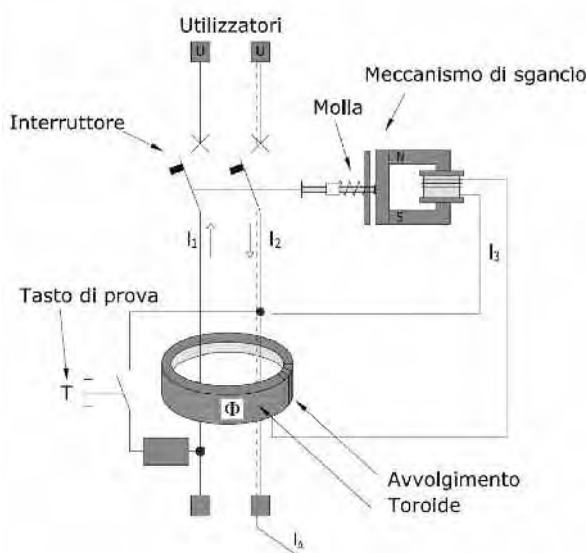


Fig. XI. Schema di principio interruttore differenziale

Quando la sommatoria delle correnti che circolano nei conduttori ha un valore superiore alla taratura del dispositivo, l'interruttore sarà in grado di aprire in modo automatico il circuito, agendo su di un dispositivo di sgancio.

L'interruttore differenziale è in grado di agire ed interrompere il circuito soltanto per l'effetto esposto, detto differenziale, ma non ha alcuna possibilità di rilevare sovracorrenti. Per questo motivo, nella protezione di un circuito è sempre abbinato ad un dispositivo di tipo magnetotermico. L'interruttore differenziale può essere incorporato nello stesso involucro dell'interruttore magnetotermico, trasformando il dispositivo in un interruttore magnetotermico-

differenziale, oppure essere un componente singolo, ed in questo caso è denominato differenziale puro. In tale circostanza sarà installato sul circuito in serie al dispositivo per le sovracorrenti. Il differenziale dovrà essere posto sempre a valle rispetto al magnetotermico.

Altri dispositivi sono di tipo accoppiabile. In questo caso l'interruttore magnetotermico sarà meccanicamente unito all'interruttore differenziale, dando origine ad un componente unico.

L'interruttore differenziale deve in ogni caso essere in grado di sopportare le correnti nominali e di guasto del circuito su cui è installato. Pertanto la scelta del componente dovrà essere effettuata secondo tale principio. Nei componenti che possono essere assemblati, è il costruttore che individua e permette l'assemblaggio dei dispositivi che rispettino questa regola.

La gamma di corrente nominale dei dispositivi differenziali è pertanto la stessa dei dispositivi magnetotermici.

Una delle principali applicazioni del differenziale è la protezione alle folgorazioni.

Possiamo vedere dalla tabella seguente quale sia l'effetto fisiologico sul corpo umano attraversato da intensità di corrente elettrica di vari valori.

Tab. VII. Effetti fisiologici della corrente elettrica

Intensità di corrente in Ampere	Effetto fisiologico causato
fino a 0,005	Effetto non pericoloso. Inizio della soglia di percezione.
da 0,005 a 0,03	Inizio della scossa elettrica.
da 0,03 a 0,05	Contrazioni involontarie dei muscoli, che possono interessare anche la cassa toracica ed il cuore.
da 0,05 a 0,08	Tendenza allo svenimento
oltre 0,08	Fibrillazione cardiaca. Annullamento della capacità del cuore a svolgere le normali funzioni. Segue la paralisi dei centri nervosi respiratori.

Come si può notare, il valore di intensità di corrente pericolosa è nell'ordine di poche decine di millesimi di ampere.

Per questo motivo i dispositivi differenziali proteggono da dispersioni di corrente elettrica molto piccola.

Le taglie principali degli interruttori differenziali sono le seguenti:

Tab. VIII. Correnti di intervento dei dispositivi differenziali

Valori nominali di corrente differenziale in Ampere I_{dn}						
0,010	0,030	0,05	0,100	0,300	0,500	1

Principalmente nel campo industriale, esistono dispositivi regolabili da valori di intensità da 0,030 A a 3 A.

L'uso di valori così elevati (3A) trova giustificazione nella possibilità di creare diversi livelli di protezione quando ci si trova di fronte a più dispositivi in serie fra loro, ed inoltre nel-

la coordinazione con l'impianto di messa a terra, che darà anche come risultato l'apertura dell'interruttore differenziale all'avvenire del guasto, impedendo così che si verifichi il contatto dell'operatore con le parti divenute attive per il guasto. Vedremo questa applicazione quando parleremo dei calcoli degli impianti di messa a terra.

Riguardo l'efficienza del dispositivo, possiamo dire che l'intervento in apertura dei contatti potrebbe avvenire anche in corrispondenza di valori di corrente di dispersioni compresa fra $0,5 I_{dn}$ e I_{dn} , mentre avverrà sicuramente al raggiungimento della corrente differenziale I_{dn} .

La quantità di tempo in cui una corrente elettrica attraversa un corpo è un ulteriore aspetto fondamentale che determina il pericolo di folgorazione. Più il tempo è lungo, più l'effetto può essere letale. La norma impone un tempo massimo entro cui il dispositivo dovrà aprire il circuito, eliminando quindi il guasto. Il tempo massimo ammesso è di 1 secondo, (5 secondi per applicazioni particolari).

A questo fine esistono differenziali di tipo:

- generale, il cui intervento è istantaneo entro 0,3 secondi al raggiungimento di I_{dn} ;
- selettivo, a cui viene dato un ritardo intenzionale per permettere la selettività con il tipo generale;
- ritardato, che offre la possibilità di regolazione del tempo di intervento entro i valori ammessi dalla norma CEI 64-8.

Un'ulteriore caratteristica che contraddistingue gli interruttori differenziali è la capacità di rilevare le tensioni con forme d'onda diverse:

- il tipo AC interviene solamente per correnti di guasto sinusoidali;
- il tipo A interviene anche per correnti di guasto di tipo pulsante;
- il tipo B interviene anche per correnti di guasto unidirezionali (componenti in corrente continua).

□ 3.5. Contattore

Un componente molto utilizzato è il contattore (chiamato anche teleruttore). Questo dispositivo non ha alcuna funzione di protezione autonoma. Può eventualmente essere utilizzato per interventi di sicurezza o protezione se abbinato ad altri dispositivi di comando.

Il contattore è costituito da una serie di contatti che aprono e chiudono il circuito elettrico e che vengono azionati da un dispositivo elettromeccanico.

La parte elettrica del dispositivo di azionamento è costituito da una bobina, che se percorsa da un flusso elettrico produce un campo magnetico, che comanda il dispositivo meccanico di azionamento dei contatti.

Il vantaggio del dispositivo sta proprio nel sistema di funzionamento, cioè nella possibilità di interrompere un circuito di potenza sia monofase che trifase, comandando semplicemente una bobina, con un piccolo flusso elettrico monofase.

La bobina può essere sia a tensione nominale di comando U_e di rete a 230 V, sia a tensione di 48, 24 o 12 V. La potenza della bobina è contenuta in valori di 3 VA per piccoli contattori di corrente nominale di 16A, fino a circa 200 VA per contattori con correnti nominali di 200 A. La corrente di spunto della bobina è di circa 5 volte l'assorbimento nominale. In questo modo anche tensioni assolutamente non pericolose per l'utente possono comandare circuiti ed impianti di potenza e tensione voluta.

I contatti che vengono azionati possono essere di due tipi:

- normalmente aperti in condizione di riposo (in assenza di tensione);

- normalmente chiusi in condizioni di riposo (in assenza di tensione);
- misti, cioè sia con contatti aperti sia con contatti chiusi.

Il componente può essere corredato con eventuali contatti ausiliari (anche con elementi componibili).

La versatilità delle funzioni permette una serie di applicazioni diverse.

I contattori si distinguono per le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione nominale U_e (anche in corrente continua);
- corrente nominale I_e ;
- numero di poli;
- tensione della bobina di comando U_c ;
- tipo di contatti (come prima illustrato);
- montaggio (previsti anche per guida DIN 35).

Una seconda serie di caratteristiche tecniche è la seguente:

- numero degli azionamenti, senza carico, che il dispositivo garantisce per la sua durata di vita;
- numero di azionamento sotto carico.

Le norme prevedono diverse fasce di lavoro, che vanno da 1000 cicli fino a 10 milioni di cicli a seconda dell'applicazione a cui il dispositivo sarà destinato.

Generalmente la corrente nominale del contattore sarà superiore alla corrente di impiego del circuito. Il costruttore indica per il singolo componente (o per la famiglia di appartenenza) il massimo valore di carico, rispetto alla corrente nominale del componente, in relazione al tipo di apparecchiature che il contattore dovrà alimentare.

Approssimativamente, per gli usi più frequenti, possiamo basarci sulla seguente tabella:

Tab. IX. Attribuzione carico sui contattori

Carichi prevalentemente resistivi; lampade ad incandescenza; carichi leggermente induttivi per piccole potenze.	Carico massimo al 65% della corrente nominale del contattore.
Lampade ad incandescenza:	Carico massimo al 35% della corrente nominale del contattore.
Motori elettrici:	Carico massimo al 20% della corrente nominale del contattore.

Per alte applicazioni di potenza, come ad esempio trasformatori, condensatori ecc., deve essere fatto riferimento alle indicazioni del costruttore.

Un'altra caratteristica a cui dovrà soddisfare il dispositivo è la capacità di sopportare la corrente di cortocircuito che si può verificare nel punto di installazione, questo evita il danneggiamento dei contatti e permette quindi il successivo funzionamento a regime ordinario. Diversamente i contatti potrebbero danneggiarsi, ed il contattore non sarebbe più in grado di svolgere correttamente le funzioni di chiusura ed apertura del circuito.

Esistono anche applicazioni particolari dei contattori in relazione al tipo di azionamento. Oltre al sistema elettromeccanico citato, l'azionamento potrebbe essere anche di tipo meccanico, pneumatico o misto.

Questi componenti sono principalmente utilizzati come equipaggiamento delle macchine, sia a fini di sicurezza, sia di controllo di processo.

□ 3.6. Relè termico

Il relè termico è un componente con sola protezione termica, quindi per il solo sovraccarico. La particolarità del componente è data dalla possibilità di regolazione variabile. L'incremento fra le varie taglie di portata nominale sono particolarmente ravvicinate.

In questo modo è possibile eseguire regolazioni molto precise.

Il relè, per piccole portate, è costituito da un singolo componente che aziona i contatti di apertura. Spesso invece il relè è abbinato ad un contattore. Nel funzionamento classico il componente sensibile è realizzato con una lamina bimetallica composta da due materiali diversi che, riscaldandosi a causa del passaggio della corrente, tende ad incurvarsi per la diversa dilatazione dei due metalli a contatto, azionando un dispositivo meccanico di apertura. I relè per potenze maggiori utilizzano un trasformatore di corrente.

Esistono inoltre componenti elettronici che garantiscono regolazioni e rilievi di corrente ancora più precisi.

In altri casi il relè aziona l'apertura di un contattore, alimentando la sua bobina, con intensità di corrente proporzionale a quella del circuito protetto.

L'uso principale del relè termico è la protezione al sovraccarico dei motori.

Il relè ha una curva di funzionamento specifica, il tempo-corrente che stabilisce la curva è fornita dal costruttore. In generale possiamo considerare che il relè avrà un ritardo fino a 30 secondi per permettere la corrente di spunto all'avviamento del motore.

Le correnti di intervento sono invece riferite alle correnti regolate I_r :

- per il valore di $1,5 I_r$ è garantito l'intervento entro il tempo di 2 minuti;
- per correnti superiori a $7,2 I_r$ l'intervento avrà un tempo compreso fra 2-30 secondi;
- per la fascia compresa fra i due termini l'intervento avrà una durata intermedia e non determinata.

La taratura del relè sarà di valore pari alla corrente nominale del motore.

□ 3.7. Comando di emergenza

Il comando di emergenza è un sistema che permette di interrompere i circuiti elettrici a causa di possibili pericoli. Il sistema non è automatico, ma richiede l'intervento dell'operatore che, intervenendo su appositi pulsanti - installati e segnalati allo specifico scopo - comanda un circuito elettrico che a sua volta agisce sui dispositivi preposti, atti ad interrompere l'alimentazione. In genere i dispositivi sono di tipo chiuso con vetro a rompere. Alla rottura del vetro si libera un pulsante che comanda il circuito di apertura. Le correnti in gioco nel circuito di emergenza sono piuttosto contenute, dovendo unicamente alimentare un accessorio che agirà meccanicamente su un interruttore di potenza.

Principalmente il comando di emergenza è necessario nelle installazioni di attività soggette a prevenzione incendi.

Nei casi in cui sia invece richiesto il fermo di apparecchiature o macchine in movimento, a causa di possibili pericoli, il circuito è definito arresto di emergenza. In questo caso solitamente il dispositivo di comando è installato a bordo macchina.