

Advel Application Note – AAN2017.1

Dimensionamento interruttori magnetotermici

Ing. Alessio Spinosi



1. Introduzione

Uno degli aspetti fondamentali nella realizzazione di un qualunque impianto industriale, è la scelta e il posizionamento dei dispositivi di protezione: questi, in caso di sovraccarico o guasto o necessità di manutenzione, devono poter isolare una parte limitata dell'impianto. Questa caratteristica è definita "selettività" dell'impianto, e richiede professionalità, esperienza, conoscenza delle normative e dei materiali industriali per essere implementata correttamente.

In questo documento si intende fornire alcune informazioni pratiche ed alcuni esempi unicamente per la scelta degli interruttori automatici da mettere a monte e/o a valle degli alimentatori/convertitori in un impianto industriale in bassa tensione.

2. Funzionamento dell'interruttore

L'interruttore magnetotermico (Figura 1) è un dispositivo automatico in grado di interrompere tutte le correnti per le quali è stato progettato. Rispetto al semplice fusibile, il vantaggio è la facilità di ripristino mediante azionamento di una leva, oltre ad una maggior precisione d'intervento. Nell'interruttore magnetotermico, anche chiamato impropriamente interruttore automatico, l'apertura del circuito è determinata dall'azione di due diversi dispositivi di sgancio: uno magnetico e uno termico.

Lo sgancio **termico** avviene dalla deformazione di una lamina bimetallica causata dal calore, provocato per effetto Joule all'aumentare della corrente. La deformazione della lamina determina

lo sgancio della molla, precedentemente caricata manualmente.

Quando la corrente è molto elevata, lo sgancio avviene per via **magnetica**: viene esercitata una forza su un nucleo in ferro, da parte di un elettromagnete.

Sostanzialmente quindi lo sgancio termico avviene per sovraccarico rispetto alla corrente prevista, e ha tempi di risposta dipendenti dal livello di corrente (similmente a un fusibile), mentre quello magnetico avviene quando si ha un corto circuito e ha tempi di risposta molto rapidi.

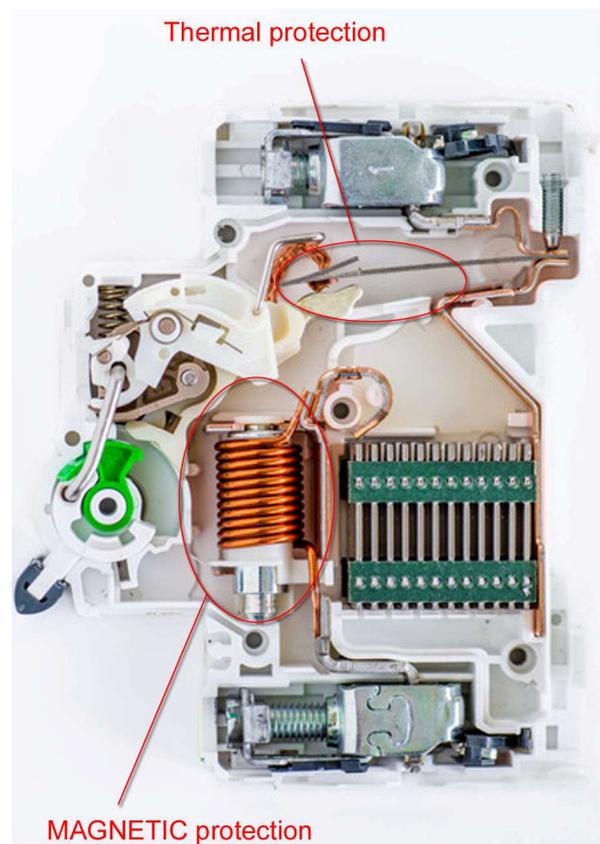


Figura1 – In figura sono evidenziate le due protezioni, magnetica e termica, all'interno di un tipico interruttore magnetotermico.

3. Parametri di scelta di un interruttore

In generale in un impianto elettrico l'interruttore svolge le seguenti funzioni determinanti: sezionamento/manovra e protezione di una rete elettrica da sovraccarichi (funzione termica) e cortocircuiti (funzione magnetica).

Per quanto riguarda la protezione da guasti verso terra, questa è realizzata mediante blocchi differenziali che possono anche essere associati meccanicamente agli interruttori, ma questo argomento fuoriesce dal fine di questo documento.

La scelta di un interruttore automatico per le funzioni sopradette dipende da molti parametri tra cui le caratteristiche della rete sulla quale viene installato, la continuità di servizio desiderata, le diverse regole di protezione da rispettare. L'interruttore automatico deve avere:

una **tensione nominale** maggiore o uguale alla tensione tra le fasi della rete;

una **frequenza nominale** corrispondente alla frequenza della rete (e quindi c'è differenza tra interruttore per tensione AC o DC);

la **protezione termica** dell'interruttore deve essere maggiore o uguale alla corrente nominale d'impiego della linea (la corrente di carico max) e deve essere minore o uguale alla portata dei cavi di collegamento (e quindi in caso di sovraccarico l'interruttore deve intervenire in tempi inferiori a quelli di sovraccaricabilità dei cavi di cablaggio);

il **potere di interruzione** dell'interruttore automatico deve essere almeno uguale alla

massima corrente di cortocircuito che può verificarsi (e quindi non deve lasciar passare un'energia specifica maggiore a quella che i cavi possono sopportare: bisogna confrontare le caratteristiche I^2t dell'interruttore con l'energia ammissibile K^2S^2 del cavo).

Anche la sezione e la lunghezza dei cavi di cablaggio del sistema, nonché la temperatura ambiente possono influire sulla scelta degli interruttori automatici.

4. Curve di intervento

Innanzitutto va detto che in ambito industriale occorre attenersi alla norma **EN60947-2**, che prevede elevati poteri di interruzione e risponde alle esigenze di sicurezza di moderni impianti elettrici nel settore produttivo (quindi un servizio più gravoso), mentre per impianti domestici la norma di riferimento è la **EN60898-1** (settore civile o terziario).

Gli interruttori vengono classificati in base a ben precise caratteristiche di intervento magnetico:

curva **B**, curva **C**, curva **D**, curva **Z**, curva **K** e curva **MA**, come riportato in Tabella 1.

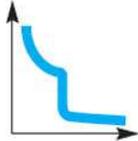
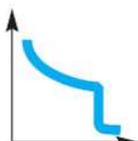
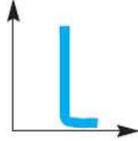
Tipo	Norme di riferimento		Applicazioni tipiche
	EN 60947-2	EN 60898	
curva B 	$(3,2 \div 4,8) I_n$	$(3 \div 5) I_n$	<i>Protezione di generatori o persone o per linee con cavi di grandi lunghezze. In genere si usano con circuiti a basse correnti di spunto, o carichi ohmici. Protezione termica standard.</i>
curva C 	$(6,4 \div 9,6) I_n$	$(5 \div 10) I_n$	<i>Protezione di cavi e impianti che alimentano apparecchi utilizzatori classici (circuiti ohmico-induttivi con medie correnti di spunto). Protezione termica standard.</i>
curva D 	$(9,6 \div 14,4) I_n$	$(10 \div 14) I_n$	<i>Protezione di cavi e impianti che alimentano apparecchi utilizzatori a forte corrente di avviamento (trasformatori, certi motori). Corrente di intervento $I_f = 1,3 I_n$. Protezione termica standard.</i>
Hcurva K 	$(9,6 \div 14,4) I_n$	-	<i>Protezione di cavi e impianti che alimentano apparecchi utilizzatori a forte corrente di avviamento (trasformatori, certi motori). Protezione termica standard. <u>NOTA:</u> rispetto a curva D, gli interruttori curva K presentano una corrente di intervento $I_f = 1,2 I_n$.</i>
curva Z 	$(2,4 \div 3,6) I_n$	-	<i>Protezione dei circuiti elettronici. Protezione termica standard.</i>
curva MA 	$(9,6 \div 14,4) I_n$	-	<i>Protezioni motori. Senza protezione termica.</i>

Tabella 1 – In Tabella sono riportate le caratteristiche di intervento magnetico dei diversi tipi di interruttore, con riferimento alle norme vigenti, e sono indicate le tipiche applicazioni di utilizzo.

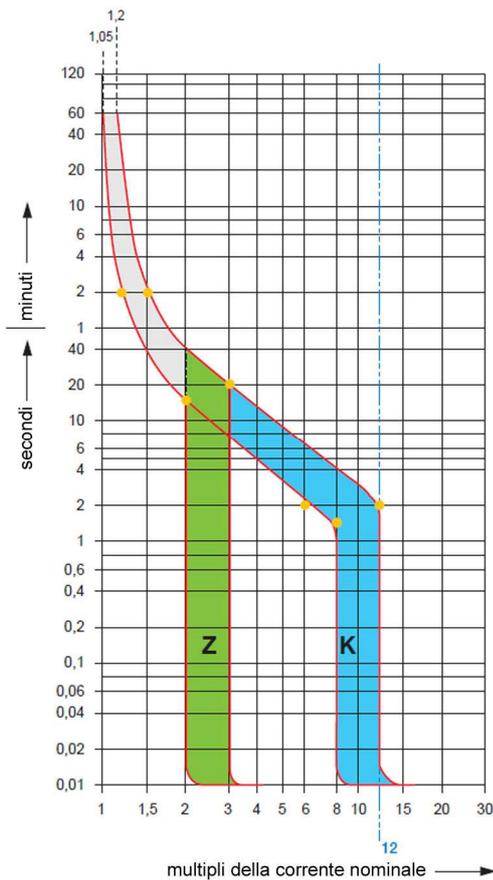


Figura2a – Caratteristica per gli interruttori magnetotermici curve Z e K (EN60947)

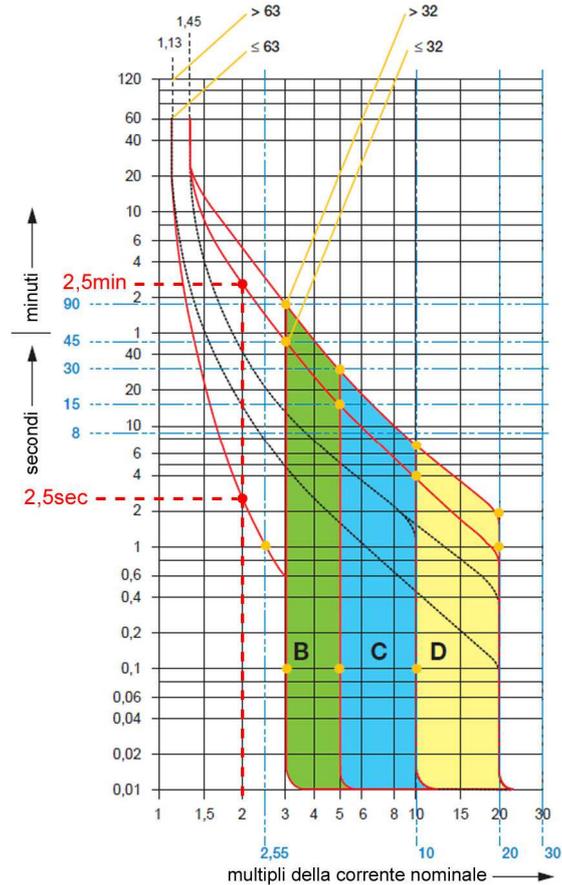


Figura2b – Caratteristica per gli interruttori magnetotermici curve B, C e D (EN60898).

In Figure 2a e 2b sono indicate le tipiche caratteristiche di intervento degli interruttori magnetotermici.

Nei grafici sono indicate delle **bande di intervento**. Per esempio per le curve B, C e D la zona di intervento si ha tra $1,13I_n$ e $1,45I_n$ supponendo una temperatura ambiente di 30°C (per temperature maggiori i valori di corrente diminuiscono del 6% per ogni aumento di 10K di temperatura).

Esempio pratico:
 si consideri un interruttore **B10**, ovvero un interruttore con una corrente nominale di impiego $I_n = 10\text{A}$ e curva **B** (supponiamo che $T_{amb} = 30^\circ\text{C}$).
 Se vi si fa scorrere una corrente di 20A (ovvero $2 \times I_n$) guardando le caratteristiche di Figura 2b, si desume che l'interruttore si aprirà per via termica in un tempo compreso fra 2,5 secondi e 2,5 minuti.
 Se invece si fa scorrere una corrente $> 30\text{A}$ (ovvero $3 \times I_n$) l'interruttore si apre istantaneamente per via magnetica (tipicamente 10msec).

5. Corrente di ingresso di un alimentatore

Nel caso specifico di dover scegliere un interruttore da mettere in ingresso o in uscita di un alimentatore, occorre conoscere le caratteristiche dell'alimentatore.

Un alimentatore generalmente è definito dai seguenti parametri principali:

- $V_{in-nominale}$
- $P_{out-max}$
- $V_{out-nominale}$

L'alimentatore, quando si trova a pieno carico, assorbe in ingresso una corrente massima I_{in-max} , che può essere calcolata con la seguente formula:

$$I_{in-max} = \frac{\left(\frac{P_{out-max}}{\eta} \right)}{V_{in-min}}$$

in cui:

η = efficienza dell'alimentatore (tipicamente gli alimentatori switching possono avere un'efficienza che va dall'80% al 95%, a seconda della tecnologia dell'alimentatore, della potenza, delle tensioni di ingresso e uscita);

V_{in-min} = la tensione minima di ingresso a cui l'alimentatore può funzionare (tipicamente si assume un valore $V_{in-nom} - 20\%$).

Dovendo scegliere un valore cautelativo, si può considerare:

$$I_{in-max} = \frac{\left(\frac{P_{out-max}}{0,8} \right)}{V_{in-nom} - 20\%}$$

In base a questo valore, si può definire la corrente nominale di impiego I_n dell'interruttore da mettere in ingresso all'alimentatore (ovvero la corrente che può circolare ininterrottamente ad una determinata temperatura ambiente di riferimento) che dovrà essere $\geq I_{in-max}$.

Il tipo di curva dell'interruttore automatico dipende invece dalla corrente di inserzione, o corrente di **Inrush** dell'alimentatore.

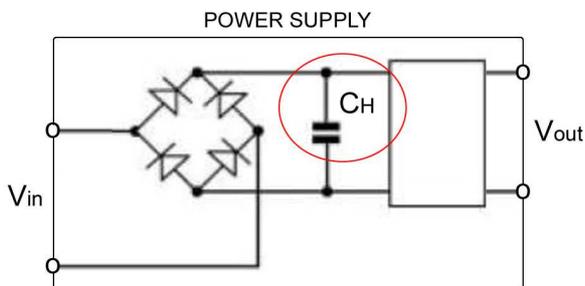


Figura2 – Schema qualitativo di un alimentatore AC/DC, con evidenziato il condensatore di Hold-Up, C_H .

Ogni alimentatore AC/DC presenta in ingresso un certo numero di condensatori, i cosiddetti condensatori di Hold-Up, C_H in Figura 2, che, dovendo essere caricati, all'accensione dell'alimentatore richiedono il classico spunto di corrente: questa è detta corrente di Inrush (discorso analogo anche per alimentatori DC/DC). Tutti gli alimentatori presentano in ingresso un circuito di limitazione della corrente di Inrush, che impedisce a questa di raggiungere valori elevatissimi... tuttavia non tutti i circuiti di limitazione della corrente di Inrush hanno le stesse performance. Per esempio nei modelli di bassa potenza (<500W) questo circuito è quasi sempre realizzato mediante semplice **NTC** (non entriamo nei dettagli tecnici in questa sede) e quindi il picco della corrente di Inrush dipende molto dalla temperatura ambiente di lavoro.

Può capitare ad esempio che un alimentatore, con NTC per la limitazione della corrente di Inrush, alla prima accensione (ovvero a freddo) presenti un valore di corrente $I_{inrush} = 3-5 I_{in-max}$. Tuttavia l'alimentatore si scalda durante il funzionamento, e quindi se viene spento e subito riacceso (senza lasciare tempo all'NTC interno di raffreddarsi) presenterà un valore di corrente I_{inrush} molto superiore rispetto alla accensione a freddo, fino anche a $10 I_{in-max}$.

Purtroppo in nessun datasheet di alimentatori è indicato come è realizzato il circuito di Inrush, per questo motivo per l'ingresso degli alimentatori conviene spesso utilizzare un interruttore con curva caratteristica di tipo D.

6. Corrente di uscita di un alimentatore

Un alimentatore può erogare in uscita in maniera continuativa una corrente massima $I_{out-max}$ definita sul datasheet. Se non specificata, si può calcolare con la semplice formula:

$$I_{out-max} = \frac{P_{out-max}}{V_{out}}$$

Certi alimentatori, dotati di tecnologia "power boost" possono erogare una corrente anche maggiore di $I_{out-max}$, ma per poco tempo. Per esempio:

$$I_{out-boost} = I_{out-max} + 50\% \text{ per } 200\text{msec}$$

$$\text{oppure } I_{out-boost} = I_{out-max} + 100\% \text{ per } 100\text{msec}$$

Anche in questo caso il parametro è definito dal datasheet del produttore, tuttavia la $I_{out-boost}$ è talmente breve che tipicamente non è in grado di far aprire, per via termica, un interruttore automatico. Per esempio in Figura 2b si è visto che un interruttore curva B si apre per via termica in almeno 2,5secondi se vi scorre una corrente $2xI_n$, indipendentemente dalla curva caratteristica.

Nella scelta di un interruttore magnetotermico per l'uscita di un alimentatore, bisogna considerare la **corrente di corto circuito** I_{out-cc} : quanta corrente è in grado di erogare un alimentatore se la sua uscita viene posta in corto circuito?

Si consideri il circuito qualitativo di Figura3, in cui oltre al carico LOAD sono anche indicate le varie resistenze di cablaggio R_{WIRING} .

$R_{contact}$ è la resistenza presente nel collegamento tra un cavo ad un apparato, mediante morsetto (strisciante o a vite) o saldatura o faston... si può assumere che questa resistenza valga circa **20mΩ** (valore tipico).

La resistenza di cablaggio R_{WIRING} è data dalla somma della resistenza del cavo di collegamento (R_{WIRE}) e dalle 4 resistenze di contatto ($4 \times R_{contact}$).

In definitiva:

$$R_{WIRING} = 4 \times 20\text{m}\Omega + R_{WIRE}$$

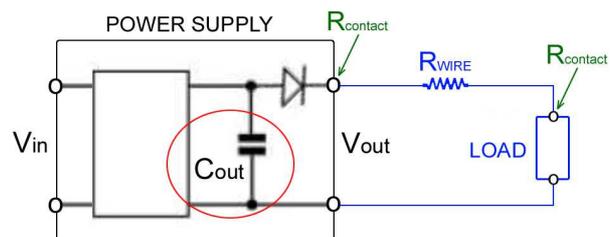


Figura3 – Schema qualitativo di un alimentatore, con carico LOAD. Sono anche messe in evidenza le varie resistenze di cablaggio.

Si supponga che il carico LOAD vada in corto circuito netto: un alimentatore di buona qualità può resistere per molto tempo nella condizione di corto circuito sull'uscita, ed erogare una corrente

$$I_{out-cc} = I_{out-max} + 30-50\% \text{ (valore tipico).}$$

Tuttavia, prima di assestarsi a questo valore, la corrente d'uscita dell'alimentatore presenta un iniziale picco di corrente I_{out-pk} : infatti, guardando la Figura 3, nel momento in cui LOAD va in corto circuito netto, ovviamente il condensatore d'uscita

C_{out} dell'alimentatore viene scaricato molto velocemente.

$$I_{out-pk} = \frac{V_{out}}{R_{WIRING}}$$

Proviamo a renderci conto del valore R_{WIRING} facendo un esempio.

Esempio pratico:

- alimentatore con uscita nominale 24VDC
- LOAD distante 1mt dall'alimentatore (e quindi la lunghezza del cavo $L_{WIRE} = 2mt$ in totale)
- corrente di carico = 10A → cavo di sezione $A_{WIRE} = 2,5mm^2$ (in modo da avere la tipica densità di corrente pari a $4A/mm^2$ per il cavo)

In questo caso, considerando la resistività del rame (circa $\rho_{rame} = 0,018\Omega mm^2/m$), si può calcolare:

$$R_{WIRE} = \frac{0,018 \times L_{WIRE}}{A_{WIRE}} = \frac{0,018 \times 2mt}{2,5mm^2} = 0,0144\Omega$$

$$R_{contact} \cong 0,02\Omega \text{ (valore tipico)}$$

$$\rightarrow R_{WIRING} = R_{WIRE} + 4R_{contact} \cong 0,095\Omega$$

Quindi, mettendo l'uscita dell'alimentatore in corto circuito, si ha un primo picco di corrente pari a:

$$I_{out-pk} = \frac{V_{out}}{R_{WIRING}} = \frac{24V}{0,095\Omega} = 252A$$

L'esempio appena fatto serve a far capire l'ordine grandezza del valore che il picco di corrente I_{out-pk} può raggiungere.

Tuttavia questo picco di corrente decade molto velocemente: di fatto si tratta della corrente di scarica di C_{out} , la discesa avviene con costante di tempo $RC = R_{WIRE} \times C_{out}$.

In Figura 4 è rappresentato l'andamento della corrente di corto circuito di un alimentatore in cui all'istante t_0 viene messa in corto circuito l'uscita.

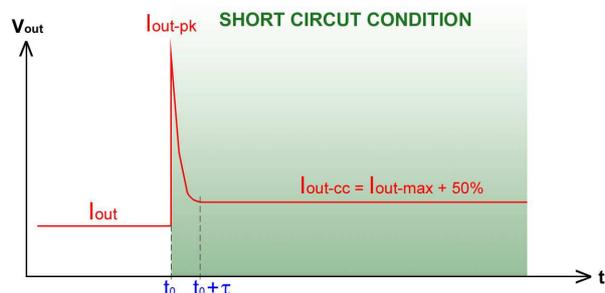


Figura4 – Andamento della corrente di uscita di un alimentatore posto in corto circuito sull'uscita.

Come si è visto, il tempo di discesa della corrente di corto circuito, chiamato τ in Figura 4, dipende dai parametri di cablaggio, oltre che dalle caratteristiche dell'alimentatore, nonché dal tipo di

corto circuito (non sempre si ha a che fare con un corto circuito netto).

Si può assumere che nel giro di un tempo relativamente breve (~ qualche msec) C_{out} si sia già scaricato e quindi che la corrente di corto circuito abbia già raggiunto il valore di regime, che si è visto essere $I_{out-cc} = I_{out-max} + 30\div50\%$, (dipendente non più da C_{out} , ma da quanto l'alimentatore può erogare in questa condizione).

NOTA: questo picco di corrente, vista la sua brevissima durata, non deve entrare in gioco per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di cablaggio, ma è una fortuna che ci sia (anche perchè richiesto dalla Direttiva Macchine **EN60204-1**): questo picco infatti permette ad un eventuale interruttore automatico di aprirsi (per via magnetica naturalmente).

NOTA: al crescere della lunghezza dei cavi di collegamento, la R_{WIRE} assume valori via via più elevati. Ne consegue che il picco della corrente di corto circuito si abbassa al crescere della lunghezza dei cavi di collegamento, ovvero al crescere di R_{WIRE} .

Questo è il motivo per cui, in Tabella 1 è stato indicato che gli interruttori in curva B sono adatti a "linee con cavi di grandi lunghezze".

Anche sulla scelta dell'interruttore d'ingresso di un alimentatore può dipendere dall'unghezza dei cavi di collegamento.

7. Interruttori magnetotermici AC o DC

Gli interruttori magnetotermici in regime AC e DC funzionano allo stesso modo, tuttavia come è facilmente intuibile, interrompere una corrente alternata (che ha periodici passaggi per zero, Figura 5) è meno gravoso che interrompere una corrente continua, per via della maggiore entità dell'**arco elettrico**.

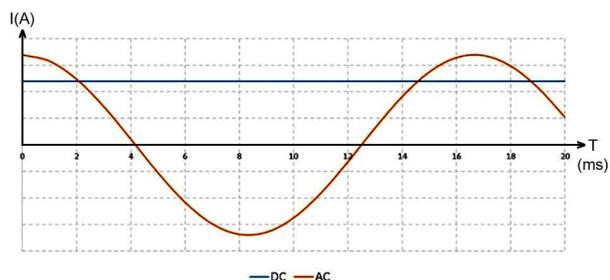


Figura5 – Corrente alternata e continua a confronto.

Quindi una volta decisa la corrente nominale di impiego I_n e la curva dell'interruttore, occorre prestare sempre molta attenzione se questo è adatto a lavorare in regime alternato e/o continuo. Inoltre, in regime continuo, talvolta è sufficiente interrompere una sola fase, mentre in regime alternato bisogna sempre interrompere entrambe le fasi.

8. ESEMPIO

Si supponga di avere un alimentatore AC/DC con le seguenti caratteristiche:

- $V_{in-nominale} = 115VAC_{50Hz}$
- $P_{out-max} = 1000W$
- $V_{out-nominale} = 110VDC$

e di voler mettere due interruttori magnetotermici: uno in ingresso e uno in uscita (sistema schematizzato in Figura 6).

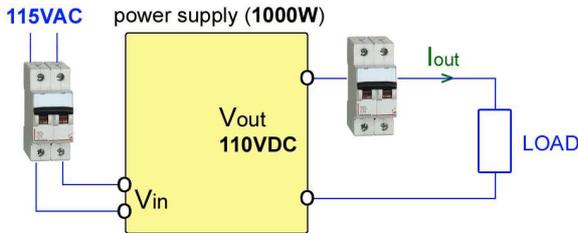


Figura6 – Sistema con 2 interruttori, ingresso e uscita. In ingresso si può considerare:

Magnetotermico ingresso:

$$I_{in-max} = \frac{\left(\frac{P_{out-max}}{0,8} \right)}{V_{in-nom} - 20\%} = \frac{1000W}{115VAC - 20\%} = 13,6A_{RMS}$$

→ si potrebbe usare un interruttore **D15** (che è adatto a tollerare correnti di Inrush anche molto alte) bipolare.

Tuttavia se, per esempio, il cavo di collegamento tra la rete 115VAC e l'alimentatore fosse molto lunga, per es. distanza = 100mt, cambierebbe qualcosa nella scelta dell'interruttore?

Occorre fare qualche calcolo: essendo una $I_{in-max} = 13,6A$, deve essere scelto un cavo di sezione $A_{WIRE} = 4mm^2$ (così da assicurare una densità di corrente sul cavo non superiore a $4A/mm^2$, valore tipico).
 Distanza rete-alimentazione 100mt → lunghezza del cavo $L_{WIRE} = 2 \times 100mt = 200mt$ in totale.
 La resistenza del cavo è data da:

$$R_{WIRE} = \frac{\rho_{RAME} \times L_{WIRE}}{A_{WIRE}} = \frac{0,018 \times 200mt}{4mm^2} = 0,9\Omega$$

Poi bisogna considerare la resistenza di contatto totale (come spiegata nell'esempio del paragrafo precedente):

$$R_{contact} \cong 0,08\Omega \text{ (valore tipico)}$$

Si può quindi dire che:

$$I_{inrush} < \frac{115VAC}{R_{WIRE} + R_{contact}} = \frac{115VAC}{0,9\Omega + 0,08\Omega} = 118A$$

In realtà, grazie al circuito di limitazione della corrente di Inrush interno all'alimentatore, la I_{inrush} sarà senz'altro inferiore a 118A.

Considerando che:

- int. **C10** → intervento magnetico 75÷150A
- int. **D10** → intervento magnetico 150÷300A

è senz'altro più corretto utilizzare un interruttore magnetotermico **C10**, visto che $I_{inrush} < 118A$.

Magnetotermico uscita:

$$I_{out-max} = \frac{P_{out-max}}{V_{out}} = \frac{1000W}{110VDC} = 9,1A_{DC}$$

→ si potrebbe usare un interruttore **B10** o **C10** o **D10**, che sia adatto per la tensione continua 110VDC almeno.

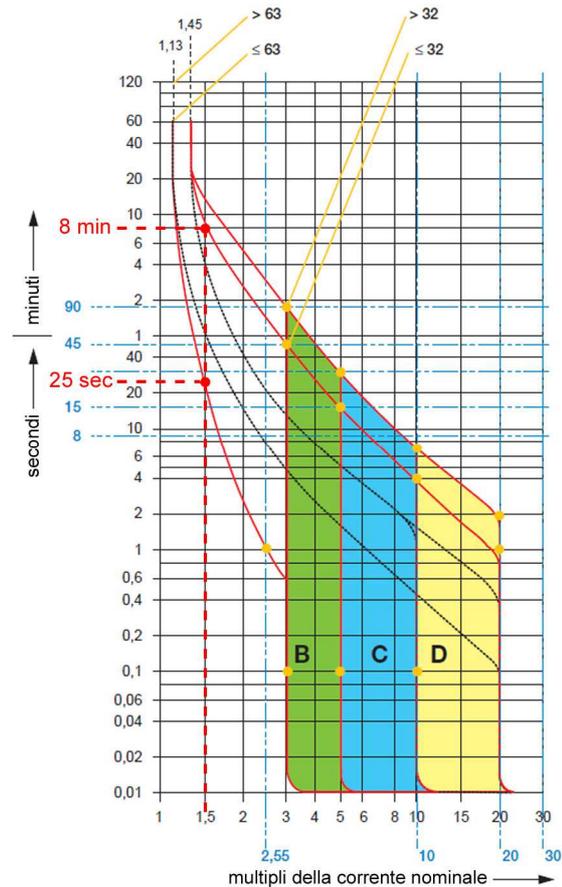


Figura 7 – Caratteristica per gli interruttori magnetotermici curve B, C e D. Sono indicati i tempi di intervento termico per un sovraccarico di $1,5I_n$.

Per esempio gli interruttori magnetotermici **S202MB10**, **S202MC10** e **MCB60161** hanno le seguenti caratteristiche:

cod. prodotto	S202MB10	S202MC10	C60N
produttore	ABB	ABB	Schneider El.
serie	S200	S200	C60N
I_n	10A	10A	10A
I_{cu}	10kA	10kA	10kA
curva	B	C	D
tensione c.a.	400VAC	400VAC	240VAC
tensione c.c.	125VDC	125VDC	125VDC

Si noti che, e questo vale in generale, gli interruttori magnetotermici, a parità di corrente nominale I_n , hanno la stessa zona relativa all'intervento termico indipendentemente dal fatto che abbiano una curva caratteristica B, C o D.

In questo esempio possiamo assumere che, in condizione di corto circuito in uscita, l'alimentatore possa erogare la corrente:

$$I_{out-cc} = I_{out-max} + 50\% = 15A \text{ circa.}$$

In questa condizione i tre interruttori termicamente si aprono in un tempo compreso fra 25sec e 8min (come si desume da Figura 7).

Tuttavia se il corto circuito è netto ed avviene in maniera improvvisa, ci sarà un picco di corrente I_{out-pk} molto alto:

se $30A < I_{out-pk} < 50A \rightarrow$ int. **B10** si apre magneticamente
int. **C10** non si apre magneticamente (ma si apre comunque termicamente entro 8 minuti)
int. **D10** non si apre magneticamente (ma si apre comunque termicamente entro 8 minuti)

se $50A < I_{out-pk} < 100A \rightarrow$ int. **B10** si apre magneticamente
int. **C10** si apre magneticamente
int. **D10** non si apre magneticam. (ma si apre termicamente entro 8 minuti)

se $I_{out-pk} > 100A \rightarrow$ int. **B10** si apre magneticamente
int. **C10** si apre magneticamente
int. **D10** si apre magneticamente

Come già detto in precedenza il picco di corrente I_{out-pk} è funzione del cablaggio (sezione e lunghezza dei fili, tipo di connessioni, ...), dalle caratteristiche dell'alimentatore (C_{out}) e perfino dal tipo di corto circuito.

Dipende quindi da questi parametri, nonché dalle necessità del cliente se utilizzare un interruttore curva B, C o D:

se il cliente userà l'interruttore semplicemente come dispositivo di sezionamento, va più che bene un classico interruttore C10.

Se invece il carico LOAD dovesse avere una corrente di accensione (o di spunto) molto alta, bisognerebbe scegliere un interruttore D10.

Se il cliente vuole tutelarsi il più possibile dalle correnti di corto circuito, o se i cavi di collegamento sono molto lunghi, dovrebbe invece optare per un interruttore di tipo B10.

Trattandosi di tensione continua, è inoltre possibile utilizzare interruttori magnetotermici unipolari.

9. I FUSIBILI

È doveroso fare un accenno ai fusibili: ne esistono di varie tipologie (rapidi, ultra-rapidi, lenti, ...) ma qualitativamente hanno la caratteristica di intervento mostrata in Figura 8, ovvero si aprono tanto più velocemente quanto maggiore è la corrente che supera il loro valore nominale, analogamente agli interruttori magnetotermici nella zona termica di intervento.

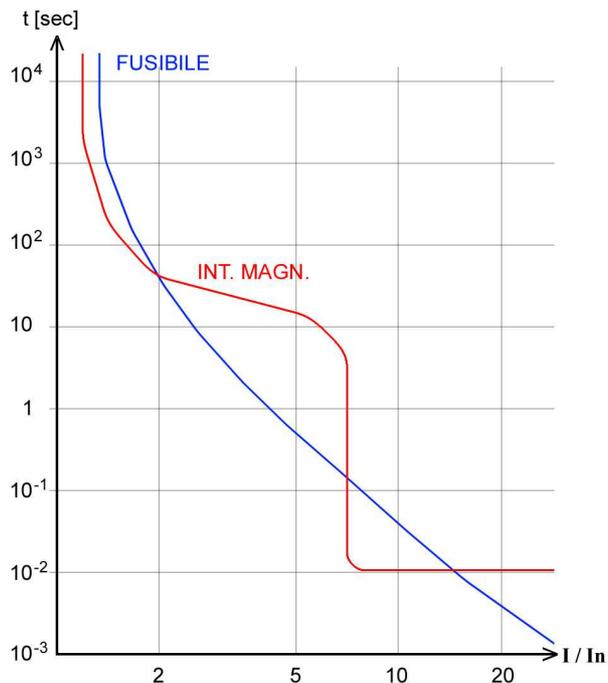


Figura 8 – Tipica caratteristica di intervento di un fusibile (in blu) a confronto con la tipica caratteristica di un interruttore magnetotermico (in rosso).

Si noti che i magnetotermici non possono aprirsi in un tempo inferiore a circa 10msec (intervento magnetico), mentre i fusibili sì. Per questo motivo, nei casi in cui le correnti di cortocircuito presunte raggiungano valori molto elevati, può essere conveniente ricorrere alla combinazione di fusibili e interruttore magnetotermico.

In definitiva il fusibile, sebbene necessiti di tempi di ripristino molto superiori a quelli degli interruttori automatici, permette una selettività semplice e sicura, ha dei poteri di interruzione molto elevati, inoltre garantisce un'ottima affidabilità, ed è molto economico.

9. CONCLUSIONI

Si è fatta una panoramica molto generale sul funzionamento e le caratteristiche degli interruttori magnetotermici, e infine è stato fatto un esempio reale di dimensionamento e scelta di due interruttori da mettere in ingresso e in uscita di un alimentatore industriale.

Si desume che la scelta degli interruttori dipende, non solo dalle caratteristiche dell'alimentatore, ma anche da quella del carico ad esso associato, dal cablaggio del sistema e dalle necessità specifiche del cliente.

ADVEL
ELETTRONICA INDUSTRIALE

HEADQUARTER: Via Miglioli 13, Segrate 20090 MI (Italy)
Technical DPT: Ing. A. Spinosi, tec@advel.it