

Sistemi di Protezione e Coordinamento

Impianti Elettrici in BT

Qualunque linea elettrica è caratterizzata da tre caratteristiche principali:

1. **carico** elettrico da alimentare;
2. **protezione** (interruttore o fusibile) per evitare il surriscaldamento del cavo;
3. **cavo** utilizzato per il trasporto dell'energia elettrica dal quadro elettrico al carico da alimentare.

L'interruttore magnetotermico viene inserito a monte di una linea con lo scopo di proteggerla sia dal sovraccarico che dal cortocircuito.

I **sovraccarichi** di corrente sono quelle condizioni di normale funzionamento in cui le utenze (carichi elettrici) collegate all'impianto assorbono più corrente di quanta l'impianto sia in grado di sopportare.

Esempio di sovraccarico: collegamento di un elevato numero di utilizzatori nella stessa presa, tali da assorbire più corrente di quanta la presa o il cavo possano sopportare.

I **cortocircuiti** invece, solitamente caratterizzati da valori di corrente molto elevati, si verificano sempre a seguito di un guasto che può verificarsi sia sulla linea che sull'utilizzatore.

Esempio di cortocircuito: contatto accidentale tra conduttore di fase e conduttore di neutro.

L'interruttore magnetotermico deve intervenire per evitare che l'elevata corrente di sovraccarico o cortocircuito possa provocare un surriscaldamento eccessivo del cavo.

La **portata di un cavo** è la massima intensità di corrente che può circolare in ogni conduttore, in determinate condizioni di posa e di esercizio, senza che la temperatura superi quella ammissibile dall'isolante.

La portata è quindi la corrente massima che il cavo è in grado di sopportare senza danneggiarsi.

La portata di un cavo dipende dai seguenti fattori:

- **sezione** (cavi di sezione maggiore hanno portata maggiore);
- **tipo di posa** - entro tubi, su pareti, su passerelle, ecc. (un cavo su una mensola ha una portata maggiore rispetto allo stesso cavo posto all'interno di un tubo dove non si ha un adeguata ventilazione e conseguente smaltimento di calore);
- **isolante** - PVC, EPR, ecc. (il cavo in EPR ha una portata maggiore rispetto al cavo in PVC perché l'EPR [90°C] può sopportare temperature maggiori rispetto al PVC [70°C]);
- **numero di conduttori vicini** percorsi da corrente (la portata di un cavo diminuisce se accanto ad esso vi sono altri cavi percorsi da corrente perché questi producono calore);
- **temperatura ambiente** (un cavo che si trova in un ambiente più caldo ha una portata minore rispetto allo stesso cavo posato in un ambiente a temperatura inferiore).

Poiché la corrente che attraversa un cavo produce calore che a sua volta fa aumentare la temperatura del cavo, la portata di un cavo quindi, oltre che dalla sua **sezione**, dipende:

- dalla temperatura iniziale a cui si trova il cavo (**temperatura ambiente**);
- dalla capacità del cavo di smaltire il calore (**tipo di posa**);
- dalla presenza di altri oggetti che producono calore (**numero di conduttori vicini**);
- dalla massima temperatura a cui il cavo può funzionare (cioè dal tipo di isolante: PVC (70°C) oppure EPR (90°C)).

La portata dei cavi in rame in bassa tensione si ricava dalle tabelle CEI-UNEL 35024.

A titolo puramente indicativo si riportano due casi:

- una linea monofase realizzata mediante due cavi unipolari (fase e neutro) isolati in PVC senza guaina, posati entro tubo protettivo annegato nella muratura, temperatura ambiente pari a 30°C.

Tabella 1: Portata cavi - linea monofase

Sezione (mm ²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Portata (A)	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415

- una linea trifase realizzata mediante tre cavi unipolari (fasi RST) isolati in PVC senza guaina, posati entro tubo protettivo annegato nella muratura, temperatura ambiente pari a 30°C.

Tabella 2: Portata cavi - linea trifase

Sezione (mm ²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Portata (A)	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369

La scelta del cavo e dell'interruttore, componenti necessari per alimentare un carico, viene regolata dalla norma tecnica CEI 64-8.

la relazione da rispettare è:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego, cioè quella assorbita dal **carico** che passa realmente nella linea;
- I_n è la corrente nominale dell'**interruttore**;
- I_z è la portata del **cavo**.

Per calcolare la corrente di impiego I_b , cioè la corrente effettiva che attraversa il cavo, bisogna conoscere i dati del carico (monofase o trifase) che bisogna alimentare, in particolare:

- ✓ la potenza assorbita dal carico;
- ✓ il fattore di potenza ($\cos\varphi$).

Le formule per il calcolo della I_b sono:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\varphi} \quad \text{Carico TRIFASE}$$

$$I_b = \frac{P}{V_0\cos\varphi} \quad \text{Carico MONOFASE}$$

dove:

- P è la potenza assorbita dal carico;
- V_0 è la tensione tra fase e neutro (230V) - carico monofase;
- V è la tensione tra due fasi (400V) - carico trifase;
- $\cos\varphi$ è il fattore di potenza del carico.

Nota il valore I_b della corrente che attraversa la linea (cioè della corrente assorbita dal carico), tra le taglie disponibili in commercio, bisogna scegliere la corrente nominale I_n dell'interruttore magnetotermico maggiore rispetto alla I_b .

Nella tabella seguente vengono riportati i valori delle correnti nominali (I_n) di interruttori disponibili in commercio:

Tabella 3: Corrente nominale interruttori

I_n (A)	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
-----------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

Consigli utili per la scelta dell'interruttore

Per evitare che l'interruttore intervenga per correnti assorbite dal carico leggermente superiori a quanto calcolato si preferisce scegliere un interruttore con corrente nominale (I_n) superiore di almeno 2-3 A rispetto alla I_b calcolata.

Esempio 1: scelta interruttore per linea caratterizzata da $I_b=15,4A$

$I_b=15,4A$ $I_n=10A$ - **SCELTA ERRATA**, deve essere $I_b \leq I_n$

$I_b=15,4A$ $I_n=16A$ - scelta lecita ma poco opportuna!

$I_b=15,4A$ **$I_n=20A$** - scelta consigliata

Esempio 2: scelta interruttore per linea caratterizzata da $I_b=10A$

$I_b=10A$ $I_n=6A$ - **SCELTA ERRATA** - deve essere $I_b \leq I_n$

$I_b=10A$ $I_n=10A$ - scelta lecita ma poco opportuna!

$I_b=10A$ **$I_n=16A$** - scelta consigliata

Consigli utili per la scelta del cavo

Per evitare che il cavo possa essere attraversato da correnti leggermente superiori a quanto previsto dai calcoli si preferisce scegliere un cavo con portata (I_z) superiore di almeno 2-3 A rispetto alla I_n calcolata.

Esempio 1: scelta cavo (linea trifase - tre cavi unipolari isolati in PVC senza guaina, posati entro tubo protettivo annegato nella muratura, temperatura ambiente 30°C) protetto da interruttore con $I_n=20A$

$I_n=20A$ $I_z=15,5A$ ($S=1,5mm^2$) - **SCELTA ERRATA**, deve essere $I_n \leq I_z$

$I_n=20A$ $I_z=21A$ ($S=2,5mm^2$) - scelta lecita ma poco opportuna!

$I_n=20A$ $I_z=28A$ ($S=4mm^2$) - scelta consigliata.

Esempio 2: scelta cavo (linea trifase - tre cavi unipolari isolati in PVC senza guaina, posati entro tubo protettivo annegato nella muratura, temperatura ambiente 30°C) protetto da interruttore con $I_n=50A$

$I_n=50A$ $I_z=36A$ ($S=6mm^2$) - **SCELTA ERRATA**, deve essere $I_n \leq I_z$

$I_n=50A$ $I_z=50A$ ($S=10mm^2$) - scelta lecita ma poco opportuna!

$I_n=50A$ $I_z=68A$ ($S=16mm^2$) - scelta consigliata.

Esercizio svolto n.1

Dimensionare cavo e interruttore per l'alimentazione di un carico monofase che assorbe una potenza $P=5,72\text{kW}$ con $\cos\varphi=0,82$ sapendo che la linea monofase è realizzata mediante due cavi unipolari isolati in PVC senza guaina, posati entro tubo protettivo annegato nella muratura, ad una temperatura ambiente pari a 30°C .

Svolgimento

Trasformando la potenza da kW in W:

$$P = 5,72\text{kW} = 5720\text{W}$$

Applicando la formula per il carico monofase:

$$I_b = \frac{P}{V_0 \cos\varphi} = \frac{5720\text{W}}{230\text{V} \cdot 0,82} = 30,3\text{A}$$

Dalla tabella 3 scegliamo un interruttore con $I_n=40\text{A}$.

Dalla tabella 1 scegliamo un cavo di sezione $S=10\text{mm}^2$ caratterizzato da $I_z=57\text{A}$.

Come previsto dalla norma tecnica CEI 64/8, la relazione

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

è soddisfatta, infatti:

$$30,3\text{A} \leq 40\text{A} \leq 57\text{A}$$

Esercizio svolto n.2

Dimensionare cavo e interruttore per l'alimentazione di un carico trifase che assorbe una potenza $P=13,4\text{kW}$ con $\cos\varphi=0,78$ sapendo che la linea trifase è realizzata mediante tre cavi unipolari isolati in PVC senza guaina, posati entro tubo protettivo annegato nella muratura, ad una temperatura ambiente pari a 30°C .

Svolgimento

Trasformando la potenza da kW in W:

$$P = 13,4\text{kW} = 13400\text{W}$$

Applicando la formula per il carico trifase:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\varphi} = \frac{13400\text{W}}{1,73 \cdot 400\text{V} \cdot 0,78} = 24,8\text{A}$$

Dalla tabella 3 scegliamo un interruttore con $I_n=32\text{A}$.

Dalla tabella 2 scegliamo un cavo di sezione $S=10\text{mm}^2$ caratterizzato da $I_z=50\text{A}$.

Come previsto dalla norma tecnica CEI 64/8, la relazione

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

è soddisfatta, infatti:

$$24,8\text{A} \leq 32\text{A} \leq 50\text{A}$$