

Il sistema nervoso dell'impianto elettrico

Scelta dei cavi negli impianti elettrici del residenziale e del terziario

Il compito principale di un cavo è quello di trasportare l'energia all'interno di un impianto elettrico, senza interruzioni o senza provocare decadimento delle prestazioni degli apparecchi utilizzatori. Il passaggio della corrente all'interno del cavo comporta, inevitabilmente, perdite di energia, che non si devono tradurre in sovratemperatures pericolose per i materiali, in relazione anche alle condizioni di posa e alla temperatura ambiente in cui si opera.

Quando si procede alla progettazione di un impianto elettrico, la scelta del cavo più opportuno per una determinata installazione è, quindi, un'operazione importante ai fini della sua sicurezza e funzionalità e deve essere effettuata tenendo conto delle numerose normative al riguardo e considerando alcuni importanti fattori, quali:

- la tensione nominale del sistema;
- il luogo in cui deve avvenire l'installazione;
- la possibilità di operare, per intervalli di tempo predefiniti, in condizioni di sovraccarico;
- il coordinamento della portata del cavo con la corrente nominale del dispositivo di protezione;
- la modalità di posa del cavo;
- il livello d'isolamento richiesto.

Criteri di scelta del cavo

Per il corretto dimensionamento di un cavo, in pratica, bisogna considerare tre aspetti fondamentali:

- elettrico;
- termico;
- economico,

valutati alla luce dell'uso che verrà fatto del cavo durante il suo ciclo di vita e alle condizioni ambientali in cui dovrà operare.

Aspetto elettrico

Il livello di isolamento dei cavi deve essere scelto in base al valore massimo di tensione del sistema e al sistema di distribuzione; ad esempio, se è consentito al sistema di lavorare anche con una fase a terra, sia pure solo per breve tempo.

Un corretto dimensionamento della sezione dei conduttori dipende non solo dalla corrente da trasmettere, ma anche dalla caduta di tensione ammissibile e dal coordinamento con i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti (dovute a sovraccarico ed a cortocircuiti). Un'eccessiva caduta di tensione, legata a una sezione del cavo insufficiente, pregiudica il buon funzionamento delle apparecchiature alimentate ed è, quindi, necessario verificarne il valore nei diversi punti dell'impianto per assicurarsi che sia ancora entro i limiti ammessi dalle Norme per l'utenza alimentata.

In generale, la caduta di tensione deve essere contenuta entro il 4% del valore della tensione di esercizio dell'impianto, con la possibilità per il progettista di adottare anche i seguenti valori: 3% per cavi d'illuminazione, 10% per motori allo spunto, 5% per motori a regime.

Aspetto termico

Tener conto dell'aspetto termico nel dimensionamento di un cavo significa calcolare la sua temperatura operativa nelle situazioni di:

- servizio
- sovracorrenti;
- mutuo riscaldamento,

e verificare che non vengano superate, in nessun caso, le temperature ammesse dal tipo di isolante impiegato, per non ridurre la vita media del cavo.

Eventuali superamenti delle temperature limite possono essere permessi soltanto per periodi compatibili con una riduzione accettabile della vita del cavo.

Condizioni di servizio

Un elemento fondamentale per una corretta scelta della sezione del cavo di alimentazione è la corrente d'impiego, che, in relazione al dimensionamento termico del cavo, dipende dalla potenza del carico da alimentare e dalle condizioni di esercizio (servizio continuo, di breve durata, intermittente).

La sezione deve essere scelta in modo tale che i conduttori non raggiungano temperature di funzionamento maggiori di quelle di esercizio e di cortocircuito ammissibili per gli isolanti; tipicamente, la massima temperatura di servizio per il PVC è di 70 °C e 160 °C durante il cortocircuito, mentre per EPR e XLPE i valori sono: 90 °C, massima temperatura di servizio, e 250 °C, massima temperatura di cortocircuito.

I parametri principali da considerare in relazione alla portata sono i seguenti:

- temperatura ambiente;
- tipo di posa (in passerella, tubazioni, a parete, interrato, ecc.);
- eventuali impedimenti alla dissipazione di calore prodotto.

Condizioni di sovracorrente

I cavi, durante il funzionamento normale, possono essere soggetti a due tipi di sovracorrenti:

- sovracorrenti di lunga durata, che comprendono le correnti di sovraccarico che si possono stabilire in un circuito elettricamente sano e le correnti dovute a guasti di elevata impedenza;
- sovracorrenti di breve durata o di cortocircuito, originate da guasti di impedenza trascurabile tra punti a diverso potenziale elettrico in condizioni ordinarie.

La Norma CEI 64-8, prescrive per la protezione dei cavi contro i sovraccarichi le condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z$$

con

- I_B : corrente di impiego del circuito;
- I_Z : portata in regime permanente della conduttura;
- I_n : corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_f : corrente convenzionale d'intervento.

Il valore 1,45 rappresenta un compromesso fra le esigenze di sicurezza (un sovraccarico del 45% è consentito per una durata massima pari al tempo convenzionale d'intervento) e quelle di sfruttamento del cavo.

Condizioni di mutuo riscaldamento

Negli impianti elettrici, il cavo è spesso posato accanto agli altri conduttori destinati a servizi diversi. Si produce in queste condizioni, per effetto Joule, un riscaldamento reciproco dei cavi e dell'ambiente circostante, che provoca situazioni termiche di cui bisogna tener conto in fase di progettazione per evitare che la temperatura superi nel tempo quella di servizio del cavo.

Aspetto economico

Nella determinazione della sezione del cavo, oltre ai vincoli tecnici (massima temperatura d'esercizio, caduta di tensione, ecc.), occorre tener conto anche di parametri di tipo economico.

Una canalizzazione in cavo, oltre a richiedere investimenti iniziali per la sua realizzazione, comporta costi distribuiti durante tutto il periodo della sua vita, dovuti all'esercizio (perdite e manutenzione).

È evidente che il costo globale della canalizzazione assume valori diversi in relazione alla sezione impiegata, ma in ogni caso deve tener conto anche degli aspetti economici.

La definizione della sezione su base economica presuppone la valutazione di diversi elementi che interverranno nel futuro (evoluzione dei carichi, tipo di utilizzazione dei carichi, tassi di guasto, ecc.), la cui validità dipende, oltre che dalla relativa certezza dei dati a disposizione nel momento del progetto, dalla più o meno ampia durata del periodo di esercizio che si prende in considerazione.

Alcuni criteri per il calcolo della sezione dei cavi su base economica sono:

- costo iniziale della canalizzazione in cavo (€/km);
- vita attesa del cavo impiegato nelle reti di distribuzione: 30 anni per i cavi sia in bassa, sia in media tensione;
- costo delle perdite in termini di annualità equivalenti (€/km).

Posa dei cavi

Le condutture elettriche realizzate in cavo possono essere installate in vari modi, in funzione del tipo di impianto, del percorso della condotta, della tensione d'esercizio. Nella scelta dei percorsi e delle modalità di posa dei cavi si devono considerare alcuni criteri generali:

- rispettare le distanze di sicurezza in presenza di tubazioni per il gas, per strumentazione e telecomunicazione;
- mantenere un'adeguata accessibilità dei cavi;
- mantenere una corretta riserva di spazio per consentire l'aggiunta di cavi futuri;
- rispettare i raggi minimi di curvatura, un dato, che dipende dai materiali usati e dalle caratteristiche costruttive del cavo, cui occorre prestare particolare attenzione in quanto il mancato rispetto delle prescrizioni del costruttore, in caso di angoli di curvatura particolarmente stretti, può arrecare gravi danni alla funzionalità e alla sicurezza del cavo, in particolare a basse temperature.

La Norma CEI 64-8 fa dipendere la scelta del tipo di condotta e del relativo modo di posa dai seguenti fattori:

- natura dei luoghi;
- natura delle pareti e delle altre parti dell'edificio che sostengono le condutture;
- possibilità che le condutture siano accessibili a persone ed animali;
- tensione di esercizio;
- sollecitazioni termiche ed elettromeccaniche che si possono produrre in caso di cortocircuito;
- sollecitazioni alle quali le condutture possono prevedibilmente venire sottoposte durante la realizzazione dell'impianto elettrico o il servizio.

Il tipo di posa influenza notevolmente il comportamento termico del cavo: dalla posa dipendono, infatti, la temperatura dell'ambiente in opera, la resistenza termica del materiale circostante i conduttori, la modalità di smaltimento del calore, tutti fattori che influiscono sulla temperatura di regime del cavo e, quindi, sulla sua portata.

Nella scelta del tipo d'installazione si deve tener conto anche dell'influenza di vari fattori ambientali:

- temperatura: la durata di vita di un cavo è strettamente correlata con la temperatura raggiunta dall'isolante durante il funzionamento. Occorre, quindi, considerare le

condizioni che potrebbero influire su quest'ultima (vicinanza a fonti di calore, esposizione ai raggi solari, ecc.);

- presenza di acqua, che danneggia le condutture elettriche, specialmente se formate da cavi senza guaina. Si consiglia, quindi, di utilizzare cavi con guaine adatte, tubazioni con adeguato grado di protezione IP, canalizzazioni inclinate e con fori di drenaggio, per evitare il ristagno dell'acqua;

- presenza di sostanze corrosive ed inquinanti: per proteggere da tali sostanze possono essere utilizzati cavi con guaina o si può ricorrere a involucri protettivi quali le tubazioni. La scelta della guaina dipende dal tipo di sostanza cui è esposto il cavo: in generale, le guaine in PVC (polivinilcloruro) e in PCP (policloroprene) proteggono dagli oli minerali e dall'ozono; quelle in PVC e in gomma EPR (gomma etilenpropilenica) sono adatte contro l'umidità; quelle in PCP anche contro gli acidi.

Tipi di posa all'interno di strutture ed edifici

Tubi protettivi

I tubi protettivi rappresentano la più comune metodologia per l'installazione dei cavi degli impianti elettrici. Quelli flessibili o rigidi, in materiale isolante, del tipo pesante sono indicati per essere posati sotto pavimento od interrati. I tubi di tipo leggero possono essere installati sottotraccia a parete o a soffitto, oppure nel controsoffitto.

Per consentire un'introduzione agevole dei cavi dopo l'installazione dei tubi stessi, si raccomanda di utilizzare tubi con un diametro interno pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio dei cavi che deve contenere.

Canali

Si tratta di involucri chiusi con coperchio che assicurano la protezione meccanica dei cavi e ne consentono la posa senza operazioni di infilaggio. Possono essere in materiale isolante o metallico, senza spigoli vivi e con grado di protezione almeno IPX2.

Per i cavi energia, la sezione occupata dai cavi, considerato il volume occupato dalle connessioni, non deve superare il 50% della sezione del canale.

Passerelle metalliche

Possono essere di differenti tipologie, in base alla loro geometria ed al materiale utilizzato per la loro realizzazione: a filo, forate o piene, in acciaio inox, utilizzate in ambienti ad elevato rischio di corrosione, o in acciaio zincato.

È preferibile che i cavi vengano posati in un solo strato; sono, però, ammesse in condizioni favorevoli (cavi poco caricati, alimentazioni a macchina di riserva) pose su più strati.