

Protezione da rischio elettrico

Struttura di un impianto elettrico

L'energia elettrica per uso industriale e domestico viene prodotta in forma alternata trifase. Dalla centrale escono tre forze elettromotrici sinusoidali di uguale ampiezza (circa 10 kV) e frequenza (50 Hz in Europa, 60 Hz negli USA), sfasate tra loro di 120 gradi. La tensione delle tre fasi viene elevata a qualche centinaio di kilovolt per il trasporto su lunghe distanze. Nei centri abitati la tensione viene ribassata a 10-30 kV e distribuita alle cabine di trasformazione da cui esce in bassa tensione (BT < 400 V) per gli usi industriali e domestici.

Ad ogni utenza arrivano tre conduttori: uno di fase, uno di neutro, uno di terra. La d.d.p. tra fase e neutro è di 230 V.

Rischio elettrico

Il rischio elettrico è legato a due tipi di fenomeni:

- la **scarica elettrica**, con conseguenze possibili: incendio, esplosioni, proiezioni di materiali;
- l' **elettrocuzione** (o "scossa" o "shock elettrico"), cioè la scarica che attraversa il corpo umano.

Effetti della corrente elettrica sul corpo umano

Gli effetti negativi della corrente elettrica sul corpo umano:

- **interferenza con i segnali elettrobiologici** delle fibre nervose e muscolari:
 - ◊ tetanizzazione (contrazione spasmodica dei muscoli)
 - ◊ alterazioni della funzione respiratoria, lesioni degli organi di senso (vertigini, etc.)
 - ◊ lesioni neurologiche del midollo spinale (paralisi temporanee, etc)
 - ◊ fibrillazione (contrazione scoordinata) del muscolo cardiaco
- **ustioni** (sviluppo di calore per effetto Joule)
- **traumi** per urti e cadute conseguenti all'elettrocuzione

I parametri che determinano la gravità degli effetti sono:

- l'intensità della corrente
- il percorso della corrente nel corpo umano
- la durata del contatto
- la frequenza della corrente

A parità di tensione applicata, l'intensità di corrente dipende dal percorso e dalla resistenza di contatto. I percorsi più pericolosi sono quelli che interessano direttamente la regione cardiaca o la regione cerebrale (ad es. da una mano al piede opposto). La durata prolungata favorisce l'effetto della fibrillazione cardiaca, con conseguente arresto circolatorio.

Gli effetti più dannosi si hanno nell'intervallo di frequenze tra 10 e 1000 Hz, per le quali la successione di impulsi elettrici provoca la contrazione prolungata dei muscoli (tetanizzazione). A parità di condizioni oggettive, gli effetti dipendono dal singolo soggetto (età, sesso, condizioni di salute, condizioni psicologiche); si può quindi riferirsi solo a valori medi.

In relazione agli effetti dell'intensità della corrente, si definiscono:

- **corrente di soglia** = valore minimo percepito
- **corrente di rilascio** = massima corrente che consente di interrompere il contatto

Valori tipici medi delle correnti di soglia e di rilascio e della corrente che provoca fibrillazione cardiaca sono riportati nella tabella seguente:

	c.c.	c.a. 50 Hz
Corrente di soglia (sulle mani)	5.2 mA	1.1 mA
Corrente di rilascio: uomo	76 mA	16 mA
Corrente di rilascio: donna	51 mA	10 mA
Fibrillazione cardiaca		100 - 300 mA

La corrente elettrica è il rapporto tra differenza di potenziale e resistenza elettrica. La corrente dipende quindi non solo dalla differenza di potenziale applicata, ma anche dalla resistenza globale del percorso (resistenza del corpo umano + resistenza di contatto).

Modalità dell'elettrocuzione

Possiamo distinguere due modalità con cui si può verificare l'elettrocuzione:

- per contatto diretto del corpo umano
 - ◊ con due conduttori a diverso potenziale
 - ◊ con un conduttore e terra
- per contatto indiretto con un oggetto accidentalmente in tensione rispetto a terra.

Dispositivi di sicurezza contro il rischio elettrico

Isolamento dei conduttori e delle apparecchiature

I cavi devono essere convenientemente isolati; il cavo di terra deve avere rivestimento giallo-verde. Scatole di derivazione e quadretti elettrici non devono mai essere aperti senza avere prima sezionato i conduttori a monte.

Collegamento di terra

Consiste nel collegamento a terra delle parti metalliche che non devono essere in tensione mediante un conduttore di bassa resistenza. In caso di guasto (contatto accidentale di un conduttore in tensione con la parte metallica) la parte metallica si mantiene ad un potenziale vicino a quello di terra. La messa a terra è necessaria ma non sufficiente a garantire una completa sicurezza.

Interruttore magnetotermico

Interrompe un conduttore di alimentazione quando la corrente che lo attraversa supera un valore prefissato. I tempi relativamente lunghi di intervento lo rendono inadeguato come dispositivo per la sicurezza umana. Serve invece come dispositivo per la sicurezza degli impianti e degli strumenti (ad es. in caso di corto circuito).

Interruttore differenziale ("salvavita")

Misura la differenza tra la corrente in entrata e in uscita (tra conduttore di fase e di neutro). In condizioni normali le due correnti devono essere uguali. Se le correnti sono diverse per una quantità superiore alla corrente di soglia, l'interruttore differenziale interrompe il circuito entro un tempo detto tempo di intervento.

L'interruttore differenziale:

- è inutile nel caso di contatto diretto del corpo umano con i due conduttori di fase e neutro;
- è utile se c'è un contatto diretto con la fase e terra; non evita comunque la scossa durante il tempo di intervento;
- è particolarmente utile se un conduttore in tensione viene a contatto con la carcassa metallica di uno strumento correttamente messa a terra; in tal caso l'interruttore differenziale interviene all'atto del guasto, e quindi tipicamente prima che avvenga il contatto umano.

Precauzioni generiche

Fare il minore uso possibile di prese multiple, ciabatte, prolunghe

Non avere mani o altre parti bagnate o sudate

Indossare scarpe di gomma

Non operare su dispositivi a tubo catodico (TV, monitor, oscilloscopi) anche se spenti

Non utilizzare oscilloscopi non collegati all'impianto di terra