

# CENNI DI ANTINFORTUNISTICA

## I PERICOLI DELLA CORRENTE ELETTRICA

Il passaggio della corrente elettrica nel corpo umano, detta anche folgorazione o, comunemente, scossa elettrica, può avere effetti devastanti sull'organismo colpito.

Gli effetti della corrente elettrica sul corpo umano dipendono essenzialmente da due fattori:

- **L'intensità della corrente che attraversa il corpo**
- **La durata del passaggio di corrente, cioè il tempo che il corpo sta a contatto con la parte in tensione dell'impianto.**

Il valore della corrente elettrica è dato dalla legge di ohm e vale  $I_c = V/R_c$  dove

V indica il valore della tensione di contatto (dell'impianto)

$I_c$  indica l'intensità di corrente che attraversa il corpo

$R_c$  indica la resistenza, espressa in ohm, del corpo umano o della parte del corpo attraversata dalla corrente.

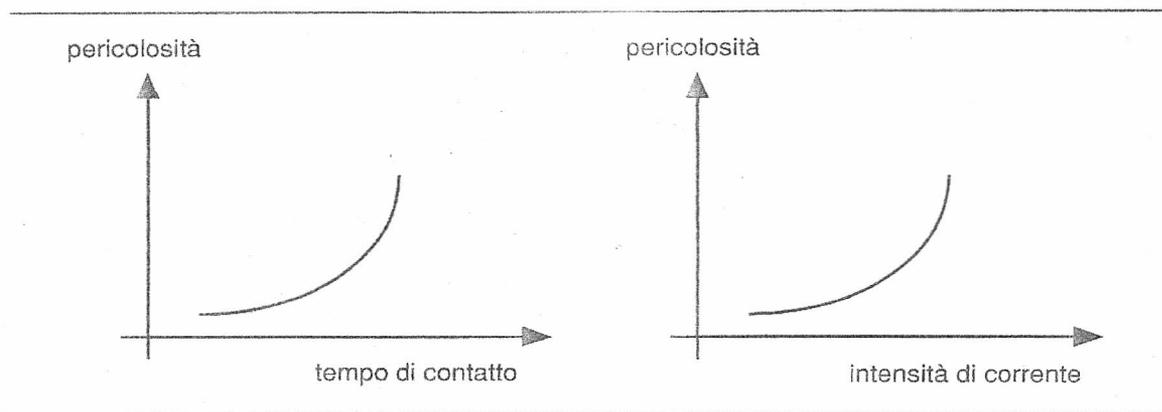
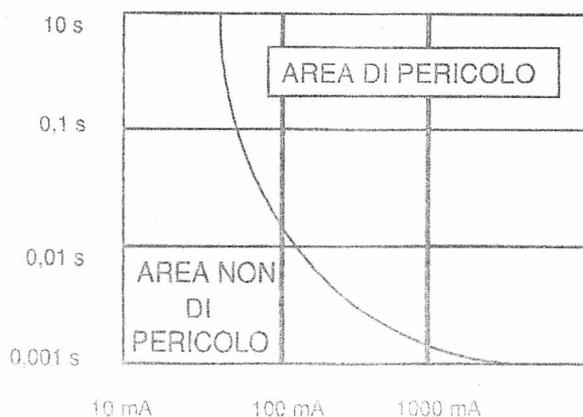


fig.8.1.1 Rappresentazione grafica della pericolosità in funzione del tempo di contatto e dell'intensità di corrente.



2 Curva di pericolosità della corrente.

Quando una persona viene a contatto con una tensione il valore della corrente non è facilmente definibile perché il corpo umano presenta una resistenza di valore incerto e variabile, perché dipende dalle condizioni dell'organismo al momento del contatto elettrico e a parità di condizioni può differire da un soggetto ad un altro e tra uomini e donne ( le donne in genere presentano una resistenza più piccola e quindi sono soggetti intensità di corrente maggiore).

Diciamo che la resistenza di un corpo umano può variare fra i 2000 e i 10000 ohm.

Come ordine di grandezza approssimativo si può assumere:

10.000 ohm tra le mani e asciutte e callose di un operaio

5000 ohm tra la mani asciutte di un impiegato

2000 ohm tra le mani umide di un ragazzo

Dato che purtroppo la corrente elettrica nella maggior parte dei casi si prende anche con il contatto verso terra (alla terra viene attribuito dal punto di vista elettrico il potenziale di 0V, terreno bagnato) diventa importante anche l'isolamento verso terra, (ad esempio le calzature, la resistenza delle scarpe e la resistenza di un suolo asciutto si sommano alla resistenza del corpo umano).

Tabella IV - Effetti fisiologici dell'elettricità.

Corrente alternata

Intensità di corrente mA	Effetti fisiologici
1 ÷ 5	Non pericolosa - Questa intensità rappresenta la soglia della percezione.
5 ÷ 30	Inizio della scossa elettrica. Aumentando l'intensità di corrente si manifestano involontarie contrazioni dei muscoli della mano e del braccio ( <i>tetanizzazione</i> ) e tendenza ad « incollamento » del soggetto alla parte metallica in tensione.
30 ÷ 80	Estensione della tetanizzazione alla cassa toracica ed ai muscoli del cuore; tendenza allo svenimento oltre i 50 mA.
oltre 80	Fibrillazione cardiaca, cioè annullamento della capacità del cuore ad espletare le sue funzioni e, successivamente, paralisi dei centri nervosi respiratori. L'effetto è quasi sempre mortale.

(tetanizzazione - effetto che provoca dolorose contrazioni muscolari).

L'effetto più rilevante della corrente continua è l'elettrolisi del sangue che può portare a menomazioni gravi e alla morte.

Dato che difficilmente la resistenza del corpo umano "Rc" scende sotto i 2000 - 3000ohm in genere tensioni al disotto dei 50V non sono ritenute, per un tempo di contatto del corpo umano "tc" breve, pericolose, difatti ad esempio  $I_c = 50/3000 = 0.016 = 16\text{mA}$

La distribuzione dell'energia elettrica cittadina (ad esempio, per mezzo dell' ENEL, ente nazionale energia elettrica) avviene per mezzo di 4 fili, tre di fase più il neutro (sistema trifase a stella con neutro). Tale sistema permette la distribuzione dell'energia elettrica con due valori di tensione alternata: la stellata, che è la tensione, 220V composta da un filo di fase e uno di neutro, con cui vengono alimentati gli impianti casalinghi, e la concatenata (è la tensione, 380V composta da 4 fili, 3 di fase e 1 di neutro, con cui vengono alimentati i motori elettrici trifasi delle officine e di supermercati  $V=220 \times \sqrt{3} = 380\text{V}$ ).

La distribuzione cittadina è detta a bassa tensione, perché la tensione alternata  $\leq$  a 400V è detta a bassa tensione. **La tensione alternata è pericolosa**, difatti  $I_c = 220/3000 = 0.07 \text{ A} = 70 \text{ mA}$

Vediamo adesso in quali modi una persona può venire a contatto con una tensione:

Si dice contatto diretto quando una persona viene in contatto con una parte normalmente in tensione, come ad esempio la parte scoperta di un cavo, toccando un portalampade, oppure toccando un cavo la cui guaina protettiva sia deteriorata (contatto accidentale), ecc. in questo caso il corpo chiude il circuito verso terra (a potenziale elettrico 0V).

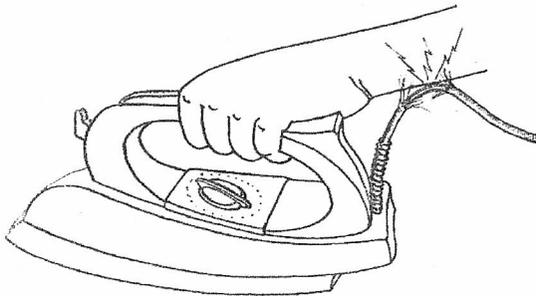


Fig. 13.

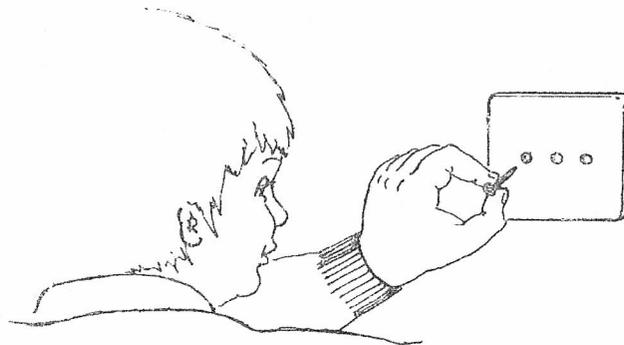


Fig. 14.

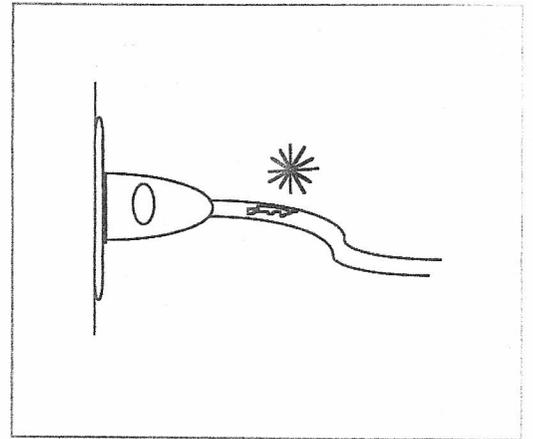


Fig. 8.1.3 Contatto diretto accidentale a causa di guaina protettiva deteriorata.

**Per i contatti diretti l'impianto di terra non protegge l'infortunato**

**Per i contatti diretti la protezione viene fatta dall'interruttore differenziale**

Si dice contatto indiretto quando una persona viene a contatto con una parte metallica che normalmente non dovrebbe essere in tensione, difatti quando l'isolante che protegge i conduttori interni di un elettrodomestico (lavatrice, frigorifero, cucine ecc.) si deteriora, oppure quando c'è un difetto di isolamento, le parti esterne in lamiera (carcassa) possono portarsi ad un potenziale elettrico (esempio 220V), in questo caso il corpo chiude il circuito fra la parte metallica in tensione e la terra che ha potenziale zero.

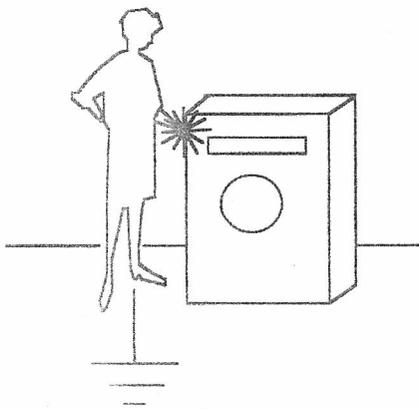


Fig. 8.1.4 Contatto indiretto.

**Per i contatti indiretti l'impianto di terra (efficiente) offre un'ottima protezione**

**Per i contatti indiretti la protezione viene fatta anche dall'interruttore differenziale**

I pericoli maggiore per tutti i tipi di contatto si presentano negli ambienti umidi (bagno) perché aumentano la conducibilità del corpo (la resistenza del corpo umano  $R_c$  e del terreno diminuisce).

La protezione contro gli infortuni che le norme "CEI" (Comitato Elettrotecnico Italiano) prevedono negli impianti domestici :

- l'utilizzo di materiale certificato
- messa a terra
- interruttore con relè differenziale (salvavita)

L'impianto di messa a terra è l'insieme di uno o più dispersore ( corpo metallico conficcato nel terreno), conduttori di terra (cavi di colore giallo-verde di sezione prevista dalle norme), e collettori (nodi di collegamento). L'impianto di terra consiste nel collegare tutte le parti metalliche che in qualche modo possono venire a contatto con tensioni a terra, questo permette di scaricare a terra eventuali cariche elettrostatiche che tensioni, nel caso di tensioni la messa a terra fa intervenire gli interruttori automatici posti a monte dell'impianto.

Le norme affermano che i conduttori di terra non devono mai essere interrotti.

A monte dell'impianto vengono inseriti uno o più interruttori automatici che servono ad interrompere la tensione, aprendo i contatti elettrici. Gli interruttori automatici sono;

- interruttori automatici di sovracorrente o magnetotermici; sono dispositivi che intervengono per aprire un circuito quando la corrente supera il valore determinato dai dati di targa, sono dotati di due relè, un relè termico che interviene in caso di sovraccarico, lo sgancio dell'interruttore avviene in tempo di apertura relativamente lungo previsto dalle caratteristiche dell'interruttore, e un relè magnetico che interviene quasi immediatamente in caso di corto circuito, quando la corrente tende all'infinito  $I=220/0$ , l'improvvisa e intensa corrente conseguente al corto circuito va bloccata immediatamente perché provoca incendi.
- Interruttori automatici differenziali; sono dispositivi che intervengono per correnti di dispersione verso terra, l'elemento sensibile dell'interruttore differenziale è il trasformatore differenziale che è costituito da due avvolgimenti primari (a ed a') e da un avvolgimento secondario b collegato all'elettromagnete di sgancio c, tutti avvolti in un nucleo a forma toroidale, del trasformatore. In condizione normali, i due avvolgimenti primari a ed a' del trasformatore differenziale vengono percorsi dalla stessa intensità di corrente (corrente di entrata per l'uno, corrente di uscita per l'altro avvolgimento), per cui non danno luogo a nessuno effetto magnetico nel nucleo, a forma toroidale, perché i due effetti magnetici si elidono tra loro. se, invece, una persona venisse a contatto con un punto qualsiasi dell'impianto di tensione si viene a manifestare una dispersione di corrente che defluisce verso terra attraverso la persona medesima. In tal caso i due avvolgimenti a ed a' non sono attraversati dalla stessa intensità di corrente, per cui nel circuito magnetico si manifesta un flusso alternato dovuto alla differenza delle correnti  $I = I_1 - I_2$  che, investendo l'avvolgimento b, fa nascere in esso una f.e.m, cui consegue una corrente; questa, eccitando l'elettromagnete fa scattare istantaneamente l'interruttore posto a protezione dell'impianto.

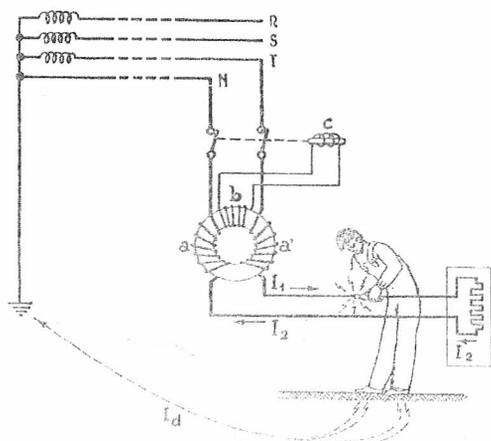


Fig. 16.

Occorre ribadire che nessuna norma, per quanto rigorosamente applicata, può metterci al riparo dai rischi insiti nell'uso dell'energia elettrica.

Ad esempio il salvavita non interviene quando si è isolato da terra e si tocca fase e neutro.