

## LO SHOCK ELETTRICO – PARTE 1

### MODALITÀ DI ACCADIMENTO ED EFFETTI

#### Premessa

Il passaggio di corrente attraverso il corpo umano causato dal contatto contemporaneo con parti a tensione differente può determinare effetti fisiopatologici gravi, talvolta mortali. Tale situazione, indicata con espressioni diverse (**shock elettrico, folgorazione, elettrocuzione**), è ben conosciuta e oggetto di diverse prescrizioni legislative e normative volte a fronteggiare il rischio.

Questo approfondimento costituisce la prima di due parti dedicate alla trattazione dello shock elettrico. Descrive gli effetti fisiopatologici prodotti dal passaggio di corrente attraverso il corpo umano quando, in occasione degli incidenti di natura elettrica, è sottoposto a tensioni pericolose. Schematizza inoltre le modalità con cui gli stessi incidenti possono verificarsi. Le relative misure di protezione saranno invece illustrate nella seconda parte della trattazione (documento "Lo shock elettrico - parte 2 - misure di protezione" allegato alla pagina "Eventi dannosi").

#### 1. Effetti della corrente sul corpo umano

##### 1.1. Effetti fisiologici

Gran parte delle funzioni vitali del corpo umano si basano su fenomeni di tipo elettrochimico, che regolano il normale funzionamento di cellule, fibre, tessuti e organi (si pensi, ad esempio, alla trasmissione dei segnali che trasportano gli stimoli sensoriali o regolano la contrazione muscolare; tale funzione è basata sulla propagazione di variazioni di potenziale elettrico attraverso le fibre del sistema nervoso).

Il naturale legame fisiologico tra attività biologica dell'organismo e attività elettrica spiega, pertanto, la sensibilità degli organismi al passaggio di corrente causato da tensioni elettriche applicate dall'esterno, come si verifica nei casi di infortunio.

Gli effetti lesivi della corrente elettrica sul corpo umano (folgorazione o elettrocuzione) sono riconducibili sostanzialmente a quattro tipi di fenomeni, che possono manifestarsi singolarmente o in combinazione tra di loro negli infortuni elettrici: la tetanizzazione, l'arresto respiratorio, la fibrillazione ventricolare e le ustioni. I primi tre agiscono con

meccanismi analoghi a quelli fisiologici, anche se i valori delle grandezze elettriche in gioco sono molto più grandi; l'ultimo fenomeno è determinato invece dall'effetto Joule.

### *1.2. Tetanizzazione*

La tetanizzazione è la contrazione involontaria di un muscolo che si origina quando esso, soggetto ad una tensione applicata, è attraversato da una corrente di valore sufficientemente elevato per un determinato periodo. Il fenomeno è reversibile e, generalmente, non dà luogo a conseguenze dirette gravi. Indirettamente, invece, può essere causa di cadute dall'alto, o può prolungare il contatto elettrico con gli oggetti in tensione, conducendo così a conseguenze più gravi.

Si definisce "corrente di rilascio" il massimo valore di corrente per il quale si è ancora in grado di lasciare la presa di un oggetto in tensione. A livello internazionale, per correnti alternate a frequenza "industriale" (nel nostro paese 50 Hz), è stato indicato convenzionalmente un valore pari a 10 mA per gli uomini, mentre sono ipotizzati valori inferiori per donne e bambini (si prende come riferimento 5 mA). In corrente continua, i limiti sono più elevati (fino a 300 mA). In generale, infatti, gli effetti sul corpo umano della corrente continua e a frequenza elevata sono inferiori a quelli prodotti dalla corrente a frequenza "industriale", a parità di "valore efficace"<sup>1</sup>. Ciò è dovuto essenzialmente ad un fenomeno detto di "accomodazione", in base al quale le cellule eccitate da un primo stimolo elettrico, hanno bisogno di un certo periodo di rilassamento prima di rispondere ad un nuovo stimolo con la stessa intensità. Se gli stimoli si susseguono con elevata frequenza o sono addirittura continui, la risposta cellulare risulta ridotta.

### *1.3. Arresto respiratorio*

Per correnti superiori a quella "di rilascio" e per determinati percorsi della corrente nel corpo umano, si può verificare la contrazione dei muscoli preposti alla respirazione e la paralisi dei centri nervosi che la controllano. In questo caso le conseguenze possono determinare la morte per soffocamento o danni irreversibili al tessuto cerebrale (a causa del blocco respiratorio), se la corrente non si interrompe in tempi brevi (dell'ordine di qualche minuto). L'arresto respiratorio costituisce la causa di circa il 6% delle morti per folgorazione.

Un intervento efficace, se praticato tempestivamente, dopo aver allontanato in sicurezza l'infortunato dalla parte in tensione, è la respirazione artificiale.

### *1.4. Fibrillazione ventricolare*

È la principale causa di morte dovuta al passaggio di corrente nel corpo umano (oltre il 90% delle morti) ed è causata, quasi sempre, da correnti di valore superiore a quelle sufficienti alla tetanizzazione o all'arresto respiratorio.

In condizioni normali, le fibre muscolari dei ventricoli si contraggono in maniera periodica e coordinata per effetto degli impulsi elettrici prodotti dal nodo senoatriale,

---

<sup>1</sup> Il valore efficace di una corrente alternata è per definizione il valore di una corrente continua che, nello stesso intervallo di tempo, determinerebbe lo stesso sviluppo di energia termica di quella alternata. Il valore efficace è utilizzato normalmente per rappresentare con un unico valore una grandezza che varia periodicamente nel tempo.

determinando la pulsazione cardiaca e la circolazione sanguigna. Se il cuore è attraversato da correnti esterne di durata e valore sufficienti, si innesca un fenomeno (fibrillazione) per cui le fibre ventricolari iniziano a contrarsi in maniera disordinata e caotica, non consentendo più al cuore di pompare il sangue in maniera funzionale. Una volta innescata, la fibrillazione si autosostiene anche dopo l'interruzione della corrente che l'ha originata. Può essere interrotta solo tramite intervento con defibrillatore. Tuttavia, si riesce ad evitare la morte dell'infortunato o danni al tessuto cardiaco e cerebrale solo agendo entro pochissimi minuti.

Esperimenti effettuati su animali di laboratorio hanno mostrato che il valore di corrente necessario a determinare la fibrillazione è funzione della durata del contatto, della massa corporea e del percorso della corrente, tenendo anche conto che la corrente che interessa il cuore è solo una parte di quella totale. Si è potuto osservare, inoltre, che all'aumentare della frequenza diminuisce la probabilità di fibrillazione.

### *1.5. Ustioni*

Sono causate essenzialmente dallo sviluppo di calore per "effetto Joule" nel passaggio di corrente attraverso il corpo umano che, a frequenza industriale, si comporta sostanzialmente come una resistenza elettrica. L'aumento di temperatura localizzato risulta proporzionale al quadrato dell'intensità di corrente per unità di superficie<sup>2</sup>, alla resistenza del tessuto interessato e alla durata della corrente. La pelle, nei punti di contatto, costituisce una delle parti maggiormente soggette ad ustioni, sia per il maggior valore di resistenza rispetto agli altri tessuti, sia per la maggiore concentrazione della corrente nei punti di contatto.

In alta tensione l'effetto termico costituisce il principale effetto dannoso provocato dal passaggio di corrente, con distruzione di tessuti, centri nervosi e arterie.

Ustioni possono essere provocate anche come effetti termici di archi elettrici non confinati o per contatto con componenti elettrici la cui superficie esterna abbia raggiunto temperature eccessive durante il funzionamento. In questi casi l'organismo non è interessato direttamente dal passaggio di corrente.

## **2. Limiti di pericolosità della corrente in funzione del tempo**

Gli effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano dipendono da vari fattori, tra cui il percorso, l'intensità della corrente e la sua durata.

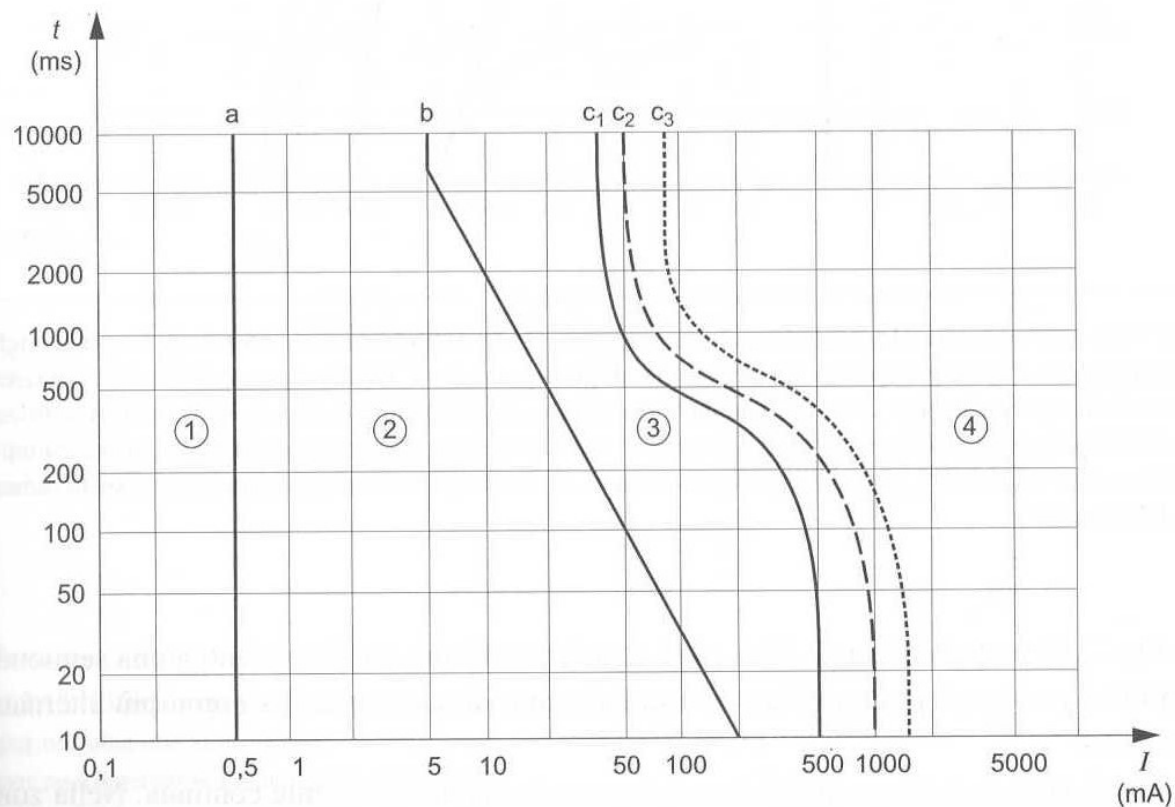
La figura 1 riassume, per correnti alternate a frequenza industriale, tali effetti in funzione dell'intensità e della durata della corrente.

---

<sup>2</sup> Detta "densità di corrente".

Figura n.1

Zone di pericolosità della corrente elettrica alternata (da V. Carrescia - Fondamenti di sicurezza elettrica - TNE)



Tenendo presenti tutti i limiti reali che possono avere i diagrammi ottenuti estrapolando risultati di laboratorio o informazioni desumibili a posteriori dagli infortuni elettrici, e la differente sensibilità individuale di ogni organismo, le curve in rappresentate in figura hanno il seguente significato statistico:

- **curva a:** soglia di percezione (riferita al passaggio di corrente attraverso i polpastrelli delle mani);
- **curva b:** soglia di tetanizzazione;
- **curva c<sub>1</sub>:** soglia di fibrillazione ventricolare (riferita al percorso della corrente che va dalla mano sinistra ai piedi);
- **curva c<sub>2</sub>:** curva associata ad una probabilità di innesco della fibrillazione ventricolare pari al 5 %;
- **curva c<sub>3</sub>:** curva associata ad una probabilità di innesco della fibrillazione ventricolare pari al 50 %;

Alle quattro zone individuate in figura corrispondono gli effetti di seguito descritti:

- **zona (1):** assenza di reazioni. Ciò si verifica per qualunque durata della corrente;
- **zona (2):** assenza di effetti fisiopatologici. Fino alla soglia di 5 mA, ciò si verifica per qualunque durata della corrente. Per correnti superiori a 5 mA, al crescere del valore di corrente, diminuisce il tempo per il quale la stessa può essere sopportata senza che si manifestino effetti fisiopatologici pericolosi;
- **zona (3):** manifestazione di effetti fisiopatologici quali contrazioni muscolari, difficoltà respiratoria, aumento della pressione sanguigna, disturbi cardiaci senza innesco di fibrillazione ventricolare. Gli effetti aumentano al crescere del valore di corrente e della sua durata;
- **zona (4):** possibile innesco della fibrillazione ventricolare, con probabilità crescente all'aumentare della corrente e della durata.

Per le correnti continue esistono curve analoghe, ma con valori di soglia più elevati, a conferma generale della minor pericolosità della corrente continua rispetto all'alternata.

Dai diagrammi sopra riportati risulta che correnti di poche decine di milliampere sono in grado di procurare effetti lesivi anche gravi se queste non sono interrotte tempestivamente.

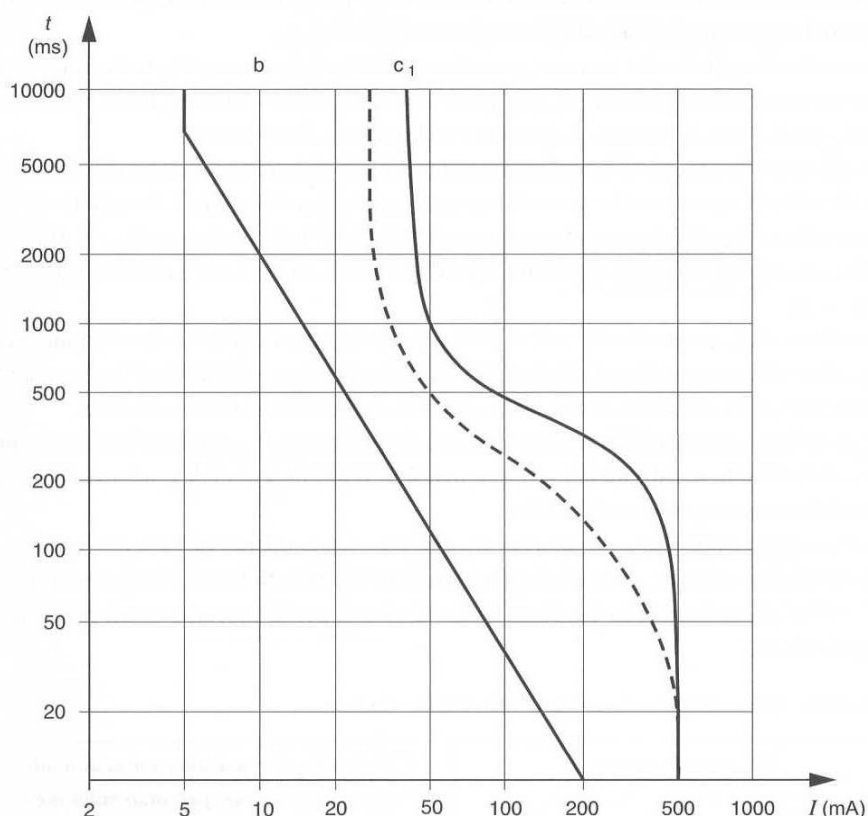
È opportuno ricordare che le correnti normalmente circolanti negli impianti elettrici hanno ordini di grandezza generalmente molto maggiori, che vanno dai decimi, alle decine, fino alle centinaia di ampere.

La figura 2 riporta la curva di sicurezza corrente-tempo (tratteggiata) adottata convenzionalmente in sede normativa ai fini della "protezione dai contatti indiretti" per interruzione automatica dell'alimentazione (di cui si parlerà più avanti e nella seconda parte della trattazione dedicata allo shock elettrico). Sono ritenute convenzionalmente accettabili coppie di valori corrente-tempo che definiscono punti nell'area a sinistra della curva di sicurezza; a destra della curva di sicurezza invece, il rischio è considerato non accettabile.

Si può osservare che la curva di sicurezza è collocata in posizione intermedia tra la curva b, che definisce il limite al di sopra del quale si possono manifestare effetti fisiopatologici, e la curva c1, oltre la quale si può innescare la fibrillazione ventricolare.

Figura n.2

Curva di sicurezza corrente-tempo assunta in sede normativa internazionale ai fini della protezione contro i "contatti indiretti" per interruzione automatica dell'alimentazione (da V. Carrescia - Fondamenti di sicurezza elettrica - TNE).



### 3. Resistenza elettrica del corpo umano, tensioni e correnti in gioco

Le correnti nel corpo umano sono dunque pericolose per gli effetti fisiopatologici che possono provocare. Tuttavia, ciò che determina il passaggio di corrente attraverso il corpo è sempre la presenza di una tensione tra due punti con i quali la persona entra simultaneamente in contatto.

Per sistemi in corrente continua o alternata a frequenza industriale (50 Hz), il valore di corrente che fluisce attraverso il corpo umano dipende dal valore della **tensione applicata  $V_c$**  e dalla **resistenza elettrica  $R_c$** <sup>3</sup> globalmente opposta dal corpo, secondo la nota "legge di Ohm":

<sup>3</sup> In realtà il corpo umano, sottoposto ad una tensione applicata dall'esterno, presenta sia una componente resistiva sia una componente capacitiva. A frequenza industriale quest'ultima risulta trascurabile rispetto alla prima.

$$I = V_c / R_c$$

Il valore della resistenza  $R_c$  è ampiamente variabile e dipende da:

- **percorso della corrente:** in funzione delle resistenze dei vari tessuti e organi presenti nel circuito di richiusura della corrente nel corpo umano. Le resistenze maggiori sono concentrate negli arti. Per contatti mano-mano o mano-piede si hanno, pertanto, i valori più elevati di  $R_c$ ;
- **stato della pelle:** la presenza di umidità, sudore, tagli, callosità, ecc. influisce sul valore della resistenza dei punti di contatto e quindi anche di  $R_c$ ;
- **superficie di contatto:** all'aumentare della superficie di contatto diminuisce la resistenza del corpo umano  $R_c$ ;
- **pressione di contatto:** all'aumentare della pressione di contatto diminuisce la resistenza del corpo umano  $R_c$ ;
- **tensione di contatto:** all'aumentare della tensione applicata al corpo, la resistenza del corpo  $R_c$  diminuisce.

La legge di Ohm fornisce immediata evidenza della maggior pericolosità delle alte tensioni rispetto alla bassa tensione: in caso di contatto elettrico del corpo umano con i conduttori in tensione, le prime determinano, infatti, il passaggio di correnti più elevate. Anche per tale motivo, ove compatibile con la potenza richiesta dagli apparecchi alimentati (in ambito civile sempre) l'energia elettrica viene resa disponibile in bassa tensione.

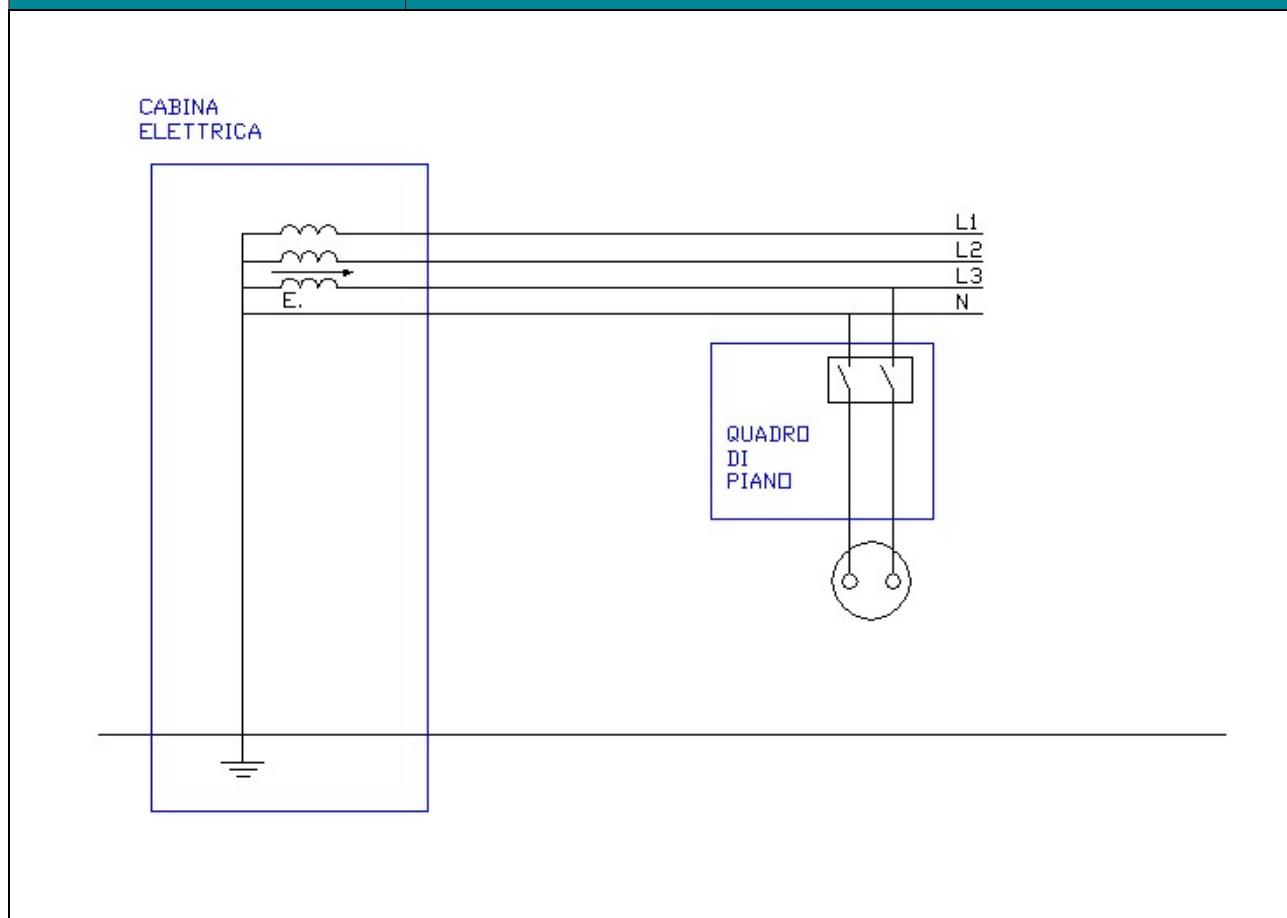
Per comprendere quello che succede quando si verifica una folgorazione in un impianto elettrico in bassa tensione, si riprende in considerazione lo schema elettrico già utilizzato per rappresentare i fenomeni termici (fig. 3).

All'interno della cabina elettrica di trasformazione MT/BT sono rappresentati i tre avvolgimenti di bassa tensione del trasformatore ed il neutro dello stesso; dalla cabina parte la linea di distribuzione dell'energia alle varie utenze, che possono essere, ad esempio, quadri di piano (in grossi edifici dotati di cabina propria) o quadri generali di utenze (se la cabina è di proprietà dell'ente distributore e sta alimentando unità abitative o esercizi distinti).

Per motivi di sicurezza e funzionalità, la cui trattazione esula dagli obiettivi di queste pagine, l'origine degli avvolgimenti di bassa tensione ed il neutro della linea vengono collegati a terra in corrispondenza della cabina di trasformazione, come si vede dalla figura.

Figura n.3

Schema sintetico di un impianto elettrico; in assenza di carico il circuito è aperto e non circola corrente<sup>4</sup>.



Se per un motivo qualsiasi una persona viene a toccare contemporaneamente il conduttore della fase  $L_3$  della linea ed il terreno, la corrente, "spinta" dalla tensione dell'avvolgimento  $E_0$ , si "richiude" sul circuito costituito dal conduttore di fase  $L_3$ , dalla persona in contatto con il conduttore di fase ed il terreno, dal terreno stesso, fino al punto di messa a terra della cabina, e dai collegamenti di terra della cabina fino all'origine dell'avvolgimento (fig.4).

Poiché la resistenza di fase e quella dei collegamenti di terra della cabina sono generalmente trascurabili<sup>5</sup> rispetto a quella del corpo umano e quella del terreno, la situazione può essere rappresentata mediante lo schema semplificato di figura 5, che evidenzia come la tensione  $E_0$  si ripartisca sul corpo umano (tensione  $V_c$ ) e sulla resistenza del terreno tra la persona e il punto di messa a terra della cabina (tensione  $V_{ct}$ ).

<sup>4</sup> Si ricorda che, per convenzione, i contatti degli interruttori vengono rappresentati in posizione di "aperto", indipendentemente dal reale stato dell'interruttore.

<sup>5</sup> Ciò comporta che siano trascurabili anche le relative cadute di tensione.



Figura n.4

Schema sintetico di un impianto elettrico: se una persona tocca una fase ed il terreno, il circuito si chiude e la corrente passa attraverso la persona.

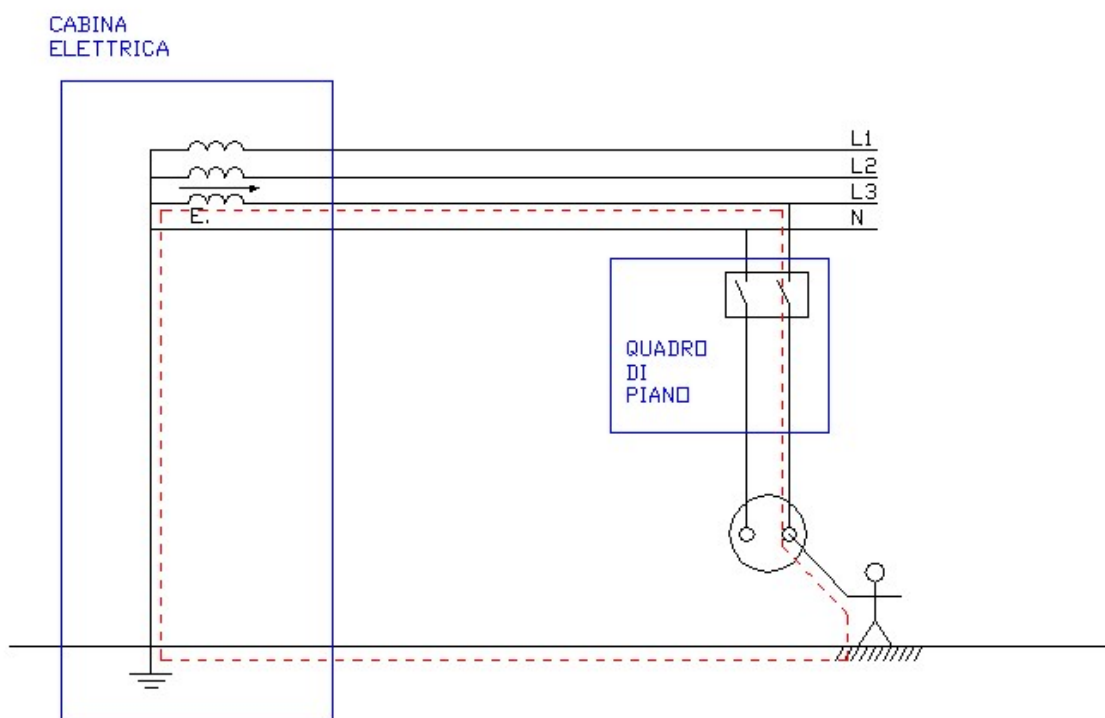
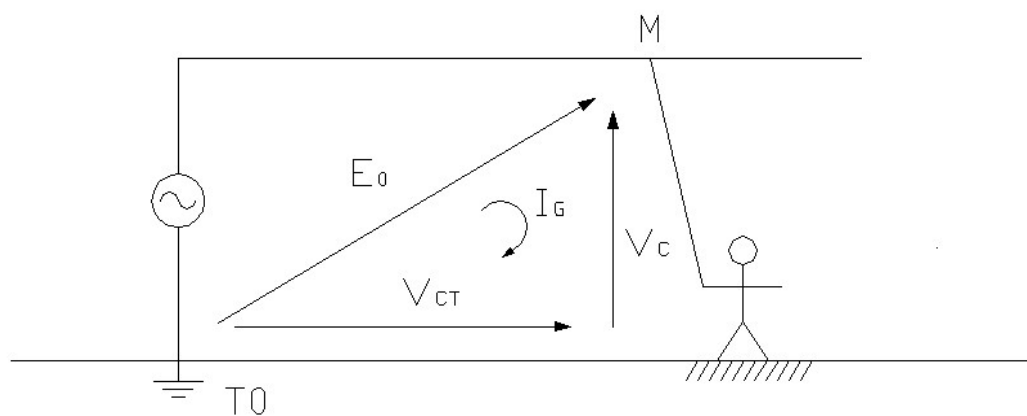
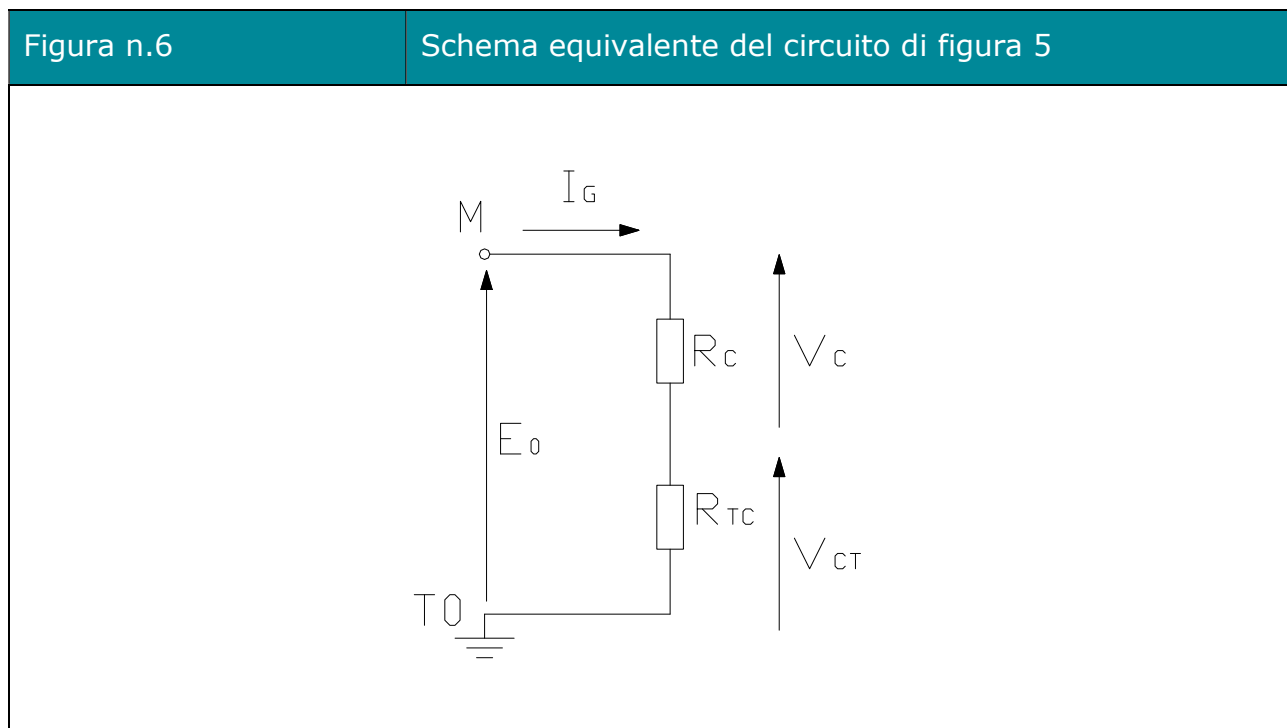


Figura n.5

Schema semplificato del contatto con una parte in tensione.



Le resistenze che limitano sostanzialmente il valore di corrente  $I_G$  sono allora quella del corpo umano  $R_C$  e quello del terreno  $R_{TC}$ . La figura 6 rappresenta graficamente la ripartizione della tensione sulle due resistenze in serie.



I valori della **resistenza  $R_{TC}$  del terreno**, tra il corpo umano e il punto di messa a terra della cabina, variano notevolmente in funzione della geometria del percorso, delle caratteristiche del terreno e delle condizioni ambientali. Tenendo conto dei valori caratteristici della resistenza di alcuni tipi di pavimento a secco e a umido, per la resistenza  $R_{TC}$  si adottano come valori convenzionali  $1000 \Omega$ , in condizioni ordinarie (all'asciutto, all'interno degli edifici), e  $200 \Omega$ , in condizioni di maggior rischio (ad esempio all'aperto, nei cantieri). Tali valori sono ritenuti sufficientemente cautelativi (bassi) per i calcoli.

I valori della **resistenza  $R_C$  del corpo umano** possono variare anche notevolmente, in base ai fattori indicati in precedenza; in particolar modo variano con il valore della tensione applicata: la resistenza aumenta al diminuire della tensione applicata.

In sede normativa, con tensioni di alimentazione  $E_0 = 230 V$ , per percorsi della corrente mano-piedi, alla **resistenza totale**, somma di quella del corpo umano  $R_C$  e di quella del terreno  $R_{TC}$  sono attribuiti due valori prudenziali:

- **in condizioni ordinarie:** si assume che il valore totale della resistenza ( $R_C + R_{TC}$ ) sia  $1375 \Omega$ ; di conseguenza il valore della corrente  $I$  risulta pari a  $167 \text{ mA}$ ;
- **in presenza di maggior rischio elettrico**, per una ridotta resistenza del terreno: si assume che il valore della resistenza ( $R_C + R_{TC}$ ) sia  $575 \Omega$ ; in questo caso il valore della corrente  $I$  risulta pari a  $400 \text{ mA}$ .

Si può osservare che in entrambi i casi, con impianti alimentati a 230 V, il valore di corrente che passa attraverso il corpo umano, in caso di contatto con conduttori in tensione e con il terreno, è superiore a quello sufficiente ad innescare la fibrillazione, se il contatto non viene interrotto tempestivamente<sup>6</sup>.

Diminuendo il valore della tensione di alimentazione  $E_0$ , diminuisce anche il valore della tensione applicata al corpo umano  $V_C$ , il che comporta anche un certo aumento del valore di resistenza  $R_C$ .

Al diminuire di  $E_0$ , pertanto, i valori di corrente  $I_G$  diminuiscono, sia per la diminuzione della tensione totale applicata al circuito, sia per l'aumento progressivo della resistenza del corpo umano  $R_C$ . I valori di corrente rimangono, però, sempre al di sopra di quelli ritenuti pericolosi, fino al valore di tensione  $E_0 = 50$  V, in corrispondenza del quale, in condizioni ordinarie, la resistenza totale ( $R_C + R_{TC}$ ) vale convenzionalmente 1725  $\Omega$  e la corrente si calcola in circa 30 mA; valore di poco inferiore alla soglia di innesco della fibrillazione ventricolare della curva  $C_1$  e compatibile con la curva di sicurezza riportata in figura 2.

A livello normativo, pertanto, con una tensione di alimentazione  $E_0=50$  V, il contatto con una parte in tensione dell'impianto o di un apparecchio è ritenuto ammissibile per un tempo indeterminato.

In condizioni di maggior rischio invece (ad esempio nei cantieri), il valore di tensione convenzionalmente tollerabile (in funzione della corrente prevedibile) in caso contatto con parti in tensione, è  $E_0=25$  V<sup>7</sup>.

L'impiego di tensioni di alimentazione inferiori a 50 V o 25 V costituisce uno dei metodi di protezione contro le folgorazioni.

Ci si può allora chiedere come mai gli apparecchi utilizzatori non funzionino a tale valore di tensione e l'energia elettrica non sia distribuita a 50 V o 25 V. La risposta è che, a parità di potenza richiesta, ciò comporterebbe l'assorbimento di correnti notevolmente più elevate, a discapito dell'economia e della semplicità costruttiva di apparecchi e impianti. Il livello di tensione normalmente adottato per la distribuzione dell'energia agli utenti finali è pertanto pari a 230 V, un po' più alto rispetto alla tensione convenzionalmente ritenuta sicura, ma un buon compromesso tra le esigenze di funzionalità, economicità e sicurezza. Al fine di garantire quest'ultima, però, devono essere adottate idonee misure, descritte nella seconda parte di questa trattazione.

#### **4. Schematizzazione delle situazioni che possono determinare le folgorazioni**

Una persona può essere attraversata da una corrente elettrica solo se sottoposta ad una tensione, ad esempio, quella esistente tra una parte dell'impianto elettrico ed il terreno su cui poggia. Convenzionalmente, si distinguono due tipi di contatti con parti in tensione: i contatti diretti ed i contatti indiretti.

---

<sup>6</sup> Per la corrente di guasto si è scelto il percorso mano piedi perché risulta essere uno dei più pericolosi. Per altri percorsi gli effetti della corrente vengono corretti mediante coefficienti convenzionali.

<sup>7</sup> Per tale valore di tensione, tenendo conto dei valori ricavati in sede normativa per la resistenza del corpo umano e per quella del terreno in condizioni di maggior rischio (200  $\Omega$ ), la corrente  $I_G$  che attraversa il corpo umano risulterebbe di poco inferiore a 30 mA, cioè compatibile con la curva di sicurezza riportata in fig. 2.

I **contatti diretti** sono i contatti con parti attive dell'impianto elettrico (o di un qualunque apparecchio o dispositivo elettrico). Per **parte attiva** si intende una parte conduttrice dell'impianto (o dell'apparecchio o del dispositivo), normalmente in tensione durante il funzionamento. Sono considerati parte attiva tutti i conduttori che costituiscono le fasi ed il neutro di un circuito.

Figura n.7

Esempio di parti attive e isolamenti in un cavo elettrico multipolare

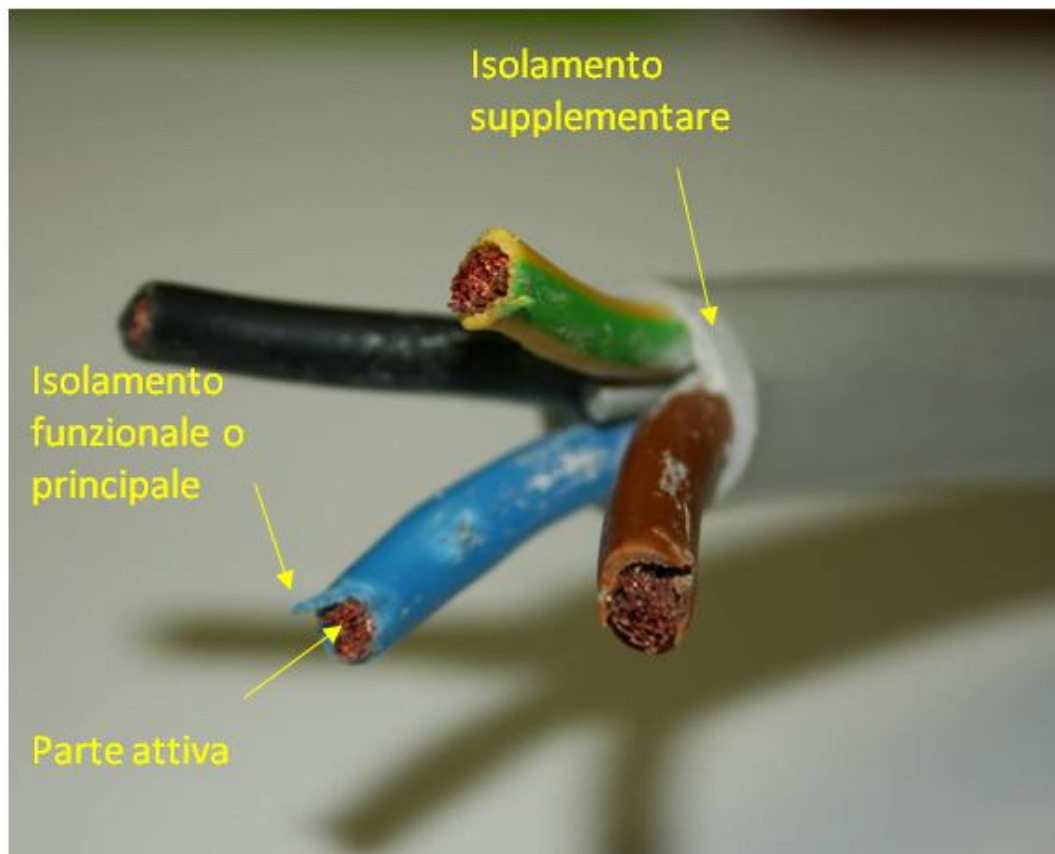
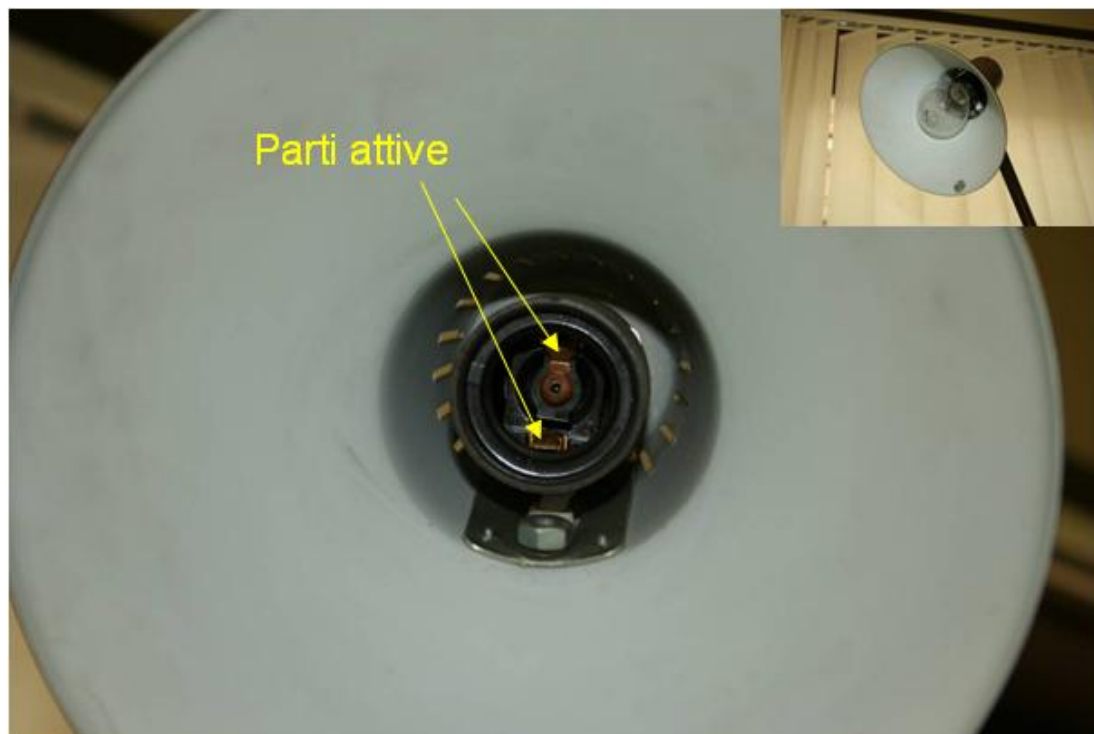


Figura n. 8

Esempio di parti attive in una lampada da tavolo



Un contatto diretto può verificarsi, ad esempio, con i conduttori scoperti di una conduttura elettrica o con l'attacco di un portalampada casualmente accessibile ad interruttore chiuso (figg. 7 e 8).

I **contatti indiretti** sono contatti con una massa durante un guasto dell'isolamento principale. Per **massa** si intende una parte conduttrice di un impianto o di un apparecchio elettrico, che può essere toccata, che non è in tensione nel funzionamento normale, ma che può andare in tensione per cedimento dell'isolamento principale o comunque per contatto accidentale con parti attive. L'**isolamento principale** è l'isolamento delle parti attive, realizzato per proteggere dalla folgorazione per contatto diretto. Generalmente l'isolamento principale coincide con l'isolamento funzionale, che ha lo scopo di isolare parti attive e non attive a tensione diversa per far funzionare l'apparecchio o l'impianto.

Un contatto indiretto si verifica, ad esempio, toccando l'involucro metallico di un termoconvettore (fig. 9) messo in tensione da un cavo di alimentazione scollegato dalla morsettiera.

Figura n. 9

Una Massa



Le precedenti definizioni non sono uno sterile esercizio teorico, ma servono a differenziare all'origine le logiche di protezione contro i due tipi di contatti.

La protezione contro i contatti diretti viene attuata impedendo alla persona di toccare la parte attiva (attraverso l'interposizione di distanze e/o barriere), e ciò può essere realizzato piuttosto facilmente, anche tenendo conto che le parti attive dei componenti degli impianti e degli apparecchi, in condizioni normali, sono già isolate funzionalmente rispetto alle altre parti conduttrici. Un contatto diretto con componenti protetti correttamente ed integri, generalmente si verifica solo se c'è volontà di accedere alla parte in tensione.

Il contatto indiretto, invece, è più subdolo perché avviene con una parte dell'impianto o di un apparecchio che in condizioni normali può essere toccata senza problemi. Si tratta di un guasto latente che, in assenza delle opportune misure di protezione, manifesta tutta la sua pericolosità nel momento stesso in cui qualcuno entra in contatto con l'impianto, l'apparecchio o le parti metalliche ad essi connesse.

La protezione contro i contatti indiretti viene attuata, perciò, impedendo che parti dell'impianto o dell'apparecchio che possono essere toccate assumano tensioni

pericolose<sup>8</sup> e che in caso di contatto possano far passare correnti pericolose per tempi superiori a quelli ammissibili.

### **Bibliografia**

- G. Conte: "Manuale di impianti elettrici", HOEPLI, 2014.
- V. Carrescia: "Fondamenti di sicurezza elettrica", TNE, 2009.
- Norma CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- Norma CEI 64-18: Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano e degli animali domestici.

**Data di chiusura del documento: 02/11/2018**

### **Conoscere il rischio**

Nella sezione Conoscere il rischio del portale Inail, la Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Contarp) mette a disposizione prodotti e approfondimenti normativi e tecnici sul rischio professionale, come primo passo per la prevenzione di infortuni e malattie professionali e la protezione dei lavoratori. La Contarp è la struttura tecnica dell'Inail dedicata alla valutazione del rischio professionale e alla promozione di interventi di sostegno ad aziende e lavoratori in materia di prevenzione.

### **Per informazioni**

[contarp@inail.it](mailto:contarp@inail.it)

---

<sup>8</sup> Le tensioni pericolose sono quelle superiori a 50 V o a 25 V, rispettivamente in condizioni ordinarie o di maggior rischio.