

IL RISCHIO ELETTRICO

Con quest'articolo vorrei fornire alcune informazioni che interessano i radioamatori e più in generale tutti coloro che per hobby, o per vita quotidiana, sono interessati all'utilizzo di dispositivi elettrici od elettronici che funzionano con tensioni pericolose per la salute, quando accidentalmente queste vengono in contatto con il corpo umano.

In particolare da noi radioamatori, essendo in abituale vicinanza con apparati elettrici ed elettronici che usiamo per la nostra attività, è bene siano conosciuti certi concetti che sono alla base della sicurezza elettrica.

Gli effetti dannosi che la corrente elettrica può produrre sul corpo umano possono derivare da un'azione diretta, da un'azione indiretta o da entrambi gli effetti contemporaneamente.

L'azione diretta è dovuta al passaggio della corrente elettrica attraverso il corpo umano a seguito di un contatto contemporaneo con due punti a potenziale differente, di cui uno è normalmente quello di terra. La circolazione di corrente interferisce sulla normale attività dell'organismo, dando luogo a dei fenomeni che vanno dalla semplice percezione superficiale nel punto di contatto, alla morte per folgorazione (elettrocuzione). Questi effetti dipendono dall'intensità della corrente che fluisce nel corpo e dal tempo durante il quale la corrente stessa persiste.

L'azione indiretta può provocare cadute dovute a movimenti bruschi sotto l'effetto di repulsione del contatto elettrico, in particolare se si è in condizioni di equilibrio instabile (scale, sedie etc.), ustioni ed abbagliamenti con conseguenti danni all'occhio, dovuti essenzialmente all'arco elettrico che si può generare a causa di un corto circuito.

Il corpo umano è regolato a livello cerebrale, cardiaco, muscolare e più in generale a livello cellulare, da impulsi di natura elettrica che determinano le diverse funzioni dell'organismo e che garantiscono tutte le funzioni vitali sia volontarie sia spontanee. Se a queste debolissime correnti interne vengono a sommarsi delle correnti esterne, tutto il complesso equilibrio risulta alterato, in modo più o meno significativo, fino a compromettere in maniera irreparabile tali funzioni e causare, nei casi più gravi, la morte. La gravità dipende dal valore della corrente, dal tempo che essa permane e dal percorso all'interno del corpo umano. Tutte le volte che si chiude un circuito elettrico in esso si stabilisce una corrente il cui valore dipende dalla tensione applicata e dalla resistenza.

IMPEDENZA DEL CORPO UMANO

Per il corpo umano è difficile prevedere esattamente l'impedenza che questo presenta al momento del contatto con la parte sotto tensione; questa dipende da alcune caratteristiche fisiche che variano da persona a persona, dal tipo e durata del contatto e dalle condizioni ambientali.

In particolare:

- **le caratteristiche di natura biologica;** il peso, l'età, il sesso, le condizioni di salute influiscono sul valore complessivo della resistenza del corpo umano;
- **lo stato della pelle;** la resistenza della pelle può cambiare col variare delle sue condizioni. Un'epidermide secca e callosa presenta una resistenza più alta di una pelle morbida ed umida, ad esempio a causa della sudorazione;
- **il tipo di contatto;** la superficie di contatto è l'area del corpo che viene a trovarsi in contatto con la parte in tensione (dito, mano, braccio etc), con l'aumentare di questa diminuisce il valore della resistenza del corpo;
- **la pressione di contatto;** ad una maggiore pressione corrisponde una minore resistenza;
- **la durata del contatto;** il prolungamento del contatto porta normalmente, oltre ad aggravare gli effetti del passaggio della corrente, a portare ad un abbassamento della resistenza di contatto;
- **il valore di tensione applicata;** la resistenza del corpo diminuisce con l'aumentare della tensione applicata;
- **le condizioni ambientali;** un ambiente umido abbassa drasticamente le resistenze di contatto.

Dal punto di vista elettrico il corpo umano può considerarsi rappresentato come la rete di resistenze e condensatori, rappresentata in fig. 01.

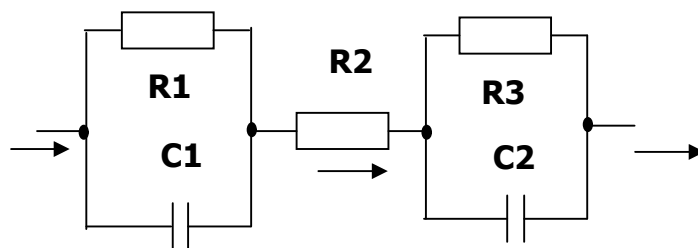


fig. 01

In questa schematizzazione elettrica, le resistenze R1 e R3 ed i condensatori C1 e C2, simulano la resistenza ed il condensatore della pelle nel punto del contatto d'ingresso e di uscita della corrente, la resistenza R2 simula la resistenza del corpo fra questi due punti. I valori delle resistenze e capacità, possono essere diversi secondo i casi e la reattanza capacitiva diviene rilevante solo per frequenze superiori a 1000 Hz. A frequenza industriale (50 Hz), l'impedenza si riduce alle sole componenti resistive del corpo umano.

A titolo indicativo e come ordine di grandezza, possiamo considerare il valore dell'impedenza del corpo umano, per una tensione di 230 volt di contatto fra mano e piede secondo le condizioni d'umidità della pelle, compresa tra i 1000 ed i 3000 ohm.

EFFETTI DELLA CORRENTE ELETTRICA SUL CORPO UMANO

Gli effetti negativi principali della corrente elettrica sul corpo umano sono i seguenti:

- **interferenza con i segnali elettrobiologici** delle fibre nervose e muscolari che possono provocare:
 - tetanizzazione (contrazione spasmodica dei muscoli);
 - alterazioni della funzione respiratoria, lesioni degli organi di senso (vertigini, etc.);
 - fibrillazione (contrazione scoordinata) del muscolo cardiaco;

- **ustioni** (sviluppo di calore per effetto Joule);

- **traumi** per urti e cadute conseguenti all'elettrocuzione.

Tetanizzazione

Consiste nella paralisi, parziale o totale, dei muscoli attraversati dalla corrente elettrica; superata una certa soglia viene a stabilirsi uno stato di contrazione permanente che, in certi casi, non consente il rilascio del punto di contatto.

Il valore più alto di corrente per cui una persona è ancora in grado di staccarsi della sorgente elettrica, si chiama corrente di rilascio e mediamente è compreso tra i 10 mA e i 20 mA per una corrente di 50Hz. Da notare che correnti molto elevate non producono solitamente la tetanizzazione perché l'eccitazione muscolare è talmente elevata che i movimenti muscolari involontari, provocano di solito il distacco del corpo dal punto di contatto.

Alterazioni della funzione respiratoria

Una complicanza dovuta alla tetanizzazione è la paralisi dei centri nervosi che controllano la respirazione. Se il percorso della corrente interessa i muscoli del torace, si manifesta un blocco più o meno intenso della respirazione, con possibili svenimenti, asfissia, collasso e perdita dei sensi tali da provocare cadute con possibili lesioni più o meno gravi. Casi sfortunati sono quelli in cui la paralisi dei muscoli che presiedono alla respirazione perdura per 3-4 minuti fino a provocare l'asfissia. In questi casi il fenomeno è reversibile solo se si provvede con prontezza, anche con l'ausilio della respirazione artificiale, al soccorso dell'infortunato per evitare danni al tessuto cerebrale.

Fibrillazione del muscolo cardiaco

E' bene precisare subito che la fibrillazione ventricolare è la causa principale della maggior parte dei decessi per folgorazione.

In condizioni normali il muscolo cardiaco si contrae ritmicamente con una frequenza, variabile da persona a persona, da 65 ad 85 volte al minuto sotto l'effetto di stimoli elettrici naturali generati da una struttura nervosa (il nodo del seno atriale), posta nella parte superiore dell'atrio destro.

L'attività elettrica del cuore, di ampiezza tipica di 1 mV rilevabile sulla superficie corporea, è caratterizzata da un andamento temporale rappresentato in fig. 02.

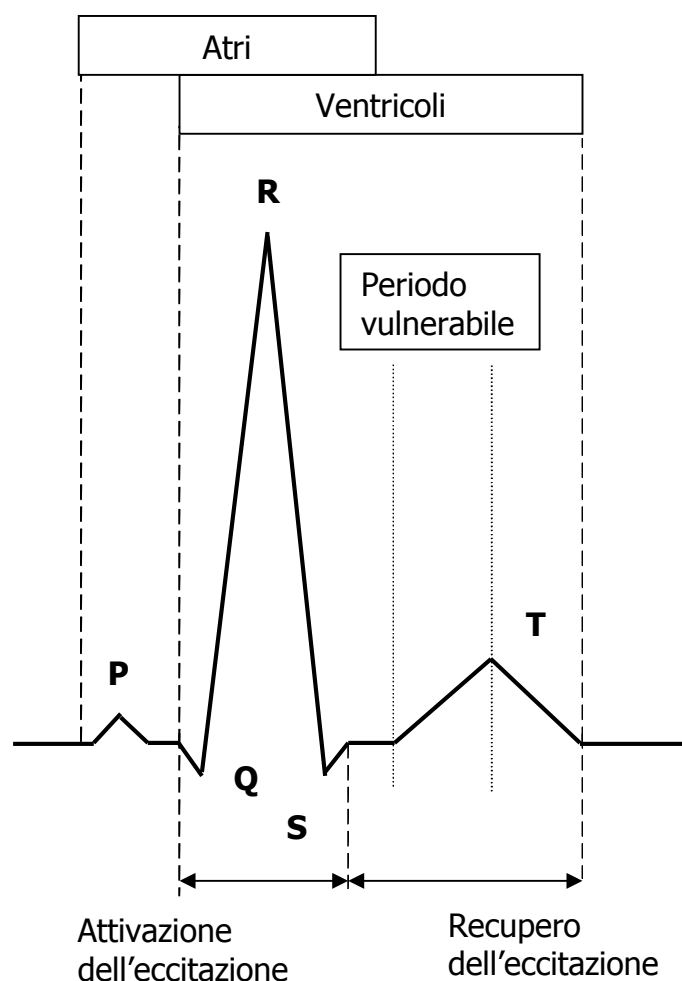


fig. 02

Elettrocardiogramma normale con indicazione delle onde significative e del periodo di massima vulnerabilità elettrica del cuore

Se alla normale attività elettrica si sovrappone una corrente elettrica esterna, la funzionalità cardiaca viene alterata e, nei casi più gravi, compromessa.

In particolare esiste un breve intervallo di tempo nel ciclo cardiaco particolarmente vulnerabile dal punto di vista elettrico. Questo intervallo, indicato come "periodo vulnerabile", è il momento in cui le fibre ventricolari stanno ritornando nello stato di riposo elettrico. Se una corrente elettrica interferisce con questa fase del ciclo cardiaco è molto probabile che si inneschi il fenomeno della "fibrillazione ventricolare".

Questa consiste nella modificazione del ritmo normale del muscolo cardiaco. Il cuore produce in modo autonomo una serie di segnali elettrici indipendenti e scoordinati, che comandano le sequenze di contrazione e dilatazione degli atri e dei ventricoli ed il cuore perde, di conseguenza, la capacità di pompare il sangue in circolo (fig. 03).

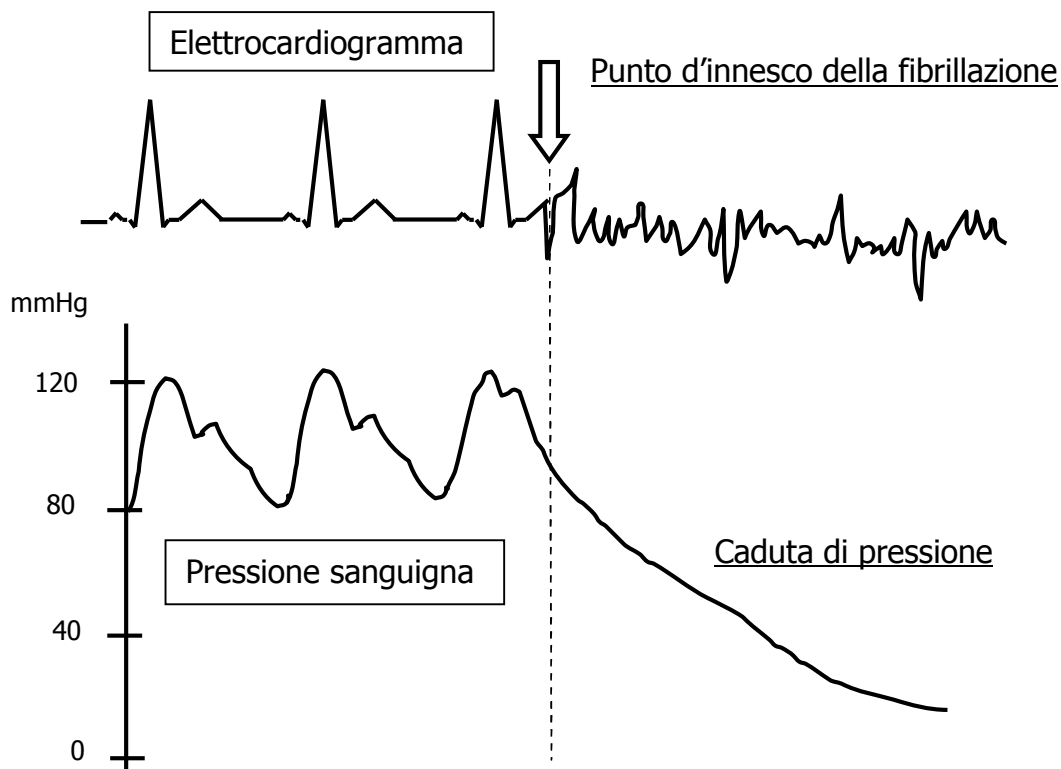


fig. 03

Effetto della stimolazione elettrica del cuore (ECG) e corrispondente andamento della pressione arteriosa

Questa anomalia è particolarmente pericolosa perché diventa un fenomeno non reversibile in quanto il fenomeno persiste anche se lo stimolo esterno cessa. La fibrillazione ventricolare è reversibile entro i primi due o tre minuti soltanto se il cuore è sottoposto ad una scarica elettrica molto violenta. Solo così si possono evitare gravi danni ai tessuti del cuore stesso, a quelli del cervello ed impedire la morte dell'infortunato. Per raggiungere tale scopo è però necessario l'uso del defibrillatore, un'apparecchiatura medica che applica un impulso elettrico al torace dell'infortunato tramite due elettrodi, che normalmente, purtroppo, non è disponibile al momento dell'infortunio.

Un segnale di disturbo con intensità dell'ordine delle decine di mA e durata superiore a 0,1 ms può innescare la fibrillazione irreversibile.

Fortunatamente solo una piccola frazione della corrente che attraversa il corpo umano, passa nella parte sensibile del cuore e per produrre la fibrillazione si devono verificare particolari coincidenze di polarità e di forma d'onda dell'impulso perturbatore. In corrente alternata, alla frequenza di 50 Hz, può innescarsi per correnti superiori a 500 mA e per contatti di durata non inferiore a 0,05 sec.

Ustioni

Sono determinate dallo sviluppo di calore provocato per effetto Joule dal passaggio della corrente elettrica e si manifestano solo con valori di corrente dell'ordine degli ampère, pertinenti a contatti con parti a tensione elevate (normalmente superiori a 230V).

Queste ustioni sono principalmente localizzate sulla pelle, nei punti di ingresso e di uscita della corrente, ma sono possibili anche ustioni più profonde.

La gravità delle conseguenze degli effetti della folgorazione, indicata anche come elettrocuzione, sono legate al valore della corrente che percorre il corpo e dal tempo (vd. fig. 04) che questa permane. Risulta evidente quindi quanto sia vitale interrompere prima possibile il contatto con il punto sotto tensione allontanando la persona interessata o interrompendo l'erogazione di energia.

Riepilogo degli effetti della corrente elettrica alternata a 50 Hz attraverso il corpo (valori medi indicativi).

Intensità di corrente (in mA efficaci)	Effetti
1	Soglia di percezione
5 - 10	Massima intensità di corrente tollerabile senza danni fisiologici
10 - 20	L'individuo ha ancora capacità di coordinamento e può distaccarsi da contatti accidentali
20 -100	L'individuo perde la capacità di coordinamento: compare il dolore: possibile svenimento, le funzioni cardiache e respiratorie permangono - possibile fibrillazione
100 - 2000	Fibrillazione ventricolare - pericolo di morte. Il centro respiratorio, generalmente, continua a funzionare - ustioni
2000 ed oltre	Contrazione sostenuta del miocardio - paralisi temporanea dell'attività respiratoria - perdita della conoscenza - ustioni gravi

Effetti della corrente sul corpo umano in funzione dell'intensità della corrente e del tempo di permanenza del contatto sotto tensione

Curva di sicurezza Corrente / Tempo

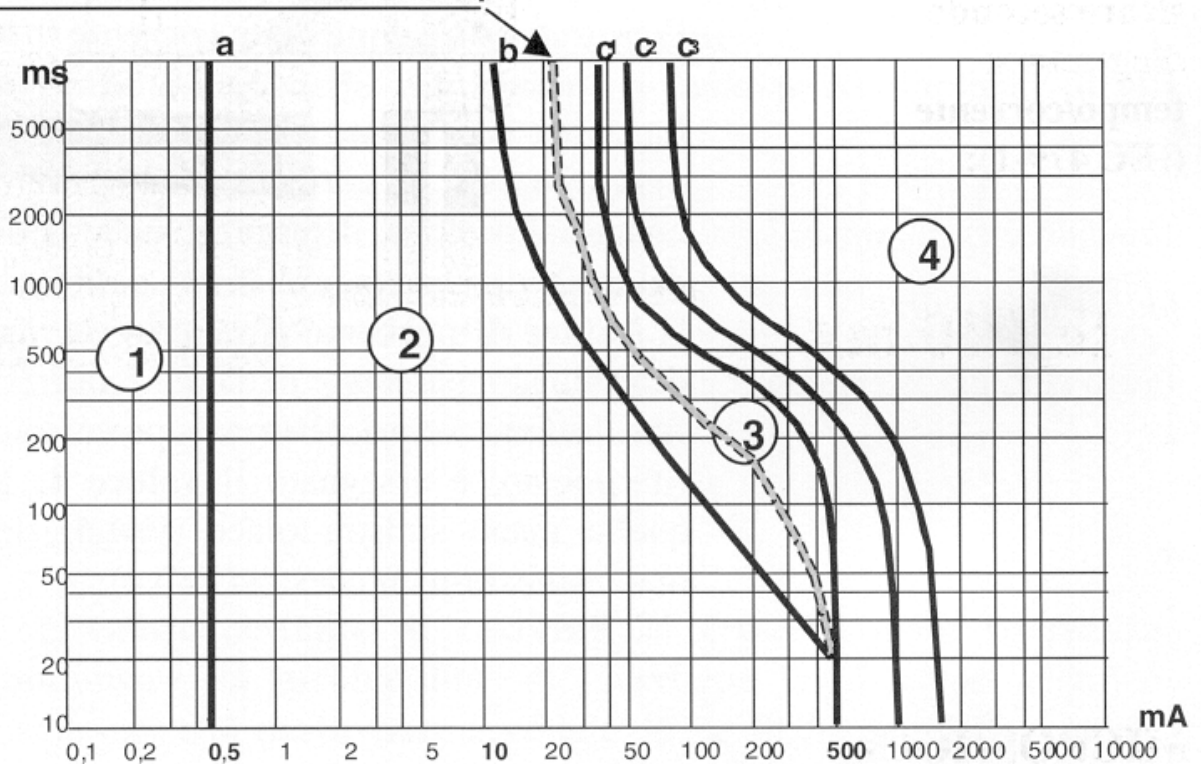


fig. 04

zona 1: abitualmente non si nota nessuna reazione

zona 2: abitualmente non si nota nessun effetto fisiologicamente pericoloso

zona 3: abitualmente non si nota nessun danno organico, ma disturbi reversibili quali contrazioni muscolari e difficoltà respiratoria e fibrillazione

zona 4: in aggiunta agli effetti che si hanno in zona 3, sono probabili arresto cardiaco, arresto respiratorio, ustioni gravi. Le probabilità di danni fisiologici aumentano con l'aumentare del valore di corrente e del tempo

Effetti della corrente sul corpo umano in funzione della frequenza della corrente dovuta al contatto elettrico

La pericolosità della corrente diminuisce con l'aumentare della frequenza; la curva di sensibilità in funzione della frequenza, ottenuta da dati statistici, è mostrata nella figura seguente:

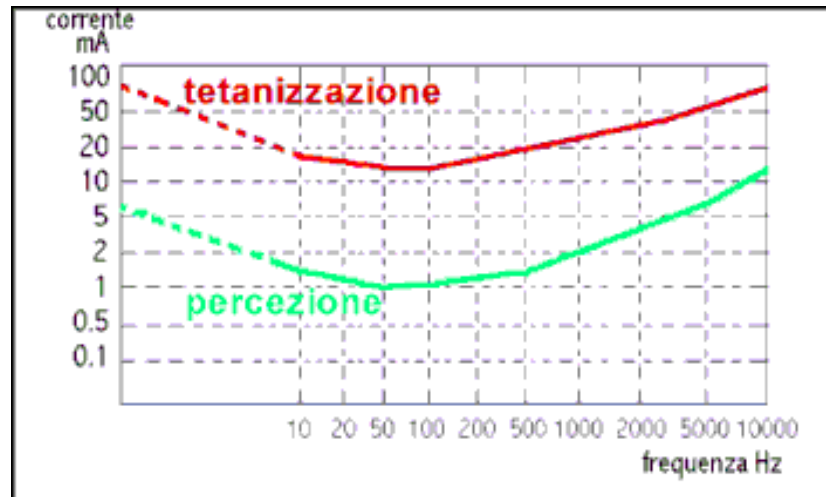


fig. 05

Nella fig. 05 si può vedere che alla frequenza di 50 Hz, già una corrente di 20 mA provoca la tetanizzazione e che la massima sensibilità è proprio nel campo relativo a questa frequenza; ciò significa che la frequenza di rete si colloca nel campo di massima pericolosità.

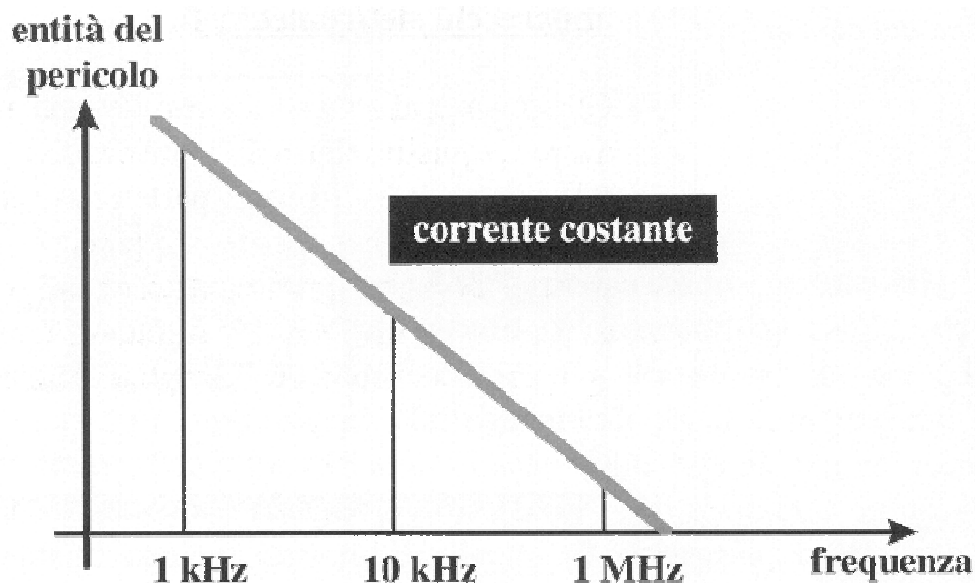


fig. 06

Correnti a maggior frequenza (fig. 06) sono meglio sopportate in quanto la durata dell'impulso necessario ad eccitare le cellule, inversamente proporzionale alla frequenza, diminuisce all'aumentare della frequenza e quindi è necessario aumentare l'intensità dello stimolo per provocare la modificazione del potenziale di riposo delle cellule; inoltre la pericolosità della corrente elettrica ad alta frequenza diminuisce perché questa tende a passare sulla superficie corporea. Il fenomeno descritto si chiama appunto "effetto pelle", ben conosciuto in campo radio, e provoca minor danni perché il passaggio della corrente elettrica interessa solo la pelle e non organi vitali.

In questo caso si possono avere nei punti di ingresso e di uscita, in particolare se questi sono di superficie ridotta, a causa dell'alta densità di corrente dei surriscaldamenti dei tessuti interessati e nei casi più gravi, delle ustioni.

Anche la corrente continua può essere pericolosa per l'uomo come si può vedere sempre dalle curve sopra indicate, ma anche in questo caso è necessaria un'intensità maggiore di quella alternata a 50 Hz a causa di un fenomeno che avviene nella cellula sottoposta ad uno stimolo continuo detto di accomodazione: in presenza di uno stimolo ininterrotto la cellula infatti, si adatta alla nuova situazione aumentando la sua soglia di eccitabilità.

La corrente continua è percepita come una fitta più o meno dolorosa che può essere accompagnata da contrazioni ma non si ha la sensazione di scossa perdurante come in corrente alternata; l'insorgere della fibrillazione avviene per correnti permanenti dell'ordine di 150 mA (contro i 40-50 mA della corrente alternata).

Il salvataggio di persone colpite da scarica elettrica

Se l'infortunato è ancora attaccato o vicino ad un punto di dispersione a terra della corrente, è pericoloso toccarlo, perché potremmo seguire la sua sorte, quindi:

- 1 - interrompiamo la corrente sfilando la spina dell'apparecchio elettrico coinvolto oppure, meglio, togliendo la corrente generale;
- 2 - se queste manovre non fossero possibili stacciamo l'infortunato dal conduttore aiutandoci con bastoni isolanti (legno - plastica) o coperte asciutte;
- 3 - conviene che durante l'intervento calziamo scarpe o guanti di gomma, o che teniamo i piedi su un pacco di carta asciutta, su un tavolo di legno, su un tappeto o altri materiali isolanti, e che non tocchiamo il pavimento o le pareti con le mani o altre parti del corpo;
- 4 - una volta staccato dalla corrente, allontaniamo l'infortunato dalla zona di possibile dispersione della corrente a terra, per poterlo soccorrere senza rischi;
- 5 - se la dispersione a terra (ad esempio quando un conduttore sotto tensione tocca un pavimento) è ancora attiva segnaliamola delimitandone il percorso con sedie od altro;
- 6 - controlliamo le funzioni vitali del folgorato, e regoliamoci di conseguenza, nel caso non dia segni vitali **facciamo intervenire prima possibile personale capace e dotato di mezzi idonei, per la rianimazione.**

Sistemi e dispositivi di sicurezza contro il rischio elettrico

Esaminate le cause fisiologiche all'origine del rischio elettrico, vediamo quali sono i mezzi con cui possiamo ridurre tale rischio in termini accettabili.

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

- per contatto del corpo umano con due conduttori a diverso potenziale;
- per contatto del corpo umano con un conduttore a tensione di rete e terra.

Occorre premettere che nel primo caso non c'è nessun tipo di protezione che è possibile mettere in atto, quindi è assolutamente necessario porre particolare attenzione a non toccare contemporaneamente due conduttori a potenziale diverso (es. fase e neutro); **in questo caso l'unico aiuto su cui potremmo contare, è quello della buona sorte!**

Perché prendiamo la scossa toccando un solo punto sotto tensione di rete?

La distribuzione dell'energia elettrica a bassa tensione che arriva nelle nostre abitazioni avviene tramite un sistema di trasformazione da media tensione trifase, a bassa tensione monofase, come indicato in modo semplificato, nella figura seguente.

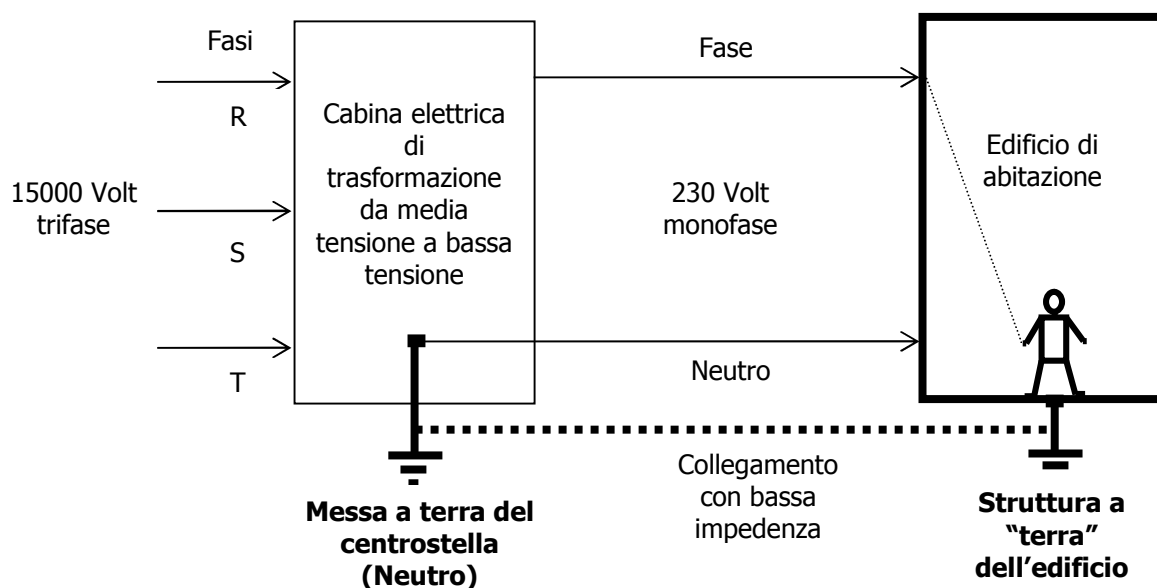


fig. 07

Generalmente nelle cabine di distribuzione elettrica il secondario del trasformatore di riduzione è configurato a stella il cui centro (neutro) viene collegato, per motivi tecnici, a terra per mezzo di un dispersore infisso nel terreno; tale neutro viene portato nelle singole utenze e costituisce il conduttore di ritorno della fase (mono) di bassa tensione a 230V.

A causa di tale collegamento a terra del neutro, toccando accidentalmente la fase, una corrente di ampiezza più o meno alta, in funzione dell'impedenza complessiva che esiste fra il punto di contatto e la messa a terra del neutro nella cabina di trasformazione, attraversa la persona richiudendosi tramite la struttura dell'edificio che è costruttivamente a terra.

Esistono due tipi di contatti elettrici accidentali e precisamente:

- a) il **contatto diretto**, quando la persona tocca un conduttore normalmente sotto tensione pericolosa per motivi funzionali;
- b) il **contatto indiretto**, quando la persona tocca una parte conduttiva di un'apparecchiatura elettrica o dell'impianto normalmente non in tensione, che ha assunto accidentalmente un potenziale pericoloso a causa di un guasto dell'isolamento.

1) PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

I sistemi di protezione che sono normalmente messi in atto contro i contatti diretti sono fondamentalmente di tipo passivo, devono cioè impedire il contatto con la parte sotto tensione.

Tali protezioni sono realizzate mediante:

- isolamento delle parti attive

Le parti attive sono protette da un isolamento in grado di resistere agli sforzi meccanici, termici ed elettrici cui può essere sottoposto durante il funzionamento normale;

- involucri o barriere

nel caso in cui le parti attive debbano essere accessibili per manutenzione o altro, la protezione da contatti diretti è realizzata da involucri o barriere che devono assicurare la protezione durante il normale funzionamento. Nel caso che queste protezioni debbano essere rimosse, l'operazione deve essere possibile solo volontariamente tramite l'impiego di utensili.

2) PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

In relazione al sistema di protezione adottato contro i contatti indiretti, gli apparecchi ed i componenti elettrici si suddividono fondamentalmente in due classi:

apparecchi e componenti di classe I

sono provvisti d'isolamento principale e gli involucri metallici che possono venire in contatto con l'utilizzatore, sono muniti di un sistema per la messa a terra di sicurezza;

apparecchi e componenti di classe II

sono provvisti d'isolamento supplementare che garantisce la protezione delle persone nel caso di cedimento dell'isolamento principale e sono privi di sistema di messa a terra. La messa a terra non è necessaria in quanto gli eventuali involucri metallici esterni, sono separati dalle parti attive interne da un isolamento doppio o rinforzato.

Gli apparecchi di questa classe sono contraddistinti dal simbolo sottoindicato:



Oltre alle misure tecniche d'isolamento indicate nei due casi, altri mezzi di protezione si realizzano inserendo sulla linea di rete, un interruttore differenziale con soglia d'intervento non superiore ai 30mA, oppure un trasformatore di isolamento.

Non c'è molto da dire per quanto riguarda i sistemi d'isolamento, si tratta dell'inserimento di opportuni materiali isolanti sulle parti attive che evitano il contatto con le stesse; vediamo invece come funziona la messa a terra di sicurezza, l'interruttore differenziale ed il trasformatore d'isolamento.

Messa a terra di sicurezza

Una protezione contro i contatti indiretti consiste nel *COLLEGAMENTO A TERRA* tramite un conduttore, detto *DI PROTEZIONE*, delle parti conduttrici (metalliche) accessibili. Con tale accorgimento è possibile far sì che al verificarsi di una perdita d'isolamento verso massa non si possano generare, sulle parti conduttrici accessibili, tensioni pericolose per chi le tocchi in quanto, come indicato precedentemente, queste sono collegate al potenziale di terra con un conduttore di protezione a bassa resistenza.

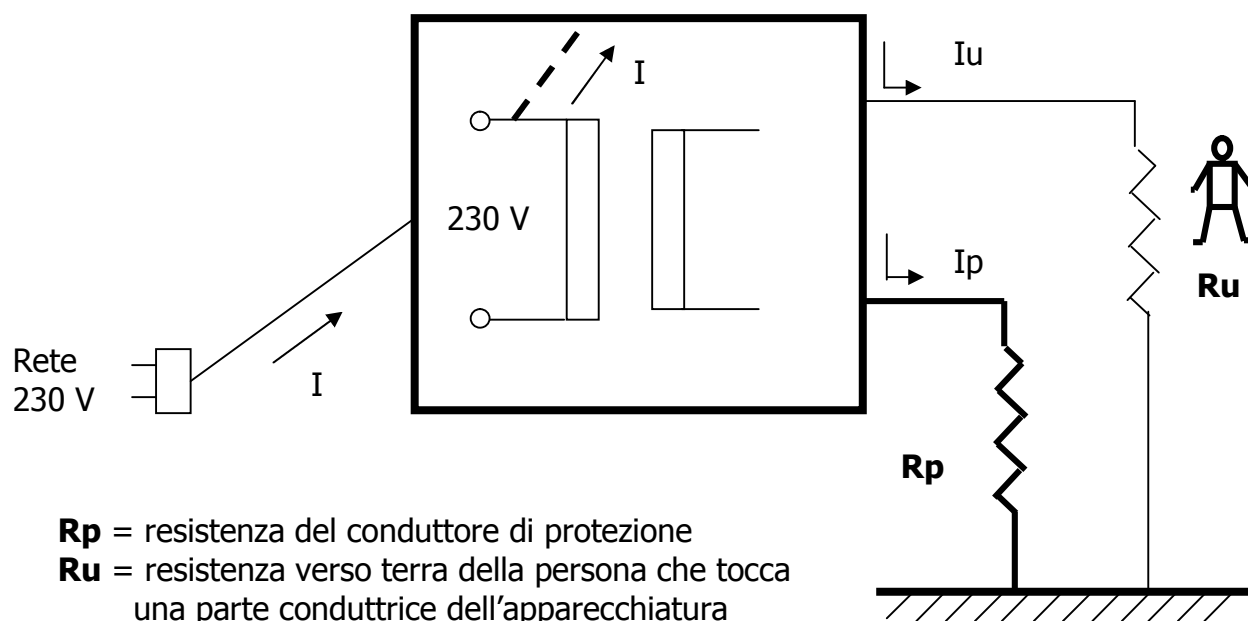


fig. 08

Nella fig. 08 è rappresentata schematicamente la situazione sopra descritta; una persona venuta accidentalmente in contatto con una parte metallica dell'apparecchiatura sotto tensione di rete per un cedimento dell'isolamento principale, può chiudere un circuito elettrico verso terra con conseguente passaggio attraverso la persona stessa di una corrente I_u .

Dalla figura si può facilmente capire come l'intensità di corrente I_u attraverso la persona, rappresentata dal punto di vista elettrico dalla resistenza R_u , possa essere fortemente ridotta attraverso la messa a terra del telaio tramite il collegamento a bassissima resistenza del conduttore di protezione identificato dalla resistenza R_p .

$$I = I_u + I_p$$

Se supponiamo (caso reale):

$$R_u = 1000 R_p$$

$$I_u = I_p / 1000$$

La corrente I si divide in due rami con intensità I_u e I_p . Se come nell'esempio sopra esposto, la R_p è 1000 volte più piccola della R_u (situazione del tutto normale se la R_p è costituita da un cavo di grossa sezione che raggiunge direttamente la terra dell'impianto), per la legge di Ohm la I_u sarà 1000 volte più piccola di I_p e la persona sarà percorsa da una corrente mille volte minore, del caso in cui mancasse il collegamento a terra della parte metallica accessibile.

La messa a terra delle parti metalliche accessibili ha inoltre un altro scopo, quando la perdita d'isolamento a causa di un guasto, genera una corrente elevata nel conduttore di terra, normalmente interviene l'interruttore magnetotermico posto a protezione dell'impianto elettrico, staccando automaticamente la tensione di rete evitando il possibile contatto pericoloso da parte delle persone.

Da quanto detto sopra risulta evidente che il sistema funziona correttamente se il valore della resistenza del collegamento a terra è mantenuto sufficientemente basso; dato che questo valore è determinato dalla qualità del contatto fra i dispersori ed il terreno e che inevitabilmente questo tende a peggiorare nel tempo a causa di corrosioni ed ossidazioni, è assolutamente indispensabile verificare periodicamente la resistenza effettiva dell'impianto di terra e, quando necessario (vd. norme CEI), sostituire o rigenerare l'insieme dei dispersori.

Interruttore differenziale (normalmente denominato salvavita)

In caso di contatti diretti accidentali dovuti all'imprudenza, o in caso di contatti indiretti dovuti al venire a meno della protezione passiva (cedimento dell'isolamento e mancanza della messa a terra di protezione), la corrente che scorre attraverso il corpo umano deve essere prontamente interrotta, anche se di piccola intensità.

A tale fine non è possibile impiegare dispositivi di protezione a massima corrente (interruttori magnetotermici), ma si deve ricorrere a interruttori automatici sensibili alla *corrente differenziale*.

Nello schema seguente (fig 09) è rappresentato il principio di un interruttore differenziale, con riferimento all'utilizzazione in corrente alternata monofase che è il caso che si presenta normalmente nelle utenze domestiche.

L'interruttore differenziale è un dispositivo che rileva la differenza tra le correnti entranti e uscenti da un circuito utilizzatore (R_u); in condizioni normali la somma vettoriale di queste correnti è sempre uguale a zero. Nel caso che avvenga una dispersione a terra (I_d), che può essere causata anche da un contatto accidentale di una persona, una parte della corrente fluisce verso il terreno e la risultante della somma delle correnti non è più uguale a zero. La corrente risultante produce un flusso che induce su di un terzo avvolgimento una corrente che è in grado di fare intervenire l'interruttore differenziale quando la corrente differenziale supera il valore di soglia per la quale questo è tarato.

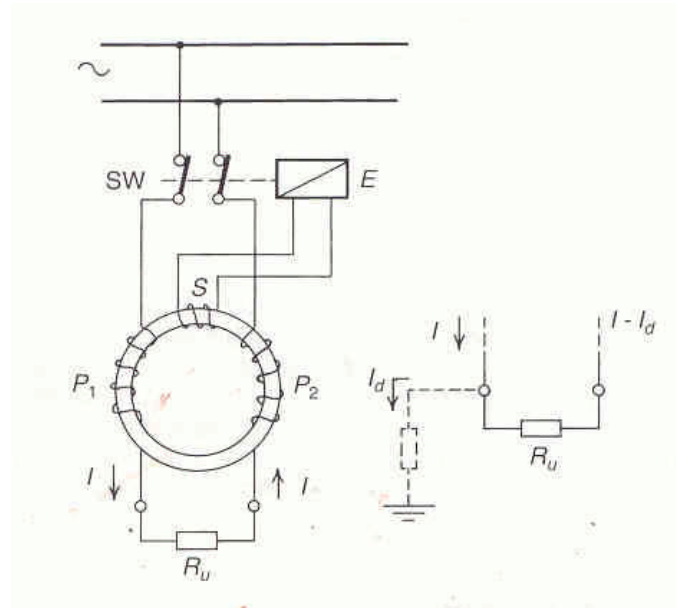


fig. 09

Schema di interruttore differenziale

C'è una considerazione da fare sugli interruttori differenziali usati normalmente negli edifici di abitazione, la corrente di 30 mA cui normalmente sono tarati questi interruttori differenziali, non corrisponde esattamente a quella che il corpo umano può sopportare per un tempo imprecisato, ma è frutto di un compromesso tra le esigenze di sicurezza per le persone e la continuità di servizio dell'impianto. L'interruttore differenziale non limita il valore della corrente ma solamente il tempo in cui questa corrente permane e la sicurezza della persona è assicurata solo se il circuito viene aperto in un tempo compatibile con la protezione del corpo umano. Occorre rilevare che questo fatto non permette di escludere in modo assoluto, che nell'infortunato non possano insorgere fenomeni di fibrillazione ventricolare. Esistono anche interruttori differenziali con correnti d'intervento di 10 mA (valore considerato sicuro per tempo indefinito), usati normalmente nei locali umidi es. i bagni, ma che sono più difficili da mantenere in esercizio in quanto le correnti di dispersione "normali" di un gruppo di elettrodomestici può facilmente raggiungere, sommandosi, tale valore e quindi provocare continue interruzioni dell'energia elettrica; l'uso di tali differenziali è quindi indicato a protezione di singoli locali o singole utenze; nel nostro caso possono essere impiegati per proteggere il banco da lavoro dove normalmente si "aprono" o si sperimentano nuove apparecchiature.

Trasformatore d'isolamento

Affinché una corrente circoli nel corpo umano, questo deve far parte di un circuito chiuso. Se si tocca una parte attiva della rete elettrica di distribuzione, poiché questa ha un punto collegato a terra, si chiude il circuito parte attiva (fase)- corpo umano- terra (neutro) e si ha quindi passaggio di corrente. Il trasformatore di isolamento evita la chiusura di questo circuito in quanto non ha alcun punto del secondario collegato a terra e quindi, se si tocca una sua parte attiva, non c'è nessun passaggio di corrente attraverso il corpo.

In realtà il secondario del trasformatore d'isolamento, pur essendo galvanicamente separato da terra, presenta verso questa una capacità parassita attraverso la quale può richiudersi una corrente che è funzione della reattanza della capacità stessa, e che racchiude quella parassita propria del trasformatore e quella del circuito utilizzatore collegato al secondario (fig 10).

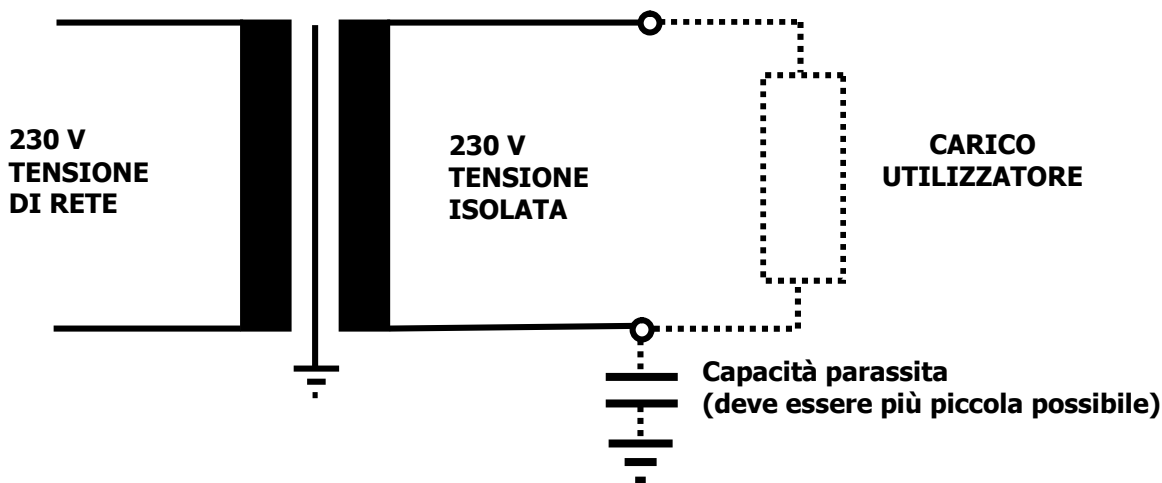


fig. 10

Per questo motivo il circuito alimentato dal secondario del trasformatore d'isolamento, non deve avere un'estensione eccessiva (come nel caso di trasformatori che sono parte dell'apparecchiatura o posti a protezione di un banco da lavoro). Infatti, maggiore è l'estensione dell'impianto maggiore è la capacità d'esercizio verso terra e minore la corrispondente reattanza; per assurdo potremmo arrivare, se la capacità è molto grande e quindi la reattanza capacitiva molto piccola, a ritrovarsi nelle condizioni di avere un capo del secondario del trasformatore d'isolamento come se fosse collegato a terra, e quindi nelle condizioni di perdere le sue funzioni di sicurezza.

Il *trasformatore di isolamento*, realizzato secondo precise norme costruttive, ha la funzione quindi di separare fisicamente il circuito di alimentazione che parte dalla cabina di distribuzione, da quello che alimenta, ad esempio, una presa. Tale protezione è ottenuta grazie all'utilizzo d'opportuni materiali per l'isolamento e minimizzando le capacità parassite tra l'*avvolgimento primario* e l'*avvolgimento secondario*.

Interruttore magnetotermico

In ultimo consideriamo l'interruttore magnetotermico, che troviamo comunemente a salvaguardia di problemi di forte assorbimento su tutti gli impianti domestici.

Attenzione questo dispositivo interrompe l'alimentazione solo quando la corrente che lo attraversa supera un valore prefissato, che in genere supera la decina d'ampere (altrimenti si aprirebbe anche con la normale utenza), **pertanto non è assolutamente da considerare come un dispositivo di sicurezza per i contatti diretti o indiretti dell'uomo.**

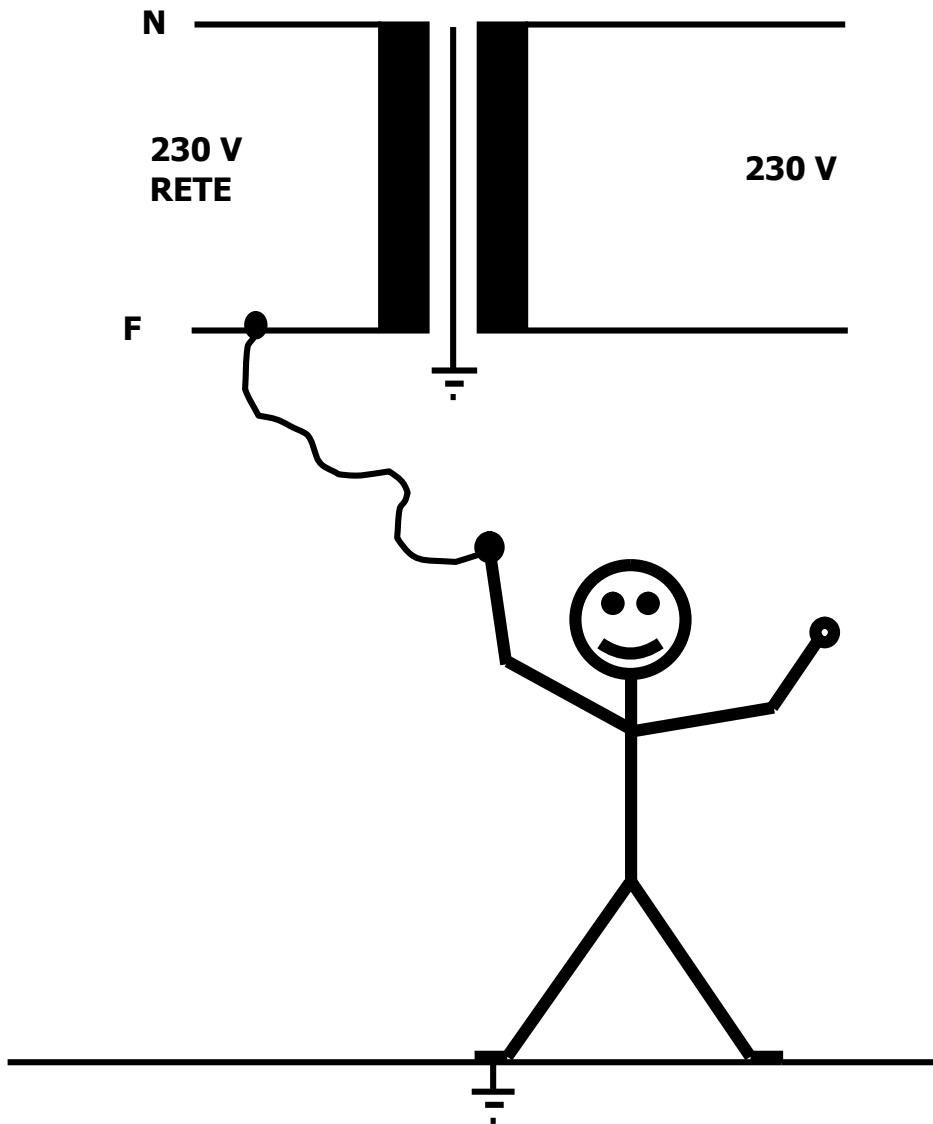
Serve invece come dispositivo per la sicurezza degli impianti e degli apparecchi a questo collegati (ad es. in caso di corto circuito) e soprattutto per evitare il surriscaldamento, con relativo pericolo d'incendio, in caso di guasti.

E per finire, cinque semplici quiz per verificare se i concetti fondamentali sono chiari;

osservate ATTENTAMENTE le figure e rispondete se per ognuna di queste esiste o no rischio elettrico. Poi verificate i risultati.

Se non avete risposto ESATTAMENTE A TUTTI i quiz, tenete ancora le mani in tasca, non toccate niente, siete ancora a rischio di scossa, rileggete l'articolo fino a quando non rispondete esattamente e con convinzione a tutti i quiz!

QUIZ N^ 1

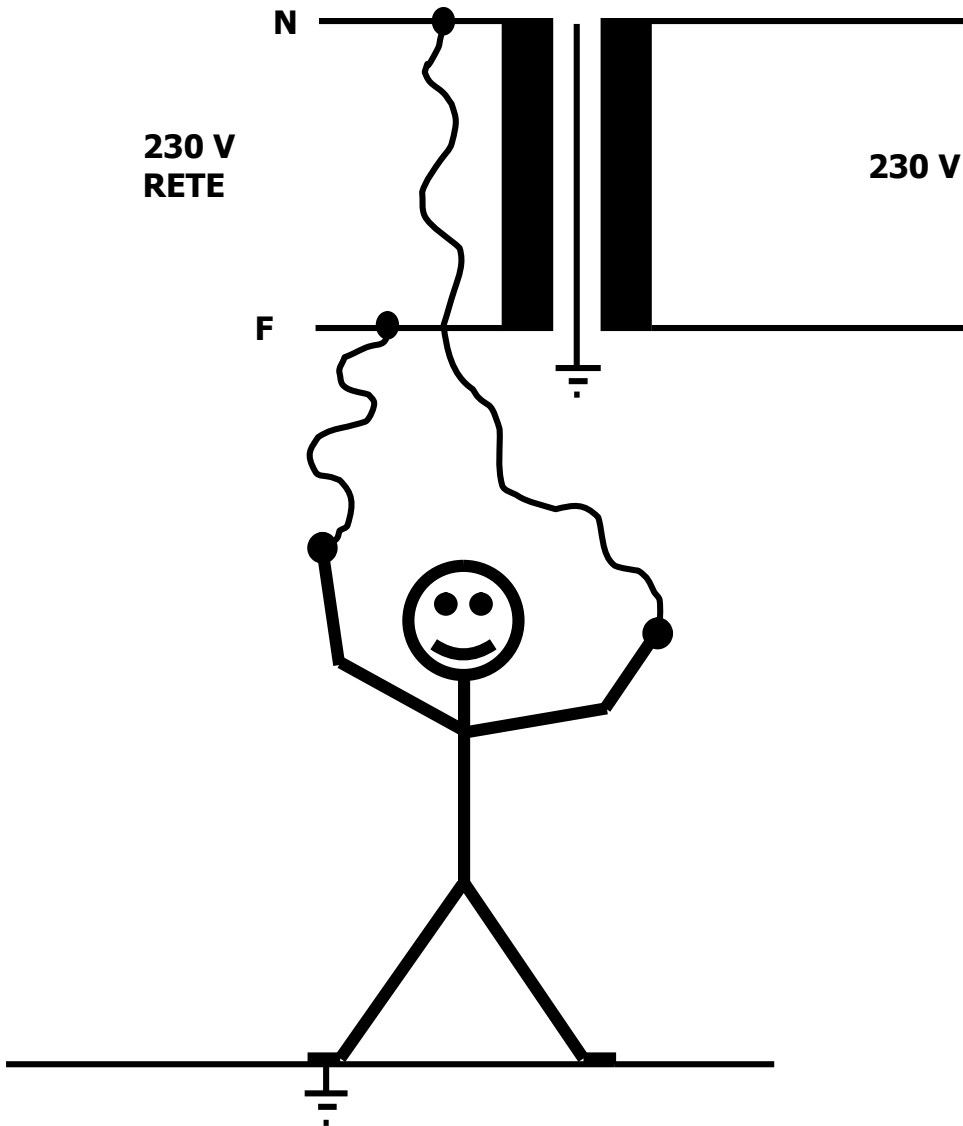


RISCHIO ELETTRICO?

SI

NO

QUIZ N^ 2

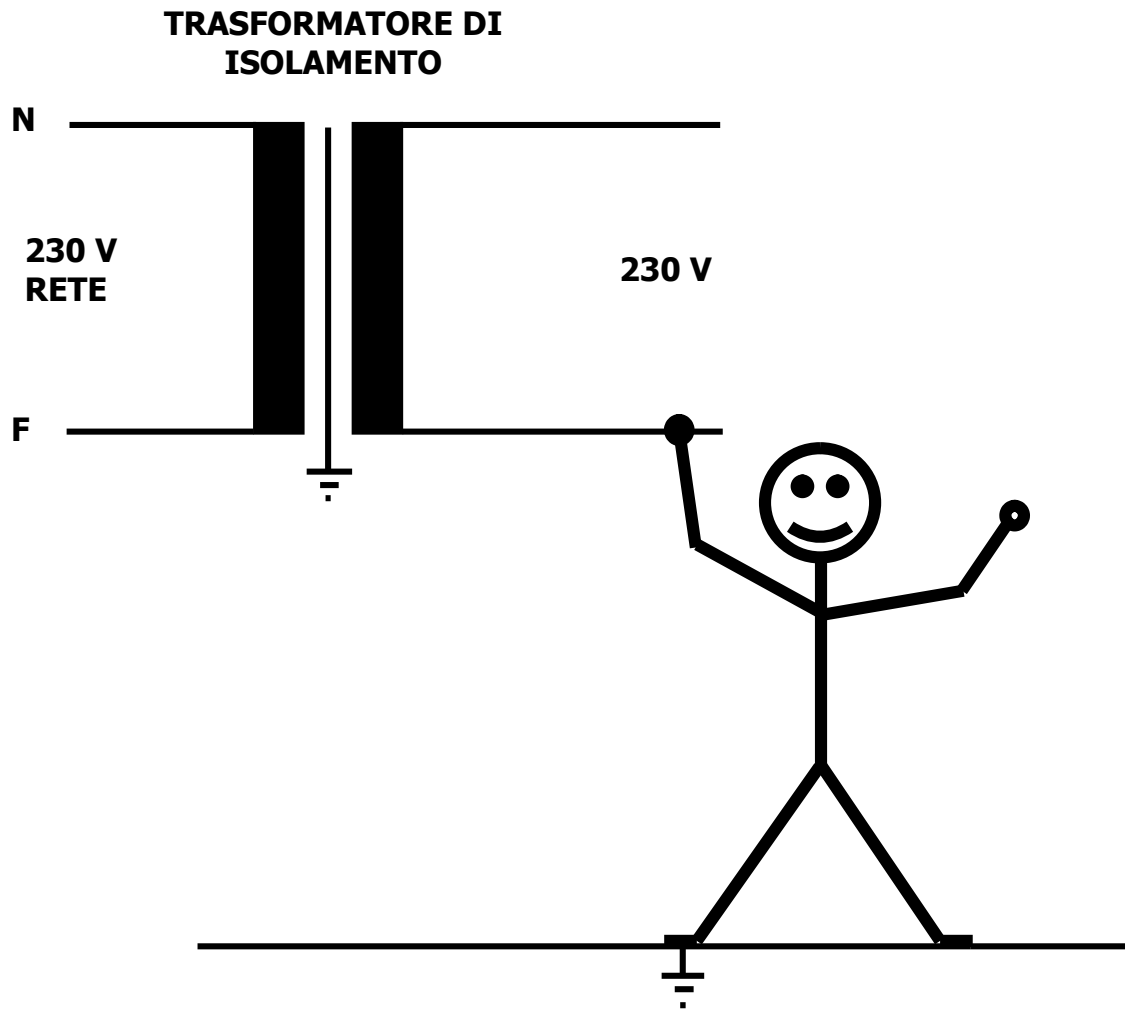


RISCHIO ELETTRICO?

SI

NO

QUIZ N^ 3

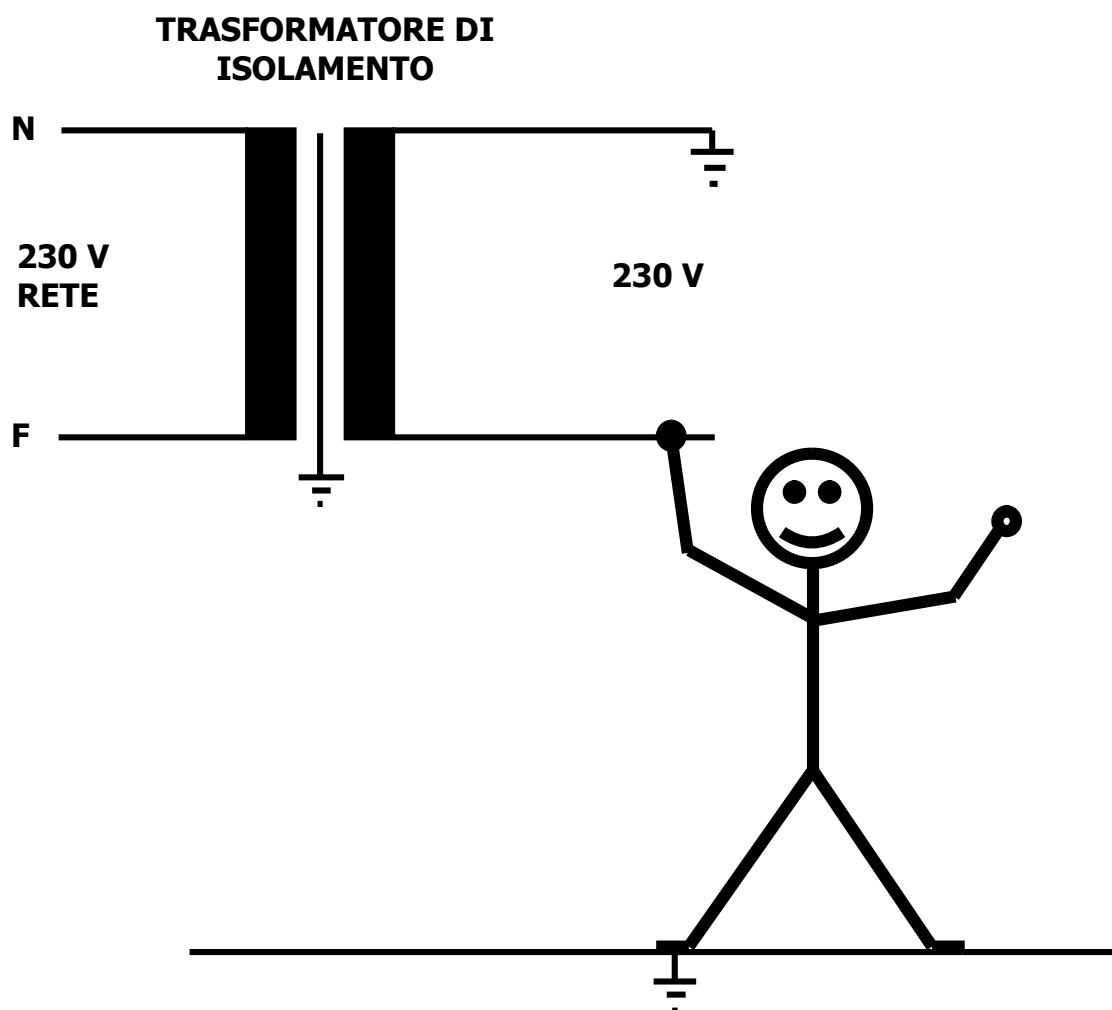


RISCHIO ELETTRICO?

SI

NO

QUIZ N^ 4

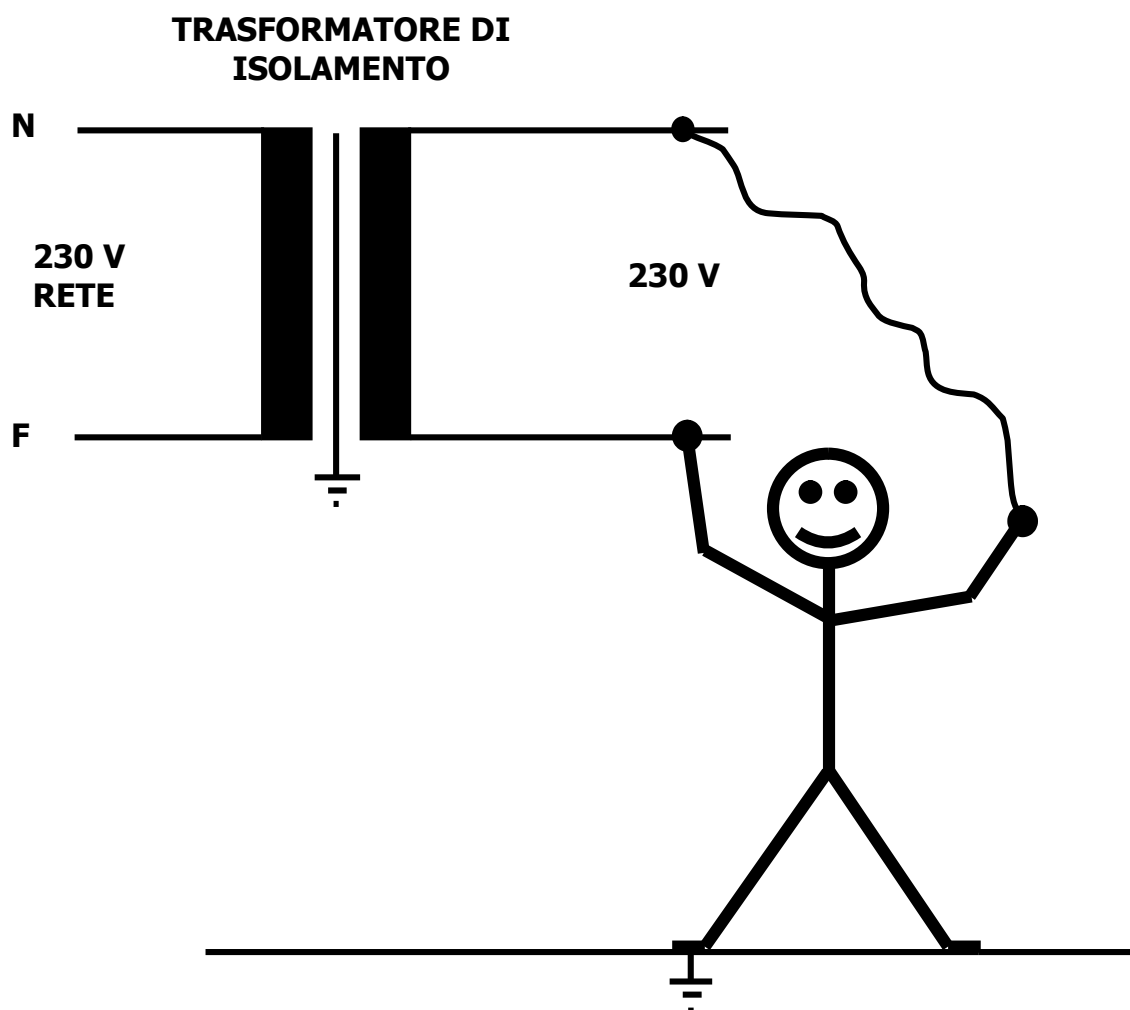


RISCHIO ELETTRICO?

SI

NO

QUIZ N^ 5



RISPOSTE ESATTE

QUIZ 1:	RISCHIO	SI
QUIZ 2:	RISCHIO	SI
QUIZ 3:	RISCHIO	NO
QUIZ 4:	RISCHIO	SI
QUIZ 5:	RISCHIO	SI