

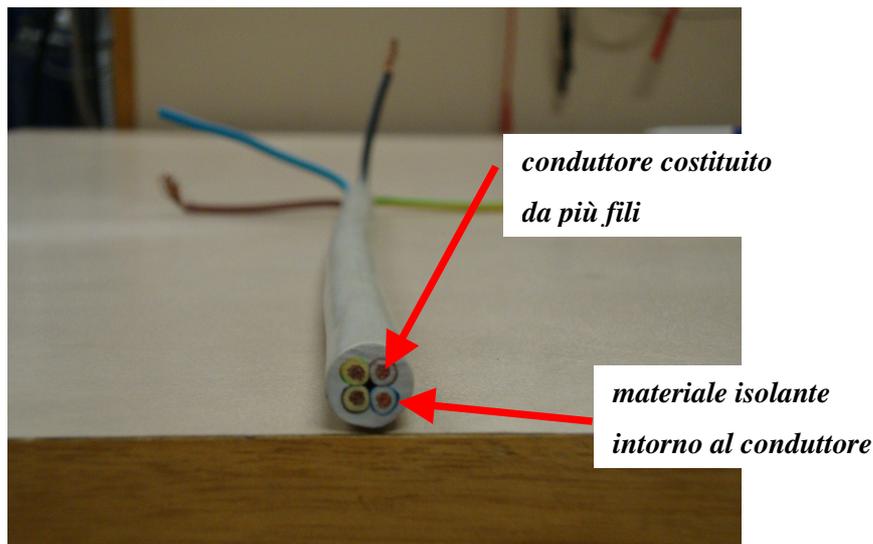
## Conduttori

Le linee di distribuzione interne all'appartamento sono realizzate con cavi che alimentano le prese e i circuiti per l'illuminazione.

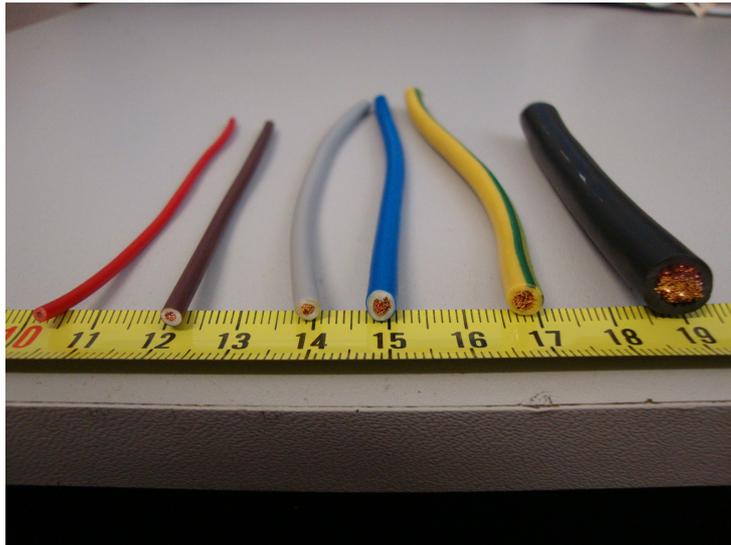
con la denominazione di cavo elettrico si intende indicare un conduttore uniformemente isolato oppure un insieme di più conduttori isolati, ciascuno rispetto agli altri e verso l'esterno, e riuniti in un unico complesso provvisto di rivestimento protettivo.

Il cavo risulta costituito quindi da più parti e precisamente:

- La parte metallica (il rame o altro conduttore) destinata a condurre corrente, costituita da un filo unico o da più fili intrecciati tra di loro e il conduttore vero e proprio.
- Il conduttore è circondato da uno strato di materiale isolante che è formato dalla miscela di materiali opportunamente, scelti, dosati e sottoposti a trattamenti termici e tecnologici vari.
- L'insieme del conduttore del relativo isolamento costituisce l'anima del cavo.
- Un cavo può essere formato da più anime. L'involucro isolante applicato sull'insieme delle anime è denominato cintura.
- La guaina, che può essere rinforzata con elementi metallici, e il rivestimento tubolare continuo avente funzione protettiva delle anime del cavo. La guaina in generale è sempre di materiale isolante.
- Talvolta i cavi sono dotati anche di un rivestimento protettivo avente una funzione di protezione meccanica o chimica come ad esempio una fasciatura o una armatura flessibile di tipo metallico o non metallico.



*cavo quadripolare a quattro anime  
(tre conduttori di fase + conduttore di protezione)*



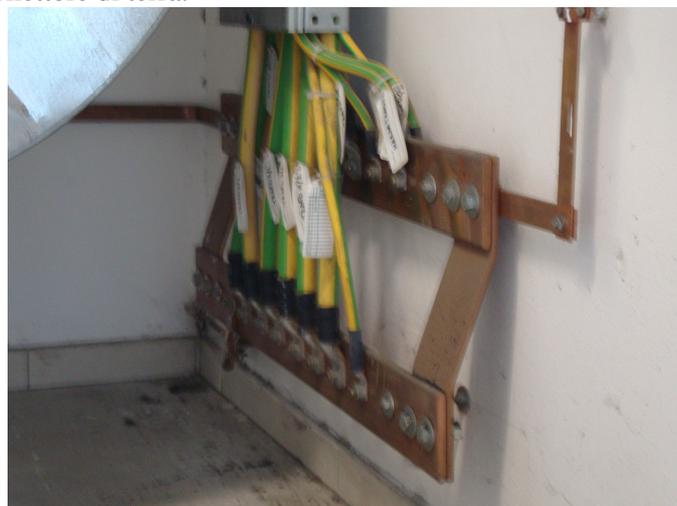
*cavi unipolari con conduttori di sezione diversa  
da sinistra: 0,75 mm<sup>2</sup> - 1,5 mm<sup>2</sup> - 2,5 mm<sup>2</sup> - 4 mm<sup>2</sup> - 6 mm<sup>2</sup> - 10 mm<sup>2</sup>*

Si individuano linee dorsali e linee derivate; la sezione del conduttore dipende dalla corrente di funzionamento e dalle modalità di posa del cavo e deve essere valutata da un tecnico competente.

In prima approssimazione per i cavi di unità abitative può essere considerata una portata massima, per ogni mm<sup>2</sup> di sezione, pari a circa 7 A in caso di linee derivate monofase e circa 5 A per linee dorsali monofase, ma quando più linee sono posate insieme occorre considerare portate inferiori.

La linea derivata è dimensionata in base alla potenza dell'utenza da essa alimentata (illuminazione o presa), la linea dorsale è invece dimensionata tenendo conto della potenza totale assorbita dall'insieme delle utenze contemporaneamente funzionanti e alimentate dalle singole linee derivate dalla dorsale stessa; la linea dorsale connessa ai morsetti del contatore è dimensionata almeno per la potenza contrattualmente disponibile (potenza impegnata aumentata del 10%). Occorre anche ricordare che la caduta di tensione sulla linea, a parità di corrente, aumenta con il diminuire della sezione (legge di Ohm per una linea monofase  $\Delta V = \rho \frac{2l}{S} I$ )

I conduttori di fase, di neutro e di protezione hanno la stessa sezione, che non può essere inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup> nei circuiti di potenza; il conduttore neutro ha isolamento di colore azzurro, il conduttore di protezione ha isolamento di colore giallo e verde, il conduttore di fase ha isolamento di colore diverso da quello del neutro e dal conduttore di protezione. Il conduttore di protezione stabilisce il collegamento fra le masse degli apparecchi elettrici e il collettore di terra.



*al collettore di terra sono connessi il dispersore e i conduttori di protezione delle diverse linee per la distribuzione interna all'edificio e il dispersore*

**attenzione:**



immagine tratta da TED - SEI

conduttore di fase (e non "filo di base")

nel caso di correnti alternate vale "in uno stesso istante", perché nel semiperiodo successivo il verso della corrente è opposto a quello del semiperiodo precedente

### Dispositivi di protezione

#### Protezione dell'impianto

Sono dispositivi "attivi" in quanto intervengono automaticamente, sezionando la linea di alimentazione, al superamento di prestabiliti valori di corrente.

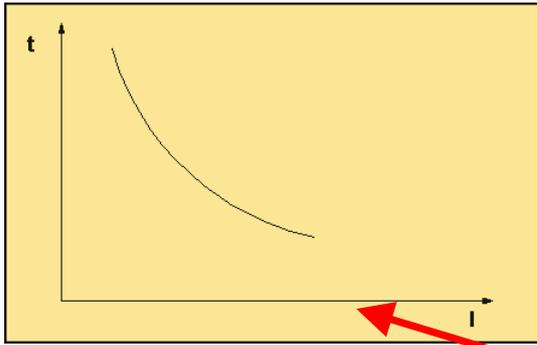
Si distinguono i fusibili e gli interruttori; gli interruttori possono essere con sganciatore termico, magnetico e magnetotermico.

La caratteristica di intervento dei fusibili e degli sganciatori termici è a tempo inverso e protegge l'impianto dal sovraccarico; la caratteristica di intervento degli sganciatori magnetici è a tempo indipendente e protegge l'impianto in caso di corto circuito.

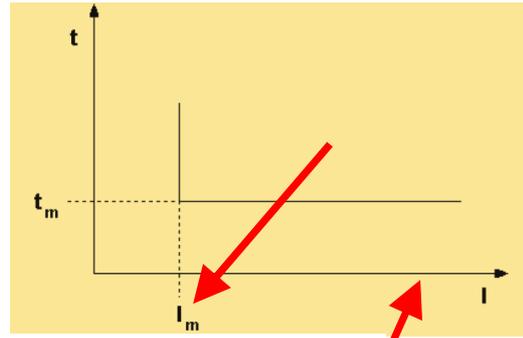
*tempi di interruzione delle correnti di guasto*



*valore minimo della corrente di guasto nell'impianto, al di sotto del quale lo sganciatore non interviene*

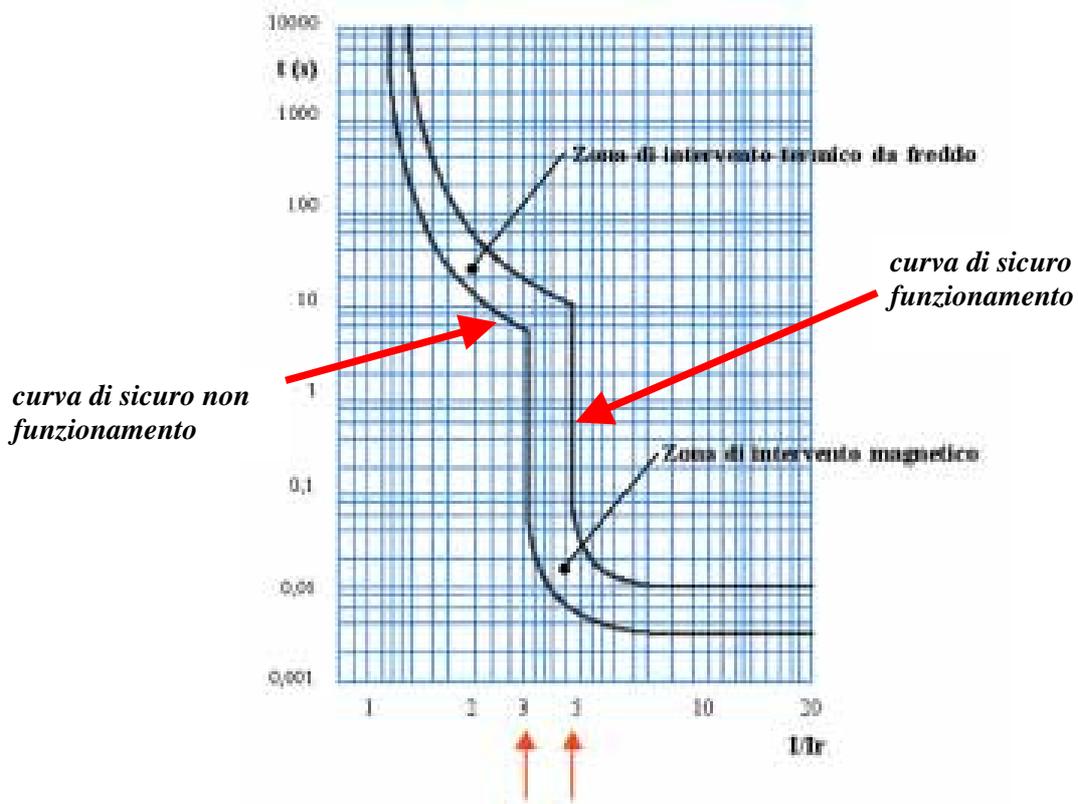


*esempio di caratteristica a tempo inverso*



*correnti di guasto nell'impianto*

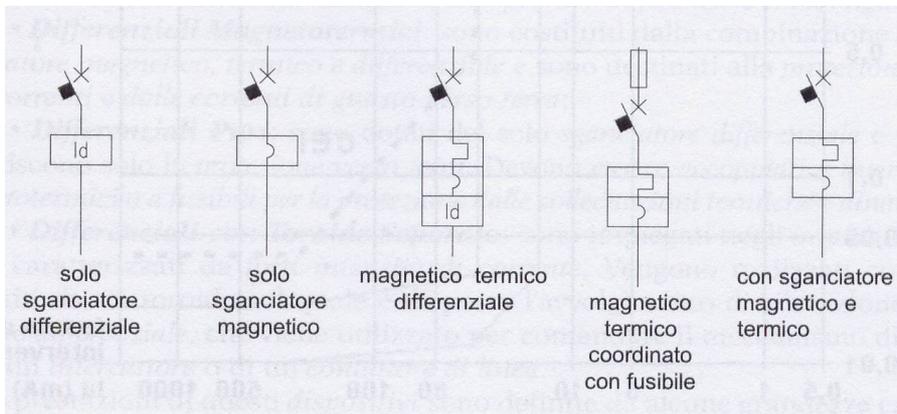
*esempio di caratteristica a tempo indipendente*



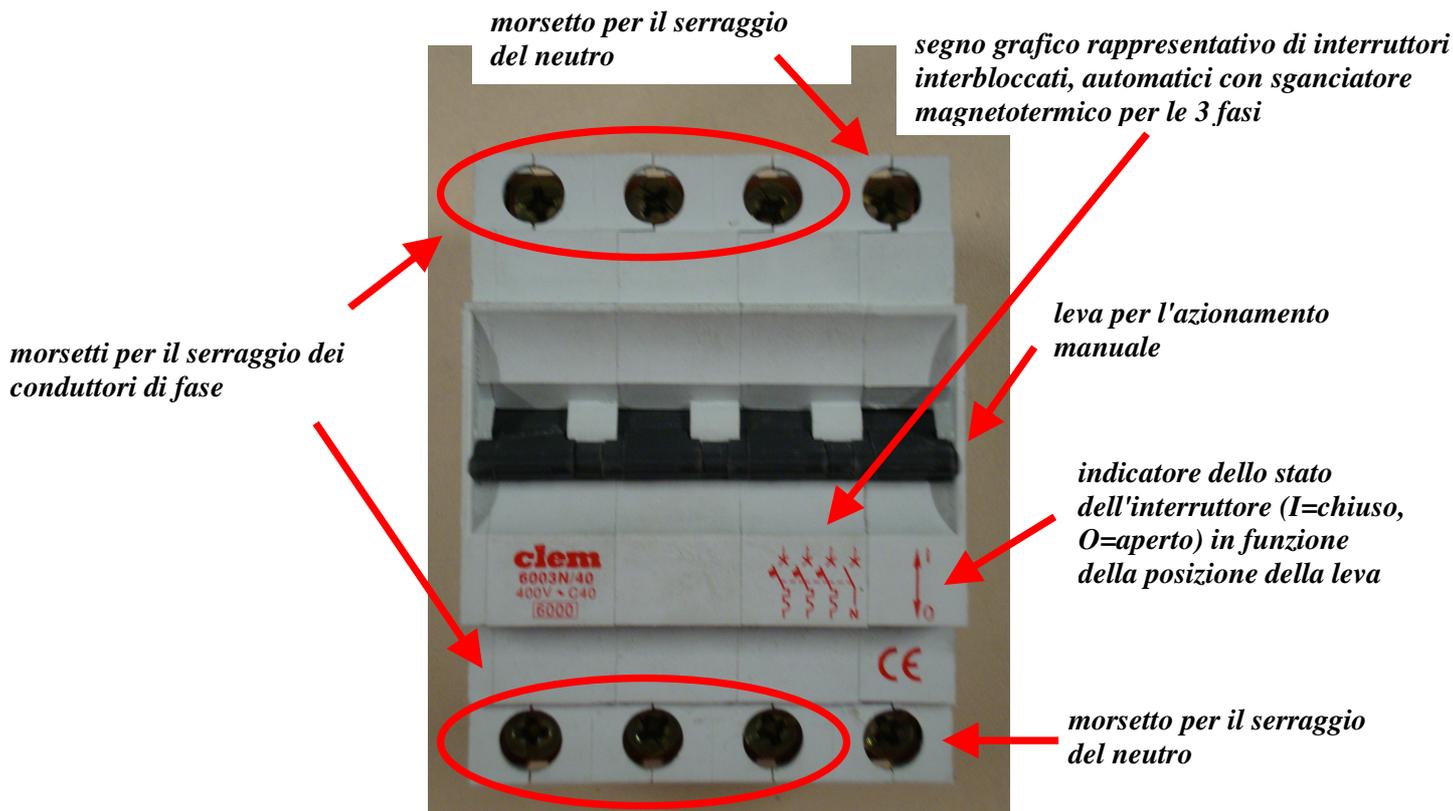
*curva di sicuro non funzionamento*

*curva di sicuro funzionamento*

*esempio della caratteristica di intervento per uno sganciatore di tipo magnetotermico*



*segni grafici utilizzati per i dispositivi di protezione*



*interruttore quadripolare (tre fasi + neutro) con sganciatore magnetotermico sulle fasi*

## **Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo**

dalla Norma CEI 64-18

### **4.6 Valore della resistenza iniziale del corpo umano ( $R_0$ )**

Il valore della resistenza iniziale del corpo umano  $R_0$  per un percorso da mano a mano o da mano a piede, con aree della superficie di contatto estese, può essere ipotizzato uguale a  $500 \Omega$  per un campione percentuale del 5 % nel caso sia della corrente continua che della corrente alternata. I valori per il 50 % ed il 95 % della popolazione possono essere ipotizzati, rispettivamente, uguali a  $750 \Omega$  ed a  $1\,000 \Omega$  (come nella Tabella 1). I valori dipendono solo in piccola parte dalle aree delle superfici di contatto e dalle condizioni della pelle.

#### **5.1 Soglia di percezione**

Questa soglia dipende da diversi parametri, quali l'area del corpo in contatto con un elettrodo (superficie di contatto), dalle condizioni del contatto (asciutte, bagnate, pressione, temperatura) e anche dalle caratteristiche fisiologiche dell'individuo.

#### **5.2 Soglia di reazione**

Questa soglia dipende da diversi parametri, quali l'area del corpo in contatto con un elettrodo (superficie di contatto) dalle condizioni del contatto (asciutte, bagnate, pressione, temperatura) e anche dalle caratteristiche fisiologiche dell'individuo.

Un valore di  $0,5 \text{ mA}$ , indipendente dalla durata, nella presente specifica tecnica, viene considerato come soglia di reazione per il contatto con una superficie conduttrice.

### 5.3 Immobilizzazione

L'immobilizzazione (tetanizzazione) in questo documento indica l'effetto di una corrente elettrica per cui il corpo dell'essere umano alla quale è sottoposto (o la parte del corpo) non può muoversi volontariamente.

L'effetto sui muscoli può dipendere dalle correnti che circolano attraverso il muscolo interessato oppure attraverso i nervi associati o nella parte del cervello associata.

I valori della corrente che possono provocare l'immobilizzazione dipendono dal volume di muscoli interessati, dal tipo di nervi e dalle parti del cervello influenzate dalla corrente.

### 5.4 Soglia di rilascio

La soglia di rilascio dipende da diversi parametri, quali la superficie di contatto, la forma e la dimensione degli elettrodi ed anche dalle caratteristiche fisiologiche dell'individuo.

Nel caso di maschi adulti, nella presente specifica tecnica, si ipotizza un valore uguale a 10 mA.

### 5.5 Soglia di fibrillazione ventricolare

La soglia di fibrillazione ventricolare dipende da parametri fisiologici (anatomia del corpo, stato della funzione cardiaca, ecc.), come pure da parametri elettrici (la durata ed il percorso della corrente, le caratteristiche della corrente, ecc.). Una descrizione dell'attività cardiaca è mostrata nelle Figure 17 e 18.

Con una corrente alternata sinusoidale (50 Hz o 60 Hz) si ha un considerevole abbassamento della soglia di fibrillazione, nel caso in cui la durata della corrente superi un periodo cardiaco. Questo effetto è dovuto ad un aumento della non-omogeneità dello stato di eccitazione del cuore a causa delle extra-sistole indotte dalla corrente.

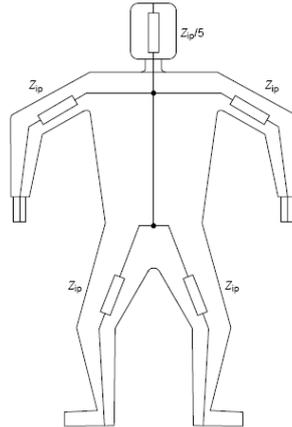
### 5.6 Altri effetti della corrente

Possono verificarsi altri effetti dovuti all'elettricità, come contrazioni muscolari, aumento della pressione sanguigna, disturbi della formazione e nella conduzione degli impulsi cardiaci (compresa la fibrillazione atriale ed i disturbi transitori del ritmo). In genere questi effetti non sono letali.

Nel caso di correnti di diversi ampere, di durata superiore ad alcuni secondi, possono verificarsi ustioni profonde ed altre lesioni interne. Si possono anche notare bruciature superficiali.



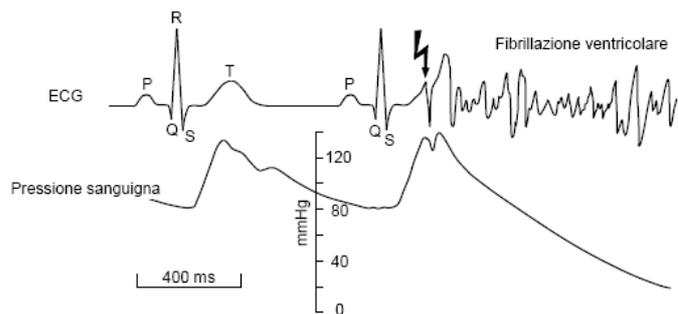
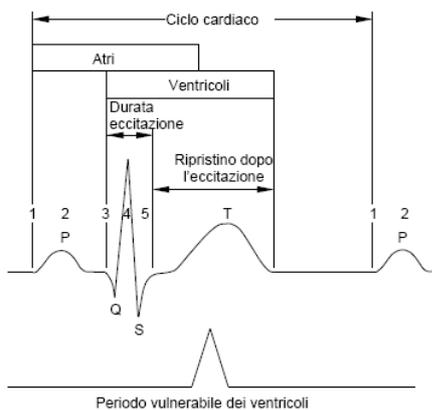
*punto di ingresso della corrente nel corpo*



*schema semplificato delle impedenze interne del corpo umano*

NOTA Fatta uguale a 100 l'impedenza interna mano-mano o mano-piede:

- l'impedenza tra una mano ed entrambi i piedi è approssimativamente uguale al 75 %,
- l'impedenza tra entrambe le mani ed entrambi i piedi è il 50 %
- l'impedenza da entrambe le mani verso il tronco del corpo è il 25 %



*periodo vulnerabile dei ventricoli e innesco della fibrillazione*

scossa elettrica: sensazione avvertita al passaggio della corrente nel corpo

shock elettrico: effetto patofisiologico risultante dal passaggio di una corrente elettrica attraverso il corpo umano.

## Protezione delle persone

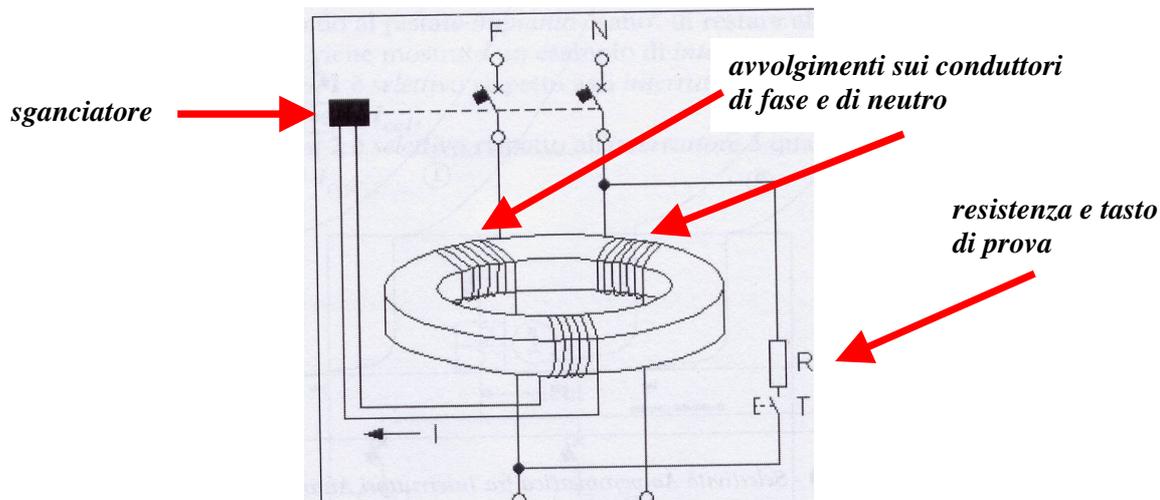
dalla norma CEI 64-8:

**412.5.1** L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione aggiuntiva contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

**412.5.3** La protezione aggiuntiva mediante l'uso di dispositivi di protezione con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA è richiesta:

- a) nei locali ad uso abitativo per i circuiti che alimentano le prese a spina con corrente nominale non superiore a 20 A; e
- b) per i circuiti che alimentano le prese a spina con una corrente nominale non superiore a 32 A destinate ad alimentare apparecchi utilizzatori mobili usati all'esterno.

Per garantire la protezione contro i contatti indiretti Nei sistemi TT si devono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale.



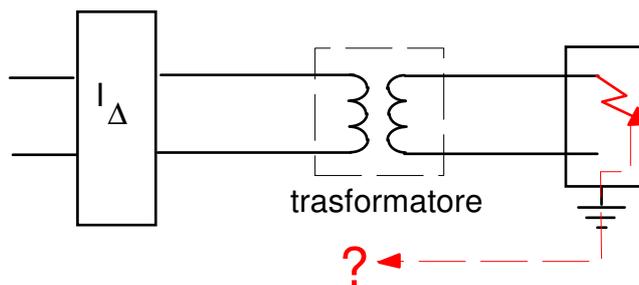
*schema di principio di un interruttore differenziale monofase*

Qualunque squilibrio delle correnti negli avvolgimenti ottenuti con i conduttori di fase e di neutro induce (legge di Lenz) una differenza di potenziale nel terzo avvolgimento, facendo in esso transitare una corrente; quando l'intensità di tale corrente supera il valore di taratura (per esempio 30 mA) lo sganciatore comanda in apertura l'interruttore.

Caratteristica peculiare di questo interruttore è l'elevata sensibilità alle piccole correnti, quindi l'intervento tempestivo anche in caso di modesti deterioramenti dell'isolamento delle linee o degli apparecchi (da cui il nome di "salva vita"); i differenziali con corrente di intervento non superiore a 30 mA sono detti "ad alta sensibilità".

Analogo è il principio di funzionamento di un interruttore differenziale trifase (può essere tripolare o quadripolare, a seconda che la linea sia con il neutro o no).

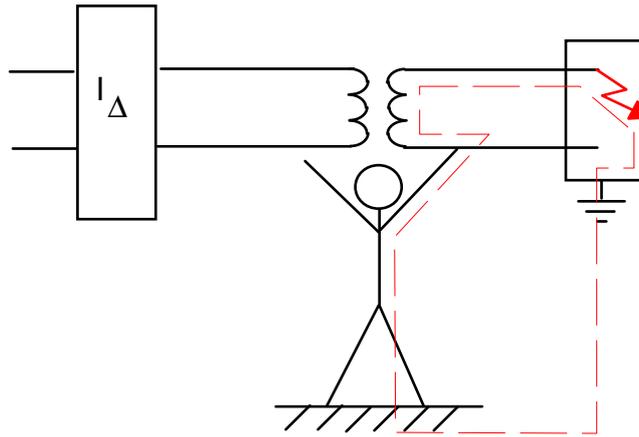
L'interposizione di un trasformatore fra il dispositivo differenziale e l'utilizzatore impedisce la rilevazione delle correnti di dispersione a valle del trasformatore stesso.



*non c'è dispersione di corrente verso terra*

Il trasformatore, per modalità costruttiva, non offre infatti un percorso fisico chiuso alla corrente di guasto, che senza trasformatore rientrerebbe nel conduttore di fase passando dall'impianto di terra al quale è collegato il punto neutro della rete BT in cabina secondaria.

Con il trasformatore si ha l'intervento del differenziale solo con un secondo guasto (dispersione) a terra

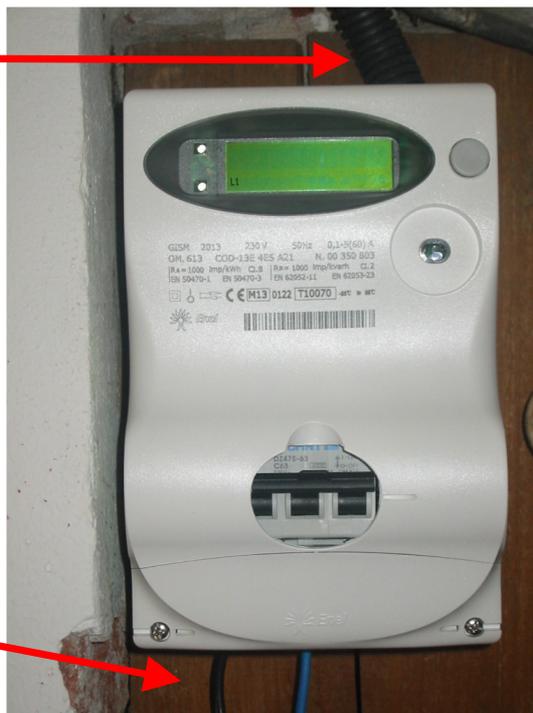


*quando la persona entra in contatto con un altro elemento a diverso potenziale si ha circolazione di corrente attraverso la persona stessa*

### **Contatore di energia elettrica**

Definisce il confine fra l'utente e il distributore pubblico, attivando la disconnessione dell'utente dalla rete quando questo supera i vincoli tecnici stabiliti contrattualmente (vincolo sulla potenza).

*linea del distributore pubblico*



*linea di utente*

*esempio di contatore installato in unità abitativa*

Nelle installazioni di tipo residenziale misura l'energia elettrica scambiata fra la rete pubblica e l'utente, sulla base della quale è calcolato uno dei costi che compongono il prezzo totale della fornitura.

I vecchi contatori a disco avevano a monte il cosiddetto "dispositivo limitatore", che altro non era che un interruttore con sganciatore termico; gli attuali contatori, abilitati alla telelettura, hanno già incorporato un dispositivo di protezione con caratteristica di intervento a soglie di potenza, con tempi di apertura che in base alla potenza transigente vanno da qualche minuto a 1 secondo.