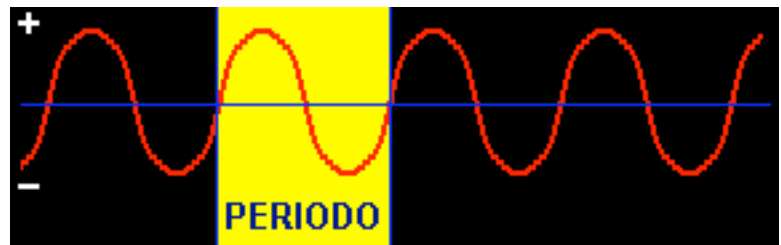
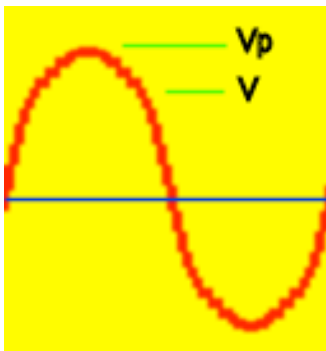


Tensione alternata negli impianti civili

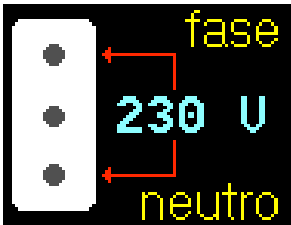
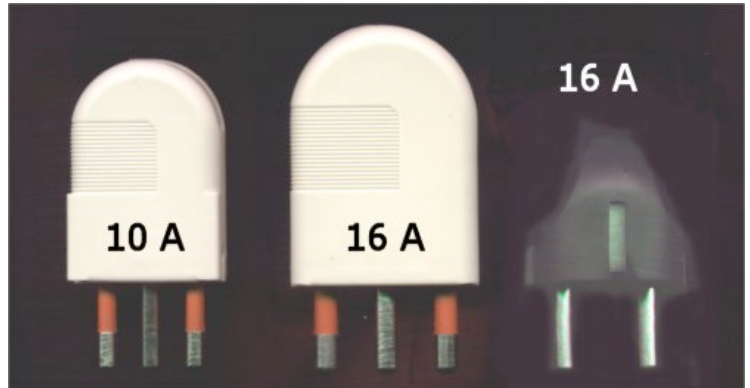
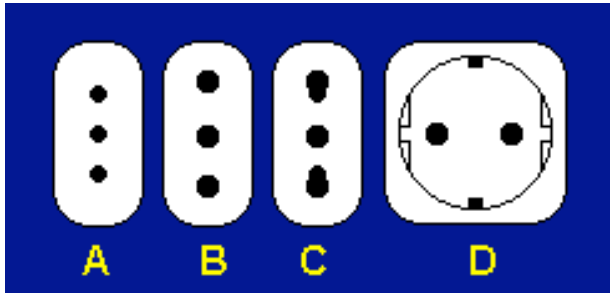
- Tensione di alimentazione negli impianti civili:

$$V_{eff} = V_p / \sqrt{2} = 220-230 \text{ V}, \quad 1/T = f = 50 \text{ Hz}$$



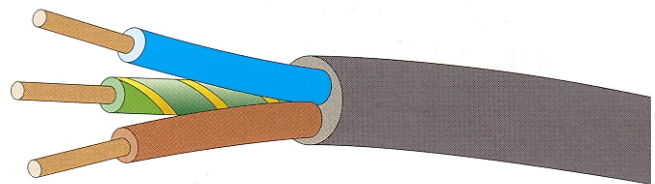
- Sistema di distribuzione di energia: *MONOFASE*
con **due** fili: uno di *FASE* (F) e il *NEUTRO* (N)
per la sicurezza si **aggiunge** il filo di *TERRA*
- Il *NEUTRO* ha costantemente tensione *ZERO*
- La variazione della tensione sinusoidale risulta
totalmente a carico della *FASE*

Presse di corrente e cavi



- Standard *italiano* (A,B,C): morsetto *TERRA* centrale
- Standard *tedesco* (D): morsetti *TERRA* centrali

- Cavo tripolare
fornito di *TERRA*



- Colorazioni **esclusive**
per il
NEUTRO e la *TERRA*

blu chiaro		NEUTRO
giallo-verde		PROTEZIONE

Pericolosità della corrente

*Soglia di percezione della corrente elettrica nell'uomo:

- circa di 0.5mA in c.a. a frequenza $f = 50 \div 60\text{Hz}$
- 2mA in c.c.

*Con correnti maggiori si producono nel corpo umano i seguenti effetti

Valori di corrente	Definizione	Effetti
1-3 mA	SOGLIA DI PERCEZIONE	Non si hanno rischi o pericoli per la salute.
3-10 mA	ELETTRIFICAZIONE	Produce una sensazione di formicolio più o meno forte e può provocare movimenti riflessi.
10 mA	TETANIZZAZIONE	Si hanno contrazioni muscolari. Se la parte in tensione è stata afferrata con la mano si può avere paralisi dei muscoli, rendendo difficile il distacco.
25 mA	DIFFICOLTÀ RESPIRATORIE	Si hanno a causa della contrazione di muscoli addetti alla respirazione e del passaggio di corrente per i centri nervosi che sovrintendono alla funzione respiratoria.
25-30 mA	ASFISSIA	La tetanizzazione dei muscoli della respirazione può essere tale da provocare la morte per asfissia.
60-75 mA	FIBRILLAZIONE	Se la corrente attraversa il cuore può alterarne il regolare funzionamento, provocando una contrazione irregolare e disordinata delle fibre cardiache che può portare alla morte.

Nota: (regione tetanizzazione) la massima corrente per la quale si riesce a lasciare la presa viene chiamata *corrente di rilascio* e si aggira sui $10 \div 30\text{mA}$ a f.i.

Limiti in corrente

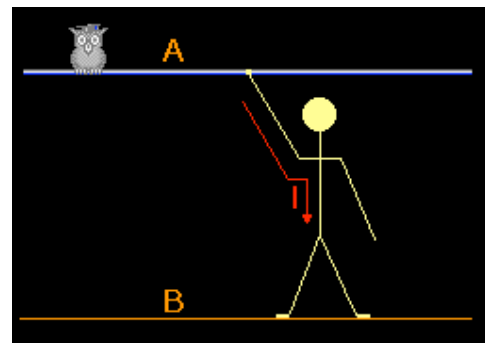
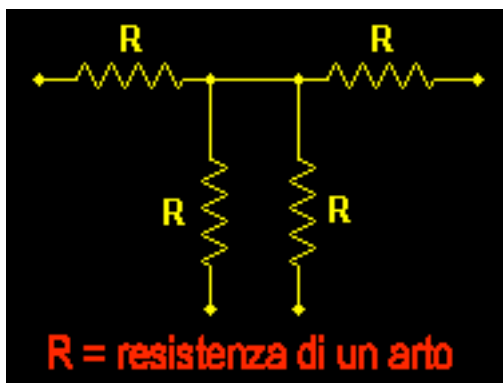
*Si definisce *soglia media di pericolosità*

$$I_p = I_0 + Q/\Delta t$$

dove I_p = corrente pericolosa, e Δt = tempo di permanenza

*Si può assumere $I_0 = 10\div 30\text{mA}$ e $Q=10\text{mAs}$

Nota: Da un punto di vista circuitale il corpo umano può essere rappresentato da 4 resistenze



Per gli effetti sul cuore bisogna tener conto anche del percorso della corrente. Ad esempio, tra i più pericolosi, abbiamo i percorsi mano sinistra-torace, mano destra-torace, mani-piedi.

Limiti in tensione

*La tensione che corrisponde alla corrente pericolosa e' di difficile definizione

$$V_p = R_u I_p$$

* La resistenza del corpo umano R_u puo' variare in un campo molto ampio: diminuisce con pelle umida o in presenza di ferite, aumentando la pressione del contatto e aumentando la superficie di contatto. La resistenza aumenta, invece, in presenza di zone callose.

*Si assume $R_u < 2000 \Omega$

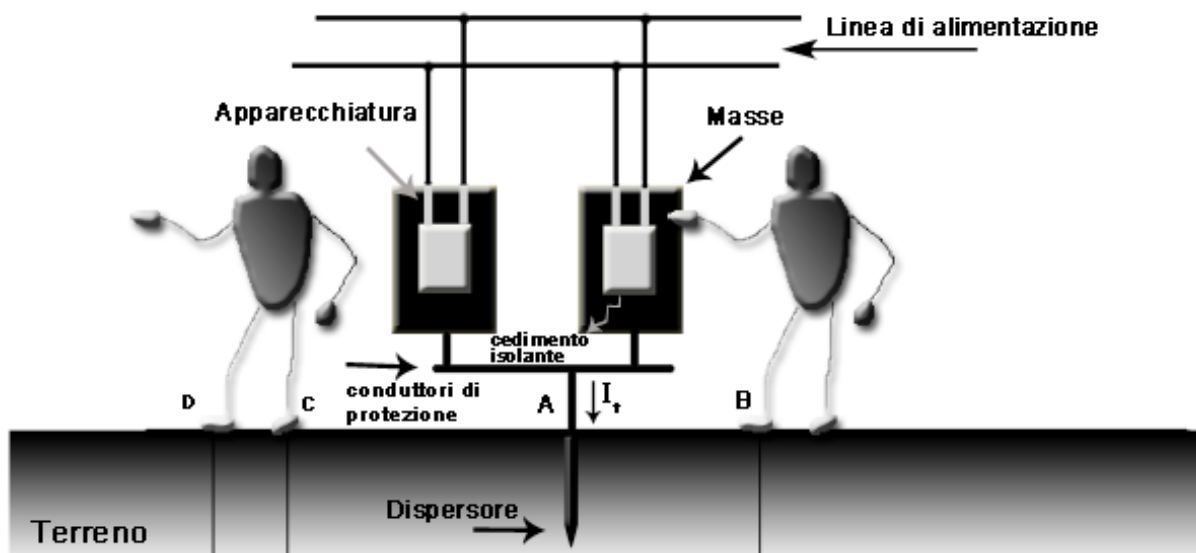
*Non vengono ritenute pericolose

tensioni *sinusoidali* con valore efficace $U < 50V$
e tensioni *continue* con $U < 120V$,

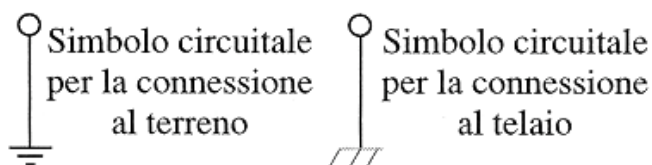
applicate per un tempo illimitato.

Massa e terra

- *MASSA*: una qualunque parte metallica facente parte dell'impianto elettrico e normalmente non in tensione, ma che si può trovare in tensione a causa del cedimento dell'isolamento principale. Una massa è, ad esempio, la carcassa della lavatrice



- La messa a *TERRA* è l'insieme di azioni e sistemi volti a portare un elemento metallico allo stesso potenziale elettrico del terreno.

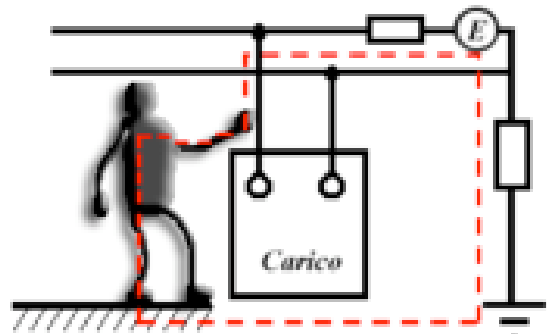


Principi di sicurezza

- Una persona può venire a contatto con parti in tensione e quindi subire gli effetti del passaggio di corrente mediante **contatto diretto** oppure **contatto indiretto**.
- Quindi per evitare ciò si devono attuare delle *contromisure* imposte dalla normativa vigente (norme CEI).
- Più' in generale le cause di rischio previste dalle norme sono:
 - * contatti diretti
 - * contatti indiretti
 - * correnti di sovraccarico
 - * correnti di cortocircuito
 - * sovratensioni di varia origine e natura

Contatto diretto

- Si ha **contatto diretto** toccando una parte dell'impianto normalmente in tensione. E', ad esempio, contatto diretto quello con il conduttore di un cavo elettrico, quello con l'attacco di una lampadina mentre la si avvita o quello con un cacciavite infilato nell'alveolo di una presa di corrente



- **Protezione** contro i contatti diretti con:

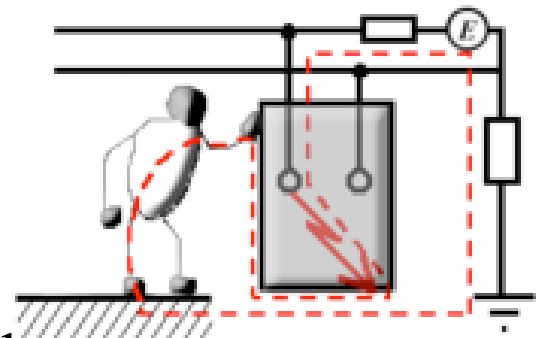
- * isolamento delle parti attive con materiali non removibili.
- * involucri o barriere per impedire l'accesso alle parti pericolose.
- * distanziamento in modo da impedire un contatto accidentale.
- * *interruttori differenziali* ad alta sensibilità con correnti di soglia $I_{\leq} 30 \text{ mA}$

NOTA: si definisce corrente di rilascio quella corrente che permette dopo un contatto volontario di un conduttore percorso da corrente di poterlo rilasciare, e ha valore:
 $I_0 = 10 \div 30 \text{ mA}$ a frequenza industriale

Contatto indiretto

- Un **contatto indiretto** : si viene in contatto con parti metalliche che si trovano in tensione elettrica accidentale ed imprevedibilmente. Questo avviene in condizioni di guasto.

Esempio : l'isolamento elettrico di un apparecchio cede o si deteriora in seguito ad un guasto o ad un degrado spesso non visibile. L'involucro metallico dell'apparecchio elettrico si trova in questo caso sotto tensione ed in caso di contatto la persona può essere investita dal passaggio della corrente elettrica verso terra.



- **Protezione:**

- * Messa a terra delle masse al fine di collegare allo stesso potenziale tutte le masse metalliche.

- * apparecchi muniti di prese a spina con collegamento elettrico a terra della massa metallica

- * installazione di un dispositivo in grado di rilevare la dispersione di corrente verso terra (*interruttore differenziale o magnetotermico*)

- **Prevenzione** : controlli periodici degli interruttori e dell'efficienza dell'impianto di messa a terra.

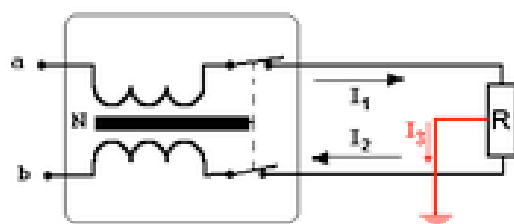
Interruttore differenziale

- *L'INTERRUTTORE DIFFERENZIALE*

controlla la somma
delle correnti entranti
ed uscenti di un circuito

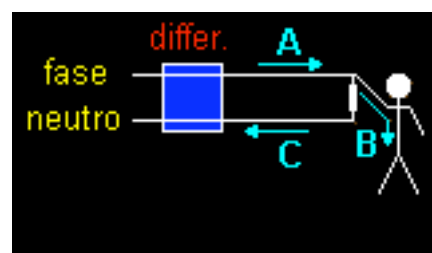


- Considerando il circuito da proteggere come un singolo nodo, si può affermare che la somma algebrica delle correnti entranti in esso deve essere zero (I legge di Kirchhoff).



- Se la somma dà zero non esiste *dispersione*

diversamente il circuito è guasto e il dispositivo di sgancio interviene aprendo il circuito mettendolo in sicurezza.



- Efficace per :

guasto verso terra (*dispersione*)

o *folgorazione* fase-terra. Nessuna protezione contro sovracorrente o cortocircuito tra fase e fase (trifase) o tra fase e neutro (magnetotermico)

- Noto anche come *SALVAVITA*.

Interruttore magnetotermico

- **INTERRUTTORE MAGNETOTERMICO**, (o interruttore automatico): dispositivo in grado di interrompere un circuito in caso di *sovracorrente*. Sostituisce il *fusibile*, con il vantaggio di una maggior precisione di intervento ed essere facilmente ripristinabile con la pressione di un pulsante o l'azionamento di una leva.

- Racchiude due sganciatori: uno magnetico e uno termico.

- Il primo, con intervento istantaneo, scatta a causa di un rapido e consistente aumento della corrente, ben oltre il limite consentito. Questa situazione è tipica del **cortocircuito**.

- L'interruttore termico interviene per **sovraccarico** ovvero quando assorbiamo più corrente del consentito: il sensore all'interno dell'interruttore si riscalda e provoca lo scatto.

- **L'ENEL** usa un magnetotermico per impedire un assorbimento superiore a quello previsto nel contratto!



Ancora sulle cause di rischio

- CORRENTI DI SOVRACCARICO:

si utilizzano il *fusibili* o i *magnetotermici*,
Se nel circuito passa una corrente eccessiva (sovracorrente) il dispositivo di sgancio apre il circuito mettendolo in sicurezza.

- CORRENTI DI CORTO CIRCUITO:

si usano come protezione gli stessi fusibili o magnetotermici.

La differenza tra il sovraccarico e il cortocircuito è il tempo di intervento, per il corto circuito è praticamente istantanea.

- SOVRATENSIONI :

Per le sovratensioni di origine atmosferica (*fulmini*) e di rete (*guasti*), si installano due tipologie di sistemi:

- * *gabbia di Faraday*

- * *scaricatori*

- MANUTENZIONE