

Istituto Tecnico Industriale Statale “Galileo Ferraris”

Napoli



Piano Offerta Formativa a.s. 2004/2005

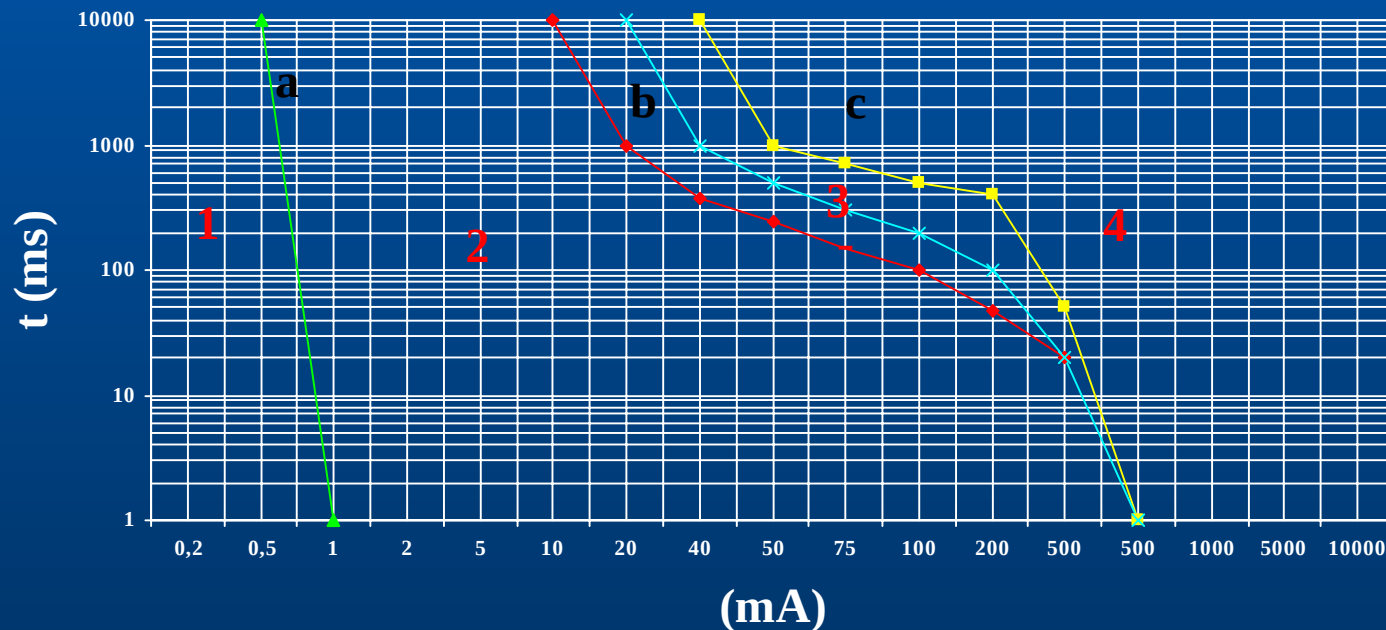
PROGETTO:

**“ELEMENTI DI SICUREZZA
ELETTRICA”**



Effetti della corrente sul corpo umano secondo pubblicazione IEC 479-1

Zone di pericolosità della corrente alternata (15-100Hz)





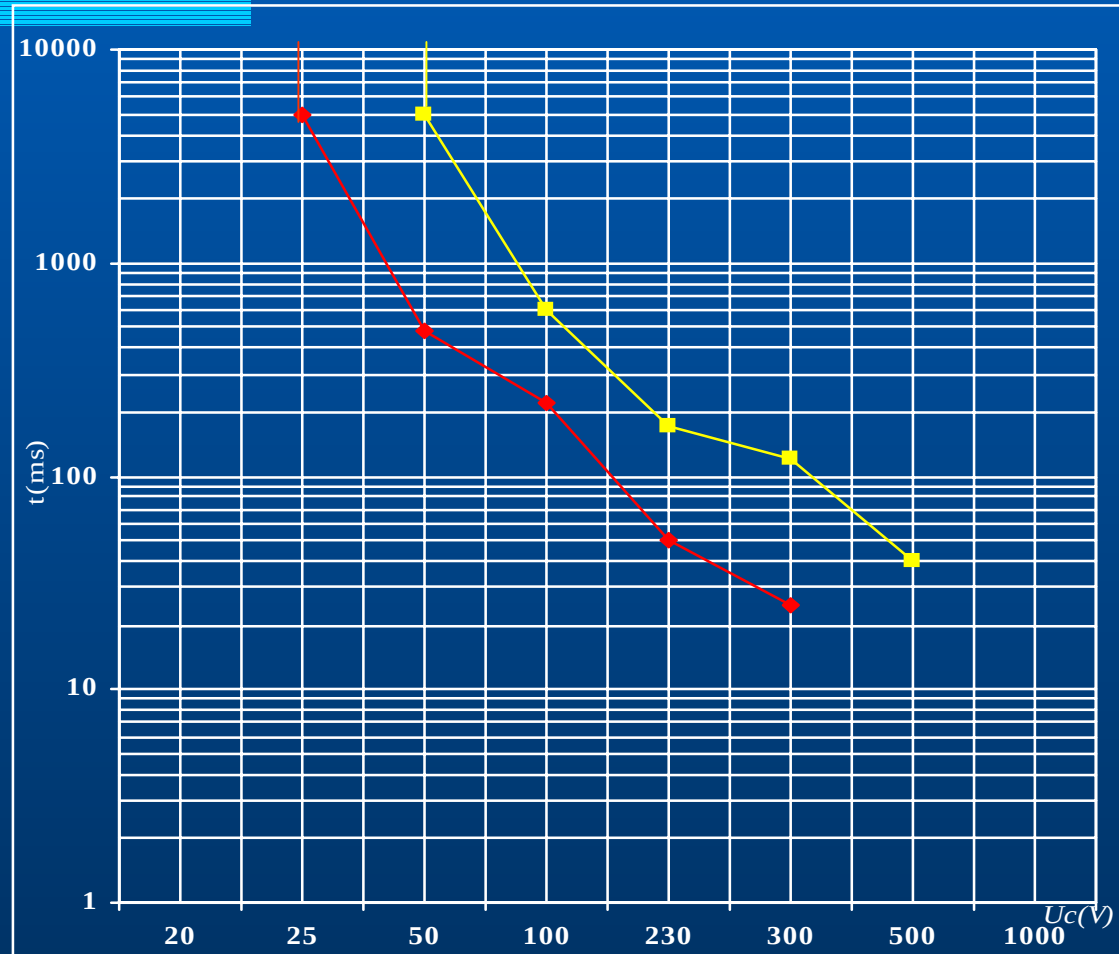
CURVA DI SICUREZZA TENSIONE-TEMPO

--- condizioni ordinarie:

$U_c=50V$

--- condizioni particolari:

$U_c=25V$





CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI ELETTRICI

- IN RELAZIONE ALLA TENSIONE
NOMINALE
- IN RELAZIONE ALLA MESSA A
TERRA



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE ALLA TENSIONE

Per sistema elettrico si intende il complesso delle macchine, apparecchiature delle sbarre e delle linee aventi una determinata tensione nominale

La ***Tensione nominale V_n*** di un sistema è il valore con il quale il sistema è denominato ed al quale sono riferite le sue caratteristiche.



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE ALLA TENSIONE

Tensione nominale verso terra V_t

- ➔ isolato;
- “Stato del neutro” ➔ collegato a terra
tramite impedenza;
- ➔ direttamente a
terra.



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE ALLA TENSIONE

- $V_t = V_n$ per sistemi trifasi con neutro isolato o a terra mediante impedenza.
- $V_t = V_n / 1.73$ per sistemi trifase con neutro a terra.
- $V_t = V_n$ per sistemi monofasi o a c.c. senza punti di messa a terra
- $V_t = V_n$ per sistemi monofasi o a c.c. con punto di mezzo a terra



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE ALLA TENSIONE

*La **tensione verso terra** è molto importante per la sicurezza delle persone, perché frequentemente il contatto è del tipo mano-piedi, tra una parte in tensione e la terra.*



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE ALLA TENSIONE

- *Sistema di categoria 0 (bassa tensione BT)*
 - $V_n \leq 50V$ se in corrente alternata.
 - $V_n \leq 120V$ se in corrente continua
- *Sistema di I categoria (bassa tensione BT)*
 - $50 \leq V_n \leq 1.000V$ se in corrente alternata.
 - $120 \leq V_n \leq 1.500V$ se in corrente continua



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE ALLA TENSIONE

- *Sistema I I categoria (media tensione MT)*
 - $1000 < V_n \leq 30.000V$ se in corrente alternata.
 - $1500 < V_n \leq 30.000V$ se in corrente continua
- *Sistema di I I I categoria (alta tensione AT)*
 - $V_n > 30.000V$ sia in corrente alternata che in corrente continua



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE AL COLLEGAMENTO A TERRA

I sistemi elettrici di categoria *zero e prima* vengono classificati, in relazione al collegamento a terra, mediante una sigla di due lettere.



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE AL COLLEGAMENTO A TERRA

Prima Lettera – Situazione del *neutro*

T= collegamento diretto a terra (con impedenza trascurabile) del neutro;

I= isolamento da terra, oppure collegamento a terra tramite impedenza.



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE AL COLLEGAMENTO A TERRA

Seconda Lettera – Situazione delle *masse*

T= collegamento diretto a terra delle masse (diverso da quello del sistema);

N= collegamento delle masse al punto del sistema (generalmente il neutro) collegato a terra.



CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI IN RELAZIONE AL COLLEGAMENTO A TERRA

SISTEMI TN IT TT



SISTEMI TN

Sistema TN, avente il neutro collegato direttamente a terra e le masse collegate al conduttore di neutro. Quest'ultimo collegamento può essere effettuato direttamente o indirettamente, dando origine ai tre casi seguenti:

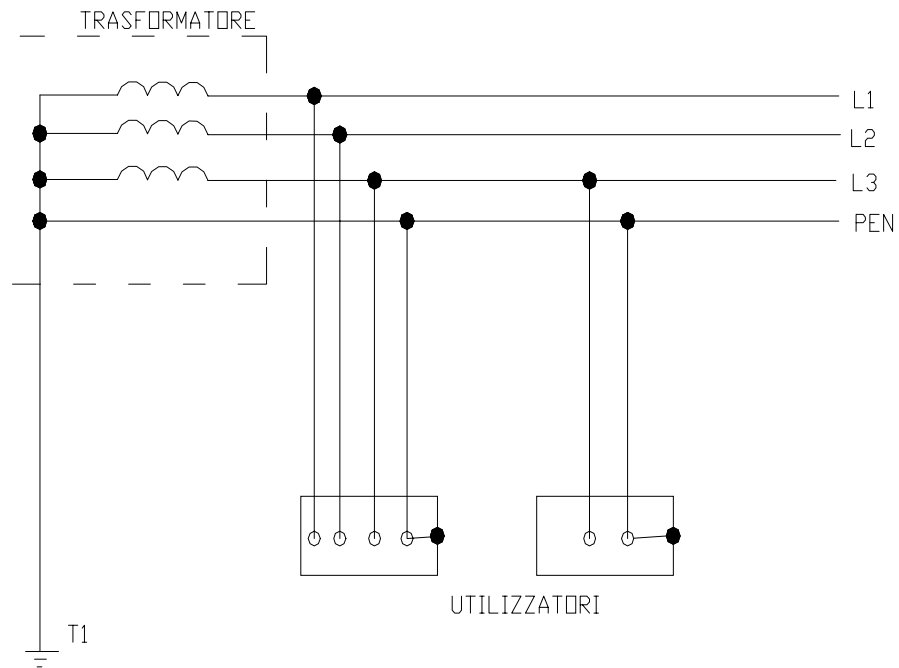
- Sistema TN-C
- Sistema TN-S
- Sistema TN-C-S



SISTEMI TN-C

Le funzioni di neutro e di protezione sono combinate in un solo conduttore indicato con PEN.

Il neutro essendo anche conduttore di protezione, non deve essere sezionabile.



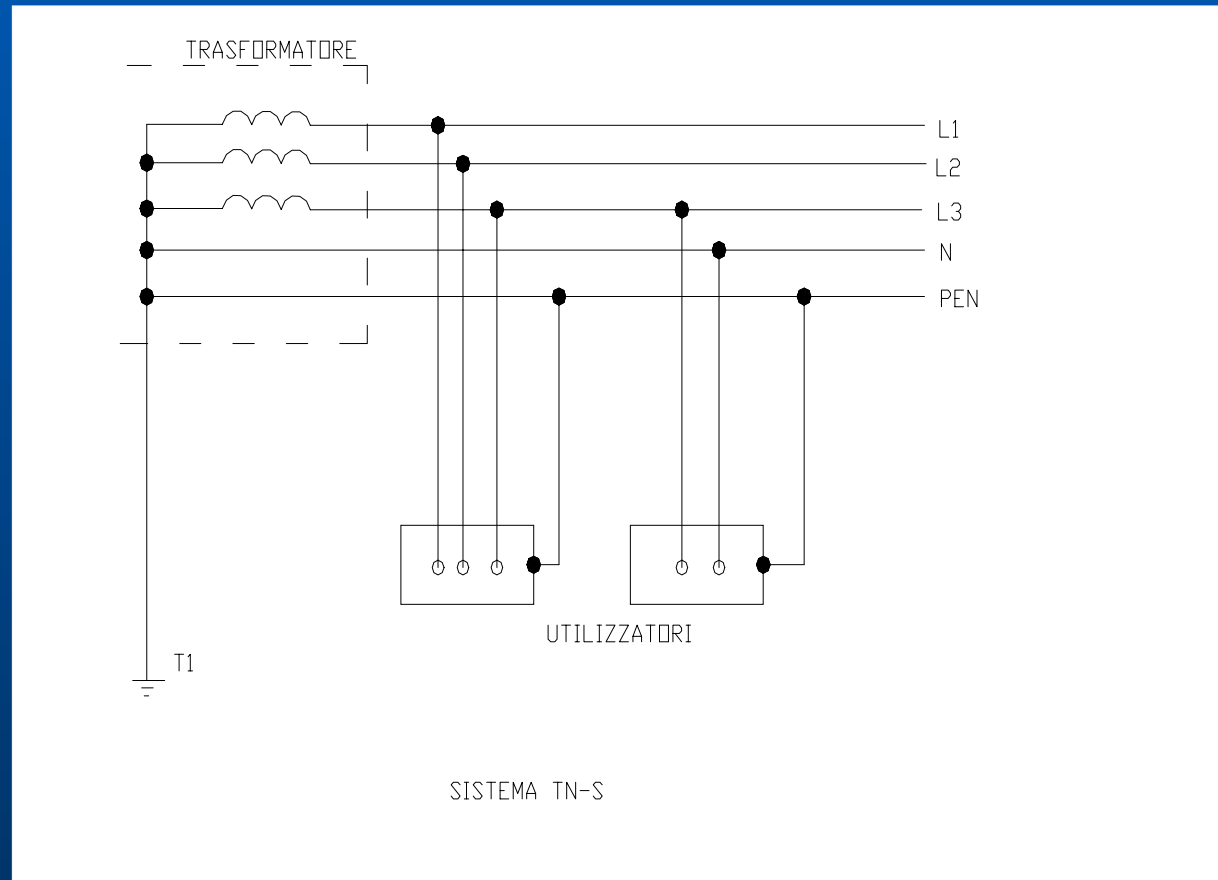


SISTEMI TN-S

Il conduttore di neutro e di protezione sono separati.

Il neutro non avendo funzione di protezione potrebbe anche essere sezionabile.

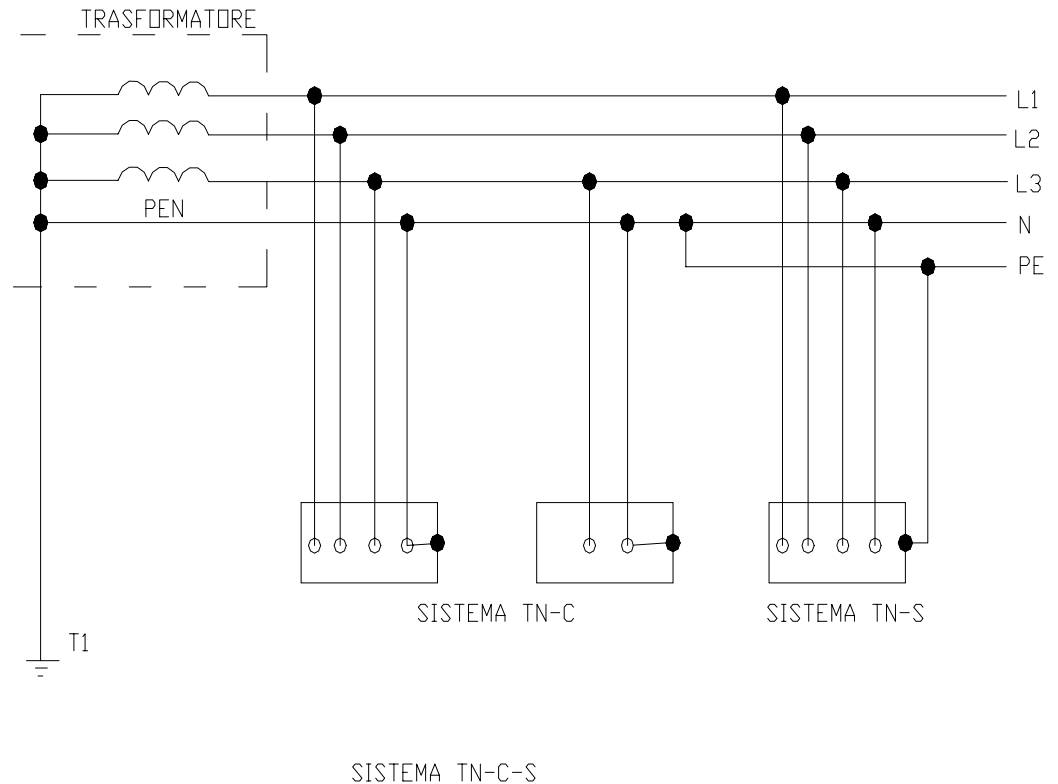
La norma CEI 64-8 richiede il sezionamento solo nei circuiti fase-neutro.





SISTEMI TN-S-C

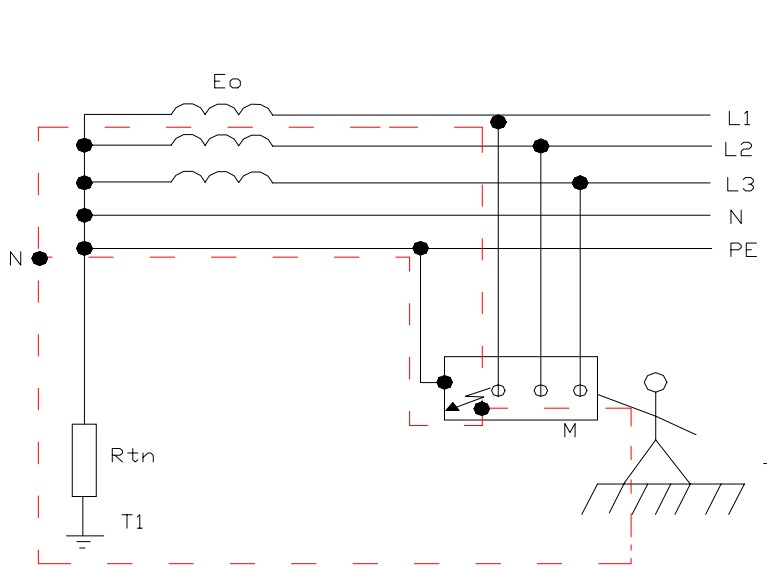
Derivante dall'unione dei due precedenti sistemi visti e in cui le funzioni di neutro e di protezione sono combinate per una parte dell'impianto e per un'altra parte separate.





SISTEMI TN

CIRCUITO DI GUASTO A TERRA NEL SISTEMA TN-S



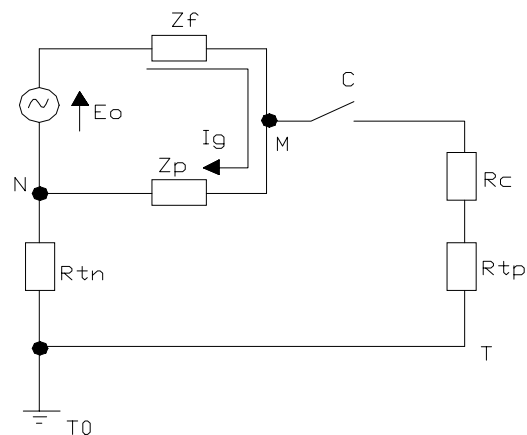
Z_f =impedenza della fase L1

Z_p =impedenza del conduttore PE

R_c =resistenza del corpo umano

R_{tp} =resistenza verso terra della persona

R_{tn} =resistenza di terra del neutro



$$I_g = \frac{E_o}{Z_f + Z_p} = \frac{E_o}{Z_s}$$

$$V_{co} = Z_p I_g = E_o \frac{Z_p}{Z_f + Z_p} = \frac{1}{\frac{Z_f}{Z_p} + 1} E_o$$

Se $Z_f = Z_p \rightarrow V_{co} = 1/2 E_o$

$$Z_s I_a \leq U_o$$

Z_s =l'impedenza dell'anello di guasto

I_a =corrente che provoca l'interruzione del dispositivo di protezione

U_o =tensione di fase



SISTEMI TN

Tempi massimi di interruzione per sistemi TN

U_0 (V)	Tempo di interruzione (s)
120	0.8
230	0.4
400	0.2
>400	0.1



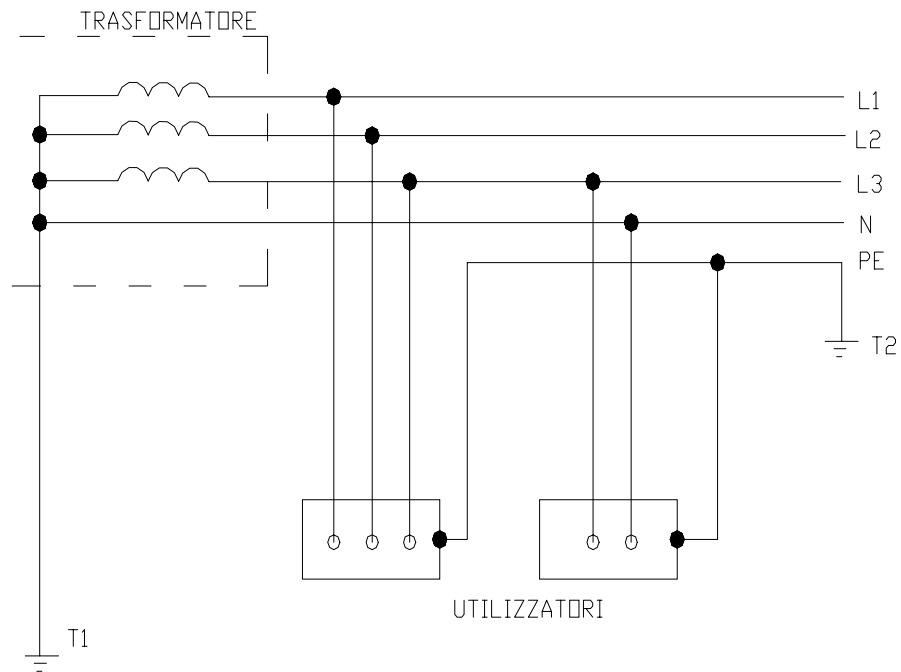
The diagram illustrates a three-phase power distribution system. On the left, a transformer labeled "TRASFORMATORE" has three primary windings connected to the supply lines L1, L2, and L3. The secondary windings are connected to two sets of three-phase outlets labeled "UTILIZZATORI". The PEN line is connected to the PEN terminal of the outlets and to ground (T1). A fault Z is shown on the N line.

21



SISTEMI TT

- T1 terra di cabina
- T2 terra dell'utente, mediante il conduttore di protezione PE.



SISTEMA TT



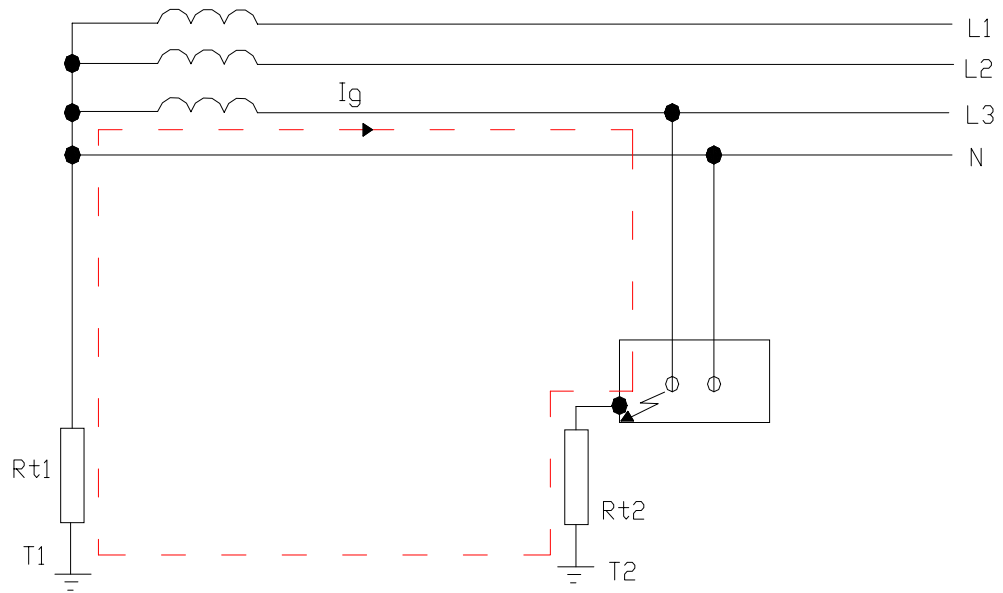
SISTEMI TT

- Il conduttore di neutro, in questo caso, è da ritenere conduttore attivo a tutti gli effetti e come tale deve essere sezionabile, per evitare l'insorgenza di situazioni di pericolo in caso di circuito aperto con neutro non interrotto.
- Al contrario il conduttore PE avendo il compito di collegare le masse ai dispersori dell'impianto di terra, non deve mai essere sezionabile



SISTEMI TT

Un guasto d'isolamento all'interno di un apparecchio elettrico determina la creazione di una corrente di guasto I_g limitata essenzialmente dalle resistenze dei due impianti di terra T1 e T2



CIRCUITO DI GUASTO A TERRA NEL SISTEMA TT



PRESCRIZIONE IN MERITO ALL'IMPIANTO DI TERRA

- CEI 11-1 Norma di carattere generale relativa agli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione.
- CEI 11-8 Norma specifica sugli impianti di terra relativa agli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione.
- CEI 64-8 Norma che riguarda gli impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale fino a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.;



PRESCRIZIONE IN MERITO ALL'IMPIANTO DI TERRA

- Obbligatorietà dell'impianto di messa a terra;
- Unicità dell'impianto di terra (*raccomandato dalla norma CEI 64-8*);
- Valore della resistenza di terra;
- Denuncia e verifiche dell'impianto di terra



ESECUZIONE DELL' IMPIANTO DI TERRA

D: dispersore

CT: conduttore di terra

COL: collettore

PE: conduttore di protezione

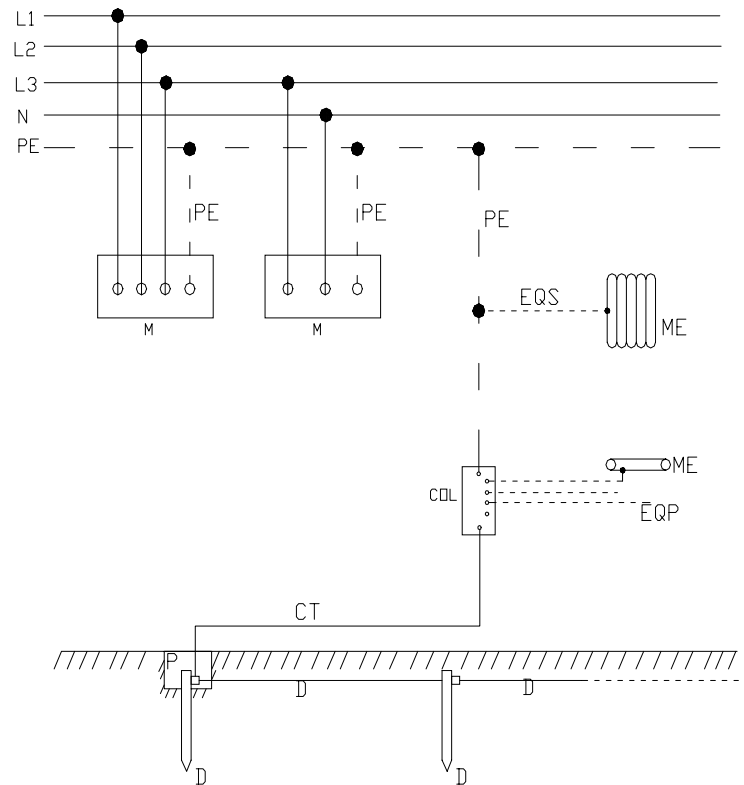
EQP: collegamento equipotenziale principale

EQS: collegamento equipotenziale supplementari

M: Massa

ME: massa estranea

P: pozzetto



PARTI COSTITUENTI UN IMPIANTO DI TERRA



DISPERSORE

- Dispersioni propri (o intenzionali)
- Dispersioni naturali (o di fatto)

Materiali da usare:

rame, acciaio rivestito, ferro zincato o non.

Forma:

a picchetto a sez. circolare piena, tubolare, picchetti in profilati a “T”, “C” a crociera - Nastri e corde – piastre – conduttori posti nello scavo di fondazione dell’edificio – ferri di armatura del calcestruzzo – altre strutture interrate adatte allo scopo.



DISPERSORE

Le modalità di posa di installazione devono evitare l'aumento della resistenza di terra per effetto del congelamento o dell'essiccamento del terreno.

In pratica si attua l'interramento a (0.5-1)m di profondità



CONDUTTORE DI TERRA

Sono i conduttori che collegano i dispersori tra loro e al collettore principale di terra; non sono in contatto col terreno.

- Se i dispersori sono collegati da un conduttore posato in tubazione interrata esso è da considerarsi conduttore di terra.
- Se tale conduttore è direttamente interrato è da considerarsi come dispersore



CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI CONDUTTORE DI TERRA

- Materiale metallico di sufficiente conducibilità;
- Fili, corde, piattine, tubi elementi strutturali metallici inamovibili;
- Devono essere giuntati mediante saldatura forte o autogena oppure con adatti morsetti e le giunture devono essere protette contro la corrosione;
- Devono avere percorso breve non devono essere soggetti a sforzi meccanici;
- Devono essere provvisti, in posizione accessibile, di un dispositivo di apertura manovrabile solo con attrezzo (sezionatore di terra) per consentire la verifica.



CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI CONDUTTORE DI TERRA

- Devono avere una sezione non inferiore a:
 - 16mmq (rame e ferro) se sono protetti contro la corrosione) ma non in modo meccanico (per esempio zincatura, ma senza tubo protettivo);
 - 25mmq (rame) e 50mmq (ferro) se non sono protetti contro la corrosione;
 - Uguale a quella dei conduttori di protezione se sono protetti meccanicamente e contro la corrosione.



COLLETTORE O NODO PRINCIPALE DI TERRA

E' l'elemento dell'impianto di terra a cui vengono collegati i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità principali e, nel sistema TN, il neutro o il PEN. Viene realizzato mediante una sbarra o un morsetto.



CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Sono i conduttori che collegano le masse al collettore di principale di terra e devono soddisfare, come gli altri componenti dell'impianto, ai vari requisiti richiesti dalla normativa.

Sezione convenzionale minima (norma 64-8)

- per $S \leq 16 \text{ mm}^2$ deve essere $S_p = S$
- per $16 < S < 35$ deve essere $S_p = 16 \text{ mm}^2$
- per $S > 35 \text{ mm}^2$ deve essere $S_p = S/2$



CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

Sono destinati ad assicurare, mediante collegamento elettrico, l'equipotenzialità tra le masse e/o le masse estranee e si dividono in:

- collegamenti equipotenziali principali (EQP) che collegano le masse estranee al collettore di terra;
- Collegamenti equipotenziali supplementari (EQS), che collegano masse estranee al PE, masse tra loro, massa a massa estranea, masse estranee tra di loro



CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

Sezioni convenzionali minime (norma 64-8)

- per l'EQP la sez. non deve essere inferiore alla metà di quella del PE principale, con minimo di 6mmq; se l'EQP è in rame non è richiesta una sez. superiore a 25mmq, se è in altro materiale l'equivalente di 25mmq di rame.
- per l'EQS che collega due masse la sez. non deve essere inferiore alla minima tra i due PE;
- per l'EQS di connessione massa – massa estranea la sez. non deve essere inferiore a metà del PE della corrispondente massa;
- per l'EQS che connette masse estranea tra loro o all'impianto di terra, la sez. deve essere non inferiore a 2.5mmq se meccanicamente protetto e a 4mma in caso contrario.