

Sistemi Elettrici

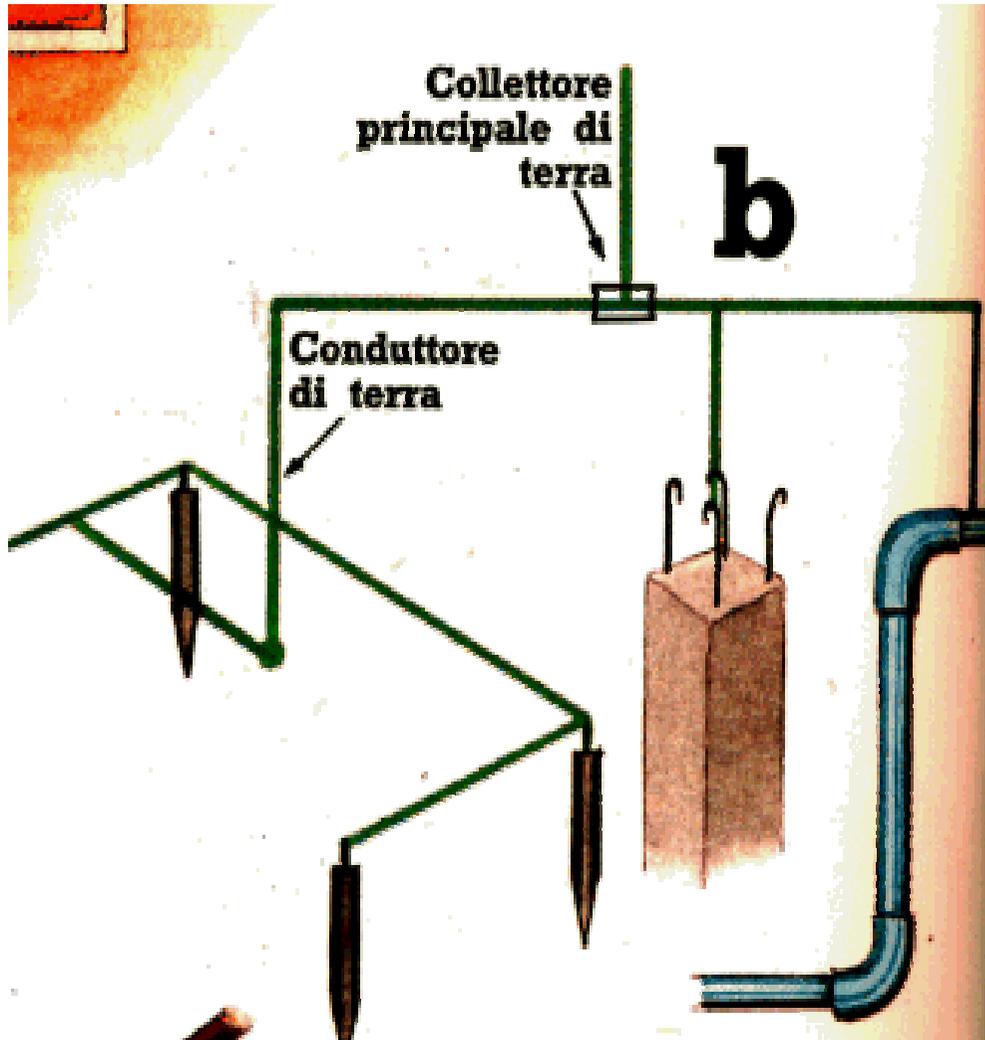
DEFINIZIONE (CEI 11-1)

Si definisce SISTEMA ELETTRICO la parte di impianto elettrico costituita dai componenti elettrici aventi una determinata TENSIONE NOMINALE (d'esercizio).

Un sistema elettrico è denominato oltre dalla TENSIONE NOMINALE e della TENSIONE NOMINALE VERSO TERRA.

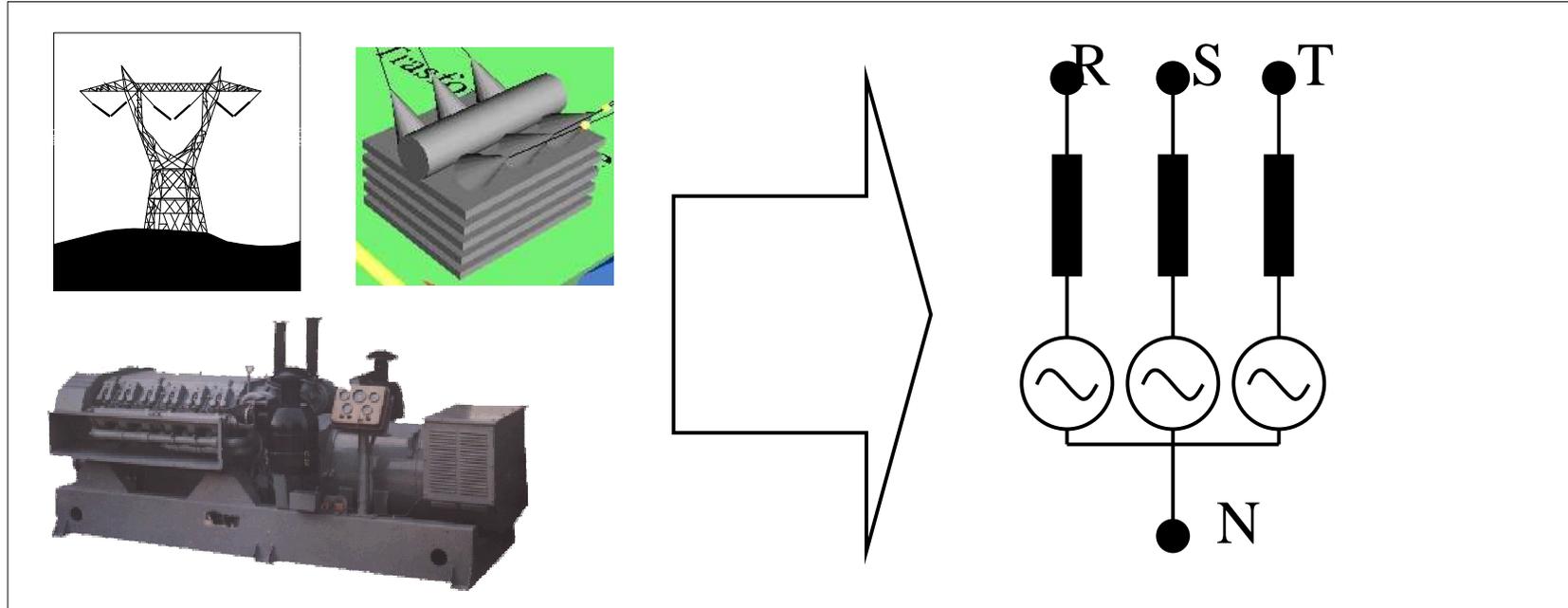
Categoria	Vac (volt)	Vdc (volt)	
0 (zero)	$V_n \leq 50$	$V_n \leq 120$	} BT
I (prima)	$50 < V_n \leq 1000$	$120 < V_n \leq 1500$	
II (seconda)	$1000 < V_n \leq 30000$	$1500 < V_n \leq 30000$	} AT
III (terza)	$V_n > 30000$	$V_n > 30000$	

L'impianto Di Terra



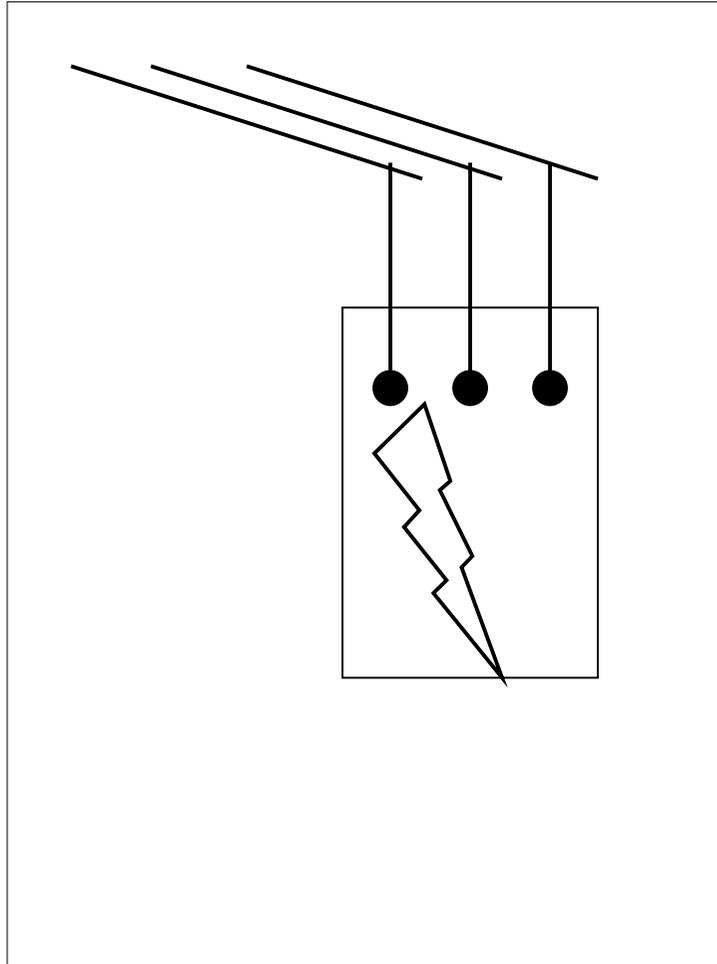
- Consente di realizzare un contatto elettrico con il terreno
- È costituito da dispersori intenzionali (picchetti, nastri metallici, conduttori cordati in rame, tondini di acciaio) e/o dispersori di fatto
- Il conduttore elettrico che consente il collegamento con l'impianto di terra viene denominato "conduttore di terra".

Alimentazioni Elettriche



- Circuito equivalente del generatore o del trasformatore
- R, S, T (u, v, w) fasi; N neutro
- Il NEUTRO può essere collegato a terra tramite il conduttore di protezione oppure isolato

Massa



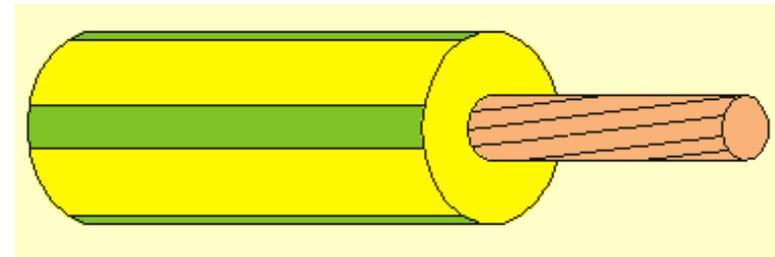
- **MASSA:** Parte conduttrice, facente parte dell'impianto elettrico, che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale (CEI 64-8).
- **MASSA ESTRANEA:** Parte conduttrice, NON facente parte dell'impianto elettrico, in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra (CEI 64-8).

Messa a Terra

24.5 Conduttore di protezione

Conduttore prescritto per alcune misure di protezione, per esempio contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti:

- masse;
- masse estranee;
- collettore (o nodo) principale di terra;
- dispersore;
- punto di terra della sorgente o neutro artificiale.



413.1.1.2 Messa a terra

Le masse devono essere collegate ad un conduttore di protezione nelle condizioni specifiche di ciascun modo di collegamento a terra.

Le masse simultaneamente accessibili devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Conduttore di Terra e PE

Tab. 54F **Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase (valida se hanno lo stesso materiale conduttore)**

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S (mm ²)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = \frac{S}{2}$

543.1.3 La sezione di ogni conduttore di protezione che **non faccia parte della conduttura** di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

542.3.1 I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato in 543.1 e la loro sezione deve essere in accordo con la Tab. 54A.

Per il rame: **16 mm²** (se protetto) o **25 mm²** (se non protetto dalla corrosione)

Impianto di Terra (Schema)

LEGENDA

DA = Dispersore intenzionale

DN = Dispersore di fatto

CT = Conduttore di terra

EQP = Conduttore equipotenziale principale

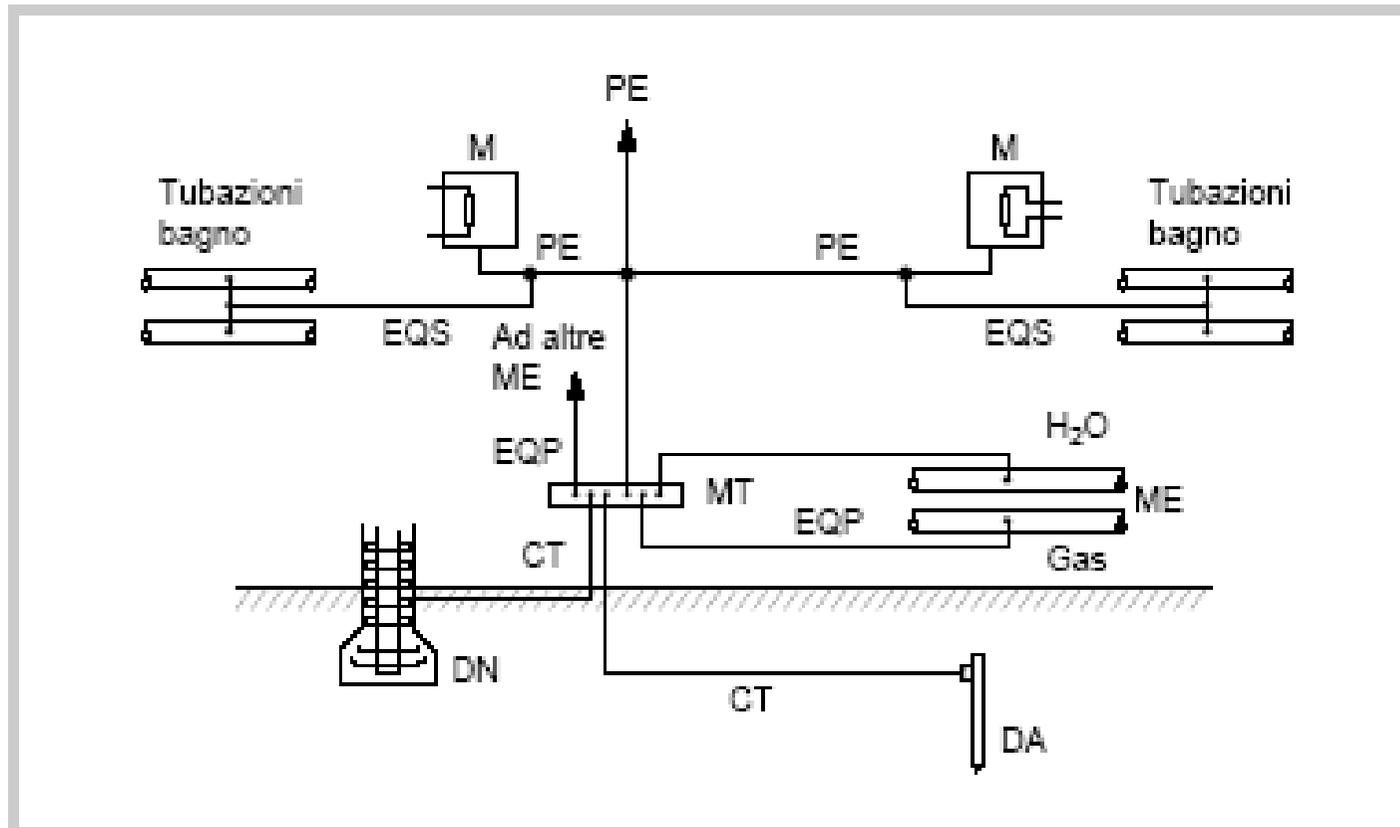
EQS = Conduttore equipotenziale supplementare

PE = Conduttore di protezione

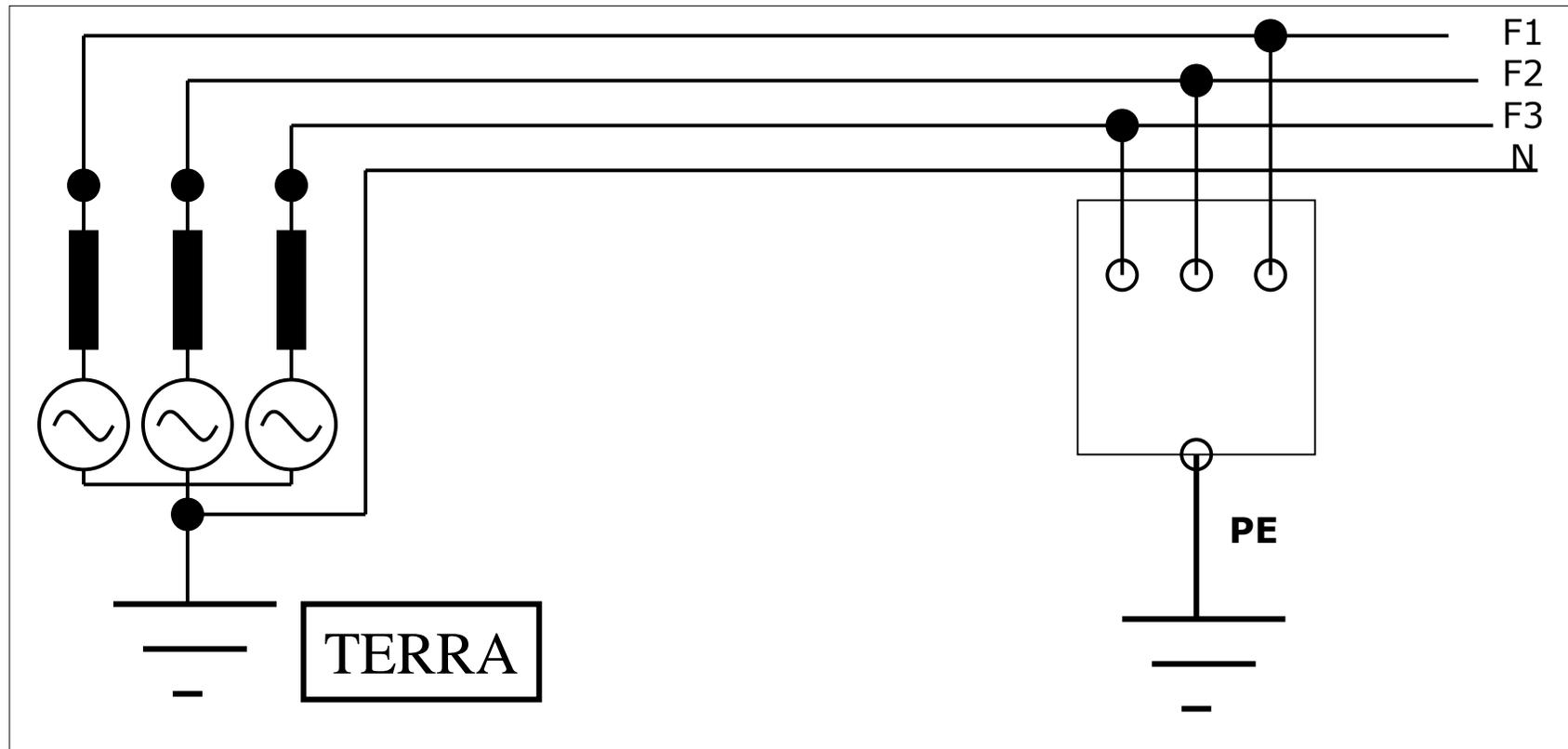
MT = Collettore (nodo) principale di terra

M = Massa

ME = Massa estranea



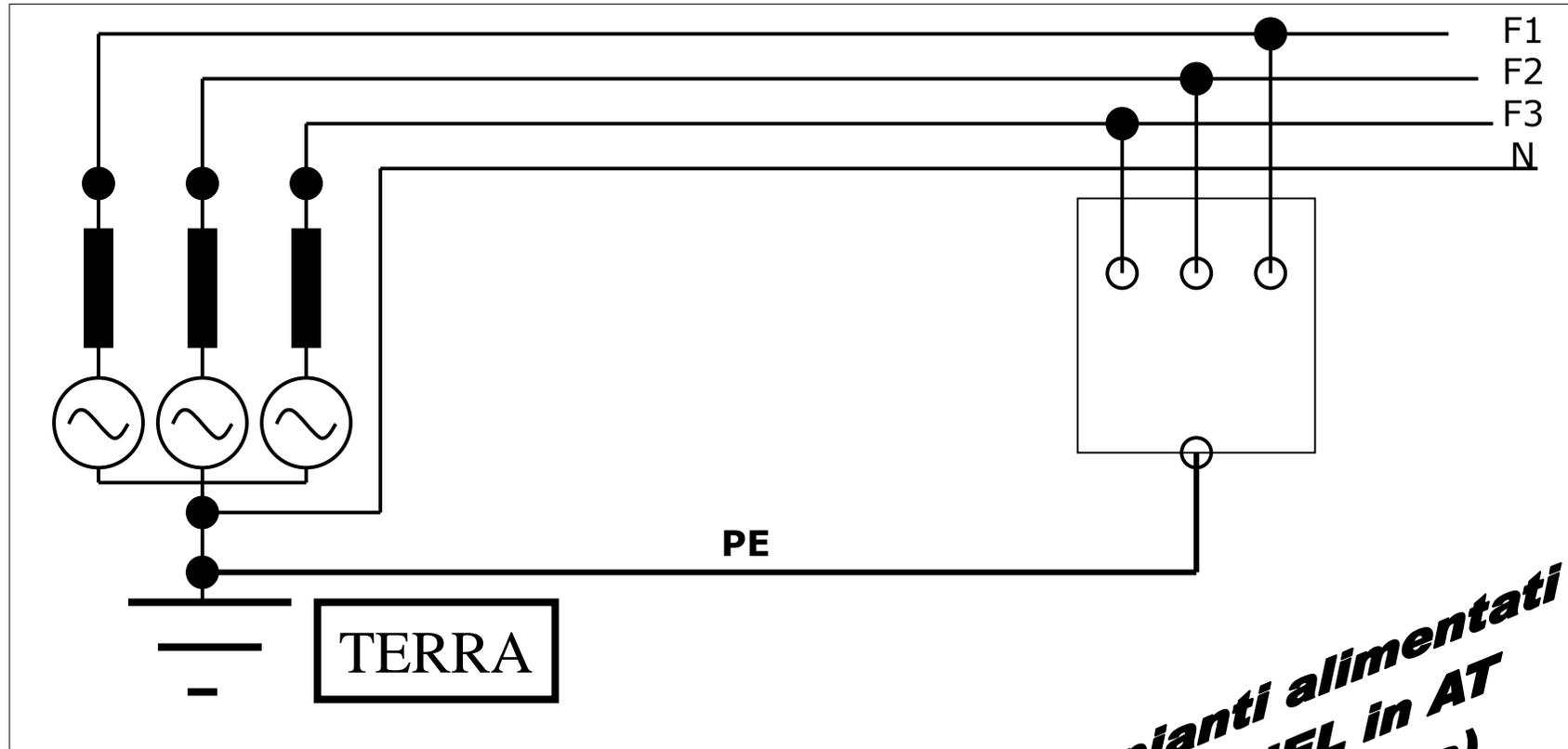
Sistema TT



- NEUTRO connesso a terra
- MASSE connesse a terra
- Gli impianti di terra sono separati

***Impianti alimentati
da ENEL in BT***

Sistema TN



***Impianti alimentati
da ENEL in AT
(con cabina)***

- NEUTRO connesso a terra
- MASSE connesse a terra tramite il conduttore PE
- Unico impianto di terra fra Neutro e Masse.

Sistemi Di Protezione

Per proteggere le persone nei confronti dei rischi da contatti indiretti possono essere utilizzate 2 differenti tipologie di protezione:

•PROTEZIONE ATTIVA

Si installano sistemi in grado di rilevare situazioni di guasto i quali tolgono alimentazione al sistema secondo modalità stabilite.

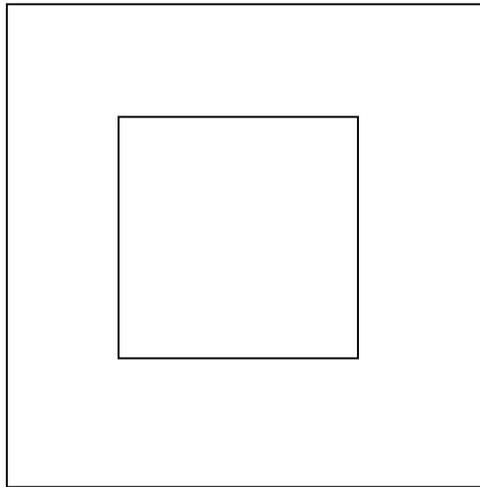
SISTEMI TN: interruttori magnetotermici, fusibili, interruttori differenziali.

SISTEMI TT: interruttori differenziali.

•PROTEZIONE PASSIVA

Si utilizzano componenti costruiti in maniera tale da rendere impossibile il guasto a terra (doppio isolamento).

Protezione Passiva



*Isolamento doppio
o rinforzato*

Apparecchi ed impianti elettrici ad **isolamento doppio (o rinforzato)** risultano sicuri anche in assenza di collegamento a terra.

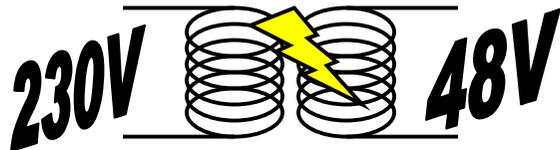
La sicurezza è data dalle particolari caratteristiche costruttive che garantiscono l'assenza di parti metalliche che possono andare in tensione per effetto di un guasto.

Tali apparecchi sono contraddistinti dal simbolo a fianco.

Protezione Passiva

- Trasformatori di sicurezza
- Batterie ...

Deve essere garantito che anche in caso di guasto la tensione del circuito non superi i valori limite (es. curare l'isolamento tra primario e secondario del trasformatore)



In caso di guasto il secondario supera i limiti di tensione

- 411.1.1** La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti è considerata assicurata quando:
- **la tensione nominale non supera 50 V, valore efficace in c.a., e 120 V in c.c. non ondulata;**
 - **l'alimentazione proviene da una delle sorgenti elencate in 411.1.2;**
 - **sono soddisfatte ulteriori condizioni**

sistemi SELV

Protezione Attiva

Si basa sulla rilevazione delle condizioni di guasto (principalmente di correnti anomale)

Sistema	Correnti di guasto
TN	Elevate, analoghe a quelle di cortocircuito
TT	Limitate dalla somma delle resistenze di terra
IT	Praticamente nulle

Tensione di Contatto

22.2 Tensione di contatto: Tensione che si stabilisce fra parti simultaneamente accessibili in caso di guasto dell'isolamento.

22.4 Tensione di contatto limite convenzionale (*UL*)

Massimo valore della tensione di contatto che è possibile mantenere per un tempo indefinito in condizioni ambientali specificate.

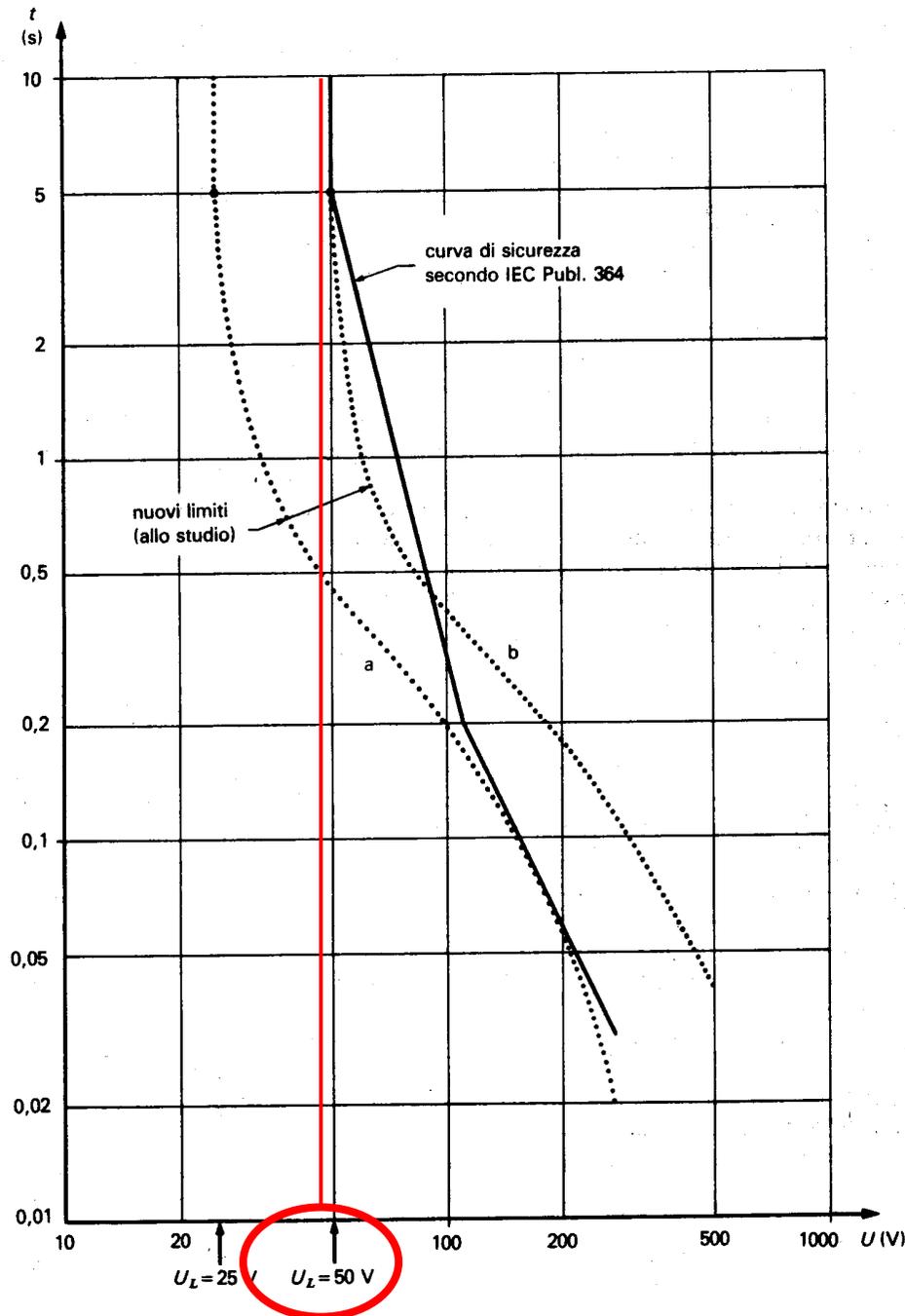
*Nella presente Norma come tensione di contatto limite convenzionale *UL* si considera il valore massimo a vuoto, che convenzionalmente si ritiene possa permanere per un tempo indefinito nelle condizioni ambientali specificate e alla tensione nominale di alimentazione, senza pericolo per le persone. Si assume $UL = 50\text{ V}$ per i sistemi in c.a. e 120 V per i sistemi in c.c., tranne che per alcuni ambienti ed applicazioni particolari a maggior rischio per i quali si rimanda alla Parte 7 di questa Norma.*

Curva Di Sicurezza

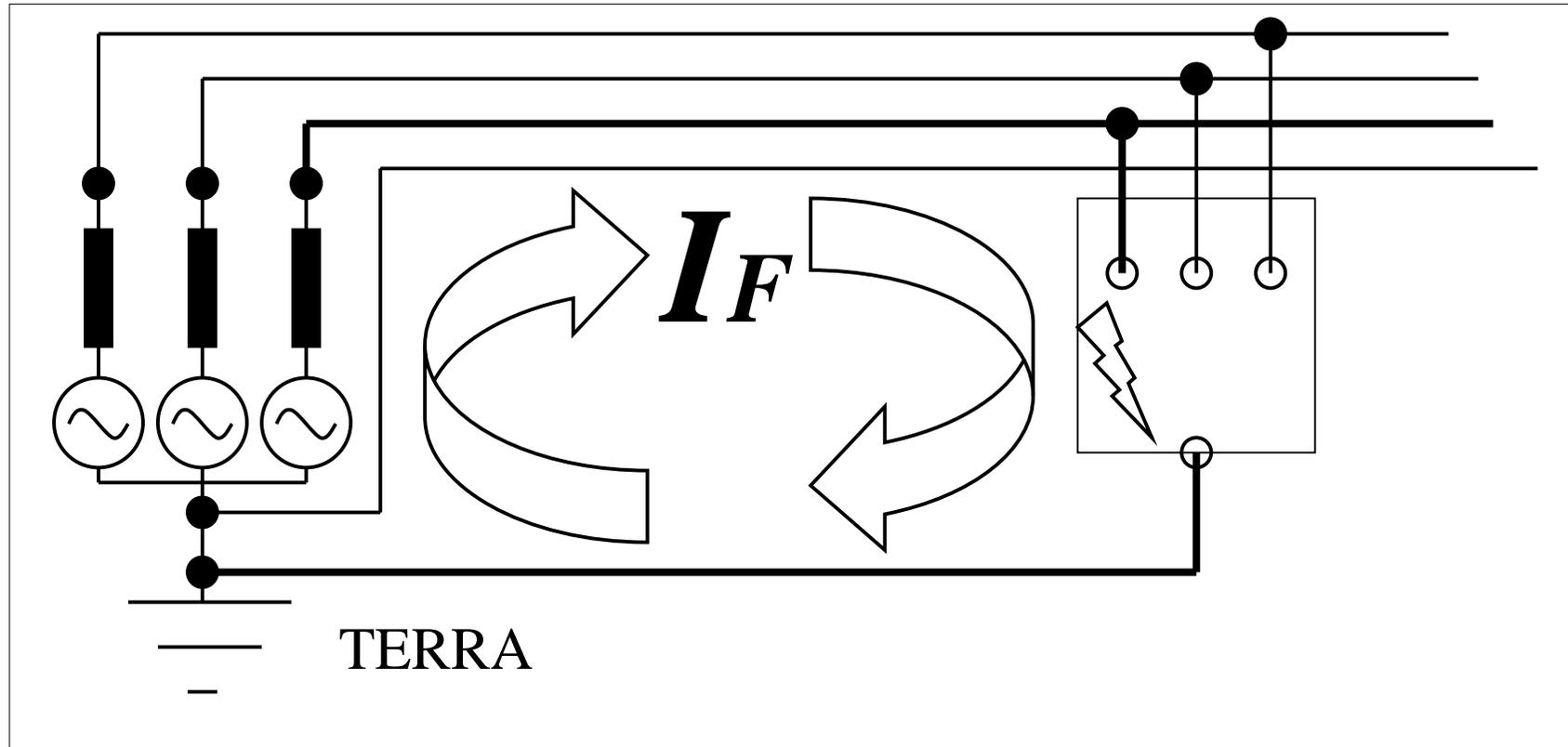
Stabilisce i valori limite convenzionali della tensione di contatto in funzione del tempo di permanenza.

Si distinguono una “**zona sicura**” (a sinistra della curva) ed una “**zona pericolosa**” (a destra della curva).

Per U_L inferiore a **50 V** siamo sempre in zona sicura

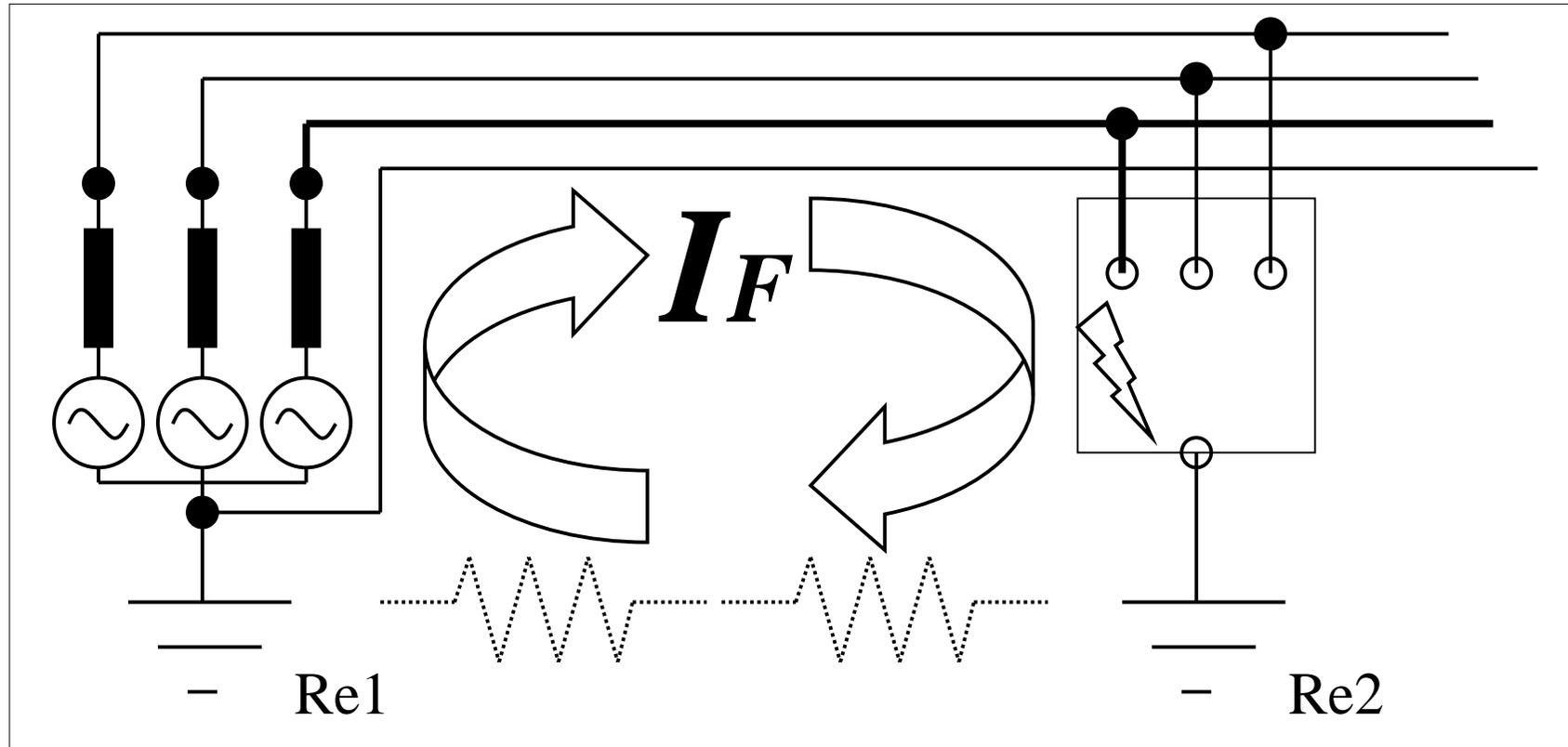


Sistema TN



- La corrente di guasto I_f è molto elevata (migliaia di ampere) in quanto percorre conduttori metallici
- Tale corrente potrebbe far intervenire i dispositivi posti a protezione della linea dalle sovracorrenti (fusibili e interruttori magnetotermici)

Sistema TT



- La corrente di guasto I_f è limitata a pochi ampere dalle resistenze di terra dei due impianti.
- Tale corrente non è in grado di far intervenire i dispositivi posti a protezione della linea dalle sovracorrenti (fusibili e interruttori magnetotermici)

Sistema TN

CEI 64-8/4

413.1.3 Sistemi TN

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella Tab. 41A in funzione della tensione nominale **U₀** oppure, nelle condizioni specificate in 413.1.3.5, entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s; se si usa un interruttore differenziale **I_a** è la corrente differenziale nominale **I_{dn}**;

U₀ è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

Tab. 41A **Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN**

U₀ (V) (*)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

(*) Questi valori si basano sulla Norma CEI 8-6.

Parte norma

Sistema TN

I dispositivi di protezione

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dato che in questi sistemi in caso di guasto a terra si instaura una forte corrente, è consentito utilizzare come dispositivi di protezione gli stessi dispositivi posti a protezione della condotta contro il sovraccarico (interruttori magnetotermici e fusibili).

Nel caso di linee particolarmente lunghe le correnti sono deboli; in tal caso si utilizza un **interruttore differenziale** (vedi oltre).

Sistema TT

CEI 64-8/4

413.1.4 Sistemi TT

$$R_A \times I_A \leq 50$$

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I_A è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

I dispositivi di protezione

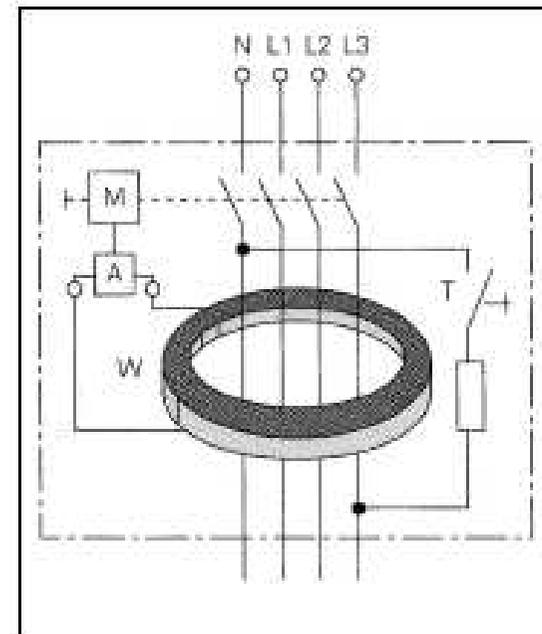
Le correnti di guasto sono deboli; in questi casi è praticamente d'obbligo l'utilizzo dell'interruttore differenziale (vedi oltre).

L'interruttore Differenziale

Gli **interruttori differenziali** sono composti essenzialmente da tre gruppi di componenti: il trasformatore toroidale o toroide, il relè di sgancio, il meccanismo di apertura.

Il toroide ha il compito di rilevare le correnti di guasto verso terra cioè controlla che l'impianto e l'utilizzazione siamo "sani"; in presenza di un guasto a terra (**anche con deboli correnti**) si induce una tensione che invia un segnale di corrente al relè di sgancio che, a sua volta, aziona il meccanismo di apertura dell'interruttore differenziale.

La corrente differenziale nominale si indica con **I_{dn}** .

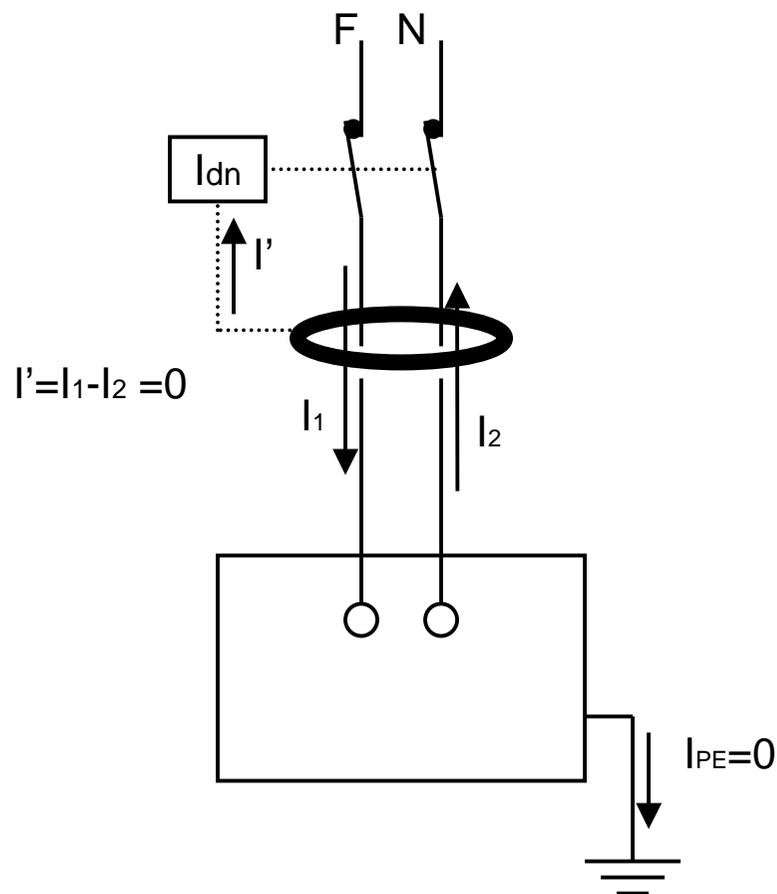


A	Relè di sgancio
W	Toroide
M	Meccanismo di apertura
T	Tasto di prova

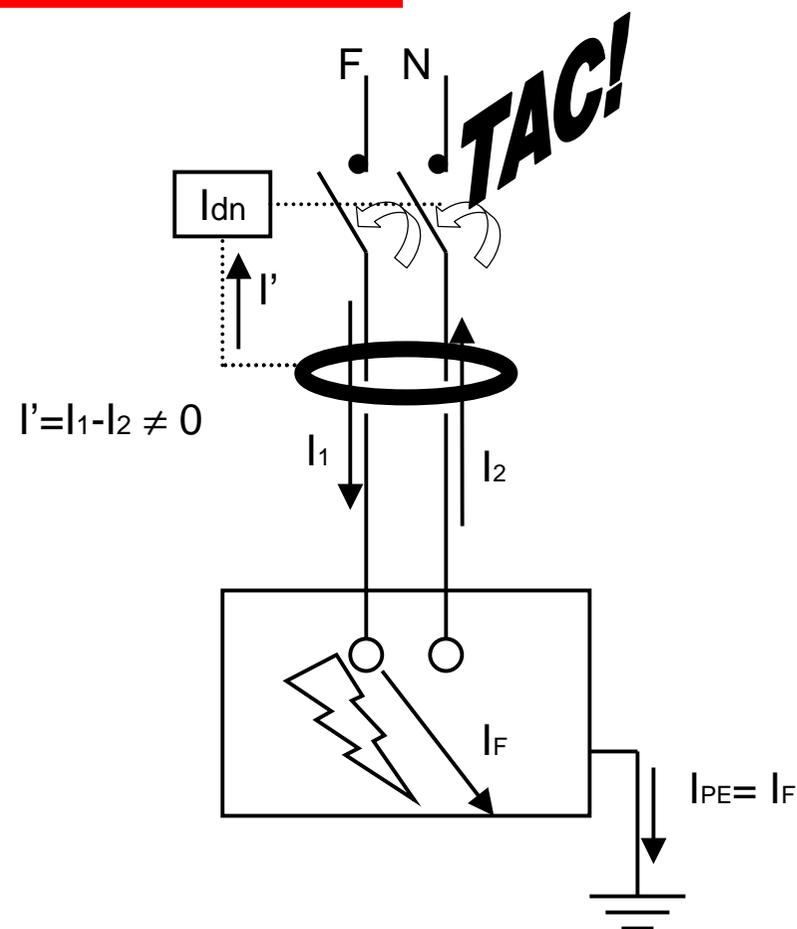
Principio di Funzionamento



Come Funziona



In **assenza di guasto** $I_1 = I_2$ e il flusso di corrente attraverso il toroide è 0

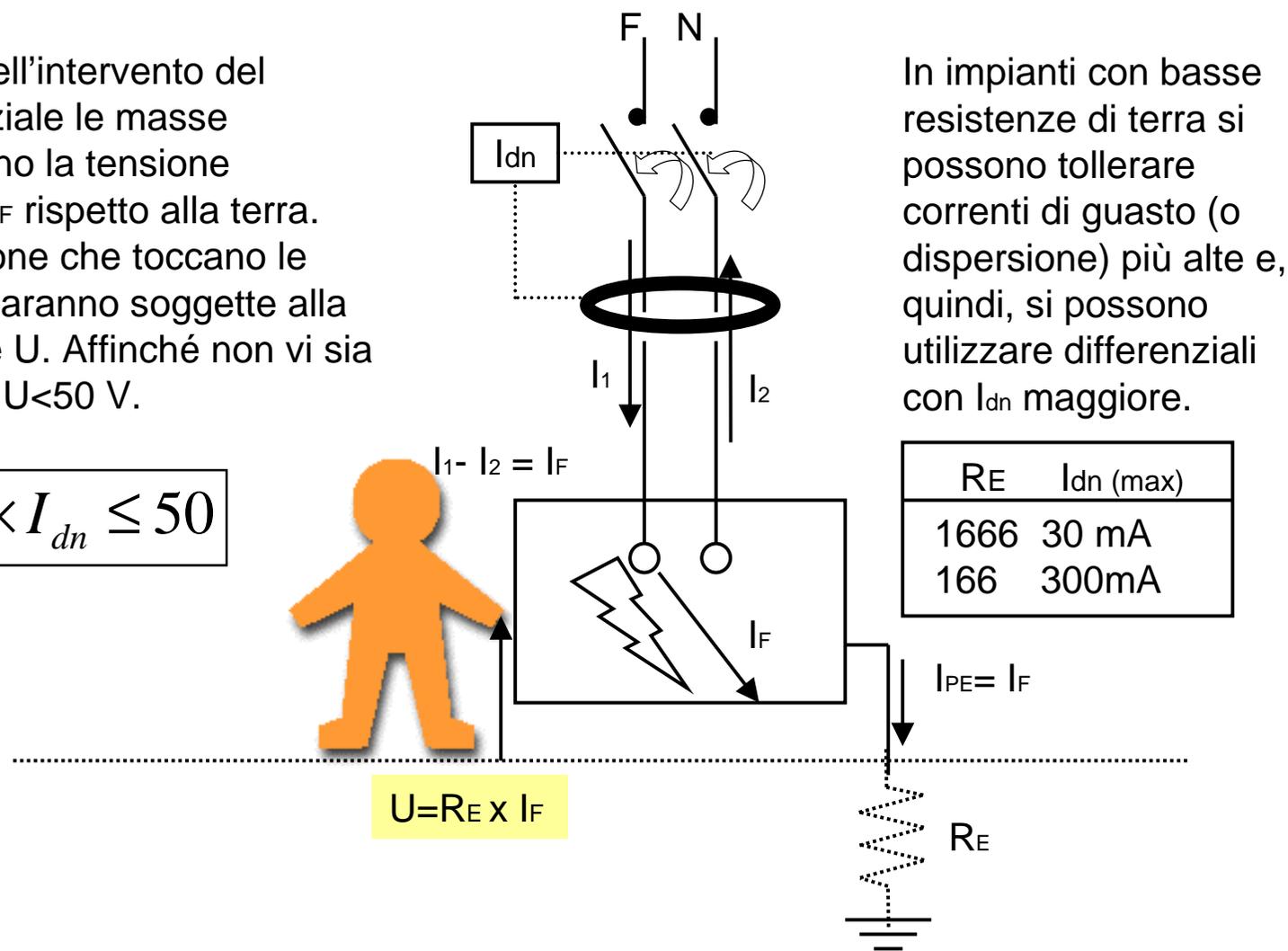


In **presenza di guasto** $I_1 \neq I_2$; il flusso di corrente attraverso il toroide è pari a I_F . Se $I_F > I_{dn}$ l'interruttore si apre.

Per Deboli Correnti

Prima dell'intervento del differenziale le masse assumono la tensione $U = R_E \times I_F$ rispetto alla terra. Le persone che toccano le masse saranno soggette alla tensione U . Affinché non vi sia pericolo $U < 50$ V.

$$R_A \times I_{dn} \leq 50$$



In impianti con basse resistenze di terra si possono tollerare correnti di guasto (o dispersione) più alte e, quindi, si possono utilizzare differenziali con I_{dn} maggiore.