

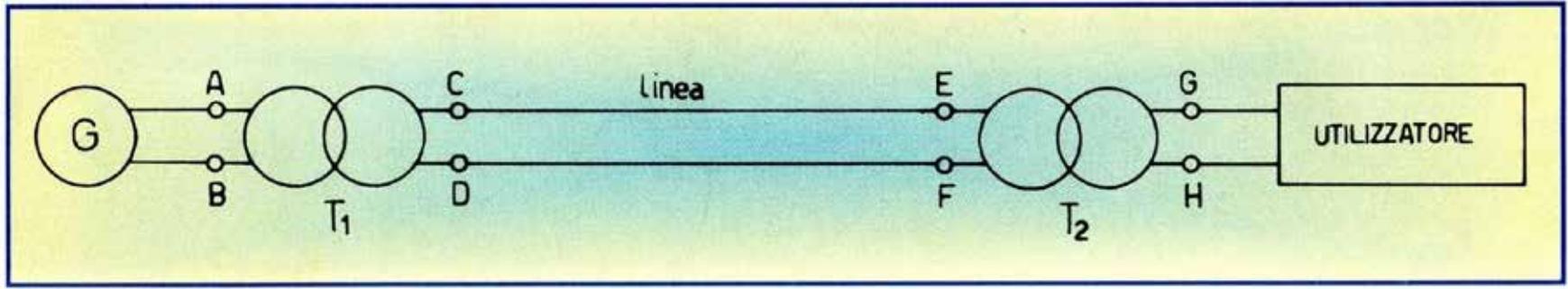
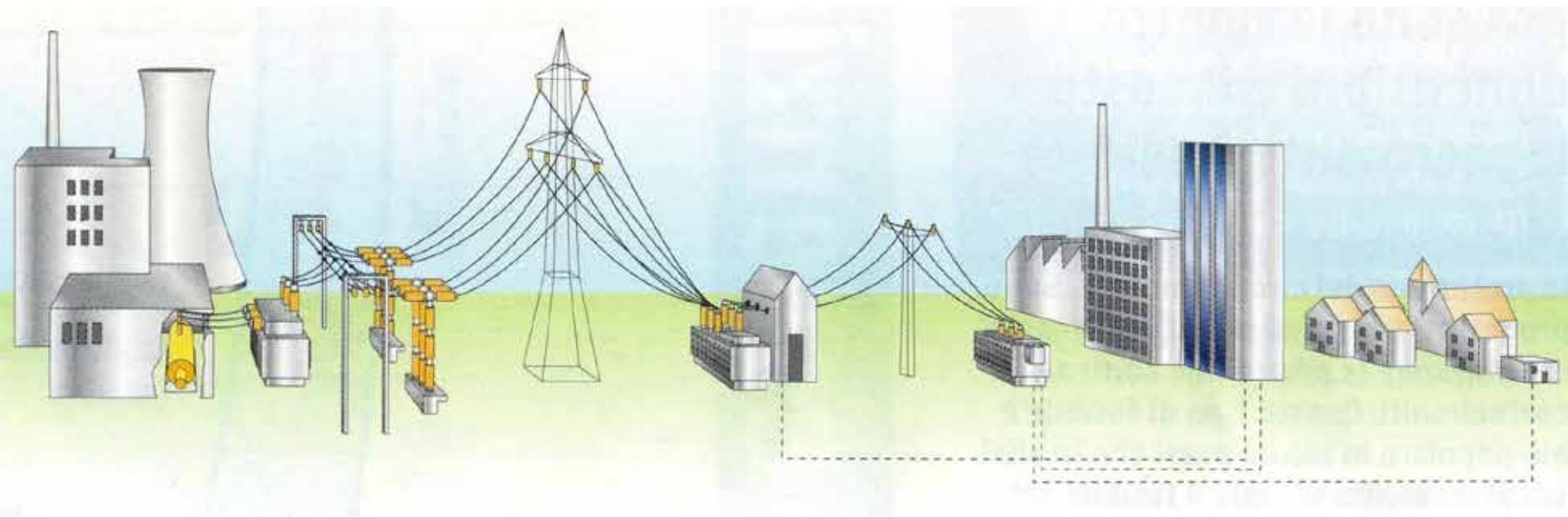
SISTEMI DI DISTRIBUZIONE IN BT
E
MODALITÀ DI PROTEZIONE

webinar 15/12/2023

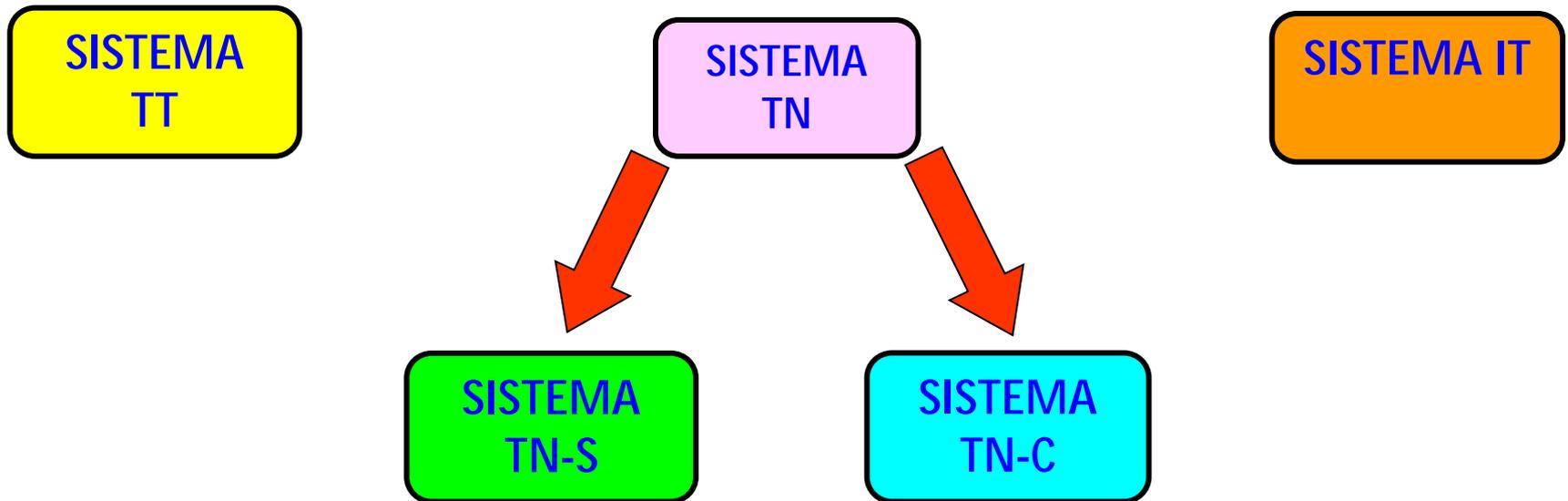
ARGOMENTI TRATTATI

- Tipologie di distribuzione in bassa tensione (TT; TN; IT)
- Comportamento in caso di guasto
- Scelta delle protezioni contro i contatti diretti e indiretti
- Effetti della corrente elettrica sul corpo umano

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

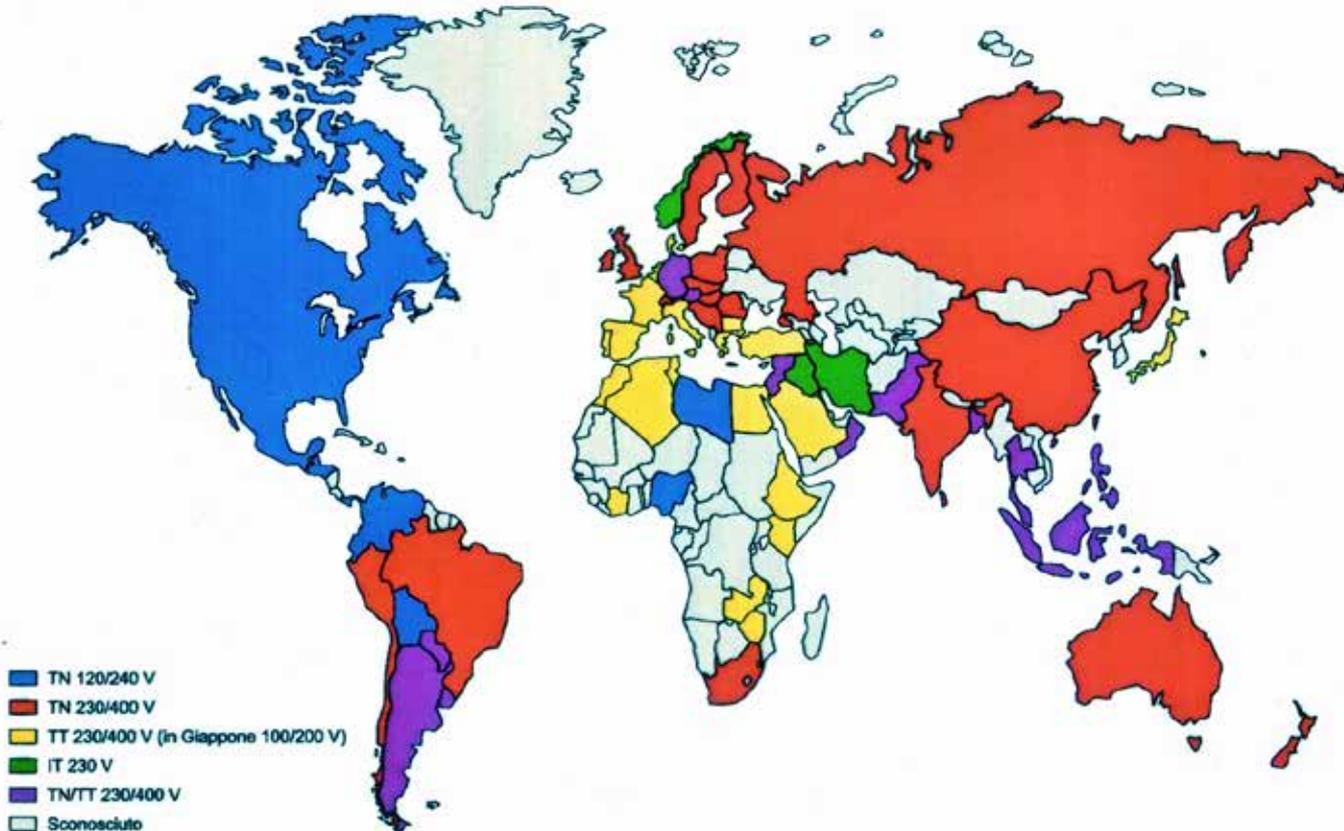


SISTEMI DI DISTRIBUZIONE



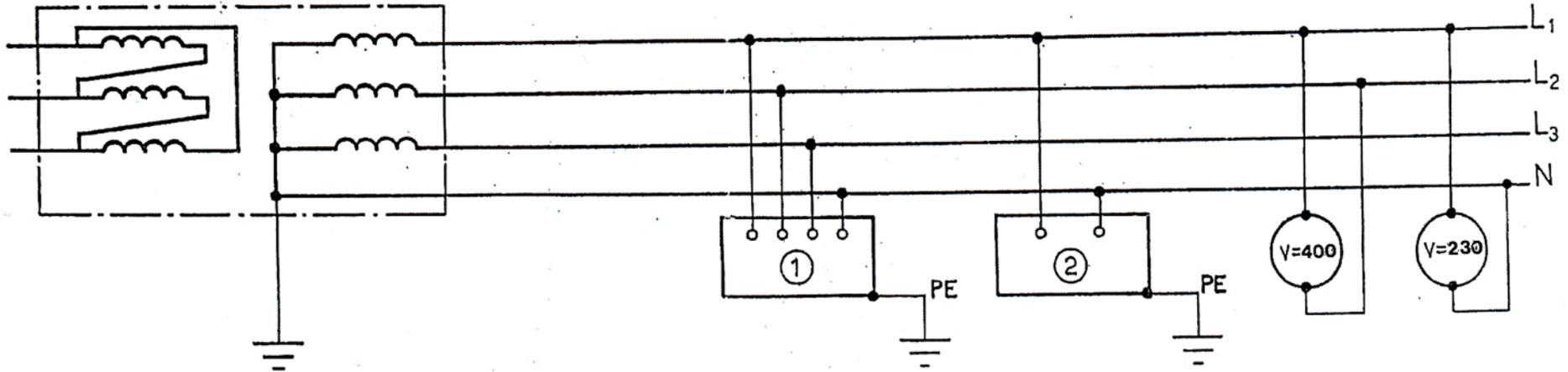
ELETTRO-MAPPA-MONDO

(sistemi di distribuzione pubblica in bassa tensione)

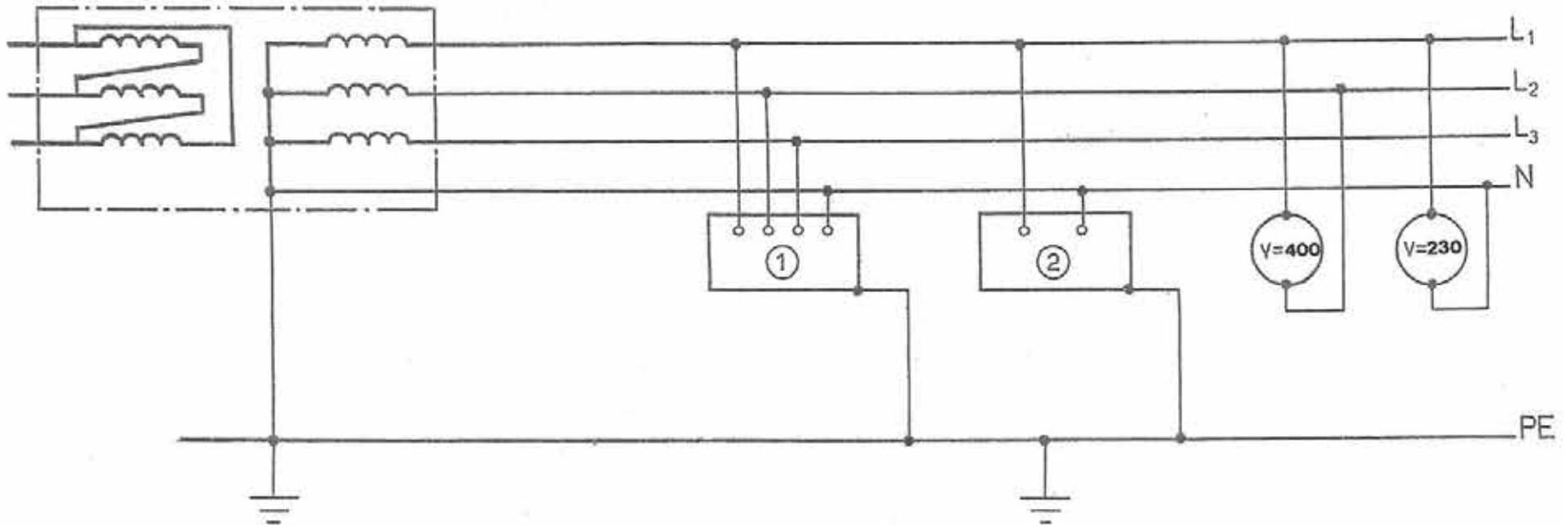


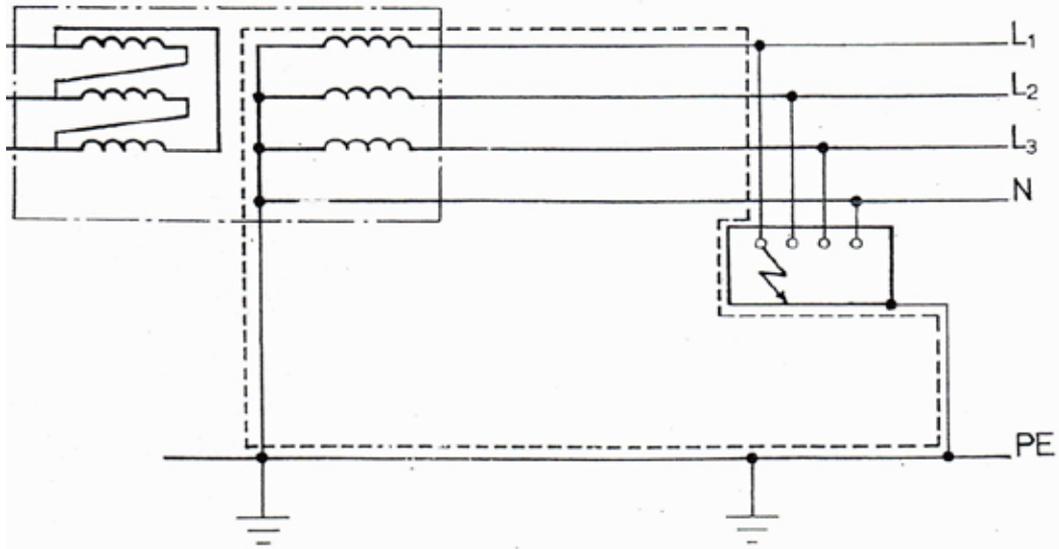
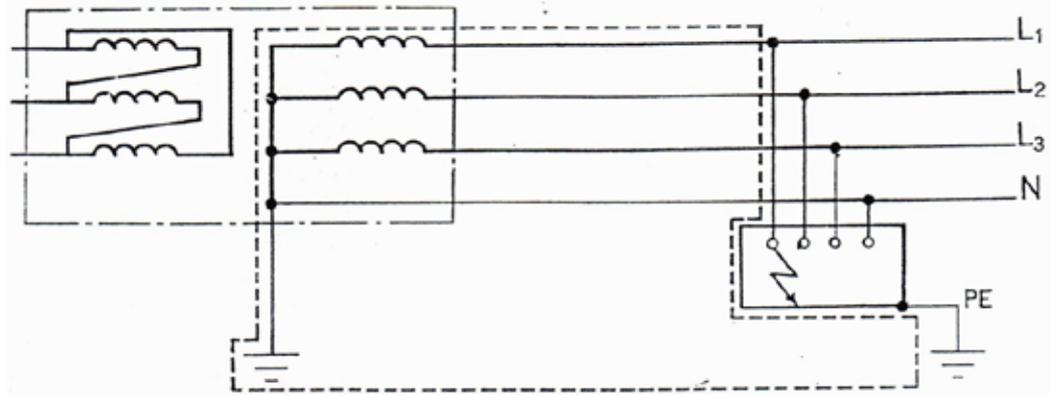
Le tensioni 230/400 V sono unificate dalla IEC. Molti paesi, tra cui l'Italia, utilizzano ancora 220/380 V.

SISTEMA TT

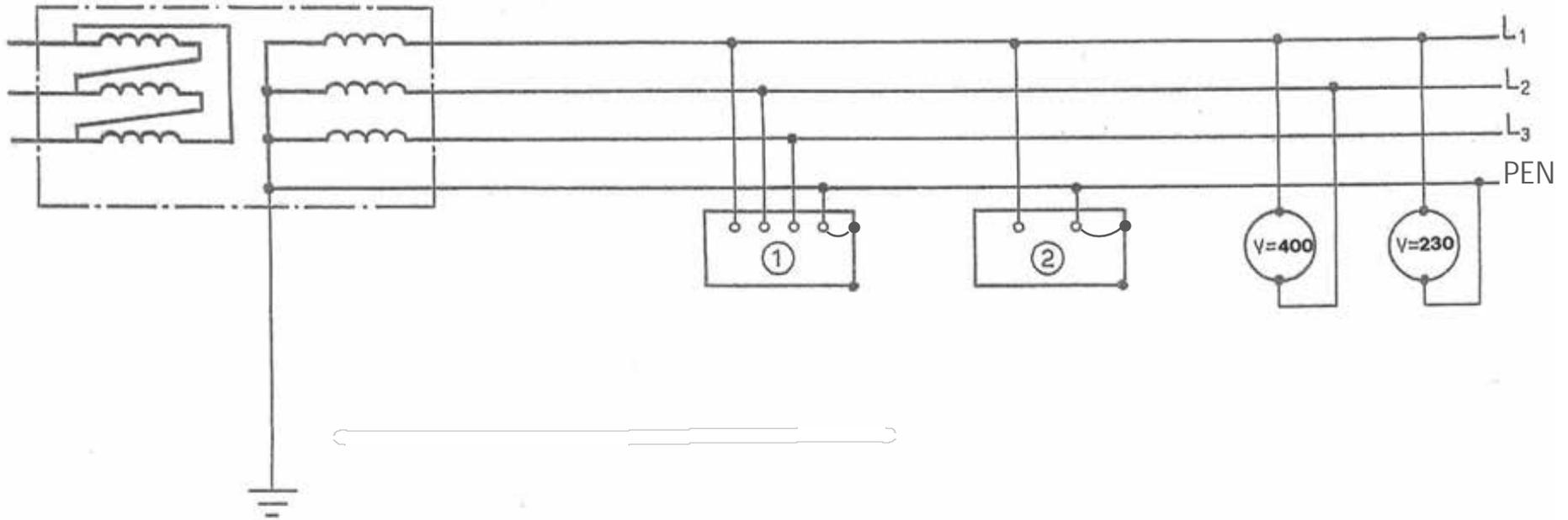


SISTEMA TN-S

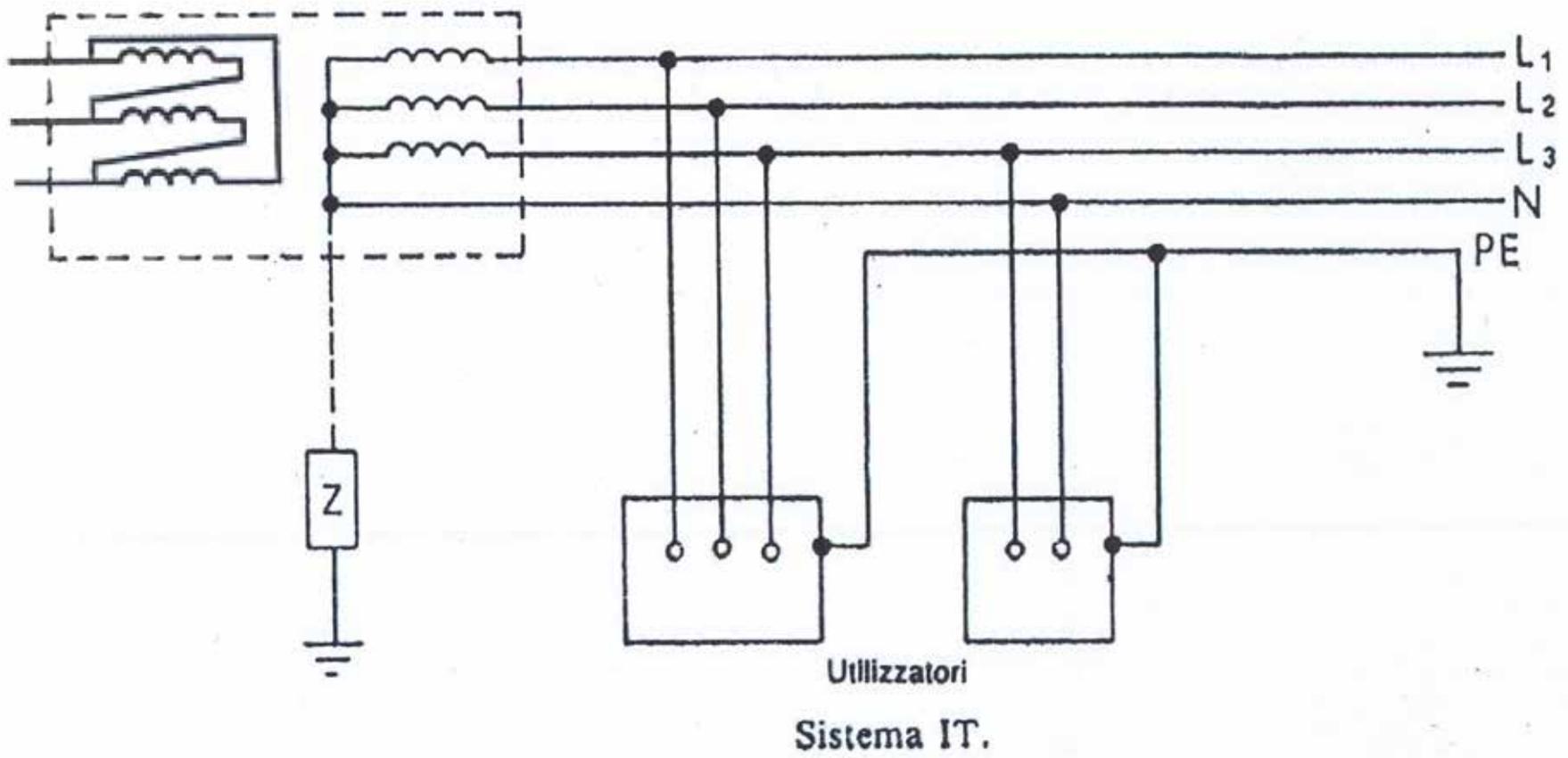




SISTEMA TN-C



SISTEMA IT



PROTEZIONE NEI SISTEMI TT

Art. 413.1.4.2 Nei sistemi TT si devono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale.

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

dove:

R_E = resistenza del dispersore in ohm;

I_{dn} = corrente nominale differenziale in ampere

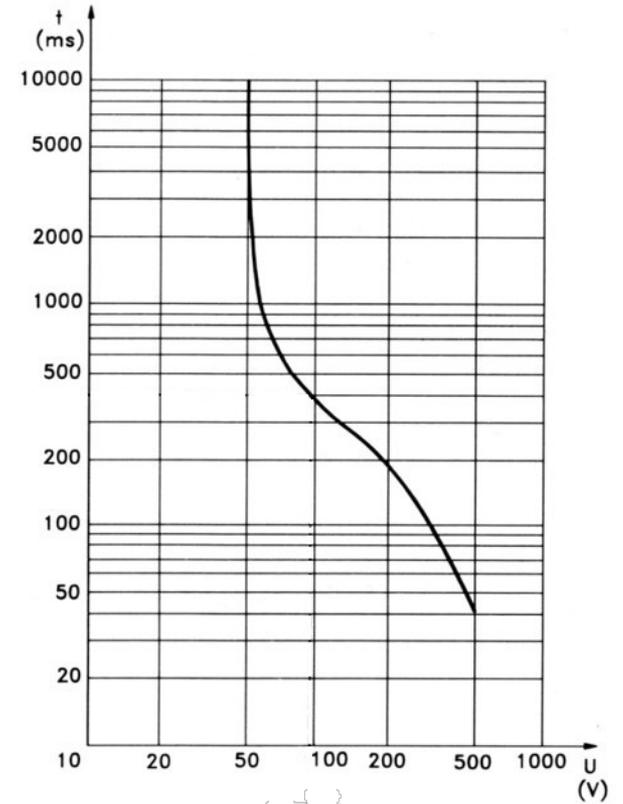
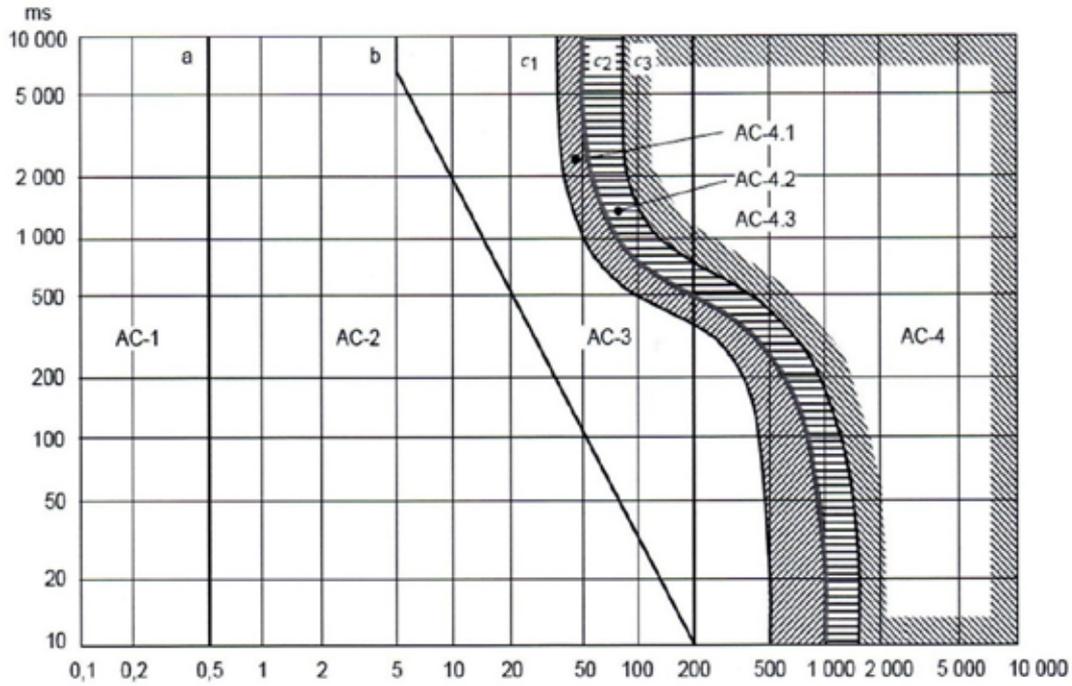
U_L = 50 V per ambienti ordinari

25 V per cantieri, locali uso medico, locali agricoli con bestiame

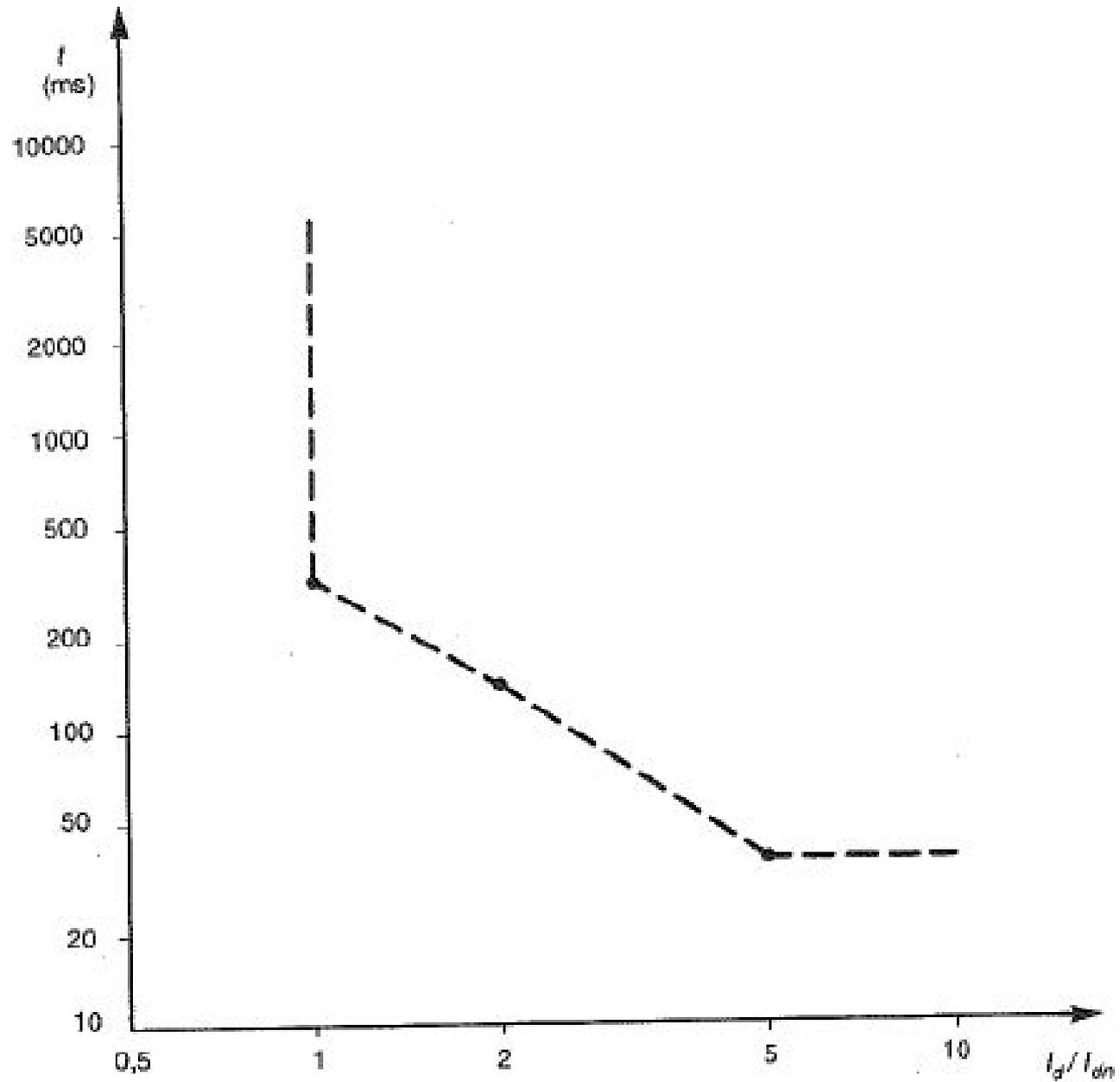
PROTEZIONE NEI SISTEMI TT

I_{dn} [A]	R_T [Ω]
0,03	1666
0,1	500
0,3	166
0,5	100
1	50
3	16,6
5	10
10	5

PROTEZIONE NEI SISTEMI TT



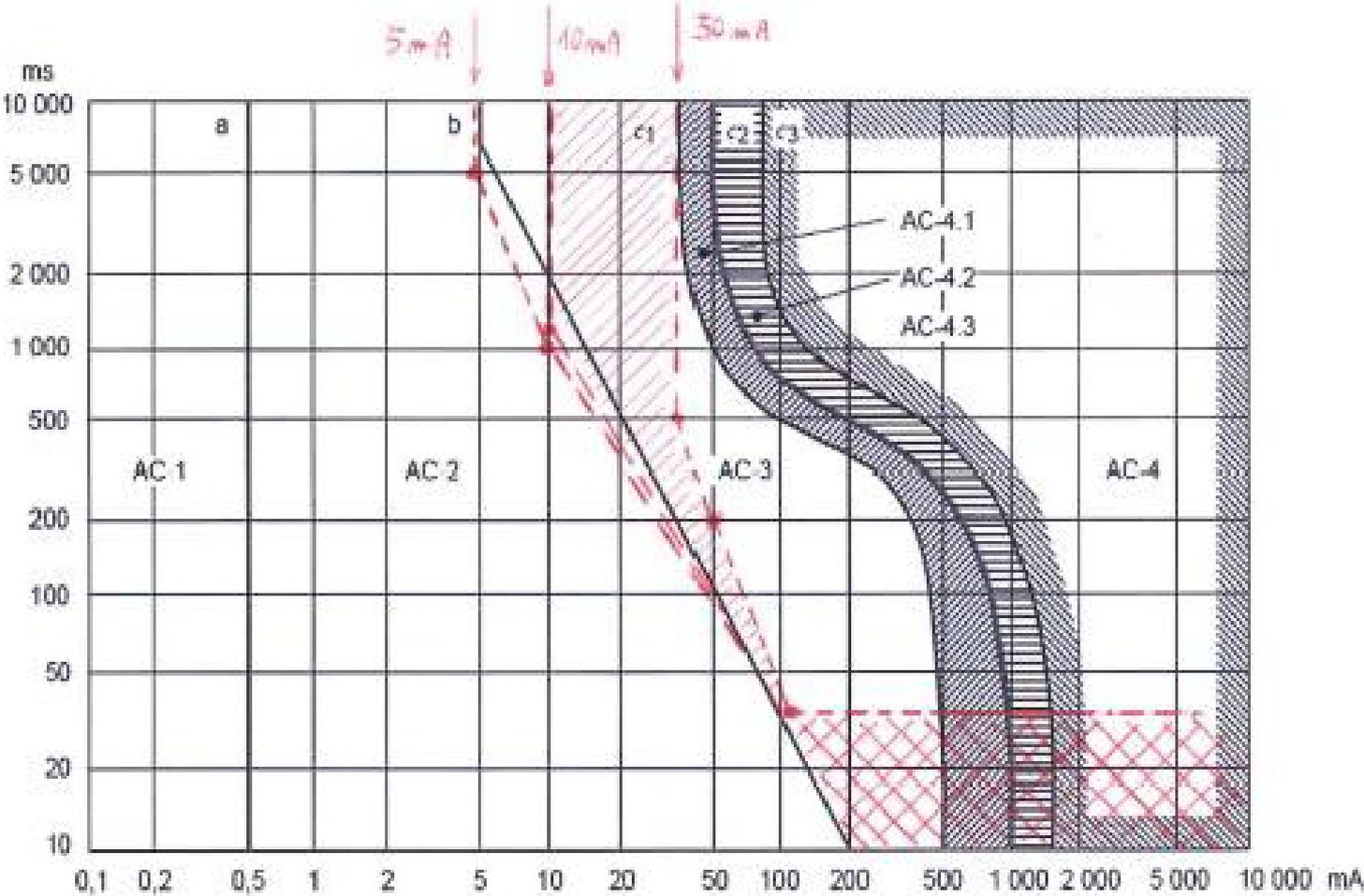
PROTEZIONE NEI SISTEMI TT



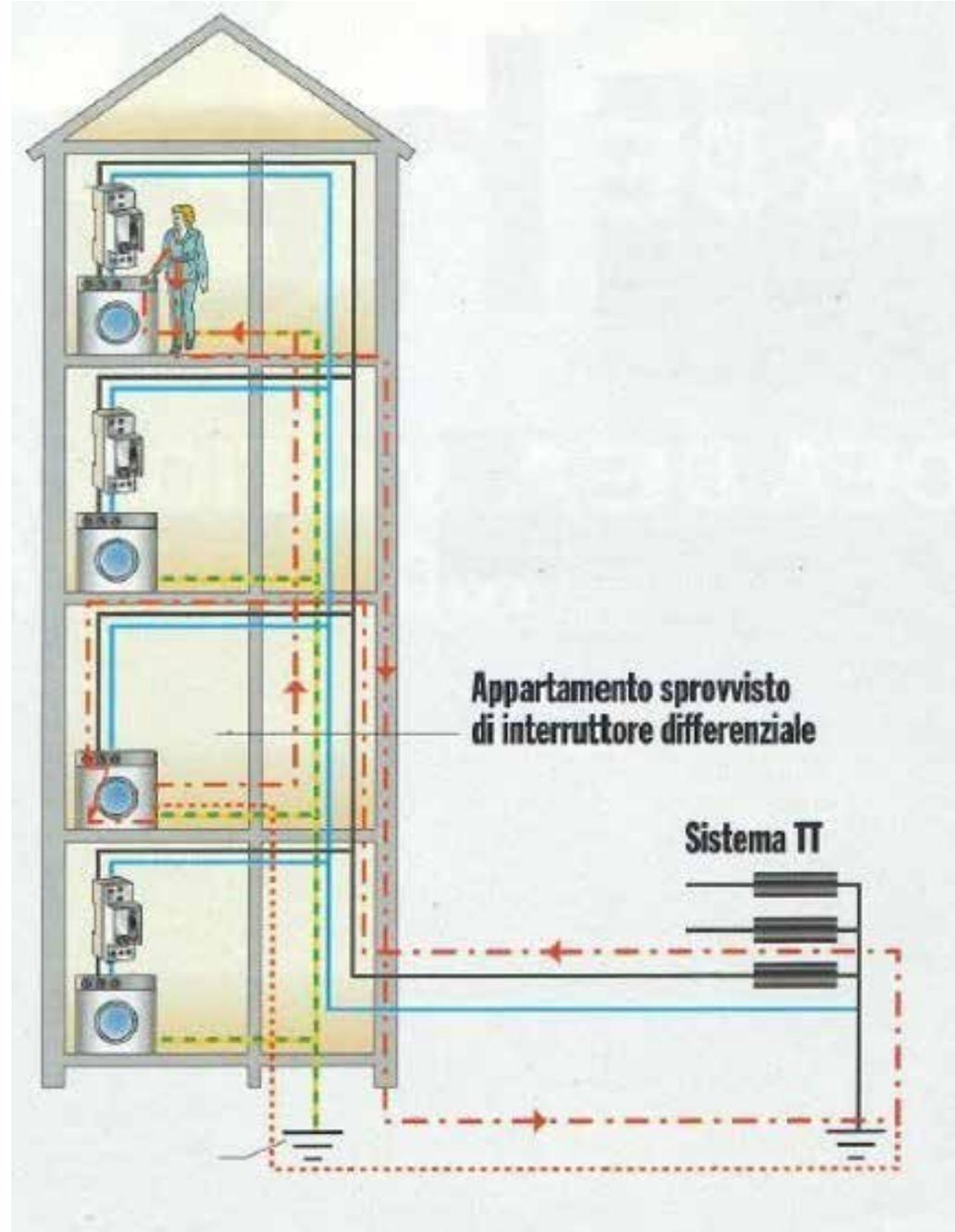
PROTEZIONE NEI SISTEMI TT

I_d	t
I_{dn}	0,3 s
$2 I_{dn}$	0,15 s
$5 I_{dn}$	0,04 s

PROTEZIONE NEI SISTEMI TT



PROTEZIONE NEI SISTEMI TT



SISTEMI TN (art. 413.1.3)

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

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 U_0 per i circuiti specificati in 413.1.3.4, ed entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s; se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale di intervento;

U_0 è la tensione nominale verso terra in volt in c.a. e in c.c.

SISTEMI TN

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

Sistema	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$ s		$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$ s		$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$ s		$U_0 > 400 \text{ V}$ s	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
TN	0,8	NOTA 3	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

U_0 è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

NOTA 3: l'interruzione può essere richiesta per ragioni diverse da quelle relative alla protezione contro i contatti elettrici

SISTEMI TN

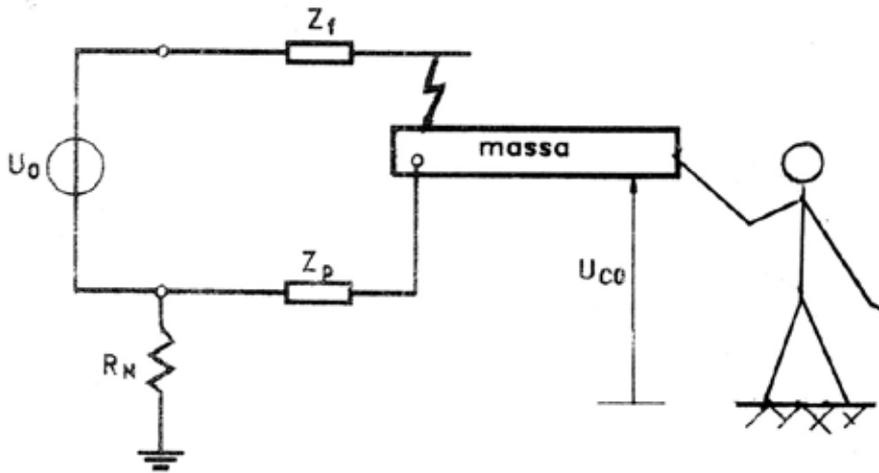
Secondo la norma CEI 64-8, I_a indica la corrente di intervento delle protezioni di sovracorrente nel tempo di:

- 5 s per i circuiti di distribuzione e per i circuiti terminali protetti da dispositivi di sovracorrente con corrente nominale superiore a 32 A;
- i tempi indicati nella tabella 41 per i circuiti terminali protetti da dispositivi di sovracorrente con corrente nominale minore o uguale a 32 A.

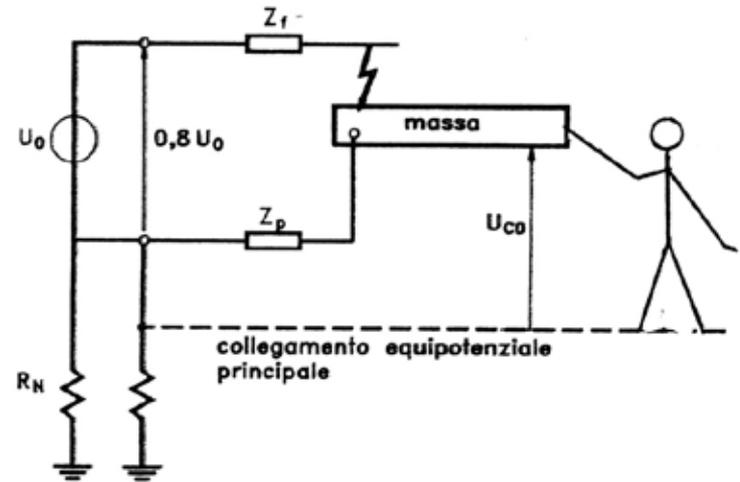
(Esempio estratto dalla Tab. 41A per c.a.: $U_0 = 230 \text{ V}$ $t = 0,4 \text{ s}$;
 $U_0 = 400 \text{ V}$ $t = 0,2 \text{ s}$)

SISTEMI TN

Sistema TN: perché 0,4 s?



$$U_{co} = \frac{U_0}{Z_f + Z_p} \quad Z_p = \frac{U_0}{1 + Z_f/Z_p}$$



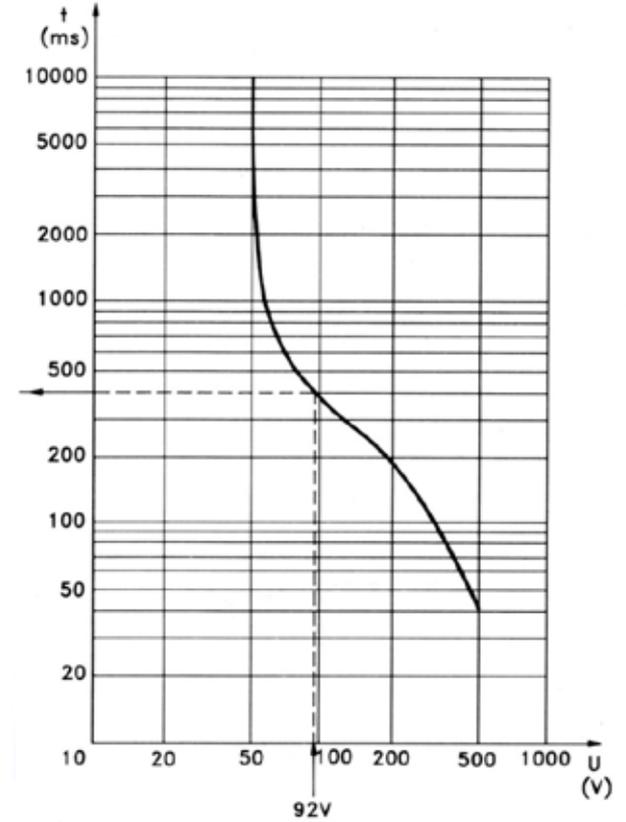
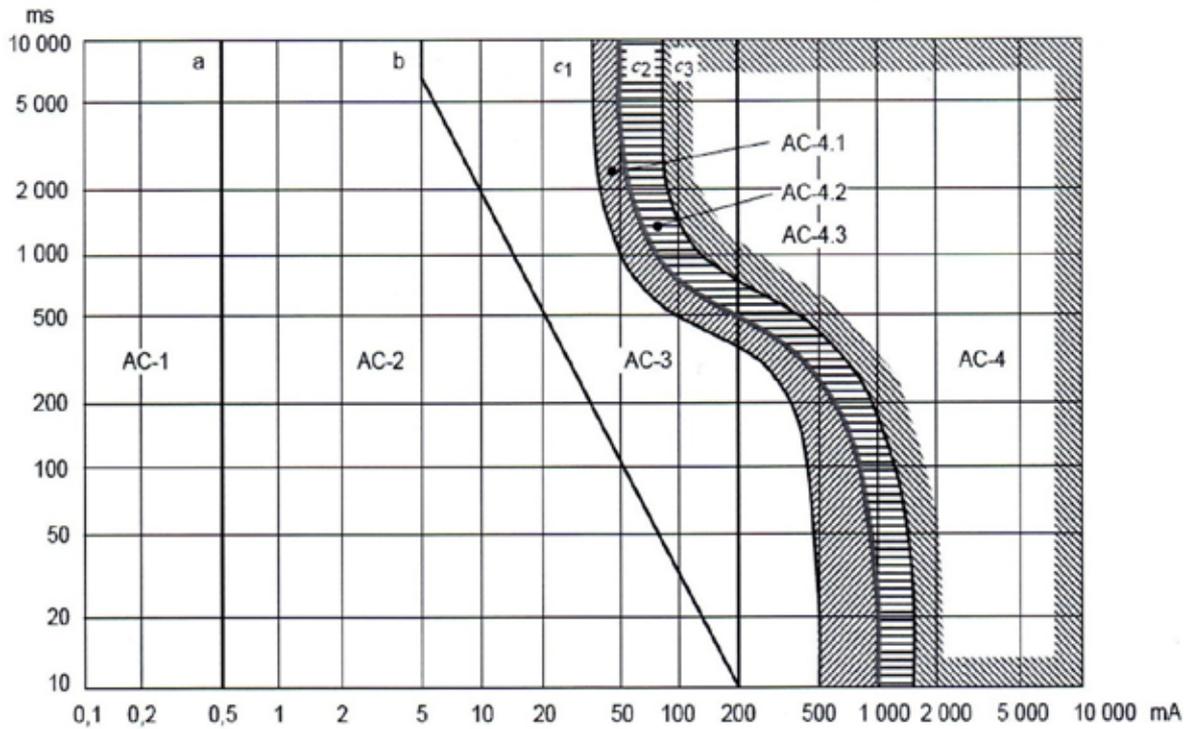
$$U_{co} = 0,8 \frac{U_0}{1 + Z_f/Z_p}$$

per : $U_0 = 230 \text{ V}$
 $Z_f = Z_p$

$$U_{co} = 92 \text{ V}$$

SISTEMI TN

Sistema TN: perché 0,4 s?



SISTEMI TN: guasto sul lato MT

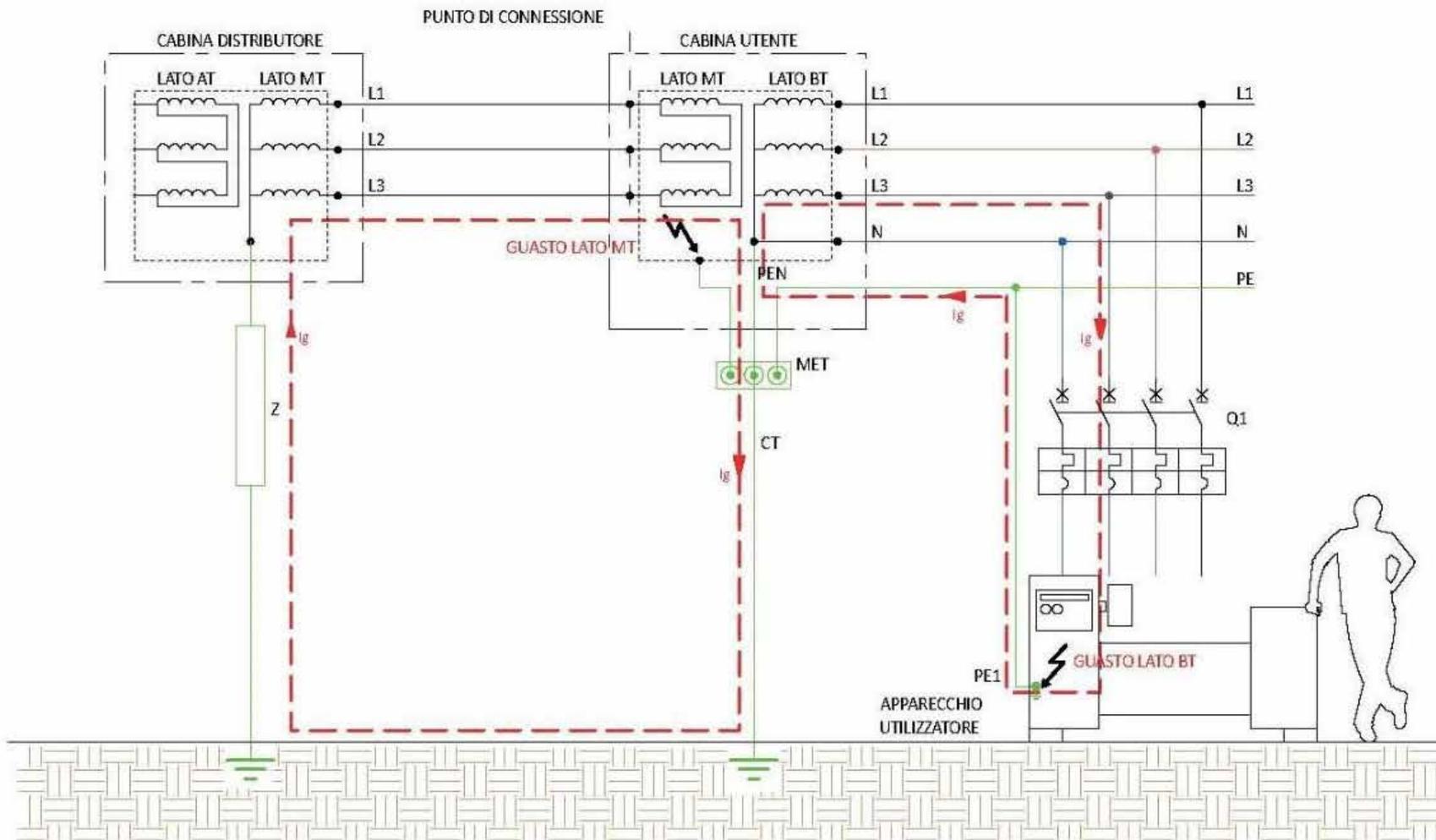
Art. 2.4.2. b): in questo caso il dispersore è direttamente interessato nella chiusura del circuito di guasto.

Tale guasto genera tensioni di contatto che possono essere pericolose.

La tensione di contatto (che si può trasferire sulle masse e sulle masse estranee) dipende dalla resistenza di terra e dalla corrente di terra sul lato media tensione. Il valore della corrente di terra e il tempo di intervento dei relativi dispositivi di protezione sono parametri e che dipendono dalle caratteristiche del sistema di alimentazione in media tensione del Distributore.

Per quanto riguarda la limitazione delle tensioni di contatto, il dispersore, oltre a garantire una bassa resistenza, deve soprattutto avere una geometria tale da assicurare l'equipotenzialità fra masse, masse estranee e terreno circostante, soprattutto in corrispondenza dei punti periferici dell'impianto.

SISTEMI TN



Percorso della corrente di guasto in un sistema TN (esempio con lato MT a neutro compensato)

SISTEMI TN: guasto sul lato MT

L'impianto di terra del distributore e l'impianto di terra dell'utente devono essere interconnessi e realizzati in ottemperanza alle indicazioni della Norma CEI 0-16 punti 7.5.5 e 8.5.5 e con almeno un dispersore semplice come previsto dall'allegato B della Guida CEI-99-5.

Le principali finalità dell'impianto di terra sono:

- vincolare, mediante collegamento diretto o tramite impedenza, il potenziale di determinati punti (in generale il centro stella, naturale o artificiale) dei sistemi elettrici esistenti nell'area dell'impianto considerato;
- avere sufficiente resistenza meccanica e alla corrosione;
- essere capace di sopportare le sollecitazioni termiche, in relazione alle correnti di guasto ed ai tempi di durata del guasto (CEI EN 50522 – articolo 5.3 – vedere anche Tabella 1), con le sezioni minime dei conduttori di terra indicate nella Norma CEI EN 50522 – Allegato D;
- L'impianto di terra, in combinazione con appropriati provvedimenti, deve mantenere la tensione di contatto e trasferite entro i limiti di tensione basati sul tempo di intervento t_F .

SISTEMI TN: guasto sul lato MT

La condizione di sicurezza da rispettare è data dalla relazione

$$U_E = R_E \cdot I_F \leq 1^{(*)} \cdot U_{Tp}$$

dove:

U_E = tensione totale di terra in volt (V) – nella Norma CEI EN 50522 è denominata EPR (Earth Potential Rise)

R_E = resistenza (impedenza) di terra in ohm (Ω)

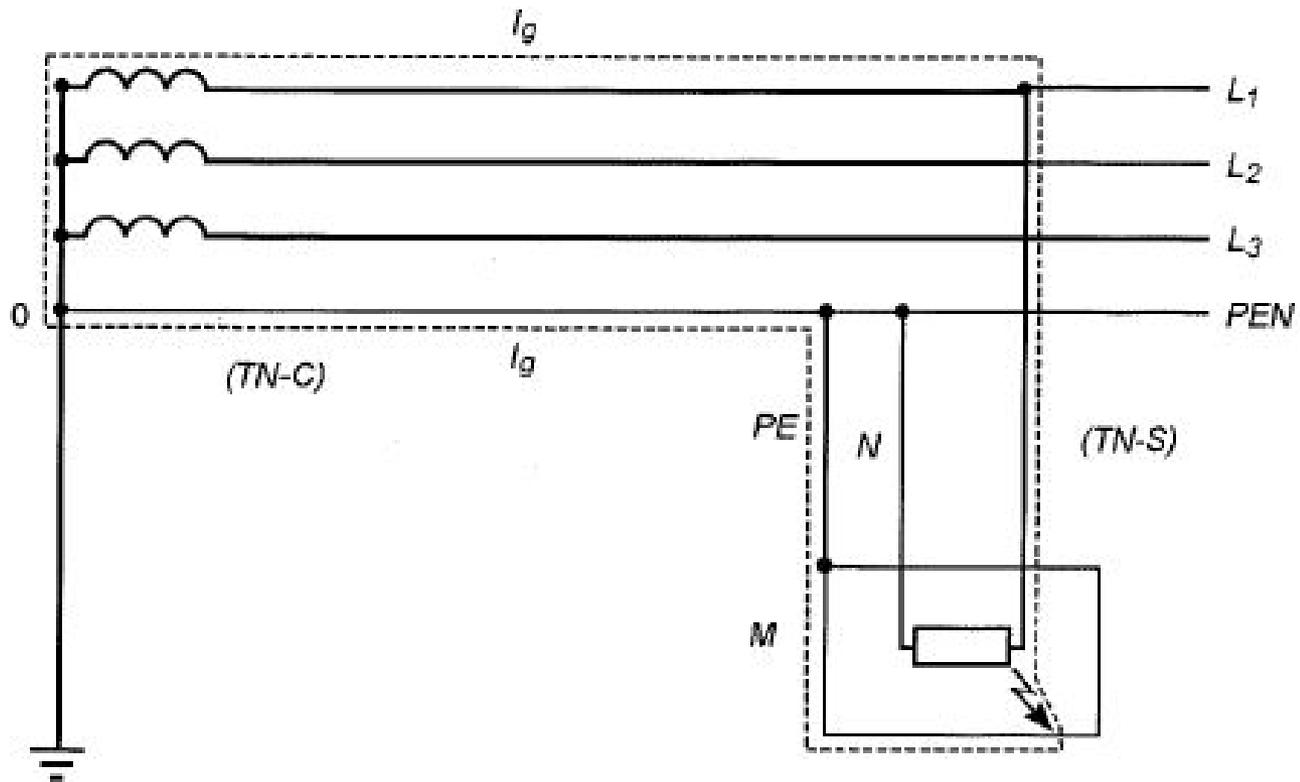
I_F = corrente che fluisce dal circuito principale verso terra, o verso parti collegate a terra, nel punto di guasto (punto di guasto a terra)

U_{Tp} = tensione di contatto ammissibile

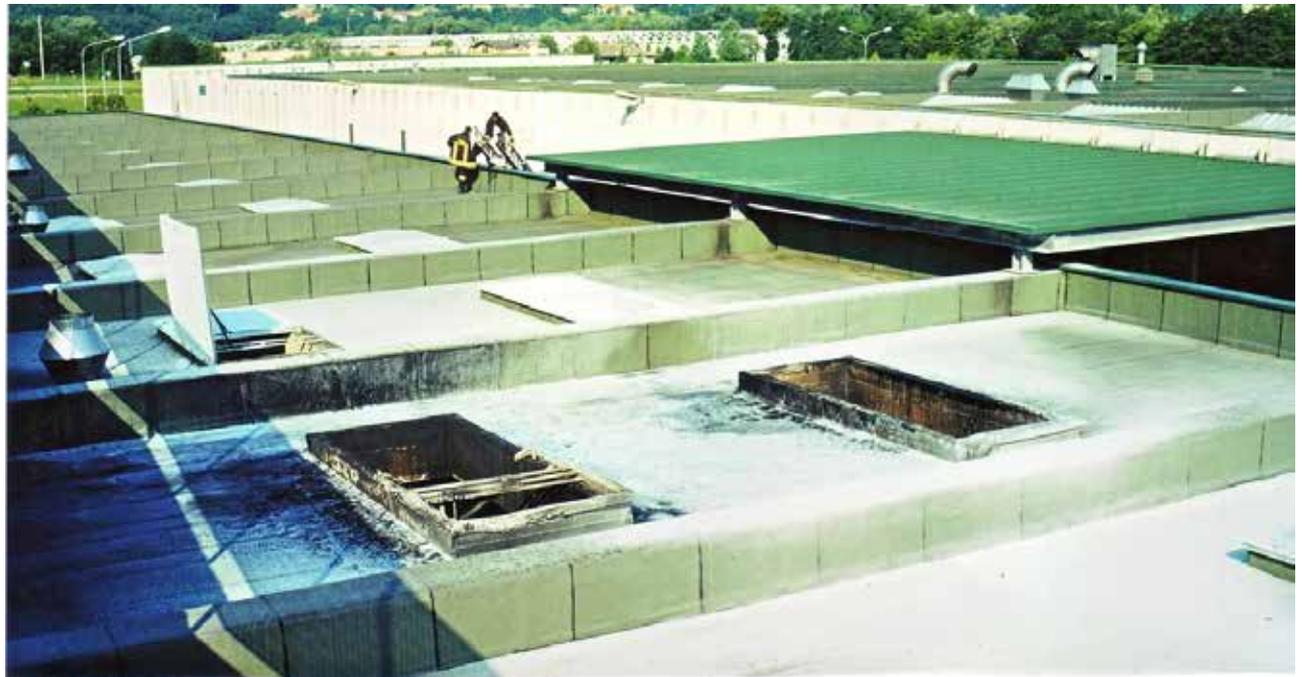
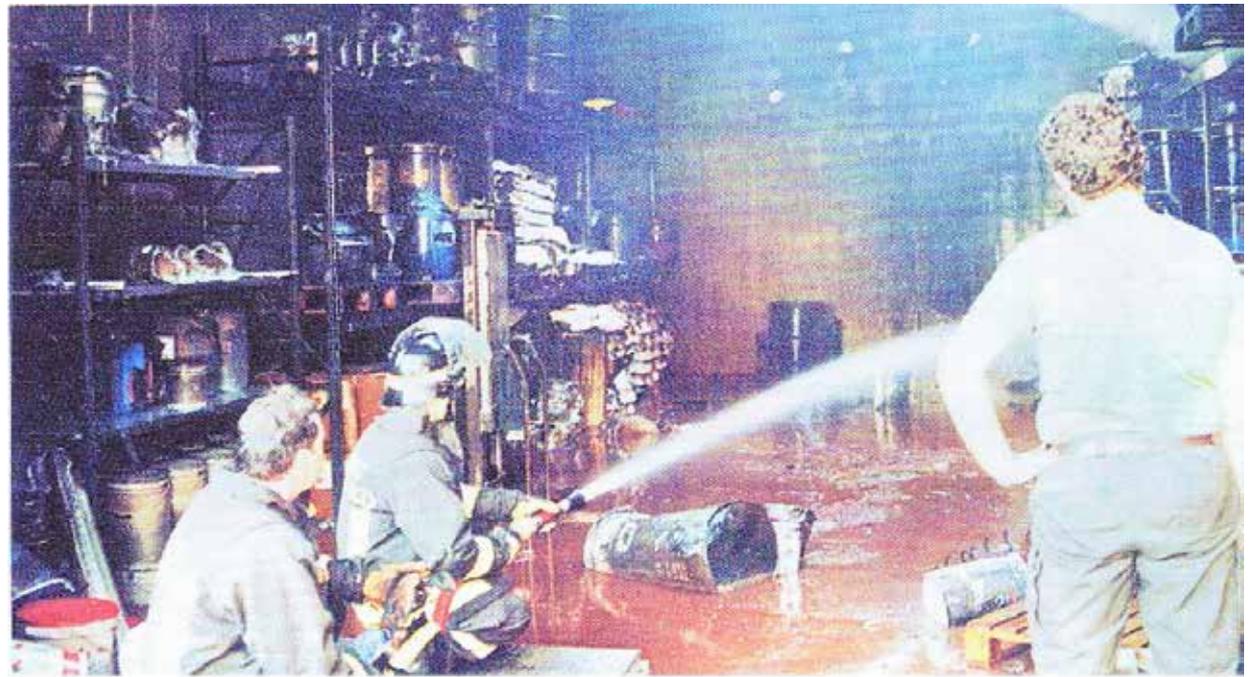
SISTEMI TN

Tempo (s)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
U_{ip} (V)	788	716	700	675	654	638	537	487	400	363	300	250	220
Tempo (s)	0,55	0,60	0,65	0,70	0,80	0,90	1,00	2,00	3,00	5,00	7,00	10,00	>10,00
U_{ip} (V)	187	175	168	150	137	127	117	96	90	86	85	85	80

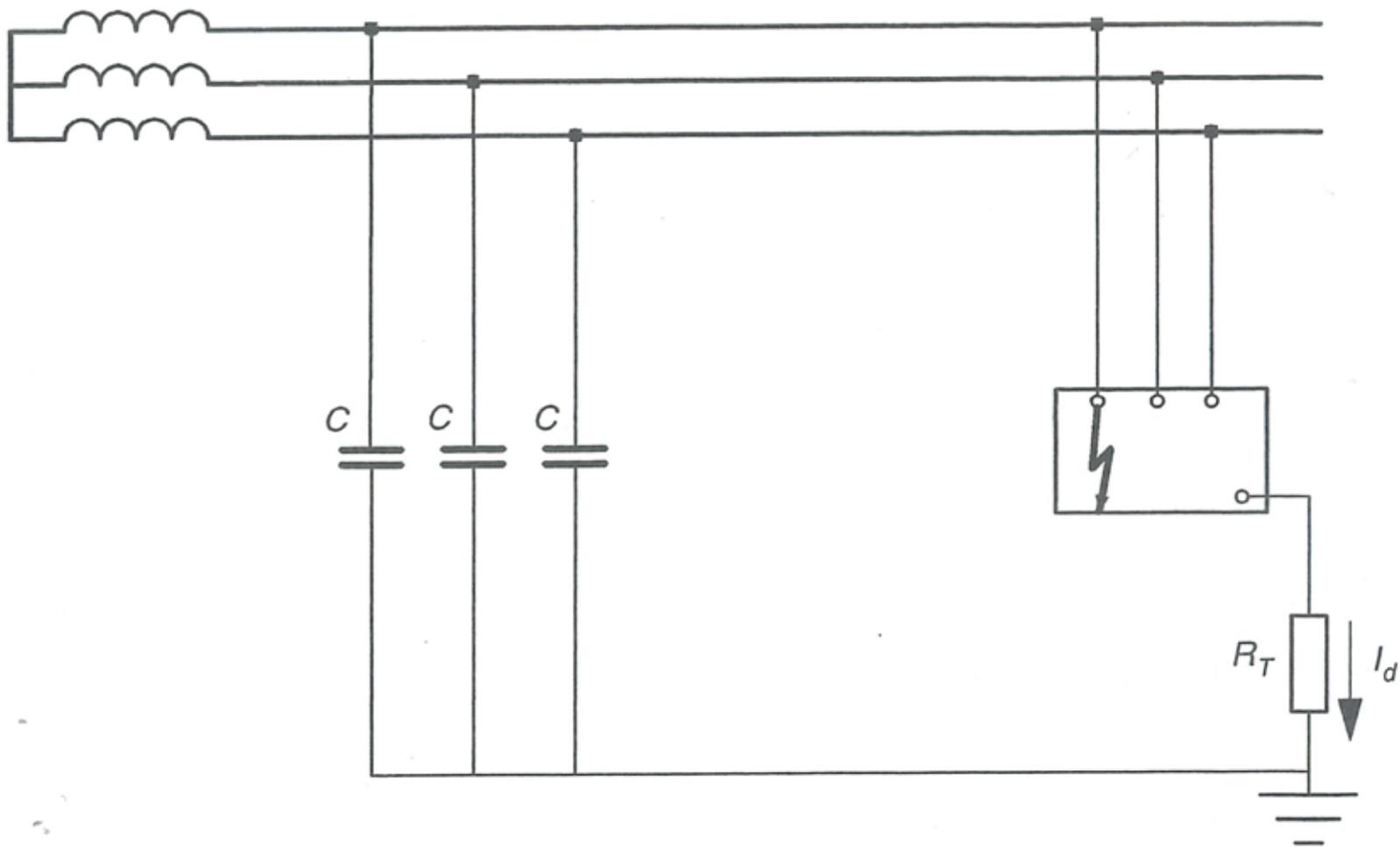
SISTEMI TN - C



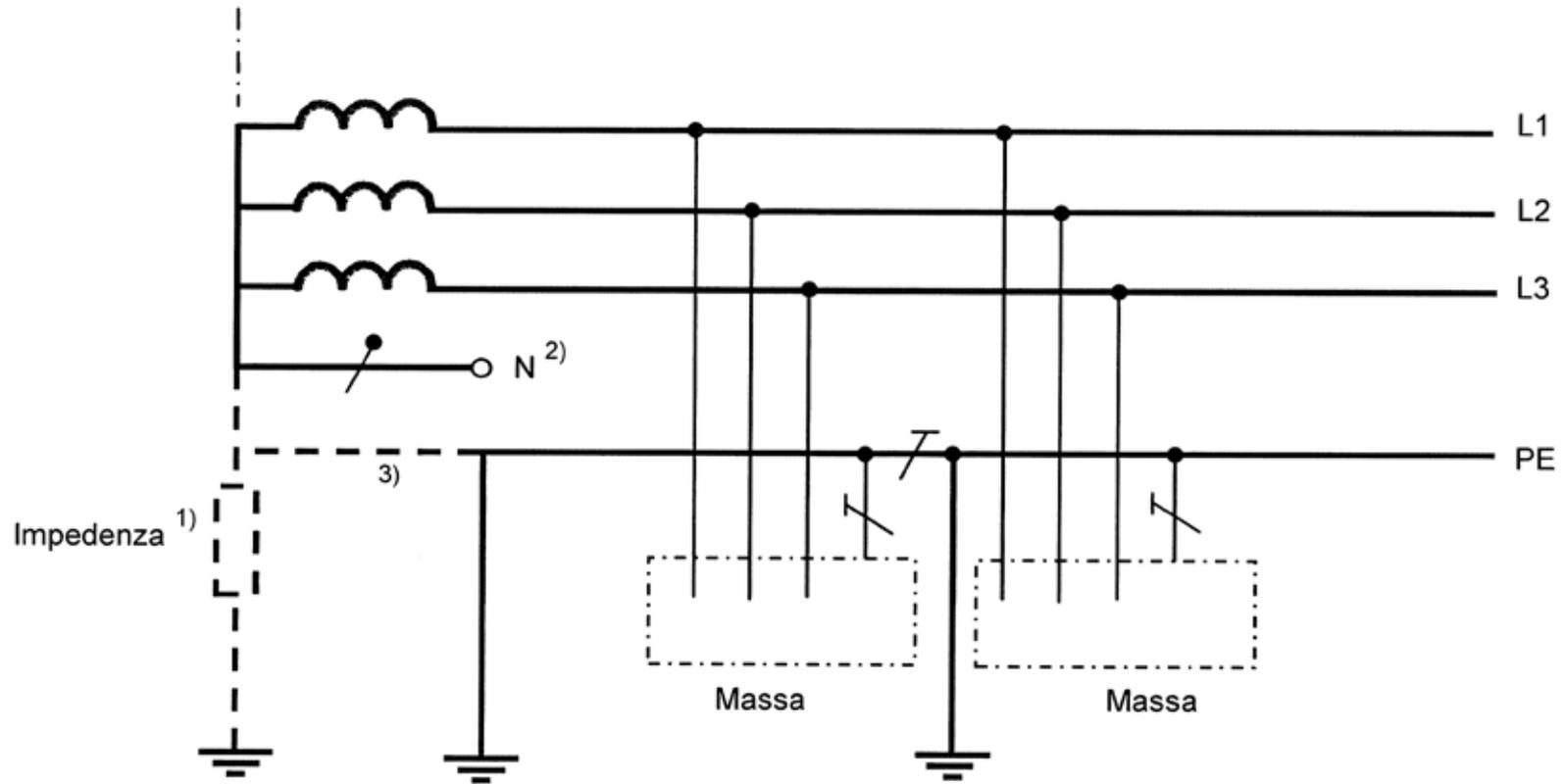
SISTEMI TN - C



SISTEMI IT



SISTEMI IT



1) Il sistema può essere collegato a terra tramite un'impedenza sufficientemente elevata. Questa connessione può essere effettuata, per es. al punto di neutro, al punto di neutro artificiale o ad un conduttore di fase.

2) E' sconsigliato distribuire il conduttore di neutro (art. 473.3.2.2).

3) Facoltativo

SISTEMI IT

473.3.2.2

Si raccomanda vivamente di non distribuire il conduttore di neutro nei sistemi IT.

Quando tuttavia il conduttore di neutro venga distribuito, è in genere necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro di ogni circuito, rilevazione che deve provocare l'interruzione di tutti i conduttori attivi del circuito corrispondente, ivi compreso il conduttore di neutro.

Commento

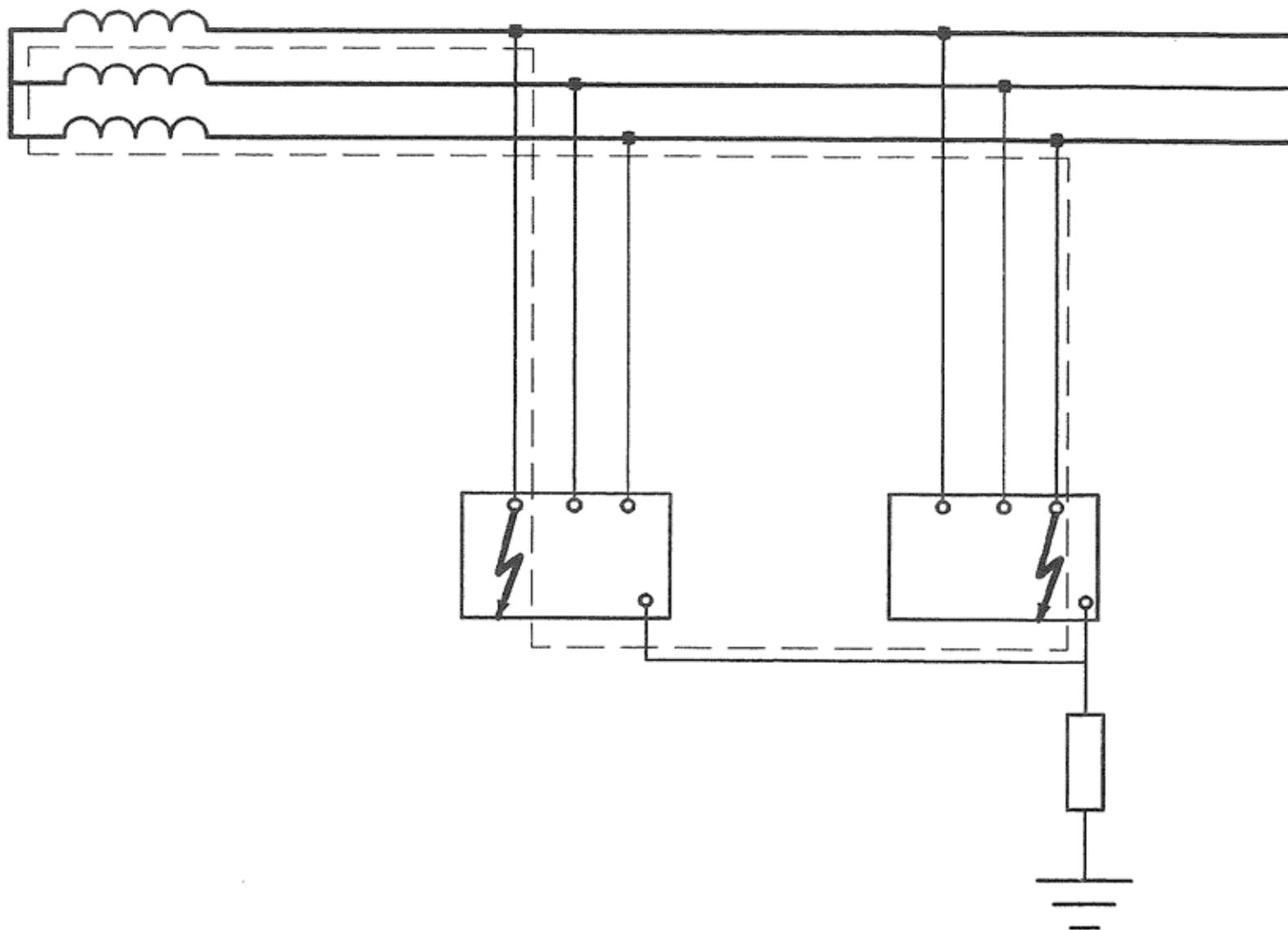
473.3.2.2 Nei sistemi IT si raccomanda di non distribuire il conduttore di neutro, dal momento che un suo guasto a terra elimina i vantaggi di questi sistemi: per alimentare eventuali apparecchi utilizzatori previsti per funzionare con tensione di fase si può ricorrere a generatori distinti o a trasformatori.

SISTEMI IT

Le sovratensioni e il doppio guasto a terra costituiscono i principali inconvenienti del sistema IT.

Se il primo guasto a terra non è eliminato in un tempo ragionevolmente breve, può verificarsi un secondo guasto a terra su un'altra fase di un altro circuito. Si stabilisce così una corrente di doppio guasto a terra, alimentata dalla tensione concatenata, che può determinare l'intervento dei dispositivi di protezione a massima corrente su entrambi i circuiti.

SISTEMI IT



Protezione nei sistemi IT: controllo dell'isolamento

Nei sistemi IT lo stato di isolamento delle masse deve essere continuamente sorvegliato da un dispositivo di
CONTROLLO DI ISOLAMENTO

Al manifestarsi del primo guasto tra una parte attiva e masse o terra il dispositivo deve azionare un segnale ottico e/o acustico che avverta gli utenti della anomalia in atto.



Protezione nei sistemi IT: secondo guasto a terra

Guasti a terra successivi al primo

Masse messe a terra
collettivamente

Adottare condizioni per la
protezione analoghe a quelle
dei sistemi **TN**.
Si differenzia la condizione

Neutro
distribuito

Neutro non
distribuito

Masse messe a terra per
gruppi o individualmente

Adottare condizioni per la
protezione analoghe a quelle
dei sistemi **TT**

SISTEMI IT

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \times I_d \leq U_L$$

dove:

R_E è la resistenza in ohm del dispersore al quale sono collegate le masse;

I_d è la corrente di guasto, in ampere, del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico.

SISTEMI IT

Quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione allo stesso impianto di messa a terra, si applicano condizioni simili a quelle relative al sistema TN e devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- nei sistemi in c.a., se il conduttore di neutro, e nei sistemi in c.c., se il conduttore mediano non sono distribuiti

$$2 I_a Z_s \leq U$$

oppure

- se il conduttore di neutro, o se il conduttore mediano, rispettivamente, sono distribuiti

$$2 I_a Z'_s \leq U_0$$

SISTEMI IT

Legenda slide precedente

U_0 è la tensione, in c.a. o in c.c., in volt, tra il conduttore di linea e rispettivamente il conduttore di neutro o il conduttore mediano;

U è la tensione, in c.a. o in c.c., in volt, tra i conduttori di linea;

Z_s è l'impedenza, in ohm, dell'anello di guasto comprendente il conduttore di linea e il conduttore di protezione del circuito;

Z'_s è l'impedenza, in ohm, dell'anello di guasto comprendente il conduttore di neutro e il conduttore di protezione del circuito;

I_a è la corrente, in ampere, che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati per i sistemi TN nella Tabella 41A.

PROTEZIONE DEL CONDUTTORE DI NEUTRO

La Tabella che segue riassume le varie situazioni.

<i>Circuiti</i>	$3F + N$	$3F + N$	$3F$	$F + N$	$2F$
<i>Sistemi</i>	$S_N \geq S_F$ <i>FFFN</i>	$S_N < S_F$ <i>FFFN</i>	<i>FFF</i>	<i>FN</i>	<i>FF</i>
<i>TN-C</i>	<i>PPPX</i>	<i>PPPX</i> ⁽¹⁾	<i>PPP</i> ⁽²⁾	<i>PX</i>	<i>PP</i> ⁽²⁾
<i>TN-S</i>	<i>PPP-</i>	<i>PPPP</i> ^{(3) (4)}	<i>PPP</i> ⁽²⁾	<i>P-</i>	<i>PP</i> ⁽²⁾
<i>TT</i>	<i>PPP-</i>	<i>PPPP</i> ^{(3) (4)}	<i>PPP</i> ⁽²⁾	<i>P-</i>	<i>PP</i> ⁽²⁾
<i>IT</i>	<i>PPPP</i> ^{(3) (5)}	<i>PPPP</i> ^{(3) (5)}	<i>PPP</i>	<i>PP</i> ^{(3) (5)}	<i>PP</i>

PROTEZIONE DEL CONDUTTORE DI NEUTRO

Legenda slide precedente

P: significa che un dispositivo di protezione deve essere previsto sul conduttore corrispondente;

–: significa che non è richiesto un dispositivo di protezione sul conduttore corrispondente: esso peraltro non è vietato;

x: significa che il dispositivo di protezione è vietato sul conduttore PEN;

⁽¹⁾ Se le due condizioni di 473.3.2.1 c) non sono soddisfatte, si deve disporre sul conduttore PEN un rilevatore che in caso di sovracorrente provochi l'interruzione dei conduttori di fase, ma non dello stesso conduttore PEN.

⁽²⁾ Eccetto in caso di protezione differenziale, di cui in 473.3.1.2.

⁽³⁾ Si applica 473.3.3.

⁽⁴⁾ Eccetto nel caso di 473.3.2.1 c).

⁽⁵⁾ Eccetto nel caso in cui il conduttore di neutro sia effettivamente protetto contro i cortocircuiti o ci sia una protezione differenziale, in accordo con 473.3.2.2, a monte.

S_N : sezione del conduttore di neutro;

S_F : sezione dei conduttori di fase.

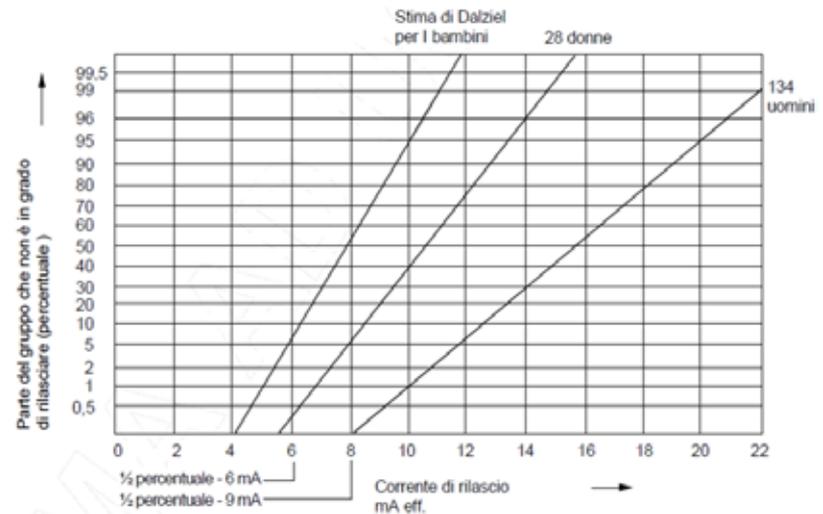
Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano

- q Il funzionamento del corpo umano si basa su fenomeni elettrici: una corrente che lo attraversa può avere effetti anche letali su di esso (**fibrillazione ventricolare**);
- q LA NORMA **CEI IEC 60479-1:2020-10**, fornisce una guida base degli **“EFFETTI DELLA CORRENTE ELETTRICA SUGLI ESSERI UMANI E SUGLI ANIMALI DOMESTICI”**, utile per individuare le misure di sicurezza contro il rischio elettrico;
- q I dati della guida CEI 64-18 si riferiscono principalmente ad esperimenti di **correnti continue o alternate (15-100 Hz)** effettuati su **animali** e su **cadaveri**, e da informazioni rilevate da osservazioni cliniche: solo una piccola parte di esperimenti con correnti elettriche di breve durata è stata effettuata su **esseri umani viventi**.

Il pericolo per le persone dipende dalla intensità e dalla durata del passaggio di corrente.

Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano

- q Per determinare la corrente che transita nel corpo umano a una data tensione di contatto è stata **studiata l'impedenza Z_T** del corpo umano e della **resistenza alla corrente continua R_T** del corpo umano.
- q Viene considerato il **percorso di corrente nel corpo mano-piedi che è più critico per la fibrillazione ventricolare.**
- q Esiste una **Soglia di rilascio** che dipende da:
 - superficie di contatto, forma e dimensione degli elettrodi;
 - caratteristiche fisiologiche dell'individuo.



Nella CEI 64-18 si assume che un valore di circa **5 mA** è valido come **soglia di rilascio per l'intera popolazione.**

Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano

- La corrente continua è caratterizzata da un rilascio delle parti in tensione meno difficile dell'alternata e quindi la soglia di fibrillazione ventricolare è superiore.
- All'interno del corpo umano, per precorsi mano-mano o mano piedi **le impedenze sono principalmente localizzate negli arti** (braccia e gambe).

Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano

Tabella 1 – Impedenze totali del corpo Z_T per un percorso da mano a mano, in corrente alternata a 50/60 Hz, per superfici di contatto estese, in condizioni di asciutto

Tensione di contatto V	Valori per le impedenze totali del corpo Z_T (Ω) che non vengono superate dal		
	5 % della popolazione	50 % della popolazione	95 % della popolazione
25	1 750	3 250	6 100
50	1 375	2 500	4 600
75	1 125	2 000	3 600
100	990	1 725	3 125
125	900	1 550	2 675
150	850	1 400	2 350
175	825	1 325	2 175
200	800	1 275	2 050
225	775	1 225	1 900
400	700	950	1 275
500	625	850	1 150
700	575	775	1 050
1 000	575	775	1 050
Valore asintotico = impedenza interna	575	775	1 050

NOTA 1 Alcune misure indicano che l'impedenza totale del corpo per il percorso mano-piede è leggermente inferiore rispetto al percorso mano-mano (dal 10 % al 30 %).

NOTA 2 Per le persone viventi, il valore di Z_T corrisponde ad una durata della corrente di circa 0,1 s. Per durate maggiori, i valori Z_T possono diminuire (da circa il 10 % al 20 %) e dopo della la perforazione della pelle il valore di Z_T si avvicina a quello dell'impedenza interna del corpo Z_i .

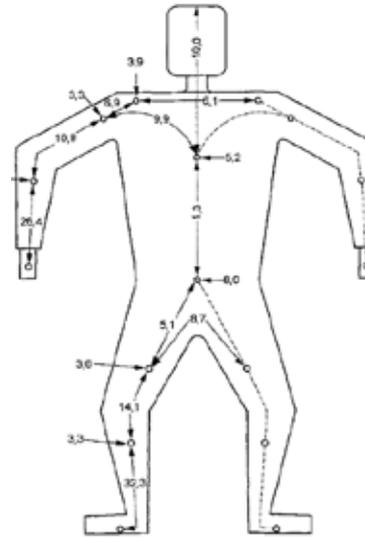
NOTA 3 Per il valore normalizzato della tensione di 230 V (sistema di rete 3N ~ 230/400 V) si può ipotizzare che i valori dell'impedenza totale del corpo siano gli stessi di quelli della tensione di contatto di 225 V.

NOTA 4 I valori di Z_T sono arrotondati a 25 Ω .

Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano

Se l'impedenza del tronco del corpo viene trascurata, lo schema semplificato può essere rappresentato come in Figura.

Impedenze interne parziali Z_{ip} del corpo umano
(valori percentuali di impedenza interna del corpo umano per la parte del corpo considerata, rispetto al percorso mano piede).



LEGENDA:

Z_i impedenza interna

Z_{S1} , Z_{S2} impedenza della pelle

Z_T impedenza totale

NOTA: per calcolare l'impedenza totale del corpo Z_T per un dato percorso di corrente, devono essere sommate le impedenze parziali interne Z_{ip} di tutte le parti del corpo del percorso della corrente insieme alle impedenze della pelle nella superficie di contatto.

Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano

Lo shock elettrico - Gli effetti pato-fisiologici



Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano

Tabella 21 Norma CEI 64 -18 per correnti alternate

AC-1 Probabile percezione, ma normalmente nessuna reazione.

AC-2 Percezione e contrazioni muscolari, ma normalmente nessun effetto dannoso.

AC-3 Forti contrazioni involontarie dei muscoli. Difficoltà di respirazione. Disturbi reversibili delle funzioni cardiache.

AC-4 Possono verificarsi effetti pato-fisiologici, come l'arresto cardiaco, il blocco respiratorio ed ustioni o altri danni cellulari.

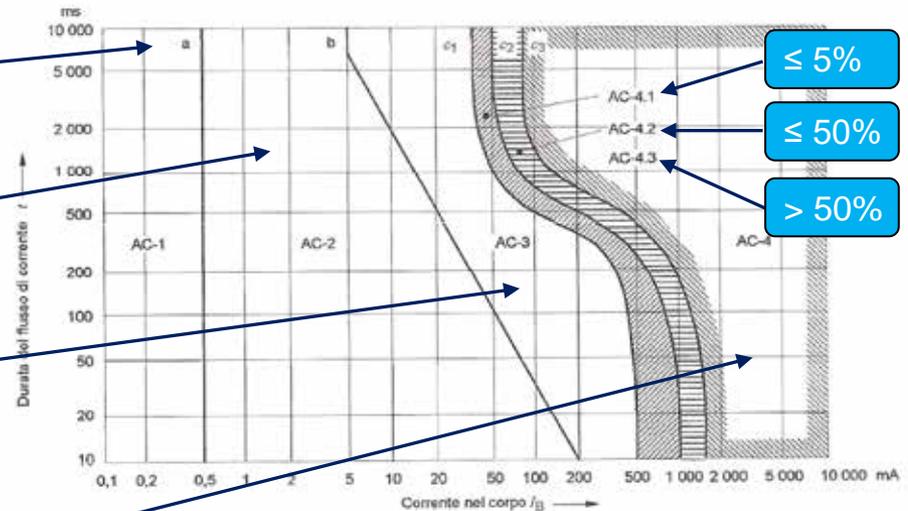


Figura 20 – Zone tempo/corrente convenzionali degli effetti delle correnti alternate (da 15 Hz a 100 Hz) sulle persone, per un percorso di corrente mano sinistra - piedi (per chiarimenti si veda la Tabella 11)

Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano

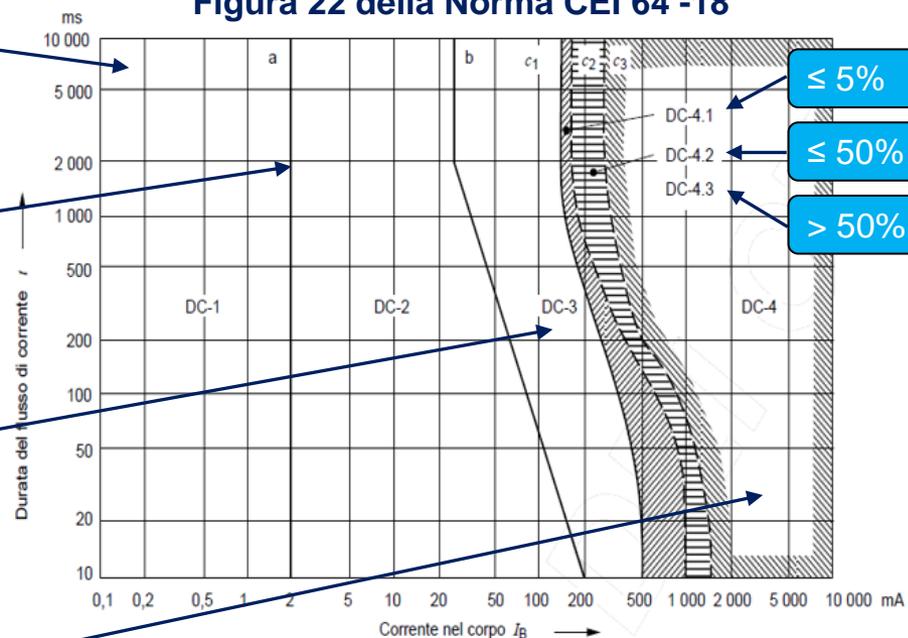
DC-1 È possibile una leggera sensazione di punzecchiature.

DC-2 Probabili contrazioni muscolari involontarie, ma normalmente non si rilevano effetti fisiologici dannosi.

DC-3 Possibili forti contrazioni muscolari involontarie. e disturbi cardiaci reversibili, che aumentano con l'intensità della corrente e la durata.

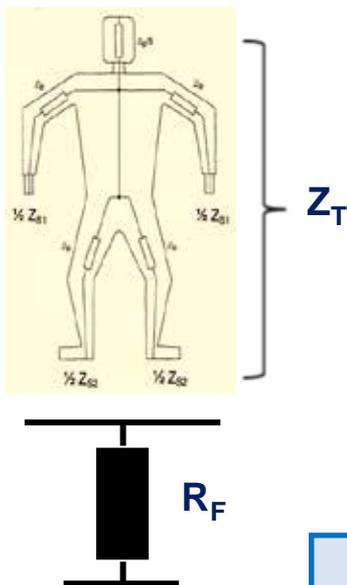
DC-4 Possono verificarsi effetti pato-fisiologici, come l'arresto cardiaco, il blocco respiratorio ed ustioni o altri danni cellulari.

Figura 22 della Norma CEI 64 -18

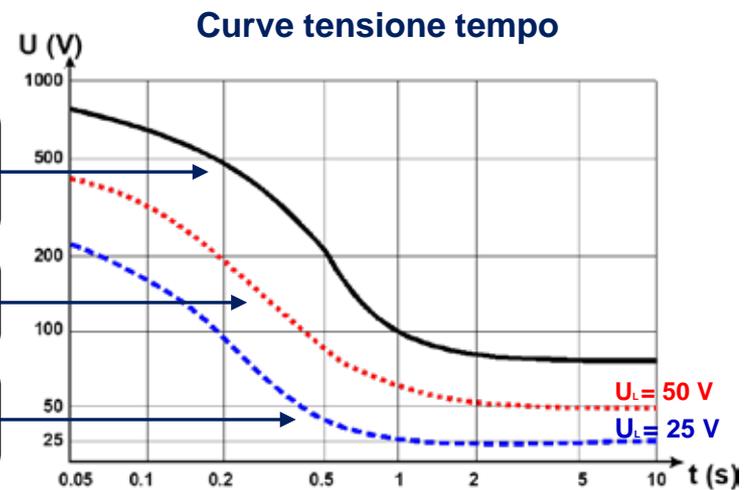


In corrente continua le curve sono simili ma spostate a sinistra sull'asse dei tempi (meno critiche).

Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano



- Ambienti in cui sono presenti apparecchiature in AT (CEI EN 50522)
- BT - ambienti ordinari (CEI 64-8/4)
- BT - ambienti particolari (CEI 64-8/7)

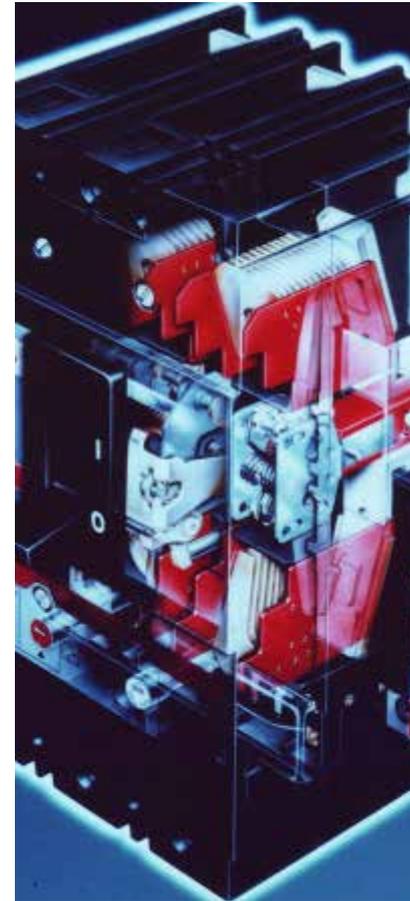


R_F = resistenza addizionale verso terra della persona, stimata:
 1000 Ω per gli ambienti ordinari
 200 Ω per gli ambienti particolari

SCELTA DELLE PROTEZIONI

INTERRUTTORI AUTOMATICI

- modulari
- in scatola isolante
- di tipo aperto



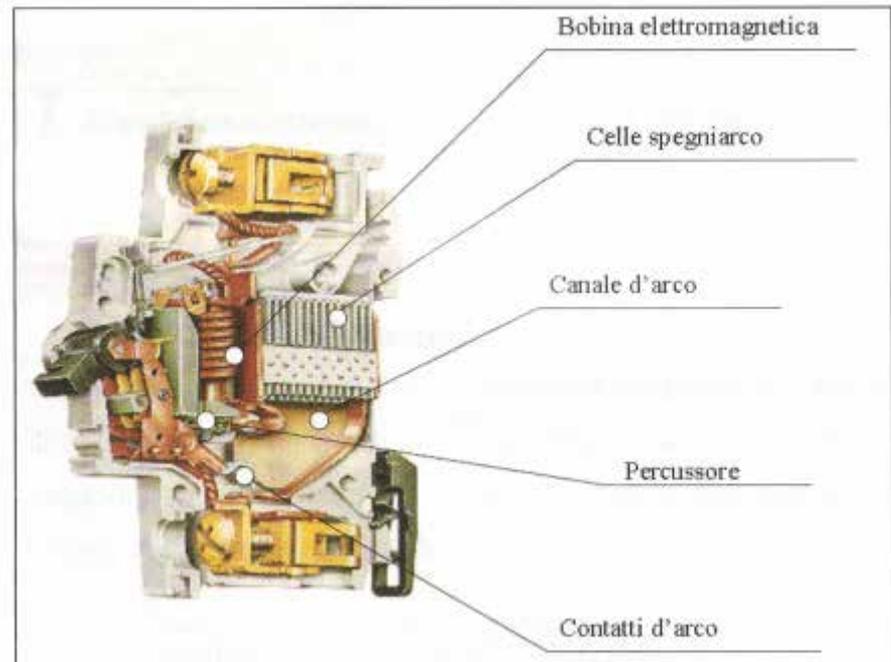
interruttore limitatore

SCelta DELLE PROTEZIONI

INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI

La norma CEI EN 60898 (CEI 23-3) identifica le seguenti caratteristiche:

- numero dei poli;
- protezione contro le influenze esterne;
- metodo di installazione;
- metodo di connessione;
- valori nominali della tensione, della corrente, della frequenza;
- campo della corrente di intervento istantanea;
- valore del potere di cortocircuito nominale e della caratteristica I^2t ;



SCelta DELLE PROTEZIONI

INTERRUTTORI AUTOMATICI SCATOLATI E APERTI

DATI DI CATALOGO: CORRENTI

I_{cu} = potere di interruzione nominale limite di cortocircuito

I_{cs} = potere di interruzione nominale di servizio in cortocircuito

I_{cw} = corrente nominale ammissibile di breve durata

I_{cm} = potere di chiusura nominale in cortocircuito

I_n = corrente nominale

I_u = corrente nominale interrotta

I_{th} = corrente convenzionale termica in aria libera

I_{the} = corrente convenzionale termica in involucro

SCelta DELLE PROTEZIONI

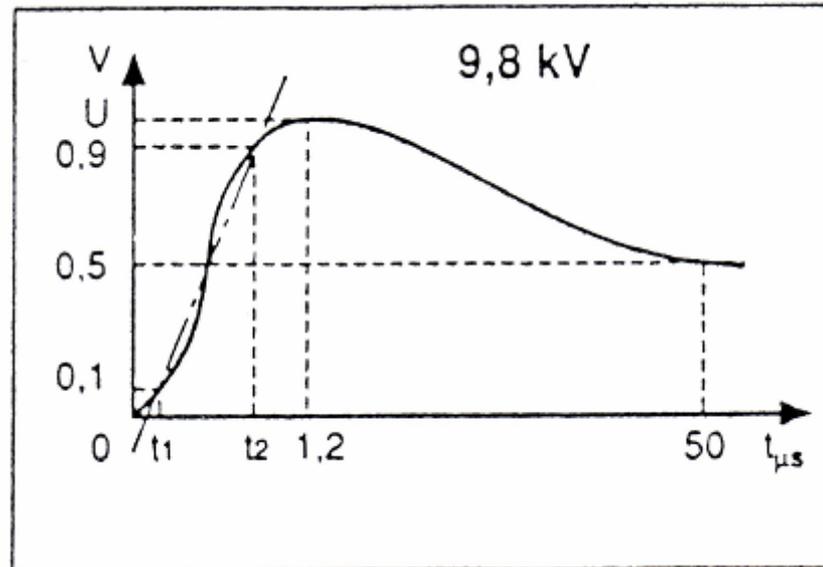
INTERRUTTORI AUTOMATICI SCATOLATI E APERTI

DATI DI CATALOGO: TENSIONI

U_e = tensione nominale d'impiego

U_i = tensione nominale d'isolamento

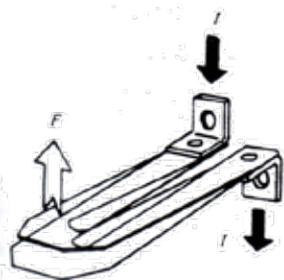
U_{imp} = tensione nominale di tenuta ad impulso



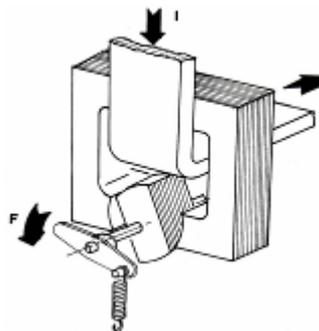
SCelta DELLE PROTEZIONI

INTERRUTTORI AUTOMATICI SCATOLATI E APERTI

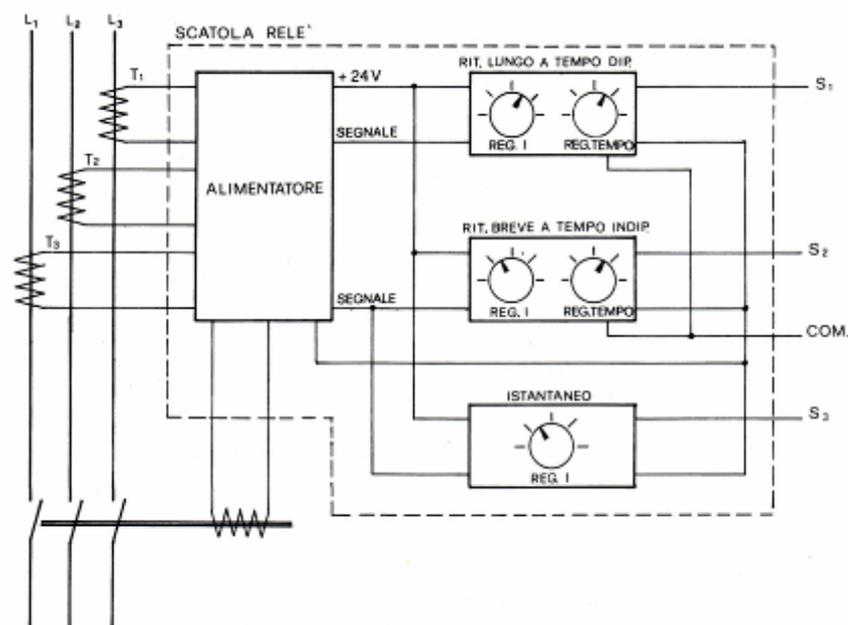
SGANCIATORI



Sganciatore termico



Sganciatore magnetico



Sganciatore elettronico

SCELTA DELLE PROTEZIONI

FUSIBILI

CLASSIFICAZIONE

1^ lettera: potere di interruzione

a = campo ridotto

g = pieno campo

2^ lettera: categoria di utilizzazione

D = a pieno campo ritardata;

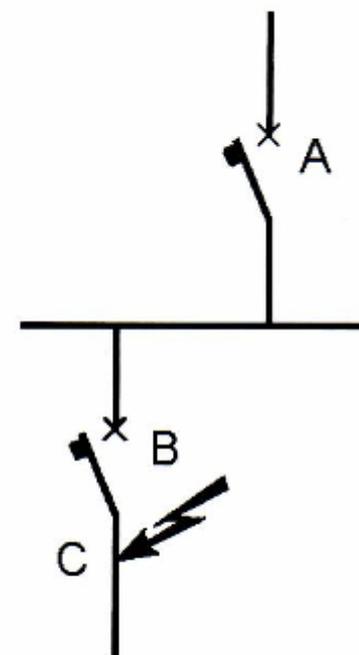
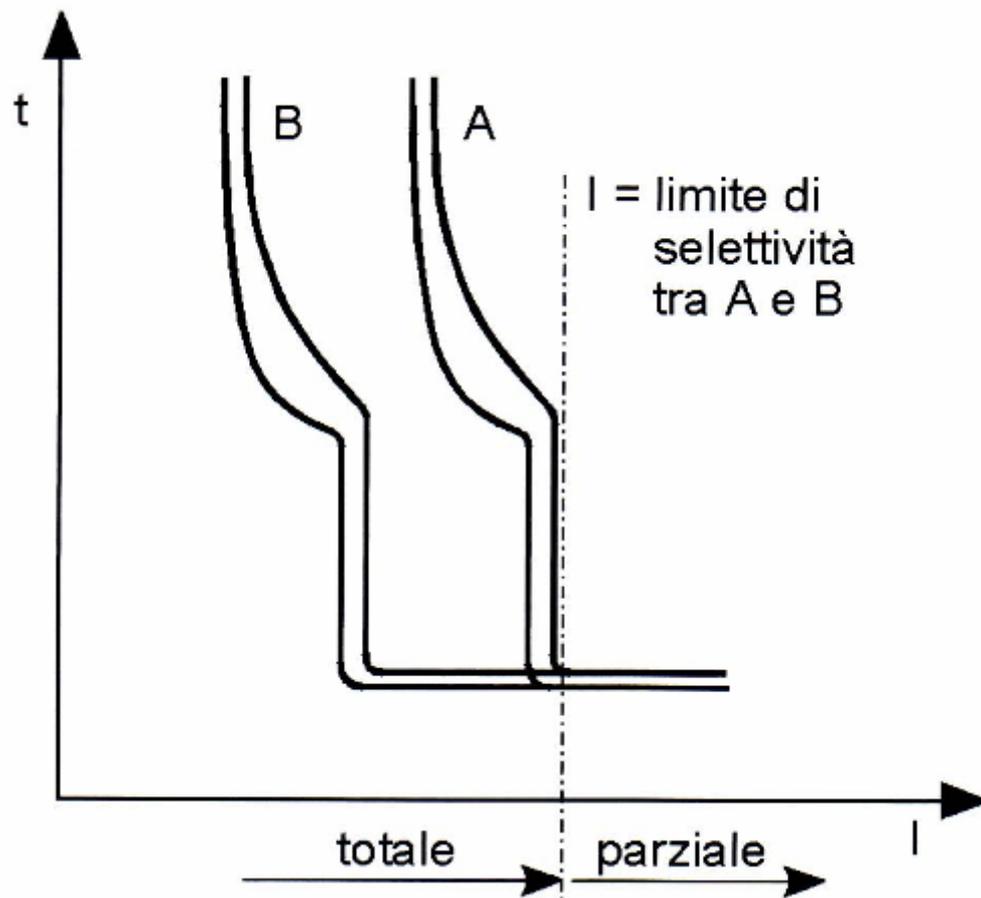
G = per uso generale;

M = per la protezione dei motori;

N = a pieno campo non ritardata;

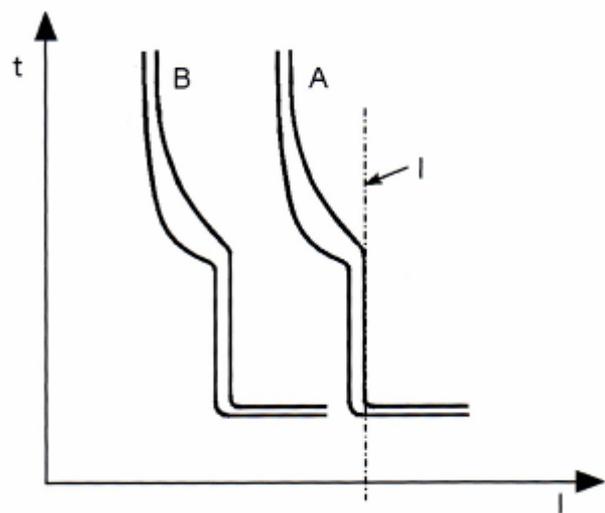
SCelta DELLE PROTEZIONI

SELETTIVITA' TOTALE O PARZIALE

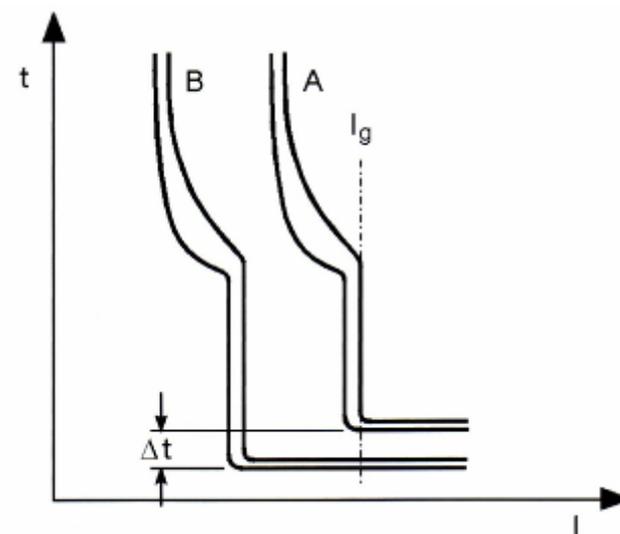
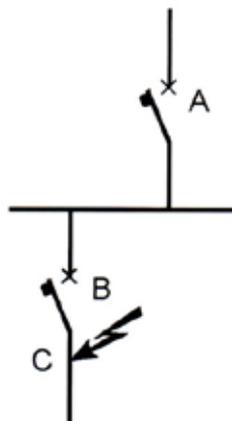


SCelta DELLE PROTEZIONI

SELETTIVITA'



Selettività amperometrica



Selettività cronometrica

SCELTA DELLE PROTEZIONI

SELETTIVITA'

Regole generali di buona tecnica per la protezione selettiva e di sostegno

segue

SCELTA DELLE PROTEZIONI

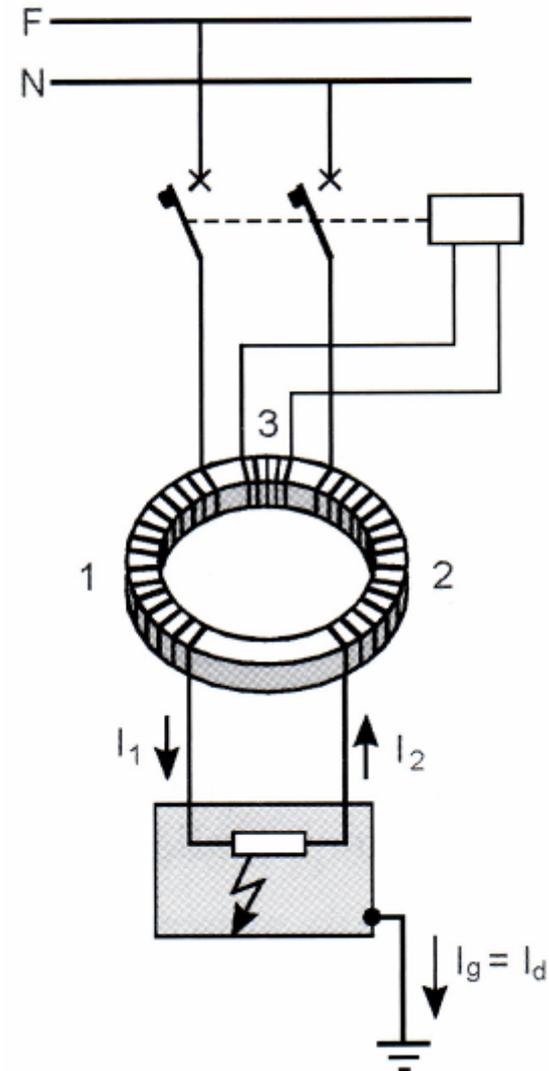
SELETTIVITA'

SCelta DELLE PROTEZIONI

PROTEZIONE DIFFERENZIALE

Si realizza la protezione differenziale di un impianto, di un apparecchiatura, di un circuito, rilevando mediante l'interruttore differenziale, la corrente I_d ed aprendo automaticamente il circuito quando viene superato un valore di soglia prestabilito.

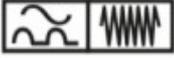
La corrente differenziale I_d è la somma vettoriale delle correnti che circolano nei conduttori attivi (neutro compreso) di un circuito elettrico.



SCelta DELLE PROTEZIONI

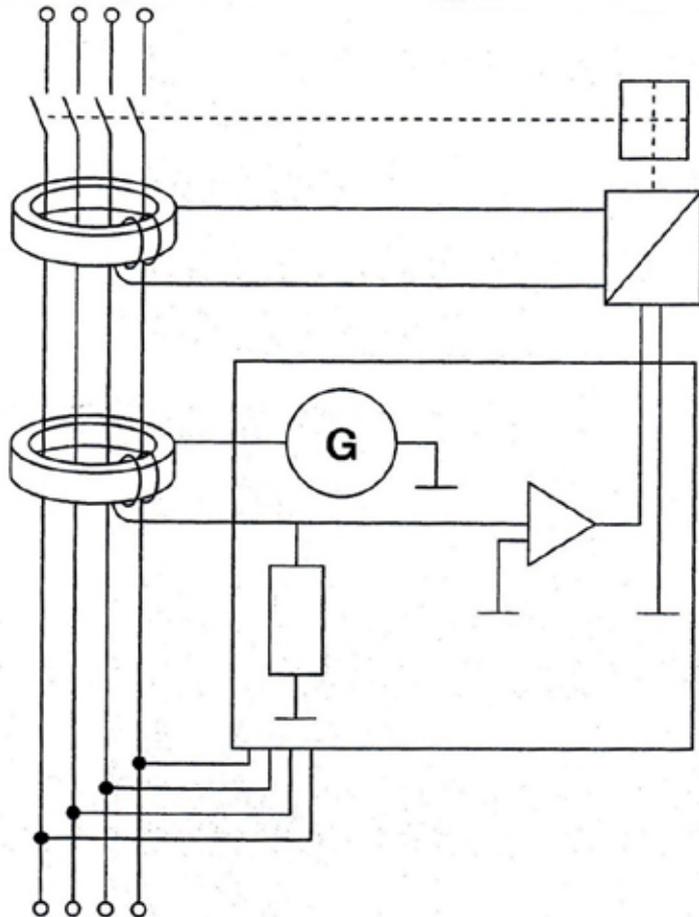
PROTEZIONE DIFFERENZIALE

Classificazione degli interruttori differenziali secondo i tipi di forma d'onda

Tipo	Forme d'onda di prova della corrente differenziale	simbolo
AC	corrente differenziale alternata sinusoidale alla frequenza di rete	
A	come per il tipo AC e inoltre: <ul style="list-style-type: none">- corrente differenziale pulsante con sovrapposta una corrente continua sino a 6 mA	
F	come per il tipo A e inoltre: <ul style="list-style-type: none">- corrente differenziale pulsante con sovrapposta una corrente continua sino a 10 mA- corrente differenziale multifrequenza	
B	come per il tipo F e inoltre: <ul style="list-style-type: none">- corrente differenziale alternata sinusoidale sino a 1 kHz- corrente differenziale continua senza ondulazione- corrente differenziale ottenuta da raddrizzatori bifase o trifase- corrente differenziale alternata sinusoidale sovrapposta a una corrente continua- corrente differenziale pulsante sovrapposta a una corrente continua	

SCelta DELLE PROTEZIONI

INTERRUTTORE DIFFERENZIALE DI TIPO B



...il secondo toroide è utilizzato sfruttando la saturazione magnetica del materiale ferromagnetico. Al suo avvolgimento secondario è applicata permanentemente una tensione alternata che magnetizza il materiale. Un circuito elettronico è capace di rilevare l'induttanza ai capi dell'avvolgimento secondario. La comparsa di una corrente differenziale continua porta in saturazione il materiale e, di conseguenza, modifica la sua permeabilità magnetica. Questa variazione, opportunamente elaborata, è il segnale che determina il comando dell'attuatore di sgancio.

SCELTA DELLE PROTEZIONI

PROTEZIONE DIFFERENZIALE

Selettività fra differenziali

Devono essere soddisfatte simultaneamente le seguenti due condizioni:

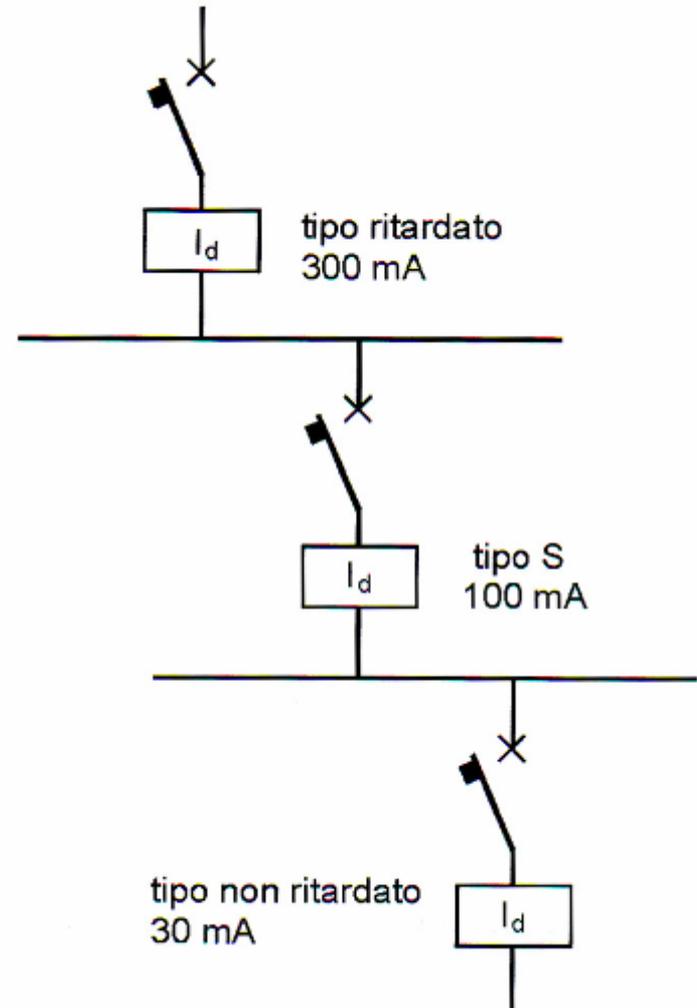
- 1) la caratteristica di non funzionamento tempo-corrente del dispositivo posto a monte si deve trovare al di sopra della caratteristica di interruzione tempo-corrente del dispositivo posto a valle;
- 2) la corrente differenziale nominale del dispositivo posto a monte deve essere adeguatamente superiore a quella del dispositivo posto a valle.

SCelta DELLE PROTEZIONI

PROTEZIONE DIFFERENZIALE

Selettività verticale

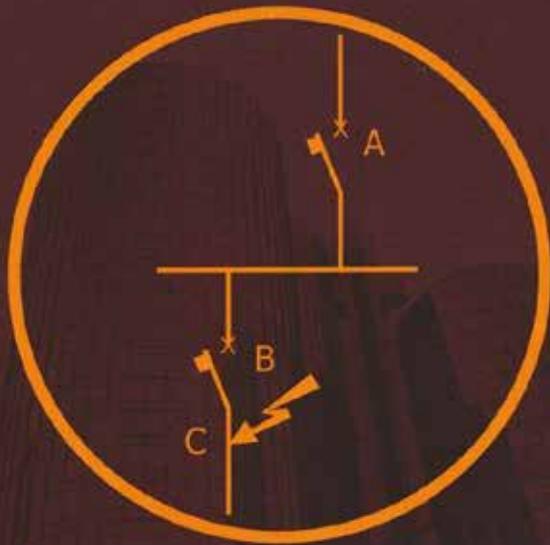
Si attua tra due o più dispositivi differenziali disposti in serie, generalmente quando vi sono problemi legati alla continuità di esercizio e/o pericoli indotti da un eventuale mancanza dell'energia elettrica.



ANTONIO PORRO - LUIGI MUZZINI

PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI A BASSA TENSIONE

2



Per chi desidera
approfondire

Grazie dell'attenzione