

Interruttori differenziali

Introduzione

Gli interruttori differenziali sono apparsi sul mercato negli anni '50; furono utilizzati per evitare i “furti di energia”, dovuti all'utilizzo di correnti verso terra e solo in un secondo tempo furono adottati per la protezione delle persone.

Oggi gli interruttori differenziali sono largamente diffusi, ed in alcuni casi assolutamente obbligatori, per aumentare la sicurezza degli impianti e delle persone.

Esistono diversi tipi di interruttori differenziali (AC-A-B) e, come tutti i componenti di un impianto elettrico, devono essere correttamente scelti, installati e messi in funzione al fine di ottenere la massima sicurezza e il minimo disservizio.

L'interruttore automatico differenziale è un dispositivo sensibile alla somma vettoriale delle correnti che percorrono i conduttori attivi, compreso il neutro, ed in grado di intervenire qualora si presenti una corrente di dispersione verso terra, tale per cui la I_{Δ} sia diversa da zero.

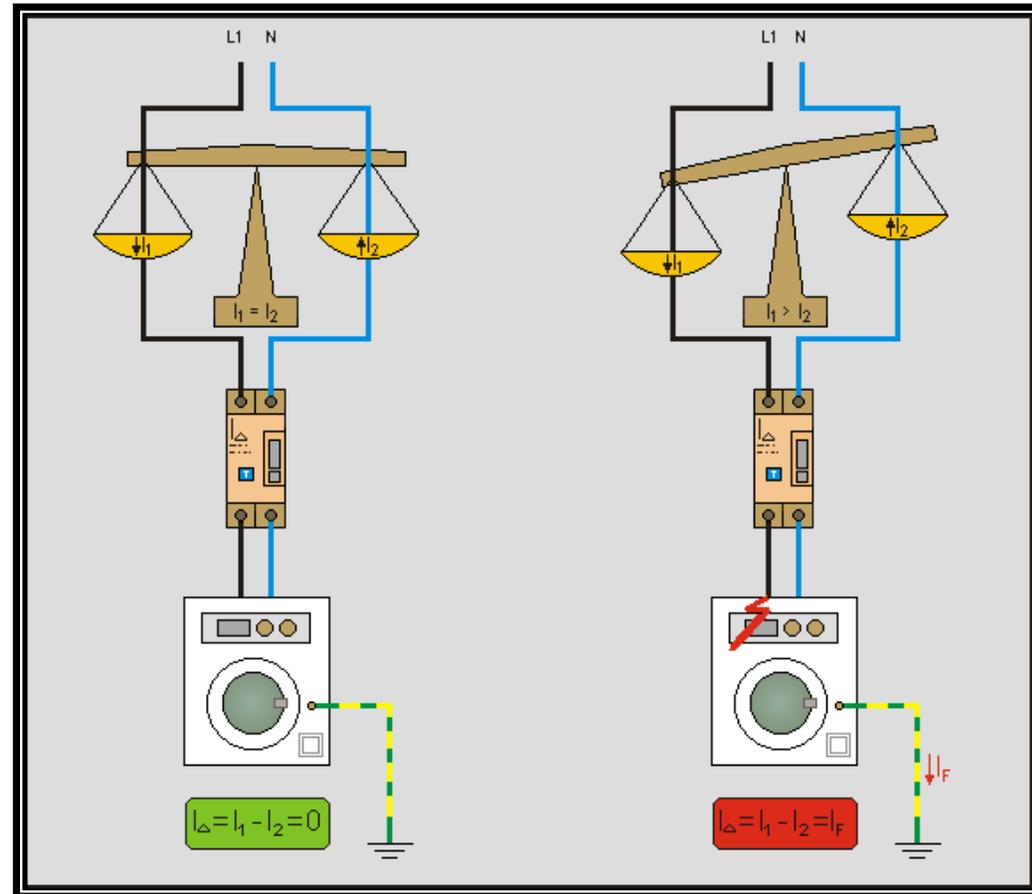
Esso può essere usato come protezione contro i contatti indiretti o come protezione addizionale contro i contatti diretti.

Interruttori differenziali

Principio di funzionamento

Il principio di funzionamento si basa sull'uso di un trasformatore toroidale nel quale, nelle normali condizioni di funzionamento, il flusso risultante dovuto alle correnti che percorrono il circuito è nullo.

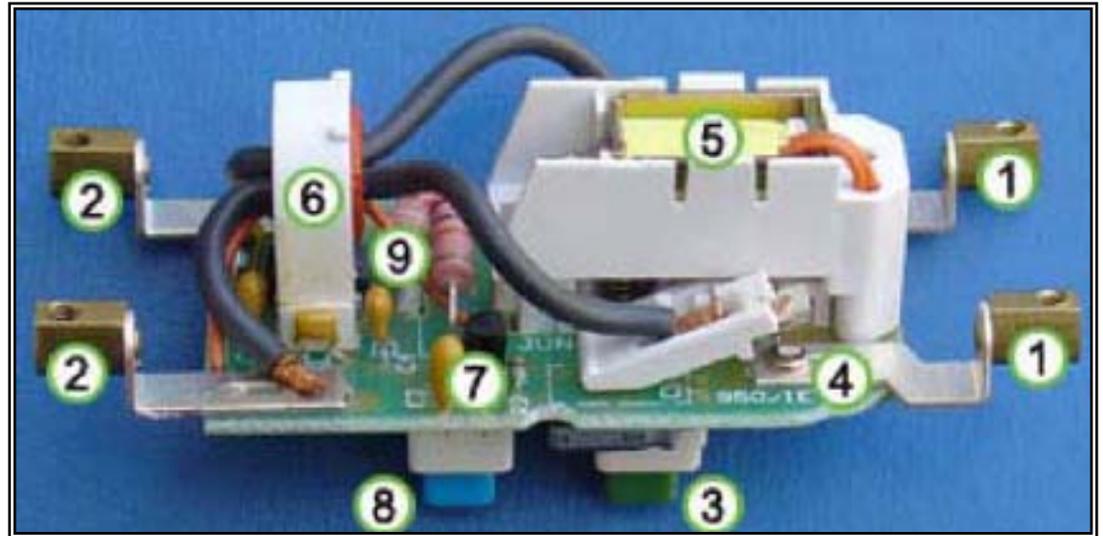
In caso di guasto il flusso risultante non è più nullo ed induce su di un apposito avvolgimento secondario una forza elettromotrice in grado di provocare l'intervento del dispositivo di sgancio.



Interruttori differenziali

Caratteristiche costruttive

1. Morsetti di ingresso
2. Morsetti di uscita
3. Pulsante di inserimento
4. Contatti di interruzione
5. Solenoide
6. Trasformatore di corrente
7. Circuito elettronico
8. Pulsante di test
9. Filo di test

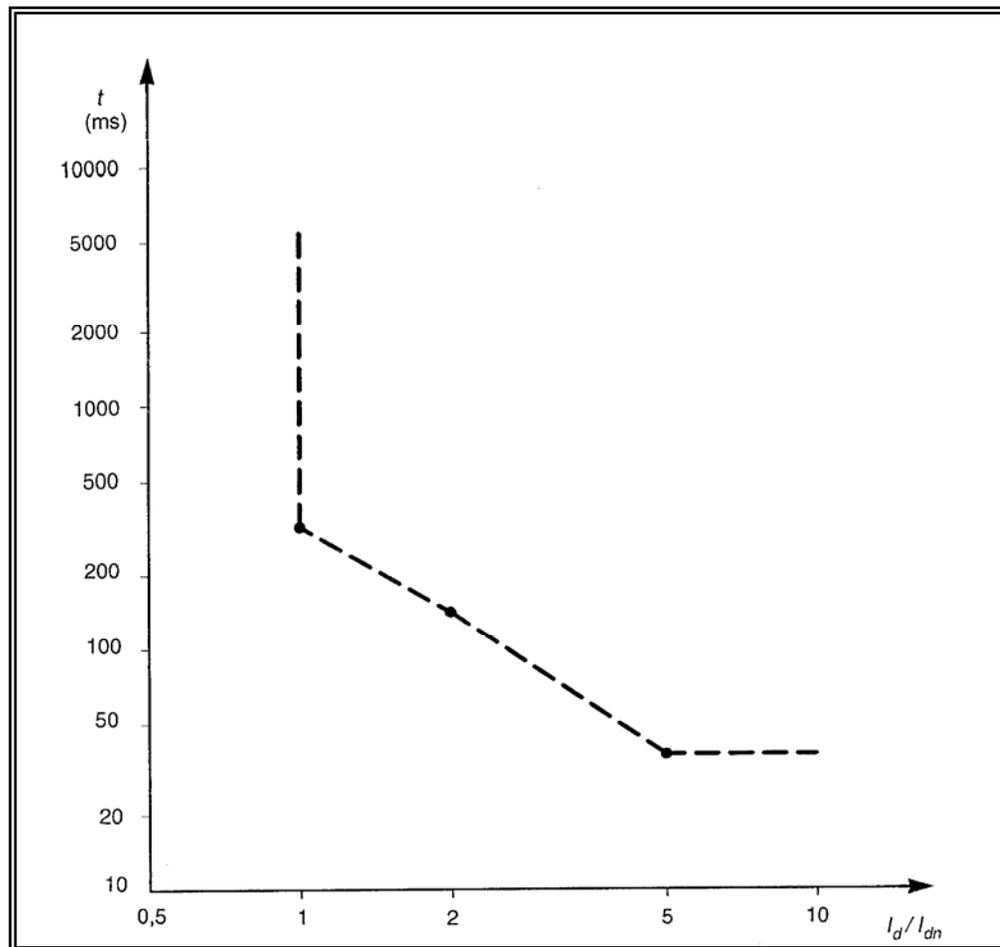


Interruttori differenziali

Caratteristiche di intervento

La caratteristica di intervento deve restare al di sotto di determinati limiti normativi:

I_{Δ}	t
$I_{\Delta n}$	0,3 s
$2I_{\Delta n}$	0,15 s
$5I_{\Delta n}$	0,04 s



Interruttori differenziali

Valori nominali

Corrente nominale I_n

è il valore di corrente che l'apparecchio è in grado di portare ininterrottamente.

Corrente nominale differenziale di intervento $I_{\Delta n}$

È il valore di corrente assegnato dal costruttore. L'interruttore deve funzionare a questo valore come stabilito dalle norme.

Corrente nominale differenziale di non intervento $I_{\Delta no}$

E' il valore di corrente assegnato dal costruttore, per il quale l'interruttore differenziale non deve intervenire nelle condizioni definite dalle norme.

Interruttori differenziali

Tipi di interruttori differenziali

Protezioni dalle sovracorrenti {
Senza sganciatori di sovracorrente (puri)
Magnetotermici-differenziali
Adattabili a magnetotermici

Destinazione d'uso {
Uso domestico e simile
Uso generale

Tipo di corrente dispersione rilevata {
Tipo AC
Tipo A
Tipo B

Ritardo di intervento {
Con ritardo intenzionale
Senza ritardo intenzionale

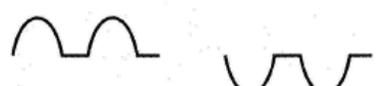
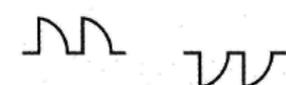
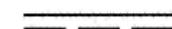
Regolazione {
Regolabili
Non regolabili

Componibilità {
Monoblocco
Assiemabili

Interruttori differenziali

Sensibilità degli interruttori differenziali

L'impiego di apparecchiature con dispositivi di tipo elettronico sia in ambiente civile che industriale determina, in occasione di un guasto di isolamento, correnti di dispersione verso terra con componenti non sempre sinusoidali ma spesso anche del tipo unidirezionale, pulsanti o continue. In situazioni come queste un dispositivo differenziale tradizionale non è sempre idoneo a funzionare correttamente. In relazione alle correnti di dispersione a cui l'interruttore differenziale è sensibile le norme prevedono una classificazione in tre tipi, AC, A e B.

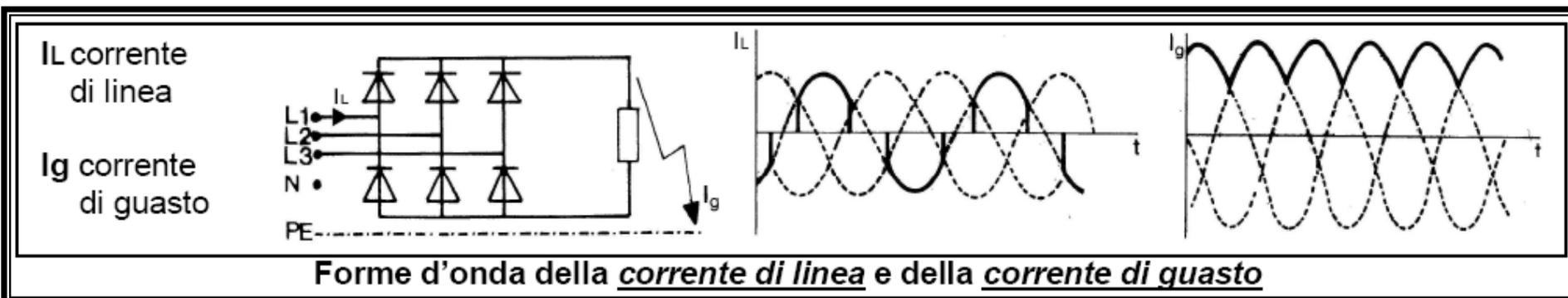
Tipo di interruttore differenziale		Forma della corrente differenziale	
B	AC	Corrente alternata	
	A	Corrente pulsante unidirezionale	
		Semionda parzializzata angolo di ritardo	
		Corrente pulsante unidirezionale con componente continua sovrapposta	
		Corrente continua	

Campi di intervento per interruttori differenziali tipo AC, A, B secondo EN 61008-1 (tipi AC, A)

Interruttori differenziali

Sensibilità degli interruttori differenziali

Per meglio identificare le apparecchiature in cui necessita usare l'interruttore differenziale di tipo B si riportano alcuni esempi di dispositivi che, avendo un ponte raddrizzatore trifase in ingresso rete (a 6 diodi o 6 SCR) presentano corrente di guasto pressoché continua.



Quanto sopra si verifica in presenza di **UPS** (gruppi statici di continuità); **convertitori CA/CC** per l'alimentazione dei motori in corrente continua; **convertitori CA/CA**, utilizzati per la regolazione di velocità di motori trifase a corrente alternata in ascensori, macchine utensili, ventilatori, pompe, condizionatori, mulini, nastri trasportatori, ecc.

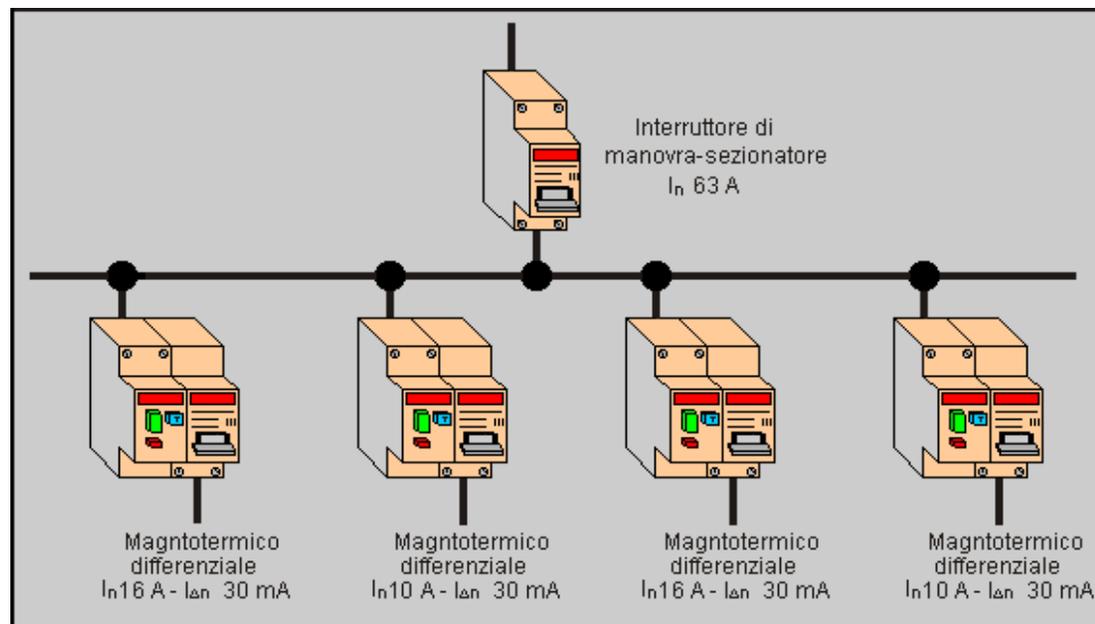
Interruttori differenziali

Selettività tra interruttori differenziali

La selettività si basa sul fatto che, in caso di guasto, ad intervenire deve essere il dispositivo più vicino al punto di guasto, mentre il resto dell'impianto deve continuare a funzionare.

La selettività può essere orizzontale o verticale.

Per ottenere la selettività orizzontale è sufficiente suddividere l'impianto in più circuiti e proteggere gli stessi singolarmente.

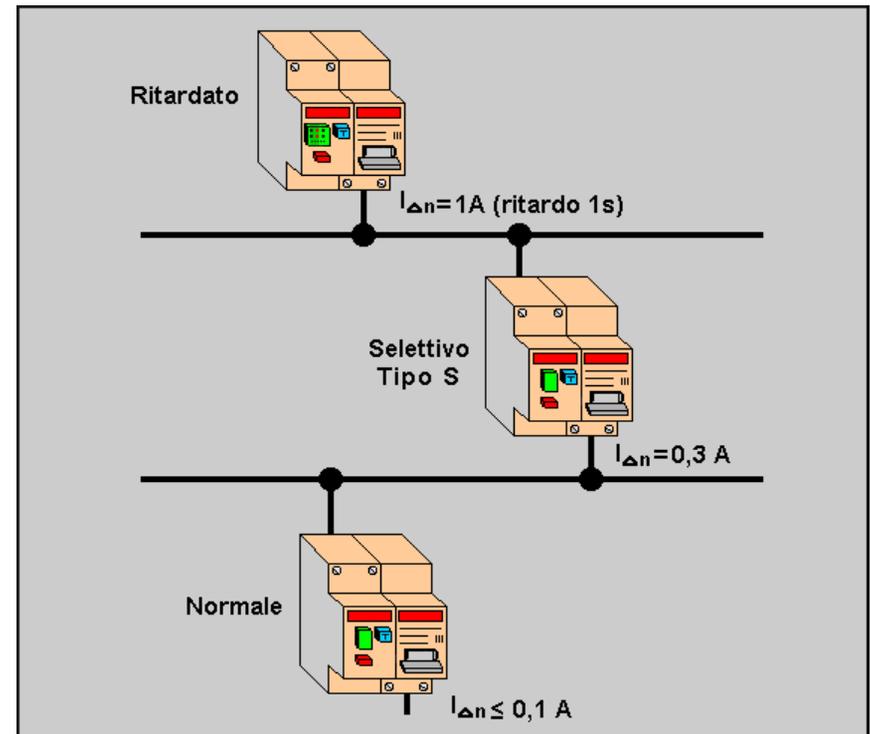


Interruttori differenziali

Selettività tra interruttori differenziali

La selettività verticale è garantita quando due o più interruttori differenziali posti in serie e interessati dalla stessa corrente di dispersione presentano il tempo massimo di intervento del dispositivo a valle inferiore al tempo minimo di non intervento di quello posto a monte.

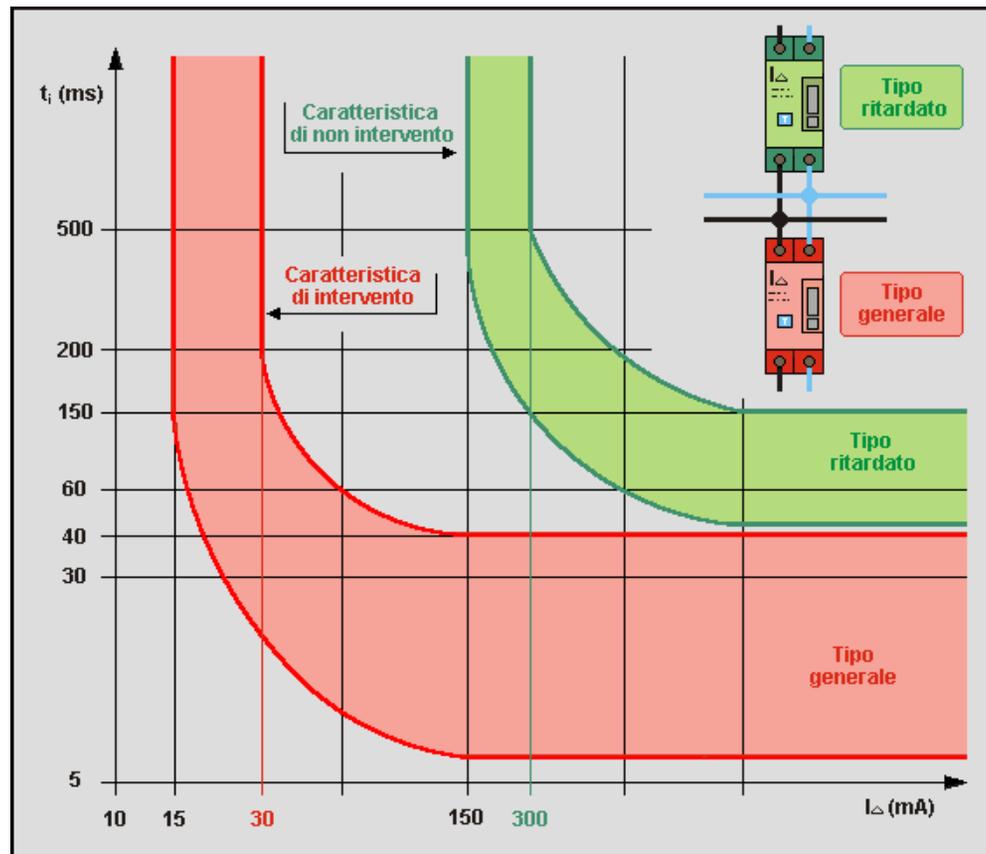
Per ottenere la selettività degli interruttori ad uso domestico e similare le norme prevedono un interruttore con ritardo di intervento intenzionale denominato di tipo S da installare a monte rispetto a quelli per uso ordinario che invece sono chiamati di tipo g.



Interruttori differenziali

Selettività tra interruttori differenziali

Affinché la selettività sia garantita il dispositivo di tipo S deve però avere una corrente nominale differenziale di almeno tre volte superiore rispetto a quella del dispositivo installato a valle.

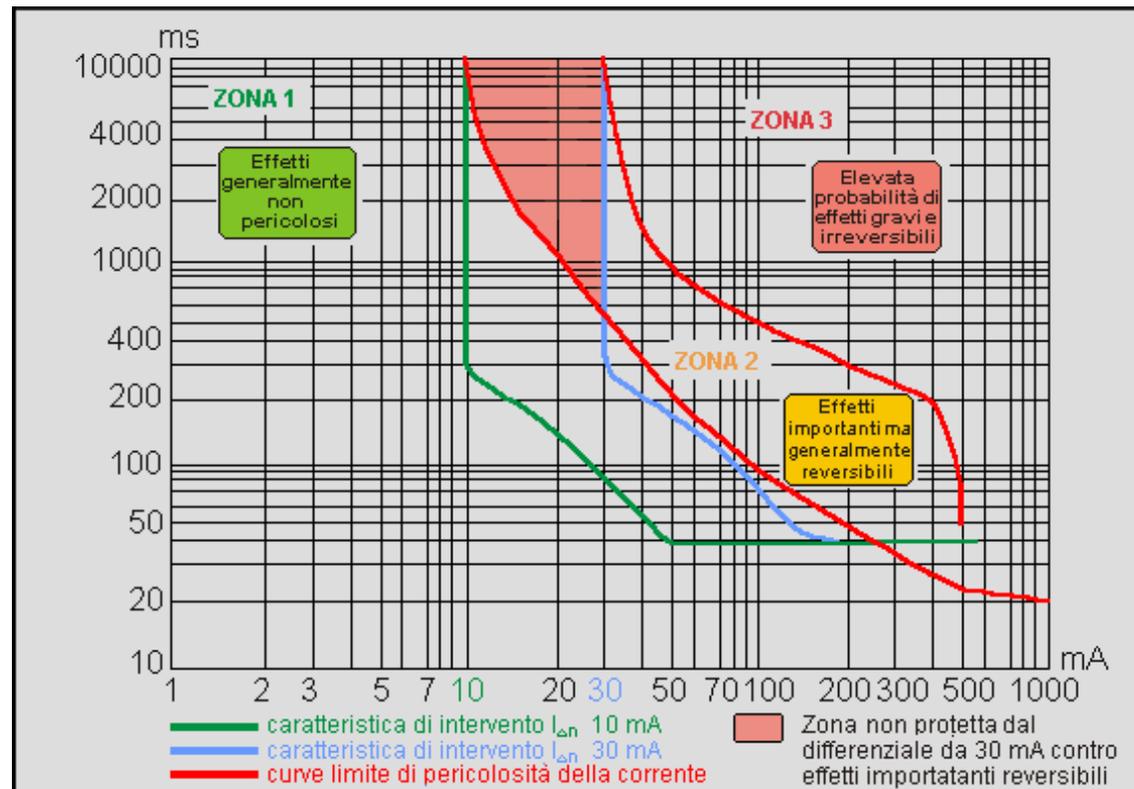


Interruttori differenziali

Selettività tra interruptori differenziali

Il tempo di ritardo massimo non deve essere superiore nei sistemi TT e a 1 s.

Non può essere ammesso nessun ritardo di intervento se il dispositivo differenziale è impiegato anche per la protezione addizionale contro i contatti diretti.



Interruttori differenziali

Corretta scelta degli interruttori differenziali

In alcuni casi gli interruttori differenziali possono essere soggetti ad interventi intempestivi. Sono situazioni piuttosto fastidiose che l'utente, pregiudicando la sicurezza dell'impianto, potrebbe maldestramente risolvere disattivando l'interruttore differenziale. Le cause più comuni di un tale evento sono di seguito brevemente descritte.

Correnti di dispersione capacitive verso terra

Piccole correnti verso terra di tipo capacitivo sono presenti anche in impianti sani. Se la corrente di dispersione supera determinati valori il dispositivo differenziale può intervenire intempestivamente. Per limitare la corrente di dispersione, essendo la risultante della corrente verso terra la somma vettoriale delle correnti di dispersione sulle tre fasi, si possono suddividere i circuiti sulle varie fasi. In ogni caso, per evitare interruzioni indesiderate, la corrente di dispersione che interessa ogni singolo interruttore differenziale deve essere mantenuta inferiore alla metà della sua corrente nominale differenziale ripartendo eventualmente gli utilizzatori su più circuiti.

Interruttori differenziali

Corretta scelta degli interruttori differenziali

Sovratensioni di origine atmosferica o di manovra

Cause di intervento inopportuno possono dipendere da sovratensioni atmosferiche o di manovra. In particolare quelle di origine atmosferica, soprattutto quelle dovute alla fulminazione diretta o indiretta delle linee aeree di alimentazione dell'impianto, sono le più insidiose. La sovratensione, caricando le capacità verso terra dell'impianto oppure provocando una scarica in aria, può determinare una corrente verso terra in grado di far intervenire il dispositivo differenziale. Gli interruttori ritardati di tipo S sono normalmente insensibili a tali fenomeni.

Correnti di spunto

Correnti di avviamento elevate possono suscitare un flusso risultante a causa di possibili differenze tra gli avvolgimenti del toroide anche se la somma delle correnti è zero. Pertanto con l'inserzione di trasformatori o la partenza di motori, si possono invece avere interventi intempestivi.

Correnti di dispersione in presenza di armoniche

Le correnti capacitive verso terra aumentano in presenza di armoniche (in particolare la terza) determinando la possibilità di interventi intempestivi.

Interruttori differenziali

Protezione mediante interruttori differenziali

Per il corretto utilizzo dell'interruttore differenziale come dispositivo di protezione è necessario il suo coordinamento con l'impianto di terra. In particolare deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}}$$

Per esempio nel caso di ambiente ordinario dove la tensione limite è $U_L=50$ V, l'utilizzo di un interruttore differenziale con $I_{\Delta n} = 30$ mA permette di realizzare un impianto di terra con una resistenza di terra dell'ordine di 1666Ω , facilmente ottenibile.

Chiaramente nel caso di impianto di terra comune a più derivazioni il valore di $I_{\Delta n}$ da prendere in considerazione per la progettazione dell'impianto di terra è il più piccolo nel caso di dispositivi posti in serie e il maggiore nel caso di dispositivi posti in parallelo.

Interruttori differenziali

Protezione contro i contatti diretti

Nel caso di contatto diretto, per imprudenza dell'utente o perché viene meno la protezione passiva, la corrente che attraversa il corpo umano non è di certo sufficiente per provocare l'intervento dei dispositivi di protezione a massima corrente.

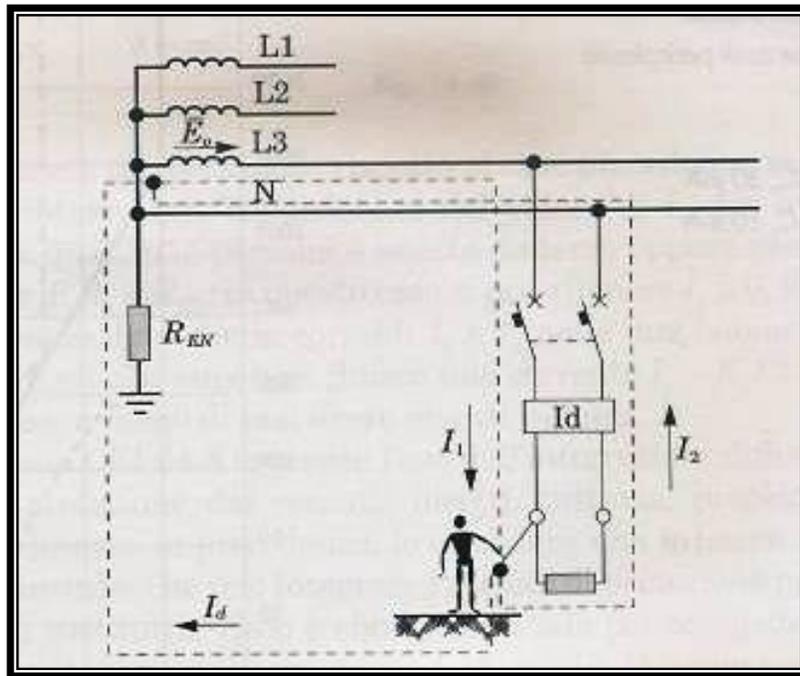
L'unico dispositivo di protezione che può intervenire, in casi del genere, è l'interruttore differenziale *ad alta sensibilità*, ovvero con corrente nominale differenziale di intervento $I_{\Delta n}$ non superiore a 30 mA. Questo valore non corrisponde a quello che il corpo umano può sopportare indefinitamente, ma è un buon compromesso protezione/servizio.

Nei contatti indiretti, a differenza si ha un vantaggio: se la persona non è in contatto con la massa nel momento in cui si verifica il guasto, la corrente si chiude a terra tramite il conduttore di protezione e determina ugualmente l'intervento dell'interruttore differenziale, senza che la persona sia percorsa da alcuna corrente; il che non può avvenire nel contatto diretto, nel quale l'interruttore differenziale è azionato dalla stessa corrente che fluisce attraverso la persona.

Interruttori differenziali

Protezione contro i contatti diretti

Nel caso del contatto diretto con una sola parte in tensione si verifica la condizione:



$$I_d = \frac{E_0}{R_B + R_{EB} + R_{EN}}$$

Attraverso il corpo fluisce la corrente differenziale I_d .

In questo caso, non essendoci un guasto verso massa, non ha alcuna influenza l'eventuale impianto di terra!

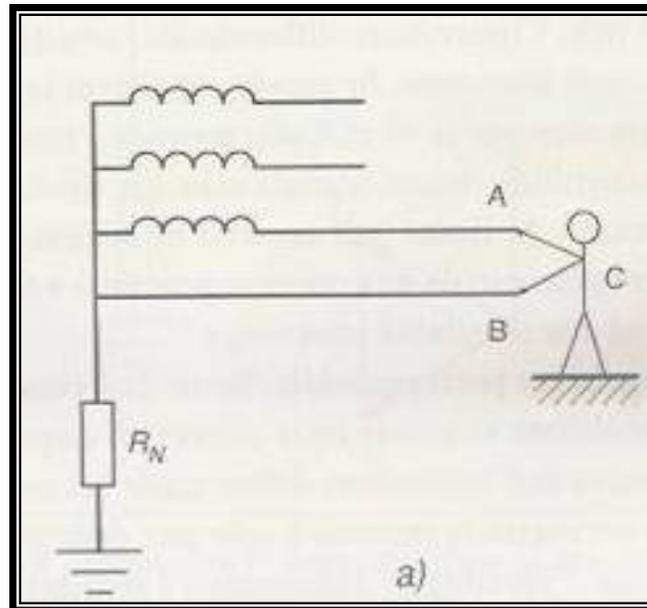
Interruttori differenziali

Protezione contro i contatti diretti:

Contatti bipolari

In particolari situazioni circuitali la protezione offerta dall'interruttore differenziale contro i contatti diretti può essere parzialmente o completamente compromessa.

Ad esempio: nel contatto bipolare, se la persona è isolata da terra, l'interruttore differenziale non interviene.

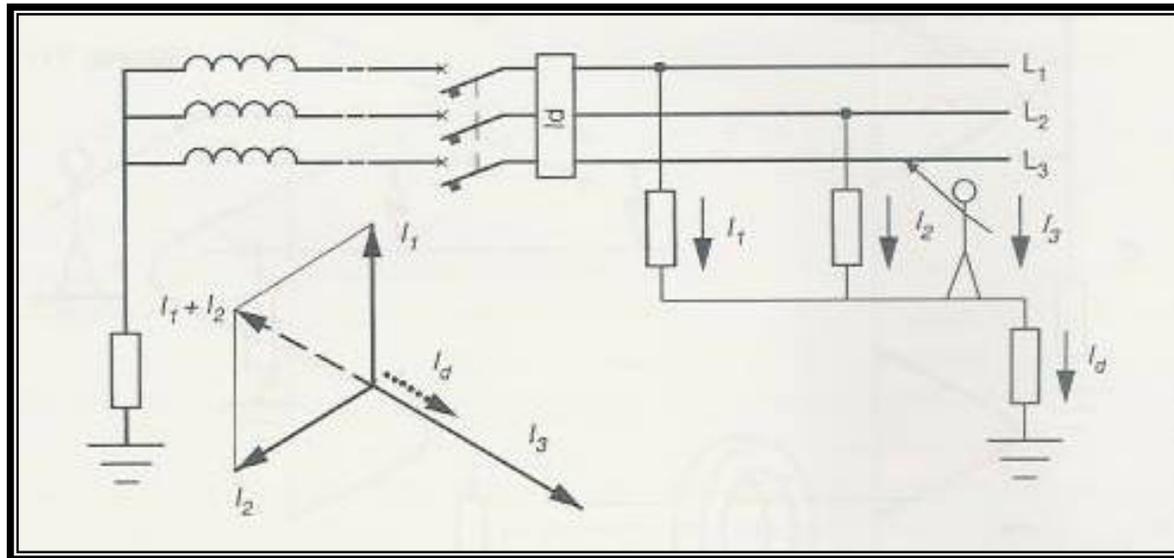


Interruttori differenziali

Protezione contro i contatti diretti:

Correnti di dispersione

Altro esempio sono le correnti di dispersione che possono diminuire l'azione protettiva dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità. In questo caso l'interruttore differenziale essendo sensibile alla somma vettoriale delle correnti, potrebbe non intervenire anche se la persona è percorsa da una corrente superiore a 30 mA.



Interruttori differenziali

Protezione contro i contatti diretti

Valutati i limiti protettivi dovuti a particolari situazioni circuitali e tenuto conto dell'affidabilità, pur sempre limitata, del dispositivo di protezione, è stato stabilito in sede normativa nazionale ed internazionale, di considerare **l'interruttore differenziale ad alta sensibilità come un mezzo di protezione addizionale e non sostitutivo delle altre misure di sicurezza contro i contatti diretti.**

Inoltre non può essere considerato un sistema di protezione sufficiente neanche contro i contatti indiretti se non è associato ad un impianto di terra realizzato a regola d'arte.

Risulta, comunque, l'unica protezione attiva contro i contatti diretti.

Interruttori differenziali

Interruttori differenziali e legge 46/90

L'interruttore differenziale può essere utilizzato per la protezione dai contatti indiretti, per una protezione addizionale contro i contatti diretti e contro l'innesco d'incendio.

Secondo l'art. 7 comma 2 della legge 46/90 “gli impianti elettrici devono essere dotati di impianti di messa a terra e di interruttori differenziali ad alta sensibilità o di altri sistemi equivalenti”.

Nel regolamento di attuazione della 46/90 secondo l'art. 5 comma 6 del DPR 447/91 per “sistema equivalente” si intende ogni sistema di protezione previsto dalle norme CEI contro i contatti indiretti.

Da quanto sopra si deduce che la 46/90 non obbliga l'installazione dell'interruttore differenziale, purché la protezione adottata contro i contatti indiretti sia conforme alle norme CEI (trasformatore di isolamento).

Nello stesso art. 5 comma 6 del DPR 447/91 si precisa che “ per interruttori differenziali ad alta sensibilità si intendono quelli aventi una corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 1 A”, al comma 8 dello stesso art. 5 si precisa che “ gli impianti elettrici preesistenti si considerano adeguati se presentano una protezione contro i contatti indiretti, mediante interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30mA”.

Interruttori differenziali

Interruttori differenziali e legge 46/90

In considerazione dell'art. 7 della 46/90 e dell'art. 5 del regolamento di attuazione si deduce che:

La legge 46/90 chiede che l'impianto sia completo di impianto di terra e di interruttore differenziale con corrente nominale di intervento minore di 1 A, mentre per gli impianti preesistenti il regolamento chiede un interruttore differenziale con corrente nominale di intervento minore di 30 mA, senza richiedere l'impianto di terra.

Interruttori differenziali

- BIBLIOGRAFIA
- Materiale dal sito www.elektro.it
- Vito Carrescia - “Fondamenti di sicurezza elettrica” – TNE