

life long learning

Impianti elettrici nelle abitazioni

Apparecchiature elettriche e materiali.

Parte 3

A cura della Redazione



1 - PREMESSA

Sotto la denominazione generica di materiale elettrico sono comprese anche le apparecchiature, nonché le scatole o gli involucri destinati a contenerle.

Una prima classificazione riguarda i piccoli apparecchi di comando non automatici per tensioni nominali fino a 250 V (interruttori, commutatori, deviatori, invertitori). In questa categoria possono essere incluse le prese a spina.

In una seconda categoria vengono compresi gli interruttori automatici, gli interruttori differenziali e i fusibili; apparecchi questi definibili come organo di comando e di protezione. Si hanno quindi i relè (e relativi pulsanti), i temporizzatori, ed infine la vastissima gamma di apparecchi utilizzatori, quali ad esempio gli elettrodomestici.

La conformità alle prescrizioni normative è attestata dalla marcatura CE, preferibilmente, dal marchio IMQ.

Le caratteristiche essenziali del materiale elettrico, la cui conoscenza ed osservanza sono indispensabili per un impiego conforme alla destinazione ed esente da pericolo, sono indicate sul materiale stesso oppure, qualora ciò non sia possibile, su una scheda che l'accompagna.

Prima di descrivere le varie apparecchiature è opportuno precisare come viene indicato il livello di protezione che esse offrono nei confronti dell'ambiente esterno.

2 - GRADI DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI

L'elemento di contenimento e protezione (involucro) di qualsiasi apparecchiatura o macchina elettrica deve essere scelto in relazione alle caratteristiche dell'ambiente in cui tali apparecchiature devono operare.

È evidente che le condizioni ambientali del locale adibito a soggiorno sono sensibilmente differenti da quelle del bagno. Mentre nel primo sono pressoché da escludere agenti esterni che possono danneggiare le apparecchiature,

nel secondo la presenza di acqua e di condensa impongono l'adozione di particolari accorgimenti.

Lo stesso dicasi per le apparecchiature installate all'esterno, soggette quindi alle condizioni atmosferiche (pioggia, gelo, polvere ecc.).

Per assicurare la protezione appropriata contro gli agenti esterni e contro i contatti diretti con parti in tensione contenute negli involucri, la norma CEI 70-1 ha stabilito un codice, definito grado di protezione, costituito dalle lettere IP seguite da due numeri ed eventualmente una lettera addizionale e una lettera supplementare.

Questo codice (Figura 1) e le relative prove che il costruttore deve effettuare sui contenitori, consente di definire in maniera univoca il livello di protezione offerta dagli involucri. Infatti:

- la prima cifra, indica sia il grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi e della polvere, sia il grado di protezione contro l'accesso a parti pericolose (non solo elettriche, ma anche meccaniche in movimento);
- la seconda cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione dell'acqua.

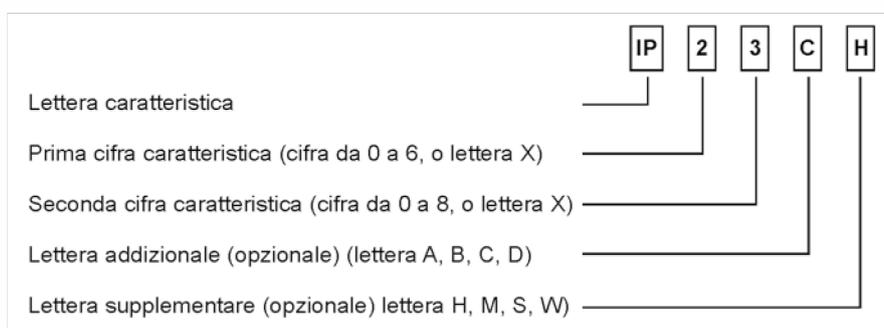


Fig. 1 - Codice IP.

Tabella 1 - Gradi di protezione degli involucri

I cifra: protezione contro la penetrazione di corpi solidi e l'accesso a parti pericolose		II cifra: protezione contro la penetrazione dell'acqua	
0	Non protetto	0	Non protetto
1	Protetto contro l'accesso di corpi solidi estranei con diametro > 50 mm e del dorso della mano	1	Protetto contro la caduta verticale di gocce di acqua
2	Protetto contro l'accesso di corpi solidi estranei con diametro > 12,5 mm e di un dito della mano	2	Protetto contro la caduta verticale di acqua con un'inclinazione dell'involucro fino a 15°
3	Protetto contro l'accesso di corpi solidi estranei con diametro > 2,5 mm e di attrezzi (per es. un cacciavite)	3	Protetto contro la pioggia
4	Protetto contro l'accesso di corpi solidi estranei con diametro > 1,0 mm e di un filo di diametro = 1,0 mm	4	Protetto contro gli spruzzi di acqua
5	Protetto contro l'accesso di polvere e di un filo di diametro = 1,0 mm	5	Protetto contro i getti di acqua
6	Totalmente protetto l'accesso di polvere e di un filo di diametro = 1,0 mm	6	Protetto contro i getti di acqua potenti
		7	Protetto contro gli effetti dell'immersione temporanea
		8	Protetto contro gli effetti dell'immersione continua
		La lettera "X", sostituisce l'una, l'altra o entrambe le cifre quando tale cifra non è richiesta o quando non dev'essere precisato il grado di protezione relativo.	

Tabella 2 - Significato della lettera addizionale

Lettera addizionale	Descrizione
A	Impedisce l'accesso con il palmo della mano
B	Impedisce l'accesso con un dito
C	Impedisce l'accesso con un attrezzo impugnato
D	Impedisce l'accesso con un filo impugnato

La tabella 1 precisa il significato delle due cifre.

Se il materiale è classificato per un solo tipo di protezione, la cifra mancante è sostituita da una X. Esempio: IP5X indica la protezione contro la sola penetrazione di polvere; IPX5 indica la protezione solo contro i getti d'acqua.

La lettera addizionale (vedi tabella 2) ha lo scopo di designare il livello di inaccessibilità dell'involucro alle dita, alla mano, oppure ad oggetti impugnati da una persona.

Ha cioè una funzione prettamente antinfortunistica

e deve essere utilizzata solo se la protezione contro l'accesso all'involucro è superiore a quella definita con la prima cifra caratteristica.

Ad esempio, nel caso di un involucro con grado IP1X, ossia protetto solo contro la penetrazione di corpi solidi estranei con diametro superiore o uguale a 50 mm, possono essere aggiunte protezioni interne tali da impedire che le dita umane possano entrare in contatto con le parti pericolose.

In questo caso, l'involucro è classificato IP1XB, per indicare il grado di protezione esteso alle dita.

Se invece la soluzione costruttiva consentisse un grado IP₂X, l'indicazione della lettera B diverrebbe inutile.

Al limite, se con accorgimenti costruttivi particolari (distanziamenti, labirinti strutturali o altro) fosse realizzata una protezione solo contro l'accesso a parti pericolose, il grado di protezione sarebbe indicato con la sigla IP seguita da due X e dalla lettera addizionale.

Ad esempio: IPXXA che indica la protezione solo contro l'accesso con il dorso della mano a parti pericolose (elettriche o meccaniche).

Si ricorda che le norme impianti, prescrivono, per gli involucri contenenti parti attive scoperte, un grado di protezione almeno pari a IPXXB, tranne che per le superfici superiori orizzontali per le quali deve essere portato a IPXXD (ad eccezione dei portalampada e dei portafusibili in caso di assenza della lampada o della cartuccia fusibile).

La lettera supplementare (tabella 3) ha lo scopo di indicare condizioni particolari attinenti la tipologia o l'impiego dell'involucro e del suo contenuto.

Protezione meccanica contro gli urti (codice IK)

La robustezza degli involucri delle apparecchiature elettriche, agli effetti degli impatti meccanici, è specificata mediante il codice IK (Norma CEI 70-3) costituito dalle lettere caratteristiche IK seguite da due cifre numeriche (da 00 a 10) che individuano l'energia d'impatto in joule (rispettivamente da 0 a 20 J) cui l'involucro ha dato prova di resistere senza subire danni.

3 - INTERRUTTORI AUTOMATICI DI SOVRACCORRENTE

Sono apparecchi meccanici d'interruzione destinati a connettere all'alimentazione un circuito ed a disconnetterlo, mediante operazione manuale, o ad aprire il circuito automaticamente, quando la corrente supera un valore predeterminato.

Nella versione per usi domestici e similari sono considerati dalla Norma CEI 23-3. L'apposizione del marchio IMQ attesta la rispondenza degli interruttori alle norme.

Questi interruttori sono dotati (Figura 2) di un contatto fisso ed uno mobile e di due relè di cui uno termico, funzionante per effetto Joule, ed uno elettromagnetico che comandano entrambi, mediante leverismi, lo sgancio del dispositivo di ritenuta che trattiene il contatto fisso contro quello mobile, che così viene liberato.

Il principio di funzionamento è il seguente:

- in presenza di una corrente di sovraccarico (1) la lamina bimetallica che costituisce il relé termico si scalda e comincia a flettere tanto più rapidamente quanto maggiore è la corrente di sovraccarico, sino a effettuare lo sgancio del contatto mobile;
- se invece si verifica un cortocircuito (2) la forte intensità di corrente fa intervenire in modo pressochè istantaneo il relé elettromagnetico che comanda lo sgancio del contatto.

Grandezze nominali

Tensione nominale: tensione (nel caso di sistema

Tabella 3 - Significato della lettera supplementare

Lettera supplementare	Descrizione
H	Involucro adatto ad un'apparecchiatura ad alta tensione
W	Involucro idoneo all'impiego in condizioni atmosferiche particolari (specificate dal costruttore) e dotato di accorgimenti protettivi addizionali
M - S	Involucri in cui, per la presenza di parti interne in movimento (caso tipico quello dei motori), l'eventuale ingresso di acqua potrebbe provocare danni. La presenza della lettera M salvaguarda sempre dai danni, mentre la S indica una salvaguardia condizionata dal fatto che le parti mobili non siano in moto

trifase la tensione tra le fasi) assegnata dal costruttore all'interruttore e a cui si riferiscono le caratteristiche dell'interruttore stesso. I valori normali della tensione nominale sono:

- 230 V per gli interruttori unipolari o bipolari destinati ad essere inseriti esclusivamente in circuiti monofase;
- 230/400 V per gli interruttori unipolari destinati anche ad essere utilizzati in circuiti trifase;
- 400 V per gli interruttori bipolari, tripolari e quadripolari destinati ad essere inseriti in un circuito trifase.

Corrente nominale: valore di corrente che l'interruttore deve poter portare in servizio ininterrotto ad una temperatura ambiente specificata; i valori preferenziali sono indicati nella tabella 4.

Corrente convenzionale di non intervento (I_{nc}): corrente che l'interruttore può sopportare per un intervallo di tempo determinato, in condizioni specificate, senza che avvenga lo sgancio automatico (Tabella 4).

Corrente convenzionale di intervento (I_f): corrente che provoca lo sgancio automatico dell'interruttore entro un intervallo di tempo determinato ed in

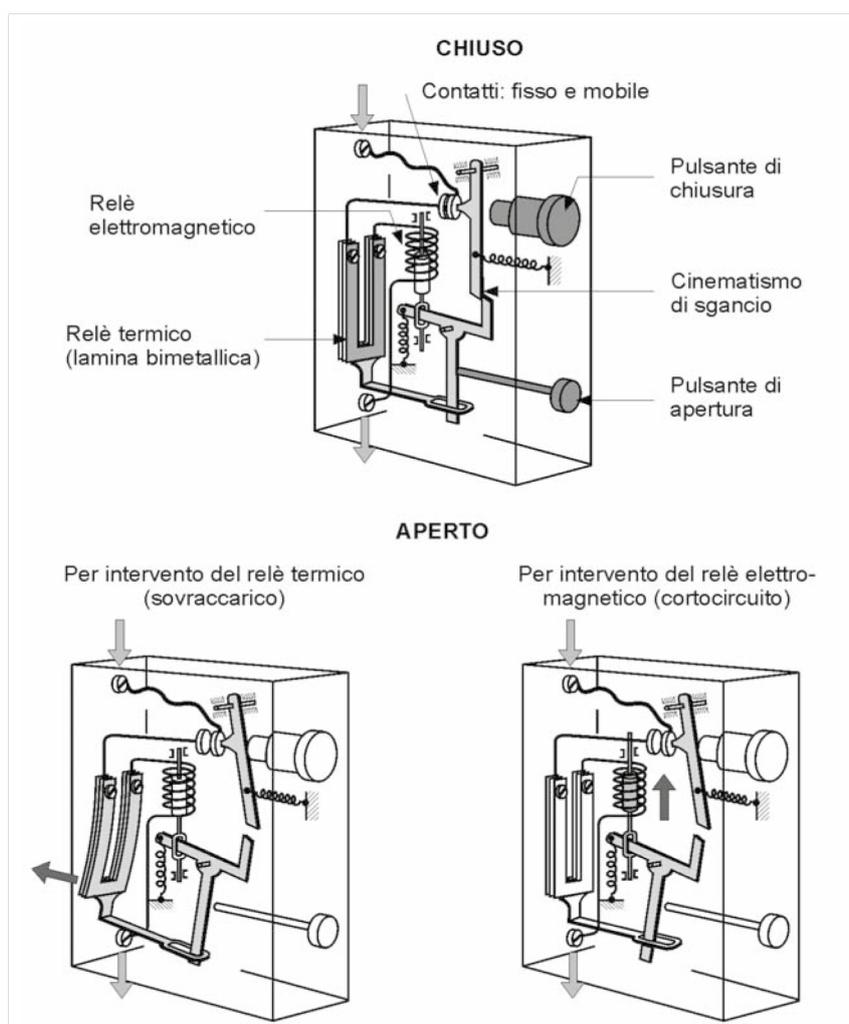


Fig. 2 - Principio di funzionamento degli interruttori automatici.

(1) Corrente di sovraccarico: si verifica in un circuito elettricamente sano quando questo alimenta troppi utilizzatori o utilizzatori che assorbono eccessivamente.

(2) Corrente di cortocircuito: si verifica con intensità elevata a seguito di un guasto dell'isolante tra due fasi del circuito.

Tabella 4 - Corrente nominale e correnti convenzionali di non intervento I_{nf} e di intervento I_f (relè termico) degli interruttori

Corrente nominale I_n (A)	Corrente convenzionale di non intervento I_{nf} (A)	Corrente convenzionale di intervento I_f (A)
6	6,8	8,7
10	11,3	14,5
13	14,7	18,9
16	18,1	23,2
20	22,6	29,0
25	28,3	36,3
32	36,2	46,4
40	45,2	58,0
50	56,5	72,5
63	71,2	91,4
80	90,4	116
100	113	145
125	141,2	181,2

condizioni specificate dalle norme (tabella 4).

Corrente di intervento istantaneo (intervento del relè magnetico): minimo valore di corrente che provoca l'apertura automatica dell'interruttore senza ritardo intenzionale. In relazione al valore della corrente di intervento istantaneo le norme identificano tre tipi di interruttori: B, C, D (Tabella 5).

Potere nominale di corto circuito: valore efficace della corrente che l'interruttore è in grado di stabilire, portare e interrompere sotto condizioni specificate. I valori normali del potere di corto circuito nominale previsti dalle norme sono: 1,5 - 3 - 4,5 - 6 - 10 - 15 - 20 - 25 kA.

Caratteristiche d'intervento: descrivono il comportamento dell'interruttore, in termini di tempo d'intervento, tra l'apparire di una sovracorrente e l'intervento dell'interruttore stesso. Le caratteristiche i cui valori minimi sono fissati dalle norme (Figura 3), sono fornite dai

costruttori sotto forma di curve e sono riferite ad un preciso valore della temperatura ambiente (in genere 30 °C).

La scala delle correnti può essere espressa quale rapporto I / I_n , tra la corrente presunta (I) che transita e la corrente nominale dell'interruttore (I_n). Le caratteristiche, rappresentate con due curve indicanti le condizioni estreme (tolleranza di costruzione), sono talvolta fornite mediante una sola curva indicante i valori medi.

Le tre caratteristiche tempo-corrente B, C e D si differenziano per la corrente di intervento istantaneo (relè magnetico), come è evidenziato nella tabella 5 mentre per quanto riguarda l'intervento termico i limiti delle caratteristiche sono comuni a tutte e tre i tipi (vedi Figura 3).

Dati di targa

Le norme prescrivono che ogni interruttore

Tabella 5 - Limiti della corrente di intervento istantaneo dello sganciatore magnetico

Tipo	Limiti della corrente di intervento		Applicazioni tipiche
	inferiore	superiore	
B	3 I_n	5 I_n	Circuiti con basse correnti di spunto
C	5 I_n	10 I_n	Circuiti ohmico-induttivi con medie correnti di spunto
D	10 I_n	20 I_n	Circuiti con elevate correnti di inserzione (alimentazione trasformatori, motori ecc.)

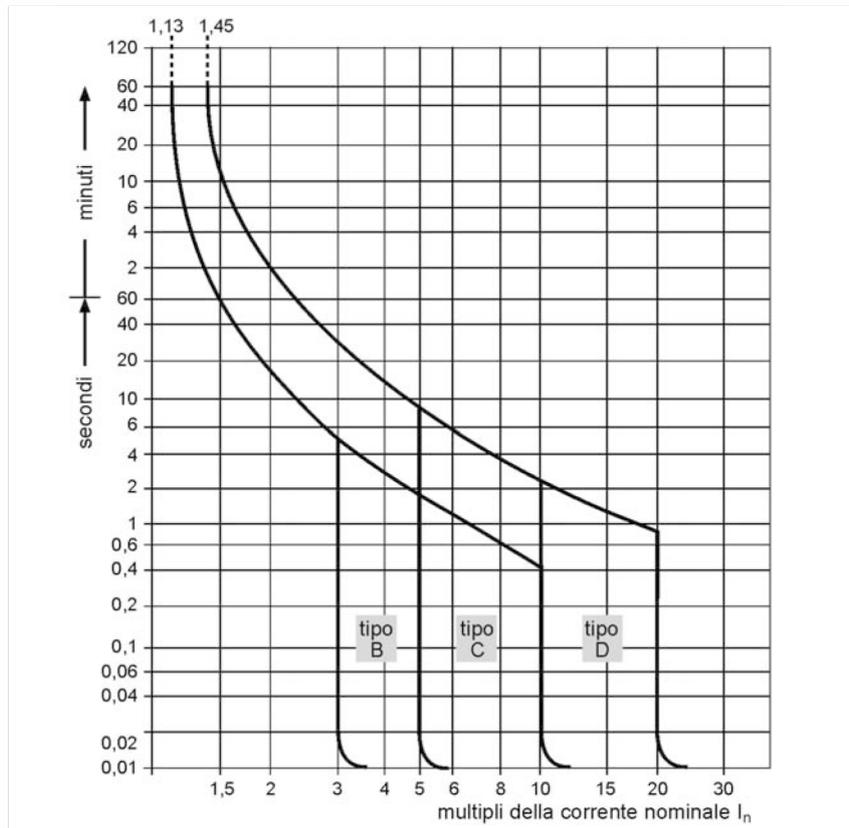


Fig. 3 - Caratteristiche di intervento degli interruttori automatici.

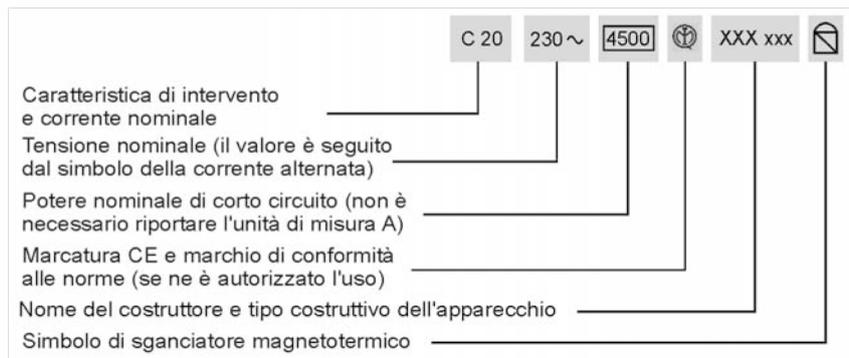


Fig. 4 - Esempio di dati di targa di un interruttore automatico.

automatico rechi le indicazioni necessarie per il suo corretto impiego, nonché il nome del costruttore (o marchio di fabbrica) e il riferimento per quanto riguarda il tipo costruttivo. È ammessa l'indicazione, nella targa, del simbolo di sganciatore magnetotermico. Nella figura 4 si riporta un esempio relativo ad un interruttore di tipo C.

Soluzioni costruttive

In relazione al tipo costruttivo gli interruttori

automatici possono essere:

- modulari: sono caratterizzati da dimensioni esterne standardizzate (modulo da 17,5 x 45 mm) che ne consentono un'agevole installazione su supporti a rotaia e bloccaggio a scatto e l'intercambiabilità con apparecchi di altri costruttori; sono utilizzati nei quadri di appartamento per la protezione generale dell'impianto (Figura 5);
- in scatola plastica (scatolato): trovano impiego

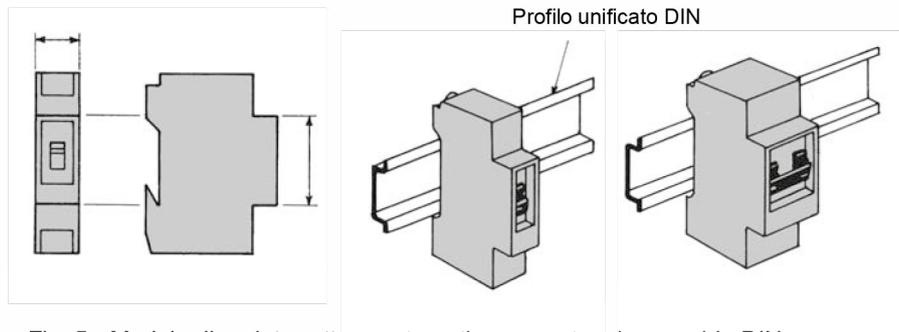


Fig. 5 - Modulo di un interruttore automatico e montaggio su guida DIN.

quando è previsto il montaggio sporgente a parete o a incasso.

In relazione al numero di poli e al fatto che questi siano protetti, ossia dotati di relè di sovracorrente, gli interruttori automatici possono essere forniti nella versione unipolare (un polo protetto), bipolare (due poli protetti), unipolare + neutro in cui si ha la protezione di un solo polo (quello di fase) che determina però anche l'apertura del neutro, tripolare (con tre poli protetti). Naturalmente sono disponibili altre versioni, in relazione alle esigenze impiantistiche.

Caratteristiche di intervento e temperatura ambiente

Come già accennato le caratteristiche di intervento sono riferite ad un preciso valore di temperatura ambiente (in genere 30 °C). All'interno di quadri o cassette la temperatura può essere maggiore e ciò può causare l'intervento dell'interruttore automatico anche con correnti inferiori alla

nominale (di targa). Per evitare l'inconveniente è necessario "declassare" l'interruttore ossia considerare una corrente nominale inferiore. I costruttori forniscono le tabelle di declassamento. Così, ad esempio, se a temperatura ambiente di 30°C un interruttore è previsto per una corrente nominale di 6 A e la temperatura all'interno del contenitore sale a 60°C, l'apparecchio viene "declassato" a 4,5 A.

Piccoli interruttori automatici per scatole portafrutti

Si accenna infine ad altri tipi di piccoli interruttori automatici che presentano dimensioni analoghe a quelle degli interruttori non automatici delle serie componibili, e quindi ne consentendone il montaggio sullo stesso supporto che ospita altri apparecchi di comando o prese a spina.

A titolo esemplificativo nella figura 6 si indicano le varie parti che compongono gli interruttori automatici destinati ad usi domestici e similari, componibili con altre apparecchiature.

- 1 - contatto fisso
- 2 - contatto mobile
- 3 - cella deionizzante
- 4 - leva di scatto
- 5 - leva porta contatto mobile
- 6 - tasto di manovra
- 7 - molla di pressione e di scatto
- 8 - relè termico (bimetallo)
- 9 - relè elettromagnetico

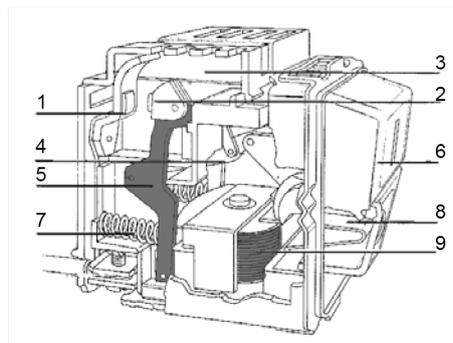


Fig. 6 - Interruttore automatico per installazione nelle stesse scatole delle serie componibili (interuttori e prese).

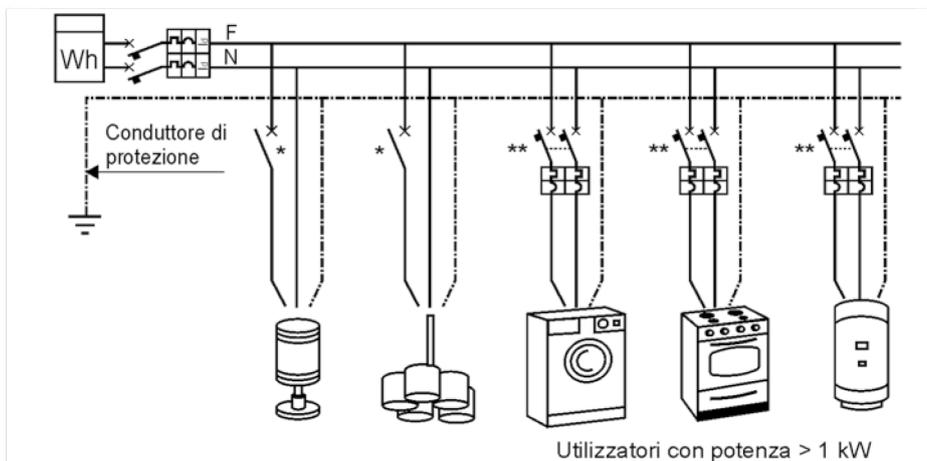


Fig. 7 - Esempio di impiego degli interruttori.
 * Interruttore unipolare non automatico delle serie componibili
 ** Interruttore automatico magnetotermico onnipolare

I valori della corrente nominale, a tensione nominale 230 V, sono solitamente: 6 - 10 - 13 - 16 A; mentre il potere di interruzione è di 1,5 o 3 kA.

4 - INTERRUITORI DIFFERENZIALI

Sono interruttori destinati a connettere e a disconnettere un circuito all'alimentazione, mediante operazione manuale, e ad aprire il circuito automaticamente quando la corrente differenziale supera un valore predeterminato.

Sono considerati dalle Norme CEI 23-42 ÷ 23-45.

Per corrente differenziale si intende la somma vettoriale delle correnti che percorrono il circuito che dall'interruttore differenziale alimenta i carichi. Semplificando questo concetto si può dire che in condizioni di funzionamento regolare di un circuito monofase destinato ad alimentare un impianto o un apparecchio utilizzatore, il valore della corrente che "esce" è uguale a quello della corrente che "entra" e quindi i due conduttori sono percorsi da correnti di uguale intensità.

Se l'isolante di un conduttore o del circuito elettrico o dell'apparecchio utilizzatore si degrada e si manifesta una corrente che fluisce attraverso le masse metalliche (degli utilizzatori) a terra (contatto a massa) si crea uno squilibrio tra le due correnti, così pure se una persona tocca inavvertitamente una parte sotto tensione. In entrambi i casi

l'interruttore differenziale interviene aprendo il circuito. A tal fine l'interruttore deve disporre di uno sganciatore differenziale, ossia un dispositivo che rileva l'esistenza di una corrente differenziale.

Gli interruttori differenziali utilizzati negli edifici civili comprendono anche gli sganciatori di sovracorrente le cui caratteristiche sono uguali a quelle degli interruttori automatici.

Nella figura 8 è riportato lo schema di principio di un interruttore con e senza sganciatori di sovracorrente. Come si può osservare, se le correnti nei due conduttori sono uguali, i flussi prodotti dai due avvolgimenti 2 sono uguali e contrari per cui si elidono. Quando una fase del circuito va a massa le due correnti sono diverse e quindi la differenza tra i due flussi si concatena con l'avvolgimento 3 nel quale si genera una tensione che alimenta il dispositivo di sgancio 4 che apre l'interruttore.

È prescritto che l'interruttore differenziale sia munito di un dispositivo di prova 9 (tasto), atto a provocare una corrente differenziale per controllare il funzionamento dell'interruttore stesso. Non è destinato, comunque, alla verifica della taratura.

Al termine dell'installazione del differenziale è necessario controllare il corretto collegamento e l'efficienza dell'interruttore azionando il tasto di prova. È opportuno raccomandare all'utente di effettuare questa verifica ogni mese, ricorrendo

tempestivamente allo specialista se l'interruttore non interviene a prova effettuata.

Classificazione

In base alla sensibilità in relazione ai vari tipi di corrente si distinguono i seguenti tipi di interruttori differenziali:

AC - intervengono correttamente solo con correnti di guasto sinusoidali;

A - intervengono anche con correnti di guasto pulsanti dovute alla presenza nel  circuito di dispositivi a semiconduttore (vedere simbolo a lato);

B - intervengono anche con correnti di guasto con componenti unidirezionali di tipo continuo (sono utilizzati specialmente nelle strutture ospedaliere).

In base al ritardo d'apertura per sgancio differenziale si hanno le seguenti tipologie:

- Tipo generale G - privo di ritardo intenzionale;
- Tipo S - con ritardo intenzionale per esigenze di selettività.

In base al numero dei poli gli interruttori differenziali possono essere: bipolari, tripolari e quadripolari

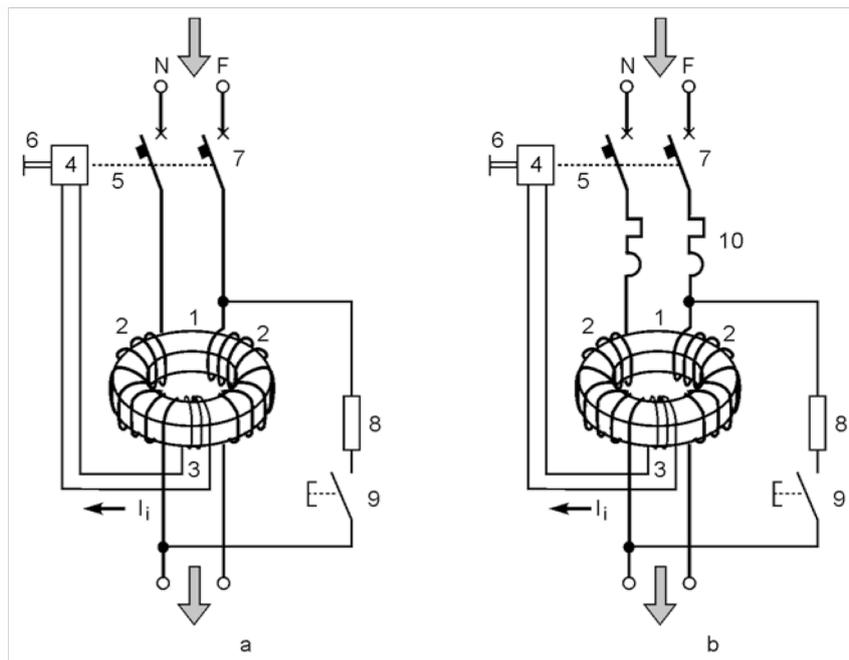


Fig. 8 - Schema di principio degli interruttori differenziali

a - interruttore differenziale puro;

b - interruttore differenziale con sganciatori di sovracorrente incorporati.

1 - toroide in materiale ferroso ad alta permeabilità

2 - avvolgimenti relativi ai conduttori di linea (se le correnti sono uguali, i flussi generati nel toroide si annullano vicendevolmente)

3 - avvolgimento di rilevazione della corrente differenziale (se le correnti nei conduttori non sono uguali si genera un flusso magnetico nel toroide; tale flusso genera una forza elettromotrice nell'avvolgimento di rilevazione atta a comandare il dispositivo di sgancio)

4 - bobina destinata a provocare lo sgancio dell'interruttore

5 - cinematisma di sgancio

6 - pulsante di chiusura manuale dell'interruttore

7 - contatti dell'interruttore

8 - resistenza di prova (limita la corrente di squilibrio che consente di verificare il funzionamento del differenziale)

9 - tasto di prova

10 - relè elettromagnetici e termici di sovracorrente

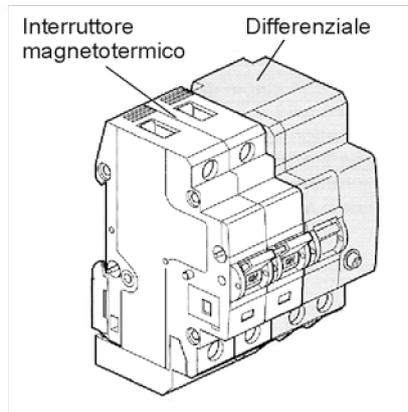


Fig. 9 - Interruttore differenziale magnetotermico.

Parametri caratteristici degli interruttori differenziali

Per entrambi i tipi di apparecchi, con o senza sganciatori di sovracorrente, i valori normalizzati sono:

- tensione e frequenza nominali: 230 e 400 V, 50 Hz;
- corrente nominale: 6 - 10 - 13 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 A;
- corrente nominale differenziale di intervento (I_{dn}): è il valore della corrente differenziale d'intervento assegnato dal costruttore; i valori normali sono 0,010 - 0,030 - 0,1 - 0,3 - 0,5 - 1 A. Negli impianti domestici devono essere installati interruttori differenziali con $I_{dn} \leq 30$ mA corrente nominale di corto circuito nella combinazione formata da interruttore

differenziale e dispositivo di protezione contro i corto circuiti: 1,5 - 3 - 4,5 - 6 - 10 kA;

- caratteristica di intervento: indica i tempi di intervento del dispositivo differenziale in relazione al valore della corrente differenziale. Per i normali interruttori differenziali di tipo AC i tempi di intervento variano:
 - da 0,3 s a 0,04 s (differenziali di tipo generale G),
 - da 0,5 s a 0,15 s (differenziali di tipo S), in relazione al valore della corrente differenziale che si manifesta nel circuito (rispettivamente da $1I_{dn}$ a $5I_{dn}$).

Soluzioni costruttive

Gli interruttori differenziali previsti per la protezione generale dell'impianto, nelle soluzioni costruttive (sporgenti o da incasso) occupano

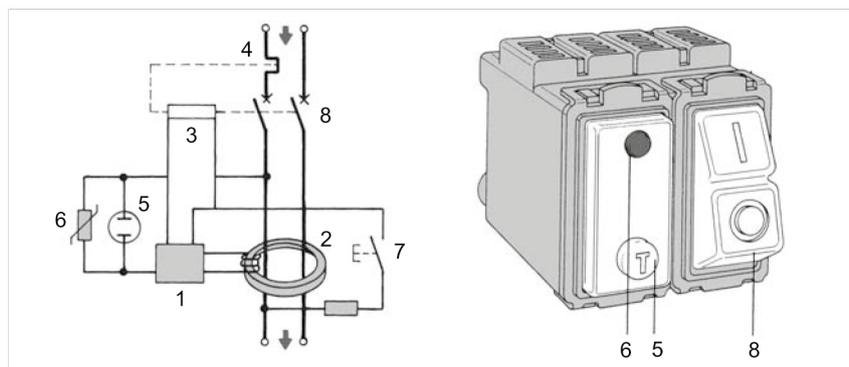


Fig. 10 - Schema di interruttore automatico differenziale accoppiabile ad apparecchi di comando non automatici, prese a spina, ecc.

È costituito da un rivelatore differenziale elettronico autoalimentato tramite raddrizzatore incorporato.

- 1 - circuito elettronico rivelatore
- 2 - toroide differenziale
- 3 - bobina di sgancio
- 4 - relè termico

- 5 - lampada di segnalazione
- 6 - scaricatori di tensione
- 7 - tasto di prova
- 8 - interruttore di linea

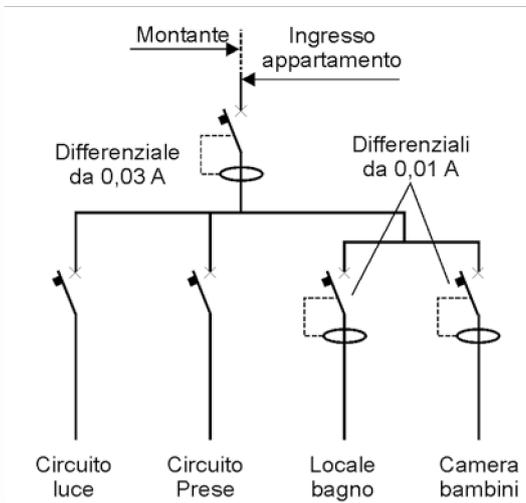


Fig. 11 - Esempio di utilizzazione degli apparecchi differenziali in un appartamento.

normalmente 4 moduli (Figura 9). Sono realizzati però anche interruttori differenziali che occupano 2 moduli e di piccole dimensioni per montaggio nelle scatole portafrutti insieme ai normali apparecchi delle serie componibili (Figura 10). Talvolta sono corredati di una lampada di

segnalazione presenza rete e di uno scaricatore di tensione. Il campo di impiego di questi apparecchi è la protezione delle prese terminali destinate ad alimentare piccoli elettrodomestici oppure i circuiti in ambienti con particolari caratteristiche (ad esempio i locali da bagno). Onde elevare il livello

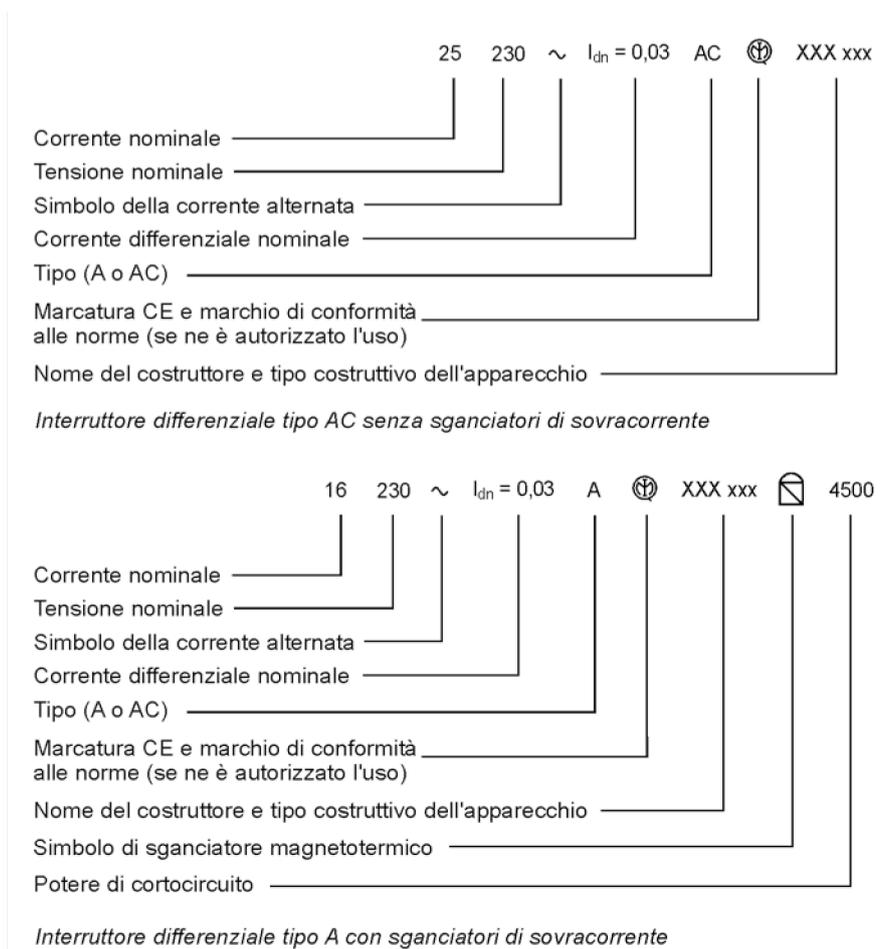


Fig. 12 - Esempi di dati di targa per gli interruttori differenziali.

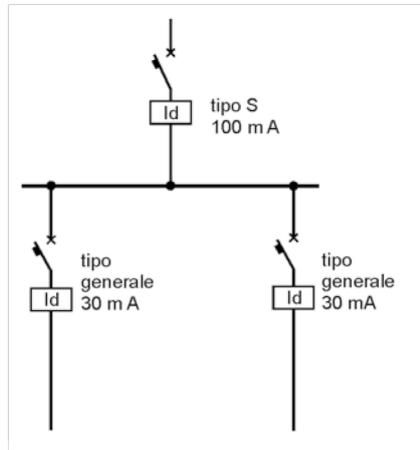


Fig. 13 - Esempio di selettività tra interruttori differenziali.

protettivo possono essere scelti con una corrente differenziale nominale pari a 10 mA.

A titolo esemplificativo nella figura 11 si riporta lo schema unifilare di un sistema di protezione differenziale. La linea di entrata con protezione differenziale da 0,03 A, viene suddivisa per l'alimentazione dei circuiti luce, dei circuiti prese e dei locali per i quali possono sussistere maggiori possibilità di pericolo (bagno, camera bambini). Per questi locali sono previsti interruttori differenziali con $I_{dn} = 0,01$ A. Il coordinamento dell'impianto di terra deve essere effettuato sulla base della più alta soglia di intervento (nel caso illustrato 0,03 A).

Nell'ambito dell'edificio, la protezione differenziale deve essere presente anche sui circuiti di alimentazione dei singoli servizi comuni (luce scale, impianto riscaldamento; ecc.)

Dati di targa

Nella figura 12 si riportano due esempi di dati che devono figurare sulla targa di ogni apparecchio (ovviamente esistono anche interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente tipo AC e senza sganciatori tipo A).

Si ricorda che tra i dati di targa deve figurare la marcatura CE e, possibilmente, il marchio di qualità se il costruttore è stato autorizzato all'uso.

Selettività tra interruttori differenziali

Quando due dispositivi di protezione si trovano in serie tra loro, devono essere scelti con caratteristiche tali che l'intervento avvenga secondo

i criteri di selettività, ossia in modo che intervenga l'interruttore più a valle per togliere l'alimentazione solo alla zona di impianto interessata dal guasto. Se si impiega un dispositivo differenziale a monte dell'impianto, la selettività può essere realizzata solo impiegando interruttori differenziali anche a valle. Impiegando interruttori differenziali per usi domestici e similari, di cui uno di tipo S a monte e uno di tipo generale a valle, si assicura una selettività totale se la corrente differenziale nominale di quello a monte è almeno tre volte quella dell'interruttore a valle (con correnti nominali scelte tra i valori normali). Ad esempio si ha selettività se l'interruttore a monte è di tipo S ed ha una $I_{dn} = 100$ mA e quello a valle è di tipo G con una $I_{dn} = 30$ mA (fig. 13). Qualora sia richiesta una selettività su tre o più livelli è necessario ricorrere anche a dispositivi ritardati con ritardo definito.

Gli interruttori differenziali per la protezione contro le folgorazioni

Il fenomeno dell'elettrocuzione - altrimenti detto folgorazione o shock elettrico - si manifesta allorché il corpo umano entra in contatto con due parti a differente potenziale. Queste possono essere due fasi, una fase ed il neutro, oppure una fase e la terra. Il contatto con una parte in tensione può essere diretto o indiretto: nel primo caso avviene con parti attive del circuito (conduttori scoperti, morsetti ecc.), nel secondo caso avviene con masse metalliche venutesi accidentalmente a trovare sotto tensione in seguito ad un guasto (Figura 14).

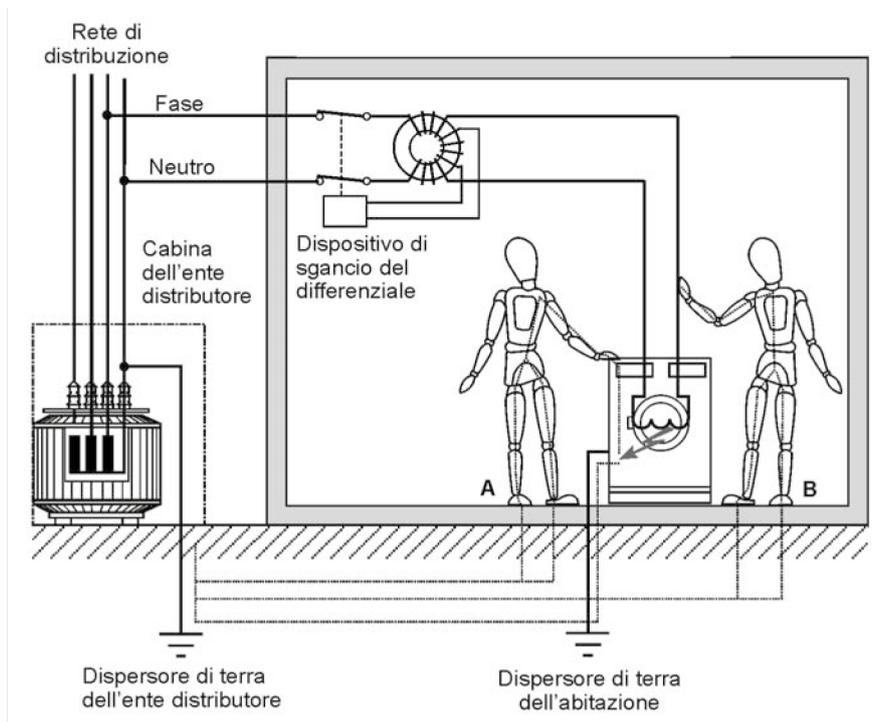


Fig. 14 - Esempi di contatti e criteri di protezione

A - *contatto indiretto* con parti normalmente non in tensione, ma che possono esserlo per un guasto interno o per difetto di isolamento.

B - *contatto diretto* con parti normalmente in tensione (virole delle lampade, alveoli accessibili delle prese, fili scoperti).

Contatti diretti

I contatti diretti vanno contrastati principalmente garantendo un isolamento delle parti in tensione, o un loro confinamento entro custodie che garantiscano un sufficiente grado di protezione IP contro la penetrazione delle dita o di oggetti metallici impugnati.

L'interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA può svolgere a questo scopo solo una protezione addizionale, che si va cioè ad aggiungere a quella di base, garantita dall'isolamento oppure dal contenimento in custodie chiuse.

La pericolosità della corrente di elettrocuzione dipende dal suo valore assoluto (da porre in relazione alla tensione di contatto ed alla resistenza elettrica del corpo umano) e dal tempo di permanenza della stessa attraverso l'infortunato. Studi internazionali hanno consentito di tracciare un insieme di curve (Figura 15), che identificano quattro differenti "zone", caratterizzate da effetti patofisiologici di crescente gravità.

Contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti dovuti alla messa in tensione accidentale delle masse si realizza facendo sì che su tali masse non possa permanere una tensione superiore a 50 V (valore di tensione ritenuto non pericoloso). Ciò si ottiene mediante l'interruzione automatica del circuito guasto e coordinando il valore della corrente differenziale nominale d'intervento dell'interruttore con il valore di resistenza dell'impianto di terra (dispersori + conduttori di protezione) secondo la formula seguente: Ciò significa che con un differenziale avente $I_{dn} = 30$ mA l'impianto di terra deve presentare un valore di R_T inferiore a 1660 ohm, valore di resistenza facilmente raggiungibile senza costi elevati.

Evidentemente se l'impianto di terra è correttamente dimensionato e coordinato con l'interruttore differenziale, si attua un'azione preventiva, nel senso che al manifestarsi di un guasto a massa con tensione superiore a 50 V il circuito viene aperto

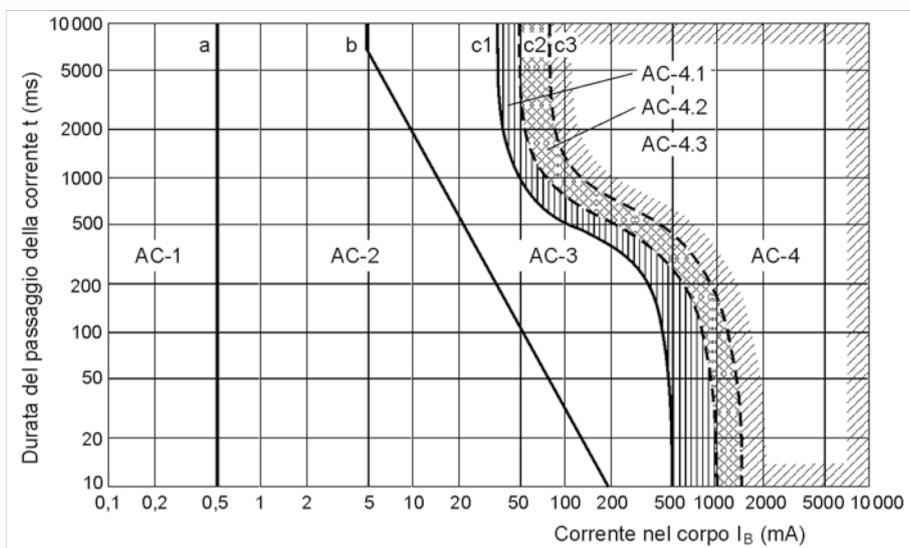


Fig. 15 - Effetti prodotti nell'uomo dal passaggio di una corrente alternata di elettrocuzione (15 - 100 Hz) lungo il tragitto mano-piedi.

Zona AC-1 - percezione possibile ma senza reazione alcuna;
 Zona AC-2 - abitualmente nessun effetto biologicamente pericoloso;
 Zona AC-3 - forti contrazioni muscolari e possibili difficoltà respiratorie; disturbi reversibili della attività cardiaca, ma abitualmente nessun danno organico;
 Zona AC-4 - Possono manifestarsi effetti patofisiologici come bruciature, arresti della respirazione e della attività cardiaca e altri danni a livello cellulare. La curva c1 individua la soglia di fibrillazione ventricolare che aumenta con l'aumento della intensità del fenomeno (la probabilità della fibrillazione ventricolare aumenta fino al 5% in AC-4.1, fino al 50% in AC-4.2 e supera il 50% in AC-4.3)

senza attendere che un malcapitato tocchi tale massa.

Limiti della protezione differenziale

La protezione offerta dall'interruttore differenziale può essere parzialmente o totalmente compromessa in determinate situazioni; in particolare negli impianti monofase:

- per contatto diretto della persona con due fasi contemporaneamente o con fase e neutro

del circuito: se la persona è isolata da terra, il differenziale non interviene (fig. 16a), se viceversa risulta in contatto con il terreno il differenziale interviene ma la persona è comunque soggetta ad una elettrocuzione di breve durata;

- quando il conduttore di neutro è connesso a massa a valle del differenziale (fig. 16b).

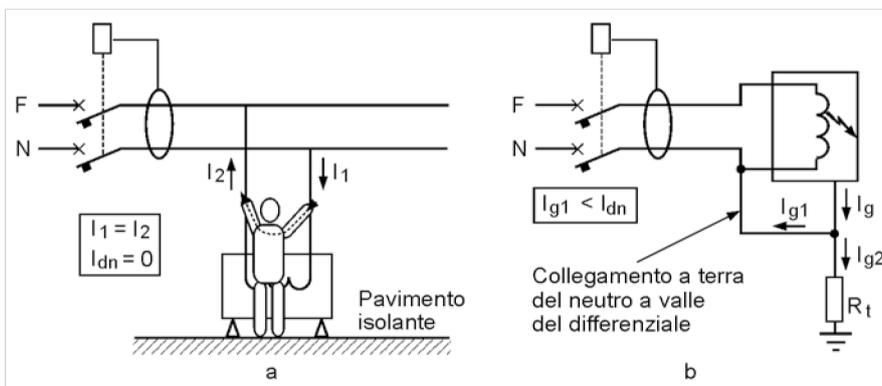


Fig. 16 - Limiti della protezione differenziale.