



**MINISTERO
DELL'INTERNO**



**Direzione Centrale
Per la Prevenzione e Sicurezza
Tecnica**

Sistemi elettrici: elementi di debolezza rispetto all'incendio

Dott. Ing. Piergiacomo Cancelliere, PhD
Funzionario Direttivo

***DIREZIONE CENTRALE per la PREVENZIONE e la SICUREZZA TECNICA – Area
VI “Protezione Attiva”***

**Dipartimento dei Vigili del Fuoco,
del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile**

Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco



Nella distribuzione residenziale, gli impianti elettrici devono presentare i seguenti requisiti:

- Sezionamento e protezione contro le sovracorrenti,
- Protezione contro i contatti diretti;
- Protezione contro i contatti indiretti o protezione con interruttore differenziale ad alta sensibilità.

FATTORI DI RISCHIO

Si è interessati, prevalentemente, al rischio derivante dalla mancata presenza di protezione dalle sovracorrenti:

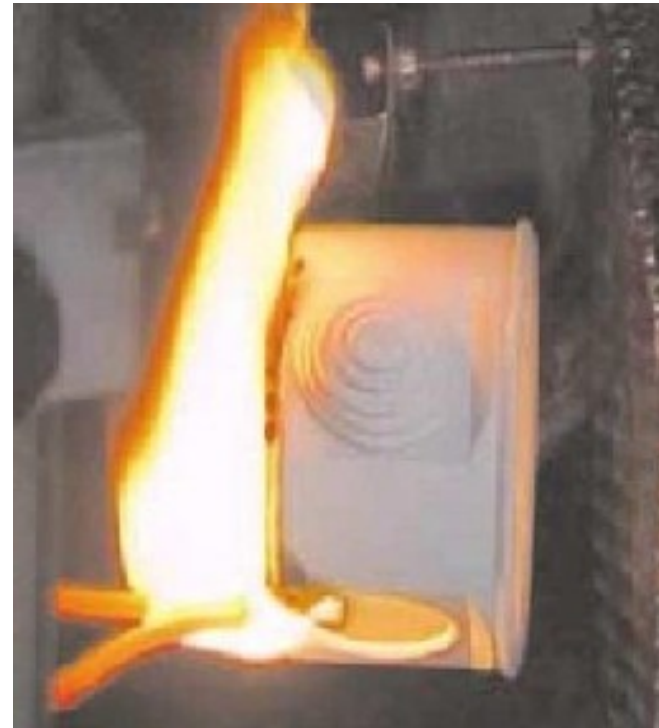
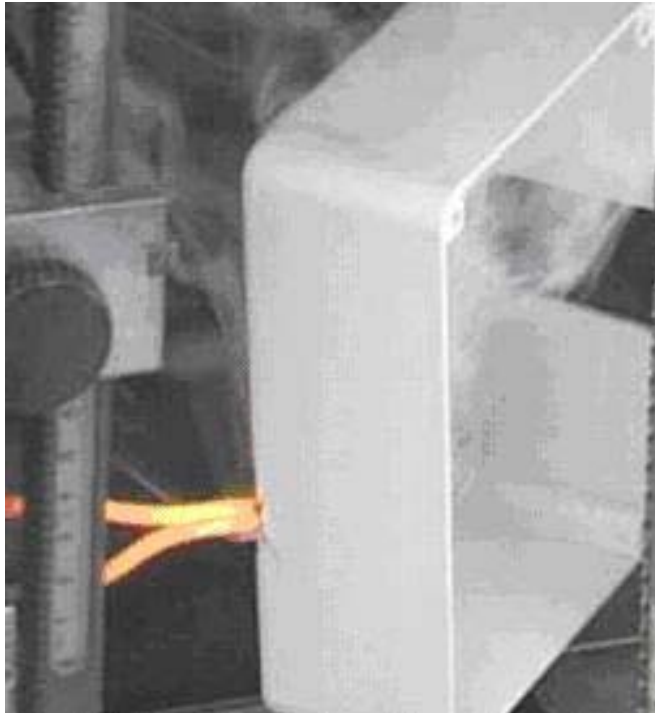
- il surriscaldamento delle condutture elettriche con il conseguente pericolo di incendio.

Tra le diverse sorgenti di accensione da prendere in considerazione, le apparecchiature elettriche nel loro normale funzionamento sono in grado di sviluppare energie di gran lunga superiori alla minima energia di innesco.

Inoltre, la maggior parte delle apparecchiature elettriche sono racchiuse entro custodie, sia per offrire una protezione all'apparecchiatura stessa contro agenti esterni ambientali (sollecitazioni meccaniche, penetrazione solidi e liquidi, ecc.), sia per la protezione delle persone contro i contatti diretti con parti in tensione.

La custodia diventa l'interfaccia tra l'apparecchiatura in tensione e l'atmosfera esplosiva e/o infiammabile: alcune caratteristiche quali la temperatura che sviluppa la custodia nel funzionamento dell'apparecchiatura, oppure il tipo di materiale con cui è realizzata, assumono importanza fondamentale per la scelta dell'apparecchiatura elettrica

I SISTEMI ELETTRICI: Elementi di debolezza rispetto all'incendio



Componenti sottoposti alla prova del filo incandescente [CEI EN 60695-2-11]: a sinistra la scatola supera la prova, mentre a destra il componente fallisce e propaga l'incendio

I SISTEMI ELETTRICI: Elementi di debolezza rispetto all'incendio

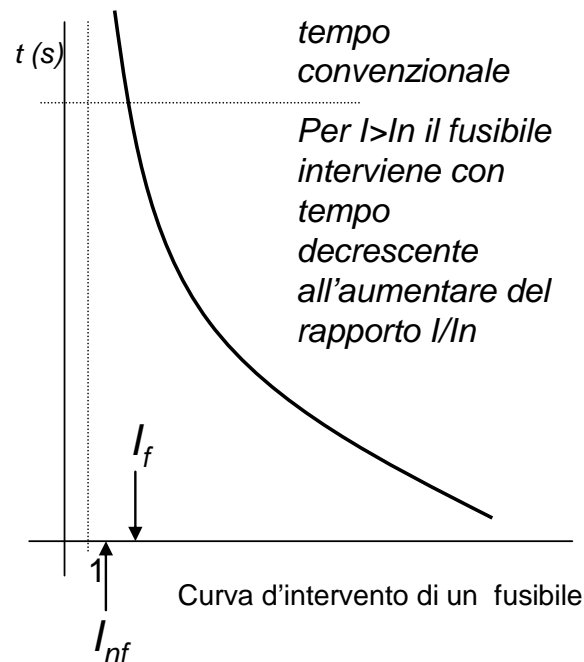
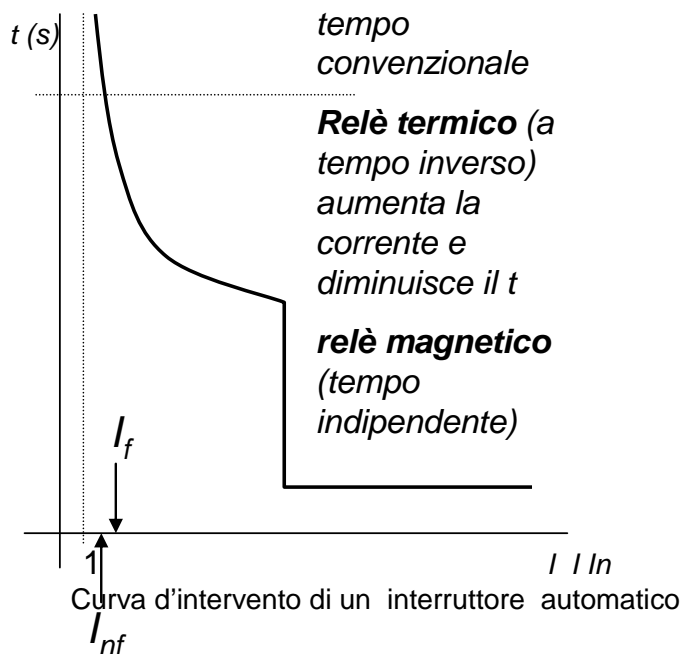
In caso di condizioni di funzionamento diverse da quelle nominali (**cortocircuito e/o sovraccarico**) i cavi di sezione inadeguata vengono sottoposti a sollecitazioni termiche che ne riducono la vita **e aumentano così il rischio d'innescò e propagazione degli incendi.**

N.F.P.A.

Cavi elettrici	31 %
Giunzione di cavi	21 %
Motori elettrici	30 %
Componenti o apparecchi	11 %
Varie	7 %

I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dal Sovraccarico

La Norma 64-8 stabilisce (art. 433.1) che per i conduttori: “ ... devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all’isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all’ambiente circostante le condutture.”



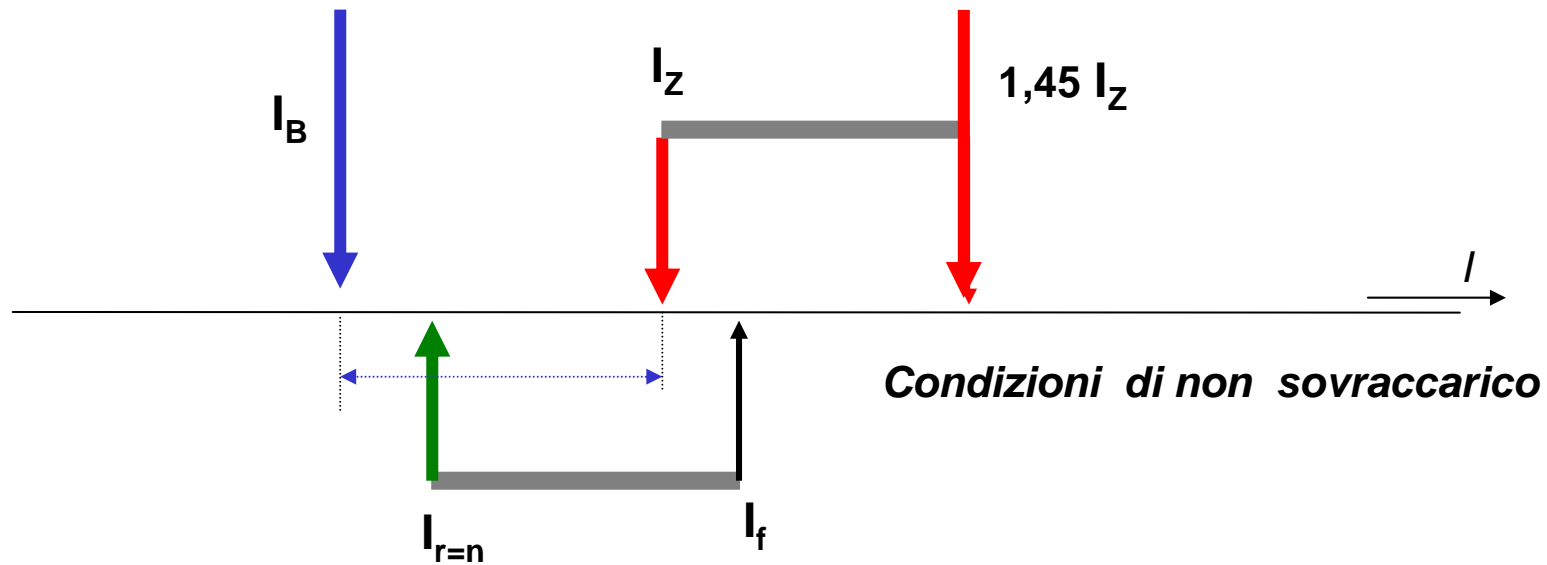
I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dal Sovraccarico

I_B = Corrente di Impiego

I_n = Corrente nominale
interruttore

I_z = Portata del Cavo

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1,45 I_z$$



Per gli interruttori automatici essendo $I_f < 1,45 I_n$, è sufficiente verificare solo :

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dal Sovraccarico

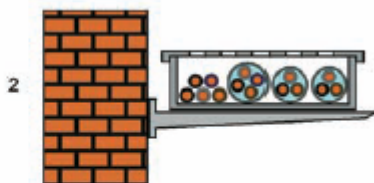
Iz, Portata del Cavo, dipende dal tipo di cavo – isolante, modalità costruttiva – e dalle condizioni di posa della condotta:

CAVO MULTIPOLARE CON
CONDUTTORE DI PROTEZIONE

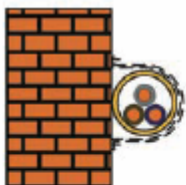


Esempio: RG7(O)R, FG7(O)R, FROR

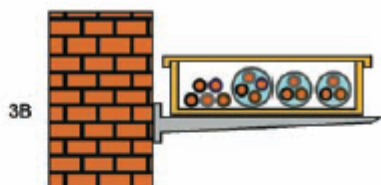
CANALE METALLICO (grado di protezione < IP4X)



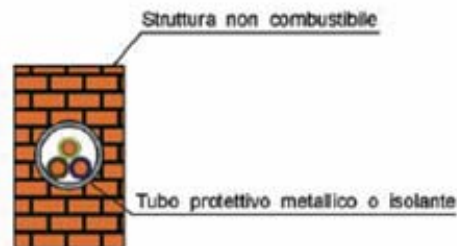
TUBO IN MATERIALE ISOLANTE
(grado di protezione > IP4X)



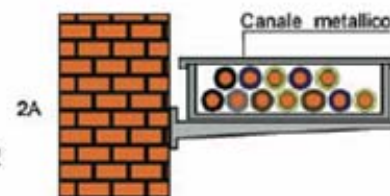
CANALE IN MATERIALE ISOLANTE
(grado di protezione > IP4X)



CONDUTTORA INCASSATA
TIPO DI CAVO: QUALSIASI



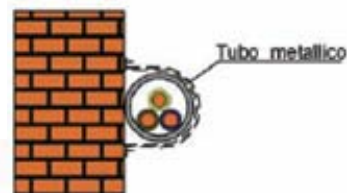
CANALE METALLICO (grado di protezione > IP4X)
TIPO DI CAVO: QUALSIASI



BINARIO ELETTRIFICATO
O CONDOTTO SBARRE



TUBO METALLICO (grado di protezione > IP4X)
TIPO DI CAVO: QUALSIASI

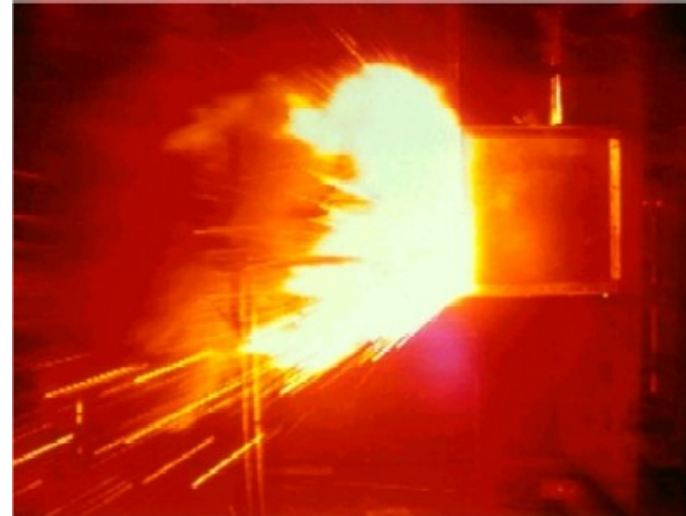


CAVO AD ISOLAMENTO MINERALE
SENZA GUAINA ISOLANTE



I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dal Corto Circuito

- **Definizione:**
- **Corrente molto superiore al valore nominale che si verifica in seguito a contatto più o meno perfetto fra due fili in tensione.**



EFFETTI:

- **Arco ad elevata temperatura;**
- **Surriscaldamento cavi;**
- **Combustione isolante e fusione cavo;**
- **Effetti elettromagnetici;**

CEI 64-8 art. 434.1

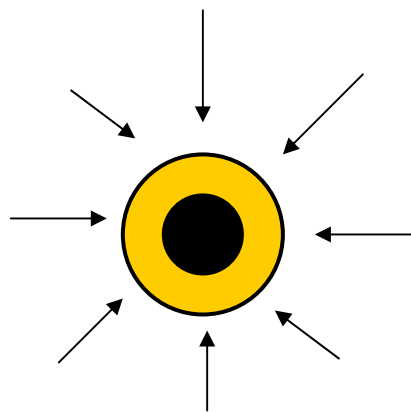
Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti sui conduttori e sulle connessioni



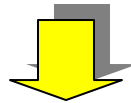
- **Ciascun dispositivo di protezione dai cortocircuiti deve avere le seguenti caratteristiche:**
 - **$I_n > I_B$ con I_n corrente nominale o di regolazione;**
 - **deve poter sopportare senza danneggiamenti particolari le correnti di corto circuito (questa caratteristica è definita dal POTERE DI INTERRUZIONE DEL DISPOSITIVO) massime nel punto;**
 - **non deve lasciare passare più energia di quanto il conduttore protetto è in grado di sopportare (questa caratteristica è definita dalle curve di intervento del dispositivo);**

• Energia Specifica Passante

- Sollecitazione termica del cavo per corto circuito
- In caso di intervento rapido del dispositivo di protezione non si stabilisce scambio termico fra conduttore e ambiente esterno (fenomeno adiabatico) . Il calore sviluppato dalla corrente di cortocircuito (surriscaldamento) aumenta la temperatura del conduttore.



$$\frac{\rho l}{S} i^2 dt = S l c d\theta$$



$$\int i^2 dt \leq K^2 S^2$$

Isolante θ_f (max T cto.cto.)

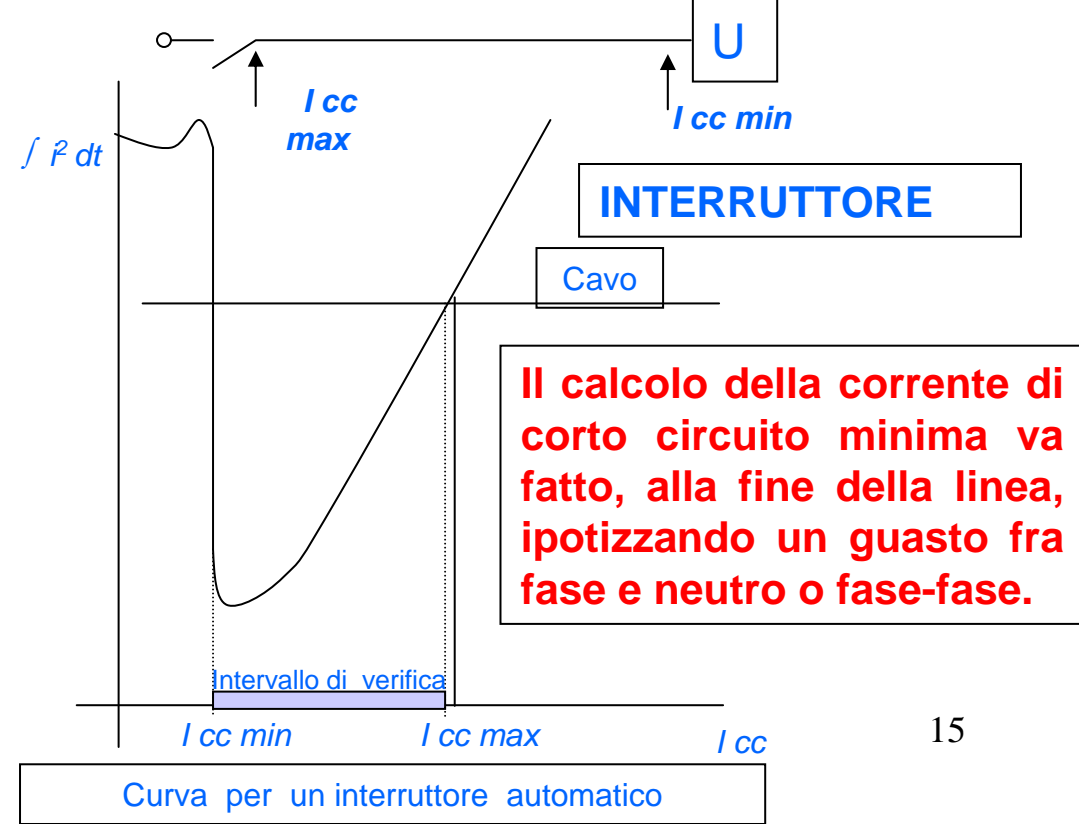
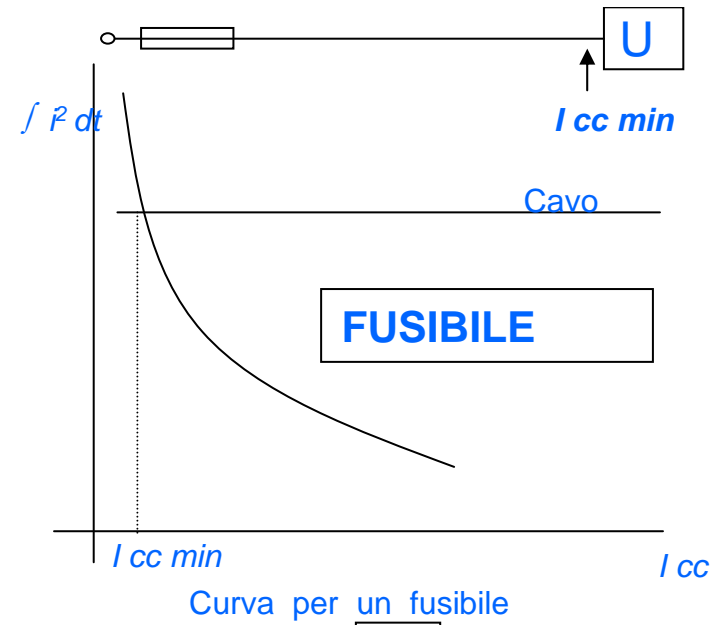
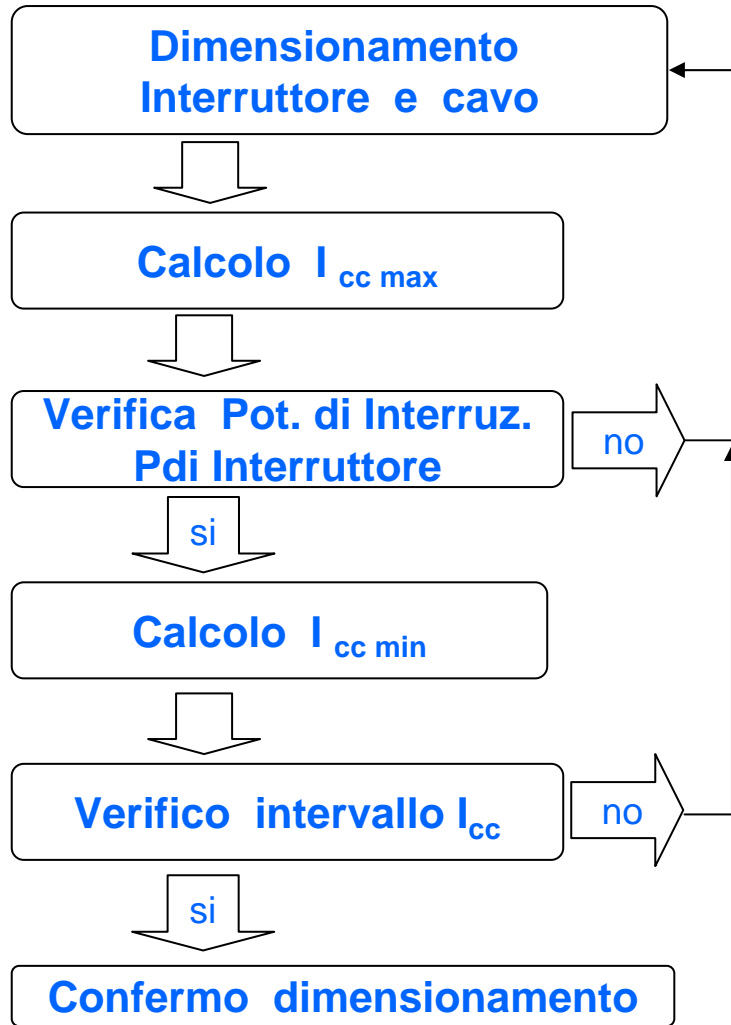
PVC → 160 °C

EPR → 250 °C

Coefficiente K per conduttori in rame

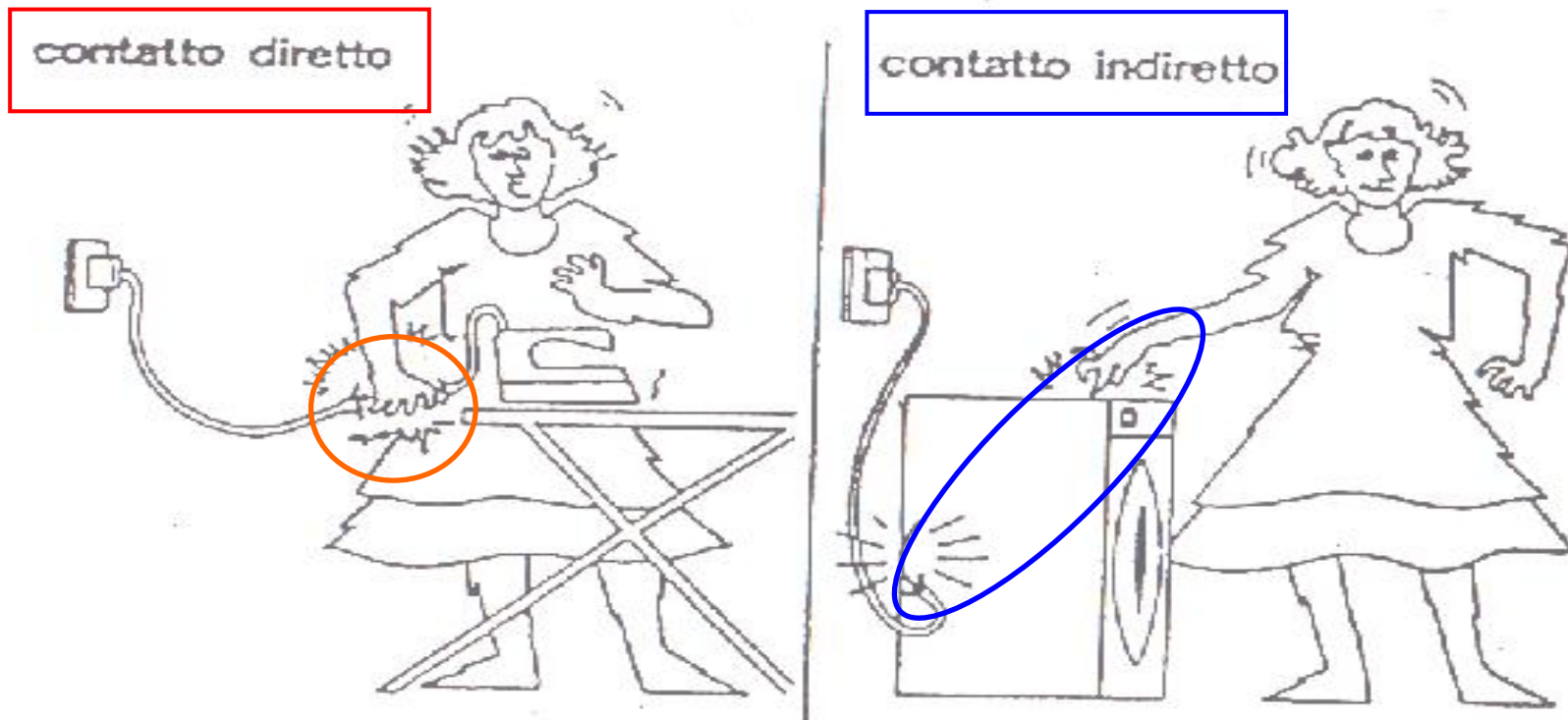
isolante	K
PVC	115
Gomma naturale, butilica	135
Gomma EPR	143

I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dal Corto Circuito



I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dai contatti indiretti, l'interruttore differenziale

Contatto DIRETTO e contatto INDIRETTO

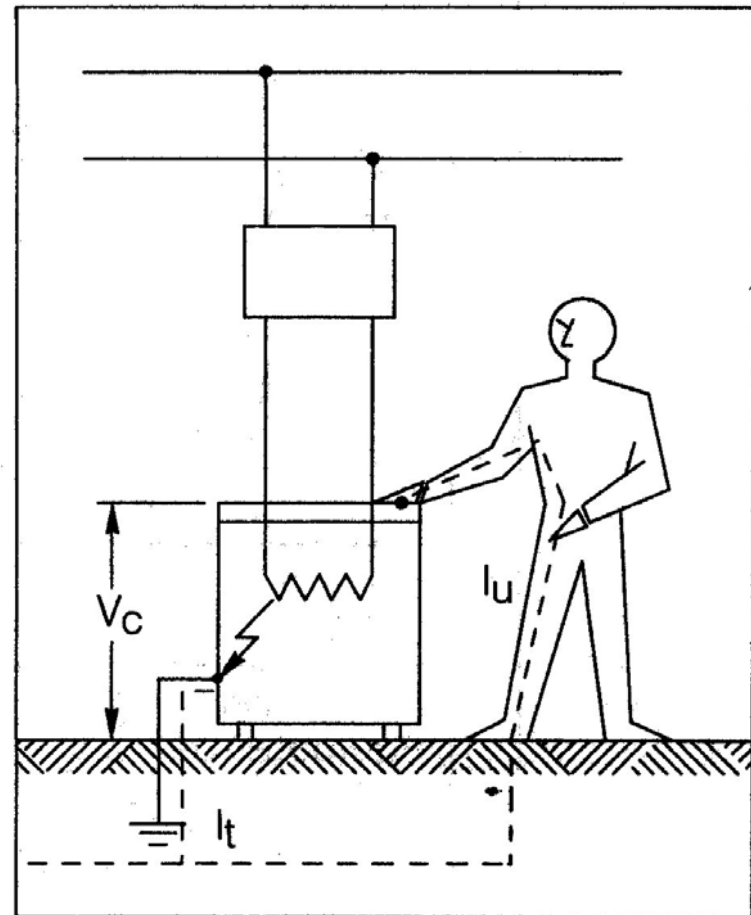


I contatti indiretti rappresentano, congiuntamente ai contatti diretti, le principali fonti di rischio per le persone.

I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dai contatti indiretti, l'interruttore differenziale

Contatto INDIRETTO

Il **contatto indiretto** è un rischio molto più subdolo rispetto a quello dei contatti diretti, in quanto dovuto al contatto con parti metalliche di un componente elettrico (**masse**) che normalmente non dovrebbero essere in tensione ma che sono andate in tensione a causa di un guasto. La sicurezza dell'operatore risiede soltanto nel sistema di protezione



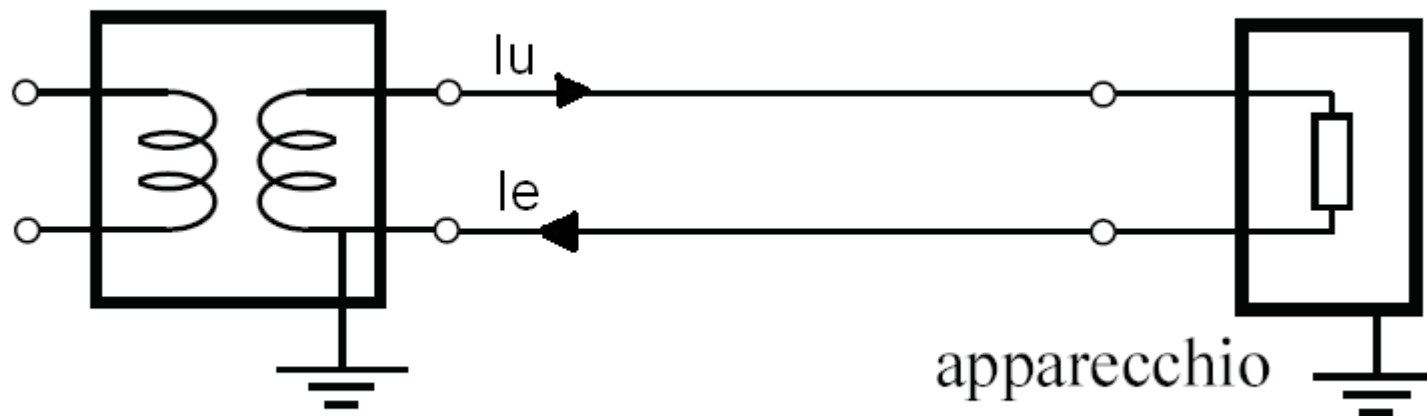
I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dai contatti indiretti, l'interruttore differenziale

Il relè differenziale è un dispositivo che rileva una differenza tra le correnti entranti e uscenti da un circuito;



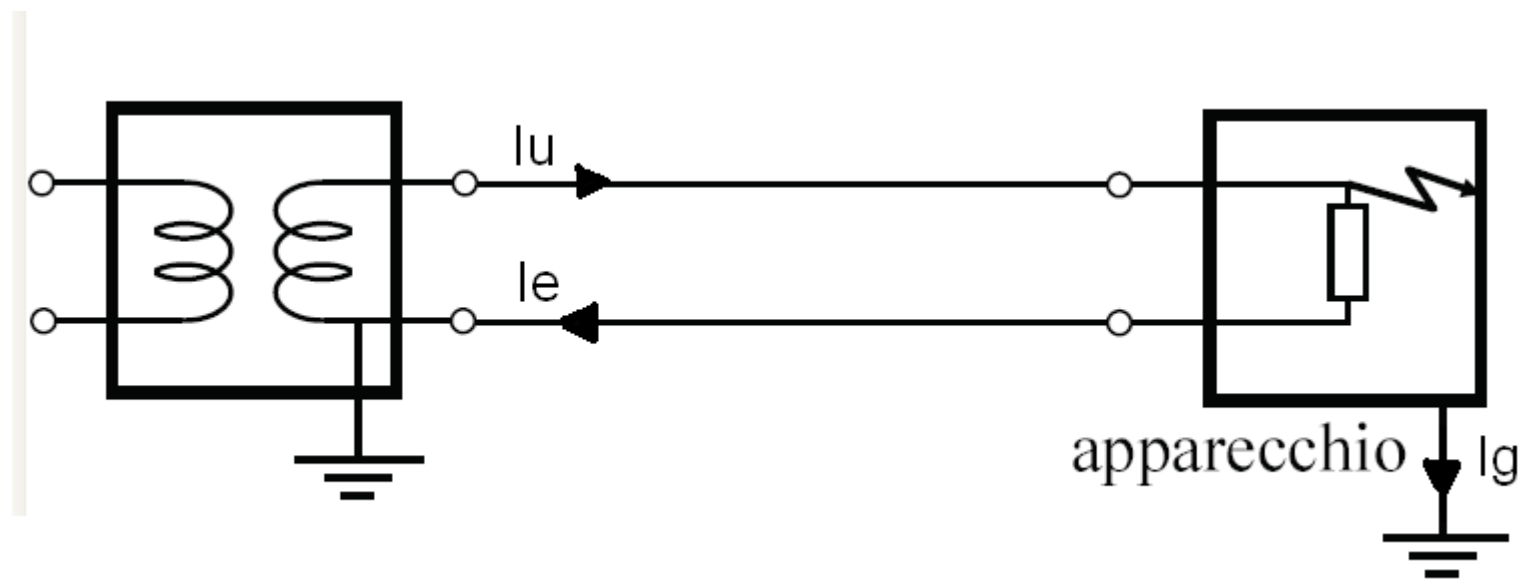
I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dai contatti indiretti, l'interruttore differenziale

In condizioni normali sia in monofase, sia in trifase, sia in trifase con neutro, la somma delle correnti è sempre uguale a zero.



I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dai contatti indiretti, l'interruttore differenziale

Nel caso che si verifichi un guasto a terra una parte della corrente fluisce verso il terreno e la risultante della somma delle correnti non è più uguale a zero.

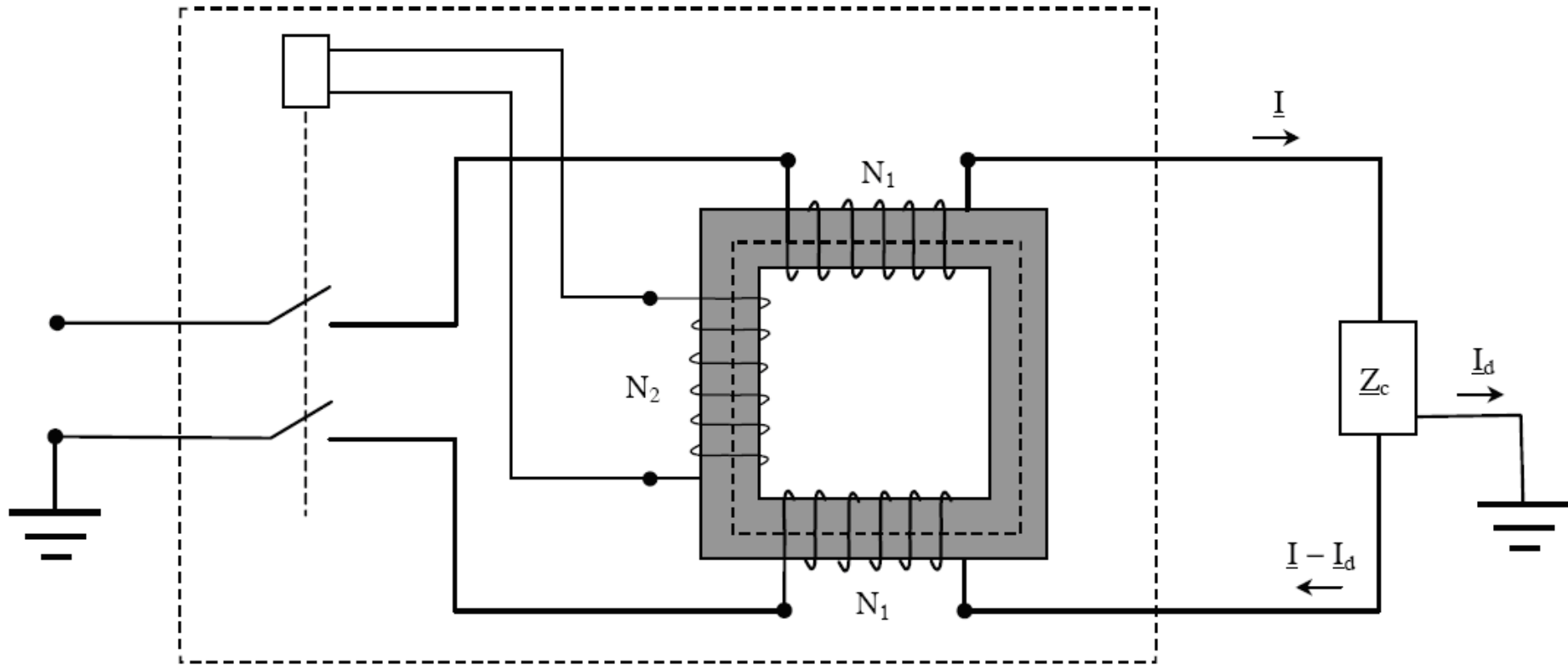


I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dai contatti indiretti, l'interruttore differenziale

La corrente risultante produce un flusso che induce su di un terzo avvolgimento una corrente che è in grado di fare intervenire l'interruttore differenziale quando la corrente differenziale I_{dn} supera il valore di soglia per la quale è tarato.

La protezione differenziale per essere efficace deve essere sempre coordinata con l'impianto di messa a terra.

I SISTEMI ELETTRICI: Protezione dai contatti indiretti, l'interruttore differenziale



Schema di Principio