

# PERICOLI ELETTRICI - SICUREZZA ELETTRICA

L'energia elettrica è comoda, utile, sicura, ma non esente da pericoli.

## Pericoli per le cose

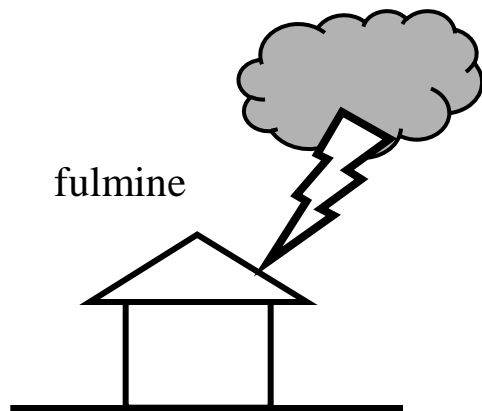
### 1. *Energia elettrica*

conduttore percorso da corrente eccessiva (sovraccarico, cto cto)

→ sovrariscaldamento → incendio

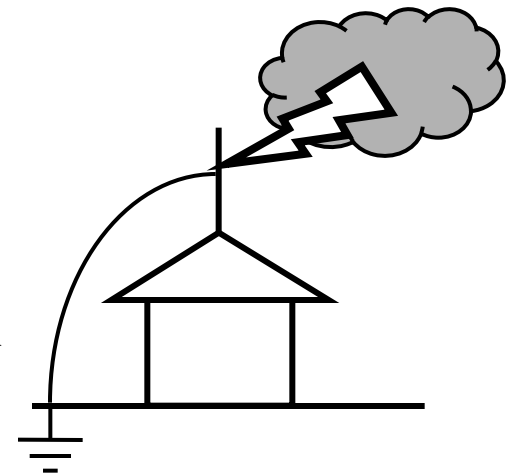
Protezione: - valvole fusibili (conduttore a “bassa” temperatura di fusione)  
- interruttori automatici di massima corrente

### 2. *Elettricità atmosferica*



Protezione: **parafulmine** collegato a terra → scarica guidata

In alternativa: **gabbia di Faraday** con captatori distribuiti e collegati a terra



## Pericoli per le persone

*La corrente elettrica che attraversa il corpo umano provoca*

- ustioni ai punti di contatto
- effetti sulle muscolature (respiratoria, cardiaca)
- azioni sui centri nervosi

## Caratteristiche della corrente

- natura: CC, CA (CC meno pericolosa di CA)
- frequenza: max pericolo ~ 50 Hz
- durata: T [s]
- percorso: ad es. mano-piede, mano-mano

Legge empirica di corrente sicura (CA, 50 Hz, tronco):

$$I = 10 + \frac{10}{T(s)} \text{ mA}$$

Resistenza del corpo umano

I (corrente) effetto

V (tensione) causa

$$R_c = \frac{V}{I}$$

$R_C$  molto variabile, secondo percorso, tipo di contatti...

Valore convenzionale:  $R_C = 2500 \Omega$

Per  $T \rightarrow \infty$  si ha  $I \rightarrow 10 \text{ mA}$  ,  $V = R_C I \rightarrow 25 \text{ V}$

Tensioni  $< 25 \text{ V}$  non richiedono particolari protezioni

Convenzionalmente:

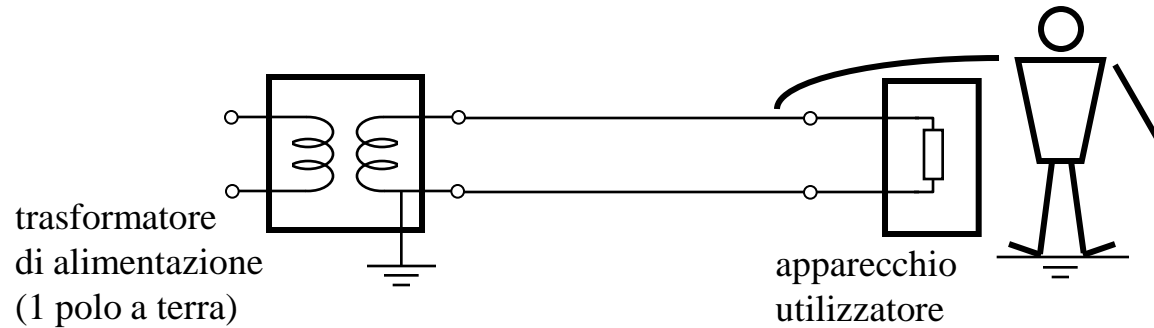
max  $V$  di contatto:  $50 \text{ V}$

sistemi elettrici con  $V_n < 50 \text{ V}$ , sono di categoria 0, a  $V$  di sicurezza

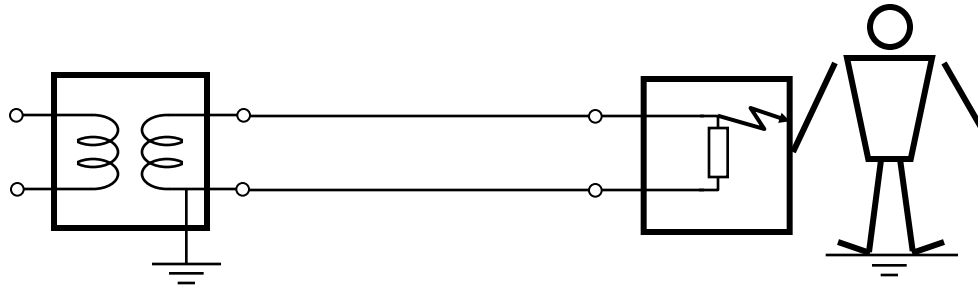
Se  $T < \infty$  sono consentite  $V > 50 \text{ V}$

## OCCASIONI DI PERICOLO PER LE PERSONE

### Contatto diretto (con punto normalmente in tensione)



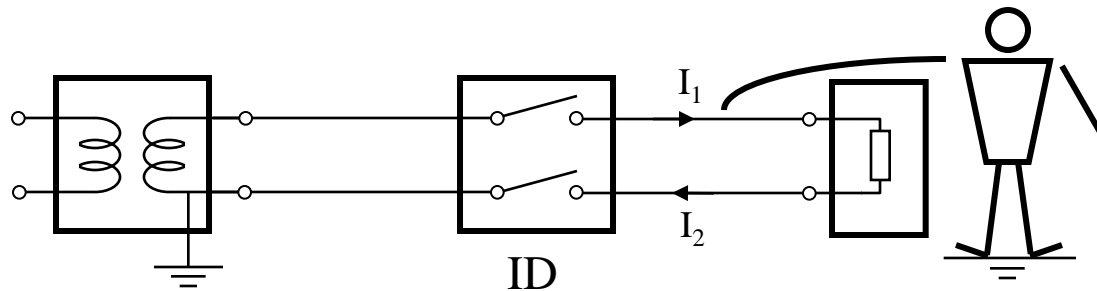
### Contatto indiretto (con punto accidentalmente in tensione)



## PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI DIRETTI

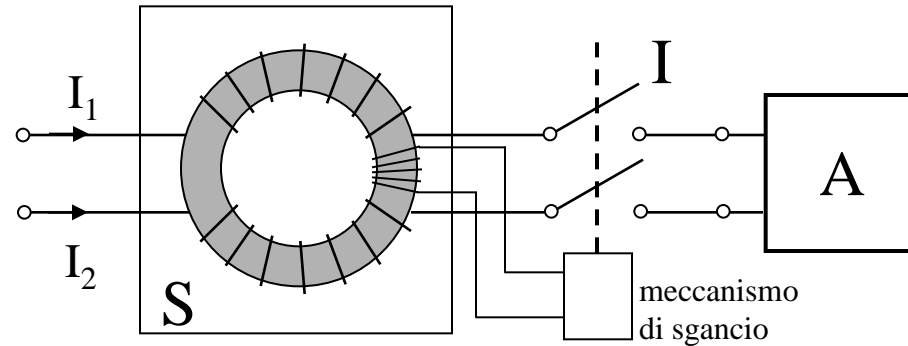
Passive: barriere, pedane, guanti

Attive: con interruttore differenziale (ID) che apre quando  $\Delta I = I_1 - I_2 > k$



## INTERRUTTORE DIFFERENZIALE (“Salvavita”)

Si inserisce a monte del dispositivo A da proteggere.



Un sensore magnetico  $S$  avverte  $\Delta I = I_1 - I_2$  e fa scattare l'interruttore  $I$  in apertura

- Funziona in regime p.a.s., non funziona in regime stazionario (o raddrizzato)
- $\Delta I = 20$  mA ad alta sensibilità
- $\Delta I = 100 - 1000$  mA a bassa sensibilità
- Tempo intervento = 20 ms
- Obbligatorio negli impianti civili e domestici (Legge 46/90)

## PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI (1)

### MESSA A TERRA

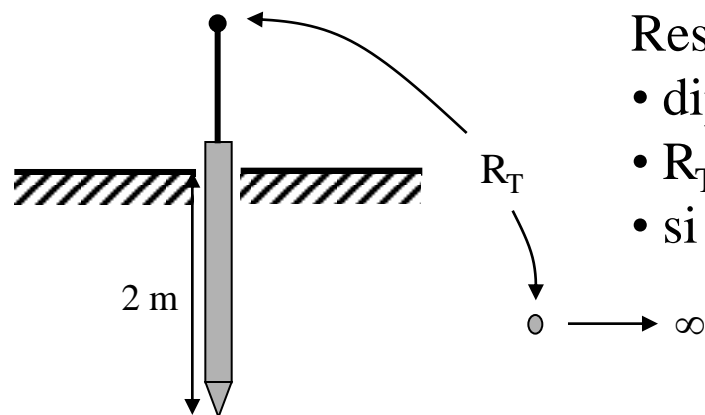
- Collegamento della carcassa di dispositivi al terreno attraverso impianto di terra
- Obbligatorio negli impianti civili e domestici (Legge 46/90)

I cavi hanno un terzo conduttore (di protezione) giallo-verde di sezione non inferiore agli altri due.

I conduttori di protezione sono collegati a collettore di terra a sua volta collegato a rete di dispersori.

Dispersore di terra

Paletto di acciaio zincato



Resistenza di terra  $R_T$ :

- dipende dalla natura del terreno
- $R_T < 20 \Omega$
- si può misurare

L'impianto di terra si realizza non appena si ultimano le fondazioni.

Al collettore di terra si collegano anche tubi di gas, riscaldamento, acqua per renderli equipotenziali.

### **Coordinamento di interruttore differenziale con messa a terra**

Con interruttore differenziale  $\Delta I$  e tensione di contatto 50 V  
la resistenza di terra deve essere:  $R_T \leq 50 / \Delta I$   
Con  $\Delta I = 1000 \text{ mA}$ ,  $R_T \leq 50 \Omega$  (alta)

#### Colorazioni caratteristiche:

rosso o nero o marrone per il conduttore di fase

azzurro per il conduttore di neutro

giallo-verde per il conduttore di protezione

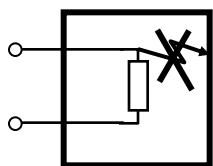
Prese e spine tripolari



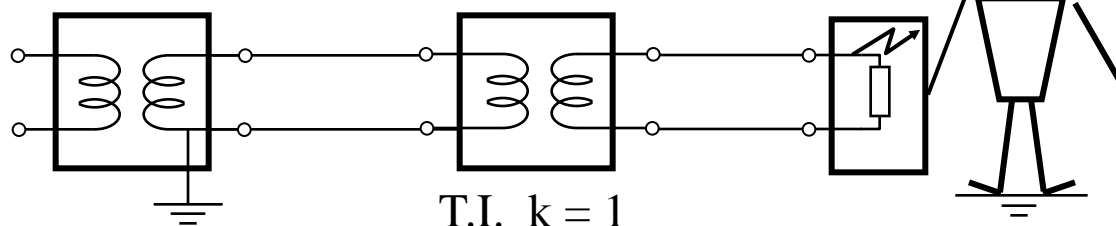
## PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI (2)

Passive senza messa a terra di apparecchi

doppio isolamento di apparecchi (as es. mobili)



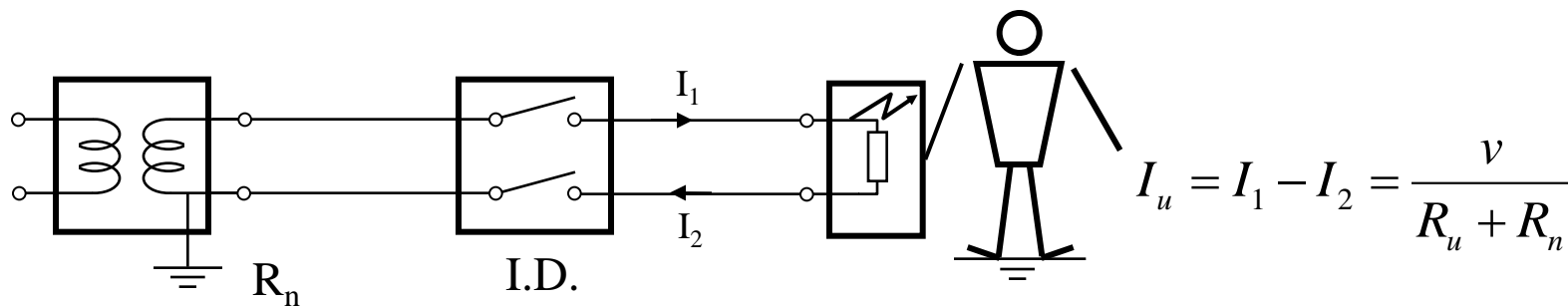
trasformatore di isolamento T.I.



$$I_u = 0$$

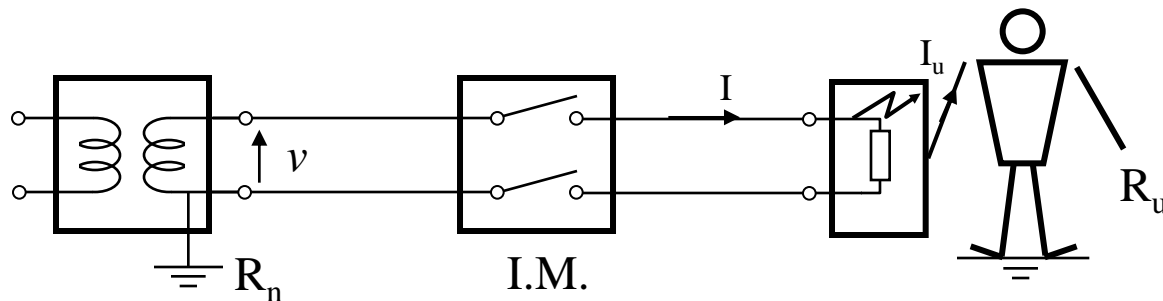
Attive senza messa a terra di apparecchi

Interruttore differenziale I.D.



$I_1 \neq I_2$  scatta I.D. anche se  $R_n$  non è piccola

### Attive senza messa a terra di apparecchi e con interruttore di max corrente



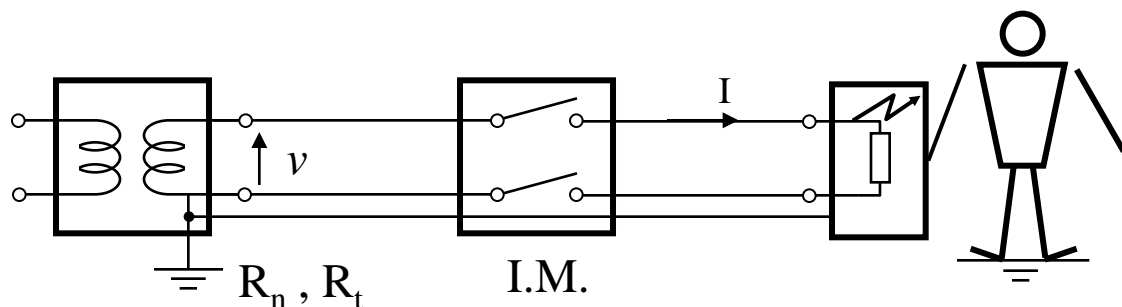
$$I_u = \frac{v}{R_u + R_n}$$

può essere

bassa per  
far scattare I.M.

alta da costituire  
pericolo

### Attive con messa a terra di apparecchi e con interruttore di max corrente



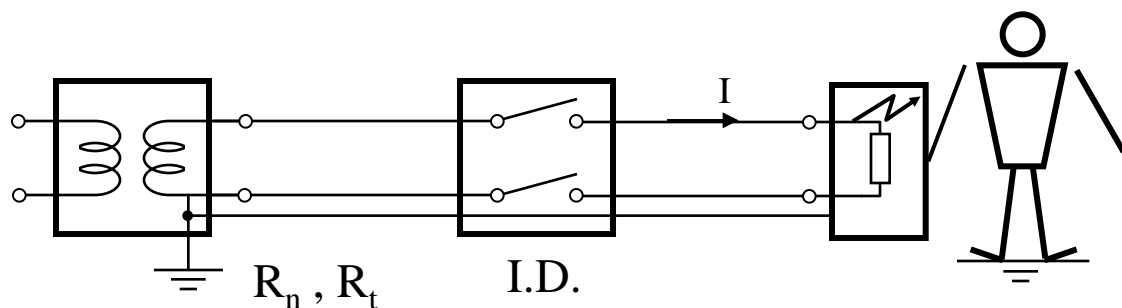
$$R_t \ll R_u, I_u \approx 0, \Delta I = \frac{v}{R_t + R_n}$$

alta, fa aprire I.M.

$$R_t \leq \frac{50}{\Delta I}$$

deve essere bassa

### Attive con messa a terra e interruttore differenziale



deve essere

$$R_t \leq \frac{50}{\Delta I}$$

rispetto al caso precedente  
è possibile una  $R_t$  più alta  
( $\Delta I$  soglia imposta da I.D.)