

# ENERGY TRANSITION DAYS

## La transizione energetica e l'impatto sulla protezione differenziale

Relatore:

**Ing. Paolo Tagliabue**

Product Marketing Manager Eaton Italia

Apparecchi modulari & Energy Storage -

Bari 21 aprile 2023



Evoluzione utenze

Efficientamento Energetico

Evoluzione Norme

Evoluzione  
Apparecchi di Protezione



Gli apparecchi ad alta  
**efficienza energetica**  
sono sempre più spesso equipaggiati con

**inverter**  
**variazione di frequenza**

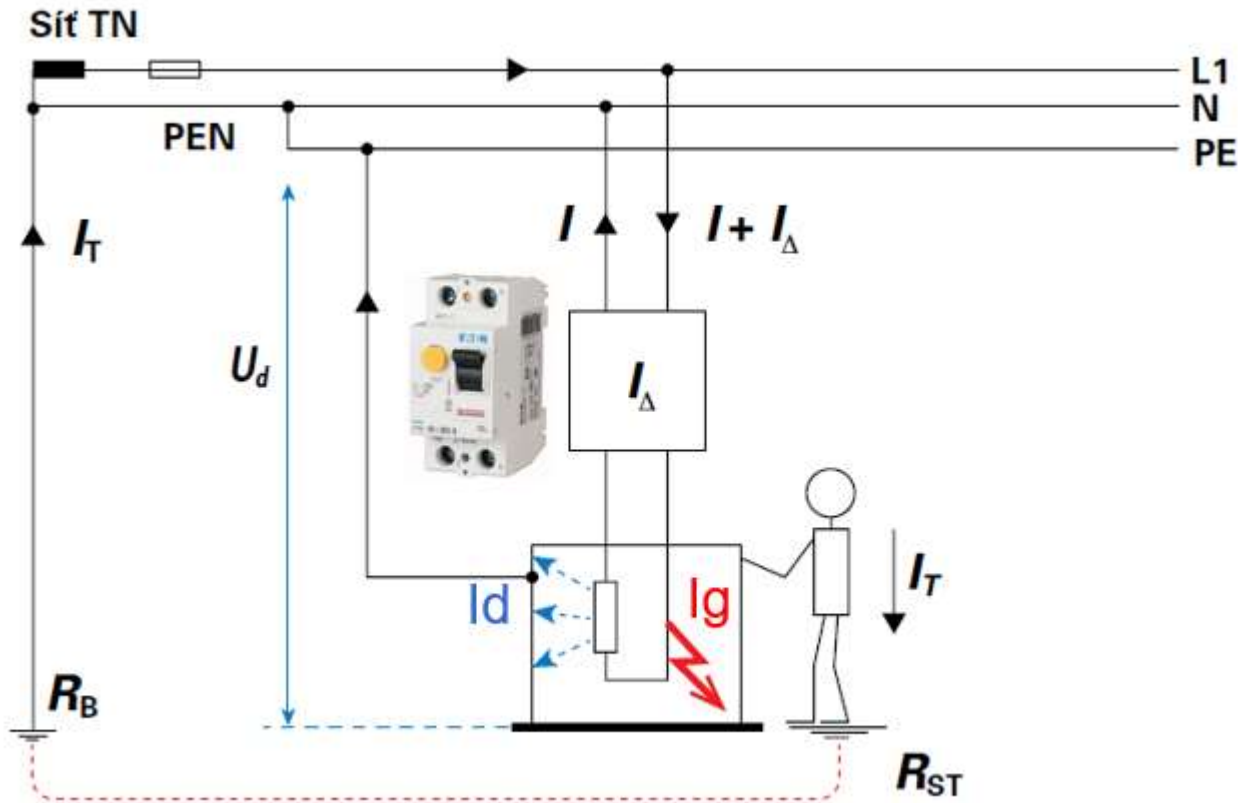


... e pompe di calore, inverter FV, UPS e le  
ricariche di veicoli elettrici,  
specie **tri-fase**

portano ad un uso sempre più massivo  
della

**Corrente Continua**





Le forme d'onda delle  
Correnti di Guasto e  
di Dispersione a Terra  
sono oggi influenzate da  
2 «nuovi» componenti:

- La Multi-frequenza
- La Corrente Continua



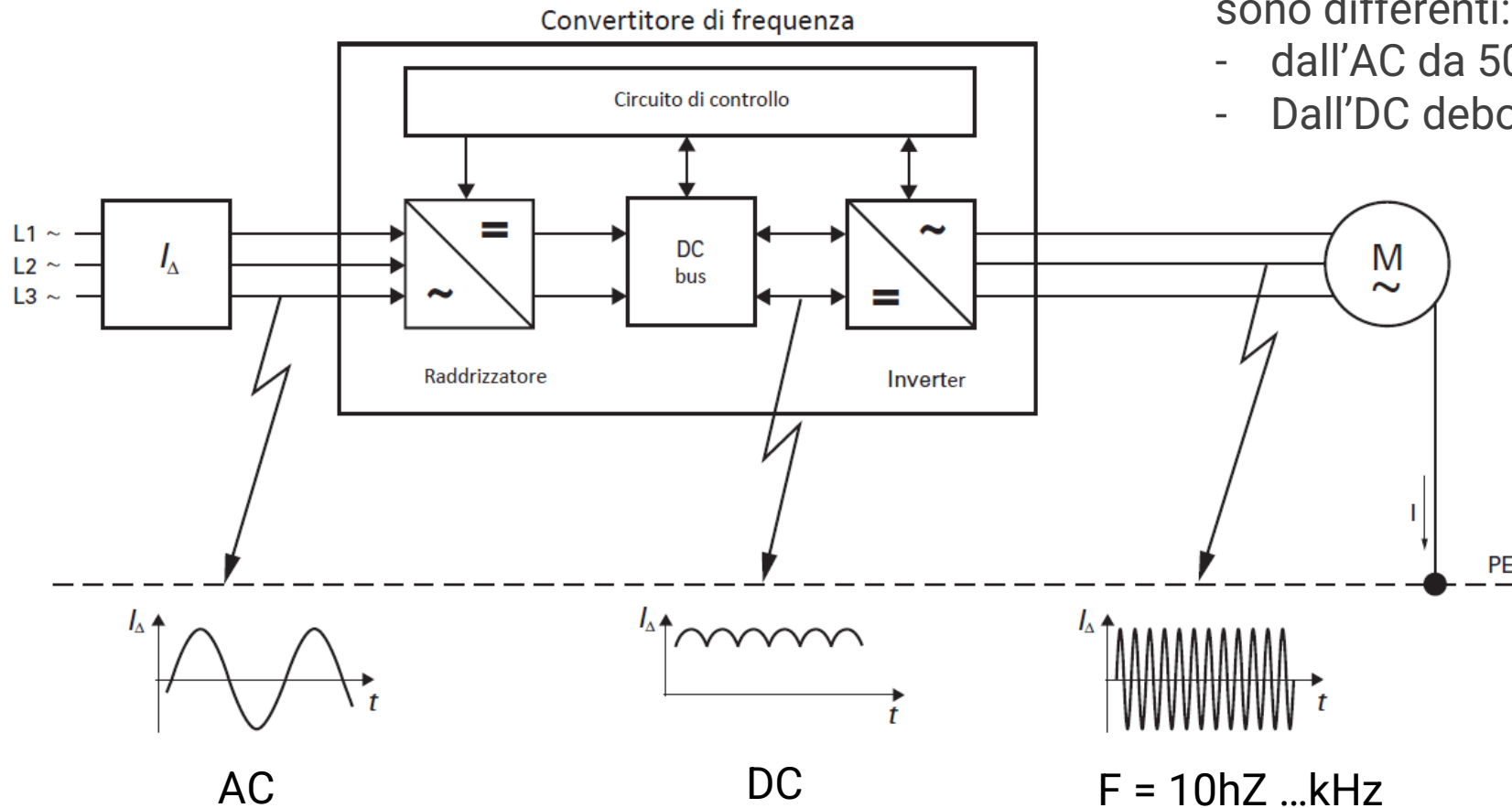


Ma... cosa le genera ?

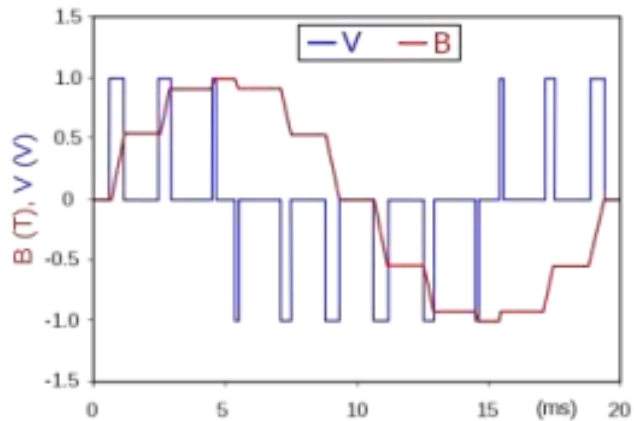
## Esempio – Inverter: **Correnti di Guasto**

A seconda del punto di guasto le forme d'onda sono differenti:

- dall'AC da 50Hz ai kHz
- Dall'DC debolmente ondulata alla DC pura

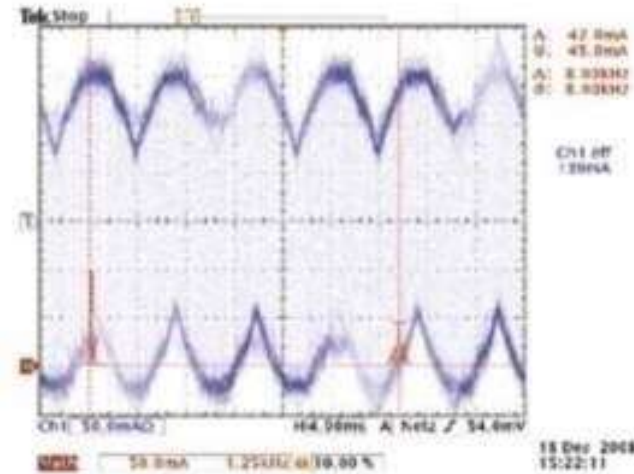
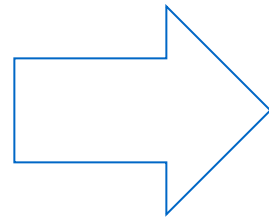


La Multi-frequenza è generata ad esempio all'uscita dell'inverter

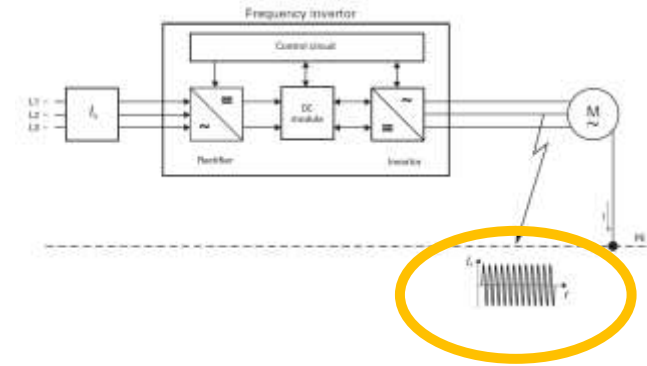


--- Micro impulsi ad altissima  
Frequenza ( kHz) (Clock)

--- Curva risultante comando  
velocita motore : 10...50...400Hz

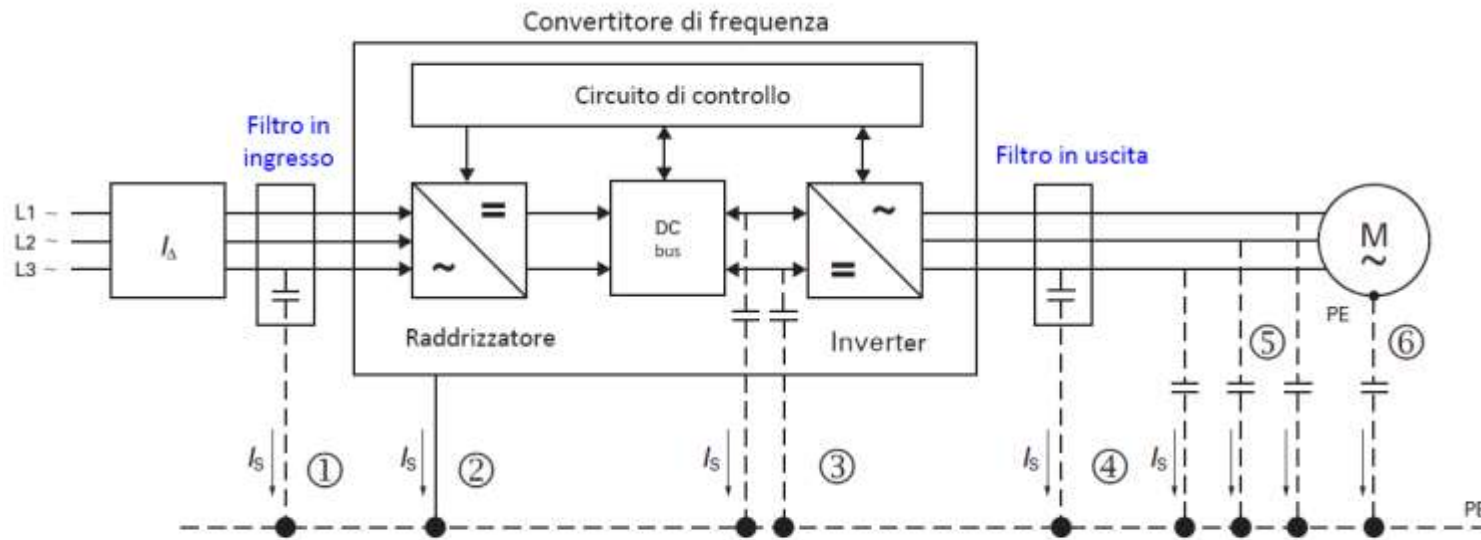


Forma d'onda PIATTA





## Esempio – Inverter: **Correnti di Dispersione**



$I_s$ : leakage currents

n mA  
in AC

n mA  
in DC

n mA  
a F = 10hZ ...kHz

Non sono provocate da guasto ma scaricate verso il circuito di Terra per varie ragioni:

- 1) 4) filtri EMC
- 3) Scarica condensatori DC bus
- 5) Effetto capacitivo schermo cavi
- 6) Terra del Motore

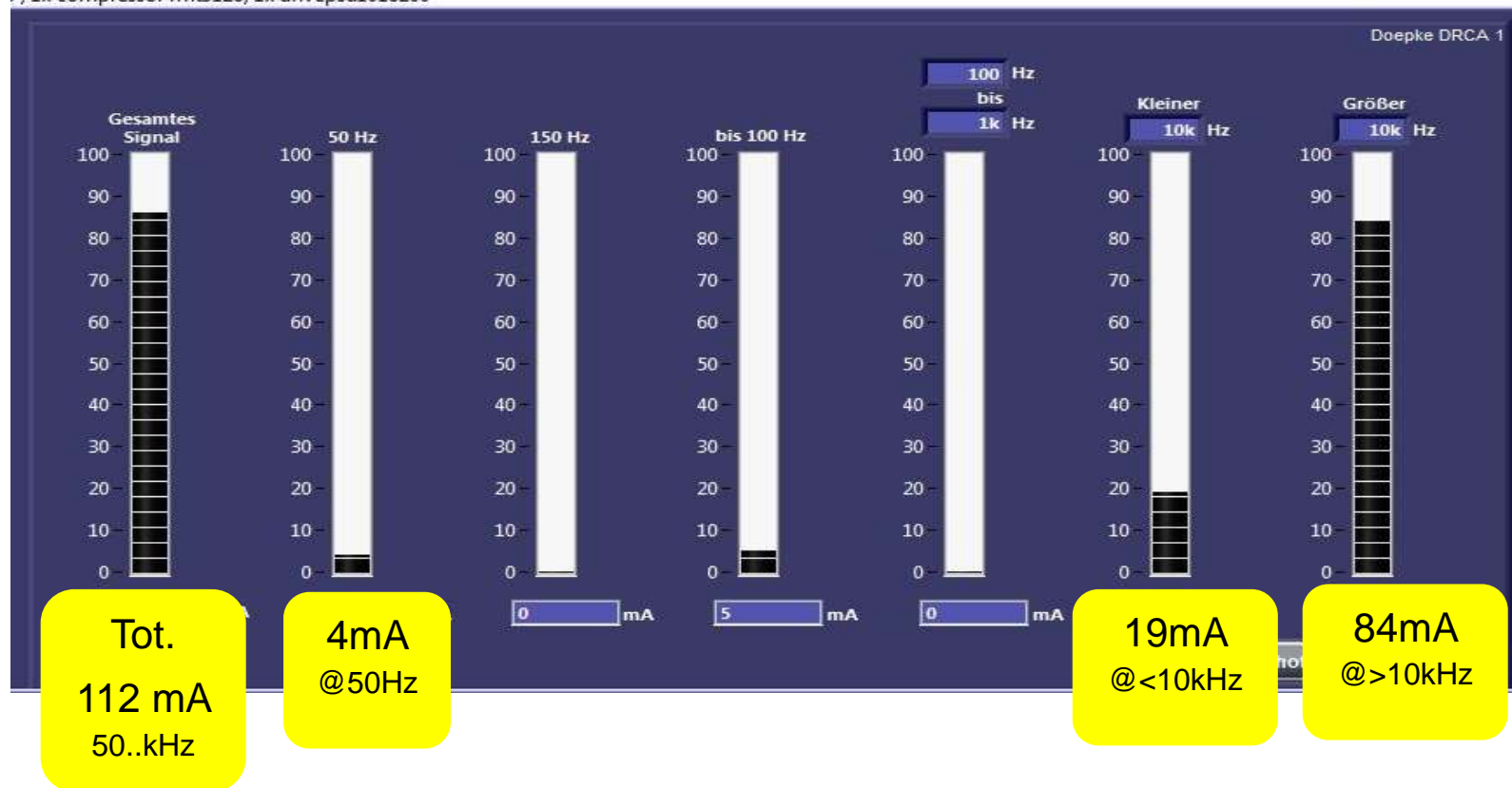


ID con

- ↪ Elevati valori amperometrici
- ↪ Mix di contributi a frequenza differente

## Esempio reale: inverter monofase a comando compressore per banco frigorifero

, 1x compressor fmt5126, 1x drivepsd1016200

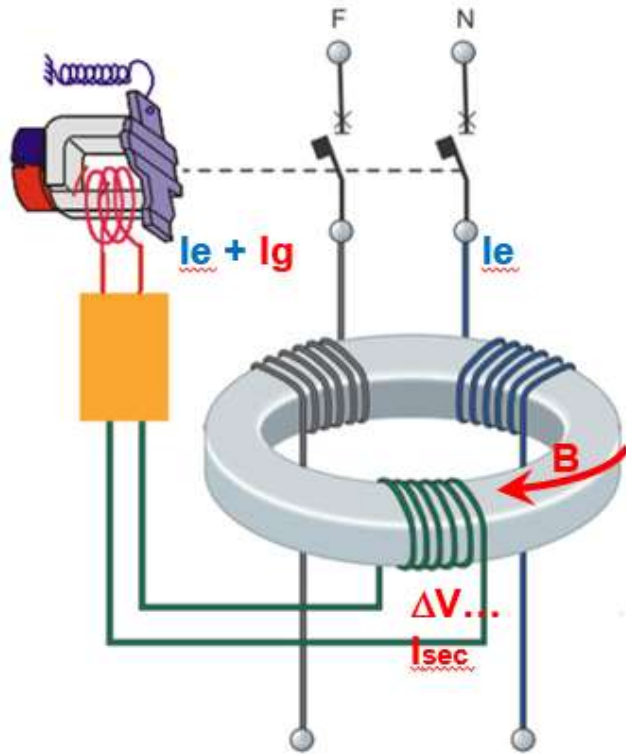




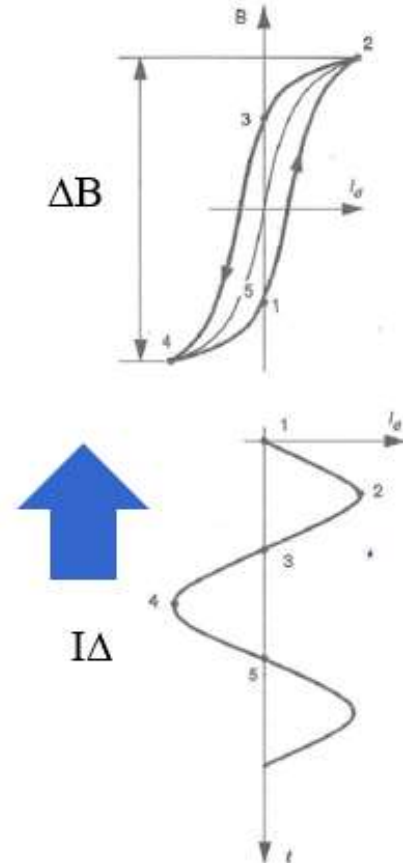
Qual è l'effetto sui ...  
**DIFFERENZIALI ?**



Rilevamento  $I\Delta$  tramite  
magnetizzazione del toroide  
sommatore

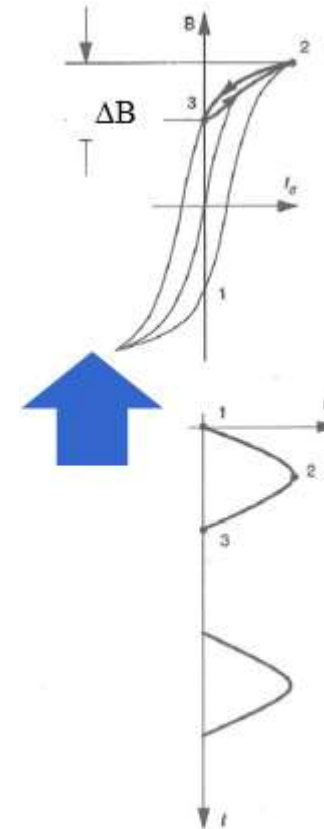


Curva di magnetizzazione  
ad isteresi



Magnetizzazione ridotta

In presenza di  $I_g$  unidirezionali pulsanti



Un RCD  
di tipo AC  
non è in grado di  
rilevare  
correttamente  
correnti  
parzialmente  
raddrizzate

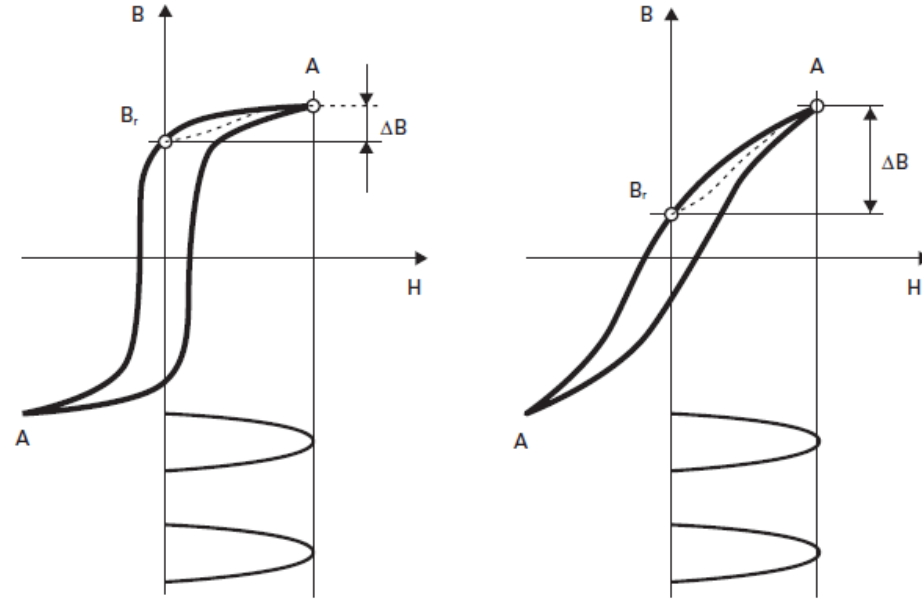
Serve un RCD più  
evoluto  
→ Tipo A

## Il tipo A,

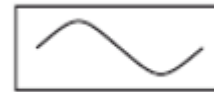
Grazie

- al materiale ferromagnetico più pregiato del toroide
- e ad elettronica di amplificazione del segnale

→ È in grado di rilevare e intervenire anche con correnti  $I_g$  unidirezionali pulsanti



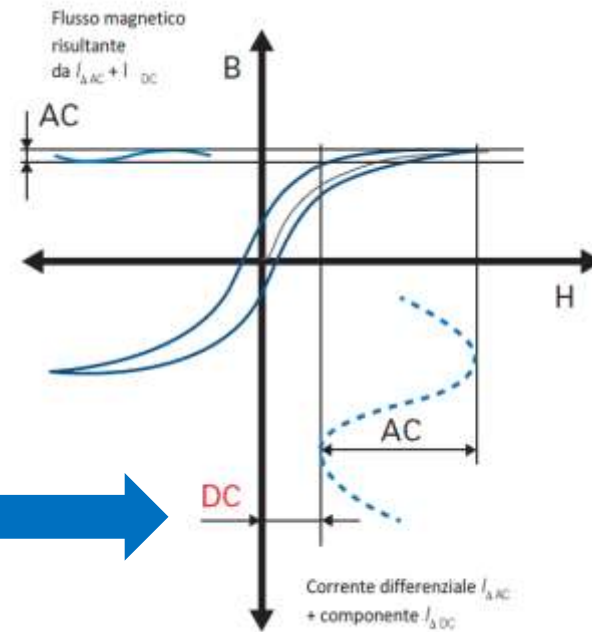
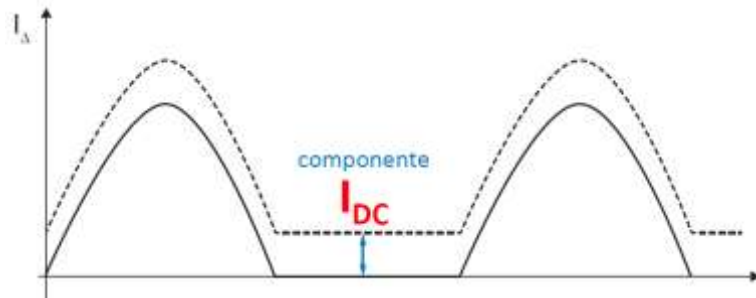
RCD tipo  
**AC**



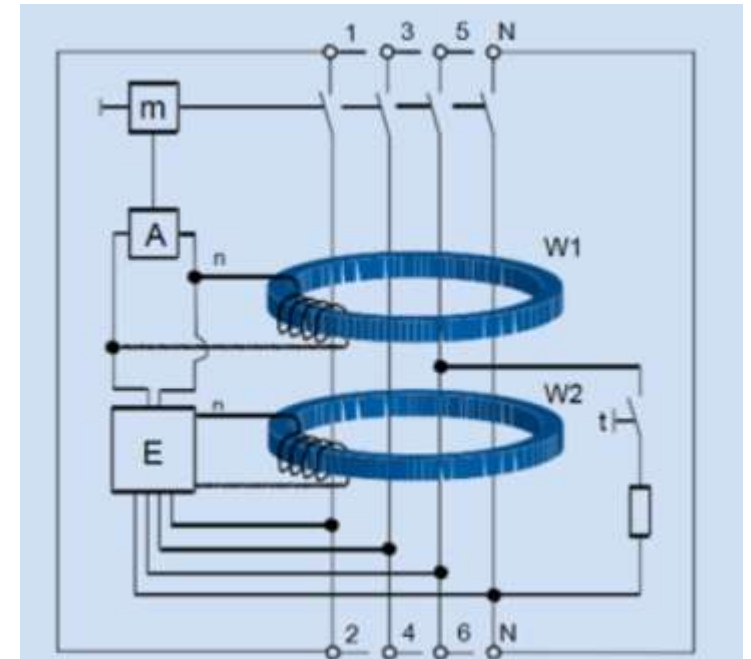
RCD tipo  
**A**



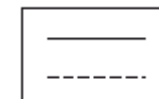
E cosa accade se alla corrente differenziale in AC si somma un **componente in DC** ?



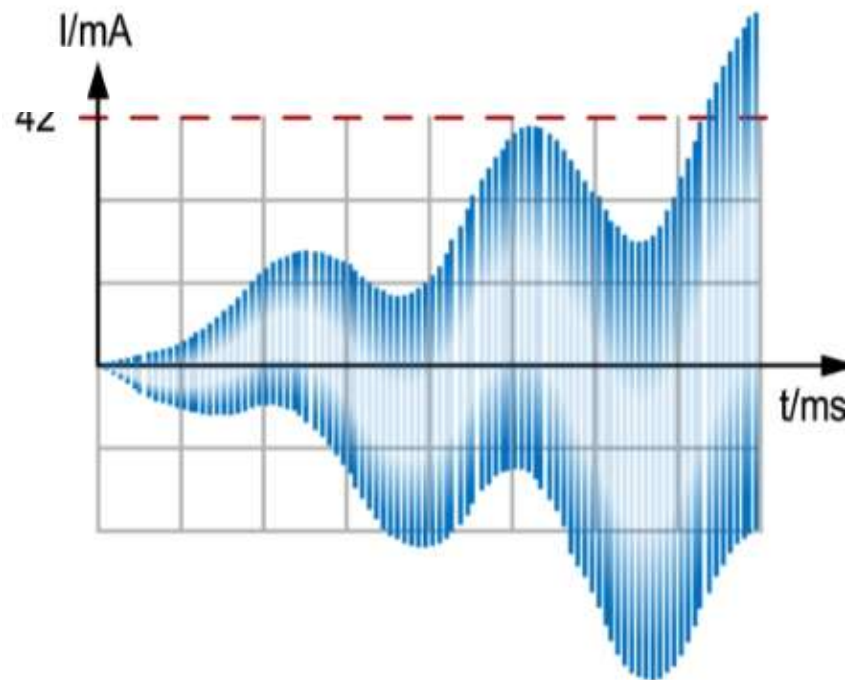
RCD tipo  
**AC o A**



RCD tipo  
**B**



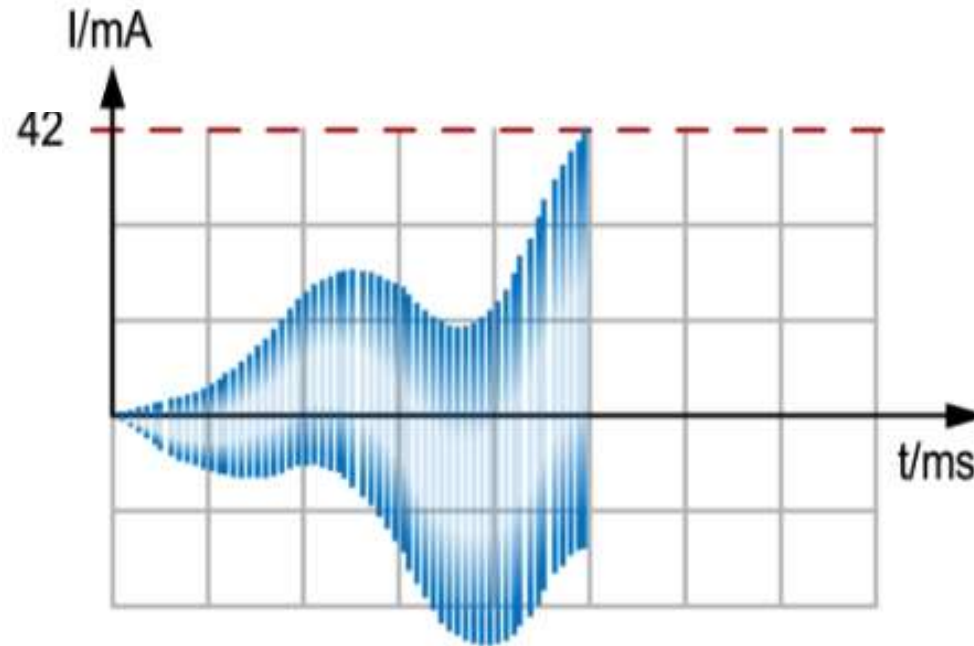
E qual è l'effetto della **FREQUENZA?**



Tipi AC e A:

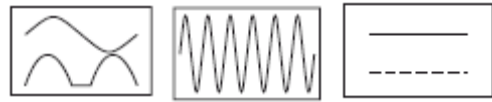


Tempi non conformi

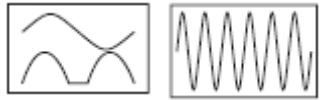


Tipi B o F:





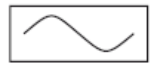
Classe **B**



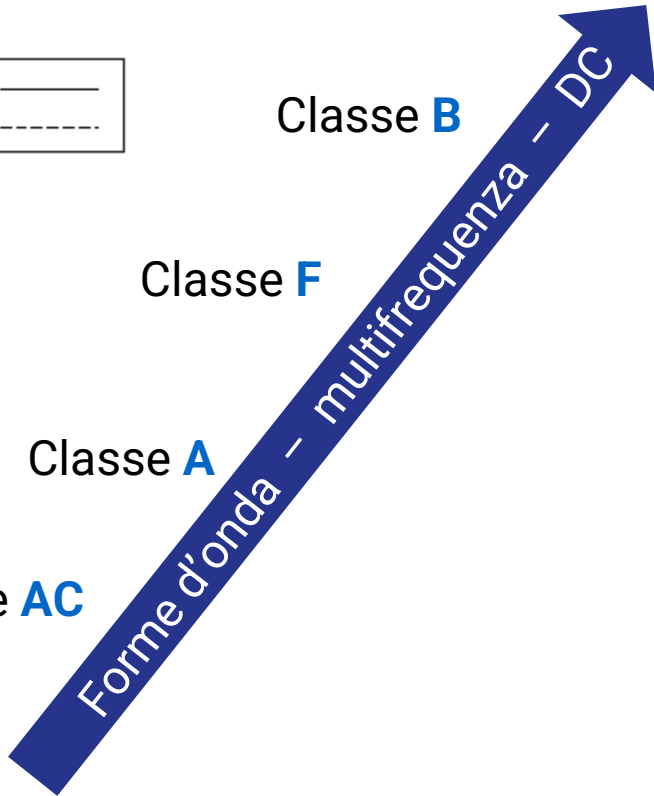
Classe **F**


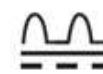





Classe **A**



Classe **AC**



Forma d'onda	Tipi RCD	AC	A	F	B
Alternata sinusoidale		■	■	■	■
Unidirezionale Pulsante		no	■	■	■
Frequenza		50/60 Hz	50/60 Hz	≤ 1 kHz	≤ 1 kHz
DC sovrapposta		no	≤ 6 mA	≤ 10 mA	SI
DC deb.ondulata o pura		no	no	no	SI

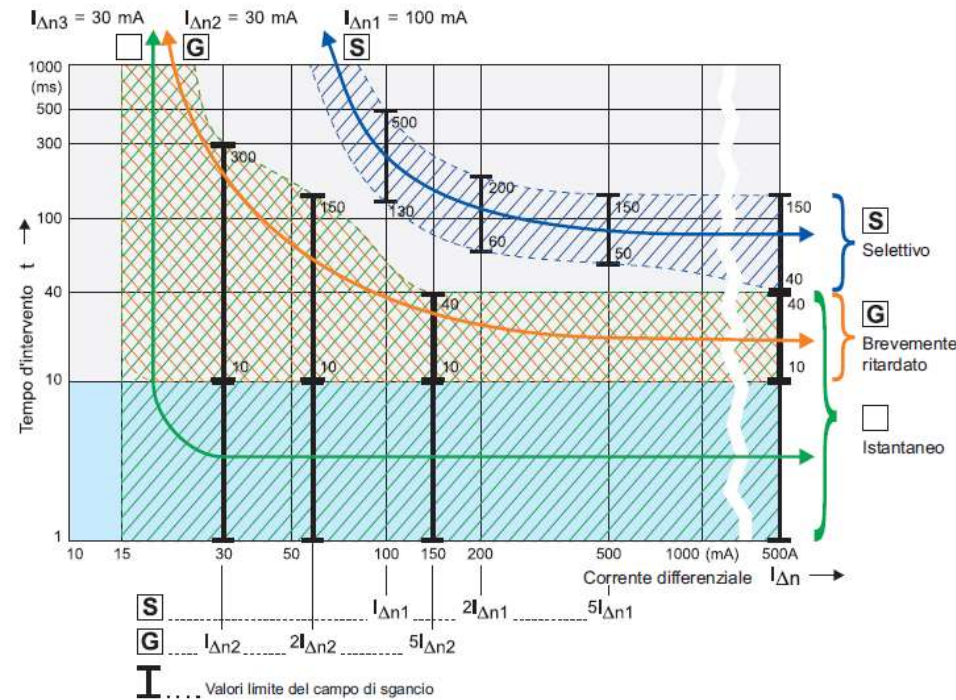
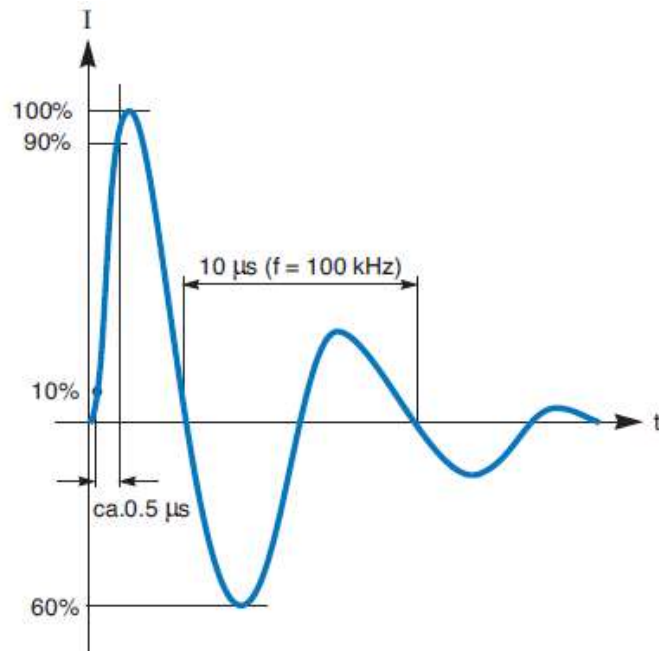


INOLTRE:

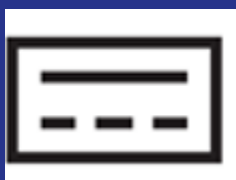
I differenziali sia F che B sono

**Immunizzati** per costruzione / norma

→ Insensibilità agli squilibri impulsivi **fino a 3kA (8/20μs)**



Breve ritardo  
10ms



Quando il tipo F  
e quando il tipo B  
?



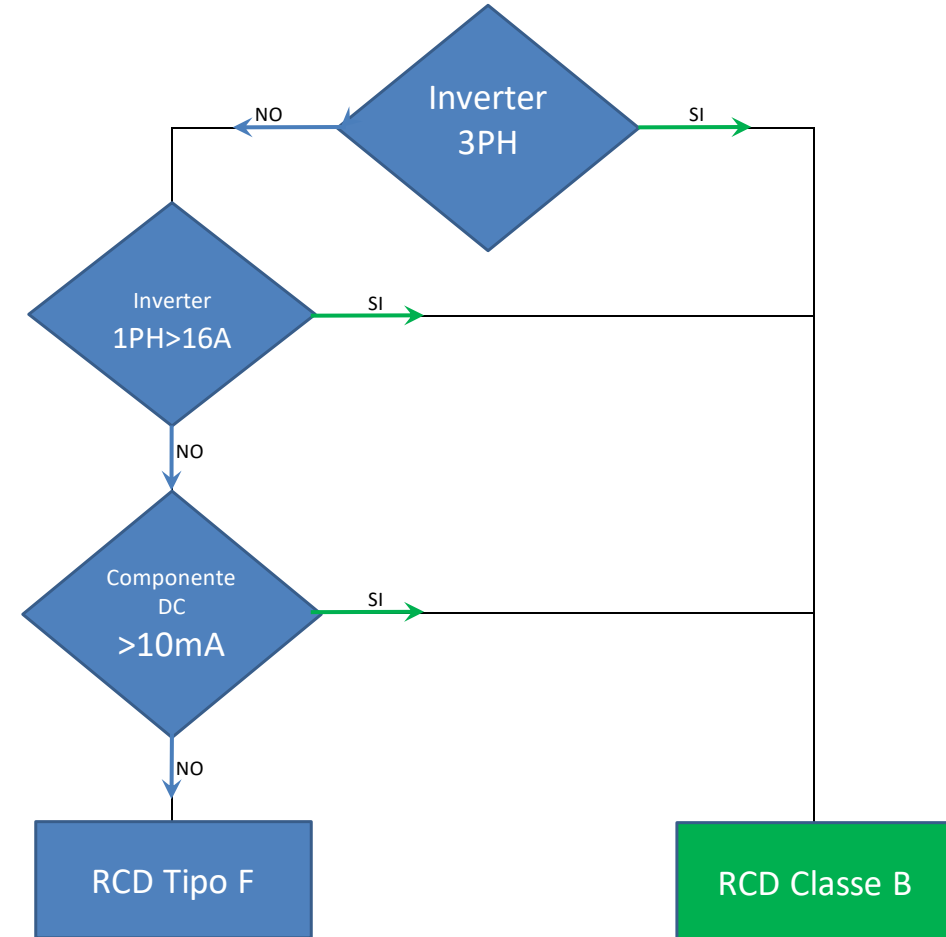
**CRITERI DI SCELTA**

La discriminante è:

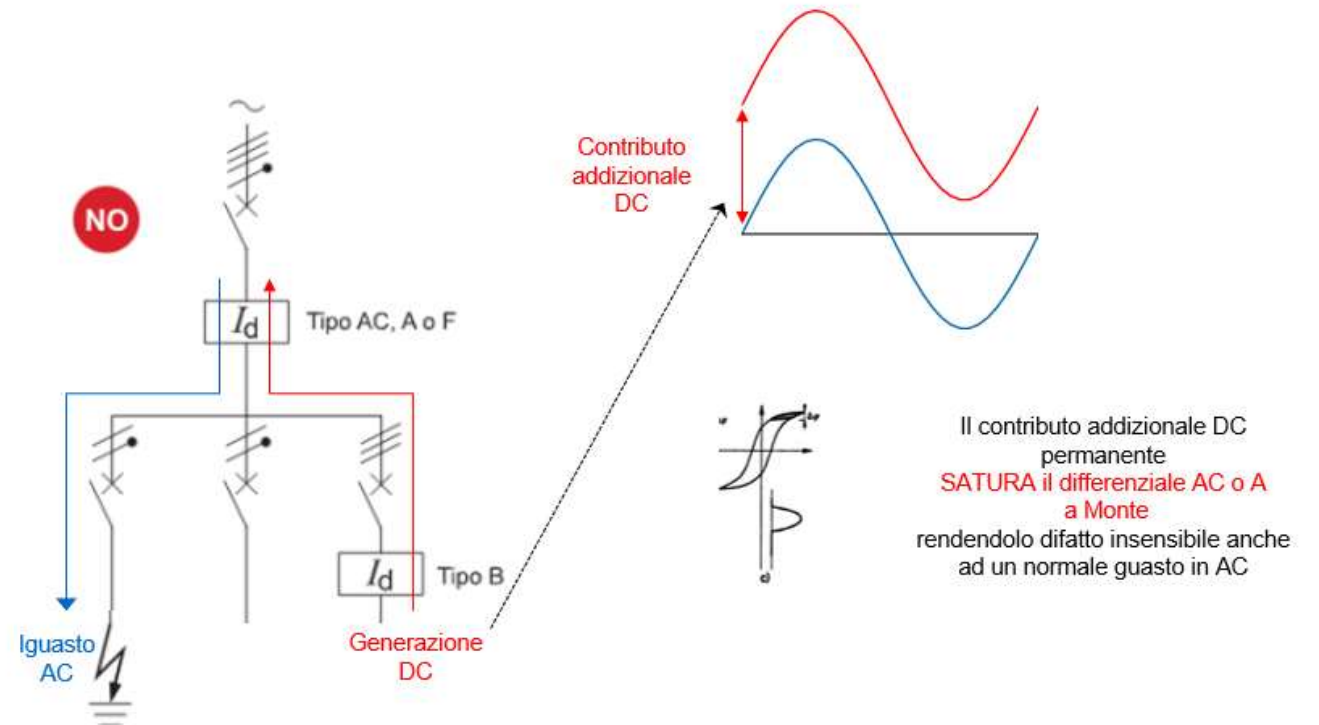
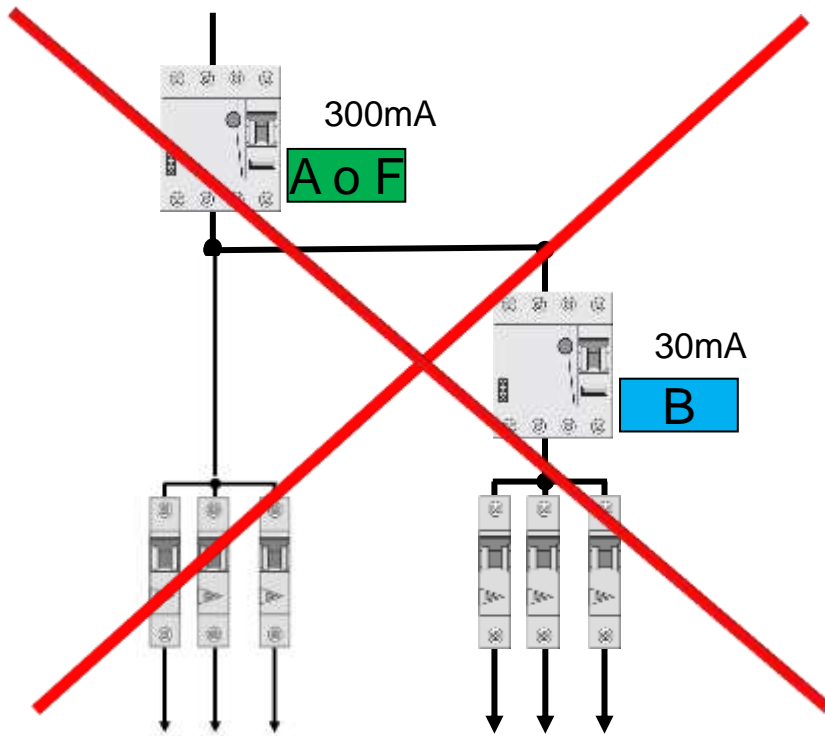
Inverter MONO o TRI-FASE ?

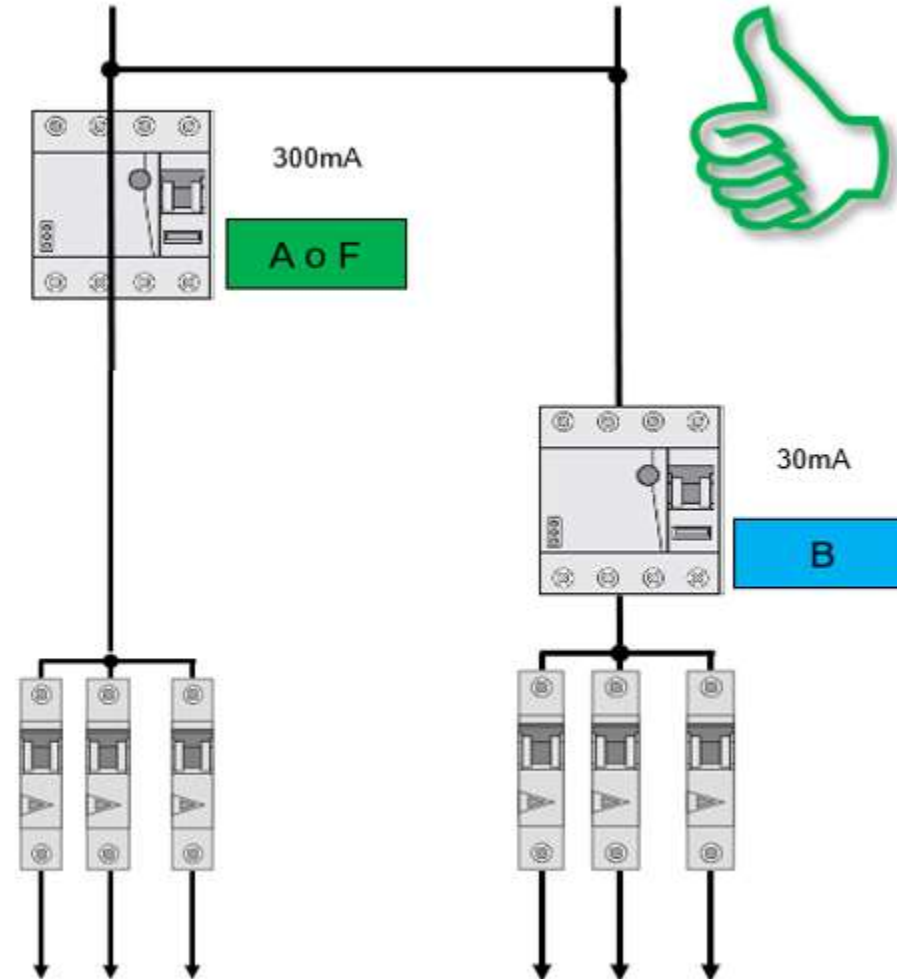
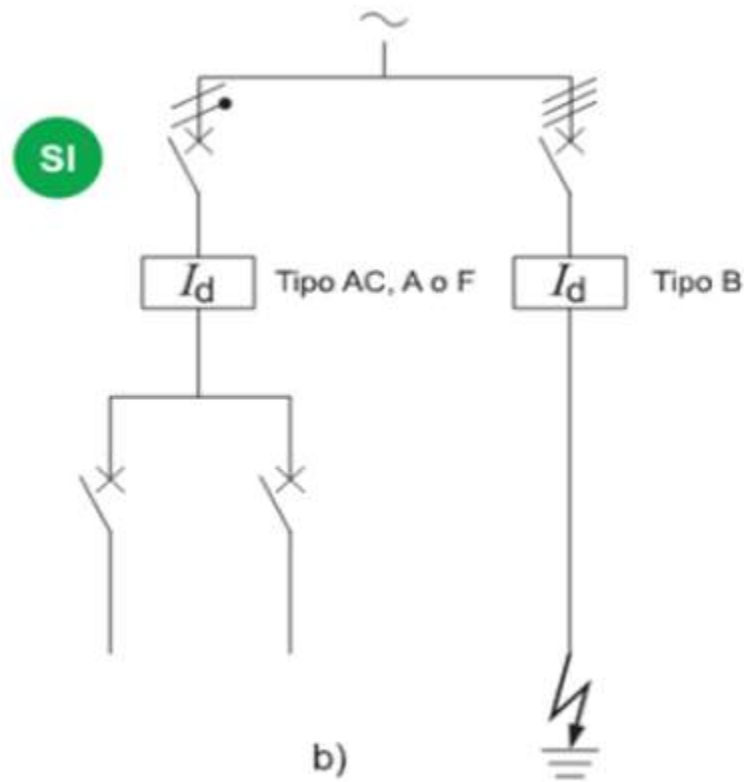
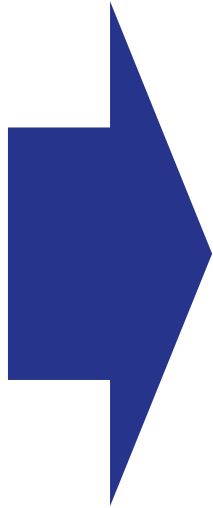
Inv. **MONO**fase (1P+N) → RCD tipo **F**

Inv. **TRI**fase (o 2Fase) → RCD tipo **B**



## ATTENZIONE ! A monte di un B → solo un tipo B (no AC/A/F)







# NORME



## Norme di PRODOTTO

### NORMA ITALIANA CEI

Norma Italiana

**CEI EN 62423**

La seguente Norma è identica a: EN 62423:2012-12.

Data Pubblicazione

**2013-07**

Titolo

**Interruttori differenziali di Tipo F e B con e senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari**

- CEI EN 61008-1 → Differenziali Puri (RCCB)
  - CEI EN 61009-1 → MT-Differenziali e Blocchi differenziali (RCBO)
  - **+ CEI EN 62423** → tipi F e B, (RCCB o RCBO)
- 
- CEI EN 60947-2 → Apparecchiature a bassa tensione - Interruttori automatici
    - Allegato B: Interruttori con protezione differenziale incorporata
    - Allegato M: Dispositivi differenziali separati (non integrati in un apparecchio d'interruzione)



# CASI APPLICATIVI

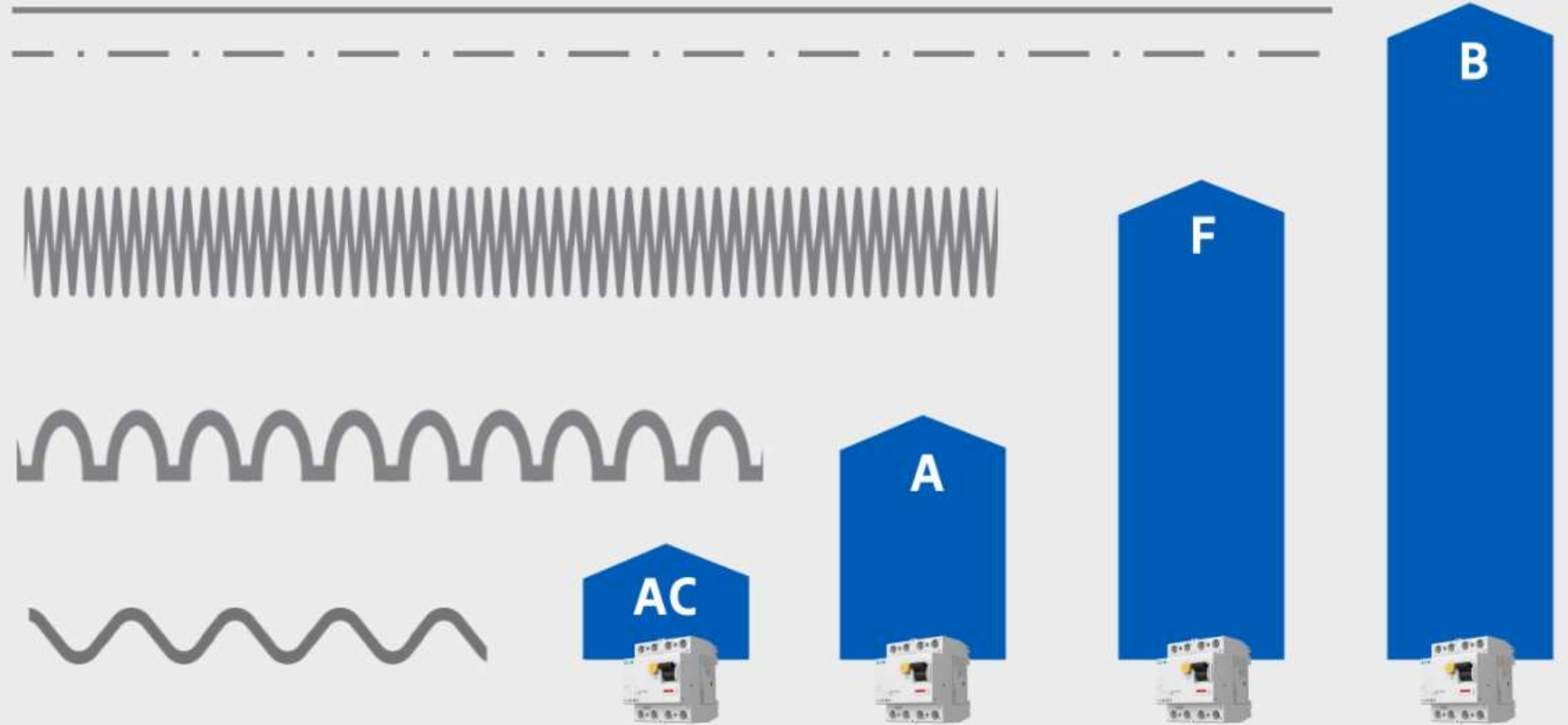




## Types of loads



## Types of fault currents



## Elettrodomestici, Pompe di calore e Condizionatori con inverter 1ph

In genere:

- Inverter 1ph → **tipo F**

Problema principale è la  
**Multifrequenza**

## Fotovoltaico:

In genere:

- Inv PV 1ph → **tipo A**
  - Inv PV 3ph → **tipo B**
- (→ dichiarazione del Costruttore)

Il problema qui

NON E' la Multifrequenza  
ma

La **Corrente Continua**



## UPS:

In genere:

- UPS 1ph → **tipo A**
- UPS 3ph → **tipo B**  
(→ dichiarazione del Costruttore)

Il problema qui

NON E' la Multifrequenza

ma

la **Corrente Continua**



## Colonnine di ricarica:

SE include sensore RCD DD 6mA DC → tipo A  
altrimenti

- Colonnina 1ph & 3ph → **tipo B**

Il problema qui

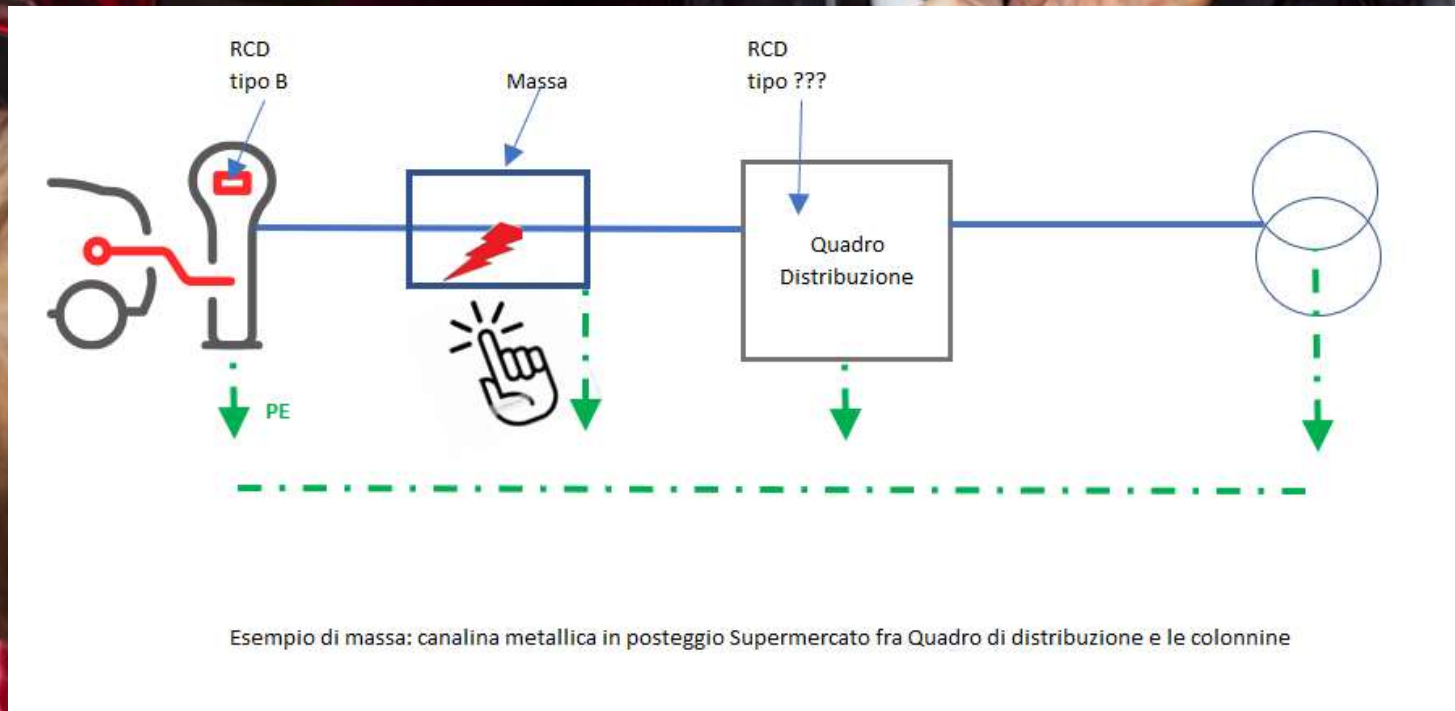
NON E' la Multifrequenza

ma

La **Corrente Continua**



Se la colonnina è equipaggiata di RCD tipo B  
→ Linea va protetta con un tipo B



## INDUSTRIA & MACCHINE

Inverter per comando motore a velocità variabile

- Drive 1ph → tipo **F**
- Drive 3ph → tipo **B**

Elevata presenza di **DC e Multifrequenze!!!**

→ RCD con risposta in frequenza fino a 20 kHz  
(es. Eaton tipo Bfq)









**GRAZIE**



# BACK-UP



## EATON – RCD tipo F



RCD **Differenziale puro**  
2P e 4P – 25..63A  
Tipo F



RCBO **Magnetotermico-Differenziale**  
1N e 2P – 10kA – 6..40A  
Tipo F



**AFDD+**  
2P – 10kA – 6..40A  
Tipo F

## EATON – RCD tipo B



RCD Differenziale Puro  
2P e 4P – 25..63A  
Tipo **B**

Applicazioni standard:  
es. FV, EV charger, UPS ...  
Risp. Frequenza fino a **1kHz**

RCD Differenziale Puro  
4P – 25..125A  
Tipo **Bfq**

Applicazioni avanzate:  
es. Drives x automazione  
Risp. Frequenza fino a **20kHz**

RCD Differenziale Puro  
2P e 4P – 25..63A  
Tipo **B+**

Protezione incendio  
sec. VDE 0664-440  
Risp. Frequenza fino a 20kHz

## EATON – RCD tipo B



### Segnalazione % correnti di dispersione

- LED frontale
- Contatto NA per segnalazione a distanza

➡ Monitoraggio e aiuto alla diagnostica

## EATON – RCD tipo Bfq



### Risposta in frequenza fino a 20kHz

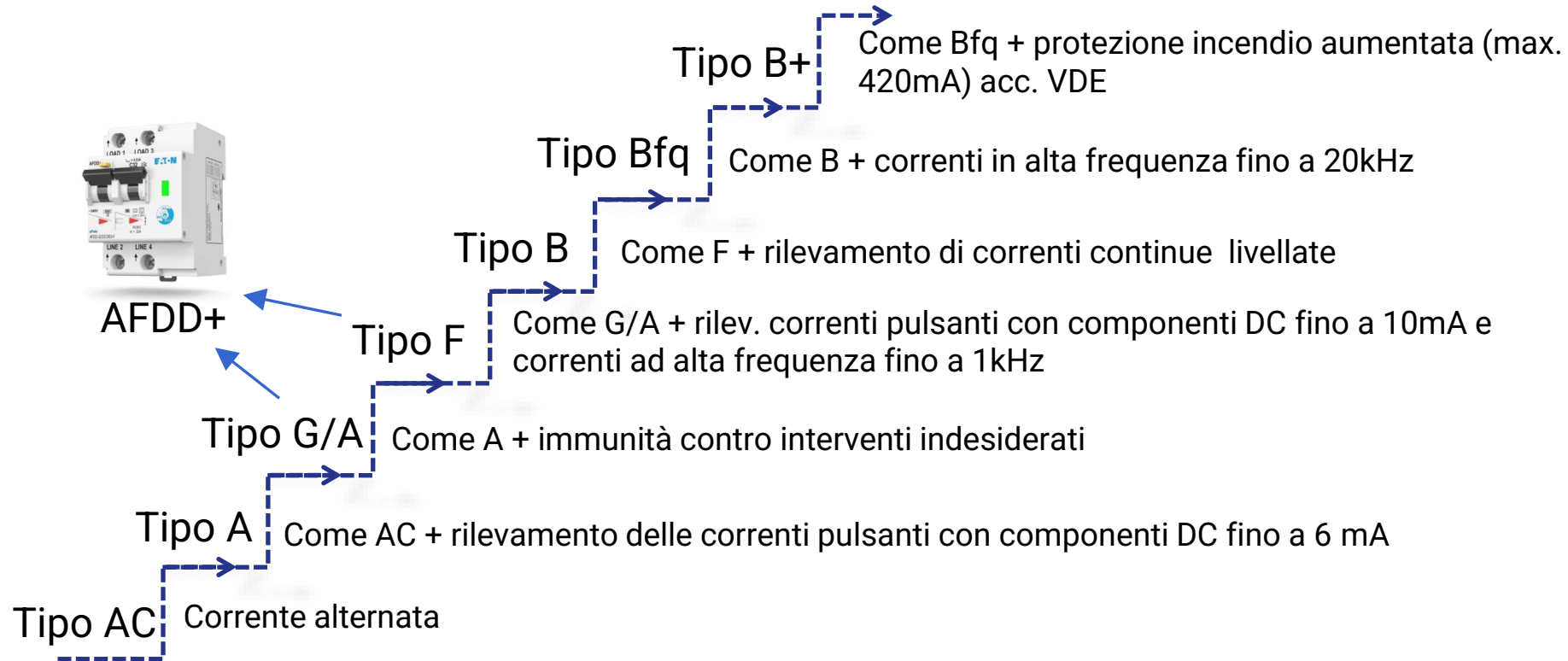
- Alle alte frequenze la  $I_{\Delta n}$  cresce

Esempio in figura:

- 30mA @ 50Hz
- 300mA @ 1..20 kHz

↳ Adattabile alla presenza di elevate correnti di dispersione degli Inverter per automazione









**GRAZIE**