

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



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

inverter
variazione di frequenza

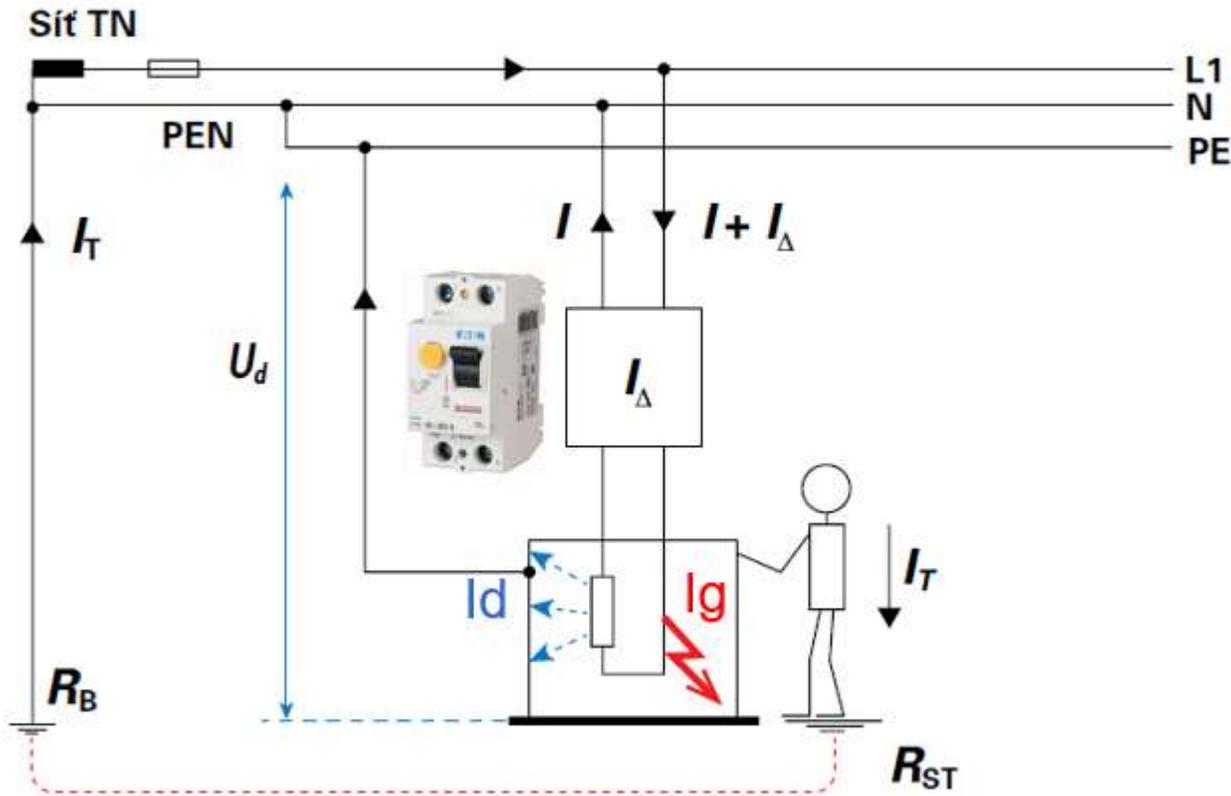


... e pompe di calore, inverter FV, UPS e le
ricariche di veicoli elettrici,
specie **tri-fase**

portano ad un uso sempre più massivo
della

Corrente Continua

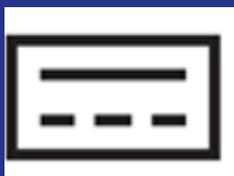
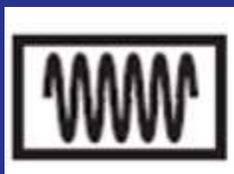




Le forme d'onda delle
Correnti di Guasto e
di Dispersione a Terra
sono oggi influenzate da
2 «nuovi» componenti:

- La Multi-frequenza
- La Corrente Continua



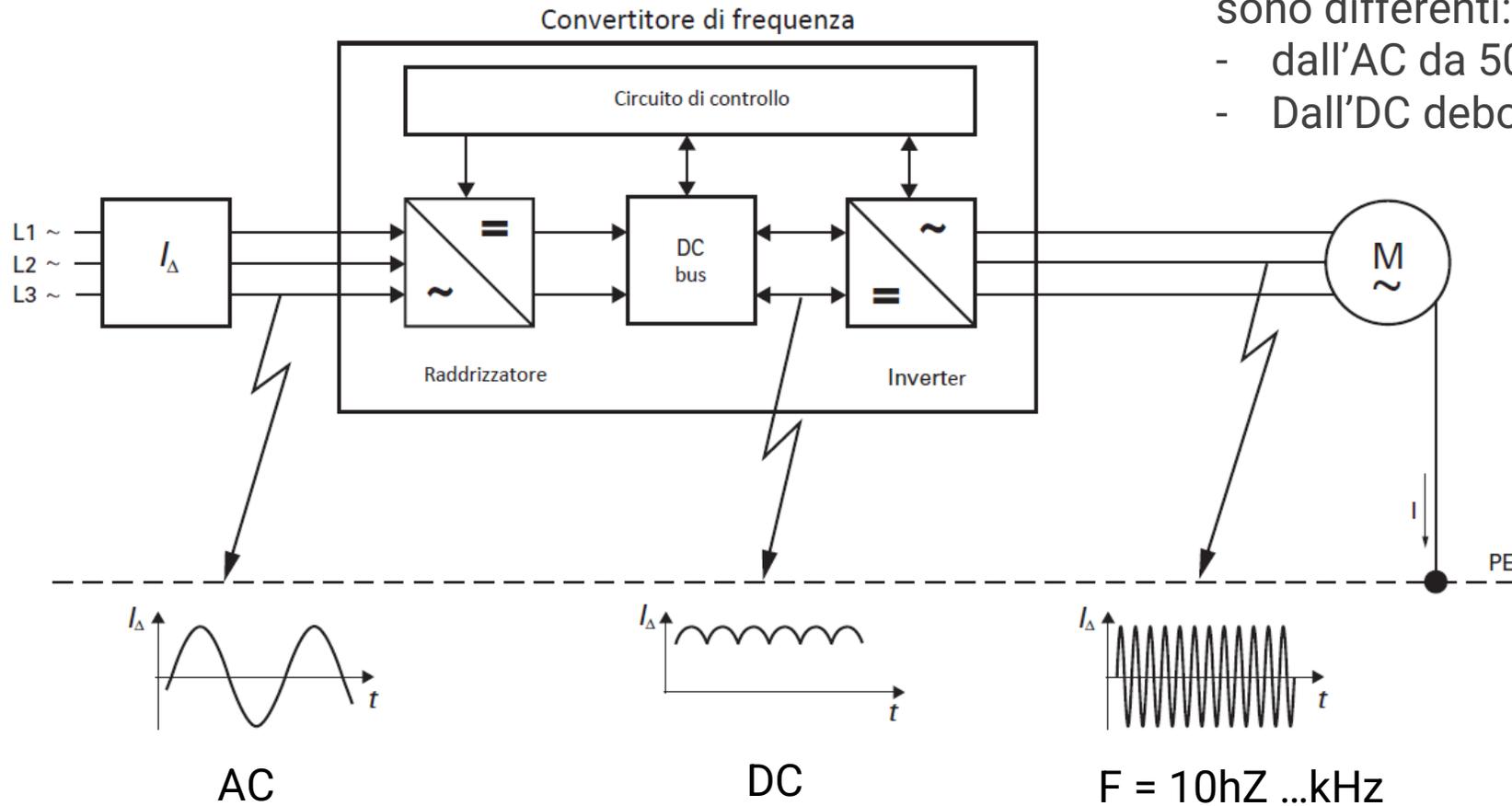


Ma... cosa le genera ?

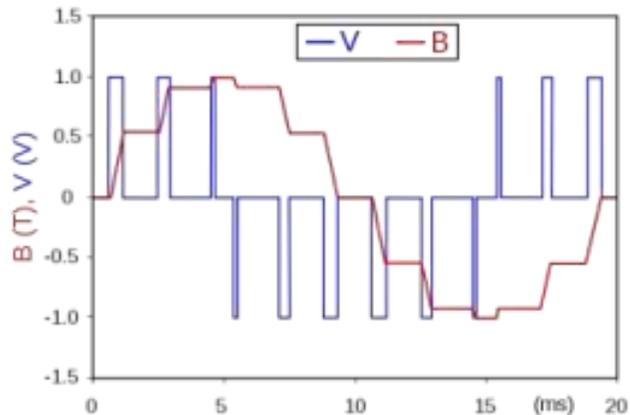
Esempio – Inverter: **Correnti di Guasto**

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

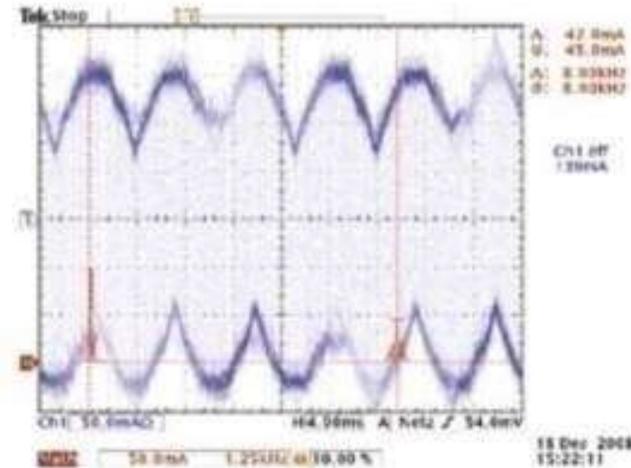
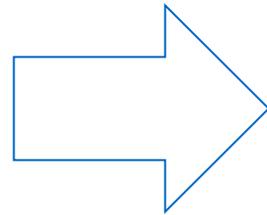


La Multi-frequenza è generata ad esempio all'uscita dell'inverter

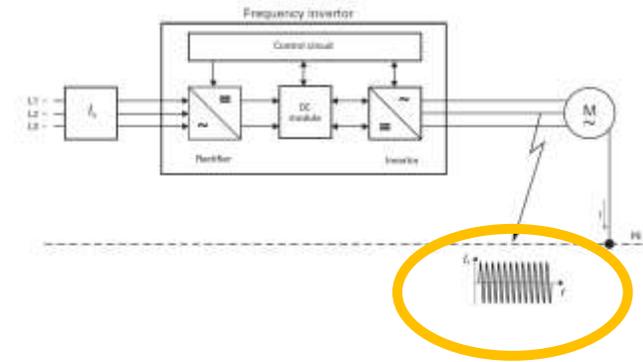


--- Micro impulsi ad altissima
Frequenza (kHz) (Clock)

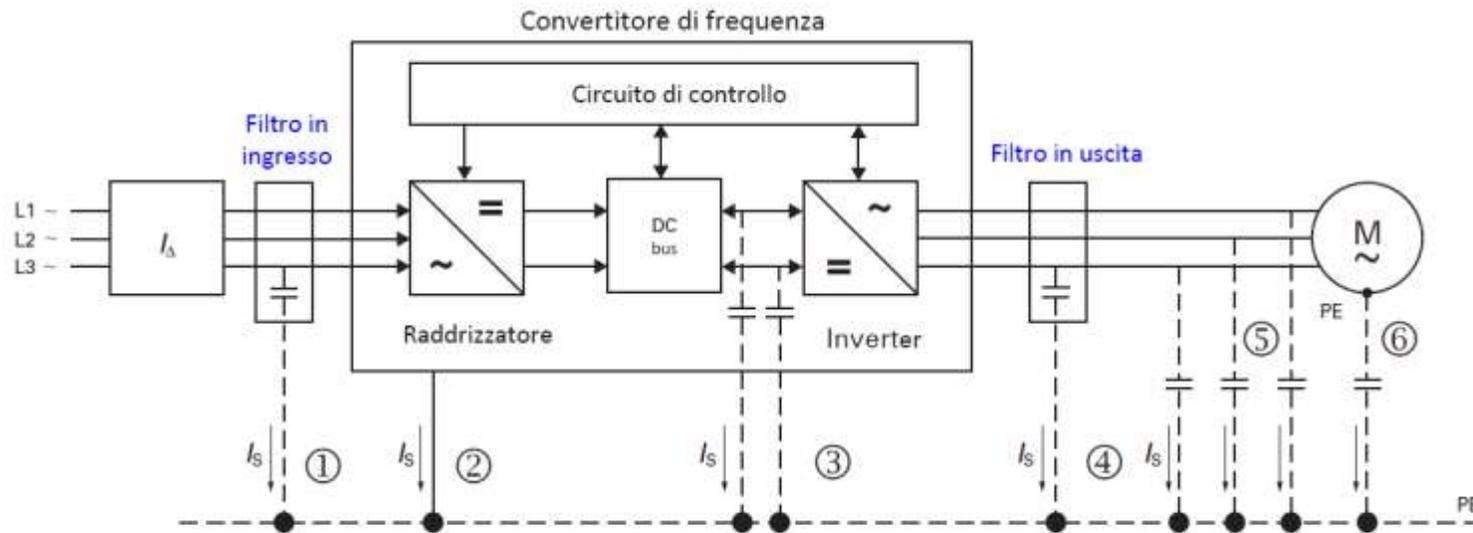
--- Curva risultante comando
velocita motore : 10...50...400Hz



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

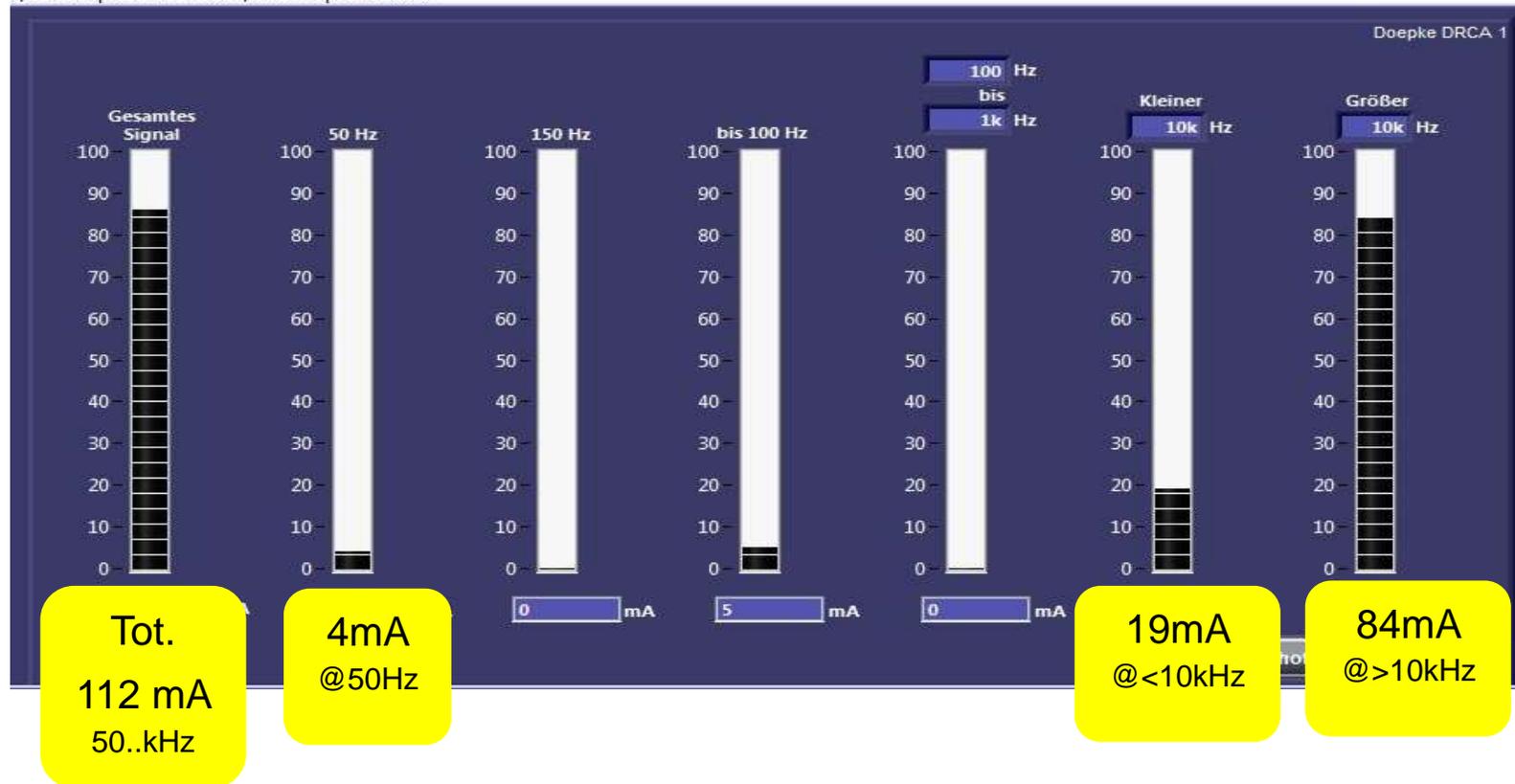


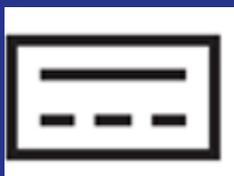
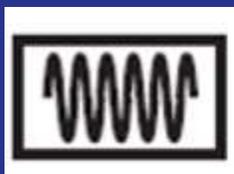
ID con

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

Esempio reale: inverter monofase a comando compressore per banco frigorifero

, 1x compressor fmt5126, 1x drivepsd1016200

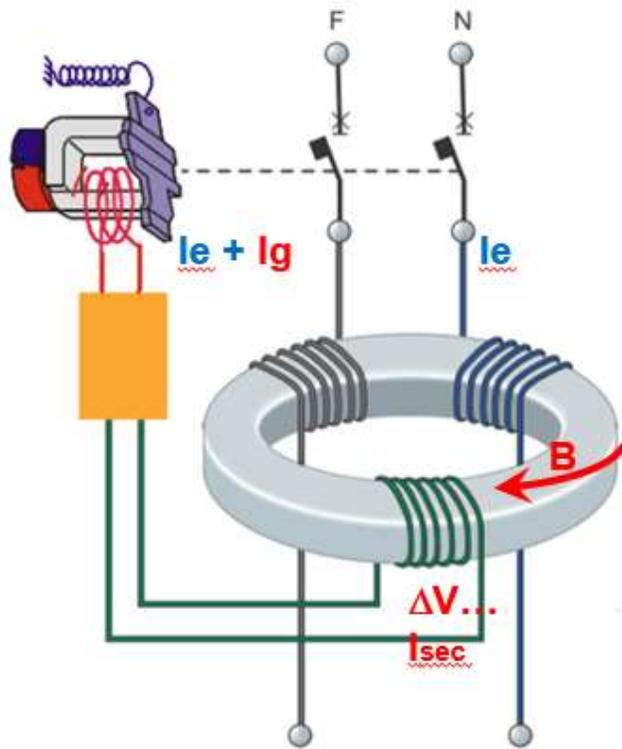




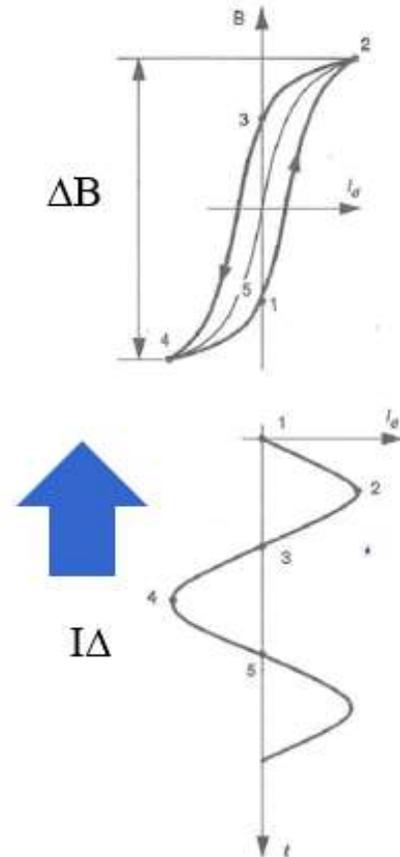
Qual è l'effetto sui ...
DIFFERENZIALI ?



Rilevamento $I\Delta$ tramite
magnetizzazione del toroide
sommatore

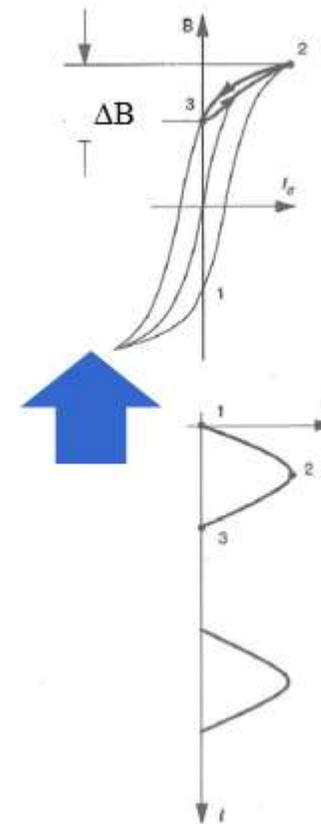


Curva di magnetizzazione
ad isteresi



Magnetizzazione ridotta

In presenza di I_g unidirezionali pulsanti



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

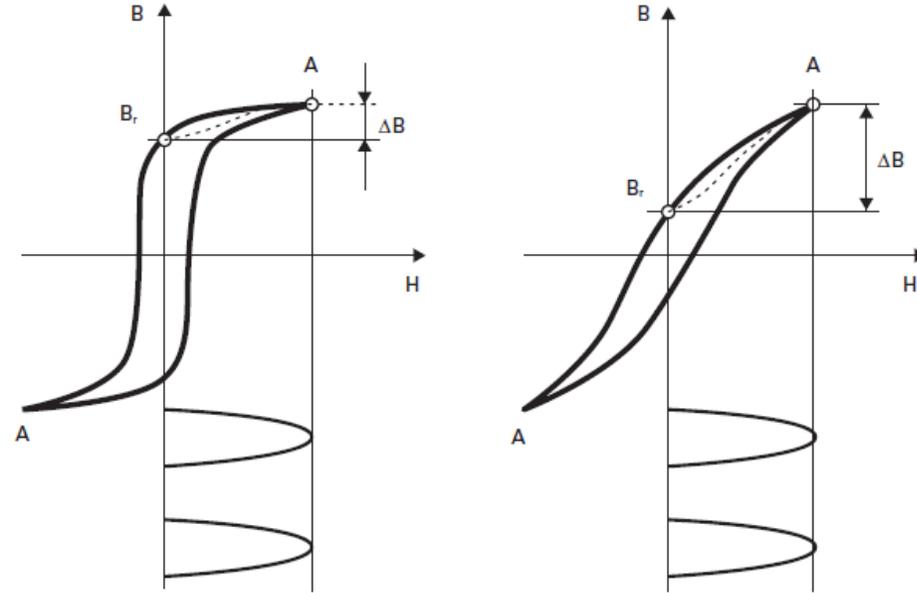
Serve un RCD più
evoluto
→ Tipo A

Il tipo A,

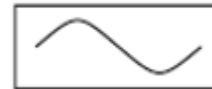
Grazie

- 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



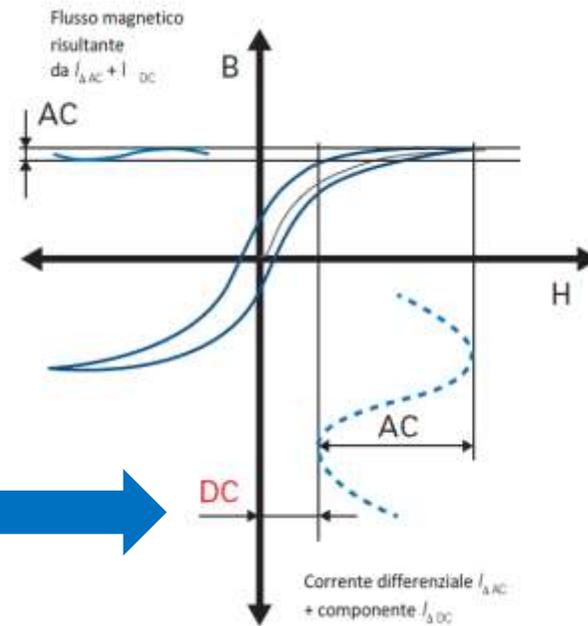
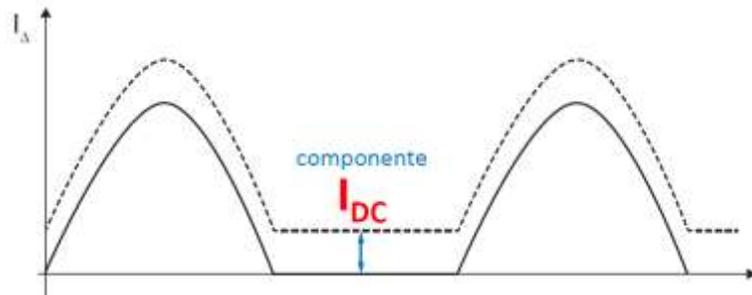
RCD tipo
AC



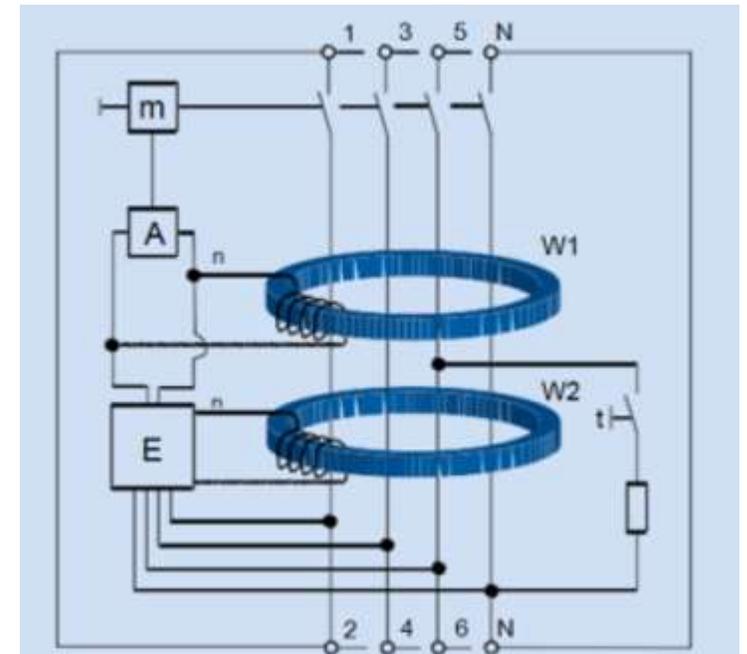
RCD tipo
A



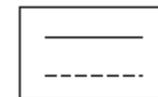
E cosa accade se alla corrente differenziale in AC si somma un **componente in DC** ?



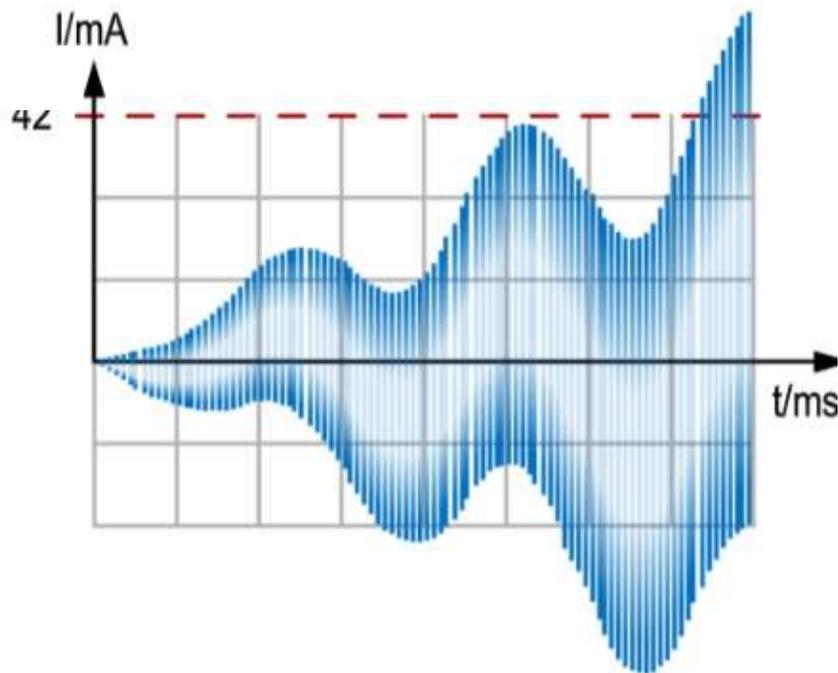
RCD tipo
AC o A



RCD tipo
B



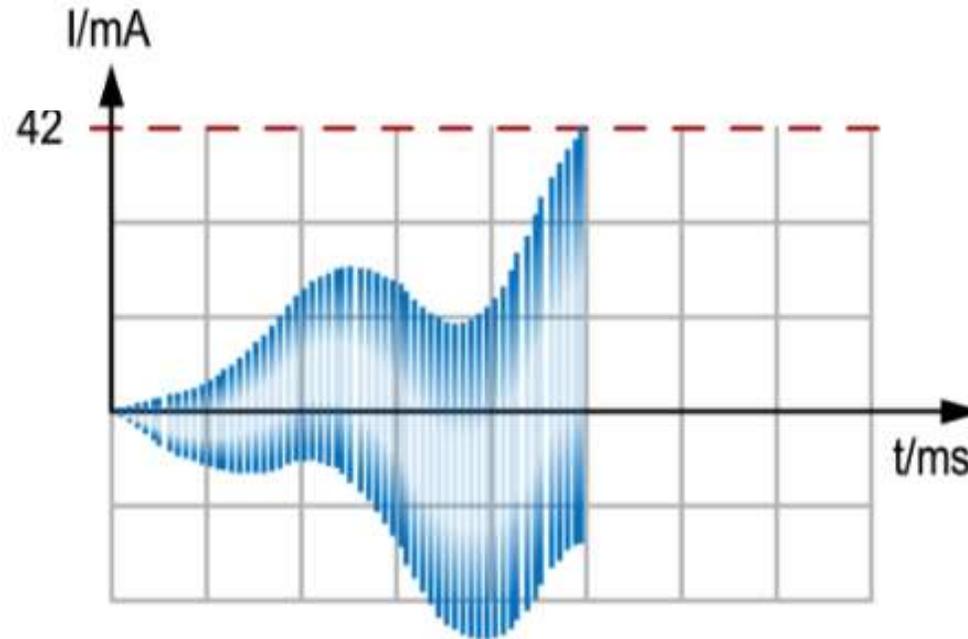
E qual è l'effetto della **FREQUENZA?**



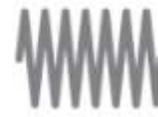
Tipi AC e A:

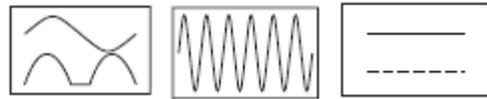


Tempi non conformi

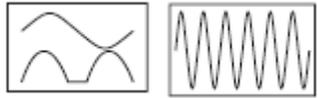


Tipi B o F:





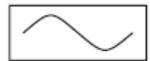
Classe **B**



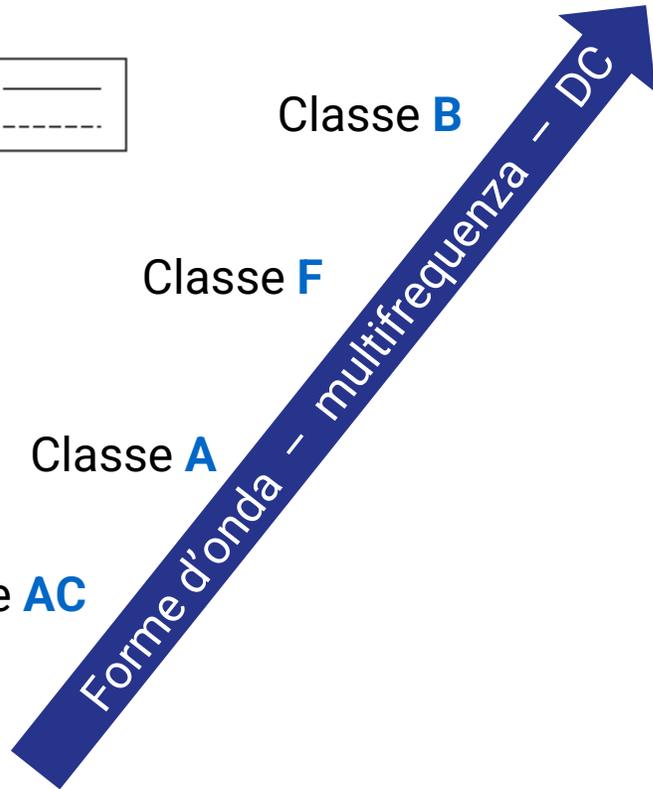
Classe **F**



Classe **A**



Classe **AC**



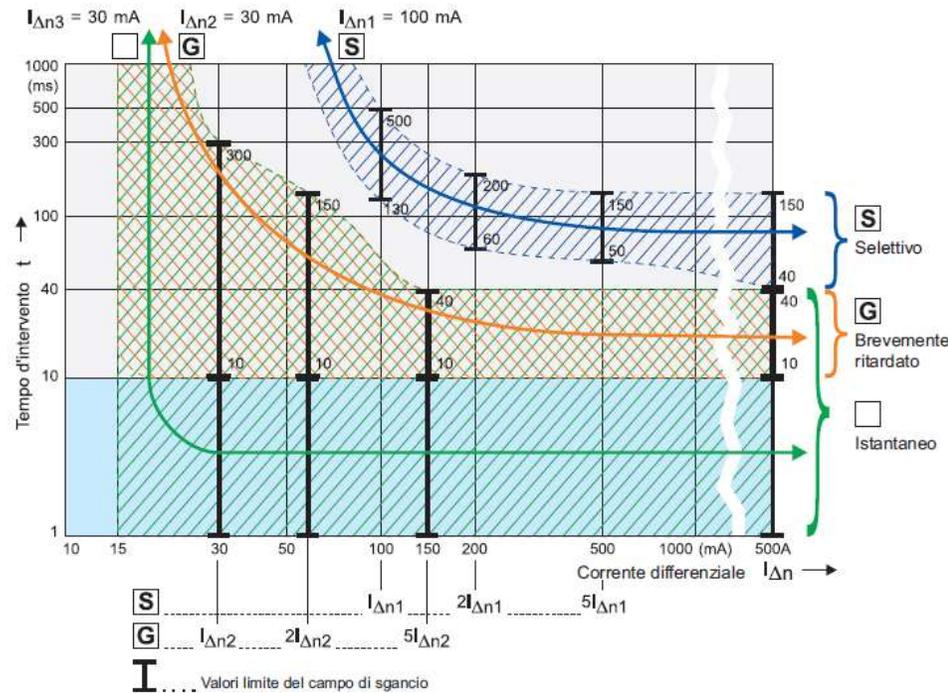
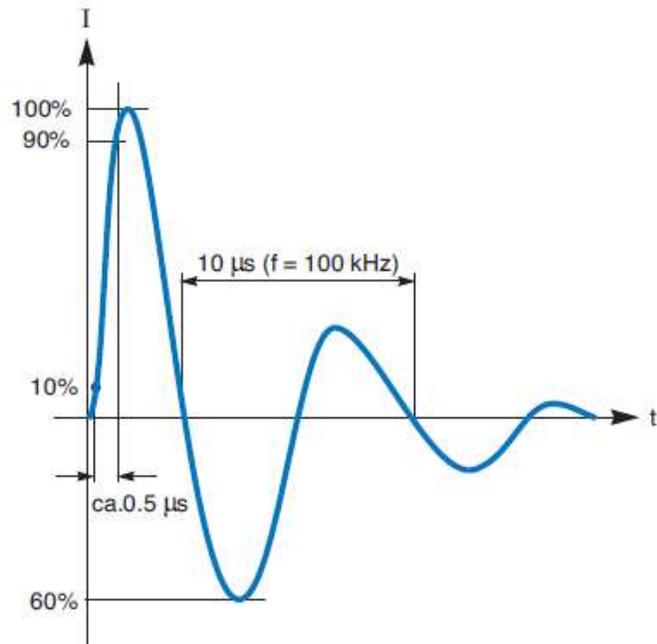
Forma d'onda	Tipi RCD	AC	A	F	B
Alternata sinusoidale		■	■	■	■
Unidirezionale Pulsante		no	■	■	■
Frequenza		50/60 Hz	50/60 Hz	≤ 1 kHz	≤ 1 kHz
DC sovrapposta		no	≤ 6 mA	≤ 10 mA	SI
DC deb.ondulata o pura		no	no	no	SI

INOLTRE:

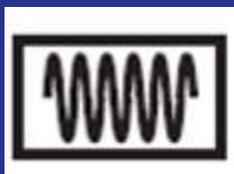
I differenziali sia F che B sono

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
?



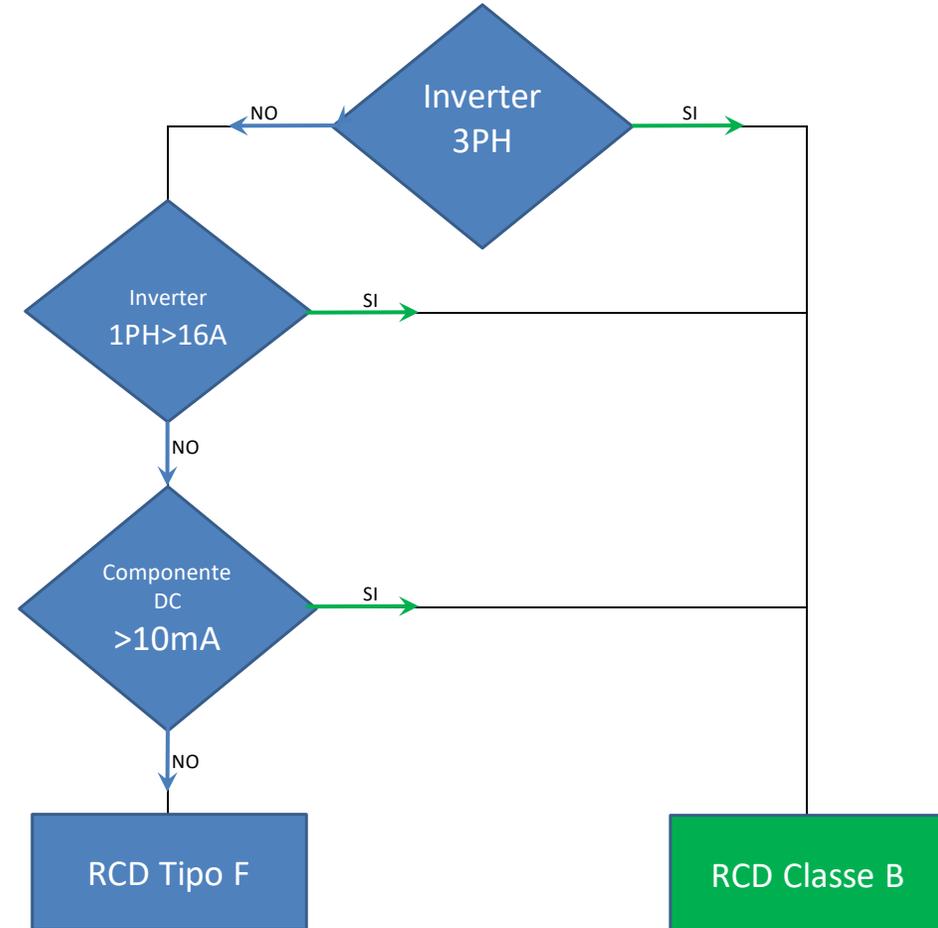
CRITERI DI SCELTA

La discriminante è:

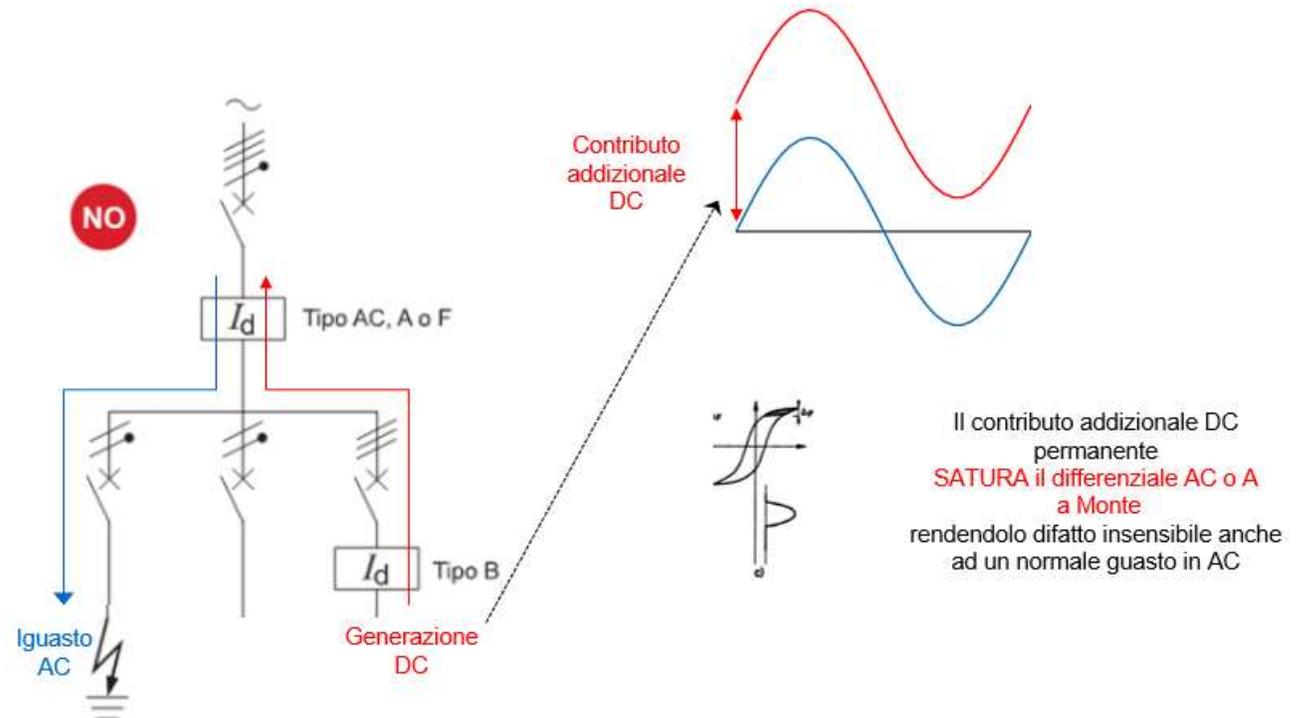
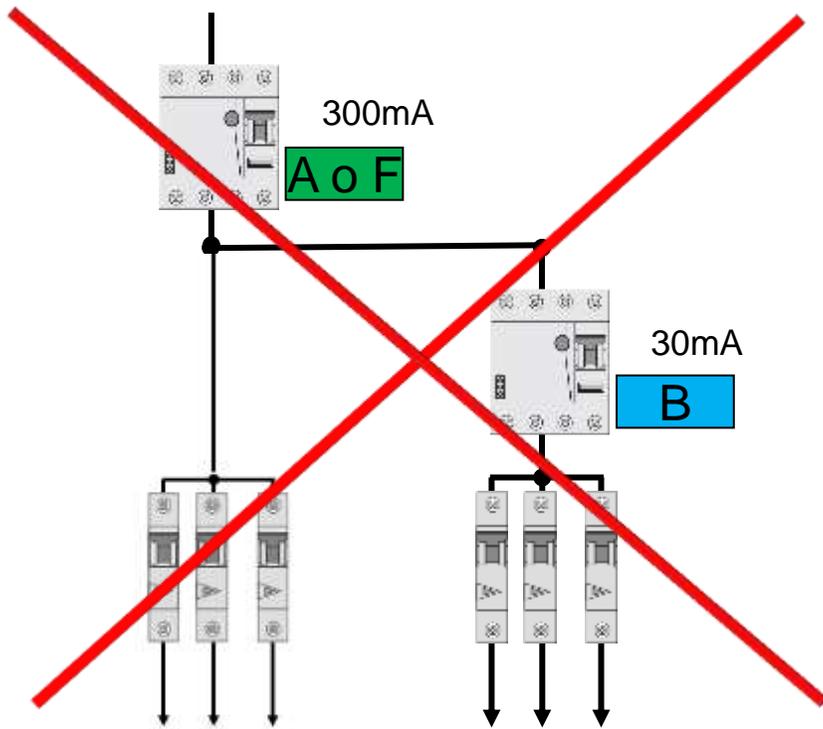
Inverter MONO o TRI-FASE ?

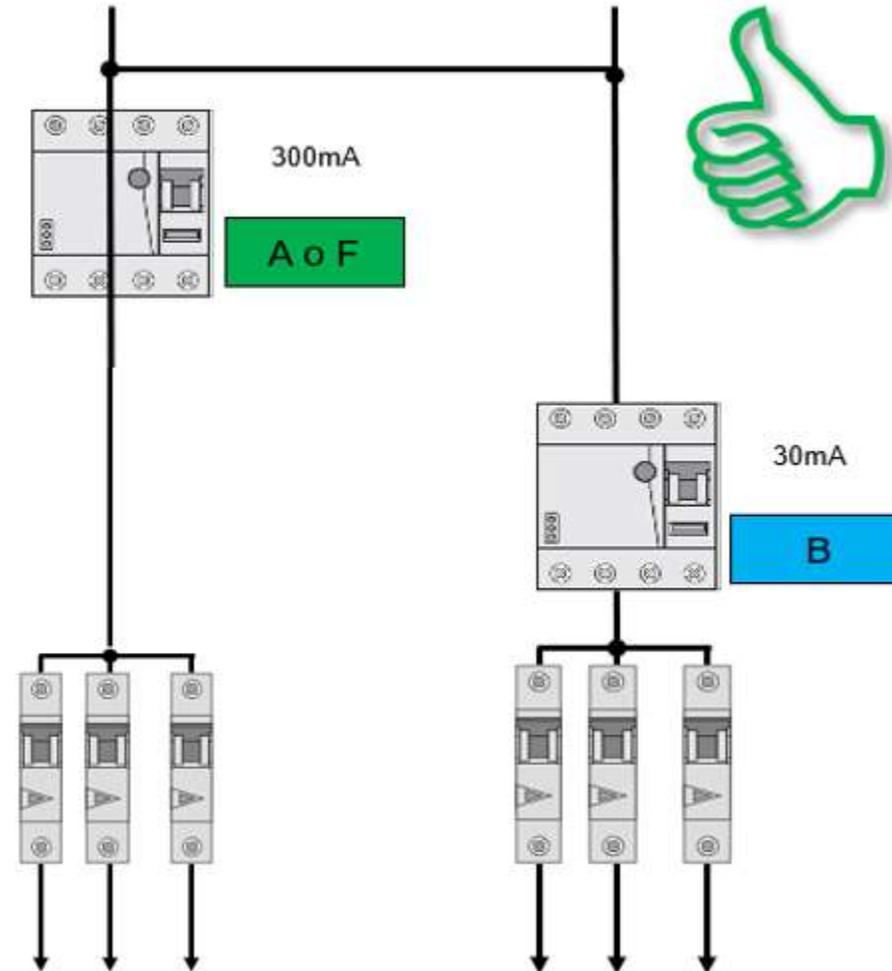
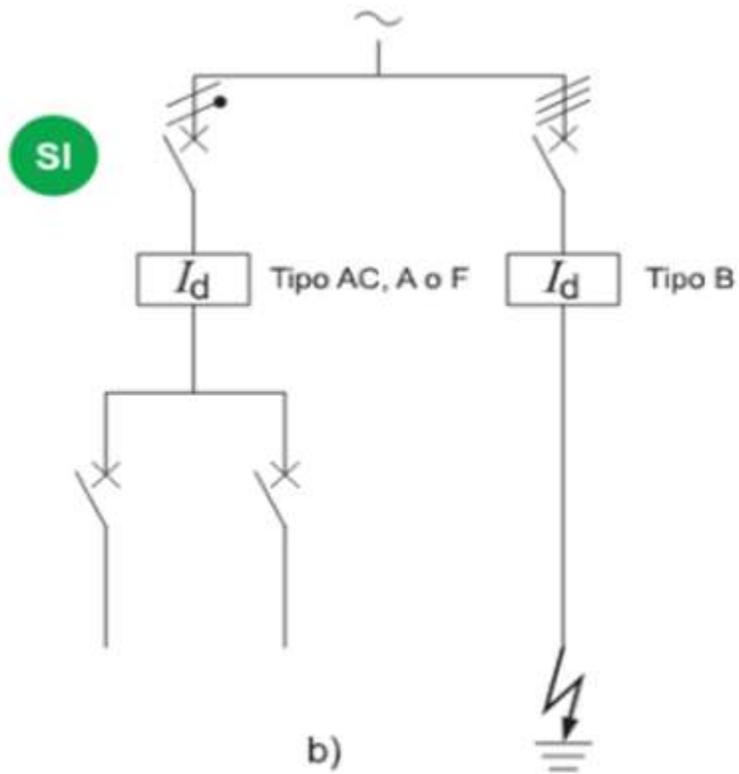
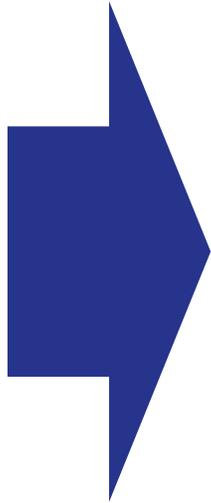
Inv. **MONO**fase (1P+N) → RCD tipo **F**

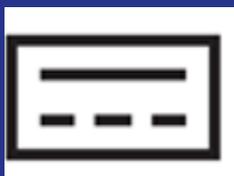
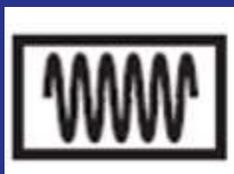
Inv. **TRIf**ase (o 2Fase) → RCD tipo **B**



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.

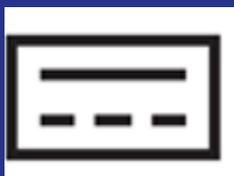
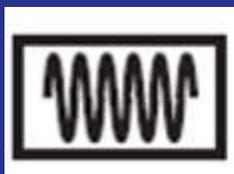
Data Pubblicazione

2013-07

Titolo

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

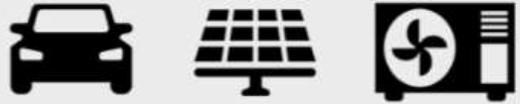
- CEI EN 61008-1 → Differenziali Puri (RCCB)
 - CEI EN 61009-1 → MT-Differenziali e Blocchi differenziali (RCBO)
 - **+ CEI EN 62423** → tipi F e B, (RCCB o RCBO)
-
- CEI EN 60947-2 → Apparecchiature a bassa tensione - Interruttori automatici
 - Allegato B: Interruttori con protezione differenziale incorporata
 - 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

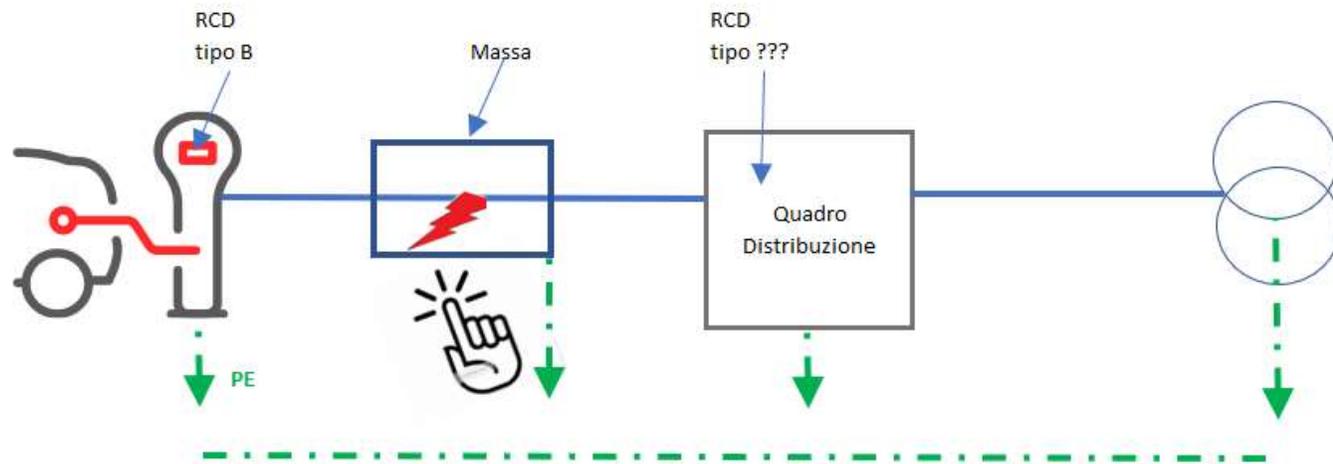
NON E' la Multifrequenza

ma

La **Corrente Continua**



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



Esempio di massa: canalina metallica in posteggio Supermercato fra Quadro di distribuzione e le colonnine

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)



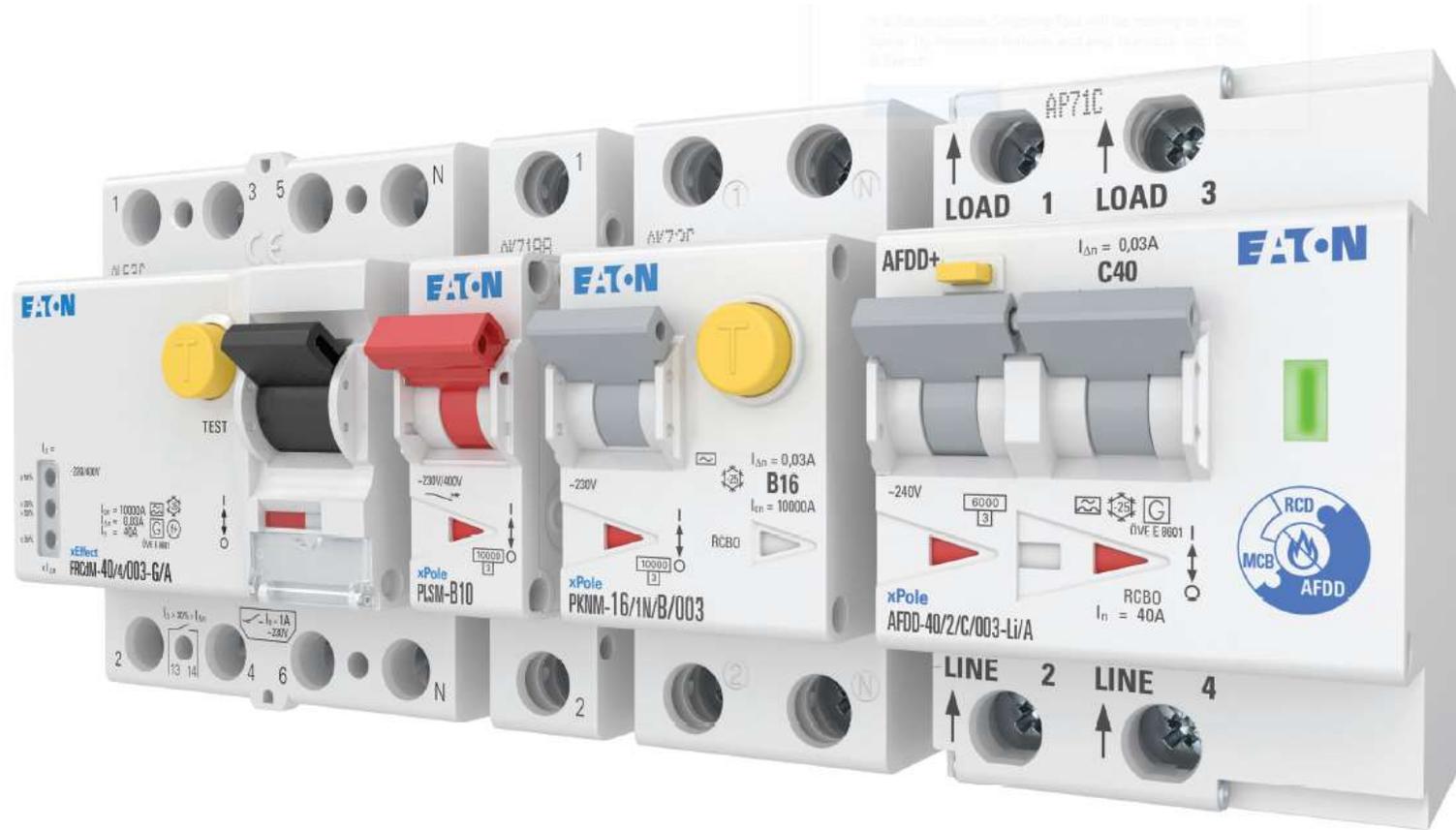




GRAZIE



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

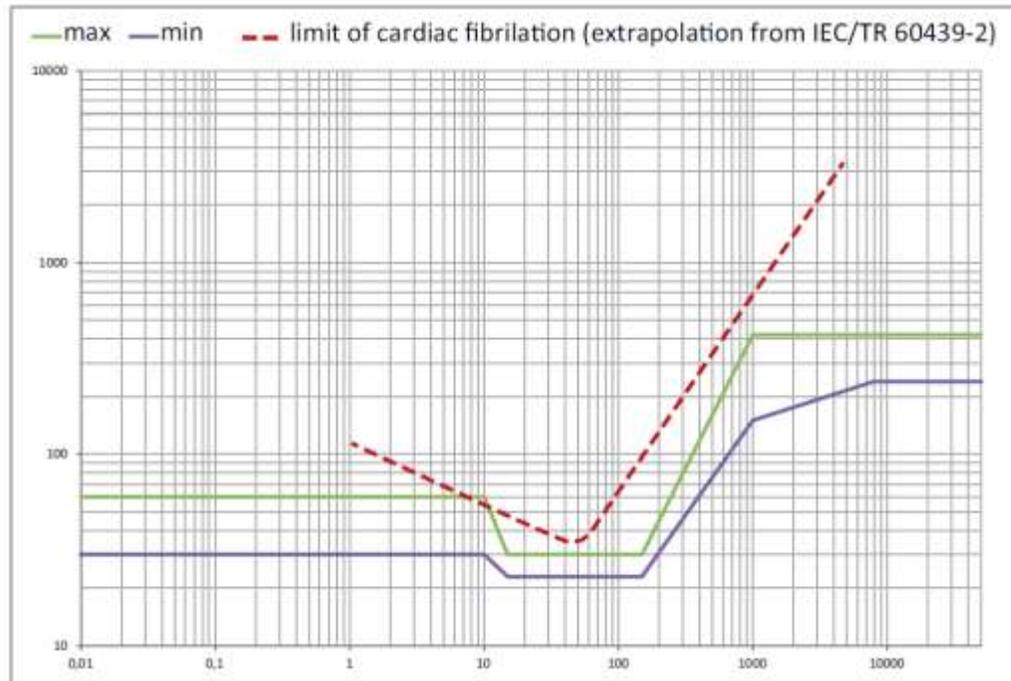


Segnalazione % correnti di dispersione

- LED frontale
- Contatto NA per segnalazione a distanza

➡ Monitoraggio e aiuto alla diagnostica

EATON – RCD tipo Bfq

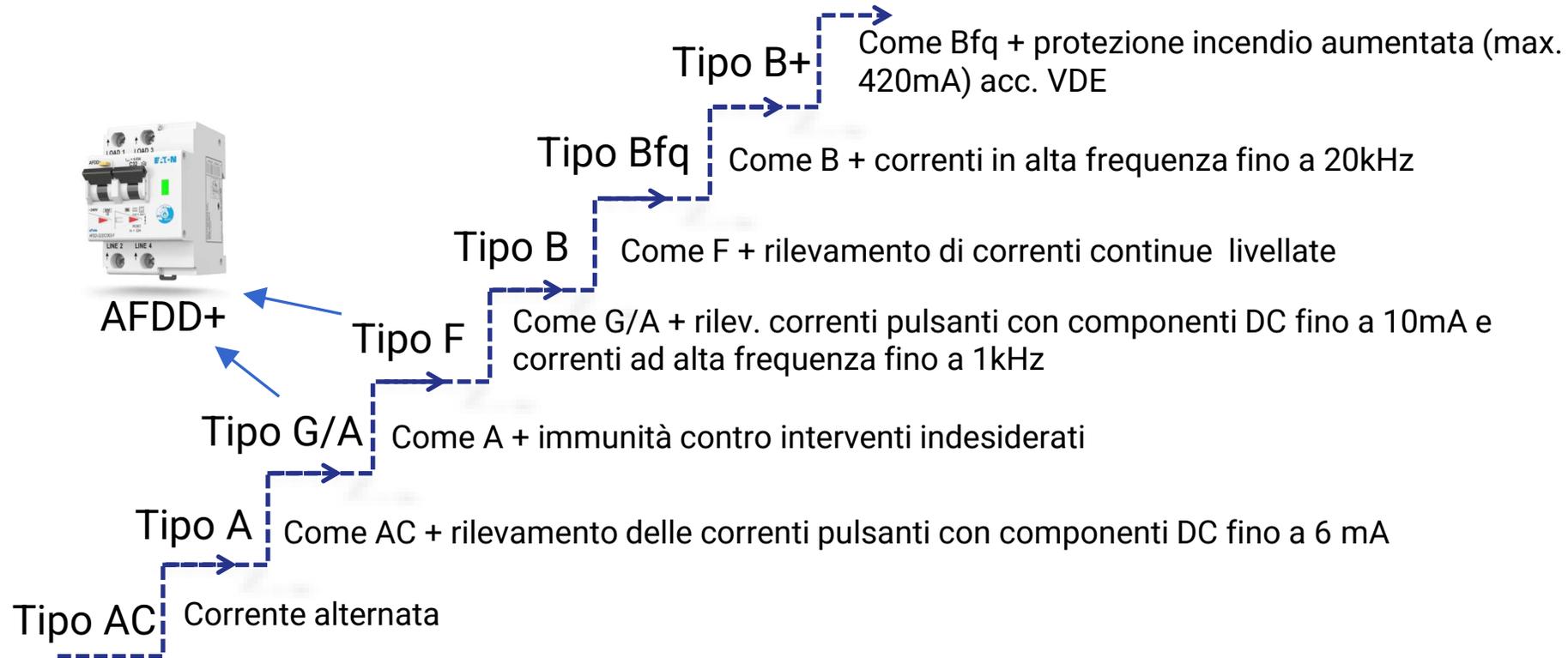


Risposta in frequenza fino a 20kHz

- 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