

Webinar Voltimum

30 Aprile 2021

CEI 64/8 V3 – Differenziali F e B: dalle norme alle applicazioni nell'industriale e nel residenziale

Relatore:

Paolo Tagliabue

Product Marketing Manager Eaton Italia

Apparecchi modulari & Energy Storage -



Evoluzione utenze

Efficientamento Energetico

Evoluzione Norme

Evoluzione Apparecchi di Protezione

3 Gli apparecchi ad alta efficienza energetica



sono sempre più spesso dotate di **inverter di frequenza...**



... e le pompe di calore,
gli inverter FV e le
ricariche di veicoli elettrici

portano ad un uso
sempre più massimo
della

Corrente Continua



EATON: una storia di innovazione che dura da 60 anni

Dal primo brevetto ad oggi, Eaton è stata costantemente impegnata nello sviluppo di dispositivi di protezione al passo, e a volte prevenendo, lo sviluppo tecnologico delle utente

					
 1957 Prof. Biegelmeier riceve il brevetto per il primo RCCB	 1965 Unità di sgancio a magnete permanente cuore dei moderni RCD	 1980 Prima gamma di Modulari (RCDs, MCBs)	MOELLER  2009 Svilupa il primo differenziale a controllo elettronico	EATON 2014 Lancia i nuovi Differenziali tipo B, Bfq e B+	EATON 2016 Primo RCBO con protezione ad Arco integrate AFDD

Agenda

- Transizione Energetica & Evoluzione della protezione
- Il funzionamento del Differenziale
- Forme d'onda e tipologia differenziali
- Esempi applicativi e di scelta
- Norme di riferimento
- La gamma di Eaton

Agenda

- Transizione Energetica & Evoluzione della protezione
- **Il funzionamento del Differenziale**

Premessa – acronimi

MCB: magnetotermico modulare
Minature Circuit Breaker

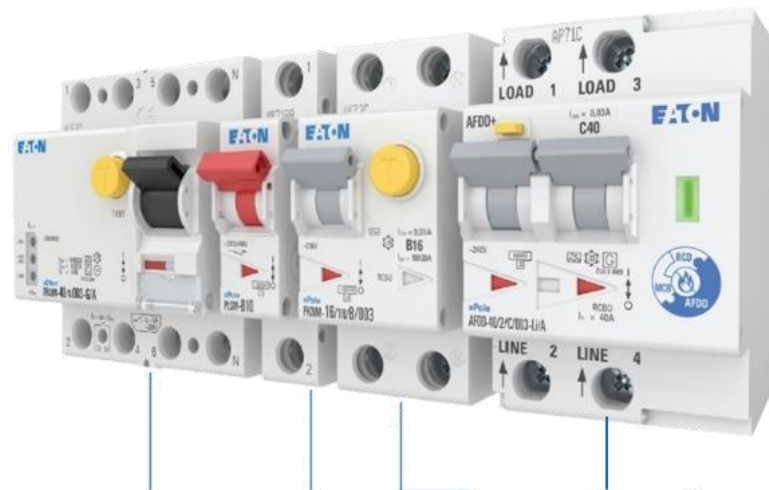
RCD: dispositivo di protezione differenziale
Residual Current Device

Che si differenziano poi in

RCCB: differenziale puro

RCBO: magnetotermico-differenziale (MCB+RCD)

AFDD+ : RCBO + AFDD rilevazione archi



RCCB

Differenziale
puro

MCB

Magnetotermico

RCBO

Magnetotermico-
Differenziale

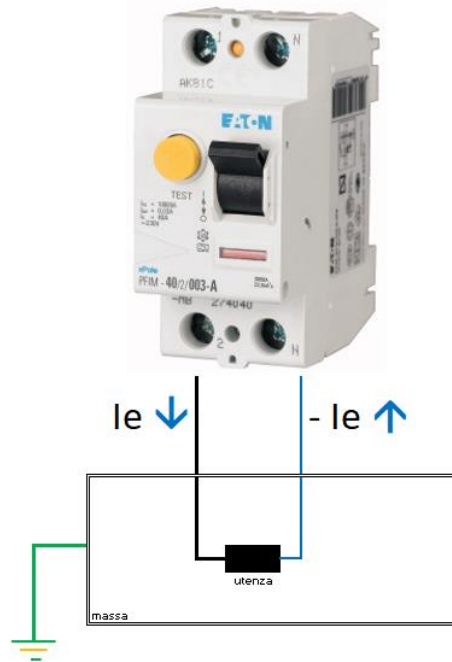
AFDD+

Magnetotermico-
Differenziale
+ Rilevazione Archi

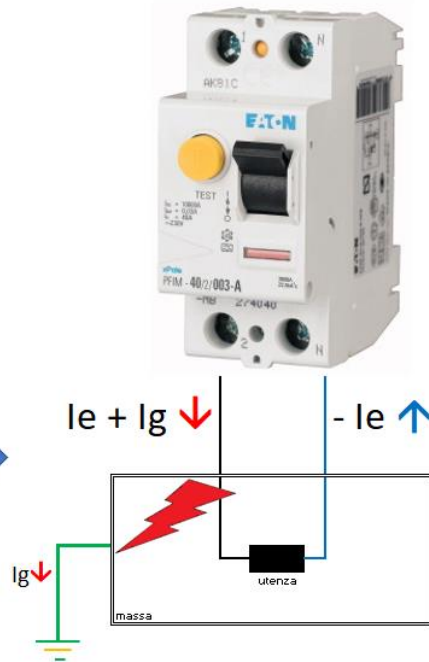
Principi base del funzionamento del Differenziale

Il principio base su cui lavorano i Differenziali è la capacità di rilevare appunto correnti «differenziali».

Vale a dire:
Differenza (somma vettoriale) fra le correnti d'esercizio e un'eventuale corrente di guasto o di dispersione



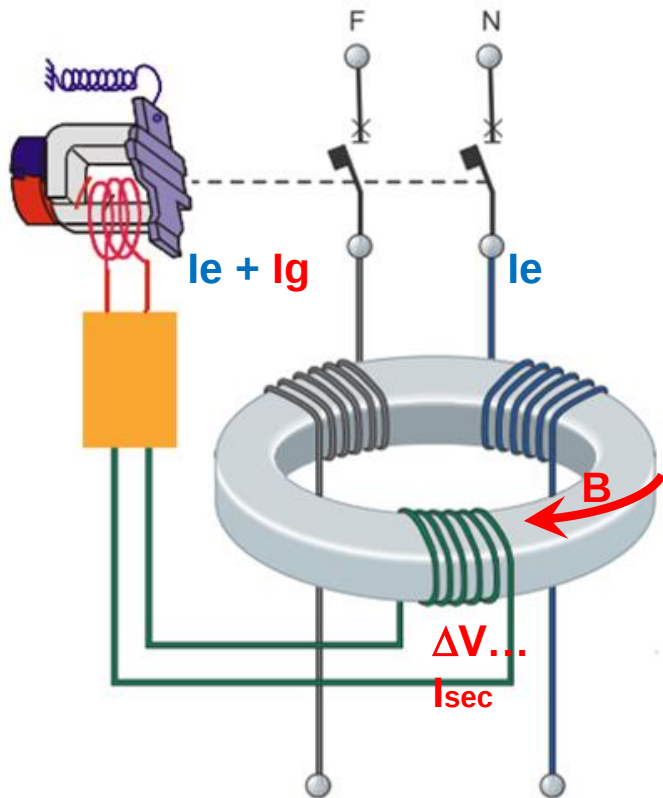
$$\Sigma I = I_e - I_e = 0$$



$$\Sigma I = (I_e + I_g) - I_e = I_g$$

SE $\Sigma I > I_{\Delta n} \rightarrow$ Sgancio

Principi base del funzionamento del Differenziale



Un eventuale corrente «differenziale» > 0



genera per induzione un campo magnetico H e quindi magnetizzazione B nel Trasformatore Toroidale



Che a sua volta induce una Tensione e quindi una corrente sul circuito secondario

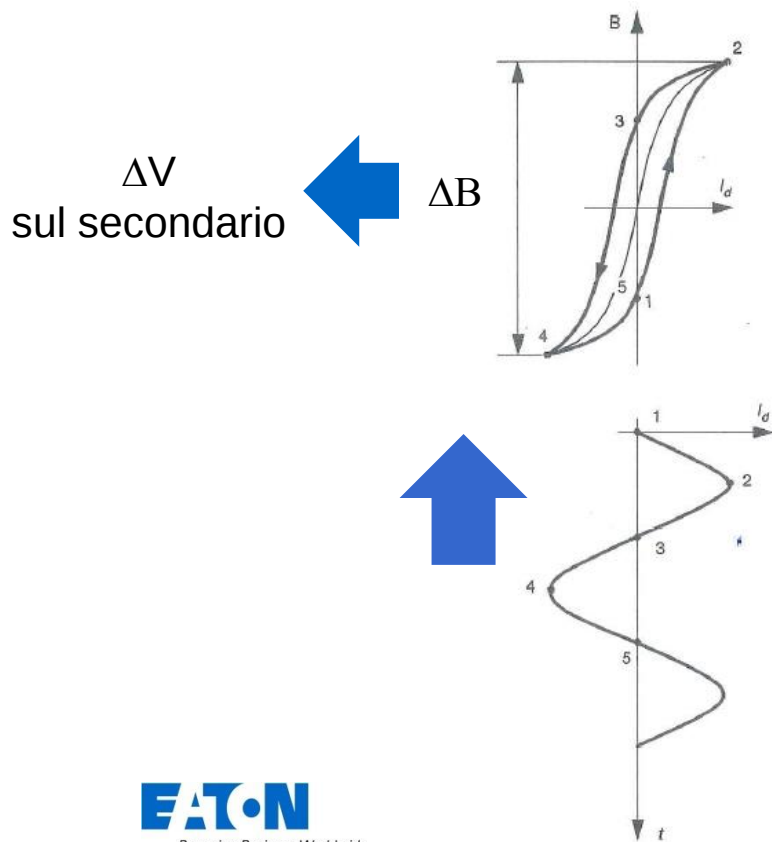


Se i valori rilevati sono superiori alla Soglia di intervento ($I\Delta n$)



Il differenziale apre

Principi base del funzionamento del Differenziale



Il Toroide è composto da Materiale Ferromagnetico.
Sottoposto al Campo Magnetico H prodotto dalla corrente differenziale I_d , induce una Magnetizzazione B variabile insieme alla corrente secondo un ciclo di Isteresi.
La variazione ΔB provocherà di conseguenza un ΔV sul secondario.

Correnti di Guasto & Correnti di Dispersione

Oltre alle correnti di GUASTO – veri e propri cortocircuiti verso terra –

Guasti a terra

→ cortocircuito = isolamento danneggiato

Il toroide del differenziale è interessato anche dalle:

Correnti di dispersione (***Leakage current***)

→ impianti non guasto

Quest'ultime fluiscono anche durante il normale funzionamento dell'apparecchio

Esse provocano una pre-magnetizzazione del toroide del differenziale e in alcuni casi portano anche allo sgancio (indesiderato) del differenziale

Correnti di Dispersione

Ogni apparecchio o impianto elettrico mostra un certo livello di corrente dispersa costante determinata dalla qualità d'isolamento del dispositivo elettrico, design, invecchiamento, presenza di filtri EMC, effetto di umidità, calore ...

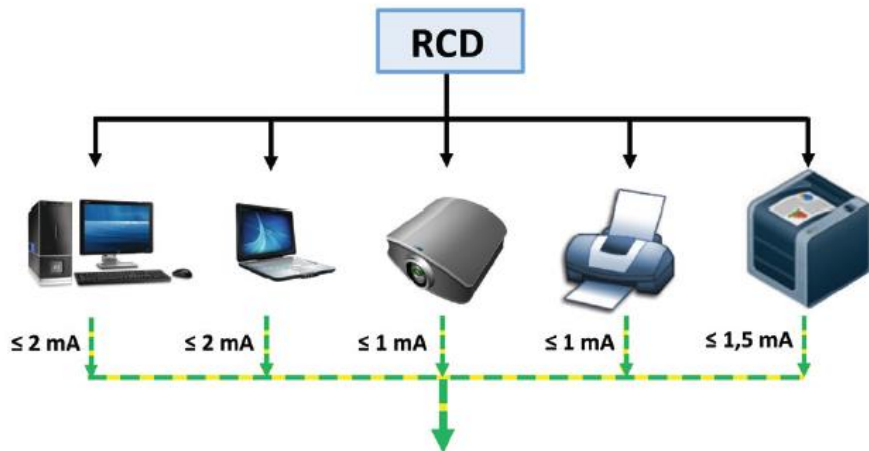
Limiti di dispersione imposti ai costruttori dalla norma IEC/EN 61140

Dispositivi mobili (a spina) fino a 32A

In apparecchio	Max I dispersione vs. PE
$\leq 4A$	▶ 2 mA
4 .. 10 A	▶ 0,5mA / A
> 10 A	▶ 5 mA

Dispositivi fissi

In apparecchio	Max I dispersione vs. PE
$\leq 7A$	▶ 3,2 mA
7 .. 20 A	▶ 0,5mA / A
> 20 A	▶ 10 mA

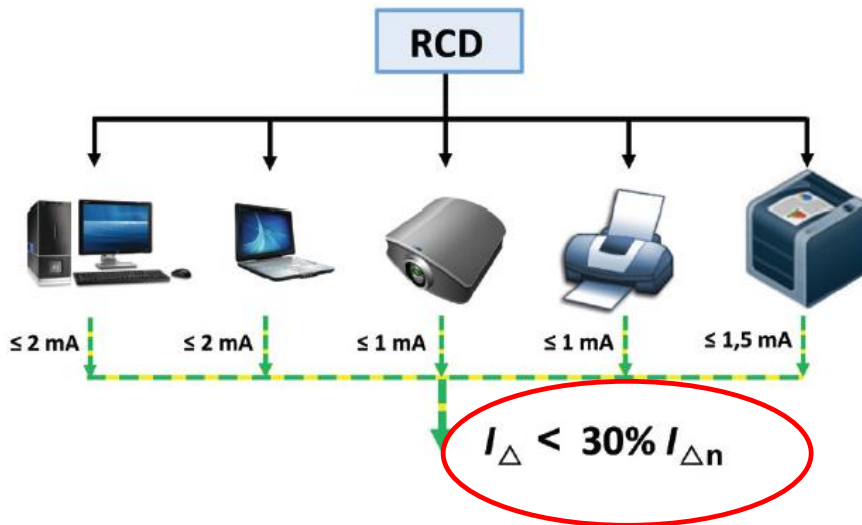


- pre-magnetizzazione del differenziale
- Possibili sganci intempestivi

Correnti di Dispersione & Differenziali

In fase di progettazione dell'impianto buona norma è suddividere le linee in modo che

$$\rightarrow \sum I_{\Delta} < 30\% I_{\Delta n}$$



Agenda

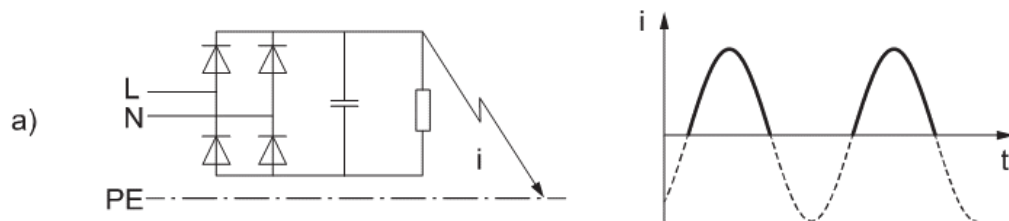
- Transizione Energetica & Evoluzione della protezione
- Il funzionamento del Differenziale
- **Forme d'onda e tipologia differenziali**

Forme d'onda e tipologia differenziali

Ma la corrente differenziale raramente è puramente sinusoidale alternata !

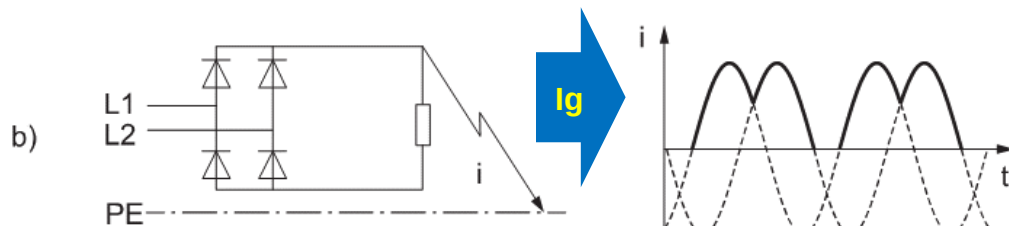
Forme d'onda e tipologia differenziali

Ma la corrente differenziale raramente è puramente sinusoidale alternata !



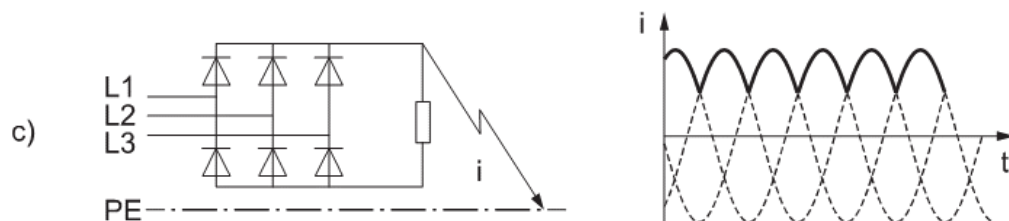
a) Circuito **F-N**

↪ corrente I_g unidirezionale pulsante



b) Circuito **F-F**:

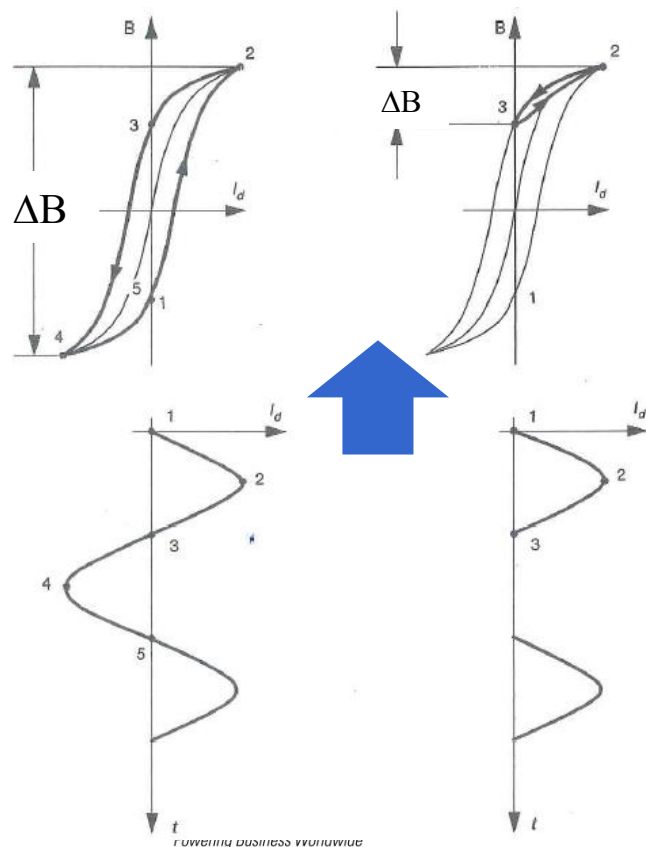
↪ corrente I_g «quasi» continua



c) Circuito **3F**:

↪ corrente I_g «continua» («livellata»)

Forme d'onda e tipologia differenziali

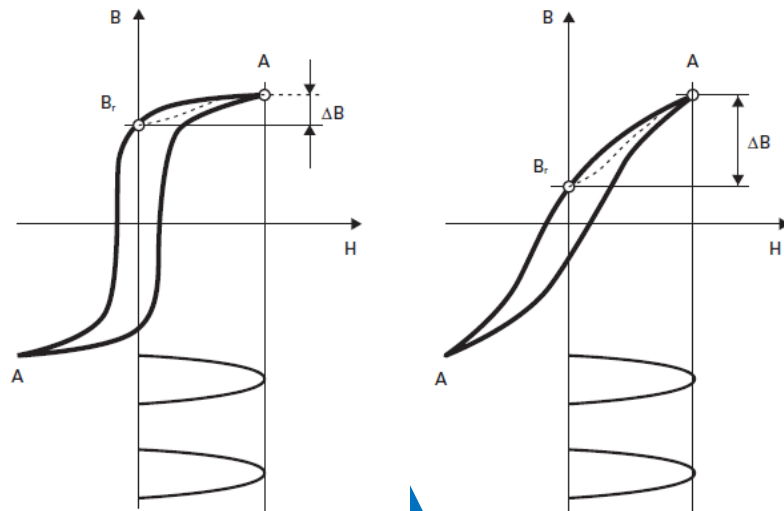


In base alla forma d'onda della I_d ,
dipendente dal tipo di utenza e/o alimentazione

- La magnetizzazione del toroide può non essere sufficiente
- il differenziale non è in grado di intervenire

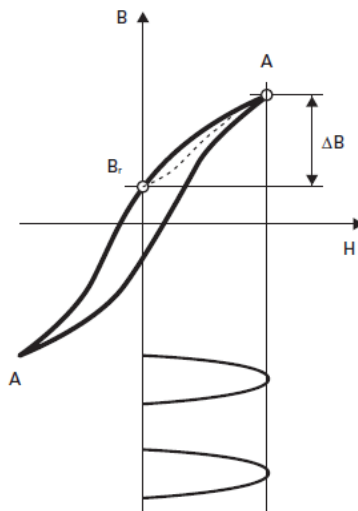
⇒ **Servono RCD specifici !!!**

Forme d'onda e tipologia differenziali



RCD tipo

AC



RCD tipo

A

Il tipo A,

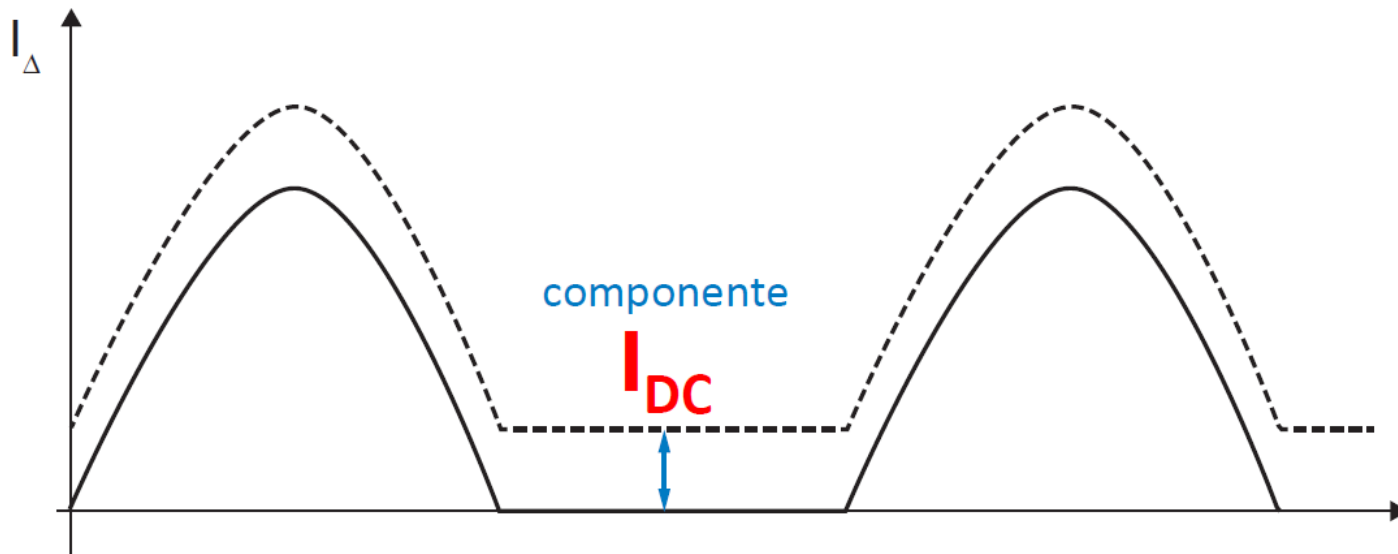
Grazie

- al materiale ferromagnetico del toroide
- Elettronica di amplificazione del segnale

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

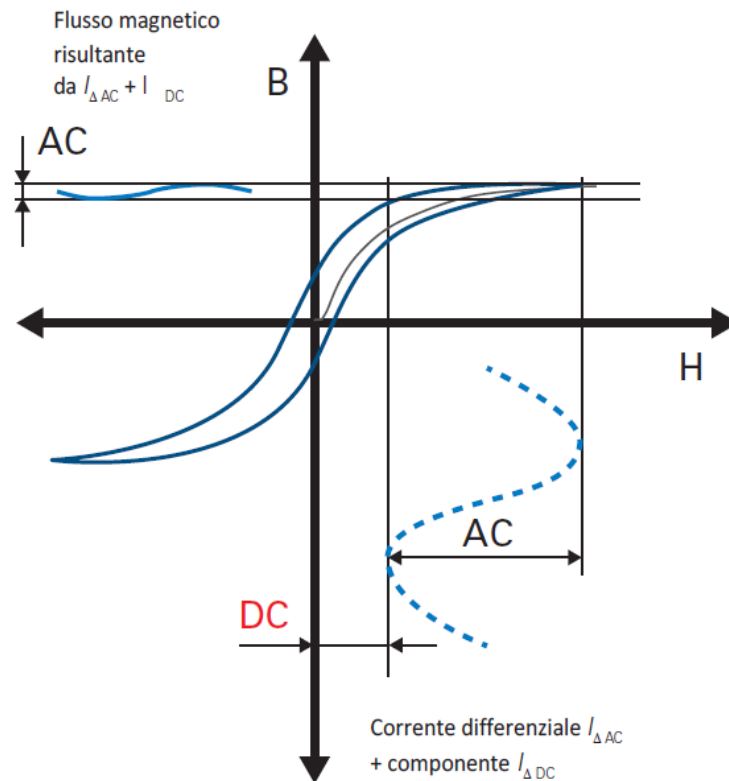
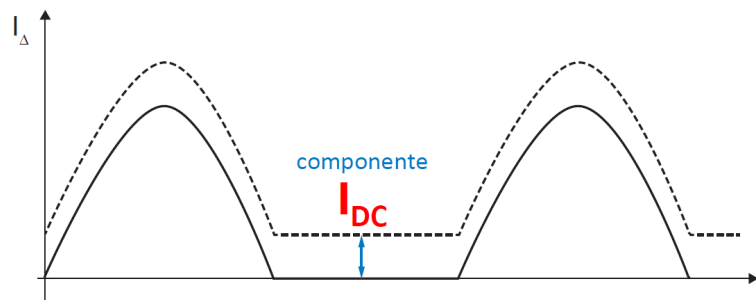
Forme d'onda e tipologia differenziali

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



Forme d'onda e tipologia differenziali

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



Forme d'onda e tipologia differenziali

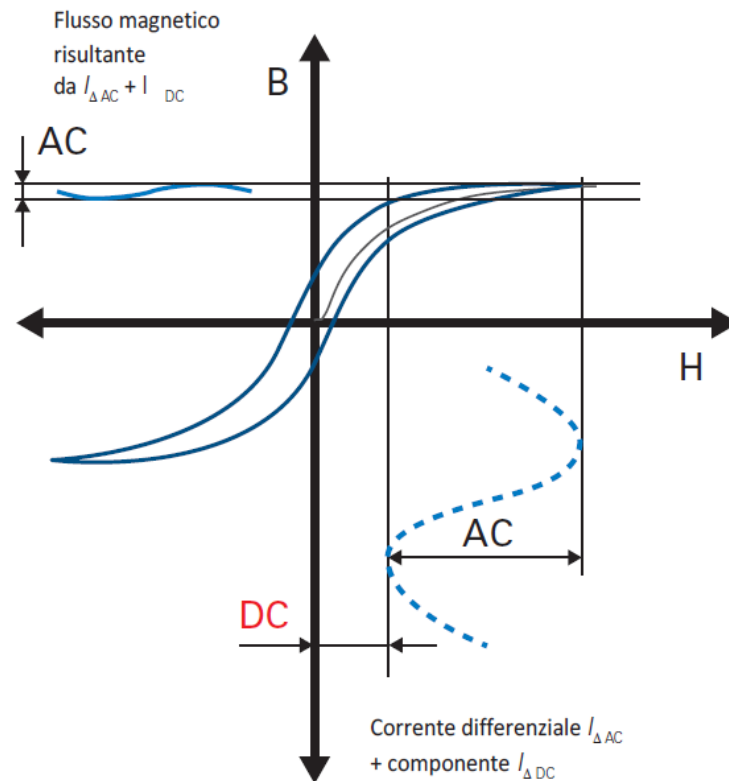
E cosa accade se alla corrente differenziale in AC si somma un **componente in DC** ?



La magnetizzazione risultante non è più sufficiente !

Se nel circuito fluisce una corrente continua oltre un certo limite

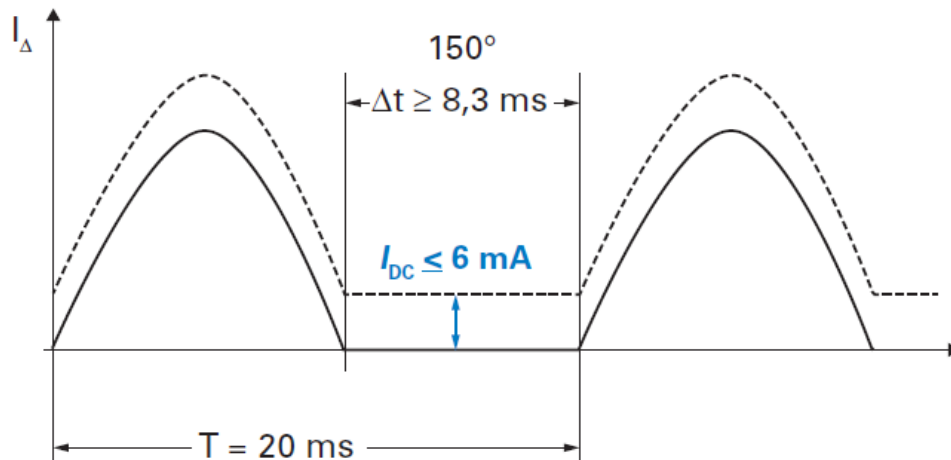
Il differenziale si «satura» e non interviene anche in presenza di una corrente di guasto alternata sinusoidale



Forme d'onda e tipologia differenziali

Qual è il limite di I_{DC} oltre al quale il differenziale si satura?

➔ RCD tipo A
 $I_{DC} \leq 6 \text{ mA}$



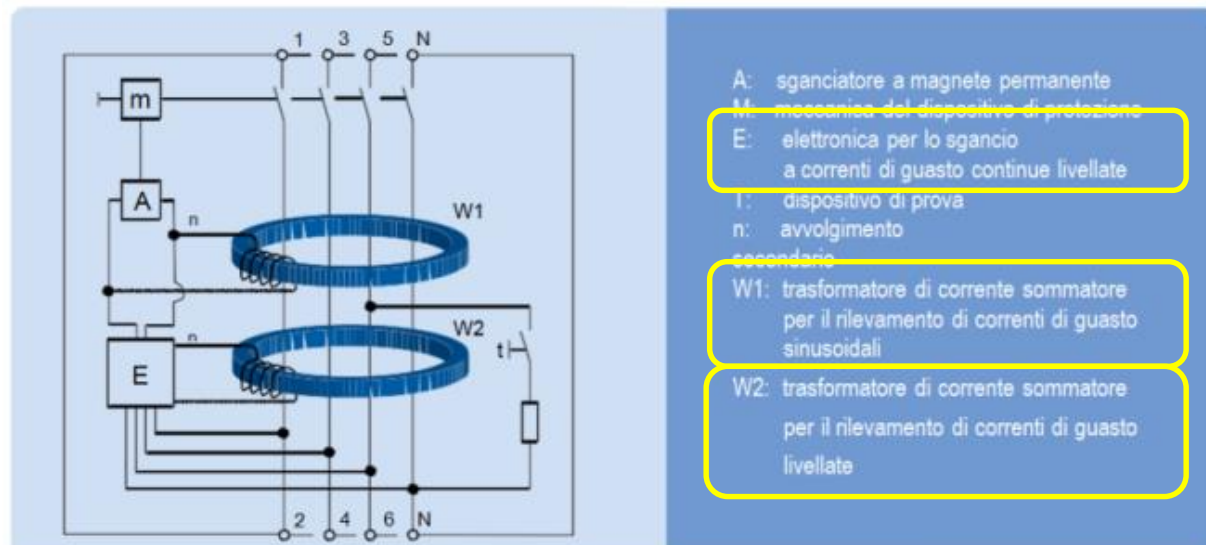
Forme d'onda e tipologia differenziali

E oltre il 6 mA ?

➡ RCD tipo **F**
 $I_{DC} \leq 10 \text{ mA}$

➡ RCD tipo **B**
 $I_{DC} > 10 \text{ mA}$
o anche puramente DC

Tecnologia costruttiva RCD tipo B



Il Differenziale in Classe B in questo modo è in grado di rilevare correnti di guasto di qualsiasi natura:

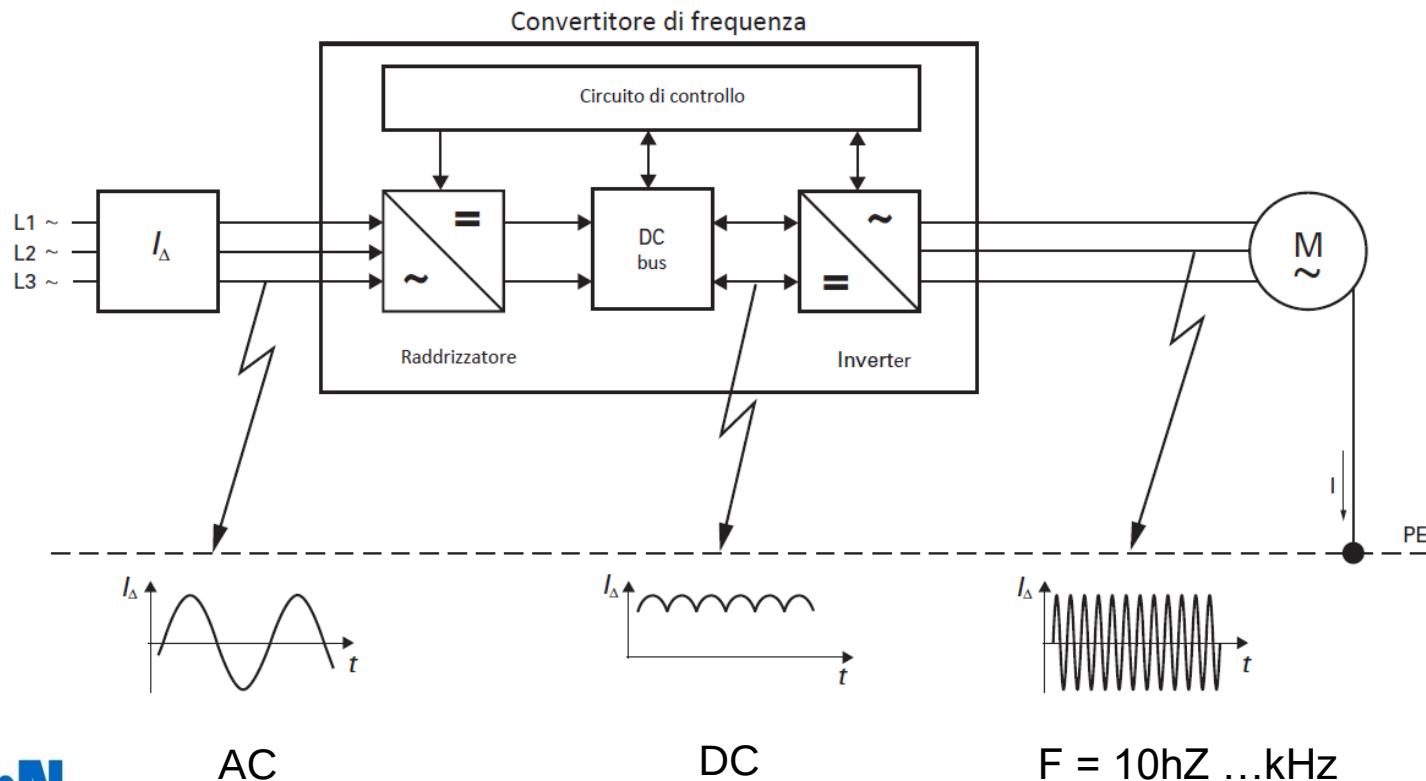
- Sia quelle alternate sinusoidali
- Sia quelle pulsanti unidirezionali + componenti DC
- Sia quelle «livellate» continue



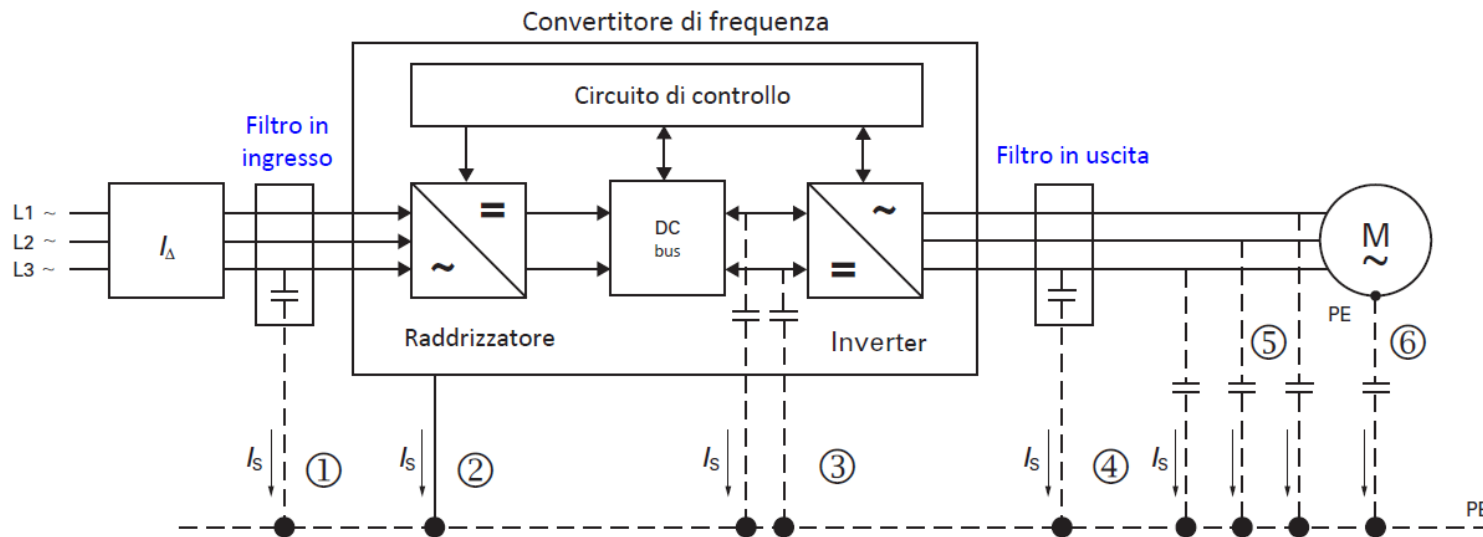
Agenda

- Transizione Energetica & Evoluzione della protezione
- Il funzionamento del Differenziale
- Forme d'onda e tipologia differenziali
- **Differenziali & Inverter**

Inverter – Correnti di GUASTO



Inverter – Leakage current / DISPERSIONI



I_s : leakage currents

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

Inverter – Leakage current / I disperse

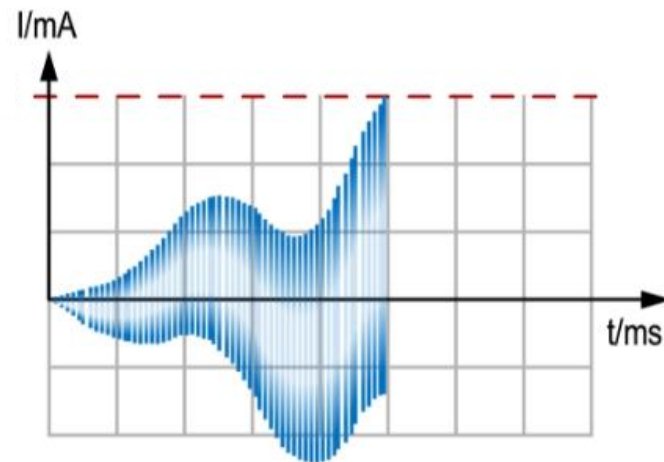
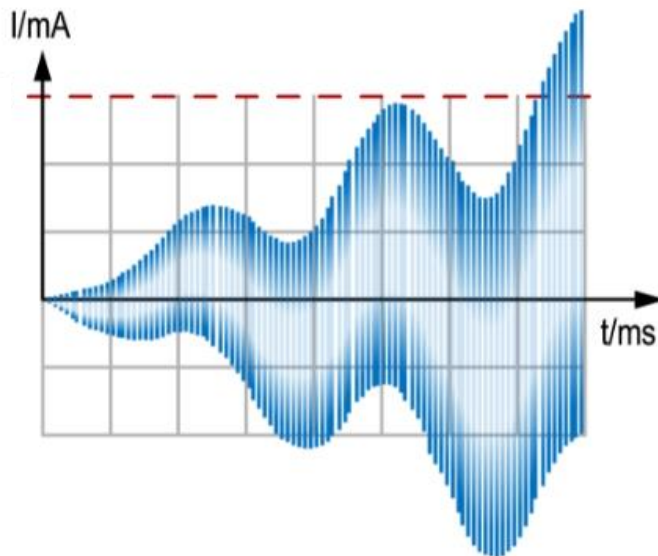
A causa delle elevate correnti di dispersione, buona norma suddividere le linee di alimentazione ad utenze servite da inverter

→ 1 RCD max ogni 3 Inverter

Differenziali & Inverter



E qual è l'effetto della
FREQUENZA
sui tempi d'intervento ?



Powering Business Worldwide

Effetto FREQUENZA

I differenziali di tipo **AC e A** sono testati e idonei solo per correnti di guasto (e di dispersione) da **50/60Hz**

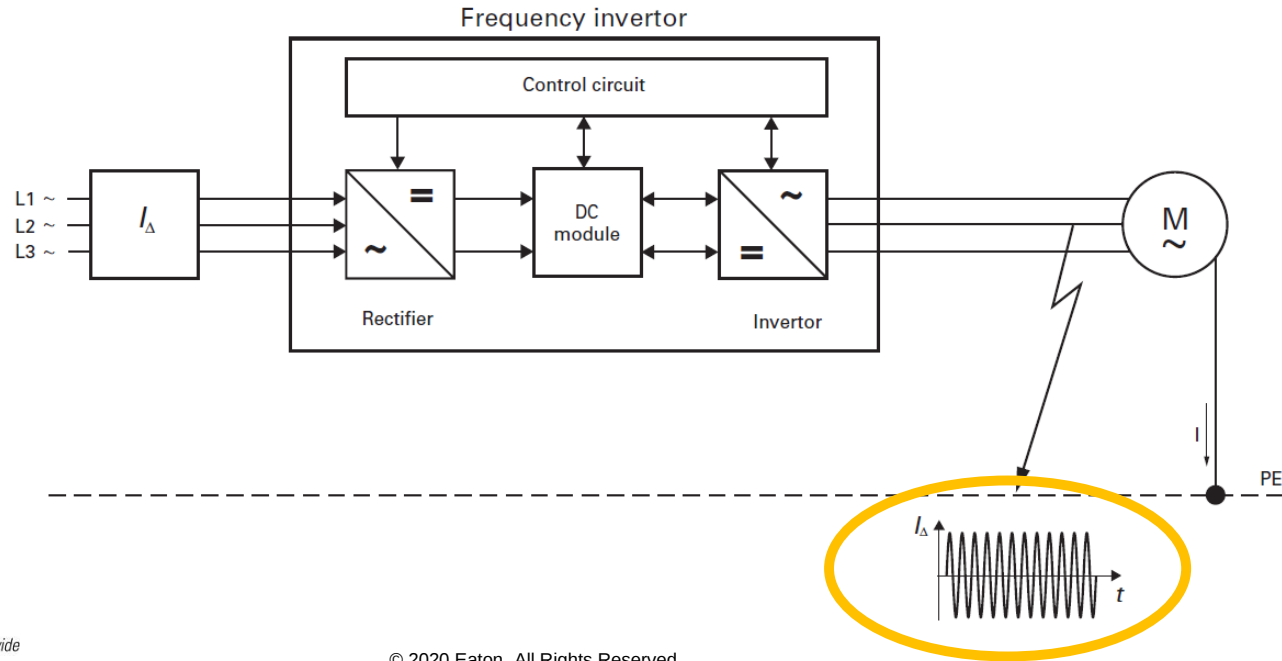
Effetto FREQUENZA

I differenziali di tipo **AC** e **A** sono testati e idonei solo per correnti di guasto (e di dispersione) da **50/60Hz**

I differenziali di tipo **F** e **B** sono invece testati e idonei anche per un mix di frequenze fino a **1 kHz** (sec. EN62423)

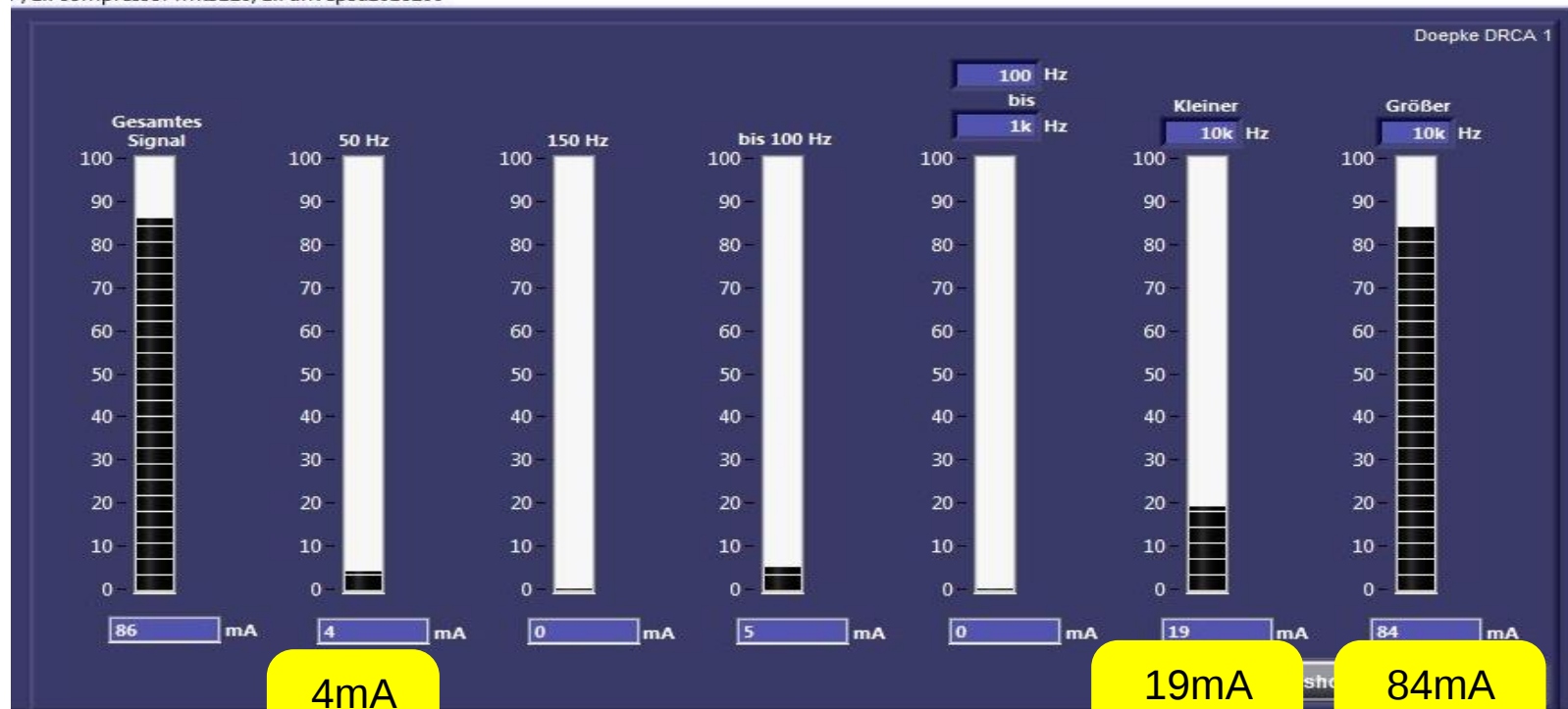
Effetto FREQUENZA

Ma, specialmente in ambito di **automazione industriale**, le frequenza di clock dei motori vanno dalle basse frequenze (10Hz) alle **decine di kHz**.



Un esempio reale di Multifrequenza

, 1x compressor fmt5126, 1x drivepsd1016200

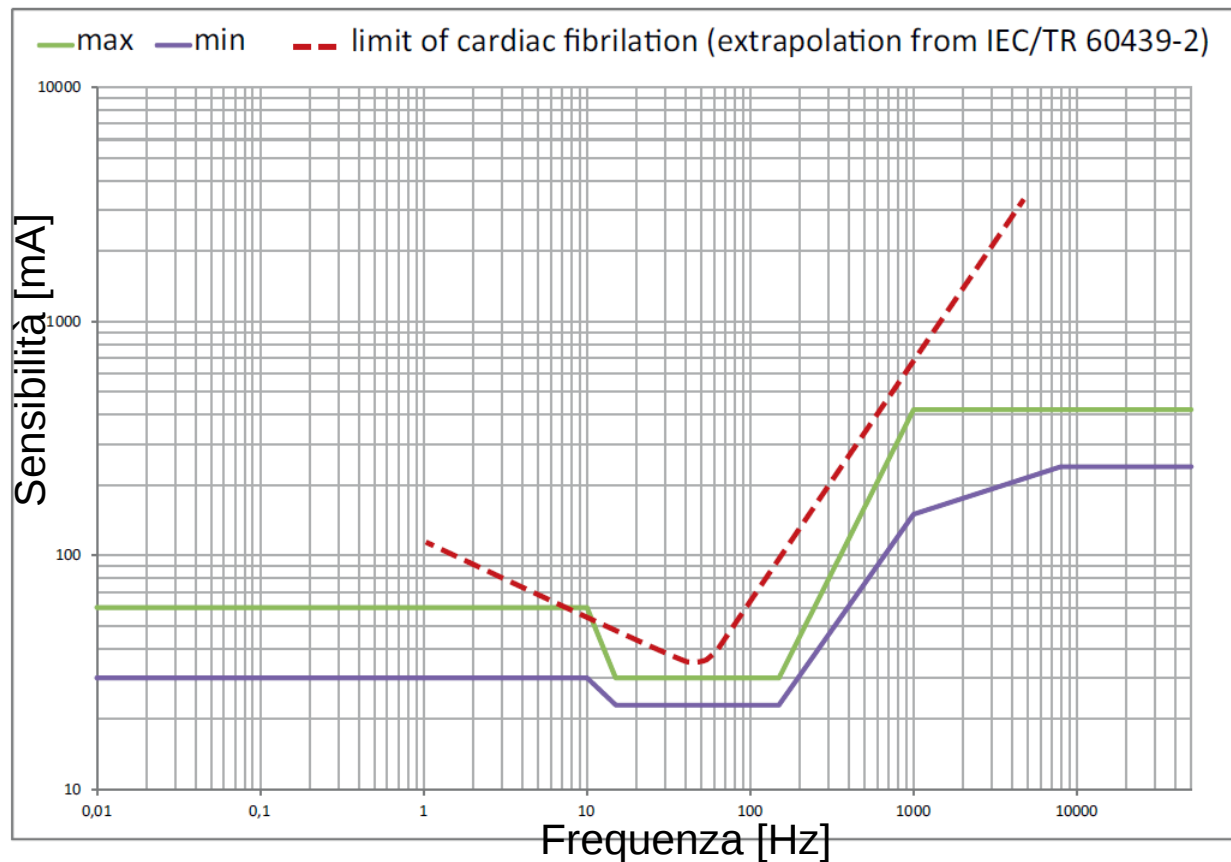


Effetto FREQUENZA

Per questo motivo Eaton ha sviluppato anche un RCD tipo B specificatamente studiato per gli inverter a variazione di frequenza:

→ Bfq con una risposta in frequenza fino a 20kHz

Effetto FREQUENZA



RCD tipo **Bfq** Eaton:

- Risposta in frequenza fino a 20kHz
- Soglie più alte ad alte frequenze diminuendo gli sganci intempestivi

Nell'esempio a fianco:

- a 50Hz → $I_{dn} = 30\text{mA}$
- a 1 kHz → $I_{dn} = 300\text{mA}$

Comunque in accordo a limite per protezione da fibrillazione cardiaca

Quindi in caso di Inverter serve
sempre necessariamente
un differenziale tipo B ?

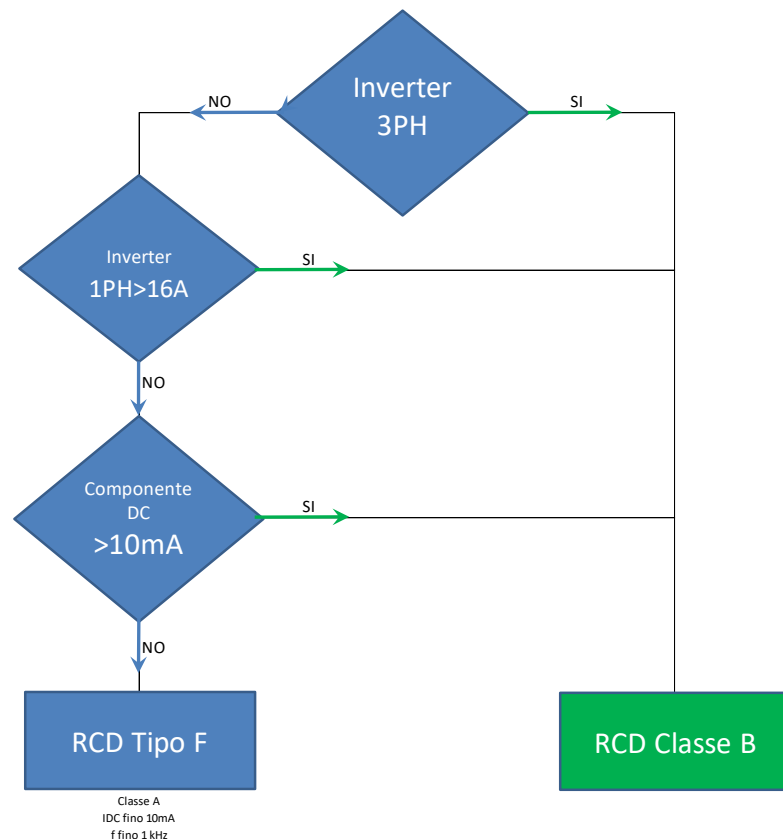
Differenziali & Inverter

La discriminante è:

Inverter MONO o TRI-FASE ?

Inv. **MONO**fase → RCD tipo **F**

Inv. **TRI**fase → RCD tipo **B**

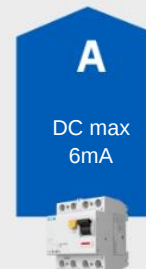


Per ogni carico una protezione adeguata

Tipi di carico



Tipi di correnti di guasto e di dispersione



Agenda

- Transizione Energetica & Evoluzione della protezione
- Il funzionamento del Differenziale
- Forme d'onda e tipologia differenziali
- **Esempi applicativi e di scelta**

Residenziale – utenze monofase

Elettrodomestici, Pompe di calore e Condizionatori con inverter 1ph

In genere:

- Inverter 1ph → tipo F

Problema principale è la Multifrequenza



Fotovoltaico

Fotovoltaico:

Chiedere a costruttore Inverter FV se ingloba rilevatore DC e non inietta DC (sec. CEI 0-21)

In genere:

- Inv PV 1ph → tipo **A o F**
- Inv PV 3ph → tipo **B**

Non si hanno problemi di multifrequenza



Ricarica veicoli elettrici

Colonnine di ricarica:

Chiedere a costruttore colonnina EV se
ingloba differenziale B o rilevatore 6mA DC.

Altrimenti

- Colonnina 1ph & 3ph → **tipo B**

Non si hanno problemi di multifrequenza



UPS

Da UPS uso uffici a Data Center

- UPS 1ph → tipo **A o F o B** (vd costruttore)
- UPS 3ph → tipo **B**

Non si hanno problemi di multifrequenza

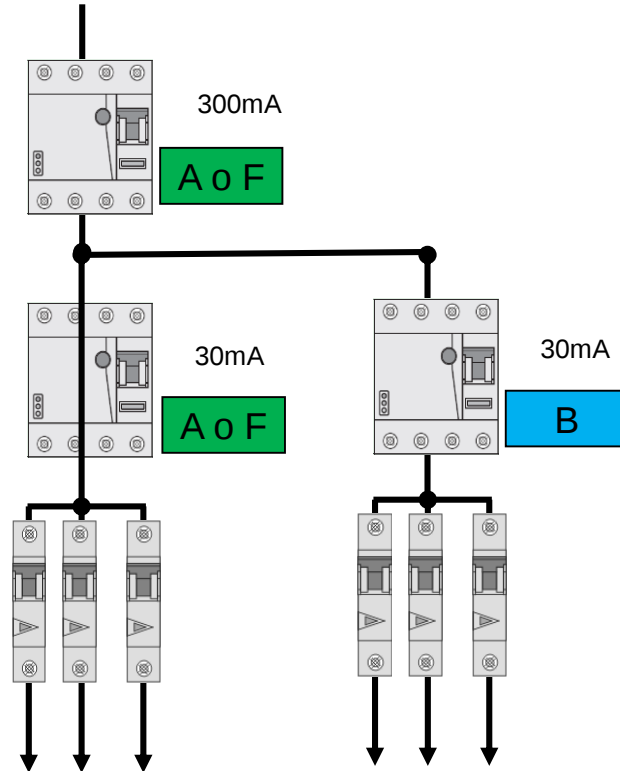
Industriale

Inverter per comando motore a velocità variabile

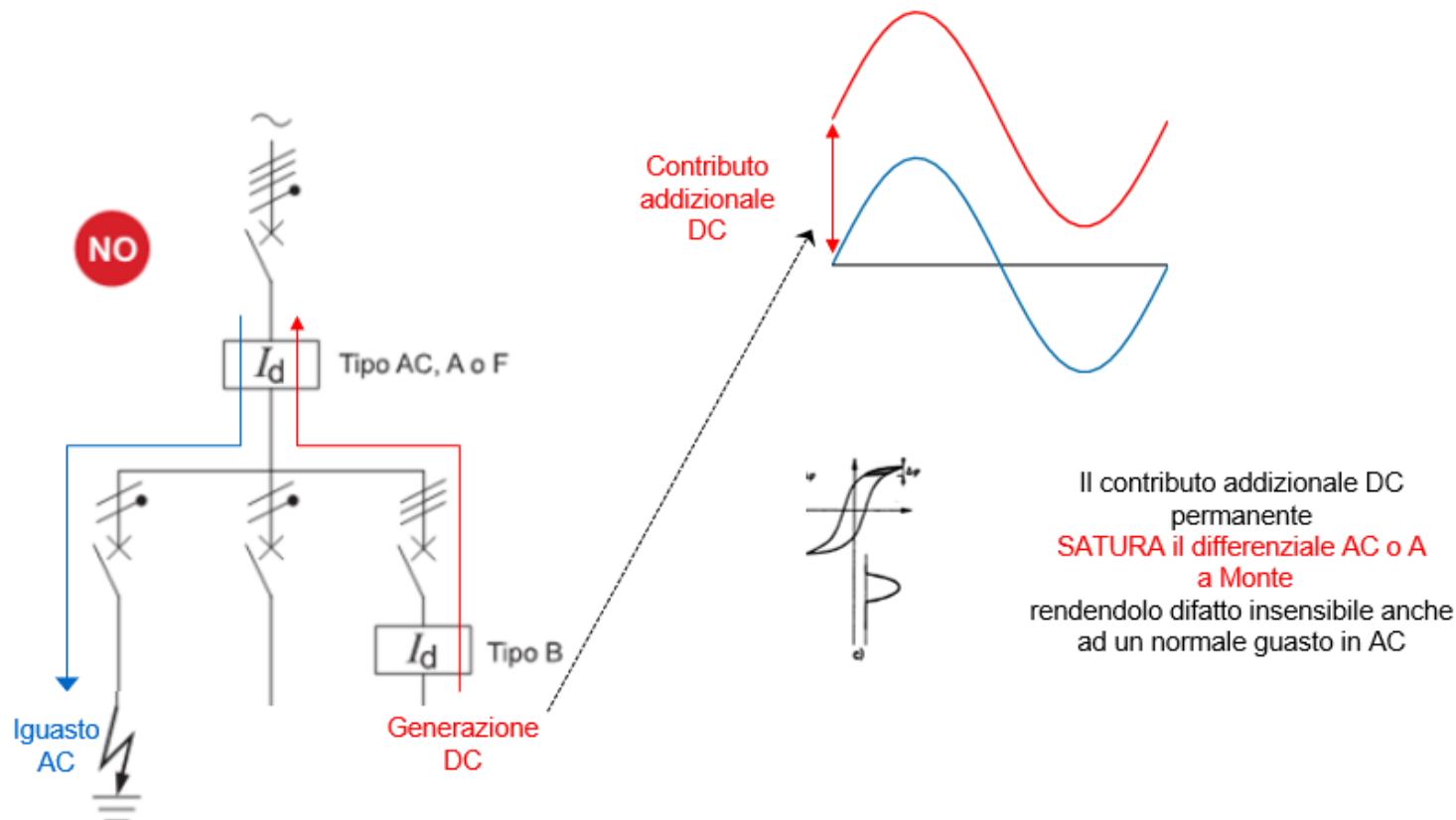
- Drive 1ph → tipo **A o F**
- Drive 3ph → tipo **Bfq**

Elevata presenza di **Multifrequenze!!!**

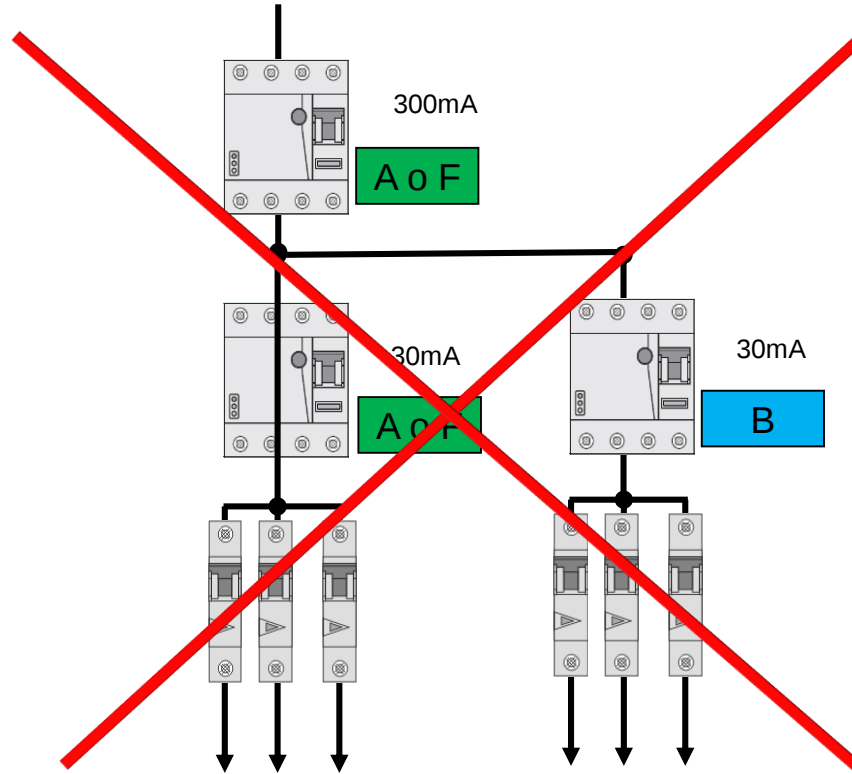
MAI un tipo A a monte di un B !!!



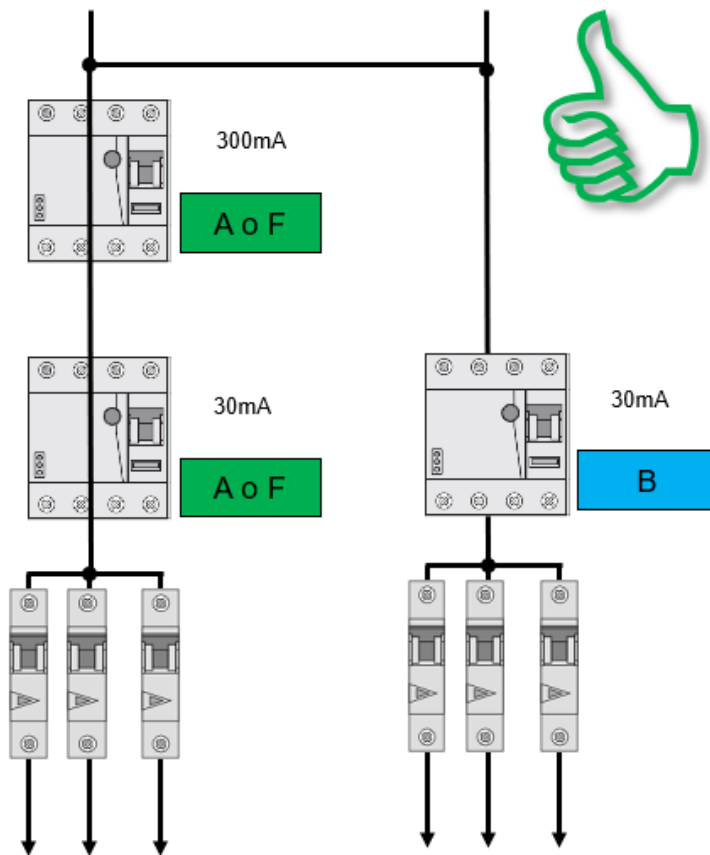
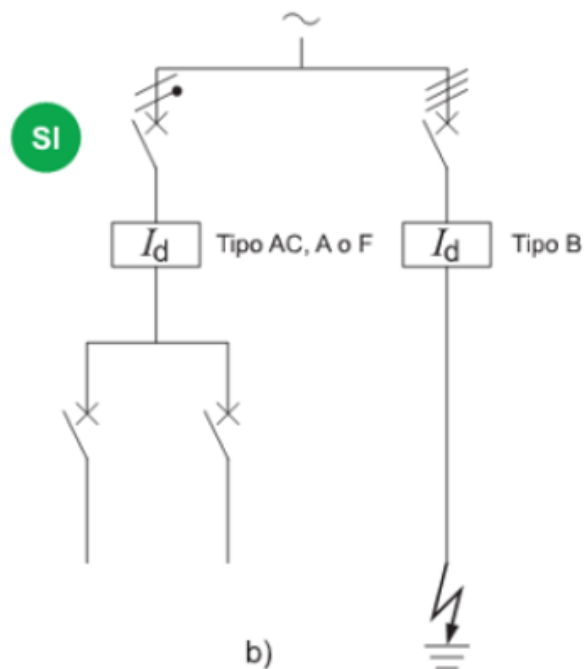
MAI un tipo A a monte di un B !!!



MAI un tipo A a monte di un B !!!



Tipi A e B su line separate



Agenda

- Transizione Energetica & Evoluzione della protezione
- Il funzionamento del Differenziale
- Forme d'onda e tipologia differenziali
- Esempi applicativi e di scelta
- **Norme di riferimento**

CEI 64/8 variante V3 @ 2017



La Variante V3 alla Norma CEI 64-8 del 2017 contiene le seguenti modifiche principali:

- Parte 4 - Prescrizioni per la sicurezza
- Parte 5 - Scelta ed installazione dei componenti elettrici
- Parte 7 - Ambienti ed applicazioni particolari

Parte 5 - Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Capitolo 53 - Dispositivi di protezione, sezionamento e comando

Prevede definitivamente le seguenti tipologie di Differenziali:

A seconda del loro comportamento in caso di presenza:

- Componenti in Continua
- Multifrequenza
 - Tipo **AC** no DC - 50/60Hz
 - Tipo **A** max 6mA DC - 50/60Hz
 - Tipo **F** max 10mA DC - multifrequenza
 - Tipo **B** > 10mA DC - multifrequenza con test fino a 1kHz

CEI 64/8 variante V3 @ 2017

531.3.4.1. e 531.3.4.2.

Indica a quali norme di prodotto i differenziali devono essere conformi

- Diff. Puri (RCCB) → CEI EN 61008-1 e CEI EN 61008-2-1
- MT-Differenziali (RCBO) → CEI EN 61009-1- e CEI EN 61009-2-1
- RCCB e RCBO **F e B** → CEI EN 62423
- Scatolati e Relè → CEI EN 60947-2

CEI EN 62423 – norma di prodotto per RCD F&B

TUTTI i tipi di differenziali devono sottostare alle prove previste dalla **EN61008** (RCCB) o **EN61009** (RCBO) . Tuttavia, l'utilizzo di nuove tecnologie elettroniche nell'apparecchiatura può dar luogo a correnti differenziali particolari non trattate in esse.

N O R M A I T A L I A N A C E I

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 simili

La Norma **EN62423** comprende le definizioni, le prescrizioni e le **prove supplementari** per gli RCCB e/o gli RCBO di tipo **F** e di tipo **B** per coprire situazioni particolari

CEI EN 62423 – norma di prodotto per RCD F&B

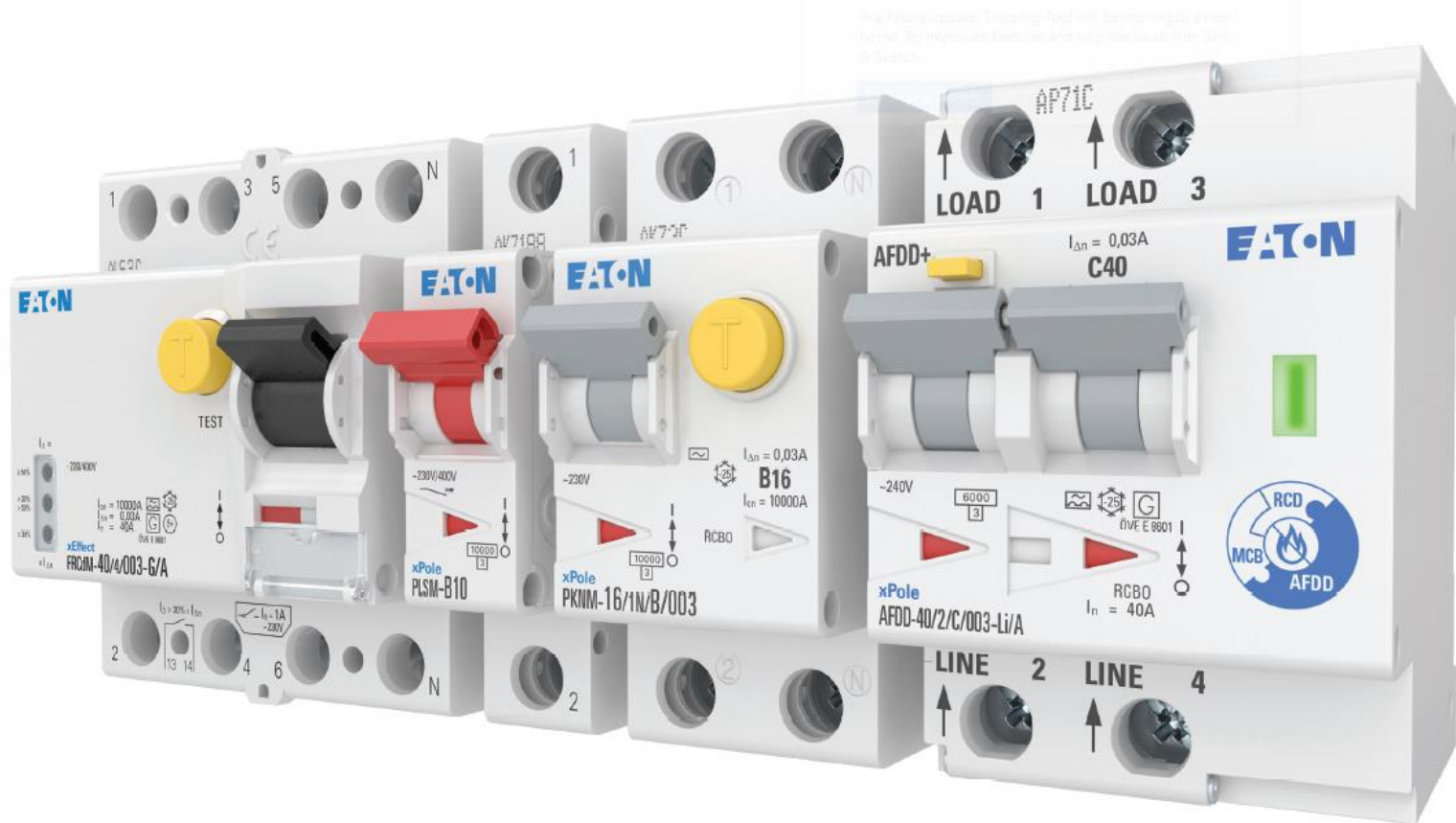
Definizioni secondo CEI EN

- 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)

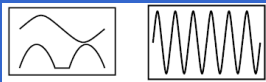
Agenda

- Transizione Energetica & Evoluzione della protezione
- Il funzionamento del Differenziale
- Forme d'onda e tipologia differenziali
- Esempi applicativi e di scelta
- Norme di riferimento
- **La gamma di differenziali Eaton**

La gamma Differenziali F & B - Eaton



Eaton – differenziali F



RCD **Differenziale
puro**

2P e 4P – 25..63A

Tipo F

EATON

Powering Business Worldwide



RCBO **Magnetotermico-Differenziale**

1N e 2P – 10kA – 6..40A

Tipo F

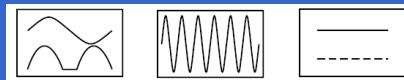


AFDD+

2P – 10kA – 6..40A

Tipo F

Eaton – differenziali 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 **Bf**

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 – differenziali a CONTROLLO DIGITALE



Segnalazione % correnti di dispersione

- LED frontale
- Contatto NA per segnalazione a distanza

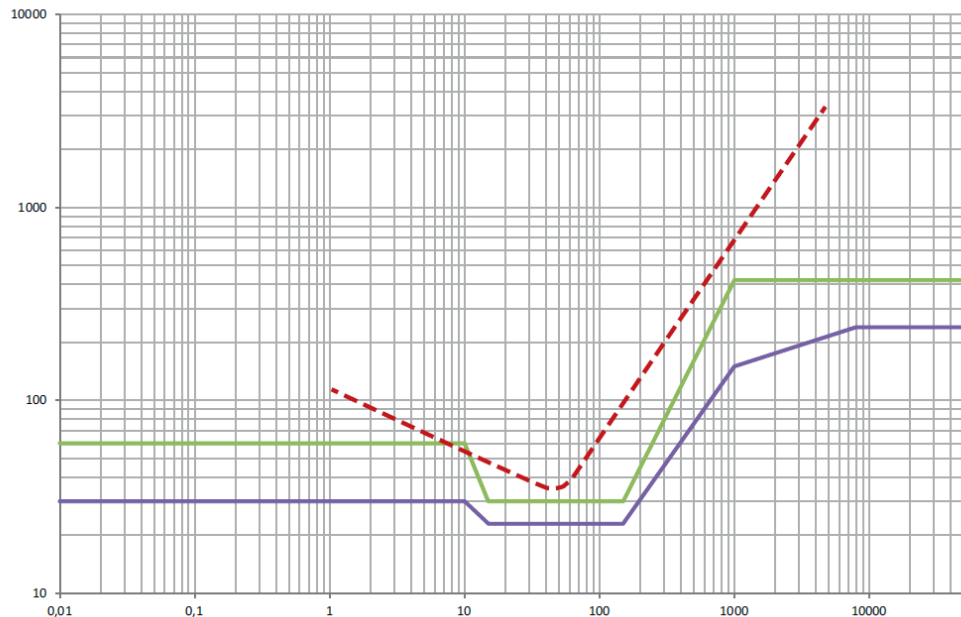


➡ Monitoraggio e aiuto alla diagnostica



Eaton – differenziali tipo Bfq

— max — min - - - limit of cardiac fibrillation (extrapolation from IEC/TR 60439-2)



Risposta in frequenza fino a 20kHz

- Alle alte frequenze la Δn cresce

Esempio in figura:

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

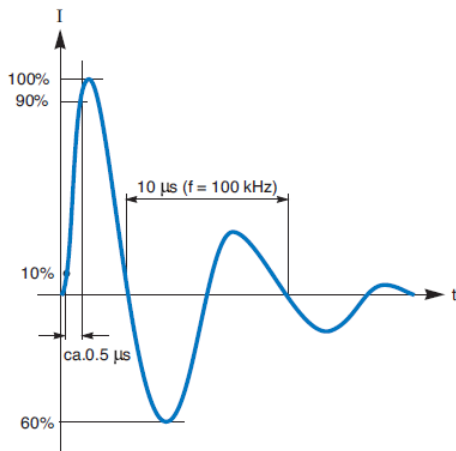
➡ Adattabile alla presenza di elevate correnti di dispersione degli Inverter per automazione



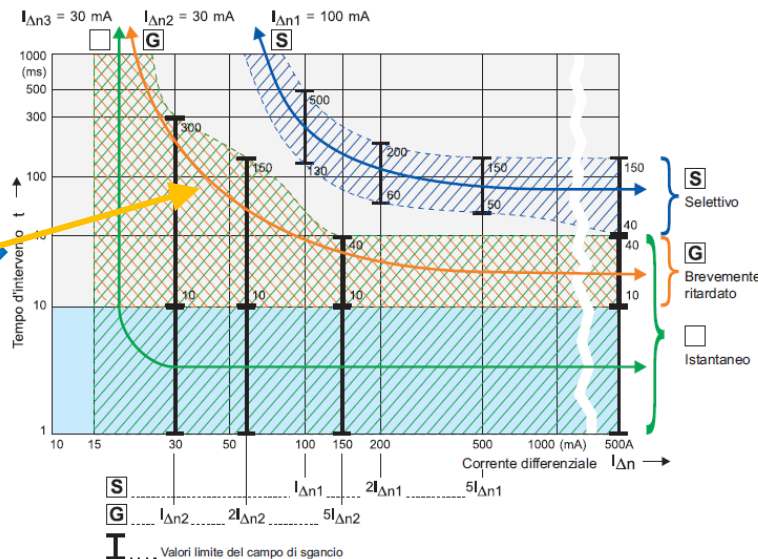
Eaton – F e B ... Super immunizzati

I differenziali sia F che B sono → super immunizzati

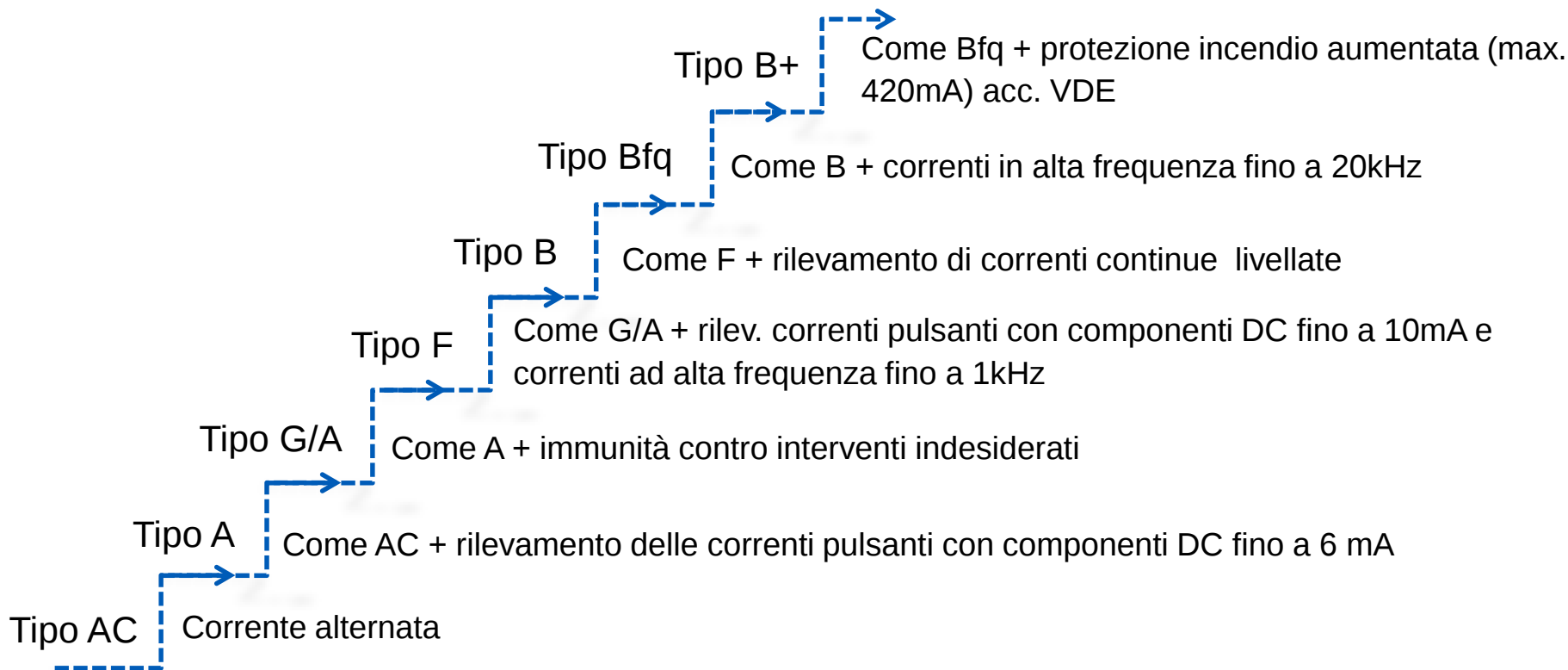
Insensibilità agli squilibri impulsivi fino a 3kA (8/20μs)



Breve ritardo
10ms

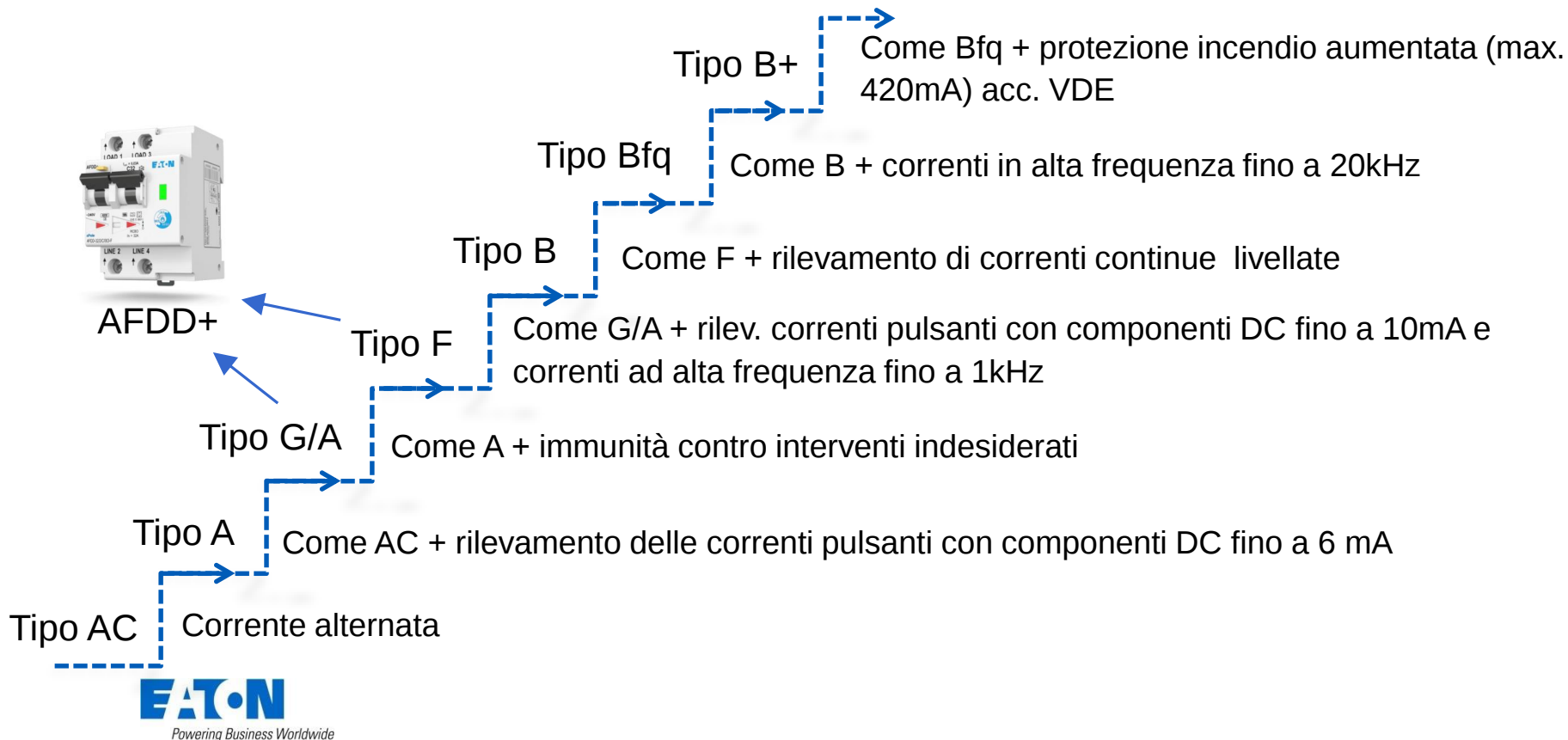


Eaton – gamma differenziali COMPLETA



Powering Business Worldwide

Eaton – gamma differenziali COMPLETA



Come contattare EATON



Come contattare EATON



02 95950.1

Sito web Eaton

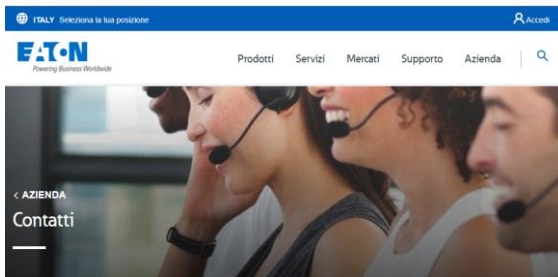
voltimum

Riferimenti

Form
CONTATTACI



Compila
questionario a fine Webinar
e chiedi di essere contattato da
Eaton



Clicca qui



Rispondiamo alle vostre domande

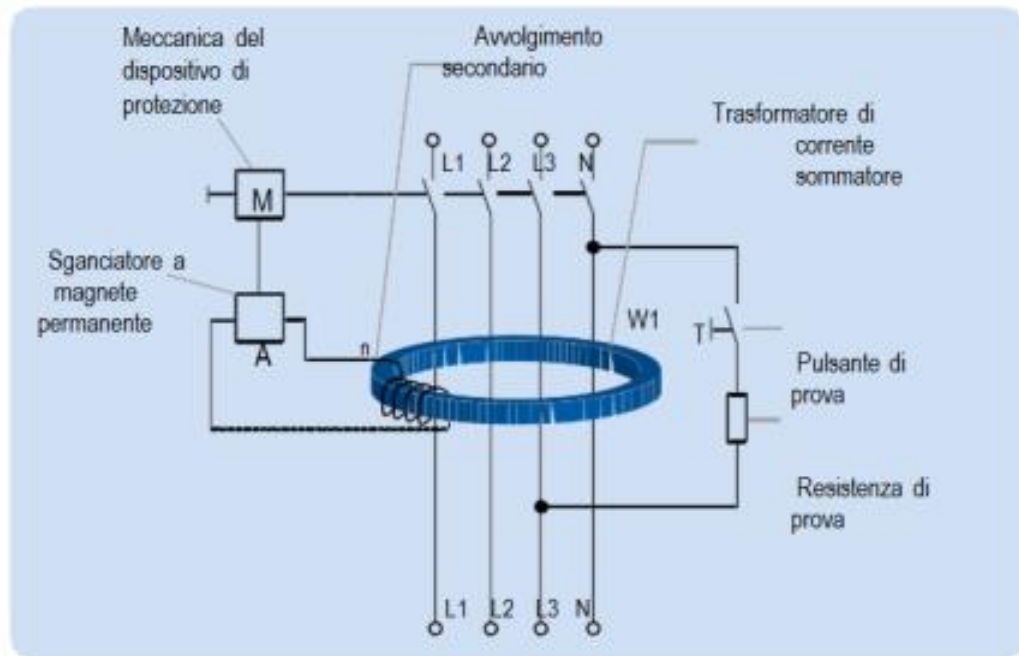




Powering Business Worldwide

[Eaton.com/xstorage](https://www.eaton.com/xstorage)

Principi base del funzionamento del Differenziale



Gli interruttori differenziali si compongono sostanzialmente di questi gruppi funzionali:

1. trasformatore di corrente sommatore
2. avvolgimenti primari
3. avvolgimento secondario
4. circuito di sgancio
5. circuito di Test
6. contatti di potenza

Anche nel Residenziale !

RCD type AC



To fulfill MINIMUM* requirements

Detects alternating residual currents only.

* Depends on the local wiring regulations

RCD type A



To perform in STANDARD applications

Full type AC safety level + detection of pulsating DC residual currents.
Smooth DC currents up to 6 mA do not influence detection.

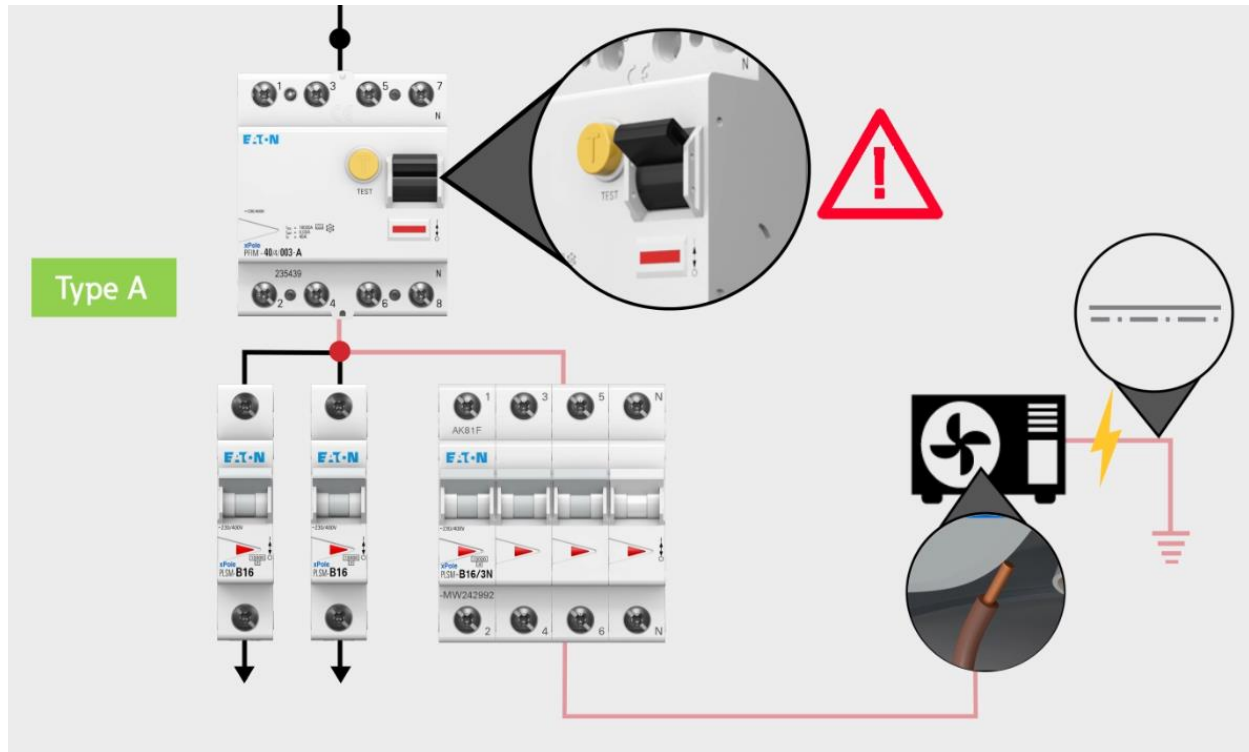
RCD type F



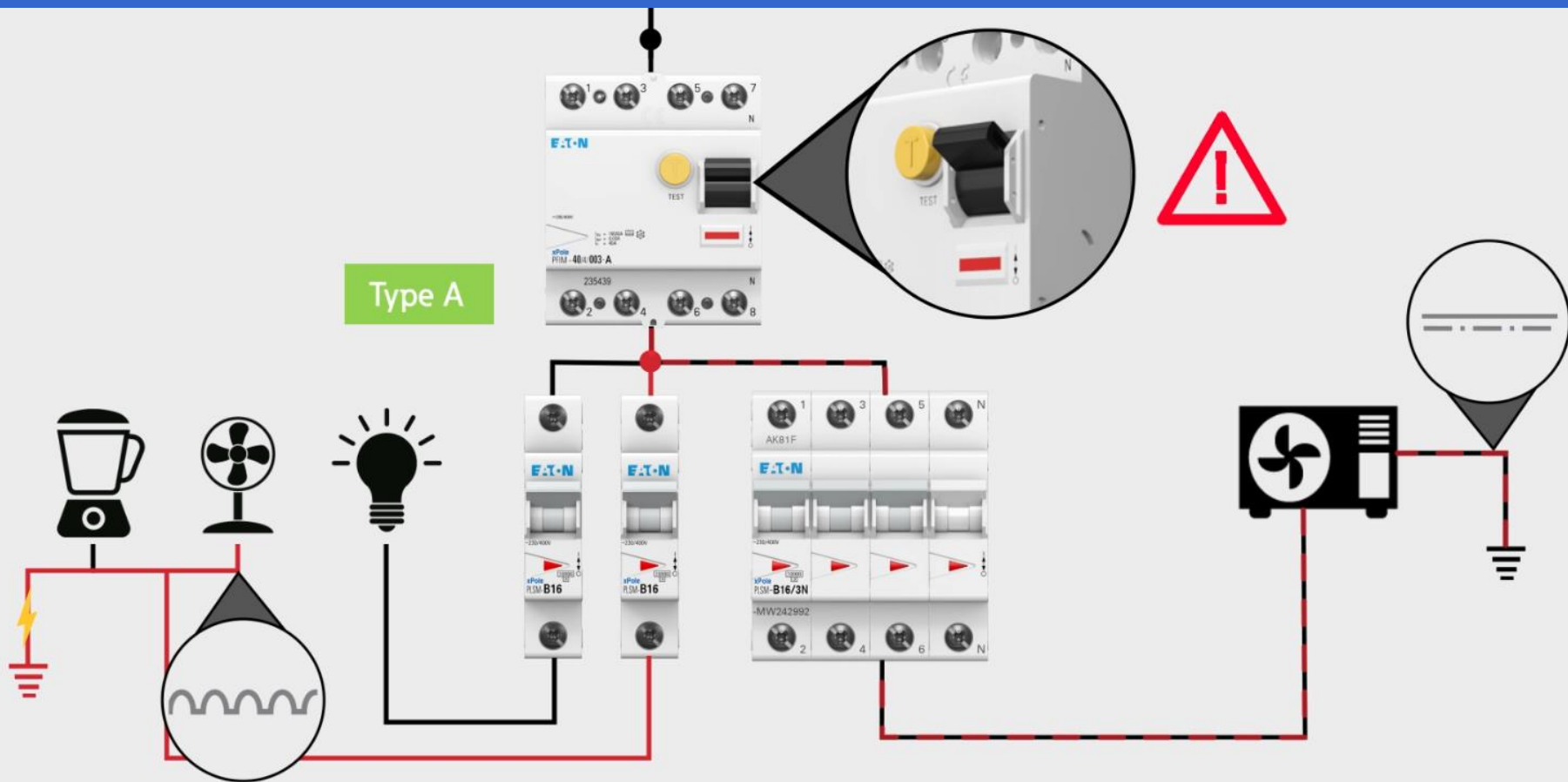
To ensure ADVANCED safety

Full type A safety level + detection of fault currents with frequency mixtures up to 1 kHz. Smooth DC currents up to 10 mA do not influence detection.

MAI un tipo A a monte di un B !!!



MAI un tipo A a monte di un B !!!



MAI un tipo A a monte di un B !!!

