

The background of the entire page is a photograph of an industrial electrical control panel. It features several rows of white terminal blocks and circuit breakers. A semi-transparent blue digital overlay is positioned on the right side, showing a 3D wireframe model of a component, possibly a differential switch, with glowing blue lines and dots representing data or connections. The Siemens logo is in the top left corner.

**SIEMENS**

*Ingegno per la vita*

# Protezione Differenziale

La giusta scelta garantisce maggior  
sicurezza e continuità di servizio!

## Protezione mediante l'impiego di interruttori differenziali.

Il prerequisito fondamentale per il corretto utilizzo degli interruttori differenziali al fine di garantire una adeguata protezione delle persone contro il pericolo dell'elettrocuzione è senza dubbio un buon sistema di messa a terra. In questo caso eventuali correnti di dispersione potranno passare attraverso il corpo umano solo quando le parti in tensione vengono toccate accidentalmente o qualora si verificano due guasti: interruzione del conduttore PE oltre a un guasto di isolamento.

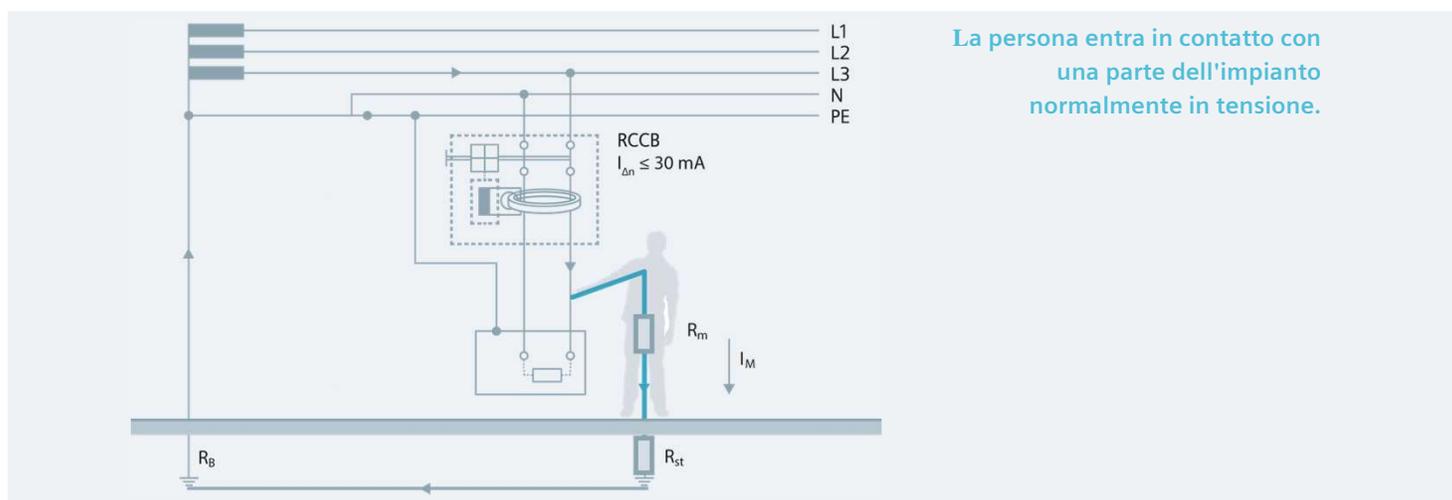
I dispositivi differenziali nascono per fornire un'adeguata protezione contro i contatti indiretti e rappresentano una protezione addizionale nei confronti dei contatti diretti.

Risulta essenziale una corretta scelta del dispositivo sia in funzione delle condizioni installative e che della tipologia di carico alimentato.

# Interruttori differenziali: funzioni e applicazioni

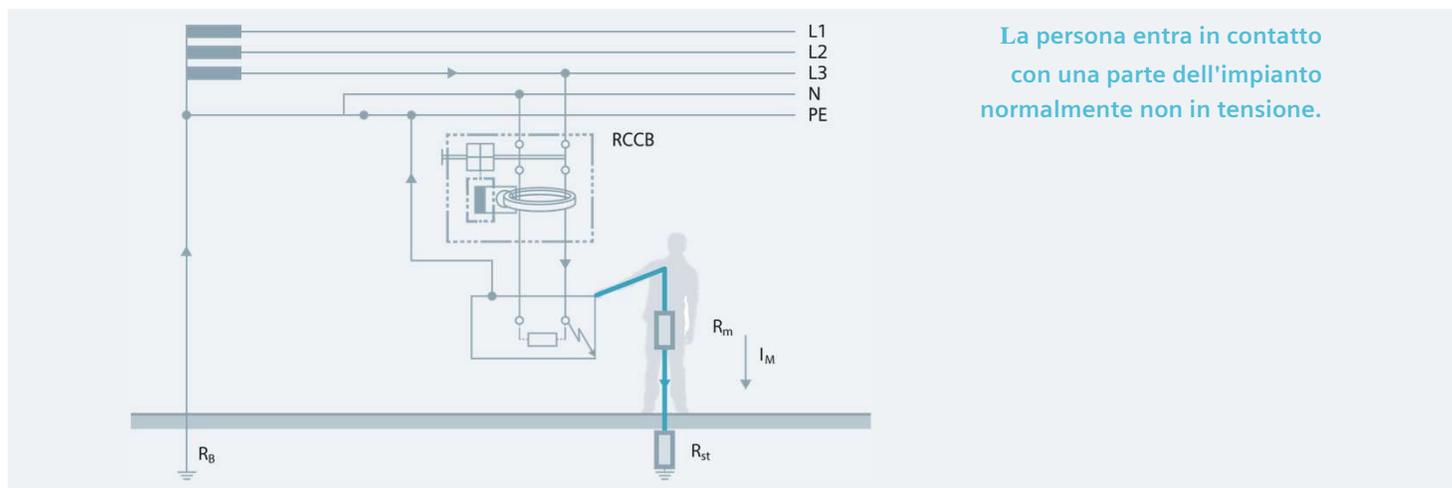
## Interruttori differenziali ad alta sensibilità $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ ("protezione aggiuntiva contro i contatti diretti")

Questa tipologia di guasto viene a configurarsi quando la persona si trova in contatto con parti dell'impianto che sono normalmente in tensione durante l'esercizio ordinario della linea.



## Protezione contro i contatti indiretti (o "protezione in caso di guasto")

Un contatto indiretto si configura quando la persona viene in contatto con una parte dell'impianto che usualmente non si trova in tensione durante il normale esercizio dell'impianto ma che lo è diventata a seguito di un guasto. In funzione del sistema di gestione del neutro la normativa richiede di mettere in campo soluzioni atte a proteggere le persone contro il pericolo di elettrocuzione.



### Tipologie di interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali sono classificati in funzione della loro capacità di identificare le diverse tipologie di correnti di dispersione verso terra (vedi Tabella 1)

Caratteristiche d'intervento						
Forma d'onda	Tipo AC	Tipo A	Tipo F	Tipo B	Tipo B+	Range d'intervento
	•	•	•	•	•	0.5 ... 1.0 I <sub>Δn</sub>
		•	•	•	•	0.35 ... 1.4 I <sub>Δn</sub>
		•	•	•	•	135° 0.11 ... 1.4 I <sub>Δn</sub>
		•	•	•	•	max. 1.4 I <sub>Δn</sub> +6 mA (Type A) +10 mA (Type F) +0.4 I <sub>Δn</sub> (Type B/B+)
			•	•	•	0.5 ... 1.4 I <sub>Δn</sub>
				•	•	0.5 ... 2.0 I <sub>Δn</sub>

Tabella 1: Classificazione dei dispositivi differenziali in funzione delle correnti di guasto con range di intervento.

In funzione della tipologia di carico da proteggere possono generarsi forme d'onda di corrente di guasto differenti. Al fine di scegliere in modo corretto la protezione differenziale risulta quindi essenziale andare ad identificare correttamente la tipologia di utilizzatore.

La Tabella 2 mostra alcuni esempi di circuiti elettronici interni ai carichi elettrici e le relative forme d'onda in caso di guasto verso terra.

### Tipo AC

Gli interruttori differenziali Tipo AC sono in grado di identificare solamente le correnti di guasto a terra di tipo sinusoidale puro (vedi circuiti da 1 a 3 della Tabella 2). Questi dispositivi non sono installabili in accordo agli standard tecnici nazionali nella maggior parte degli stati del Nord Europa in quanto non sono più considerati una misura di protezione idonea.

### Tipo A<sub>R</sub>

Gli interruttori differenziali Tipo A<sub>R</sub> (in esecuzione "Antitemporale") sono in grado di identificare anche le correnti di guasto di tipo pulsante unidirezionale. Sono quindi in grado di gestire le forme d'onda di guasto che possono verificarsi negli alimentatori dei carichi monofase o in altri componenti elettronici (ad esempio ECG, dimmer...). Possono operare con correnti continue sovrapposte fino ad un valore massimo di 6 mA senza subire modifiche sostanziali alla caratteristica di intervento. I differenziali di tipo resistente A<sub>R</sub> sono caratterizzati dalla presenza di un trasformatore toroidale più performante e di un filtro passa-banda che consente di attenuare le basse e le alte frequenze che possono causare interventi intempestivi. Questo tipo di protezione risulta adeguato per proteggere i circuiti da 1 a 6 della Tabella 2.

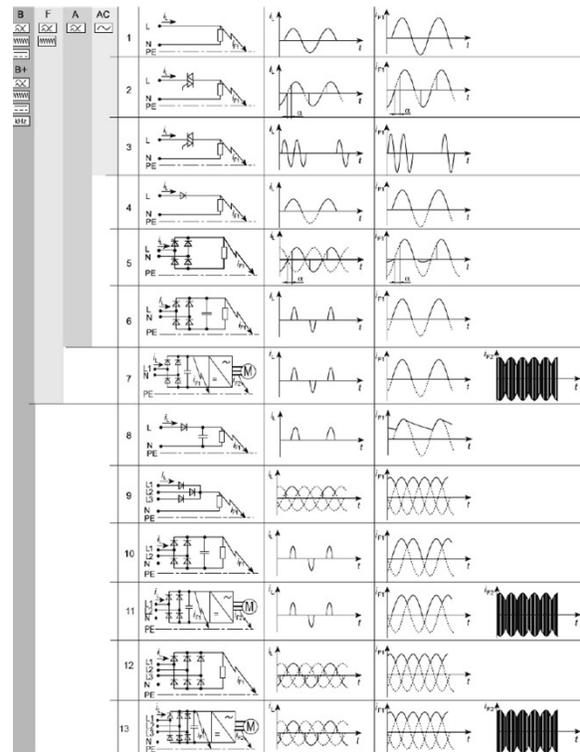


Tabella 2: Scelta del dispositivo differenziale in funzione delle correnti di guasto.

## Tipo A Vs Tipo AC: toroidi sommatore

### Tipo AC:

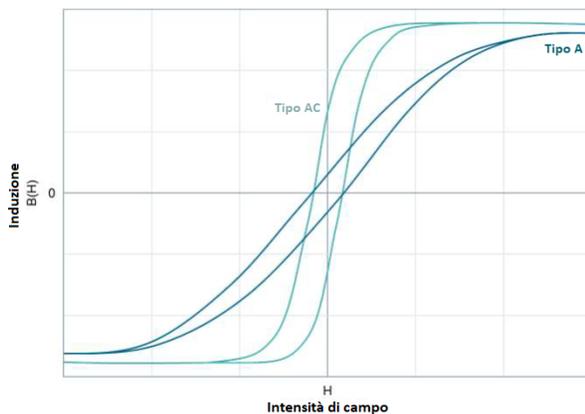
Il rapporto tra ritenzione e densità di flusso di saturazione è solitamente pari a  $BR / Bs \approx 50\%$ . Di conseguenza, le correnti residue pulsanti non possono essere rilevate in modo conforme agli standard.

### Tipo A:

In questo caso il rapporto tra  $BR/Bs$  è solitamente inferiore al 10%.

In questo modo è possibile intervenire in modo efficace anche in caso di correnti di guasto pulsanti unidirezionali. In pratica, più è piatta la curva BH, maggiore è la funzione di protezione rispetto alle correnti di guasto pulsanti unidirezionali. La curva BH blu viene utilizzata anche per il tipo K.

→ Molte tipologie di guasto sono comunque identificabili in modo funzionale da entrambe le curve.



## Tipo A<sub>R</sub> SIGRES (per ambienti aggressivi)

I differenziali dotati di tecnologia SIGRES hanno la stessa caratteristica d'intervento dei Tipo AR; ma sono sviluppati appositamente per l'impiego in ambienti con atmosfere particolarmente aggressive dove è possibile trovare delle concentrazioni significative di umidità e di gas potenzialmente dannosi, ad esempio:

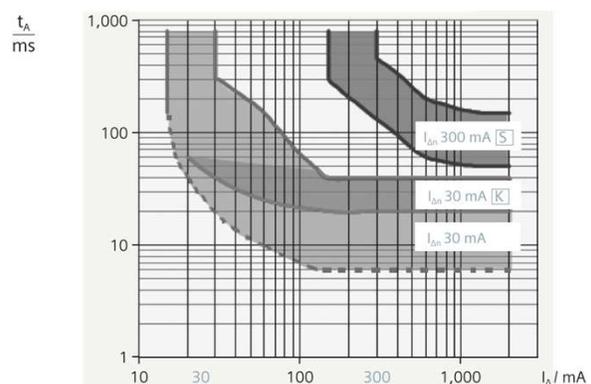
- piscine coperte (cloro; ozono),
- stalle (ammoniaca),
- ambienti industriali (diossido di zolfo),

La combinazione tra questi gas e l'umidità porta spesso ad un prematuro danneggiamento delle meccaniche interne del dispositivo elettromeccanico di sgancio. Grazie alla tecnologia brevettata SIGRES siamo in grado di garantire una vita utile significativamente maggiore rispetto agli interruttori tradizionali. Il sistema di protezione anti-condensa integrato consente anche di prolungare il periodo di manutenzione del dispositivo, arrivando anche a 48 mesi in funzione delle condizioni di lavoro. Un sistema attivo di controllo, sfruttando pochissima energia, innalza la temperatura delle parti metalliche del relè di apertura. In questo modo l'umidità e i gas corrosivi non riescono ad intaccare le parti metalliche del sistema di apertura.

### Tipo A<sub>SR</sub> [K]

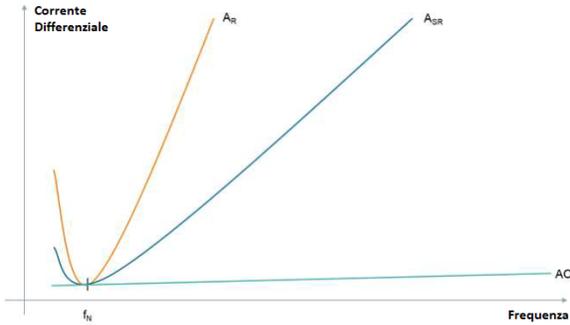
Le protezioni differenziali Super Resistenti Tipo A<sub>SR</sub> [K] hanno la stessa caratteristica d'intervento dei Tipo A<sub>R</sub>.

Non è possibile riuscire a distinguere le correnti di dispersione transitorie da quelle stazionarie che si verificano durante l'esercizio delle apparecchiature elettriche. Per entrambi i fenomeni la risposta del dispositivo differenziale è la stessa: i differenziali sono soggetti ad interventi intempestivi, e il carico viene scollegato dall'alimentazione pur non rappresentando un pericolo per la sicurezza delle persone. Molte apparecchiature elettroniche sono dotate di condensatori verso terra, che durante la fase di carica (quindi all'accensione del dispositivo) possono quindi dar luogo ad interventi indesiderati della protezione. I differenziali Super Resistenti A<sub>SR</sub> [K] sono spesso la soluzione a questo problema, grazie al ritardo intenzionale (10ms) introdotto nella loro caratteristica di intervento al fine di mascherare questi fenomeni transitori. Sono inoltre studiati per evitare interventi intempestivi in presenza di sovratensioni atmosferiche e di manovra, grazie all'elevata tenuta (3kA) alla forma d'onda specifica di prova (8/20 μs).



Caratteristiche d'intervento tempo/corrente delle protezioni differenziali

### Comportamento in funzione della frequenza



A 50 Hz, tutti gli interruttori differenziali garantiscono l'intervento in base ai loro dati di targa. All'aumentare della frequenza diminuisce la pericolosità della corrente per il corpo umano e i differenziali Tipo  $A_R$  e  $A_{SR}$  dilatano la loro caratteristica d'intervento. Questo consente di ridurre gli interventi intempestivi imputabili alle distorsioni armoniche introdotte dai carichi elettronici.

### Tipo B

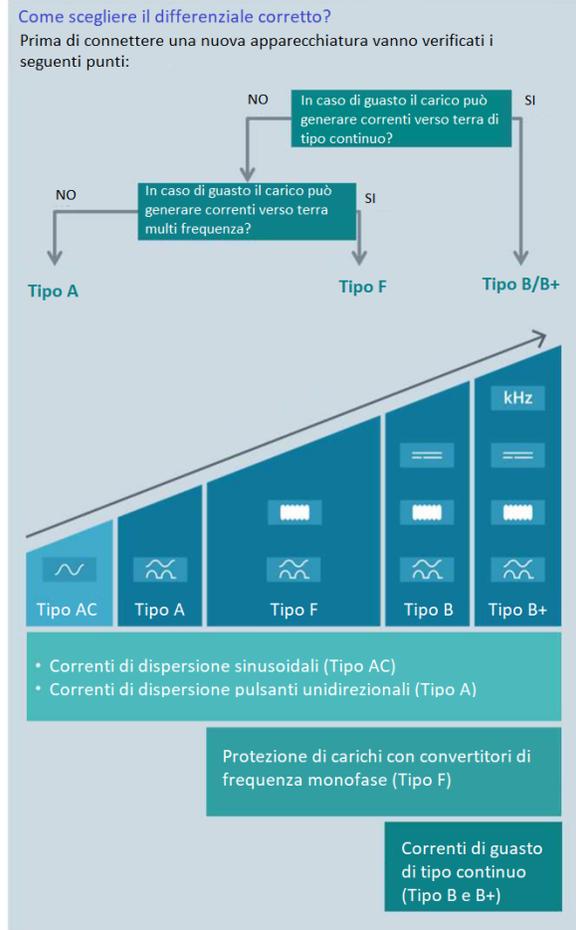
In aggiunta alle forme d'onda di dispersione identificabili dai differenziali Tipo F, i dispositivi Tipo B sono in grado di rilevare correnti di guasto di tipo continuo. Questi interruttori vanno comunque utilizzati in sistemi in corrente alternata a 50Hz e non direttamente in circuiti in corrente continua o ad alte frequenze come ad esempio a valle dei convertitori di frequenza. Sono in grado di operare con tutte le tipologie di circuito indicate in Tabella 2, sono raccomandati per i circuiti da 8 a 13. La caratteristica d'intervento è definita fino a 1 kHz.

### Tipo B+

I differenziali Tipo B+ sono in grado di identificare le stesse correnti di guasto del Tipo B, la differenza principale tra questi due dispositivi sta nella risposta in frequenza, i Tipo B+ sono studiati per garantire la protezione contro il rischio d'incendio e la loro caratteristica d'intervento prevede l'apertura del circuito qualora la corrente di dispersione superi il valore di 420 mA indipendentemente dalla frequenza, fino a 20 kHz.

### Tipo F

I differenziali Tipo F sono in grado di identificare tutte le correnti di guasto del Tipo  $A_R$ . Inoltre, sono in grado di rilevare correnti di dispersione multi frequenza fino a 1 kHz. Sono particolarmente indicati per la protezione di carichi dotati di convertitori di frequenza monofase (ad esempio condizionatori, lavatrici,...). Sono in grado di garantire la loro caratteristica d'intervento anche con correnti continue sovrapposte fino a un massimo di 10 mA. I Tipo F hanno inoltre tutte le caratteristiche dei differenziali Super Resistenti  $A_{SR}$  [K] ovvero il ritardo intenzionale di 10ms e i 3 kA di tenuta alla 8/20  $\mu$ s. Sono idonei alla protezione dei circuiti da 1 a 7 di Tabella 2.



### Conclusioni

Da una parte i legislatori richiedono ai costruttori di realizzare equipaggiamenti elettrici sempre più funzionali dal punto di vista energetico, dall'altra gli elevati costi dell'energia spingono l'industria verso l'adozione azionamenti sempre più efficienti.

Questo ha portato all'impiego su larga scala di sistemi di controllo in grado di minimizzare i consumi, aumentando di fatto in modo esponenziale la presenza di dispositivi elettronici e convertitori di frequenza in moltissime tipologie di carichi elettrici. Anche negli elettrodomestici, l'impiego di convertitori di frequenza monofase è ormai prassi comune (es. condizionatori, compressori, lavatrici, lavastoviglie, pompe di calore etc.). In caso di guasto queste tipologie di apparecchi utilizzatori possono produrre correnti di dispersione multi frequenza nell'ordine dei kHz che i differenziali Tipo AC e Tipo A non sono in grado di indentificare in modo corretto.

Al fine di assicurare una protezione efficace in presenza di queste tipologie di carico sono stati sviluppati i nuovi differenziali Tipo F, che vanno ad aumentare il livello di sicurezza che potevano garantire i differenziali di Tipo AC / A.

Il Tipo F grazie alla possibilità di identificare correnti multi frequenza e di presentare migliori performance in presenza di correnti di dispersioni di tipo continuo, rappresentano ad oggi un nuovo riferimento, già riconosciuto a livello normativo in campo nazionale e internazionale.

In presenza di convertitori di frequenza trifase si rende comunque necessario l'impiego di interruttori differenziali di Tipo B o B+, di fatto gli unici dispositivi in grado di identificare correnti di guasto verso terra di tipo continuo che possono presentarsi ad esempio in caso di guasto sul DC-link.

Inoltre, occorre prestare molta attenzione anche nel selezionare i dispositivi di protezione differenziale adeguati nel caso si utilizzi la moderna illuminazione a LED. Gli alimentatori delle lampade a LED sono dotati di sistemi elettronici che in caso di guasto possono generare correnti di dispersione multi frequenza fino a 1 kHz, non rilevabili da dispositivi di Tipo AC / A. Durante la fase di accensione spesso causano scatti intempestivi del differenziale e in generale, data la grande variabilità dei dispositivi di controllo ad oggi sul mercato risulta difficile realizzare dei coordinamenti affidabili per eliminare questa problematica.

Al fine di garantire una protezione efficace e ridurre al minimo gli interventi indesiderati, risulta essenziale una corretta scelta dell'interruttore differenziale. L'impiego di una protezione non adeguata può significare il non riuscire a garantire la sicurezza delle persone oltre ad introdurre problemi alla continuità di servizio che finirebbero col generare costi, anche potenzialmente importanti, dovuti alle interruzioni indesiderate dell'alimentazione.

Panoramica							
Tipologia	Simbolo	Toroidi	Sistemi di filtraggio e immunizzazione				
			Immunizzazione di base	Corrente pulsante unidirezionale	Filtro alta frequenza	Accumulo di energia	Verifica dello sganci
AC			✗				
A <sub>R</sub>			✗	✗			
A <sub>SR</sub> [K]			✗	✗	✗	✗	✗
F			✗	✗	✗	✗	✗
B	 		✗	✗	✗	✗	✗

Siemens S.p.A.  
Smart Infrastructure  
Low Voltage Products  
Via privata Vipiteno 4  
20128, Milano - Italia

Disponibile soltanto in versione elettronica

© Siemens 2019

Le informazioni riportate in questo documento contengono descrizioni o caratteristiche che potrebbero variare con l'evolversi dei prodotti o non essere sempre appropriate, nella forma descritta, per il caso applicativo concreto. Le caratteristiche richieste saranno da considerare impegnative solo se espressamente concordate in fase di definizione del contratto. Con riserva di disponibilità di fornitura e modifiche tecniche. Tutte le denominazioni dei prodotti possono essere marchi oppure denominazioni di prodotti della Siemens AG o di altre ditte fornitrici, il cui utilizzo da parte di terzi per propri scopi può violare il diritto dei proprietari.