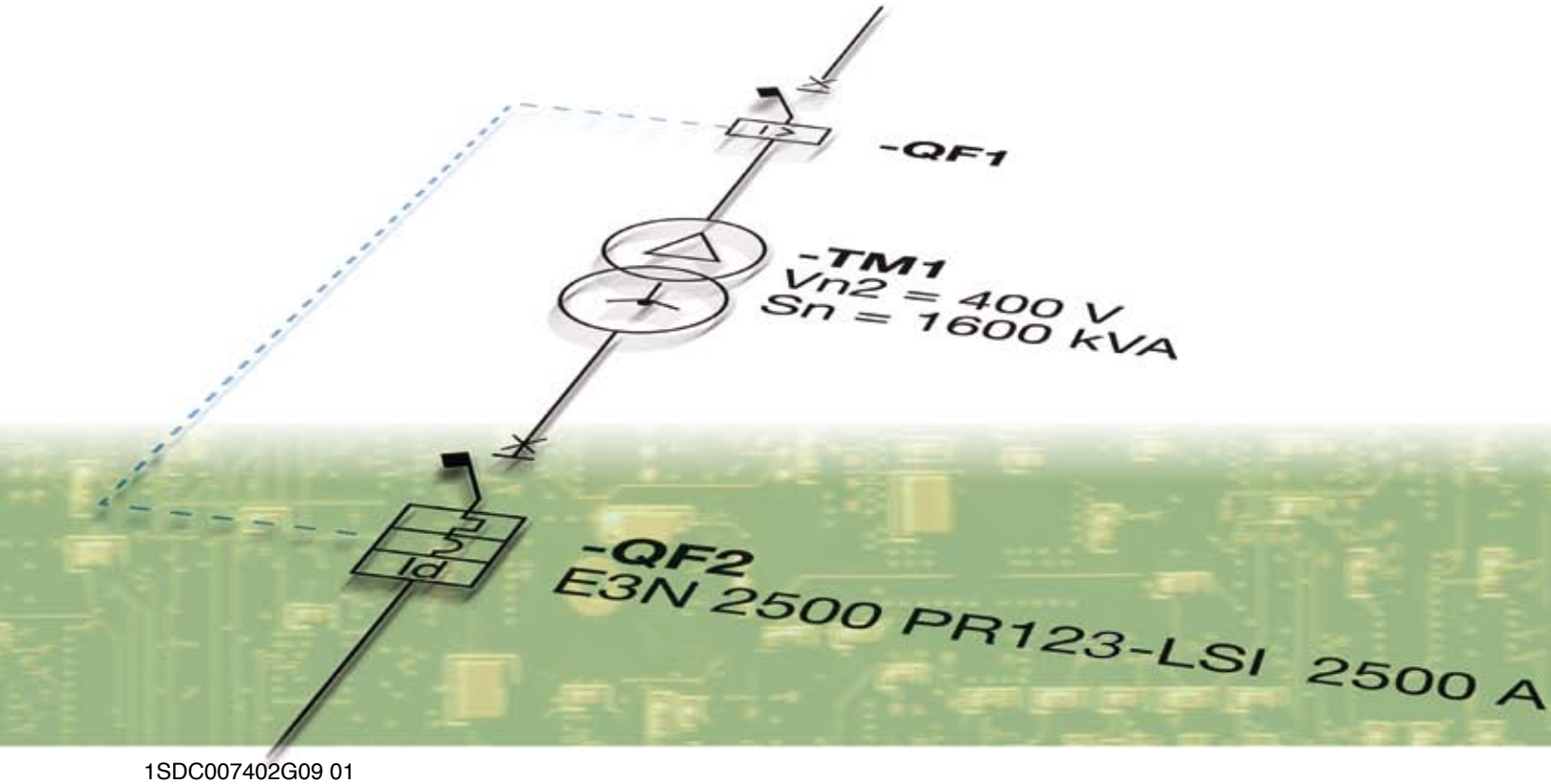
White paper

Integrazione fra l'unità di controllo e protezione di MT tipo REF542 e lo sganciatore di protezione di BT tipo PR123: selettività e guasto a terra



1SDC007402G09 01

Indice

1. Introduzione 2

2. Panaroma teorico
2.1 Guasto a terra ristretta 3
2.2 Selettività tra media e bassa tensione 4

3. Esempi applicativi e logica di cablaggio
3.1 Guasto a terra ristretta 5
3.2 Selettività tra media e bassa tensione 8
3.2.1 Descrizione dell'impianto 8
3.2.2 La soluzione con il modulo di segnalazione PR120/K: logica di cablaggio 12

4. Analisi dei dispositivi necessari
4.1 Unità di segnalazione per l'interblocco fra bassa e media tensione 15
4.1.1 Modulo PR021/K 15
4.1.2 Modulo PR120/K 17
4.2 Toroide omopolare per il centro stella del trasformatore 18
4.3 Cablaggio tra interruttori di media e bassa tensione 19

5. Bibliografia 20

1. Introduzione

Il presente White Paper descrive le possibilità di integrazione tra i dispositivi di protezione ABB di media e bassa tensione, prestando particolare attenzione alle unità di protezione e controllo tipo REF542 (per la MT) e lo sganciatore di protezione PR123 (per la BT).

Vengono presi in considerazione due differenti campi di applicazione:

- **coordinamento con la media tensione per guasto a terra a monte della protezione sul lato bassa tensione**
- **selettività tra due unità di protezione di MT e BT.**

Un guasto fra gli avvolgimenti del secondario del trasformatore o nella sezione immediatamente a monte dell'interruttore di BT (guasto chiamato anche guasto a terra ristretta) non può essere facilmente rilevato dalle protezioni sul primario del trasformatore MT/BT. Di conseguenza, potrebbe essere necessario prevedere una protezione dedicata contro questo tipo di guasto, in modo che il rischio di incendio sia il più possibile limitato e sia garantita la sicurezza delle persone.

Talvolta ottenere una corretta selettività MT/BT può risultare complicato. Le difficoltà possono essere risolte per mezzo di adeguate strategie di coordinamento.

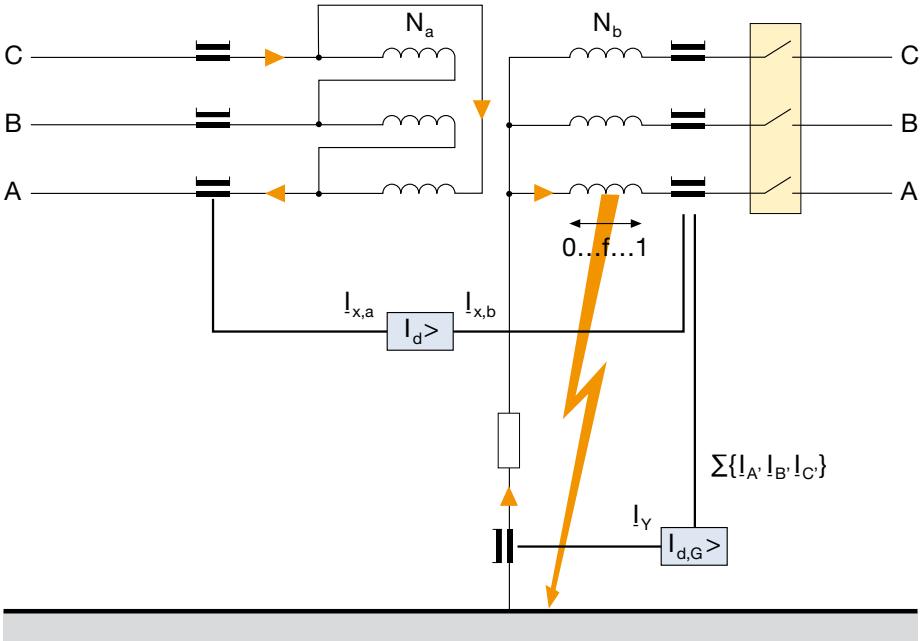
2. Panorama teorico

2.1 Guasto a terra ristretta

La protezione di guasto a terra ristretta (anche nota come "Restricted Earth Fault", acronimo REF) viene applicata per rilevare guasti a terra che si verificano sia sull'avvolgimento secondario dei trasformatori di distribuzione che sul cavo di connessione tra il trasformatore e l'interruttore di BT, guasti che probabilmente non potrebbero essere rilevati dalle protezioni collocate sull'avvolgimento primario (per es. dalle protezioni differenziali del trasformatore contro guasti interni) a causa della loro modesta intensità.

Una soluzione possibile per rilevare ed eliminare questo tipo di gusto è utilizzare un toroide esterno collegato al centro stella del trasformatore ed utilizzare il segnale proveniente da questo dispositivo per causare l'apertura dell'interruttore di MT e scollegare il guasto.

Figura 1 (Protezione REF)



La Figura 1 mostra uno schema di principio che comprende un trasformatore MT/BT stella-triangolo messo a terra, dove il simbolo Id,G> identifica la protezione REF (restricted earth fault) mentre Id> indica la protezione differenziale del trasformatore. Il sistema di distribuzione sul lato BT è di tipo TN-S.
Prendendo in considerazione un guasto a terra sugli avvolgimenti del secondario del trasformatore, è evidente che il guasto a terra monofase sul lato BT è visto dal lato MT come un guasto bifase.
Per mezzo di alcuni semplici calcoli, è possibile dimostrare come, mentre la protezione REF è in condizione di rilevare tutta la corrente di guasto, la protezione differenziale del trasformatore vede soltanto una percentuale (anche molto piccola) della corrente di guasto.

Per esempio, nel caso di un trasformatore triangolo-stella a terra da 20 kV / 400 V, se il guasto si verifica a metà di un avvolgimento, la protezione differenziale del trasformatore rileverà una corrente che è lo 0.6% della corrente di guasto a terra effettiva. Questo potrebbe rendere impossibile impostare la protezione differenziale del trasformatore in modo che possa intervenire con una soglia così bassa.

E' necessario sottolineare che il toroide collegato al centro stella rileva anche ogni corrente che derivi da un guasto a terra a monte (guasto a terra non ristretta): diventa quindi necessario prevedere una protezione in grado di discriminare (selettività cronometrica) tra le due tipologie di guasto.
La soluzione offerta dagli sganciatori di protezione ABB è definita "Doppia G". Per ulteriori informazioni sulla funzione "Doppia G", è possibile consultare la documentazione tecnica fornita da ABB.

2.2 Selettività tra media e bassa tensione

Con selettività della protezione si intende la capacità dello sganciatore (oppure, più genericamente, della protezione) di distinguere il tipo di guasto e la sua posizione e di intervenire soltanto in caso di guasti che si verifichino nell'area per la quale la protezione viene fornita.

Per eseguire uno studio di selettività fra interruttori MT e BT è necessario inserire in una curva logaritmica (riferita ad una tensione definita) i principali parametri, cioè:

1. per il trasformatore:
- curva di magnetizzazione;
- corrente nominale;
- corrente di cortocircuito delle sbarre sul lato BT;
- corrente di breve durata del trasformatore.

2. per la rete a monte:
- caratteristica tempo-corrente del dispositivo di protezione di proprietà dell'ente distributore.

Una volta che queste informazioni sono state identificate, la curva di protezione sul lato BT può essere disegnata tenendo in considerazione le seguenti limitazioni:

- il trasformatore deve essere protetto contro il sovraccarico;
- la protezione deve essere selettiva rispetto alle protezioni di BT.

Una volta che la curva della protezione di BT è nota, è possibile definire i limiti della protezione di MT, tenendo presente che tale protezione:

- deve proteggere il trasformatore contro il sovraccarico (se questa protezione non è già garantita dalla protezione sul lato BT);
- non deve intervenire durante la fase di inserzione del trasformatore;
- non deve interferire con la protezione di MT di proprietà dell'ente di distribuzione.

3. Esempi applicativi e logica di cablaggio

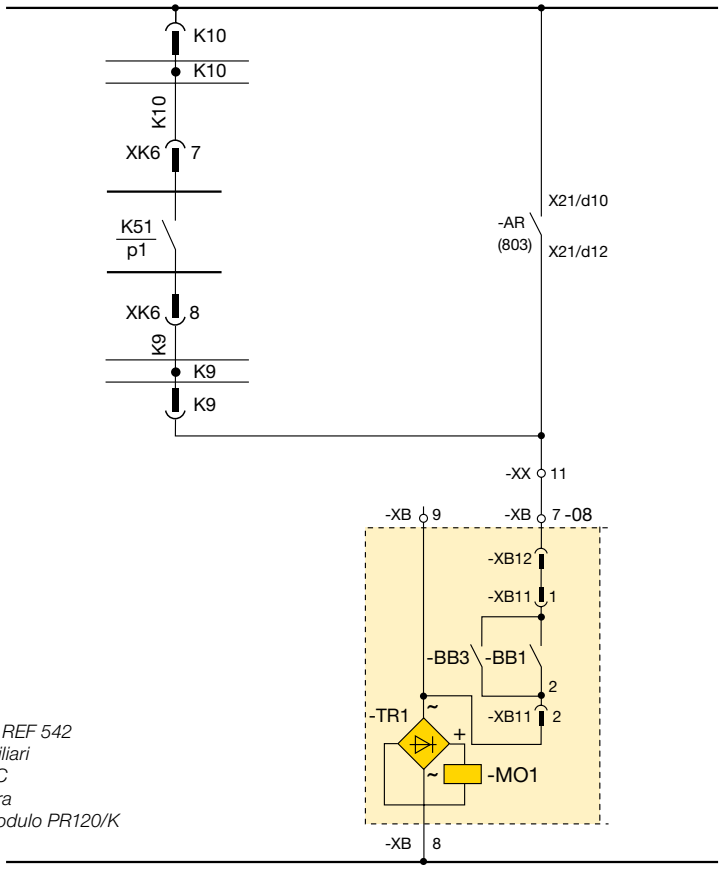
3.1 Guasto a terra ristretta

L'esempio di Figura 3 mostra un impianto comprendente:
- un interruttore di protezione sul lato MT, equipaggiato con l'unità di protezione e controllo REF542;
- un trasformatore di distribuzione MT/BT (con un sistema di distribuzione TN-S sul lato BT);
- un interruttore principale di BT tipo Emax equipaggiato con sganciatore PR123 LSIG;
- vari interruttori scatolati per proteggere le partenze verso i carichi.

Per garantire un coordinamento ed una protezione adeguati dai guasti a terra che possono verificarsi nell'impianto rappresentato nella figura, è necessario che:
- in caso di guasto a terra nella parte dell'impianto tra il trasformatore e l'interruttore Emax (cioè in caso di guasto a terra ristretta), l'interruttore di MT apre (dopo è possibile scegliere se mantenere l'interruttore di BT chiuso o aprirlo);
- in caso di guasto a terra nell'area compresa tra l'interruttore aperto e gli interruttori scatolati, soltanto l'interruttore principale di BT apre;
- in caso di guasto a terra presso i carichi, apre soltanto l'interruttore scatolato immediatamente a monte.

Per far aprire l'interruttore di MT, è sufficiente inviare un segnale alla sua bobina di apertura. Come esempio viene fornito di seguito uno schema unifilare per il controllo della bobina di apertura dello sganciatore di MT che utilizza un contatto di segnalazione (K51/p1) del modulo di segnalazione a distanza PR120/K:

Figura 2

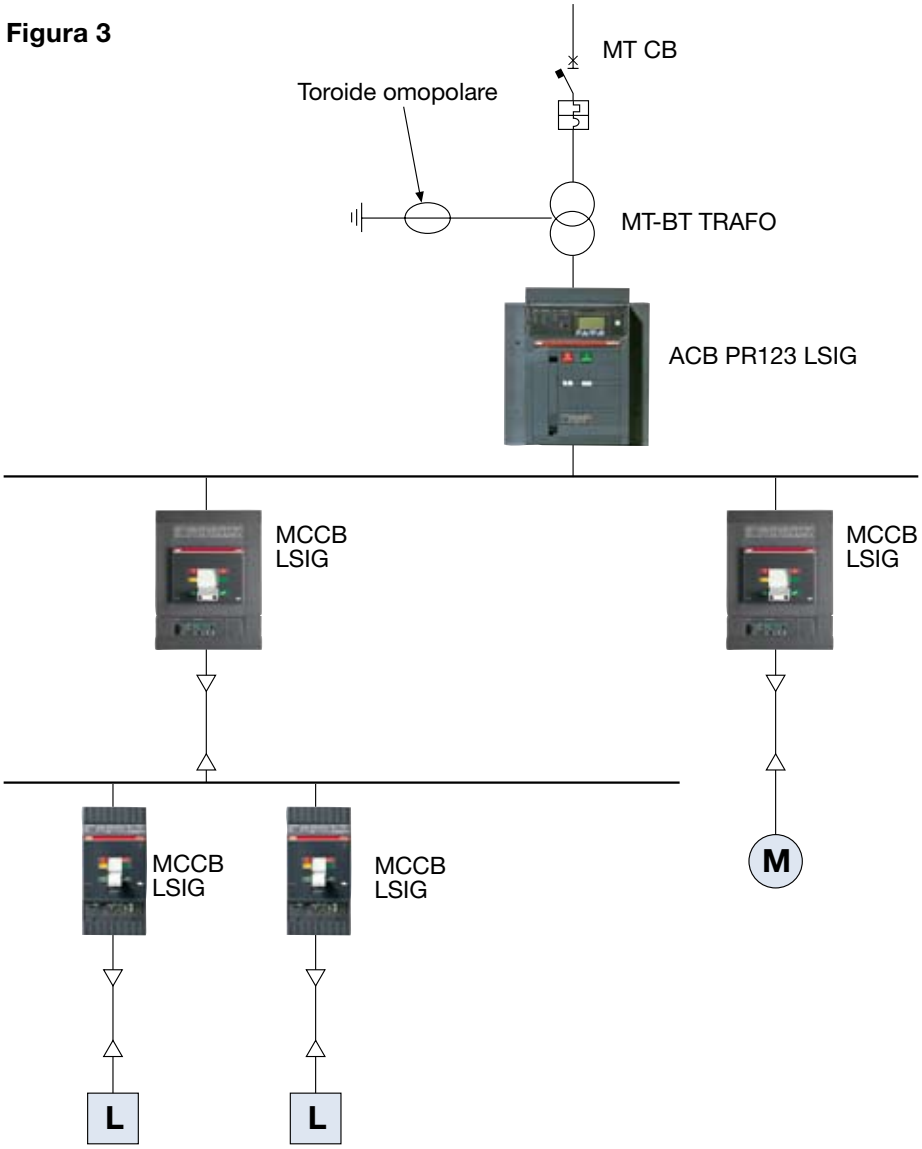


Legenda
AR: unità di protezione REF 542
BB1, BB3: contatti ausiliari
TR1: convertitori AC/DC
MO1: bobina di apertura
K51/p1: contatto del modulo PR120/K

L'apertura dell'interruttore, comandata dall'unità di protezione REF542 a seguito dell'intervento di una qualsiasi delle protezioni, avviene attraverso la chiusura del contatto AR. Poi il segnale di apertura viene trasmesso alla bobina MO1 attraverso il raddrizzatore TR1. I contatti ausiliari BB1 e BB3 (in grado di riportare lo stato dell'interruttore) possono essere utilizzati, per esempio, per evitare che la bobina di apertura sia alimentata quando l'interruttore è aperto o per creare interblocchi.

Per comandare l'apertura attraverso un interruttore tipo Emax, è possibile utilizzare un contatto del modulo di segnalazione PR120/K (interno) o PR021/K (esterno) controllato dallo sganciatore PR123 LSIG. Questi moduli sono in grado di segnalare a distanza gli allarmi e gli interventi dell'interruttore e possono essere programmati in base agli eventi da segnalare.

Figura 3



In dettaglio, per realizzare quanto sopra descritto, è necessario usare:
- un interruttore aperto serie SACE Emax equipaggiato con sganciatore elettronico PR123/P LSIG;
- un modulo PR120/K (oppure PR021/K) montato sullo sganciatore;
- un toroide omopolare da montare sulla messa a terra del centro stella del trasformatore e collegato allo sganciatore elettronico.

Come indicato, in caso di guasto a terra nell'area dell'impianto tra il trasformatore e l'interruttore principale di BT, è necessario che l'interruttore di MT apra in modo che il guasto possa essere disconnesso.

Per comandare l'apertura dell'interruttore di MT è necessario che il contatto K51/p1 del modulo PR120/K sia impostato come segue:
- evento di riferimento: "allarme Gext (intervento bloccato)"
- stato: NO (normalmente aperto)
- funzione di bloccaggio: non selezionata
- ritardo in chiusura: selezionato

(Per evitare l'apertura dell'interruttore di BT da parte della protezione, è possibile impostare in "Off" la funzionalità "Abilitazione Trip" della funzione Gext).

E' stato scelto come evento di riferimento "Allarme protezione Gext (intervento bloccato)" in modo che tale segnale sia mantenuto per tutta la durata del guasto fino alla sua estinzione; inoltre, il contatto deve essere opportunamente "ritardato" per garantire alla protezione interna G (Gint) il tempo di intervenire, qualora il guasto si verifichi a valle dell'interruttore principale di BT.

Per garantire la corretta impostazione del contatto K51/p1, è possibile utilizzare l'unità di test e configurazione PR010/T oppure il software SD-Pocket (per PDA) e SD-TestBus (per PC).
Quale esempio, la figura seguente mostra la finestra principale del modulo PR120/K come appare nel programma SD-TestBus:

Figure 4

Per ulteriori informazioni sulla funzione "doppia G", disponibile sugli sganciatori tipo PR123/LSIG e PR333/LSIG, si prega di fare riferimento ad altra documentazione tecnica ABB.

Il contatto programmabile sarà messo in serie con la bobina di apertura dell'interruttore di MT come precedentemente indicato. Di conseguenza, la corretta sequenza degli eventi è la seguente:

- un guasto avviene a monte dell'interruttore principale di BT;
  - la protezione Gext è attivata dalla corrente di guasto che fluisce attraverso il toroide;
  - il contatto K51/p1 modifica il suo stato portandosi in posizione di chiuso;
  - la bobina di apertura dell'interruttore di MT viene energizzata e quindi apre;

- un guasto si verifica a valle dell'interruttore principale di BT:
  - la protezione Gext è attivata dalla corrente di guasto che fluisce attraverso il toroide;
  - anche la protezione Gint è attivata dalla corrente di guasto pari alla risultante delle correnti che scorrono attraverso i conduttori attivi (fase più neutro);
  - la protezione Gint, impostata in modo tale da essere più veloce della protezione Gext, causa l'apertura dell'interruttore principale di BT;
  - il contatto K51/p1 non modifica il suo stato e di conseguenza non energizza la bobina di apertura dell'interruttore di MT, che rimane in posizione di chiuso.

3.2 Selettività tra media e bassa tensione

3.2.1 Descrizione dell'impianto

Illustriamo brevemente lo studio di selettività tra media e bassa tensione per l'impianto di Figura 5.

Di seguito ecco i parametri caratteristici dell'impianto:

- caratteristiche della rete lato alimentazione:

- tensione nominale Un = 20 kV
- corrente di corto circuito simmetrica trifase Ik3 = 12,5 kA
- protezione contro le sovracorrenti IEEE 51:
  - prima soglia: I> ≤ 250 A, t ≤ 0,5 s
  - seconda soglia: I>> ≤ 790 A, t ≤ 0.12 s

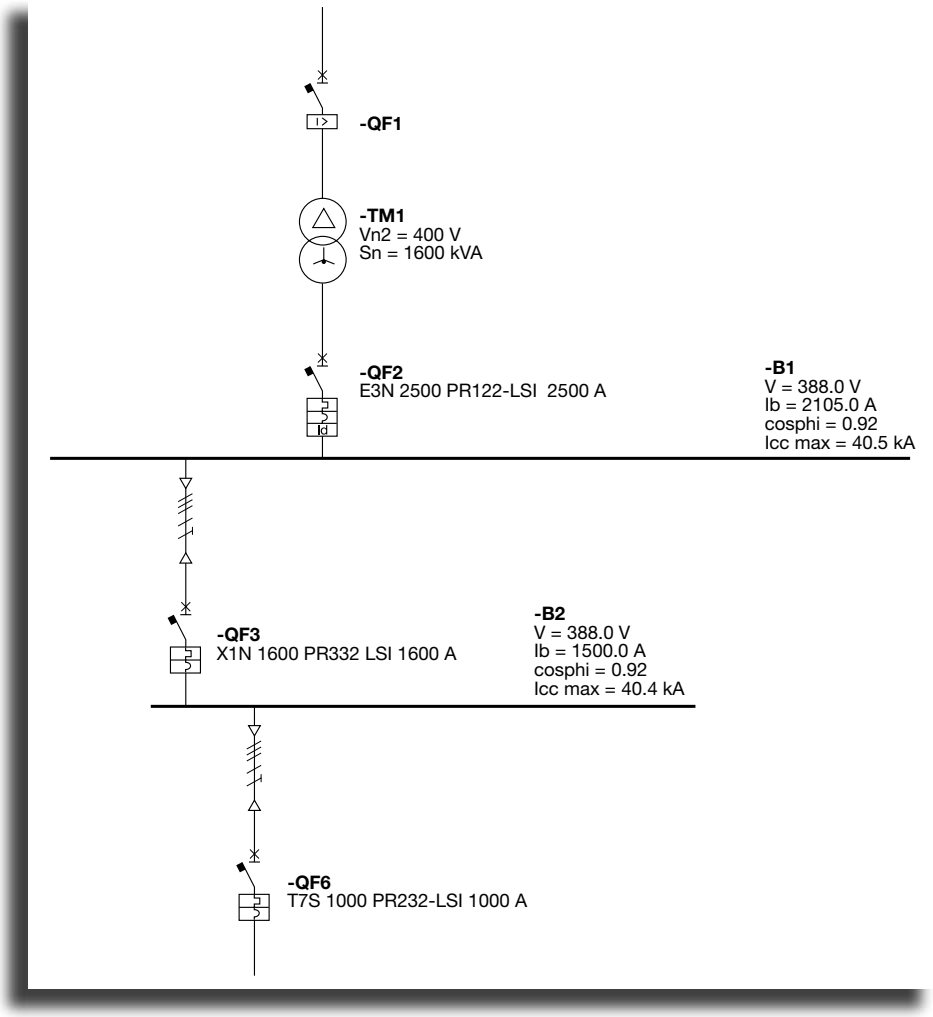
- trasformatore in resina da 20/0.4 kV:

- potenza nominale apparente Sn = 1600 kVA
- tensione di corto circuito Uk = 5,7 %
- corrente nominale al primario It1 = 46 A
- corrente nominale al secondario It2 = 2309 A
- corrente di corto circuito trifase riferita al secondario Ik3LV2 = 40.5 kA
- corrente di corto circuito trifase riferita al primario Ik3LV1 = 810 A
- corrente di breve durata: 770 A per 2 s

• interruttore principale di MT:
- QF1: HD4/R dotato di REF542 PLUS

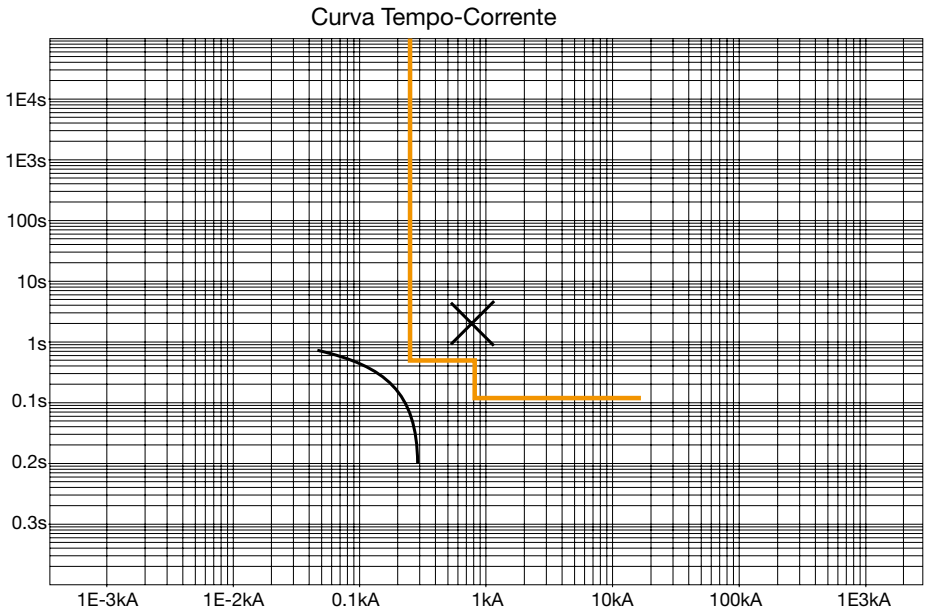
• interruttori di BT collegati:
- QF2: SACE Emax E3N 2500 PR122/P-LSI
- QF3: SACE Emax X1N 1600 PR332/P-LSI
- QF6: SACE Tmax T7S 1000 PR232/P-LSI

Figura 5



La Figura 6 mostra i dati relativi al trasformatore (in nero) ed alla protezione di MT (in arancio) alla tensione di riferimento di 20 kV:

Figura 6

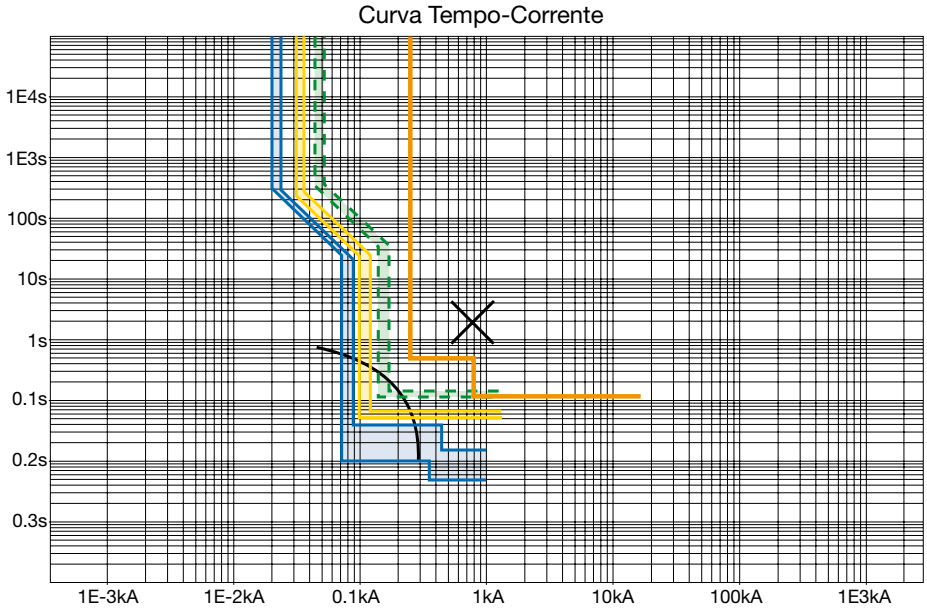


L'interruttore principale di BT deve essere selettivo con gli interruttori a valle.

Supponendo di settare la soglia I1 dell'interruttore Emax a 2100 A (I1=0.84 x In), è possibile tracciare le curve degli interruttori sul lato BT.

Una possibile soluzione è presentata nel paragrafo seguente.

Figura 7



Si può notare che la selettività totale è garantita fra gli interruttori X1 e T7 tramite un efficace settaggio della protezione S.

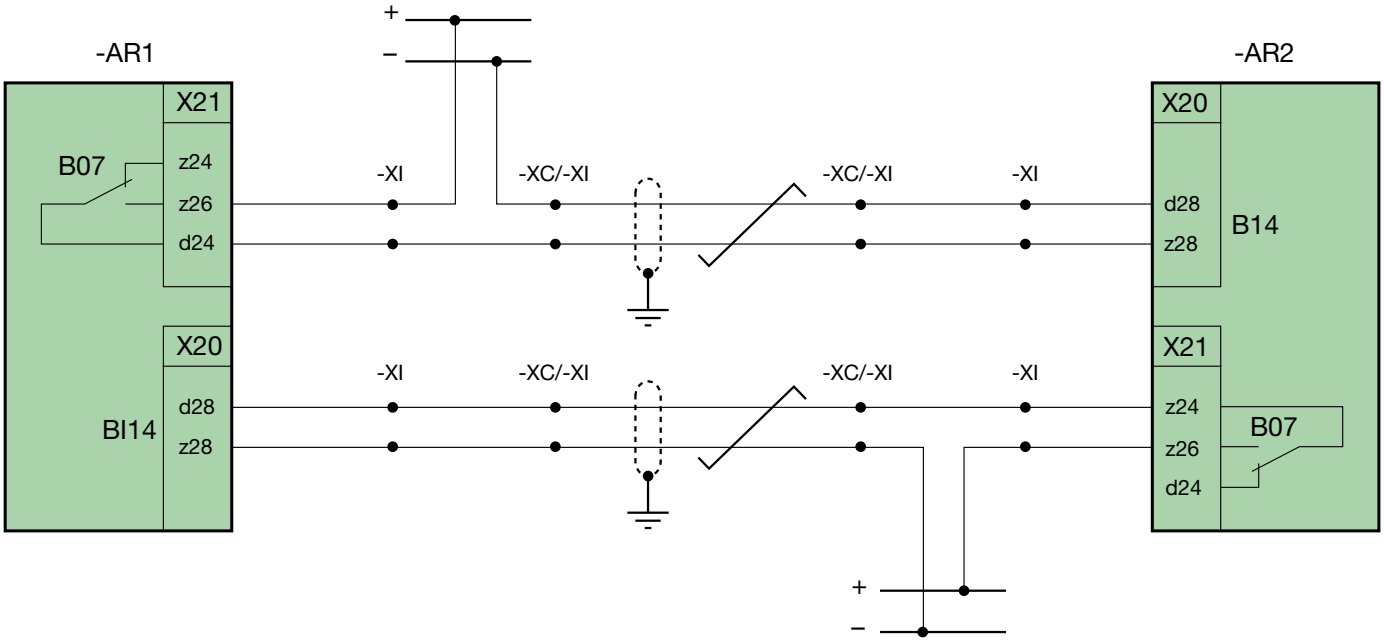
Analizzando il grafico si può osservare che, per ottenere un buon livello di selettività con gli interruttori X1 e T7 posizionati a valle, gli interruttori aperti Emax non possono essere selettivi con la protezione di MT a causa di un guasto sulla sbarra di BT B1. Infatti, se un tale guasto si verificasse, sia QF2 che QF1 aprirebbero.

Per evitare questa eventualità, la soluzione più semplice sarebbe implementare la selettività logica, o di zona, inviando un segnale per bloccare lo sganciatore di MT per mezzo delle uscite selettività di zona presenti sullo sganciatore PR123 dell'interruttore Emax, in questo modo integrando anche l'interruttore di MT in un'unica catena di selettività. Purtroppo ciò non è possibile direttamente, poiché la tensione del segnale fisico impiegata per la selettività di zona su REF542 PLUS è compresa fra 48 e 240V DC, mentre la connessione selettività di zona per gli sganciatori PR123 (ed anche per i PR122) utilizza una tensione di 24 VDC (tensione ausiliaria più spesso presente negli impianti di BT).
Per risolvere tale problema è possibile usare come segnale di blocco un segnale proveniente dai moduli PR120/K o PR021/K, settati sull'evento "temporizzazione protezione S".

3.2.2 La soluzione con il modulo di segnalazione PR120/K: logica di cablaggio

L'unità REF542 PLUS ha molti contatti di ingresso e di uscita.
In particolare, l'ingresso binario BI14 e l'uscita binaria B07 possono essere utilizzati per bloccare le funzioni di protezione fra REF542 PLUS interbloccati (Figura 8).
L'ingresso viene utilizzato per ricevere il segnale di blocco, e l'uscita per inviare il segnale.
Lo schema seguente mostra lo schema di cablaggio degli ingressi e delle uscite, dove i due sganciatori REF542 PLUS sono indicati con AR1 e AR2:

Figura 8
(Cablaggio di REF542 Plus per la gestione della selettività di zona)



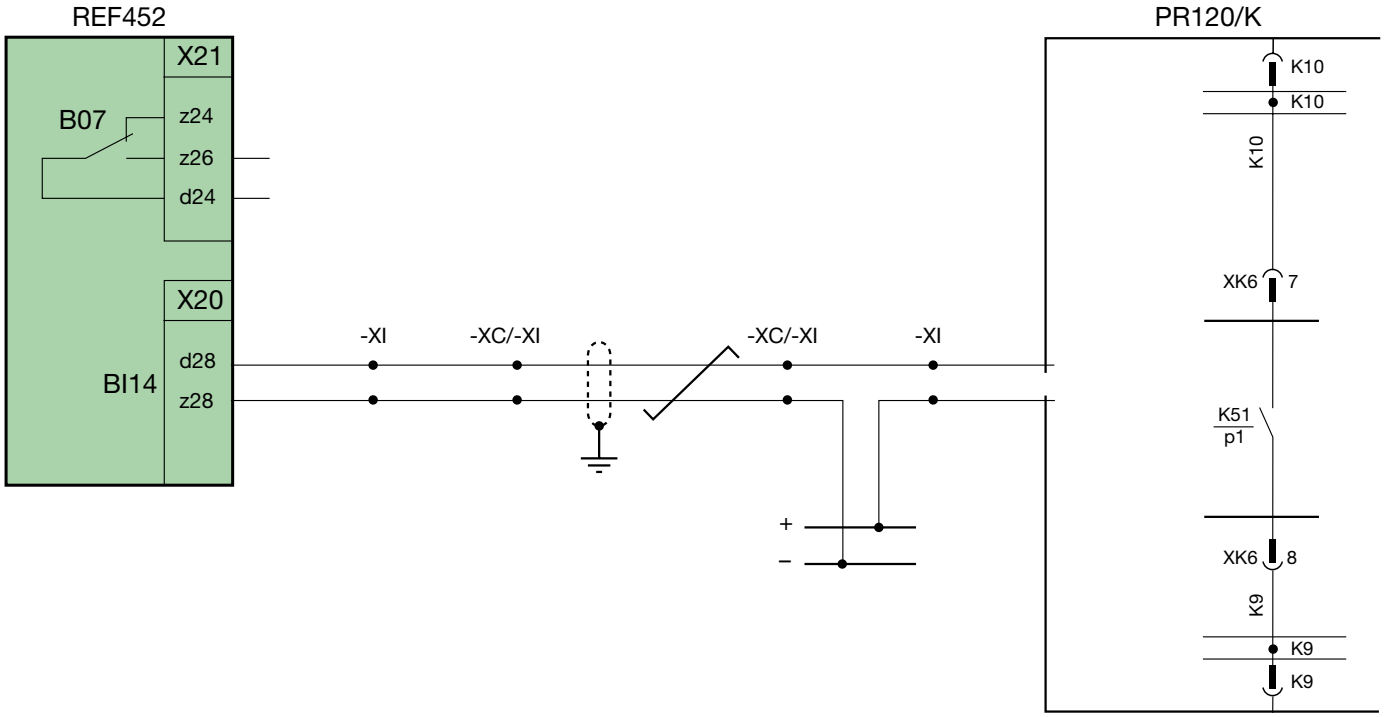
Come già evidenziato, gli ingressi binari possono essere utilizzati per tensioni da 48 a 240 VDC.
Analizzando le prestazioni in corrente continua (riportate nella tabella di Figura 9) dei contatti del modulo PR120/K (validi anche per il PR021/K) è possibile verificare che il modulo è adatto anche come interblocco del REF542 PLUS.

Figura 9

Tipo di contatto	**SPST**
Massima tensione di commutazione	130 VDC
Massima corrente di commutazione	5 A
Massima potenza di commutazione	175 W
Potere di interruzione a 35 VDC	5 A
Potere di interruzione a 120 VDC	0.2 A
Potere di interruzione a 250 VDC	-
Potere di interruzione a 380 VDC	-
Isolamento contatto/bobina	
Isolamento contatto/contatto	

Di seguito presentiamo un esempio di cablaggio che utilizza il contatto K51/P1 del modulo PR120/K ad una tensione di 48 VDC (questo può essere ottenuto analogamente anche con il modulo PR021/K).

Figura 10
(esempio di interblocco ottenuto cablando un PR120/K con REF542 PLUS)



Per settare adeguatamente il contatto K51/p1, è possibile usare l'unità di test e configurazione PR010/T oppure i programmi SD-Pocket (per PDA) or SD-TestBus (per PC); per inviare il segnale di blocco al dispositivo di MT, è necessario che il contatto K51/p1 sia impostato come segue:

- evento di riferimento: "temporizzazione protezione S"
- stato: NO (normalmente aperto)
- funzione di bloccaggio: non selezionata
- ritardo in chiusura: 0.0

Per garantire un corretto funzionamento della selettività di zona con un dispositivo di MT, è necessario che il tempo di apertura dell'interruttore di MT non sia inferiore a 120 ms (per la protezione contro i guasti di fase) o 150 ms (per la protezione contro i guasti a terra).

4. Analisi dei dispositivi necessari

4.1 Unità di segnalazione per l'interblocco tra bassa e media tensione

Per realizzare un interblocco tra media e bassa tensione, come già visto nei paragrafi precedenti, è necessario utilizzare una delle unità di segnalazione compatibili con gli interruttori SACE della serie Emax. Tali unità permettono la segnalazione a distanza di allarmi e interventi degli interruttori e possono essere impostate dall'utente per mezzo dell'unità di test e configurazione PR010/T oppure dei programmi SD-Pocket (per PDA) o SD-TestBus (per PC). Per la regolazione dei contatti fare riferimento ai paragrafi precedenti.

4.1.1 Modulo PR021/K

Figura 11 (Modulo PR021/K)

Il modulo di segnalazione PR021/K converte i segnali digitali delle unità di protezione in segnali elettrici attraverso 8 contatti normalmente aperti.
Per un corretto funzionamento del modulo è necessaria un'alimentazione da 24V DC: poiché tale tensione ausiliaria deve essere isolata da terra, bisogna utilizzare dei "convertitori galvanicamente isolati" in conformità con le norme IEC 60950 (UL1950) oppure qualsiasi dispositivo equivalente.

Figura 12

Il modulo PR021/K deve essere collegato al bus interno dello sganciatore attraverso gli slots W3 e W4 della morsettiera (la figura mostra la morsettiera di un interruttore estraibile della serie Emax).

Il modulo PR021/K deve essere montato su una guida standard DIN da 35 mm. Per quanto riguarda i connettori frontali del modulo, i cavi da utilizzare avranno sezioni comprese tra:

- 0,5 e 1,5 mm² (AWG 22…14) per la connessione ai morsetti 1…10 (lato sinistro del modulo);
- 0,5 e 2,5 mm² (AWG 22...12) per la connessione ai morsetti 11…26 (sul lato destro dell'unità).

4.1.2 Modulo PR120/K

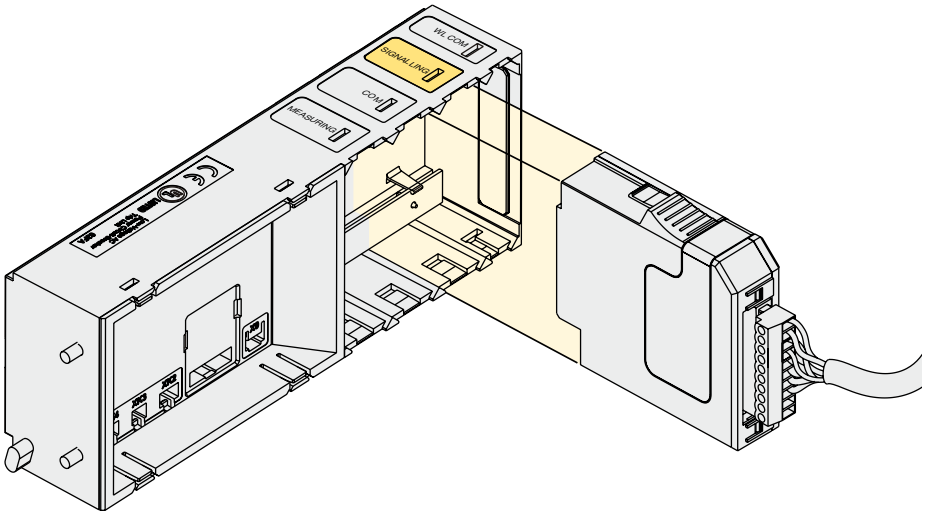
Figura 13 (modulo PR120/K)

Il modulo di segnalazione interno PR120/K (montato sulla parte posteriore dello sganciatore) è alimentato dal relè (nel caso l'alimentazione ausiliaria sia prevista sullo stesso) oppure dal modulo di misura PR120/V.
PR120/K è dotato di quattro relè, i cui contatti sono denominati K51/p1, K51/p2, K51/p3 e K51/p4.

Questi contatti possono segnalare diverse situazioni selezionabili dall'utente tra quelle riportate nell'elenco standard; comunque l'utente può associare ai 4 contatti degli eventi "personalizzati" selezionando "Custom" nel menu e impostando il segnale voluto tramite PDA, SD-Testbus oppure PR010/T.

Le uscite sulla morsettiera sono identificate dai terminali K4, K6, K8, K10.

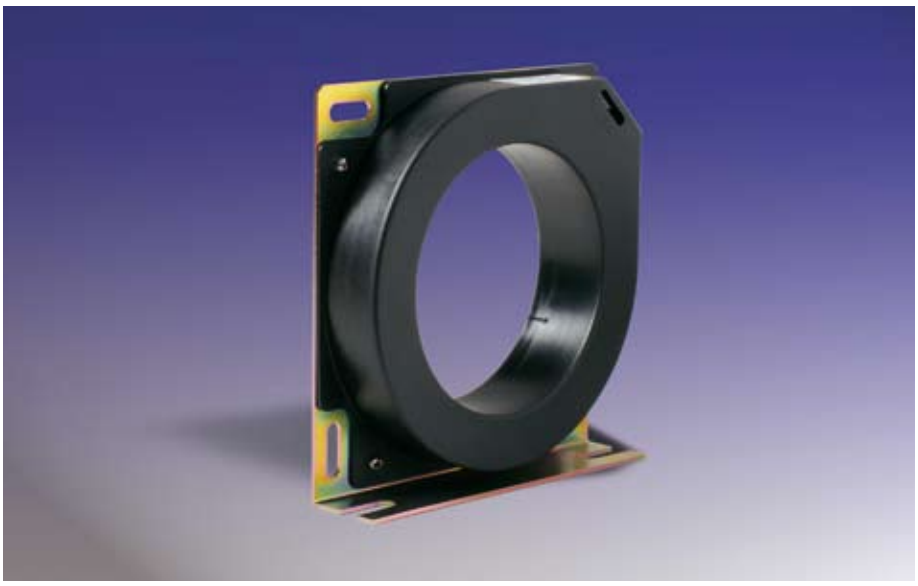
Figura 14 (installazione dell'unità PR120/K)



4.2 Toroide omopolare per il centro stella del trasformatore

La corrente nominale del toroide può essere impostata a 100A, 250A, 400A oppure 800A utilizzando diverse combinazioni di collegamenti.
Il collegamento fra il toroide omopolare ed i terminali T7 e T8 della morsettiera deve essere realizzato utilizzando un cavo bifilare schermato e cordato (tipo BELDEN 8762/8772) di lunghezza non superiore a 15 m. Lo schermo deve essere messo a terra sul lato interruttore e sul lato sensore di corrente.

Figura 15 (il toroide omopolare)



4.3 Cablaggio tra interruttori di MT e di BT

Il cablaggio tra interruttori di BT e di MT può essere realizzato tramite un cavo bipolare schermato per ottenere la selettività come mostrato al paragrafo 3.3.
A causa delle correnti molto basse assorbite dagli ingressi degli sganciatori di MT prodotti da ABB, è possibile raggiungere distanze di cablaggio fino a 800 metri.

Figura 16

Un cavo adatto per questa applicazione è il cavo "BELDEN 82841" (impedenza nominale 120 Ohms, resistenza nominale del conduttore in DC @ 20 °C
24 Ohms/1000 ft., massima corrente consigliata 4 A per conduttore @ 25 °C).

5. Bibliografia

- Istruzioni di installazione ed esercizio. "Istruzioni di installazione, di esercizio e di manutenzione per interruttori automatici aperti di bassa tensione Emax" (codice 1SDH000460R0001)

- Manuale "Unità di segnalazione SACE PR021/K" (codice 1SDH000559R0001)

Per tener conto dell'evoluzione delle Norme e dei materiali, le caratteristiche e le dimensioni di ingombro indicate nel presente catalogo si potranno ritenere impegnative solo dopo conferma da parte di ABB SACE.

1SDC007402G0901 May '09

ABB SACE
Una divisione di ABB S.p.A.

Interruttori B.T.
Via Baioni, 35
24123 Bergamo
Tel.: 035.395.111 - Telefax: 035.395.306-433

http://bol.it.abb.com
Tutte le soluzioni
per la Bassa Tensione
e l'Automazione.