



Quaderni di applicazione tecnica N.9 La comunicazione via Bus con gli interruttori ABB

1 Introduzione

Il crescente utilizzo dei sistemi di automazione e supervisione dei processi industriali, per una migliore gestione degli impianti elettrici e tecnologici, ha spinto i costruttori di interruttori automatici ad implementare sugli sganciatori elettronici le interfacce per il dialogo e la comunicazione via bus con apparecchiature di controllo come PC, PLC o SCADA.

In questo modo gli interruttori automatici oltre che per la protezione e la manovra sono utilizzati anche per la supervisione ed il controllo degli impianti elettrici di distribuzione. Il presente quaderno di applicazione tecnica ha lo scopo di introdurre il lettore ai concetti base di:

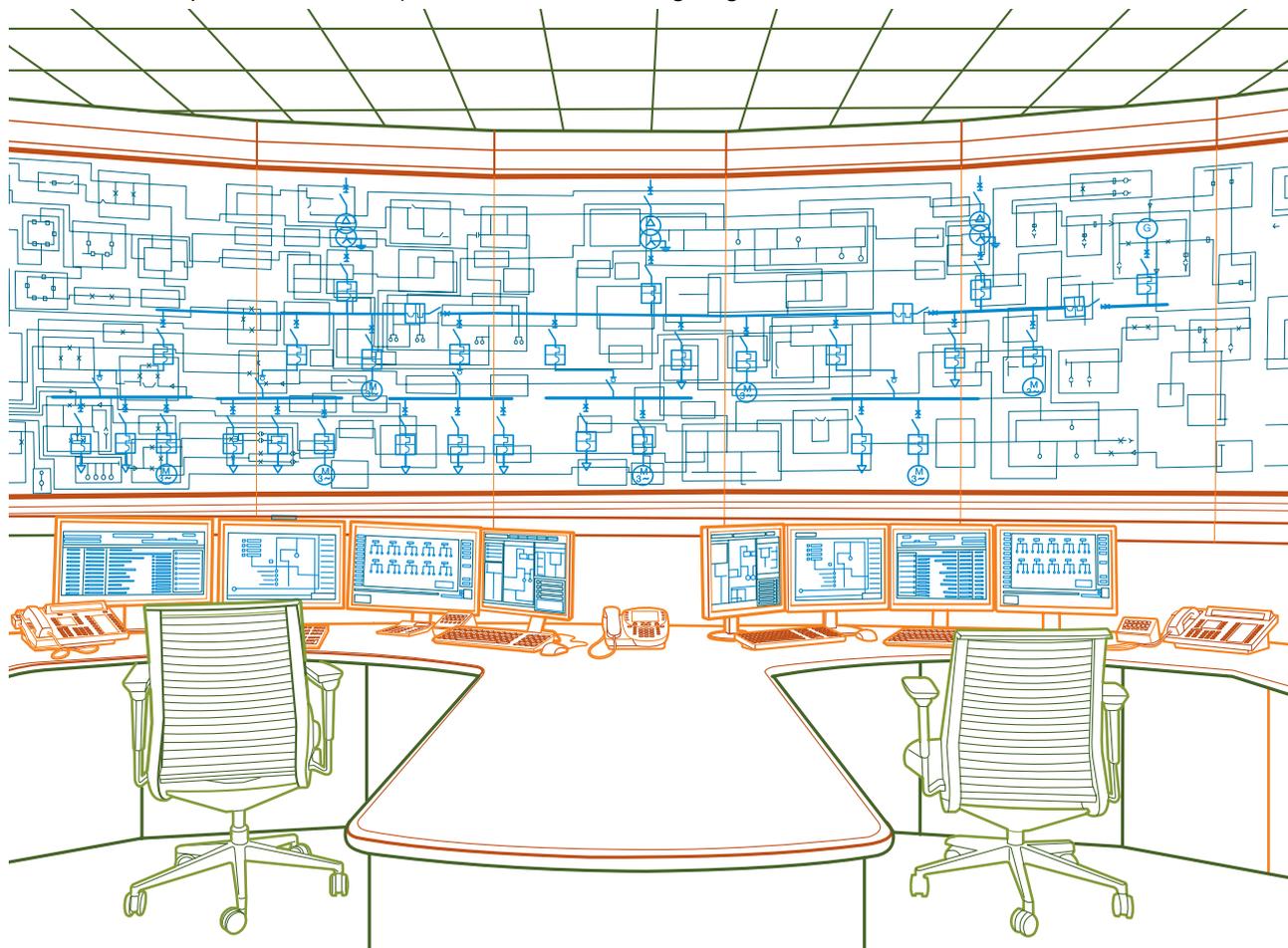
- reti e protocolli di comunicazione
- dialogo tra dispositivi elettronici "intelligenti" e descrivere le funzionalità degli sganciatori elettronici che permettono agli interruttori automatici ABB la comunicazione su bus. In particolare vuole offrire tutte le informazioni utili per la corretta scelta ed il corretto utilizzo degli sganciatori, dei moduli di comunicazione, degli accessori e dei software necessari per utilizzare gli interruttori automatici ABB nei sistemi di supervisione degli impianti elettrici e tecnologici (es. linee di produzione che realizzano i processi industriali).

Questa pubblicazione è divisa in cinque parti fondamentali:

- introduzione alla comunicazione digitale e concetti base sui protocolli di comunicazione;
- la supervisione degli impianti elettrici di distribuzione;
- la soluzione ABB per la comunicazione nei bus di campo (Modbus RTU, Profibus DP e DeviceNet) e le regole per la stesura della rete Modbus RS-485; l'interfaccia da fronte quadro HMI030;
- la soluzione per integrare gli interruttori ABB nelle reti Ethernet con protocollo Modbus/TCP;
- alcuni esempi di applicazione degli interruttori ABB SACE per la gestione automatizzata degli impianti elettrici di distribuzione.

Sono presenti nel documento sette appendici.

L'Appendice A contiene le tabelle con le principali informazioni, le misure e gli allarmi messi a disposizione dagli sganciatori; nelle restanti appendici si approfondiscono aspetti funzionali ed applicativi dei prodotti e degli accessori (moduli di comunicazione, moduli di misura, contatti ausiliari elettronici, connettori e comandi motore) necessari per la comunicazione via bus degli interruttori automatici ABB. In particolare, l'Appendice C contiene le indicazioni per collegare gli interruttori ad una rete Modbus RS-485.

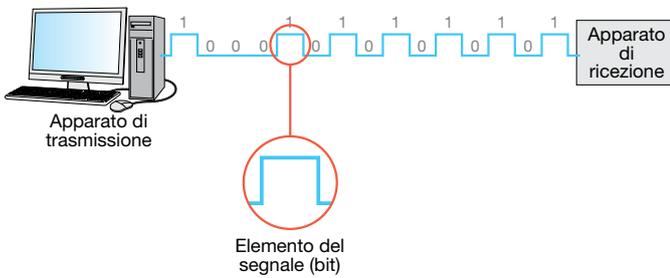


2 La comunicazione digitale

La comunicazione digitale è uno scambio di dati (in forma binaria, cioè rappresentati tramite bit¹) tra dispositivi elettronici "intelligenti", dotati di appositi circuiti e interfacce. La comunicazione avviene solitamente in forma seriale, cioè i bit che costituiscono un messaggio o un pacchetto di dati sono trasmessi uno dopo l'altro sullo stesso canale di trasmissione (mezzo fisico).

¹ Un bit è l'unità di informazione elementare gestita da un calcolatore e corrisponde allo stato di un dispositivo fisico, che è interpretato come 0 oppure 1. Una combinazione di bit può indicare un carattere alfabetico, una cifra numerica, oppure effettuare una segnalazione, una commutazione o un'altra funzione.

Figura 1: Sequenza di bit



Le apparecchiature che devono scambiarsi i dati e le informazioni, sono connesse tra loro in una rete di comunicazione.

Una rete è genericamente composta da nodi interconnessi con linee di comunicazione:

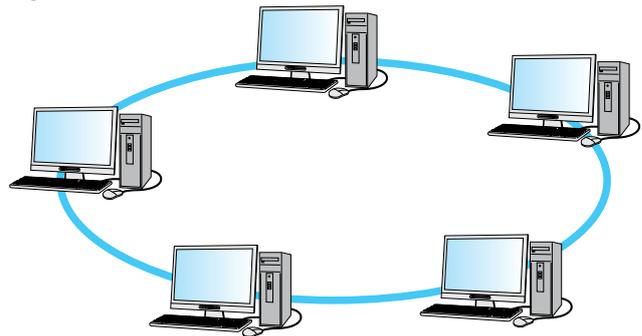
- il nodo (un dispositivo "intelligente" in grado di dialogare con altri dispositivi) è il punto di trasmissione e/o ricezione dei dati;
- la linea di comunicazione è l'elemento di connessione di due nodi e rappresenta il percorso diretto che l'informazione segue per essere trasferita tra i due nodi; è in pratica il mezzo fisico (cavo coassiale, doppino telefonico, fibre ottiche, raggi infrarossi) sul quale viaggiano le informazioni e i dati.

Le principali reti di comunicazione possono essere classificate secondo le seguenti topologie:

- Rete ad anello

Le reti ad anello sono costituite da una serie di nodi (in Figura 2 rappresentati da dei PC) interconnessi in modo da formare un anello chiuso.

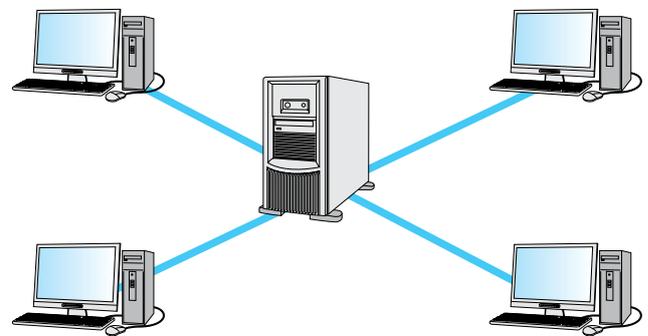
Figura 2: Rete ad anello



- Rete a stella

Le reti a stella sono basate su un nodo centrale al quale sono connessi tutti gli altri nodi periferici.

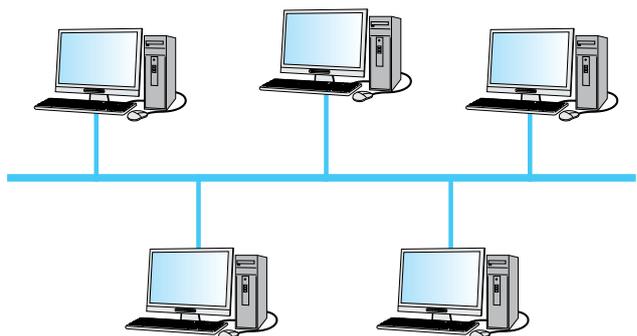
Figura 3: Rete a stella



- Rete a bus

La struttura a bus è basata su un mezzo trasmissivo (solitamente cavo attorcigliato oppure cavo coassiale) in comune per tutti i nodi che sono collegati quindi in parallelo.

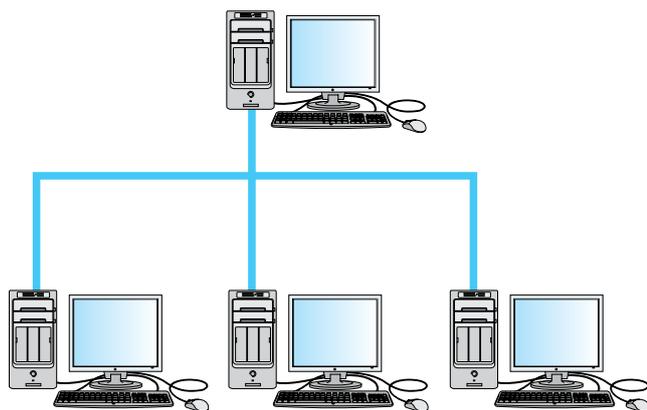
Figura 4: Rete a bus



Alcuni esempi di gestione di processo in cui è richiesto il dialogo tra i dispositivi inseriti in una rete di comunicazione sono:

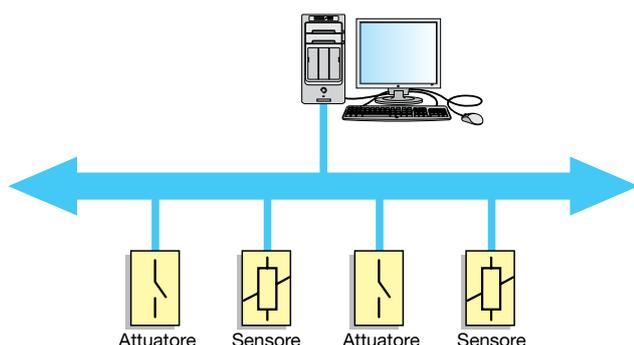
1) lo scambio di dati tra i personal computers, di una società o di un'azienda, connessi tra loro in una rete LAN².

Figura 5: Esempio di rete LAN



2) la ritrasmissione di dati e comandi tra un sistema di supervisione e controllo e i dispositivi di campo (sensori e attuatori) di un sistema di automazione, per la gestione di un processo industriale.

Figura 6: Esempio di un sistema di supervisione per la gestione di un processo industriale



Per gestire il traffico dei dati sulla rete e far sì che due dispositivi che dialogano siano in grado di comprendersi a vicenda è necessario un protocollo di comunicazione. Il protocollo di comunicazione è l'insieme di regole e comportamenti che due entità devono rispettare per scambiare informazioni tra loro; è una convenzione precisa associata ai dati scambiati tra i partner di comunicazione. I protocolli utilizzati per far comunicare i diversi dispositivi

nelle applicazioni industriali sono numerosissimi, e variano in base alle esigenze di comunicazione di ciascuna applicazione, che possono essere:

- quantità di dati da trasmettere;
- numero di dispositivi coinvolti;
- caratteristiche dell'ambiente in cui avviene la comunicazione;
- vincoli di tempo;
- criticità o meno dei dati da inviare;
- possibilità o no di correggere errori di trasmissione; e altre ancora.

Esiste poi un'ulteriore ampia varietà di protocolli utilizzata per mettere in comunicazione apparati informatici, come i computers e le relative periferiche.

Nel seguito non ci occuperemo di questi, ma ci limiteremo a descrivere i protocolli dedicati alla comunicazione industriale nei bus di campo (o fieldbus), ossia quelle reti utilizzate per scambiare informazioni tra un sistema di controllo e i dispositivi di campo (i sensori e gli attuatori dotati di un'interfaccia di comunicazione evoluta che interagiscono direttamente con il processo fisico che si vuole mantenere sotto controllo).

In particolare, i concetti di comunicazione, supervisione e controllo saranno applicati alla gestione degli impianti elettrici di distribuzione dell'energia in bassa tensione.

2.1 I protocolli di comunicazione

I protocolli attualmente utilizzati nelle comunicazioni industriali sono molto complessi.

Per semplificarne la descrizione, si è soliti separarne i livelli di funzionamento; si distingue in ciascun protocollo un livello fisico (physical layer), un livello di collegamento (data link) e un livello applicativo (application layer). Ciascuno dei livelli descrive un aspetto del funzionamento della comunicazione ed in particolare:

- il livello fisico specifica il collegamento tra i diversi dispositivi dal punto di vista hardware e descrive i segnali elettrici utilizzati per trasmettere i bit dall'uno all'altro; descrive, ad esempio, i collegamenti elettrici e i metodi di cablaggio, le tensioni e le correnti utilizzate per rappresentare i bit 1 e 0 e le loro durate.

Nei protocolli industriali, il livello fisico è in genere una delle interfacce standard tipo RS-232, RS-485, RS-422 ecc;

² LAN (Local Area Network): reti locali (es: Ethernet) che collegano fra loro calcolatori e terminali fisicamente vicini fra loro, collocati per esempio, nello stesso ufficio o nello stesso edificio.

- il livello di collegamento descrive come i bit sono raggruppati in caratteri e questi in pacchetti, e come eventuali errori sono rilevati ed eventualmente corretti. Se necessario, definisce anche i turni o le priorità che i dispositivi devono rispettare per accedere al mezzo di trasmissione;
- il livello applicativo descrive quali sono i dati trasmessi e quale è il loro significato relativamente al processo sotto controllo. È il livello in cui si specifica quali dati devono essere contenuti nei pacchetti trasmessi e ricevuti e come sono utilizzati.

In generale i livelli sono indipendenti l'uno dall'altro; applicando il concetto dei livelli alla comunicazione tra persone, possiamo metterci d'accordo se parlare per telefono o con radio ricetrasmittenti (livello fisico), se parlare inglese o francese (livello di collegamento) e su quale sarà l'argomento della conversazione (livello applicativo).

Per realizzare con successo la comunicazione tra due entità, tutti i livelli considerati dovranno corrispondersi ossia, ad esempio, se usiamo il telefono non potremo parlare con chi sta usando una radio, non potremo comprenderci se utilizziamo lingue diverse, ecc.

Figura 7: Impossibilità di comunicazione tra radio e telefono



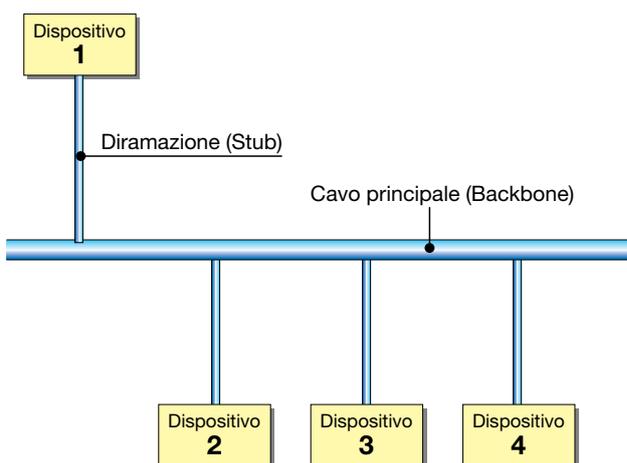
Senza voler descrivere in modo completo i protocolli esistenti, segnaliamo però alcune caratteristiche dei sistemi di comunicazione attraverso una breve descrizione dei tre livelli appena introdotti.

2.1.1 Il livello fisico

Parlando di livello fisico, abbiamo:

- sistemi Wireless (senza fili) che utilizzano come mezzo fisico onde radio, raggi infrarossi o segnali luminosi che si propagano liberamente nello spazio;
- sistemi Wired, o cablati, in cui i segnali sono trasmessi tramite cavi (o eventualmente fibre ottiche). Tra quest'ultimi ci sono:
 - sistemi con cablaggio uno a uno (point to point) in cui ciascun tratto di cavo collega due dispositivi e serve esclusivamente per la comunicazione tra essi (un classico esempio è quello della comunicazione tra un PC ed una stampante). Tale comunicazione può essere di tipo full duplex, se i due dispositivi possono trasmettere contemporaneamente, o half duplex, se possono farlo solo alternandosi;
 - sistemi con cablaggio multipoint (chiamati anche multidrop) in cui molti dispositivi condividono in parallelo lo stesso cavo di comunicazione (vedi Figura 8). Tra i sistemi multipoint, particolare importanza hanno quelli con collegamento di tipo bus, in cui un cavo principale senza diramazioni o con diramazioni assai corte collega in parallelo tra loro tutti i dispositivi interessati.

Figura 8: Sistema multidrop con collegamento di tipo bus



Nelle reti industriali le interfacce di livello fisico più utilizzate sono la RS-232 per collegamenti point-to-point e la RS-485 per collegamenti multipoint.

2.1.1.1 Le interfacce RS-232 e RS-485

Parlando di livello fisico, abbiamo:

L'interfaccia RS-232, diffusissima nei personal computers tanto da essere conosciuta come "porta seriale", è un sistema di comunicazione seriale asincrono punto-a-punto, che può funzionare in full duplex.

Figura 9: Connettore seriale RS-232 a 9 pin



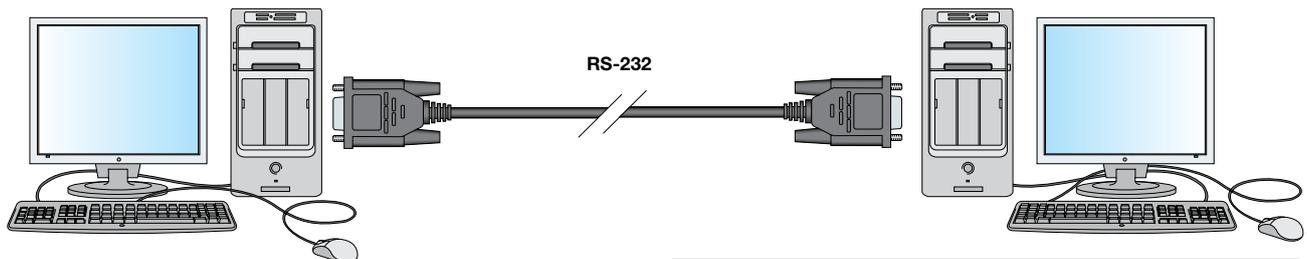
Figura 10: Cavo seriale RS-232 a 9 pin



Descriviamo in modo semplice le sue caratteristiche:

- seriale significa che i bit sono trasmessi uno dopo l'altro;
- asincrono significa che ciascun dispositivo è libero di trasmettere un carattere alla volta, separati da intervalli di tempo lunghi o brevi secondo le necessità;
- punto a punto significa che solo due dispositivi possono essere connessi tra loro secondo questa modalità. Se si vuole utilizzare la RS-232 per collegare più di due dispositivi, ciascuna coppia deve avere a disposizione un canale indipendente, con due porte ad esso dedicate;

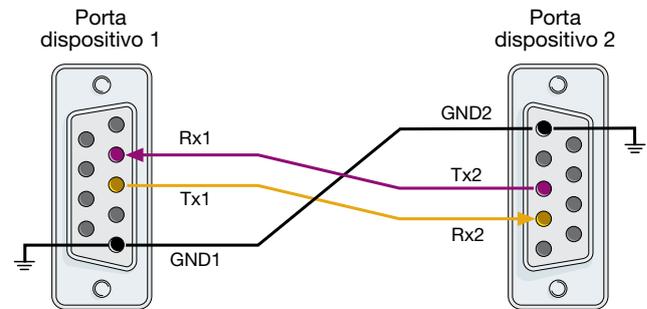
Figura 11: Collegamento punto-punto tra due PC



- Full duplex significa che i dispositivi possono trasmettere e ricevere contemporaneamente. Il funzionamento in full duplex è possibile perché esistono due collegamenti elettrici separati per le due direzioni in cui i dati possono viaggiare.

I bit sono trasmessi sotto forma di livelli di tensione dal morsetto di trasmissione (Tx) di un dispositivo al morsetto di ricezione (Rx) dell'altro dispositivo. Le tensioni sono riferite ad un conduttore di terra di segnale (GND) connesso all'omonimo morsetto dei due dispositivi.

Figura 12: Collegamenti base per la comunicazione tra due dispositivi con l'interfaccia RS-232.



Per il collegamento sono quindi necessari almeno tre fili (Tx, Rx e GND): è possibile usare dei collegamenti in più per regolare il flusso dei dati (es. segnalare quando un dispositivo è pronto a trasmettere o a ricevere); queste operazioni, che costituiscono i processi di handshaking e flow control³, non saranno oggetto di questa documentazione.

Ciascun carattere che transita sul cavo seriale è costituito da:

- uno o più bit di start che servono ad avvisare il dispositivo ricevente dell'arrivo di un nuovo carattere (essendo l'interfaccia asincrona non è possibile, per il dispositivo ricevente, sapere quando si presenta un carattere quindi bisogna segnalarlo in anticipo);
- un certo numero di bit di dati (ad esempio 8);

³ Flow control: metodologia per il controllo del flusso delle informazioni.
Handshaking: Scambio di segnali prestabiliti tra due dispositivi al fine di ottenere una corretta comunicazione. Con questo scambio di segnali i dispositivi comunicano di avere dei dati da trasmettere o di essere pronti a ricevere.

- un eventuale bit di parità, che serve a riconoscere se tra i bit trasmessi ce n'è uno sbagliato (in tal caso l'intero carattere è considerato non valido e scartato): il bit di parità, se utilizzato, può essere configurato in modalità pari o dispari;
- uno o più bit di stop che concludono la trasmissione.

Tutti i bit elencati hanno la stessa durata: l'interfaccia seriale è configurata per trasmettere un certo numero di bit per secondo (bps o baud). Le velocità di trasmissione sono standardizzate, e per tradizione si usano multipli di 300 bit per secondo. Ad esempio un dispositivo potrebbe trasmettere a 9600, 19200 o 38400 baud, ovvero bit per secondo.

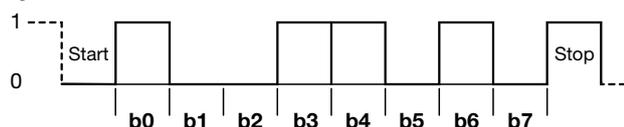
Per poter comunicare correttamente, è indispensabile che i due dispositivi utilizzino le stesse regolazioni: baud rate (velocità di trasmissione), numero di bit di dati, di start e di stop, l'utilizzo o meno del bit di parità e, se è utilizzato, la modalità (pari o dispari).

Se ciò non avviene, nessun carattere è riconosciuto correttamente, e quindi è impossibile trasmettere dati.

Ad esempio nella stringa di bit rappresentata in Figura 13 si possono individuare:

- un bit di start;
- 8 bit (b0...b7) che compongono il dato;
- un bit di stop.

Figura 13: Dato trasmesso su 8 bit

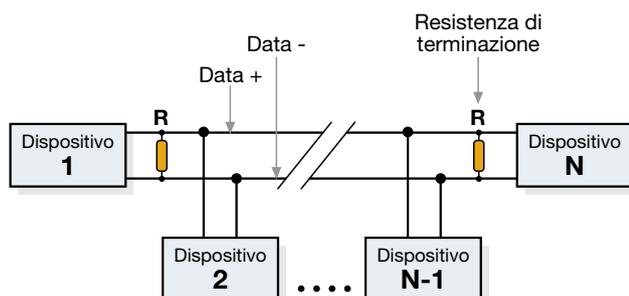


L'interfaccia RS-485 si distingue dalla RS-232 per le caratteristiche elettriche e di collegamento.

I suoi vantaggi principali sono: la possibilità di realizzare collegamenti multidrop⁴ ovvero fra più di due dispositivi (vedi Figura 14) e la migliore immunità ai disturbi elettrici.

Queste caratteristiche ne fanno l'interfaccia più utilizzata

Figura 14: Sistema multidrop con connessione a Bus su RS-485



in ambiente industriale, dalle prime versioni di Modbus (anni '60) ai più moderni Modbus RTU, Profibus-DP, DeviceNet, CANopen e As-Interface.

Nella RS485, tutti i dispositivi sono connessi in parallelo su un unico bus formato da due conduttori, denominati: Data+ e Data-, oppure A e B o anche Data1 e Data2 in base ai diversi produttori dei dispositivi.

I segnali utilizzati sono differenziali; cioè i bit sono rappresentati dalla differenza di potenziale tra Data+ e Data-. I conduttori sono intrecciati e mantenuti vicini l'uno all'altro per far sì che i disturbi elettrici li colpiscano con uguale intensità, in modo che la differenza di tensione sia alterata il meno possibile.

Quando un dispositivo non sta trasmettendo, si dispone "in ricezione", presentando un'impedenza elevata sulla porta di comunicazione.

La specifica standard RS-485 (EIA/TIA-485)⁵ impone dei limiti sull'impedenza d'ingresso e pone dei requisiti sulla corrente/potenza che ciascun dispositivo deve essere in grado di trasferire sulla linea quando trasmette.

In particolare, in accordo a quanto prescritto nello standard di riferimento, una corretta trasmissione dei dati è possibile se sulla linea sono collegati al più 31 dispositivi "in ricezione".

Quindi, secondo quanto previsto dalla norma, la RS-485 garantisce che la comunicazione può avvenire correttamente con un numero massimo di dispositivi collegati al bus pari a 32; e in ogni ciclo di comunicazione, un dispositivo è posto "in trasmissione" e gli altri 31 sono posti "in ricezione".

Infatti, poiché tutti i dispositivi sono connessi in parallelo su di un unico bus, solo uno per volta può trasmettere, altrimenti i segnali si sovrappongono diventando irriconoscibili.

L'interfaccia RS-485 non incorpora nessun meccanismo per definire quale dispositivo ha il permesso di trasmettere; questo compito è demandato ai livelli superiori del protocollo utilizzato.

La struttura di ogni carattere trasmesso, la sua durata e le possibilità di configurazione della trasmissione sono come quelle viste in precedenza per la seriale RS-232; si può avere ad esempio una trasmissione impostata ad una velocità di 19200 baud, con 1 bit di start, 1 bit di stop e un bit di parità usato, per esempio, in modalità Pari.

Tutti i dispositivi collegati ad uno stesso bus devono avere le medesime impostazioni per poter comunicare tra loro.

⁴ In linea di principio in un collegamento multidrop i dispositivi sono collegati in parallelo ad un cavo principale.

⁵ L'EIA/TIA-485 "Differential Data Transmission System Basics" è il documento che descrive lo standard RS485, al quale tutti i costruttori fanno riferimento.

2.1.2 Il livello di collegamento

Per quanto riguarda il livello di collegamento, si parla di protocolli master-slave quando uno dei dispositivi (il master) ha il compito di controllare e gestire la comunicazione di tutti gli altri (slave). Si parla invece di sistemi peer-to-peer quando tale gerarchia non esiste e i dispositivi accedono al mezzo di comunicazione in modo eguale (in tal caso il protocollo comprende le procedure per gestire i turni e le precedenze di accesso al mezzo di comunicazione; ne è un classico esempio Ethernet).

Tra i protocolli di comunicazione più usati ci sono:

- Modbus RTU, il protocollo di connessione più diffuso fra i dispositivi elettronico-industriali;
- ProfiBus-DP, usato per la comunicazione di campo con sensori e attuatori intelligenti, in genere con scambio dati veloce e ciclico tra apparecchiature di campo e controllori;
- DeviceNet, anch'esso usato per l'interfaccia tra dispositivi di campo e controllori (PC, PLC);
- AS-i, per la comunicazione con sensori molto semplici, come i fine-corsa, o dispositivi di comando (es. pulsanti).

2.1.3 Il livello applicativo

Il livello applicativo dà un significato ai dati trasmessi; ossia associa un comando (es. apri/chiudi l'interruttore) o un numero (es. valori di tensione) ai dati in formato binario che i dispositivi si scambiano attraverso la rete di comunicazione.

Ad esempio supponiamo di utilizzare il protocollo Modbus per leggere da remoto i valori di corrente memorizzati in un interruttore Tmax con sganciatore PR222DS/PD.

Ciascun sganciatore memorizza i valori delle grandezze e dei parametri in appositi registri; questi registri possono essere di sola lettura (es. registro di misura delle correnti) oppure di lettura e scrittura (es. registro per l'impostazione delle curve e delle soglie di intervento delle protezioni)⁶.

Nel PR222DS/PD, le correnti sono memorizzate nei registri a partire dal 30101.

Figura 15: Registri del PR222DS/PD con i valori run time delle correnti

N° di registro	Contenuto del registro	Significato del contenuto
30101	198	IL1 Corrente nella fase 1 [A]
30102	298	IL2 Corrente nella fase 2 [A]
30103	447	IL3 Corrente nella fase 3 [A]
30104	220	ILN Corrente nel neutro [A]

Quando il master (es. un PC) vuole leggere i valori delle correnti, invia all'interruttore un messaggio che contiene:

- il numero dei registri in cui andare a leggere i dati (al numero di registro sono associate le grandezze misurate; nell'esempio sono indicati i registri da 30101 a 30104 che contengono i valori delle correnti);
- il tipo di operazione da effettuare (es: lettura dei valori contenuti nel registro).

Lo slave (in questo caso l'interruttore) risponde inviando al master i valori richiesti.

Tali valori sono poi mostrati all'operatore in un formato comprensibile attraverso le interfacce utente dei software e dei programmi applicativi di supervisione che facilitano la presentazione delle informazioni e dei dati provenienti dal processo controllato.

⁶ Per maggiori informazioni sulla struttura della mappa Modbus degli sganciatori ABB dotati di interfaccia di comunicazione si vedano i seguenti documenti:
 - Modbus system Interface for Protection relays PR122/P and PR123/P + communication module PR120/D-M, mounted on CB New Emax; Protection relays PR332/P and PR333/P + communication module PR330/D-M, mounted on CB Emax X1, Tmax T7 and Tmax T8 (codice documento: 1SDH000556R0001)
 - Emax DC PR122DC-PR123DC + PR120/D-M Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000841R0001)
 - Emax VF PR122/VF + PR120/D-M Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000922R0001)
 - Instruction manual PR223EF Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000566R0001)
 - Instruction manual PR223DS Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000658R0001)
 - Instruction manual PR222DS/PD Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000600R0001)
 - La mappa Modbus (o mappa di memoria) è stabilita dal costruttore, che decide quale registro associare ai dati letti dall'interruttore, e decide inoltre quali parametri letti e di impostazione dell'interruttore possono essere trasmessi tramite comunicazione seriale

2.1.4 Compatibilità tra i livelli

Nella comunicazione industriale, i diversi dispositivi che si scambiano le informazioni devono utilizzare gli stessi protocolli su tutti i livelli coinvolti.

Ad esempio, come vedremo nei capitoli successivi, gli interruttori ABB SACE utilizzano il protocollo Modbus

RTU su RS-485. Esistono però anche dispositivi industriali che utilizzano Modbus RTU su RS-232 oppure Profibus-DP su RS-485.

Alcune delle combinazioni sopra citate sono mostrate di seguito, evidenziando quelle funzionanti e quelle no.

LIVELLI DEL PROTOCOLLO	PROTOCOLLO DEL DISPOSITIVO A	PROTOCOLLO DEL DISPOSITIVO B	COMUNICAZIONE/DIALOGO
Livello logico	Modbus	Modbus	SI COMUNICAZIONE Compatibilità su tutti i livelli del protocollo.
Livello fisico	RS-485	RS-485	
Livello logico	Modbus	Modbus	SI COMUNICAZIONE Compatibilità su tutti i livelli del protocollo.
Livello fisico	RS-232	RS-232	
Livello logico	Profibus-DP	Profibus-DP	SI COMUNICAZIONE Compatibilità su tutti i livelli del protocollo.
Livello fisico	RS-485	RS-485	
Livello logico	Profibus-DP	Modbus	NO COMUNICAZIONE Incompatibilità sul livello logico del protocollo.
Livello fisico	RS-485	RS-485	
Livello logico	Modbus	Modbus	NO COMUNICAZIONE Incompatibilità sul livello fisico del protocollo.
Livello fisico	RS-485	RS-232	
Livello logico	Profibus-DP	Modbus	NO COMUNICAZIONE Incompatibilità su tutti i livelli del protocollo.
Livello fisico	RS-485	RS-232	

Con livello logico si intende la combinazione di: livello di collegamento + livello applicativo.

3 La supervisione degli impianti elettrici di distribuzione

Un impianto elettrico di distribuzione in BT può essere considerato come un processo industriale finalizzato alla distribuzione di energia elettrica ed in quanto tale, anch'esso necessita di un sistema di supervisione e controllo al fine di aumentarne l'affidabilità ed ottimizzarne la gestione.

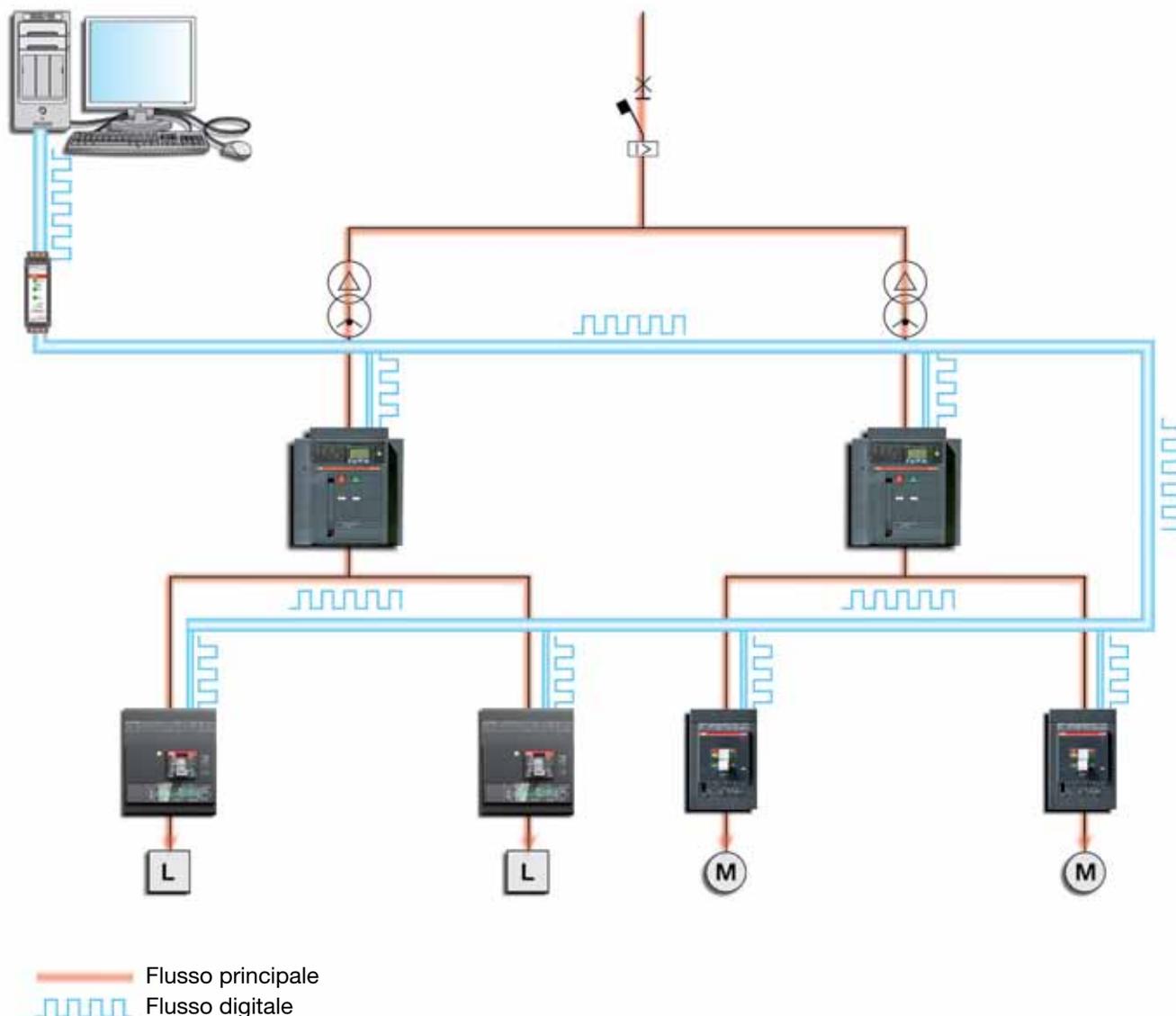
In un'ottica mirata all'integrazione tra la tecnica impiantistica tradizionale e i sistemi di controllo, allo scopo di gestire, controllare e monitorare in forma centralizzata ed automatica gli impianti civili ed industriali, si può consi-

derare l'impianto elettrico come interessato da due flussi:

- un flusso principale (flusso di energia) costituito dalla potenza e dall'energia che, attraverso i conduttori di linea e le apparecchiature di comando e di protezione, è fornita alle utenze e ai carichi di un impianto;
- un flusso digitale costituito da tutte le informazioni, i dati e i comandi utili per il controllo e la gestione dell'impianto.

È il sistema di supervisione a gestire questo flusso informativo che transita sulla rete di comunicazione.

Figura 16: Rappresentazione del flusso principale e del flusso digitale



In base all'estensione e alla complessità degli impianti da gestire, si possono realizzare sistemi di supervisione con differenti architetture, dalle più semplici (architetture a due livelli) a quelle più complesse (architetture multi-livello).

Per semplicità di trattazione, in questo documento, si considerano i sistemi con architettura a due livelli adatti per la gestione di piccoli e medi impianti di distribuzione in media e bassa tensione.

In questo tipo di architettura si distinguono:

1) Il livello di controllo: costituito dal sistema di supervisione, controllo e acquisizione dati (SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition).

Nelle applicazioni più semplici questo livello comprende un computer su cui sono installati i software di acquisizione dati, controllo o supervisione dell'impianto. È a questo livello che si acquisiscono, si visualizzano e si elaborano i dati trasmessi dai sensori e si inviano i comandi agli attuatori.

In questo modo un operatore può, da un'unica postazione, monitorare lo stato dell'intero impianto ed intraprendere le opportune operazioni per garantirne l'efficienza e il corretto funzionamento.

Più in generale, nelle applicazioni in cui si integrano la gestione dell'impianto elettrico di distribuzione e la gestione del processo, il livello di controllo è costituito dal calcolatore supervisore del sistema di automazione dell'intero processo industriale.

2) Il livello di campo: composto dai dispositivi di campo dotati di interfaccia di comunicazione (sensori, attuatori ed interruttori di protezione equipaggiati con appositi sganciatori elettronici) installati nell'impianto elettrico, che interagiscono direttamente con quest'ultimo e lo mettono in relazione con il livello di controllo.

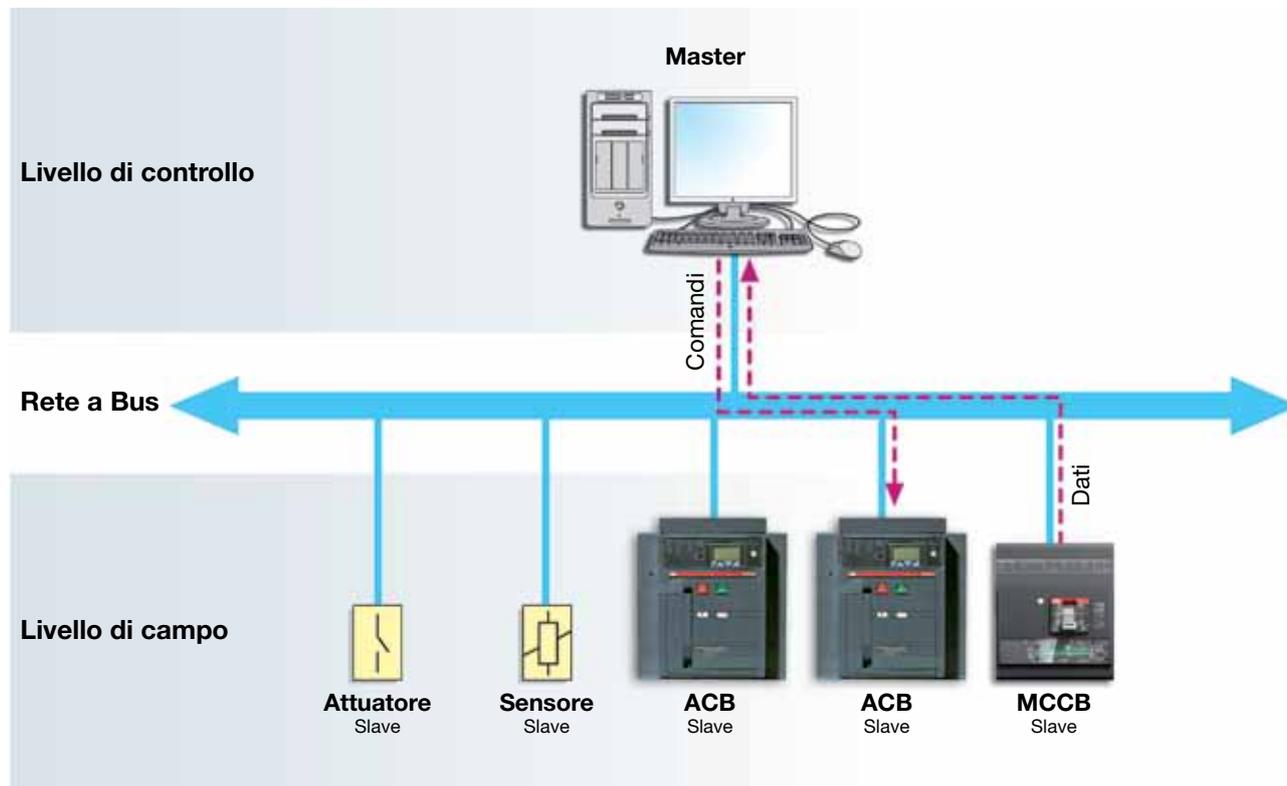
Le principali funzioni del livello di campo sono:

- 1) inviare i dati d'impianto (es. correnti, tensioni, energie, stati degli interruttori, ecc.) al livello di controllo;
- 2) attuare i comandi (es. apertura/chiusura degli interruttori) ricevuti dal livello di controllo.

I due livelli comunicano attraverso una rete di comunicazione bus.

Le informazioni (es. valori misurati) trasmesse dal livello di campo al livello di controllo e i comandi, che viaggiano in direzione opposta, costituiscono il flusso informativo che transita sul bus.

Figura 17: Sistema di supervisione con architettura a due livelli



3.1 La supervisione con gli interruttori automatici ABB Sace

Nell'ambito della distribuzione di energia, la comunicazione e il dialogo tra i dispositivi di protezione, sono possibili grazie agli sganciatori elettronici dotati di interfaccia per la comunicazione Modbus.

L'utilizzo di questi sganciatori consente agli interruttori automatici ABB SACE di:

- scambiare dati con altre apparecchiature elettroniche attraverso un bus di comunicazione e di interagire con applicativi di supervisione e controllo per la supervisione degli impianti elettrici in bassa tensione;
- integrare la gestione dell'impianto elettrico di distribuzione con i sistemi di automazione e gestione di un intero stabilimento o processo industriale; per esempio integrare le informazioni (correnti, tensioni e potenze) provenienti dagli interruttori che proteggono i motori, i circuiti ausiliari e la linea di alimentazione dei forni elettrici di un'acciaieria con le informazioni e i dati delle grandezze fisiche (es. pressione e temperatura) coinvolte nella gestione dell'intero processo.

In questo modo l'interruttore automatico, dotato di interfaccia Modbus, oltre a svolgere la classica funzione di proteggere l'impianto dalle sovracorrenti e fornire energia ai carichi, ricopre anche il ruolo di dispositivo di campo del sistema di supervisione funzionando sia da trasmettitore⁷ che da attuatore.

L'utilizzo da trasmettitore permette per esempio di mantenere sotto controllo i consumi energetici e migliorare la gestione dell'impianto elettrico di distribuzione.

I consumi di energia dell'impianto elettrico che alimenta un determinato processo produttivo possono essere controllati, memorizzati ed analizzati con l'obiettivo di:

- ridurre i consumi di potenza in tempo reale disconnettendo i carichi ritenuti non prioritari se l'attuale potenza assorbita supera la potenza massima impegnata contrattuale evitando così di pagare le penali all'ente di distribuzione;
- identificare il tipo di contratto di fornitura dell'energia elettrica più idoneo e compatibile con le effettive esigenze dell'impianto attraverso un controllo continuo ed un'analisi del prelievo energetico. In questo modo si evita di sottoscrivere un contratto non allineato con le variazioni dei prelievi durante l'anno e ritrovarsi, per esempio, a pagare una penale nei periodi in cui la potenza consumata supera quella massima contrattuale;
- individuare e allocare i costi dell'energia associati al processo industriale sotto controllo.

Inoltre grazie alle informazioni contenute negli interruttori automatici è possibile, per esempio:

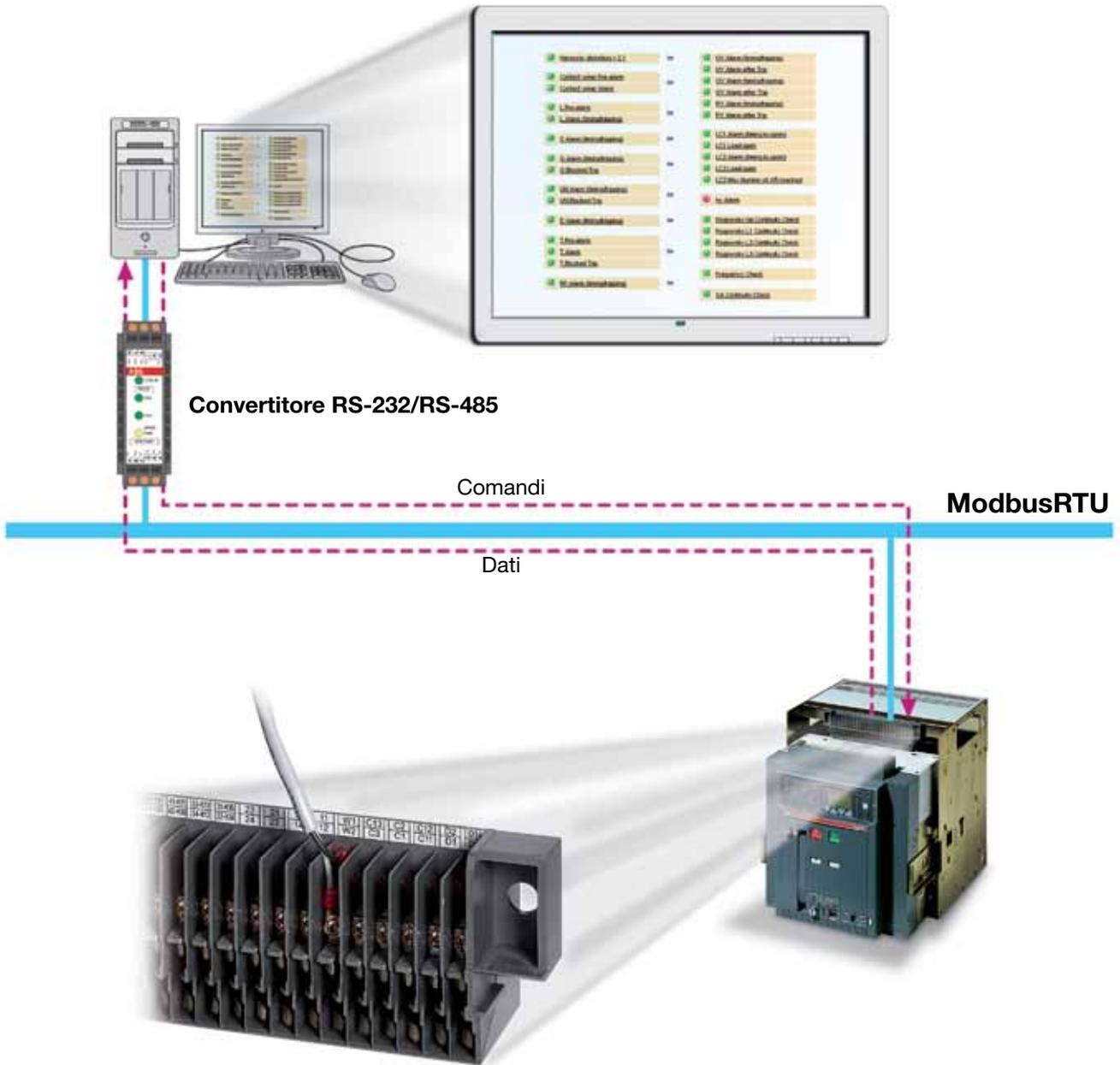
- tenere sotto controllo il sistema di distribuzione dell'energia elettrica e consentire il funzionamento ottimale del processo industriale da esso alimentato;
- controllare che le principali grandezze elettriche rientrino nei loro valori nominali e che l'impianto funzioni correttamente. In questo modo si può controllare che l'alimentazione elettrica sia di buon livello qualitativo;
- controllare le segnalazioni di allarme degli interruttori per prevenire situazioni di funzionamento anomale, guasti e il conseguente intervento delle protezioni, con l'obiettivo di ridurre al minimo i disservizi e i fermi d'impianto;
- avere informazioni mirate sulle cause di guasto in una determinata sezione dell'impianto elettrico. Per esempio, tali cause possono essere determinate con la memorizzazione e l'analisi delle correnti di fase (es: intervento a causa di un corto-circuito da 12356A nella fase L2 il 28/04/2006 alle 12:25). Con questo tipo di informazioni è possibile uno studio statistico delle anomalie intervenute (possibilità di uno studio preventivo sulle cause di guasto);
- conoscere i dati di diagnostica delle apparecchiature di protezione (es. la percentuale di usura dei contatti) per pianificare operazioni di manutenzione preventiva compatibilmente al ciclo di lavoro del processo alimentato, così da limitare al minimo i fermi d'impianto e garantire la continuità di servizio dell'installazione.

In aggiunta, l'utilizzo degli interruttori automatici come trasmettitori del sistema di supervisione, consente la misura delle principali grandezze elettriche d'impianto (correnti, tensioni, potenze) senza ricorrere all'utilizzo di strumenti dedicati.

Questo comporta un risparmio in termini di costi d'acquisto delle apparecchiature e consente inoltre di risparmiare spazio all'interno del quadro di distribuzione non dovendo installare al suo interno i sensori da interfacciare al sistema di controllo.

⁷Per trasmettitore si intende un sensore che trasmette i dati misurati attraverso un sistema di comunicazione. In questo documento i due termini, sensore e trasmettitore, sono usati in modo equivalente.

Figura 18: L'interruttore come sensore e attore di un sistema di supervisione



4 La soluzione ABB per la comunicazione via Bus

In questo capitolo sono descritti:

- gli sganciatori elettronici, gli accessori e i prodotti che consentono di integrare gli interruttori automatici ABB SACE nei Bus di campo ModbusRTU, Profibus DP e DeviceNet, per la supervisione e il telecontrollo degli impianti elettrici di distribuzione in bassa tensione;
- l'interfaccia da fronte quadro HMI030;
- le regole per la stesura della rete Modbus RS-485;
- gli strumenti di misura digitali ABB dotati di comunicazione.

4.1 Interruttori automatici aperti Emax

Sganciatori elettronici per corrente alternata PR122/P - PR123/P

Comunicazione Modbus: supervisione e telecontrollo

Gli interruttori Emax equipaggiati con sganciatore elettronico PR122/P o PR123/P per interfacciarsi a reti Modbus necessitano dell'apposito modulo di comunicazione PR120/D-M (per le caratteristiche del modulo si veda l'Appendice C), al fine di:

- inviare a un sistema remoto le segnalazioni di allarme delle protezioni, le informazioni relative all'interruttore (es: stato e posizione) e le misure rese disponibili dallo sganciatore realizzando così la supervisione;
- ricevere da un sistema remoto di supervisione i comandi (es: apertura e chiusura dell'interruttore) o i settaggi delle funzioni di protezione realizzando così il telecontrollo.

Sganciatore elettronico PR122/P

- PR122/P + modulo di comunicazione PR120/D-M + accessori per il telecontrollo (YO, YC, M)

Per realizzare il telecontrollo, cioè l'attuazione meccanica dei comandi a distanza di apertura e chiusura, gli interruttori della famiglia Emax, insieme al modulo di comunicazione PR120/D-M, devono essere equipaggiati anche con i seguenti accessori:

- sganciatore di apertura (YO)
- sganciatore di chiusura (YC)
- motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura (M).

Per la comunicazione via bus si ricorda che è necessario alimentare gli sganciatori PR122/P e PR123/P con la tensione di alimentazione ausiliaria Vaux (per le caratteristiche si veda l'Appendice B).

Misure

Le misure rese disponibili dipendono dalla tipologia di sganciatore utilizzato e dalla presenza o meno del modulo di misura PR120/V.

Il modulo di misura PR120/V (vedi Appendice D), che deve essere previsto per lo sganciatore PR122/P, mentre è montato di serie sul PR123/P, permette agli sganciatori di rendere disponibili, oltre alla misura delle correnti, anche altre grandezze elettriche d'impianto quali ad esempio la potenza (vedi Appendice A).

Le grandezze misurate possono essere inviate, tramite il PR120/D-M, al sistema remoto di supervisione.

Per le misure, i dati, gli allarmi e le operazioni di telecontrollo si veda la Tabella A.1 dell'Appendice A.

Tutti i comandi da remoto (attraverso il bus) possono essere bloccati impostando lo sganciatore in modalità locale.



Nota: insieme al modulo PR120/D-M sono forniti anche il contatto per l'informazione di molle cariche e il contatto per l'informazione di interruttore estratto/inserito.

- PR122/P + modulo di comunicazione PR120/D-M + modulo di misura PR120/V + accessori per il telecontrollo (YO, YC, M)



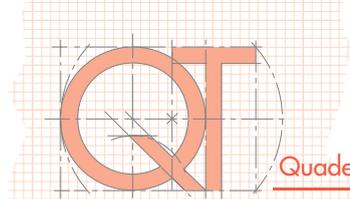
Nota: insieme al modulo PR120/D-M sono forniti anche il contatto per l'informazione di molle cariche e il contatto per l'informazione di interruttore estratto/inserito.

Sganciatore elettronico PR123/P

- PR123/P + modulo di comunicazione PR 120/D-M + accessori per il telecontrollo (YO, YC, M)



Nota: insieme al modulo PR120/D-M sono forniti anche il contatto per l'informazione di molle cariche e il contatto per l'informazione di interruttore estratto/inserito.



Sganciatori per applicazioni in corrente continua PR122/DC - PR123/DC

Gli interruttori automatici di bassa tensione E2, E3, E4 ed E6, della serie SACE Emax DC per applicazioni in corrente continua, equipaggiati con gli sganciatori elettronici PR122/DC o PR123/DC si possono integrare nei sistemi di comunicazione, con bus di campo Modbus RTU, per la supervisione e il controllo degli impianti in corrente continua con tensione fino a 1000Vc.c.

Per il collegamento alla rete Modbus si deve utilizzare il modulo di comunicazione PR120/D-M (vedere Appendice C).

Il modulo di misura PR120/V è montato di default negli sganciatori PR122/DC e PR123/DC.

Per comandare da un sistema remoto di supervisione l'apertura e la chiusura degli interruttori della serie SACE Emax DC servono i seguenti accessori (gli stessi utilizzati per il telecontrollo degli interruttori Emax standard per applicazioni in corrente alternata):

- sganciatore di apertura (YO)
- sganciatore di chiusura (YC)
- motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura (M)

Per la comunicazione via bus si ricorda che è necessario alimentare gli sganciatori PR122/DC e PR123/DC con una tensione di alimentazione ausiliaria Vaux a 24 V c.c. (per le caratteristiche si veda l'Appendice B).

Le misure, i dati, le informazioni e le operazioni di telecontrollo, disponibili da remoto, sono riassunti nella Tabella A.1A dell'Appendice A.

Tutti i comandi da remoto (attraverso il bus) possono essere bloccati impostando lo sganciatore in modalità locale.

Per la configurazione di utilizzo degli sganciatori PR122/DC e PR123/DC, con gli accessori per la comunicazione Modbus, fare riferimento alla configurazione di utilizzo dello sganciatore PR123/P, per corrente alternata, indicata a pagina 15 di questo documento.

NOTA: Per approfondimenti sugli impianti in corrente continua vedere il Quaderno di Applicazione Tecnica N° 5: "Interruttori ABB per applicazioni in corrente continua".

Sganciatore per applicazioni a frequenza variabile PR122/VF

Gli interruttori automatici di bassa tensione E2/VF ed E3/VF, della serie SACE Emax VF, per applicazioni a frequenza variabile (in particolare a bassa frequenza da 1 a 60 Hz) equipaggiati con sganciatore elettronico PR122/VF, si possono integrare nei sistemi di comunicazione, con bus di campo Modbus RTU, per la supervisione e il controllo degli impianti a frequenza variabile (ad esempio turbine eoliche) con tensione nominale di esercizio fino a 1000V a.c e corrente fino a 2500A. Per il collegamento alla rete Modbus si deve utilizzare il modulo di comunicazione PR120/D-M (vedere Appendice C).

Per comandare da un sistema remoto di supervisione l'apertura e la chiusura degli interruttori della serie SACE Emax VF servono i seguenti accessori (gli stessi utilizzati per il telecontrollo degli interruttori Emax standard per applicazioni in corrente alternata):

- sganciatore di apertura (YO)
- sganciatore di chiusura (YC)
- motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura (M)

Per la comunicazione via bus si ricorda che è necessario alimentare lo sganciatore PR122/VF con una tensione di alimentazione ausiliaria Vaux a 24 V c.c. (per le caratteristiche si veda l'Appendice B).

Le misure, i dati, le informazioni e le operazioni di telecontrollo, disponibili da remoto, sono riassunti nella Tabella A.1B dell'Appendice A.

Tutti i comandi da remoto (attraverso il bus) possono essere bloccati impostando lo sganciatore in modalità locale.

Per la configurazione di utilizzo dello sganciatore PR122/VF, con gli accessori per la comunicazione Modbus, fare riferimento alla configurazione di utilizzo dello sganciatore PR122/P, per corrente alternata, indicata a pagina 14 di questo documento.

NOTA: Per approfondimenti sulle applicazioni a frequenza variabile in applicazioni eoliche vedere il Quaderno di Applicazione Tecnica N° 13: "Impianti eolici".

NOTA: Per informazioni più dettagliate sulle funzionalità di dialogo e sulle caratteristiche dei prodotti descritti in questo paragrafo si rimanda ai relativi cataloghi e manuali tecnici di prodotto.

Per maggiori informazioni sulla struttura della mappa Modbus degli sganciatori ABB dotati di interfaccia di comunicazione si vedano i seguenti documenti:

- Modbus system Interface for Protection relays PR122/P and PR123/P + communication module PR120/D-M, mounted on CB New Emax; Protection relays PR332/P and PR333/P + communication module PR330/D-M, mounted on CB Emax X1, Tmax T7 and Tmax T8 (codice documento: 1SDH000556R0001)
- Emax DC PR122DC-PR123DC + PR120/D-M Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000841R0001)
- Emax VF PR122/VF + PR120/D-M Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000922R0001)

4.2 Interruttori aperti Emax X1 e scatolati Tmax T7

Comunicazione Modbus: supervisione e telecontrollo

Gli interruttori Emax X1 equipaggiati con sganciatore elettronico PR332/P o PR333/P e gli interruttori Tmax T7 equipaggiati con sganciatore elettronico PR332/P per interfacciarsi a reti Modbus necessitano dell'apposito modulo di comunicazione PR330/D-M (per le caratteristiche del modulo si veda l'Appendice C), al fine di:

- inviare a un sistema remoto le segnalazioni di allarme delle protezioni, le informazioni relative all'interruttore (es: stato e posizione) e le misure rese disponibili dallo sganciatore realizzando così la supervisione.
- ricevere da un sistema remoto di supervisione i settaggi delle funzioni di protezione o i comandi (es: apertura e chiusura dell'interruttore) realizzando così il telecontrollo.
Possono essere telecomandati gli interruttori Emax X1 e Tmax T7 in versione motorizzabile T7M.
Il Tmax T7 in versione non motorizzabile non può essere telecomandato.
Per realizzare il telecontrollo, cioè l'attuazione meccanica dei comandi a distanza di apertura e chiusura, gli interruttori Emax X1 e Tmax T7M, insieme al modulo

di comunicazione PR330/D-M, devono essere equipaggiati anche con i seguenti accessori:

- unità di attuazione PR330/R (Vedi Appendice C)
- sganciatore di apertura (SOR)
- sganciatore di chiusura (SCR)
- motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura (M).

Per la comunicazione via bus si ricorda che è necessario alimentare gli sganciatori PR332/P e PR333/P con la tensione di alimentazione ausiliaria Vaux (per le caratteristiche si veda l'Appendice B).

Misure

Le misure rese disponibili dipendono dalla tipologia di sganciatore utilizzato e dalla presenza o meno del modulo di misura PR330/V.

Il modulo di misura PR330/V (vedi Appendice D), che deve essere previsto per lo sganciatore PR332/P, mentre è montato di serie sul PR333/P, permette agli sganciatori di rendere disponibili, oltre alla misura delle correnti, anche altre grandezze elettriche d'impianto quali ad esempio la potenza (vedi Appendice A).

Le grandezze misurate possono essere inviate, tramite il PR330/D-M, al sistema remoto di supervisione.

Per le misure, i dati, gli allarmi e le operazioni di telecontrollo si veda la Tabella A.1 dell'Appendice A.

Tutti i comandi da remoto (attraverso il bus) possono essere bloccati impostando lo sganciatore in modalità locale.

Sganciatore elettronico PR332/P per Emax X1 e Tmax T7

- PR332/P + modulo di comunicazione PR 330/D-M + accessori per il telecontrollo (PR330/R, SOR, SCR, M)



Nota: insieme al modulo PR330/D-M sono forniti anche il contatto per l'informazione di molle cariche e il contatto per l'informazione di interruttore estratto/inserito.

- PR332/P + modulo di comunicazione PR330/D-M + modulo di misura PR330/V + accessori per il telecontrollo (PR330/R, SOR, SCR, M)



Nota: insieme al modulo PR330/D-M sono forniti anche il contatto per l'informazione di molle cariche e il contatto per l'informazione di interruttore estratto/inserito.

Sganciatore elettronico PR333/P per Emax X1

- PR333/P + modulo di comunicazione PR330/D-M + accessori per il telecontrollo (PR330/R, SOR, SCR, M)



Nota: insieme al modulo PR330/D-M sono forniti anche il contatto per l'informazione di molle cariche e il contatto per l'informazione di interruttore estratto/inserito.

NOTA: Per informazioni più dettagliate sulle funzionalità di dialogo e sulle caratteristiche dei prodotti descritti in questo paragrafo si rimanda ai relativi cataloghi e manuali tecnici di prodotto.
 Per maggiori informazioni sulla struttura della mappa Modbus degli sganciatori ABB dotati di interfaccia di comunicazione si vedano i seguenti documenti:
 - Modbus system Interface for Protection relays PR122/P and PR123/P + communication module PR120/D-M, mounted on CB New Emax; Protection relays PR332/P and PR333/P + communication module PR330/D-M, mounted on CB Emax X1, Tmax T7 and Tmax T8 (codice documento: 1SDH000556R0001)

4.3 Interruttori scatolati Tmax T4-T5-T6

Comunicazione Modbus: supervisione e telecontrollo.

Gli sganciatori PR222DS/PD, PR223EF e PR223DS per Tmax T4, T5 e T6 possono interfacciarsi a reti Modbus tramite l'apposito connettore posteriore X3 (vedi Appendice C)

La comunicazione e il dialogo sono implementati al fine di:

- inviare a un sistema remoto le segnalazioni di allarme delle protezioni, le informazioni relative all'interruttore (es: stato e posizione) e le misure rese disponibili dallo sganciatore realizzando così la supervisione.
Per rendere disponibili al sistema remoto di supervisione le informazioni relative allo stato dell'interruttore (aperto, chiuso, scattato) gli interruttori Tmax T4, T5 e T6 devono essere equipaggiati con i contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E (vedi Appendice E);
- ricevere da un sistema remoto di supervisione i comandi (es: apertura e chiusura dell'interruttore) o i settaggi delle funzioni di protezione realizzando così il telecontrollo.
Per realizzare il telecontrollo, cioè l'attuazione meccanica dei comandi a distanza di apertura e chiusura, gli interruttori scatolati Tmax T4, T5 e T6, devono essere

equipaggiati con il comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E (Appendice E) e i contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E (Appendice E).

Per la comunicazione via bus si ricorda che è necessario alimentare gli sganciatori PR222DS/PD, PR223EF e PR223DS con la tensione di alimentazione ausiliaria Vaux (per le caratteristiche si veda l'Appendice B).

Misure

Gli sganciatori PR222DS/PD, PR223EF e PR223DS forniscono la misura delle correnti nelle tre fasi, nel neutro e verso terra.

Con il modulo di misura VM210 e il connettore posteriore X4 (vedi Appendice D) gli sganciatori PR223DS e PR223EF possono misurare oltre che le correnti anche altre grandezze elettriche d'impianto (vedi Appendice A). Le grandezze misurate possono essere inviate dallo sganciatore, attraverso i morsetti 1 e 2 del connettore X3, al sistema remoto di supervisione.

Per le misure, i dati, gli allarmi e le operazioni di telecontrollo si veda la Tabella A.2 dell'Appendice A.

Tutti i comandi da remoto (attraverso il bus) possono essere bloccati impostando lo sganciatore in modalità locale.

Sganciatore elettronico PR222DS/PD

- PR222DS/PD + modulo contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E + connettore X3 + comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E

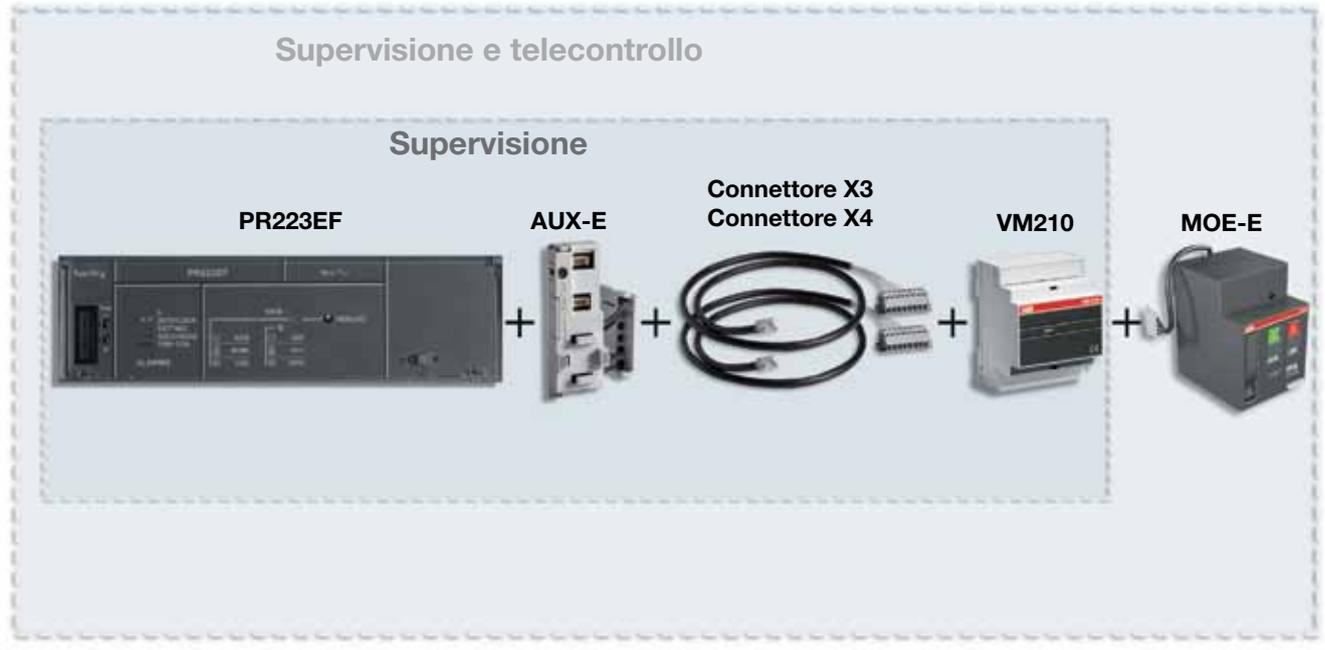


Sganciatore elettronico PR223EF

- PR223EF + modulo contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E + connettore X3 + comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E



- PR223EF + modulo contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E + connettore X3 + connettore X4 + modulo di misura VM210 + comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E



Sganciatore elettronico PR223DS

- PR223DS + modulo contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E + connettore X3 + comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E



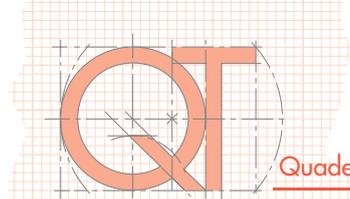
- PR223DS + modulo contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E + connettore X3 + connettore X4 + modulo di misura VM210 + comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E



NOTA: Per informazioni più dettagliate sulle funzionalità di dialogo e sulle caratteristiche dei prodotti descritti in questo paragrafo si rimanda ai relativi cataloghi e manuali tecnici di prodotto.

Per maggiori informazioni sulla struttura della mappa Modbus degli sganciatori ABB dotati di interfaccia di comunicazione si vedano i seguenti documenti:

- Instruction manual PR223EF Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000566R0001)
- Instruction manual PR223DS Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000658R0001)
- Instruction manual PR222DS/PD Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000600R0001)



4.4 Interruttori automatici scatolati SACE Tmax XT2-XT4

Comunicazione Modbus: supervisione e telecontrollo

Gli sganciatori elettronici Ekip LSI, Ekip LSI_G, Ekip M-LRIU ed Ekip E-LSIG (quest'ultimo solo per interruttori SACE Tmax XT4) si possono integrare nei sistemi di comunicazione, con bus di campo Modbus RTU, per la supervisione e il controllo degli impianti elettrici di bassa tensione. Il collegamento alla rete Modbus si effettua tramite il modulo Ekip Com (per informazioni vedere l'Appendice C), l'interfaccia di comunicazione necessaria per collegare i suddetti sganciatori elettronici al bus di campo e farli dialogare con i sistemi di supervisione. In questo modo è possibile:

- acquisire da remoto, tutte le misure (es: controllare i consumi di energia e conoscere la qualità della rete elettrica), le informazioni, gli allarmi disponibili nello sganciato e lo stato (aperto/chiuso, scattato) dell'interruttore, per la supervisione dell'impianto elettrico;
- inviare, da remoto, comandi di apertura/chiusura e reset all'interruttore (se l'interruttore è equipaggiato con il comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E; vedere Appendice F);
- settare, sempre da remoto, i parametri di configurazione, programmazione e protezione (soglie di corrente e tempi di intervento delle protezioni, curve delle funzioni di protezione) dello sganciato.

Gli interruttori scatolati SACE Tmax XT2-XT4 si possono usare nei sistemi di comunicazione, a partire da correnti di carico di 4 A, per una completa e totale supervisione dell'impianto elettrico; ciò è possibile, ad esempio, con un interruttore scatolato SACE Tmax XT2 equipaggiato con sganciato elettronico Ekip LSI $I_n = 10$ A e protezione L settata a $0.4I_n$.

Per le funzioni di comunicazione e dialogo si devono

alimentare il modulo Ekip Com e lo sganciato elettronico con una tensione ausiliaria Vaux a 24 V c.c. (per le caratteristiche tecniche vedere l'Appendice B).

Per l'esecuzione, da remoto, dei comandi di apertura/chiusura e reset, gli interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4, devono essere equipaggiati con il comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E (vedi Appendice F).

Misure

Gli sganciatori con interfaccia di comunicazione, oltre alle funzioni di supervisione descritte in precedenza, permettono di monitorare le grandezze elettriche dell'impianto inviando al sistema di supervisione e controllo le misure che mettono a disposizione.

In particolare, gli sganciatori elettronici Ekip LSI, Ekip LSI_G ed Ekip M-LRIU sono in grado di misurare i valori delle correnti (correnti nelle tre fasi, nel neutro e verso terra).

Lo sganciato elettronico Ekip E-LSIG, per interruttori SACE Tmax XT4, oltre alle correnti, mette a disposizione anche i principali parametri elettrici dell'impianto quali: tensioni (fase-fase e fase-neutro), potenze, energia (per ottimizzare i consumi e la loro ripartizione), frequenza e tasso di distorsione armonica (THDi e spettro) per controllare la qualità dell'energia.

Tutte le grandezze elettriche sono misurate dall'Ekip E-LSIG senza l'ausilio di moduli di misura esterni.

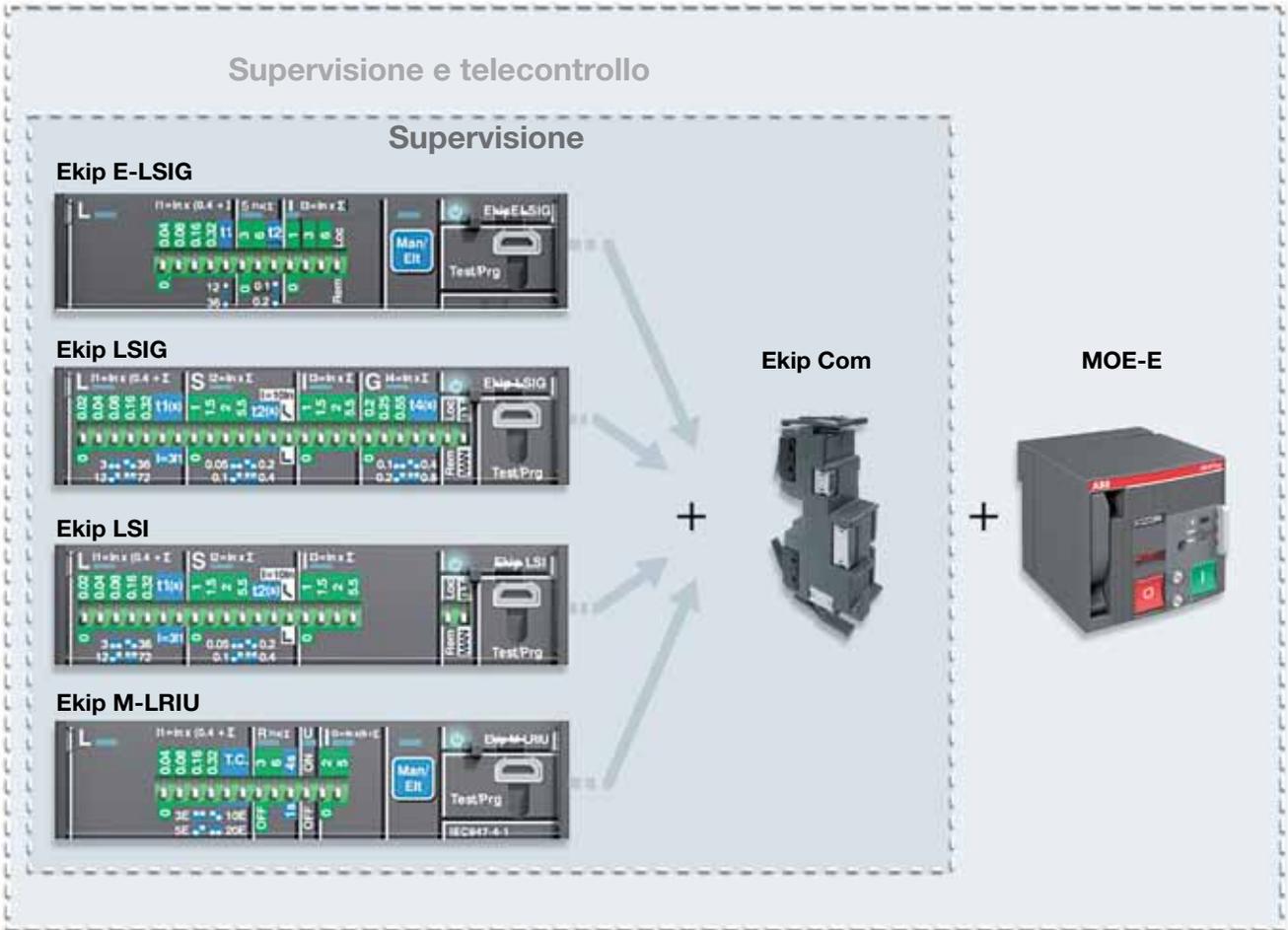
Le grandezze elettriche misurate sono memorizzate nello sganciato, con la possibilità di essere inviate al sistema di controllo per la supervisione dell'impianto elettrico.

I principali dati, gli allarmi e le misure messe a disposizione da ogni sganciato, sono riassunti nella Tabella A.3 dell'Appendice A.

Tutti i comandi da remoto (attraverso il bus) possono essere bloccati impostando lo sganciato in modalità locale.

Sganciatori elettronici Ekip E-LSIG, Ekip LSI, Ekip LSI ed Ekip M-LRIU

- Ekip E-LSIG/LSIG/LSI/M-LRIU + modulo di comunicazione Ekip Com + comando motore MOE-E



Attraverso il modulo di comunicazione Ekip Com si possono integrare nei sistemi di supervisione:

- gli interruttori SACE Tmax XT2 e XT4, con sganciatori elettronici, senza comunicazione modbus, Ekip LS/I, Ekip I, Ekip M-LIU, Ekip G-LS/I ed Ekip N-LS/I e gli interruttori con sganciatore termomagnetico TMA, TMD, TMG (che possono essere impiegati anche per applicazioni in corrente continua);
- i sezionatori SACE Tmax XT4D.

Con queste configurazioni è possibile:

- acquisire da remoto lo stato dell'interruttore (aperto/chiuso, scattato) o del sezionatore (aperto/chiuso);

- inviare, da remoto, comandi di apertura/chiusura all'interruttore/sezionatore e reset (solo all'interruttore), se l'interruttore/sezionatore monta il comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E (vedere Appendice F).

Anche in questa configurazione, il modulo Ekip Com deve essere alimentato con una tensione ausiliaria Vaux a 24 V c.c. (per le caratteristiche tecniche vedere l'Appendice B).

Interruttori con sganciatori termomagnetici TMA/TMD, sganciatori elettronici Ekip senza comunicazione Modbus e sezionatori SACE Tmax XT4D

- TMA/TMD-Ekip senza comunicazione Modbus + modulo di comunicazione Ekip Com + comando motore MOE-E



- Sezionatore SACE Tmax XT4D + modulo di comunicazione Ekip Com + comando motore MOE-E



NOTA: Per informazioni più dettagliate sulle funzionalità di dialogo e sulle caratteristiche dei prodotti descritti in questo paragrafo si rimanda ai relativi manuali tecnici di prodotto.

4.5 La soluzione SD030DX per gli interruttori automatici senza interfaccia Modbus RTU

Gli SD030DX sono dei dispositivi elettronici che permettono il collegamento a una rete Modbus di:

- interruttori aperti e scatola con sganciatore termomagnetico o relè elettronico base;
- sezionatori aperti o scatola.

Gli interruttori o sezionatori così collegati appaiono sulla rete Modbus come slave e possono comunicare con qualunque master (PC, PLC, SCADA).

Ciò permette ai sistemi di supervisione di gestire anche questi apparecchi.

In particolare, il sistema di supervisione può:

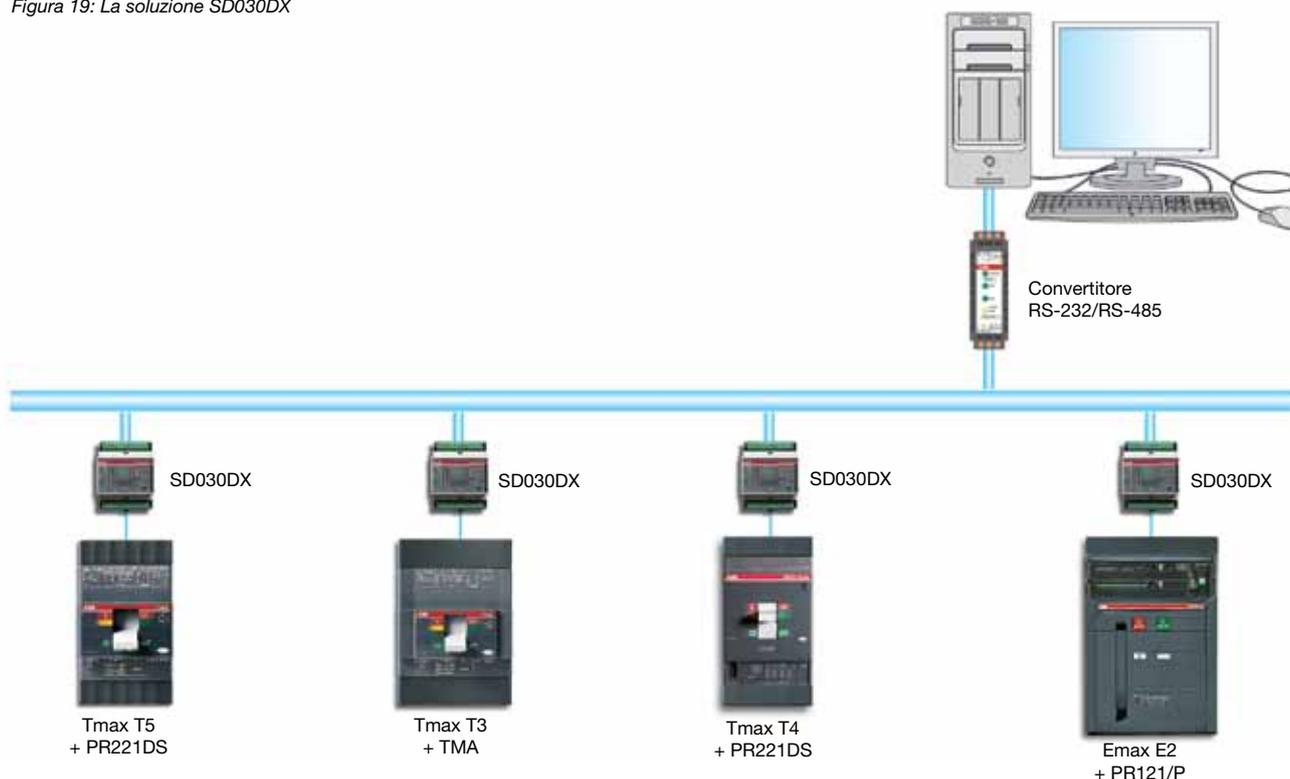
- 1) leggere lo stato degli apparecchi: aperto, chiuso, scattato, estratto, molle cariche o scariche;
- 2) comandare l'apertura, la chiusura e il riarmo dei dispositivi.

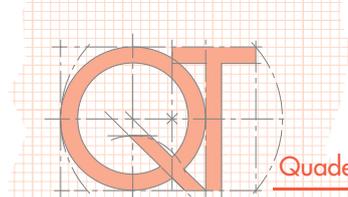
Le principali caratteristiche degli SD030DX sono riportate nella seguente tabella:

Tipo di dispositivo	Caratteristiche	Descrizione
SD030 DX	- 3 uscite digitali	- Apertura, Chiusura, Reset
	- 5 ingressi digitali	- Acquisizione stati CB

Figura 19: La soluzione SD030DX

La lettura degli stati è eseguita attraverso i contatti ausiliari (che è quindi necessario installare nell'interruttore). Per il comando invece si devono utilizzare gli appositi accessori da montare sull'interruttore/sezionatore.





Letture degli stati

Per la lettura degli stati dell'interruttore si possono utilizzare fino a 5 contatti ausiliari collegati rispettivamente ai cinque ingressi digitali (DI1, DI2, DI3, DI4 e DI5) dell'SD030DX.

Nella seguente tabella sono riportati:

- gli interruttori automatici e i sezionatori che possono essere gestiti tramite gli SD030DX;
- le informazioni associate a ciascun ingresso digitale (con il corrispondente contatto ausiliario) per i diversi tipi di interruttore.

Interruttore	Informazioni associate					
	Molle	Protezioni	Stati dell'interruttore			Modalità
	Scariche=0 Cariche=1	Normale=0 Intervenuta=1	Estratto=0 Inserito=1	Aperto=0 Chiuso=1	Normale=0 Intervenuto=1	Remoto=0 Locale=1
T1-T2-T3 con comando a solenoide a 5 fili	-	DI2 + contatto per la segnalazione di protezione intervenuta (S51)	DI3 + contatti per la segnalazione elettrica di interruttore in posizione di inserito (S75I/1)	DI4 + contatti ausiliari dell'interruttore (Q/1)	DI1 + contatto per la segnalazione elettrica di interruttore in posizione di scattato (SY)	-
T4-T5-T6	-	DI2 + contatto per la segnalazione di protezione intervenuta (S51)	DI3 + contatti per la segnalazione elettrica di interruttore in posizione di inserito (S75I/1)	DI4 + contatti ausiliari dell'interruttore (Q/1)	DI1 + contatto per la segnalazione elettrica di interruttore in posizione di scattato (SY)	DI5 + contatto di scambio per la segnalazione elettrica di stato del selettore locale/remoto (S3/1)
T7, X1 E1 ÷ E6	DI1 + contatto di fine-corsa del motore carica-molle (S33M/1)	DI2 + contatto per la segnalazione elettrica di interruttore aperto per intervento dello sganciatore di massima corrente (S51)	DI3 + contatti per la segnalazione elettrica di interruttore in posizione di inserito (S75I/1)	DI4 + contatti ausiliari dell'interruttore (Q/1)	-	DI5 + commutatore di predisposizione al comando remoto/locale (S43)
Sezionatore						
T1D-T3D con comando a solenoide a 5 fili	-	-	DI3 + contatti per la segnalazione elettrica di sezionatore in posizione di inserito (S75I/1)	DI4 + contatti ausiliari del sezionatore (Q/1)	-	-
T4D-T5D-T6D	-	-	DI3 + contatti per la segnalazione elettrica di sezionatore in posizione di inserito (S75I/1)	DI4 + contatti ausiliari del sezionatore (Q/1)	-	DI5 + contatto di scambio per la segnalazione elettrica di stato del selettore locale/remoto (S3/1)
T7D, X1B/MS E1/MS ÷ E6/MS	DI1 + contatto di fine-corsa del motore carica-molle (S33M/1)	-	DI3 + contatti per la segnalazione elettrica di sezionatore in posizione di inserito (S75I/1)	DI4 + contatti ausiliari del sezionatore (Q/1)	-	DI5 + commutatore di predisposizione al comando remoto/locale (S43)

Telecontrollo

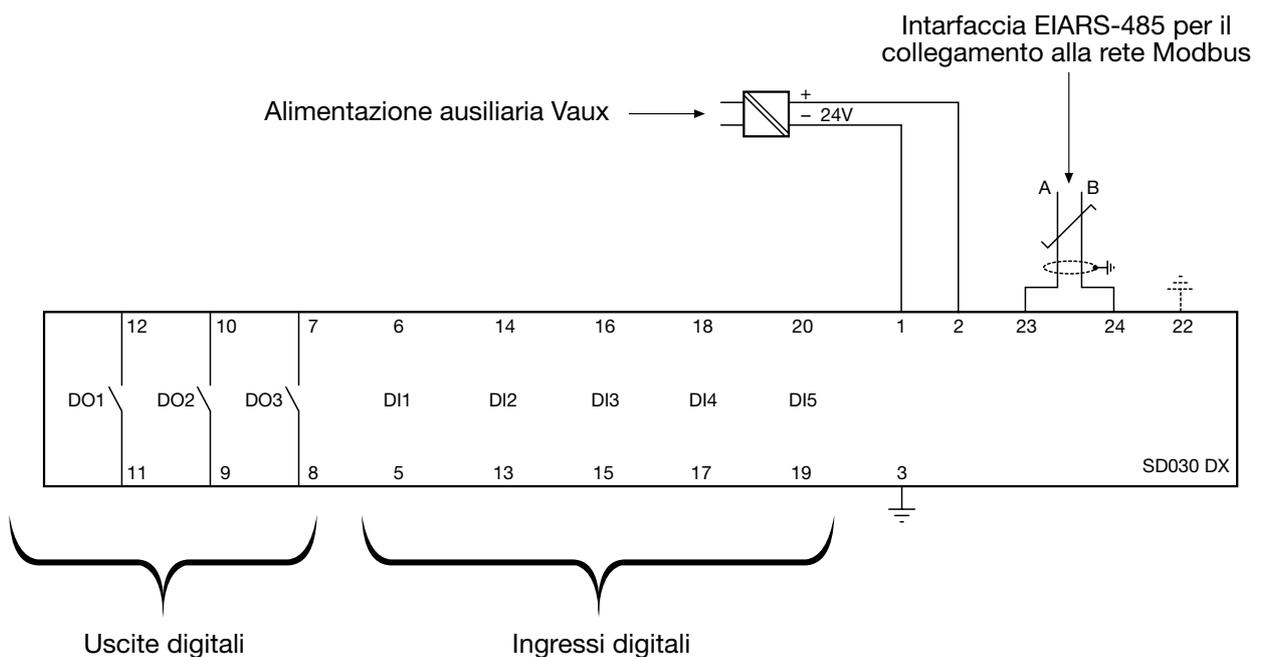
Gli SD030DX eseguono i comandi (apertura, chiusura e reset) inviati dal sistema di supervisione all'interruttore/sezionatore.

Nella seguente tabella sono riportati:

- 1) gli interruttori automatici e i sezionatori che si possono comandare da remoto;
- 2) gli accessori, da installare sull'interruttore, attraverso i quali è possibile l'attuazione del comando;
- 3) il tipo di comando che si può eseguire.

Interruttore	Accessori per l'attuazione del comando	Comando
T1-T2-T3	Comando a solenoide (MOS)	Apertura/Chiusura
T4-T5-T6	Comando a motore ad accumulo di energia (MOE)	Apertura/Chiusura
T7M, X1	SOR: sganciatore di apertura SCR: sganciatore di chiusura YR: bobina di reset M: motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura	Apertura Chiusura Reset
E1 ÷ E6	YO: sganciatore di apertura YC: sganciatore di chiusura YR: bobina di reset M: motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura	Apertura Chiusura Reset
Sezionatore		
T1D-T3D	Comando a solenoide (MOS)	Apertura/Chiusura
T4D-T5D-T6D	Comando a motore ad accumulo di energia (MOE)	Apertura/Chiusura
T7DM, X1B/MS	SOR: sganciatore di apertura SCR: sganciatore di chiusura M: motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura	Apertura Chiusura
E1/MS ÷ E6/MS	YO: sganciatore di apertura YC: sganciatore di chiusura M: motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura	Apertura Chiusura

Figura 20: Diagramma circuitale dell'SD030DX



I cablaggi necessari al funzionamento dell'SD030DX sono:

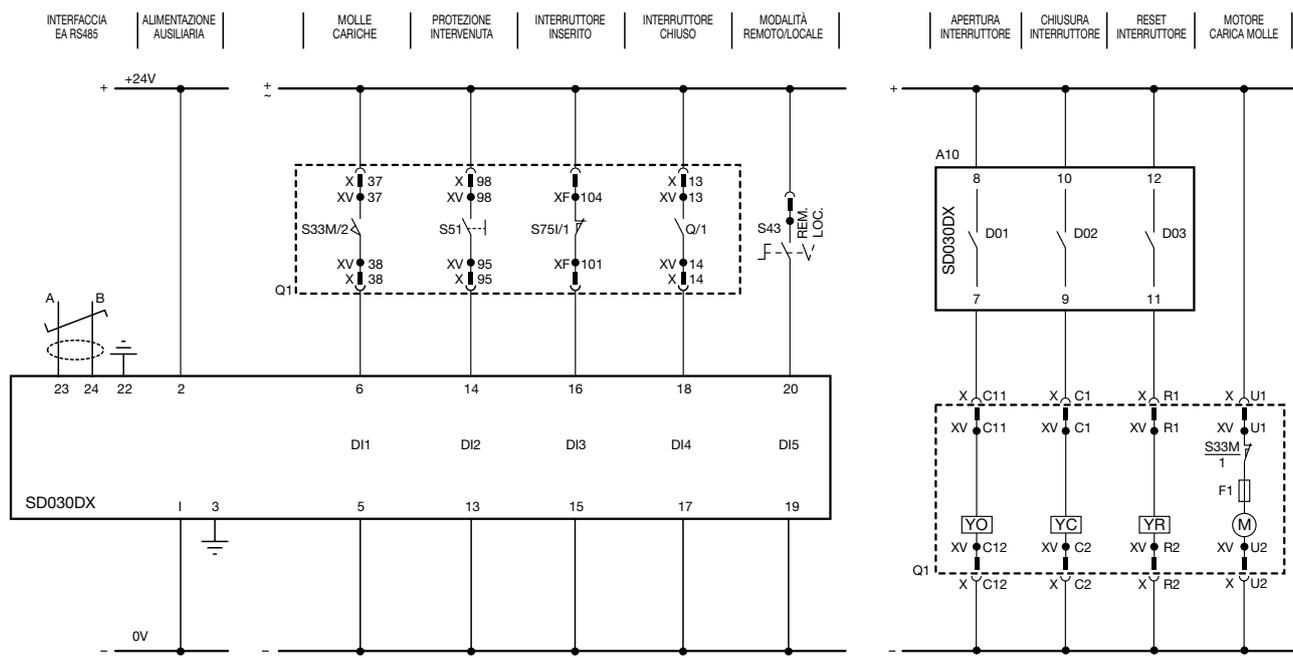
- ai circuiti ausiliari dell'interruttore tramite gli ingressi DI e le uscite DO per poter interagire con esso e consentire l'attuazione dei comandi (apertura, chiusura, reset) e la rilevazione dei suoi stati;
- alla rete Modbus tramite l'interfaccia seriale EIA RS-485 per comunicare col sistema di supervisione (PC, PLC o SCADA);
- all'alimentazione ausiliaria Vaux.

Ad esempio, la Figura 21 riporta lo schema elettrico di collegamento dell'SD030DX ad un interruttore aperto Emax E6.

Per poter funzionare l'unità SD030DX deve essere alimentata con una tensione ausiliaria Vaux con le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche alimentazione ausiliaria	SD030DX
Tensione di alimentazione	24 V c.c. ± 20%
Ripple massimo	± 5%
Potenza nominale @24 V	2 W

Figura 21: Schema elettrico di collegamento dell'SD030DX per un Emax E6



4.6 Interfaccia da fronte quadro HMI030



L'HMI030 è l'unità di visualizzazione, da installare a fronte quadro, per interruttori aperti Emax ed Emax X1, per interruttori scatolati Tmax T, e SACE Tmax XT equipaggiati con i seguenti sganciatori elettronici:

Interruttore	Sganciatore
Emax E1÷E6	PR121/P-PR122/P-PR123/P-PR122/DC ^(*) -PR123/DC ^(*)
Emax X1	PR331/P-PR332/P-PR333/P
Tmax T7	PR331/P-PR332/P
Tmax T4-T5-T6	PR222DS/PD-PR223DS-PR223EF
SACE Tmax XT2-XT4 ^(*)	Ekip LSI, Ekip LSIG, Ekip E-LSIG, Ekip M-LRIU

^(*) Usare HMI030 con versione software 3.00 o successive

È un dispositivo che, attraverso un display, consente di visualizzare le grandezze elettriche d'impianto e le infor-

mazioni disponibili nello sganciatore ad esso collegato. Prima di completare l'installazione dell'HMI030, agendo sull'apposito selettore, posto sul retro del dispositivo, si può scegliere una tra le seguenti modalità di funzionamento:

- Modalità Amperometro (A)

In questa modalità si possono visualizzare, sul display, i valori delle correnti nelle tre fasi e nel neutro in base allo sganciatore collegato. È possibile inoltre visualizzare il valore massimo di corrente e la fase percorsa dalla corrente massima, riferiti all'ultima acquisizione dello Storico Misure dello sganciatore.

Queste informazioni sono disponibili se, in caso di comunicazione Modbus, l'HMI030 è configurato in modalità Master.

- Modalità Voltmetro (V)

In questa modalità si possono visualizzare, sul display, i valori delle tensioni di fase V1N, V2N, V3N e i valori delle tensioni concatenate V12, V23, V31.

In questa modalità, non si possono visualizzare le informazioni contenute nello Storico misure dello sganciatore.

Modalità Amperometro (A)

	E1÷E6-X1-T7	E2÷E6	T4-T5-T6	XT2-XT4	
	PR12x/P-PR33X/P	PR12X/DC	PR222DS/PD-PR223DS-PR223EF	Ekip LSIG/LSI - Ekip E-LSIG	Ekip M-LRIU
Correnti di fase (I_{L1} - I_{L2} - I_{L3})	■	■	■	■	■
Corrente nel neutro (I_{Ne}) ^(*)	■		■	■	
Storico misure correnti	■	■			

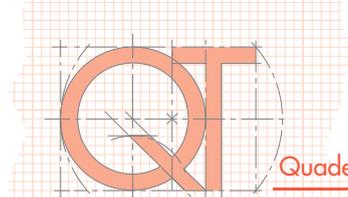
^(*) Misure disponibili in presenza del neutro (con interruttore tetrapolare o interruttore tripolare + TA per neutro esterno)

Modalità Voltmetro (V)

	E1÷E6-X1-T7	E2÷E6	T4-T5-T6		XT2-XT4
	PR122/P-PR123/P PR332/P-PR333/P	PR12X/DC	PR223EF	PR223DS	Ekip E-LSIG
Tensioni di fase (V_{1N} - V_{2N} - V_{3N}) ^(*)	■	■	■	■	■
Tensione residua (*)	■			■	■
Tensioni concatenate (V_{12} - V_{23} - V_{31}) ^(*)	■		■	■	■

^(*) Misure disponibili in presenza del modulo tensioni (PR120/V per Emax E1÷E6, PR330/V per Emax X1 e Tmax T7, VM210 per Tmax T4-T5-T6) e in presenza del neutro

^(*) Misure disponibili in presenza del modulo tensioni (PR120/V per Emax E1÷E6, PR330/V per Emax X1 e Tmax T7, VM210 per Tmax T4-T5-T6)



- Modalità Wattmetro (W)

In questa modalità si possono visualizzare sul display, in base allo sganciatore collegato, i valori di: potenza attiva P, reattiva Q e apparente S (totale e di fase).

- Modalità Custom (A, V, W...)

In questa modalità si possono visualizzare i valori relativi alle modalità Amperometro, Voltmetro e Wattmetro

e, in base allo sganciatore collegato, altre informazioni tra cui: fattore di potenza ($\cos\phi$), frequenza (f), fattore di picco delle correnti, energia attiva E(P), reattiva E(Q) ed apparente E(S) e i dati dell'ultimo trip (es: protezione intervenuta e valore delle correnti interrotte).

Modalità Wattmetro (W)

	E1÷E6-X1-T7	E2÷E6	T4-T5-T6	XT2-XT4
	PR122/P-PR123/P PR332/P-PR333/P	PR12X/DC	PR223DS	Ekip E-LSIG
Potenze attive di fase (P1-P2-P3) ^(*)	■		■	■
Potenze reattive di fase (Q1-Q2-Q3) ^(*)	■		■	■
Potenze apparenti di fase (S1-S2-S3) ^(*)	■		■	■
Potenza attiva totale (P) ^(**)	■	■	■	■
Potenza reattiva totale (Q) ^(**)	■		■	■
Potenza apparente totale (S) ^(**)	■		■	■

^(*) Misure disponibili in presenza del modulo tensioni (PR120/V per Emax E1÷E6, PR330/V per Emax X1 e Tmax T7, VM210 per Tmax T4-T5-T6) e in presenza del neutro

^(**) Misure disponibili in presenza del modulo tensioni (PR120/V per Emax E1÷E6, PR330/V per Emax X1 e Tmax T7, VM210 per Tmax T4-T5-T6)

Modalità Custom (A,V,W...)

	E1÷E6-X1-T7		E2÷E6	T4-T5-T6			XT2-XT4		
	PR121/P-PR331/P	PR122/P-PR123/P PR332/P-PR333/P	PR12X/DC	PR222DS/PD	PR223EF	PR223DS	Ekip E-LSIG	Ekip LSIG/LSI	Ekip M-LRIU
Correnti di fase (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corrente nel neutro (I_{N0}) ^(*)	■	■		■	■	■	■	■	
Storico misure correnti	■	■	■						
Tensioni di fase (V_{1N}, V_{2N}, V_{3N}) ^(**)		■	■		■	■	■	■	
Tensione residua ^(**)		■				■	■		
Tensioni concatenate (V_{12}, V_{23}, V_{31}) ^(**)		■			■	■	■		
Potenze attive di fase (P1-P2-P3) ^(**)		■				■	■		
Potenze reattive di fase (Q1-Q2-Q3) ^(**)		■				■	■		
Potenze apparenti di fase (S1-S2-S3) ^(**)		■				■	■		
Potenza attiva totale (P) ^(**)		■	■			■	■		
Potenza reattiva totale (Q) ^(**)		■				■	■		
Potenza apparente totale (S) ^(**)		■				■	■		
Fattore di potenza totale ($\cos\phi_{tot}$) ^(**)		■				■	■		
Frequenza ^(**)		■				■	■		
Fattore di picco di fase		■				■			
Fattore di picco di neutro ^(*)		■				■			
Energia attiva totale ^(**)		■	■			■	■		
Energia reattiva totale ^(**)		■				■	■		
Energia apparente totale ^(**)		■				■	■		
Dati dell'ultimo trip	■	■	■	■	■	■	■	■	■

^(*) Misure disponibili in presenza del neutro (con interruttore tetrapolare o interruttore tripolare + TA per neutro esterno)

^(**) Misure disponibili in presenza del modulo tensioni (PR120/V per Emax E1÷E6, PR330/V per Emax X1 e Tmax T7, VM210 per Tmax T4-T5-T6) e in presenza del neutro

^(**) Misure disponibili in presenza del modulo tensioni (PR120/V per Emax E1÷E6, PR330/V per Emax X1 e Tmax T7, VM210 per Tmax T4-T5-T6)

Sull'unità HMI030, le interfacce RS485 (morsetti 3 e 4) e CAN (morsetti 7 e 8) non possono essere usate contemporaneamente. Quindi, non è possibile avere contemporaneamente la comunicazione Modbus e la comunicazione sul bus interno WI (Bus CAN riservato ai dispositivi ABB).

Non si possono collegare allo stesso bus più d'una unità HMI030 con selezionata la stessa modalità di funzionamento. Per funzionare l'unità HMI030 deve essere alimentata con una tensione ausiliaria Vaux con le seguenti caratteristiche:

Tensione di alimentazione	24 V c.c. \pm 20%
Ripple massimo	\pm 5%
Potenza nominale	1.4 W @ 24 V c.c.

L'alimentazione ausiliaria deve essere fornita esternamente tramite l'utilizzo di un alimentatore galvanicamente isolato.

Poiché è richiesta una tensione ausiliaria isolata da terra, è necessario impiegare "convertitori galvanicamente separati" conformi alla norma IEC 60950 (UL 1950) o sue equivalenti (IEC 60364-41 e CEI 64-8) che garantiscono una corrente di modo comune o corrente di fuga (vedi IEC 478/1 e CEI 22/3) non superiore a 3,5 mA.

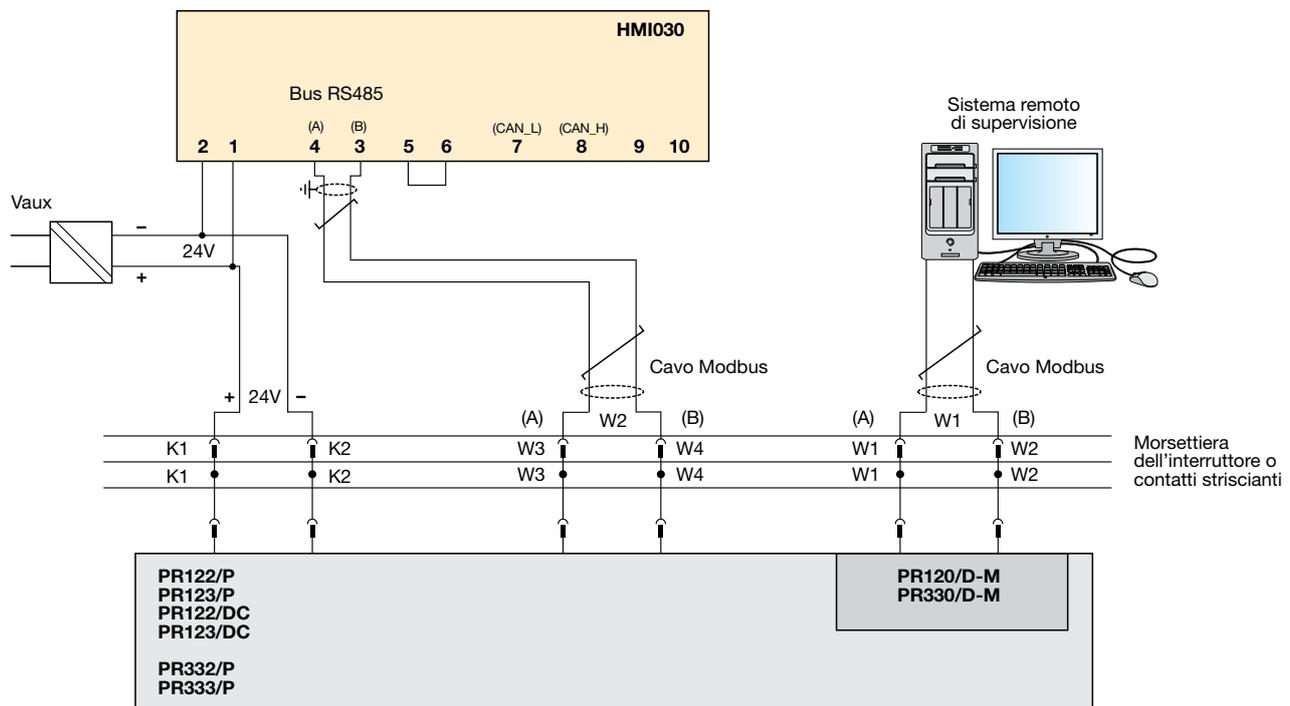
Di seguito sono riportati alcuni esempi di schemi per l'utilizzo dell'unità HMI030.

Per informazioni più dettagliate sull'utilizzo e sulle caratteristiche del dispositivo vedere il manuale tecnico di prodotto "HMI030 Unità di visualizzazione remota" (codice documento 1SDH000573R0001).

Emax E1÷ E6 - Emax X1 - Tmax T7

Con gli interruttori aperti Emax E1÷E6, aperti Emax X1 e scatolati Tmax T7, sono possibili le seguenti configurazioni di utilizzo:

- Supervisione da remoto e visualizzazione da fronte quadro



Unità HMI030 configurata in modalità "Master" e comunicazione Modbus

W1: Bus di sistema dello sganciatore (morsetti W1 e W2)

W2: Bus locale dello sganciatore (morsetti W3 e W4)

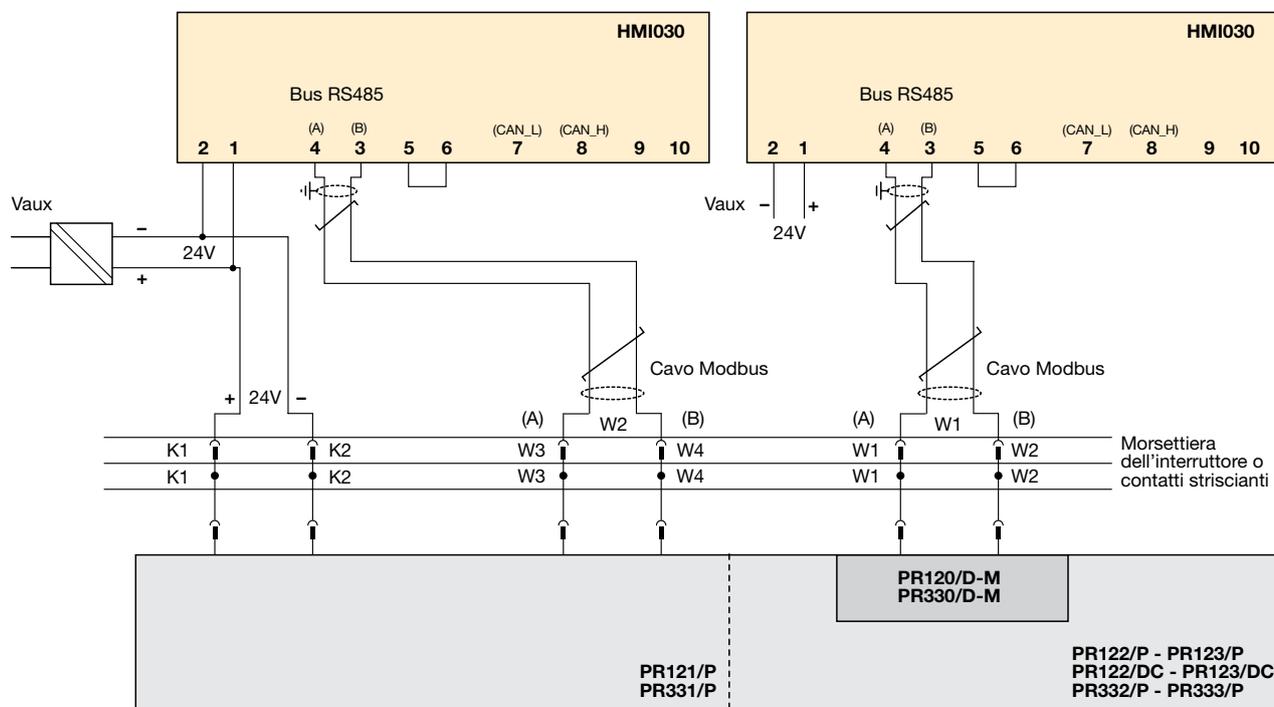
K1-K2: alimentazione ausiliaria Vaux

La connessione tra sganciatore ed HMI030 deve essere realizzata con una coppia, di cavi intrecciati, schermata e dotata di un'impedenza caratteristica pari a 120 Ω (es:cavo tipo Belden 3105 o equivalenti). Lo schermo deve essere collegato a terra in uno dei due estremi della connessione

Lunghezza massima raccomandata per il collegamento tra HMI030 e sganciatore: 15 m

In questa configurazione si può collegare un solo HMI030 allo sganciatore (sul Bus W2).

- Visualizzazione da fronte quadro



Unità HMI030 configurata in modalità “Master” e comunicazione Modbus

W1: Bus di sistema dello sganciatore (morsetti W1 e W2)

W2: Bus locale dello sganciatore (morsetti W3 e W4)

K1-K2: alimentazione ausiliaria Vaux

Lunghezza massima raccomandata per il collegamento tra HMI030 e sganciatore (sul Bus W2): 15 m

(*) Quando si utilizza il Bus di sistema W1 dello sganciatore, la lunghezza massima raccomandata per il collegamento tra HMI030 e sganciatore è di 300 m

In questo caso, si deve:

- utilizzare il modulo di comunicazione PR120/D-M (PR330/D-M) per il collegamento tra HMI030 e sganciatore; l'unità HMI030 va collegata al Bus di sistema W1 dello sganciatore

- settare l'unità HMI030 in modalità “Master”; utilizzare l'interfaccia di comunicazione modbus RS485 (morsetti 3 e 4)

- settare i seguenti parametri di comunicazione dello sganciatore: Indirizzo: 3; Velocità: 19200; Parità: PARI; Bit di stop: 1

La connessione tra sganciatore ed HMI030 deve essere realizzata con una coppia, di cavi intrecciati, schermata e dotata di un'impedenza caratteristica pari a 120 Ω (es:cavo tipo Belden 3105 o equivalenti). Lo schermo deve essere collegato a terra in uno dei due estremi della connessione

Con questa configurazione e con sganciatori PR121/P e PR331/P, si può collegare un solo HMI030 allo sganciatore (sul Bus locale W2).

Con questa configurazione e con sganciatori PR122/P, PR123/P, PR332/P, PR333/P, PR122/DC e PR123/DC, si possono collegare fino a due HMI030 allo sganciatore; il primo sul bus locale W2 e il secondo sul Bus di sistema W1 (vedere (*))

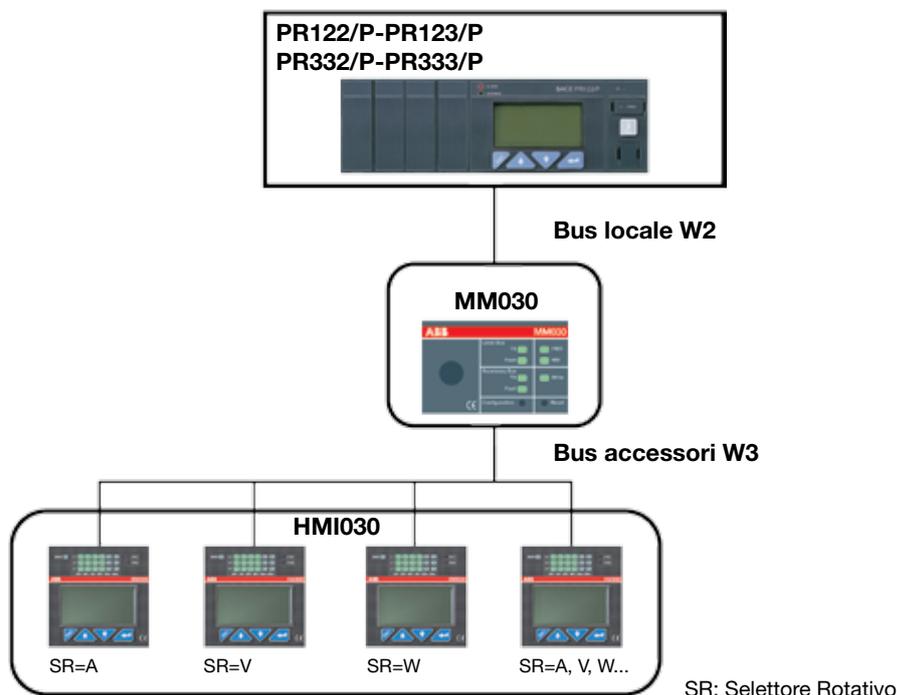
Essendo collegati a due bus differenti dello sganciatore, i due HMI030 possono essere settati con la stessa modalità di funzionamento.

- Visualizzazione da fronte quadro con più unità HMI030

È possibile collegare fino a quattro HMI030 ad uno stesso sganciatore (sullo stesso bus) se valgono le seguenti condizioni:

- sganciatore tipo PR122/P-PR123/P o PR332/P-PR333/P;
- ogni unità HMI030 ha la versione software 2.00 o successive ed è configurata in modalità "Slave"; si utilizza l'interfaccia di comunicazione modbus RS485 (morsetti 3 e 4);
- è presente l'unità MM030 (alimentare con una tensione ausiliaria a 24 V c.c. (Pn=2.5 W @24V));
- sono selezionate quattro modalità di funzionamento differenti (Amperometro, Voltmetro, Wattmetro e Custom) per ciascun HMI030.

Schema di principio



W2: Bus locale dello sganciatore (morsetti W3 e W4) e dell'unità MM030 (morsetti 10 e 11)

W3: Bus accessori dell'unità MM030 (morsetti 13 e 14)

Lunghezza massima raccomandata per il Bus Locale W2: 15 m

Lunghezza massima raccomandata per il Bus accessori W3: 300 m

Per i collegamenti si deve utilizzare una coppia, di cavi intrecciati, schermata e dotata di un'impedenza caratteristica pari a 120 Ω (es: cavo tipo Belden 3105 o equivalenti)

Nel collegamento tra sganciatore e unità MM030, si consiglia di mettere lo schermo a terra all'estremità del collegamento verso lo sganciatore. Nel cablaggio del Bus accessori W3, si consiglia di mettere lo schermo a terra all'estremità del collegamento verso l'unità MM030. Per il cablaggio, si consiglia di seguire le indicazioni del manuale tecnico di prodotto "Flex interfaces for accessory Bus"

Con sganciatori PR121/P e PR331/P si possono collegare fino a due unità HMI030 sulle quali sono state selezionate due differenti modalità di funzionamento: Amperometro (A) e Custom (A, V, W...).

In questa configurazione, per gestire lo scambio d'informazioni tra lo sganciatore e le unità HMI030, si deve utilizzare l'unità MM030.

L'MM030 è un dispositivo a microprocessore dotato di due bus di comunicazione diversi:

- un Bus locale (W2), usato per il collegamento e la comunicazione con lo sganciatore;
- un Bus Accessori (W3), utilizzato per il collegamento e la comunicazione con le unità HMI030.

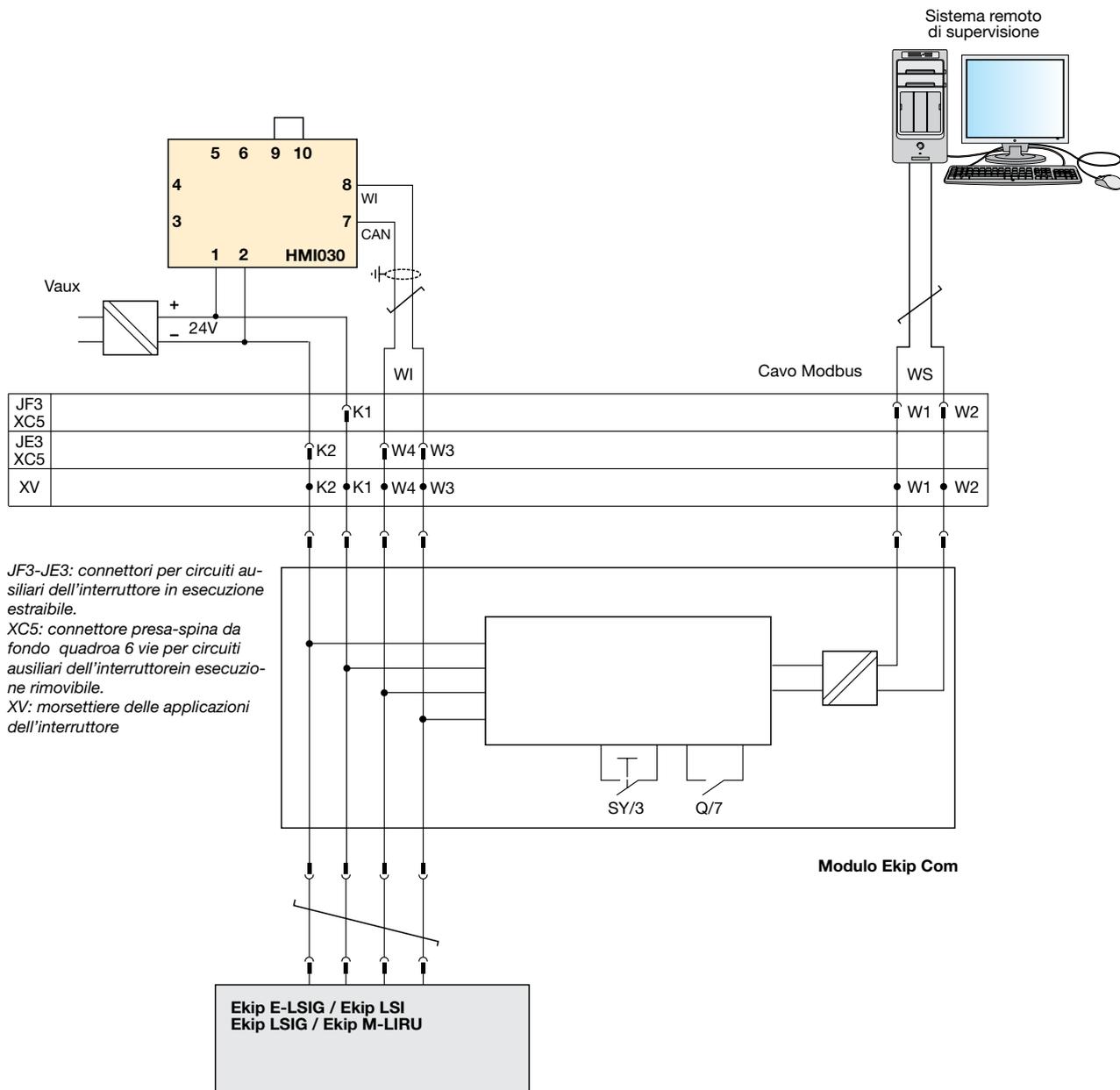
In questo modo, l'MM030 riceve i dati dallo sganciatore (attraverso il Bus W2) e li invia alle unità di visualizzazione HMI030 ad esso collegate (attraverso il bus W3) così da poter visualizzare sul display, posto a fronte quadro, le grandezze elettriche misurate.

Per maggiori informazioni vedere il manuale tecnico di prodotto "Flex interfaces for accessory Bus" (codice documento: 1SDH000622R0001).

Interruttori scatolati SACE Tmax XT2 - XT4

Con gli interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4 equipaggiati con sganciatori elettronici Ekip E-LSIG, Ekip LSI, Ekip LSIG ed Ekip M-LIRU sono possibili le due seguenti configurazioni:

- Supervisione da remoto e visualizzazione da fronte quadro.



Questa configurazione è realizzabile se l'HMI030 ha la versione software 3.00 o successive.

HMI030 configurata in modalità "Master" e comunicazione su Bus interno WI

WI: Bus interno dello sganciatore (Bus CAN riservato ai dispositivi ABB; cavi W3 e W4 del modulo Ekip Com)

WS: Bus di sistema dello sganciatore (cavi W1 e W2 del modulo Ekip Com)

K1-K2: alimentazione ausiliaria Vaux

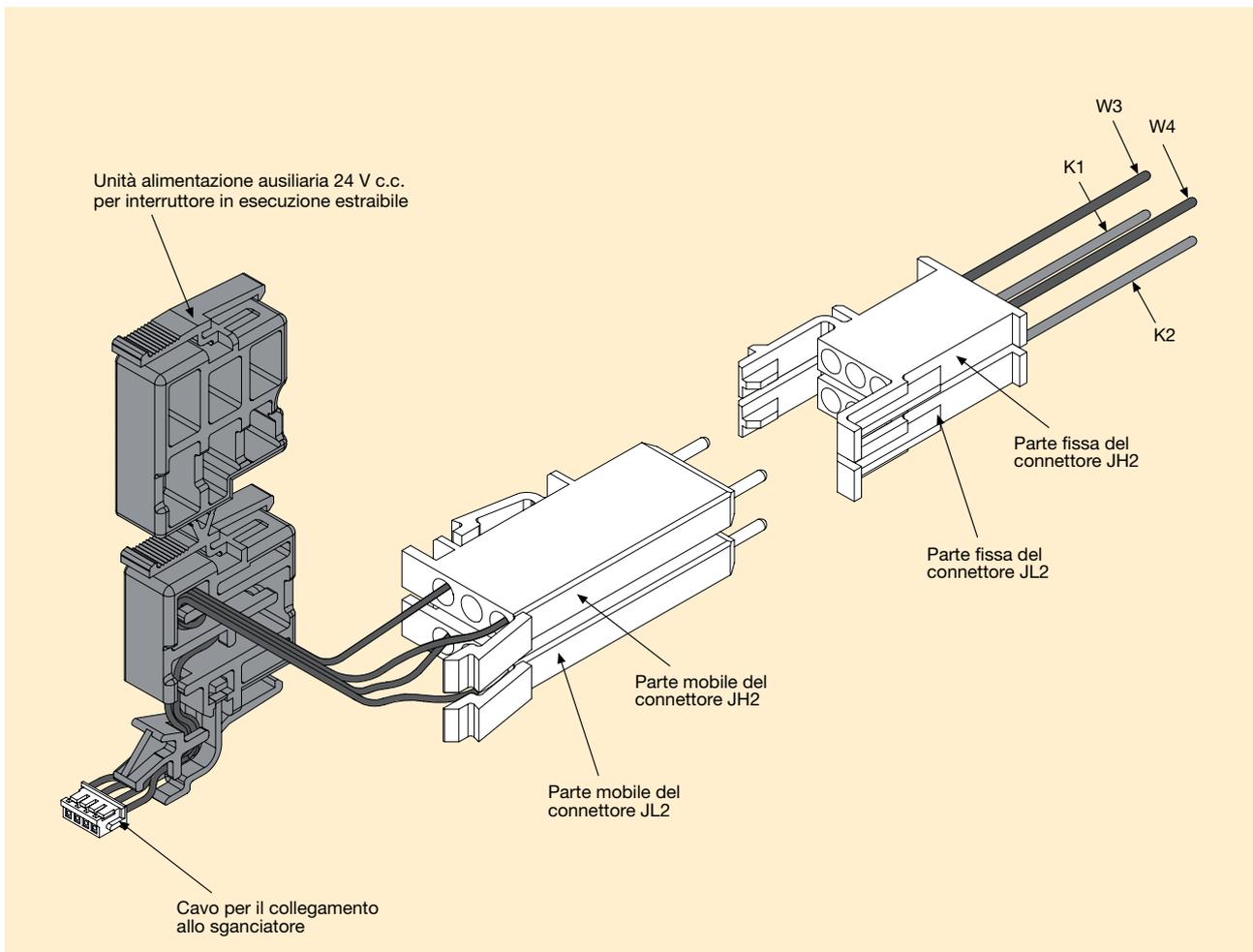
Lunghezza massima del collegamento tra HMI030 e sganciatore: 15 m

La connessione tra sganciatore ed HMI030 deve essere realizzata con una coppia, di cavi intrecciati, schermata e dotata di un'impedenza caratteristica pari a 120 Ω (es: cavo tipo Belden 3105 o equivalenti). Lo schermo deve essere collegato a terra in uno dei due estremi della connessione

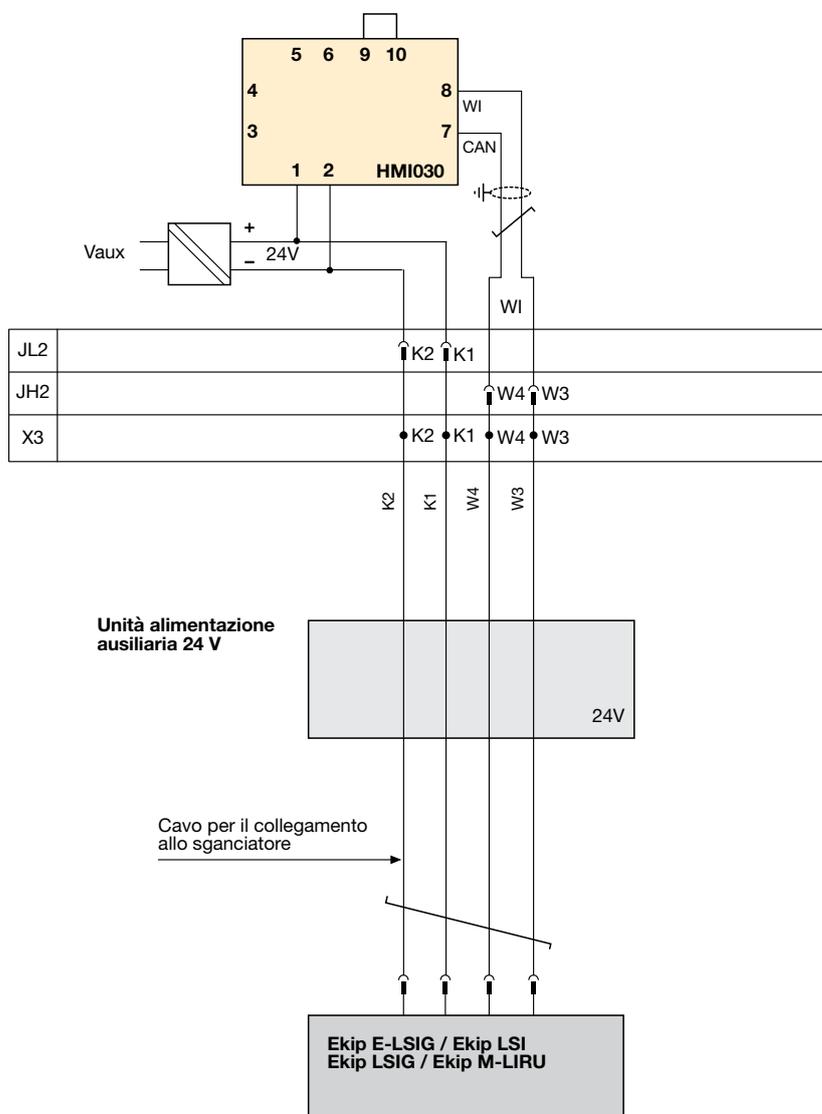
- Visualizzazione da fronte quadro

Per realizzare questa configurazione si può utilizzare l'apposita Unità di alimentazione ausiliaria 24 V c.c. per collegare gli sganciatori elettronici Ekip E-LSIG, Ekip LSI, Ekip LSIK ed Ekip M-LRIU all'unità HMI030. L'Unità alimentazione ausiliaria 24 V c.c. è disponibile in due versioni, una per gli interruttori in esecuzione fissa/rimovibile e una per gli interruttori in esecuzione estraibile.

Figura 22: Unità alimentazione ausiliaria 24 V c.c. per interruttore in esecuzione estraibile.



JL2-JH2: connettori per i circuiti ausiliari dell'interruttore in esecuzione estraibile



JL2-JH2: connettori dell'Unità di alimentazione ausiliaria 24 V c.c. per interruttore in esecuzione estraibile.
X3: connettore presa-spina da fondo quadra 6 vie per l'unità di alimentazione ausiliaria 24 V c.c. con interruttore in esecuzione rimovibile.

Questa configurazione è realizzabile se l'HMI030 ha la versione software 3.00 o successive.

L'HMI030 è configurata in modalità "Master" e con comunicazione su Bus interno WI

Si utilizza l'Unità alimentazione ausiliaria 24 V c.c.

K1-K2: alimentazione ausiliaria Vaux

WI: Bus interno dello sganciatore (Bus CAN riservato ai dispositivi ABB; cavi W3 e W4 dell'Unità alimentazione ausiliaria 24 V c.c.)

Lunghezza massima del collegamento tra HMI030 e sganciatore: 15 m

Per lunghezze superiori a 15 m e fino a 300 m si deve:

- settare l'unità HMI030 in modalità "Master" e utilizzare l'interfaccia di comunicazione modbus RS485 (morsetti 3 e 4)
- utilizzare il modulo di comunicazione Ekip Com, al posto dell'unità alimentazione ausiliaria 24 V, per il collegamento tra HMI030 e sganciatore; l'unità HMI030 va collegata al Bus di sistema WS dello sganciatore (cavi W1 e W2 del modulo Ekip Com)
- settare i seguenti parametri di comunicazione dello sganciatore: Indirizzo: 247; Velocità: 19200; Parità: PARI; Bit di stop: 1

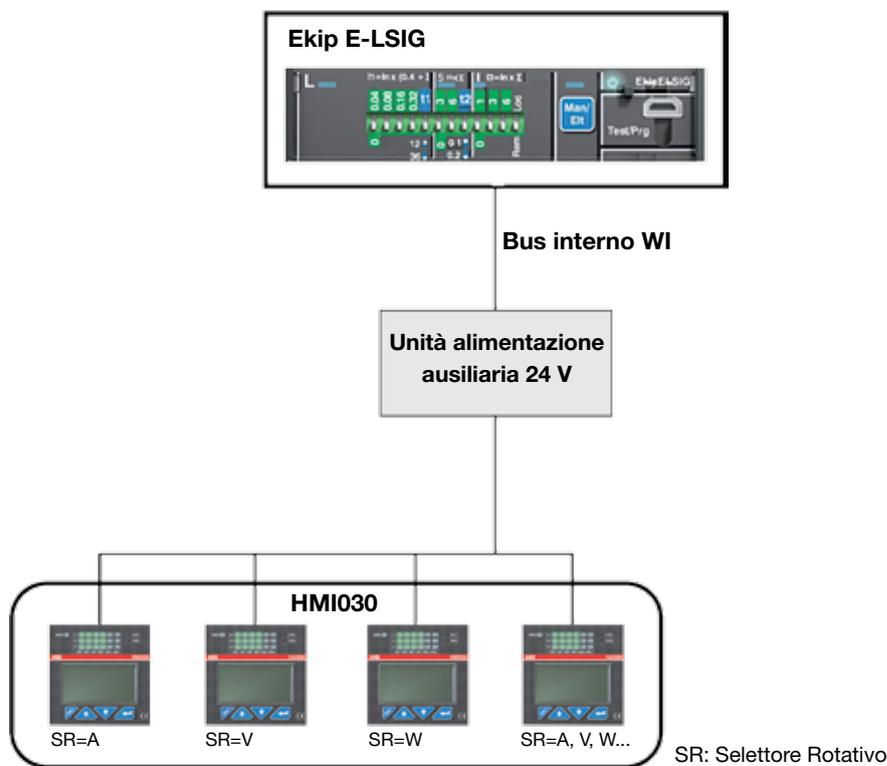
La connessione tra sganciatore ed HMI030 deve essere realizzata con una coppia, di cavi intrecciati, schermata e dotata di un'impedenza caratteristica pari a 120 Ω (es:cavo tipo Belden 3105 o equivalenti). Lo schermo deve essere collegato a terra in uno dei due estremi della connessione.

- Visualizzazione da fronte quadro con più unità HMI030

Con questa configurazione si possono collegare fino a quattro unità HMI030 ad uno stesso sganciatore (sullo stesso bus) se valgono le seguenti condizioni:

- sganciatore tipo Ekip E - LSI;G;
- ogni unità HMI030 ha la versione software 3.00 o successive, è configurata in modalità "Master" e comunica sul Bus interno WI (morsetti 7 e 8)
- sono selezionate quattro modalità di funzionamento differenti (Amperometro, Voltmetro, Wattmetro e Custom) per ciascun HMI030.

Schema di principio



WI: Bus interno dello sganciatore (Bus CAN riservato ai dispositivi ABB; cavi W3 e W4 dell'Unità alimentazione ausiliaria 24 V c.c.)

Lunghezza massima raccomandata per il Bus Interno WI: 15 m

Per lunghezze superiori a 15 m e fino a 300 m si deve:

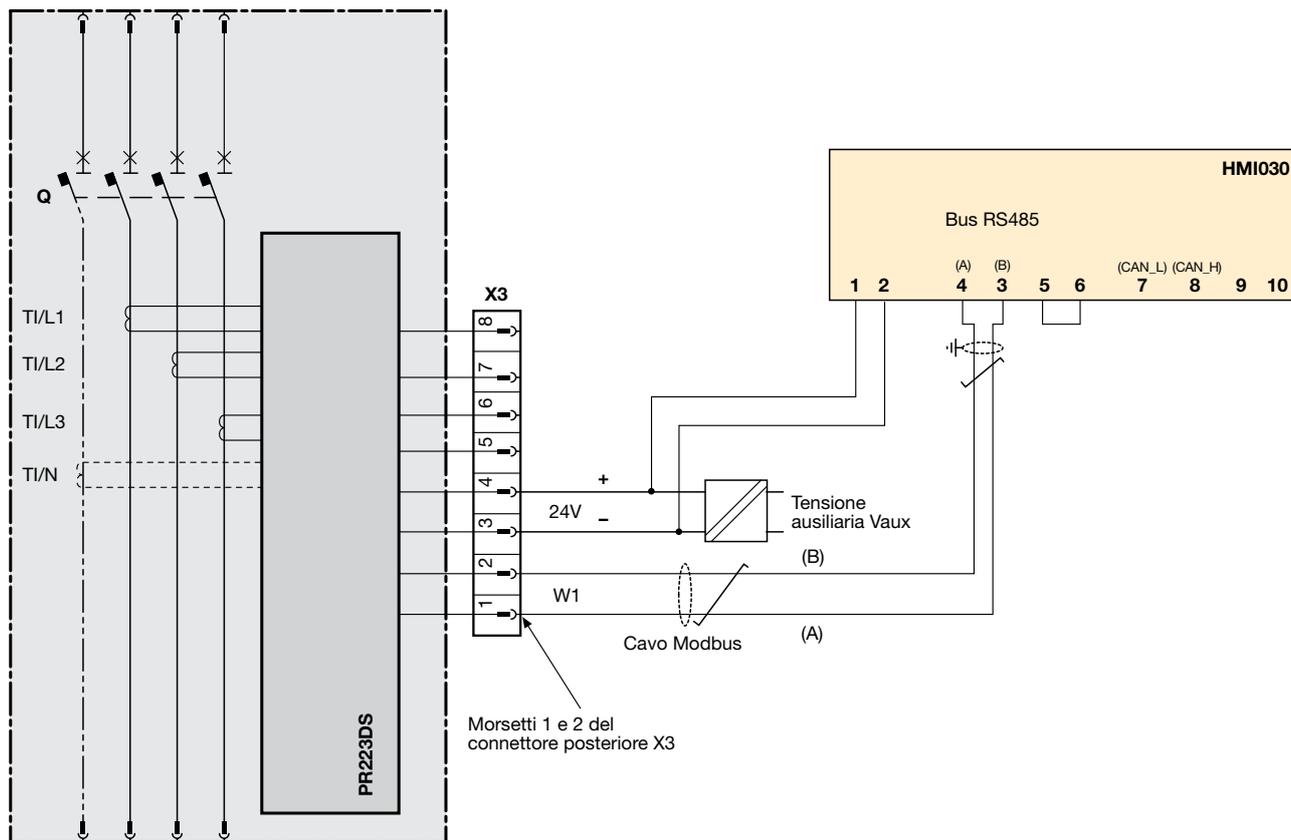
- settare le unità HMI030 in modalità "Master" e utilizzare l'interfaccia di comunicazione modbus RS485 (morsetti 3 e 4)
 - utilizzare il modulo di comunicazione Ekip Com, al posto dell'unità alimentazione ausiliaria 24 V
 - utilizzare il Bus di sistema WS dello sganciatore (cavi W1 e W2 del modulo Ekip Com) per il collegamento dello sganciatore alle unità HMI030
 - settare i seguenti parametri di comunicazione dello sganciatore: Indirizzo: 247; Velocità: 19200; Parità: PARI; Bit di stop: 1
- Per il cablaggio tra lo sganciatore e le unità HMI030, utilizzare una coppia, di cavi intrecciati, schermata e dotata di un'impedenza caratteristica pari a 120 Ω (es:cavo tipo Belden 3105 o equivalenti). Si consiglia di mettere lo schermo a terra all'estremità del collegamento verso lo sganciatore

Con sganciatori Ekip LSI, Ekip LSI;G o Ekip M-LRIU si possono collegare, sullo stesso bus WI, fino a due unità HMI030 sulle quali sono state selezionate due differenti modalità di funzionamento: Amperometro (A) e Custom (A, V, W...).

Interruttori scatolati Tmax T4-T5-T6

Con gli interruttori scatolati Tmax T4-T5-T6 equipaggiati con sganciatori elettronici PR222DS/PD, PR223DS e PR223EF sono possibili le seguenti configurazioni:

- Visualizzazione da fronte quadro



HMI030 in modalità "Master" e comunicazione Modbus

W1: Bus di sistema dello sganciatore

Lunghezza massima raccomandata per il Bus di sistema W1: 300 m

La connessione tra sganciatore ed HMI030 deve essere realizzata con una coppia, di cavi intrecciati, schermata e dotata di un'impedenza caratteristica pari a 120Ω (es:cavo tipo Belden 3105 o equivalenti). Lo schermo deve essere collegato a terra in uno dei due estremi della connessione.

Per l'utilizzo in questa configurazione si devono impostare i seguenti parametri di comunicazione dello sganciatore:

- Indirizzo: 247
- Velocità: 19200 bit/s
- Parità: PARI
- Bit di stop: 1

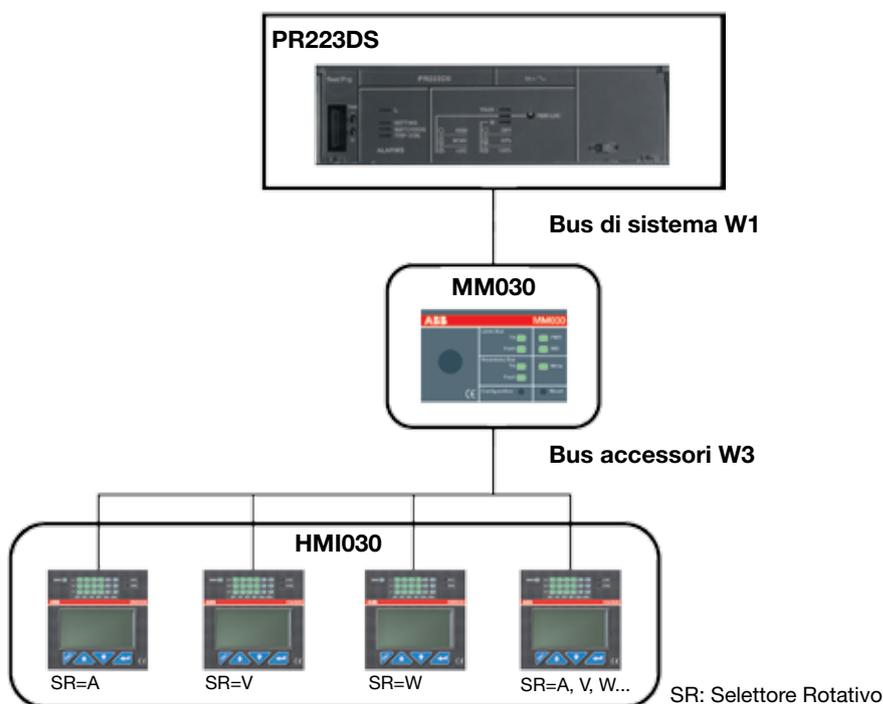
In questa configurazione si può collegare un solo HMI030 allo sganciatore (sul Bus di sistema W1).

- Visualizzazione da fronte quadro con più unità HMI030

È possibile collegare fino a quattro HMI030 ad uno stesso sganciatore (sullo stesso bus) se valgono le seguenti condizioni:

- sganciatore PR223DS;
- sono impostati i seguenti parametri di comunicazione dello sganciatore: Indirizzo 247; Velocità: 19200 bit/s; Parità: PARI; Bit di stop: 1;
- sono selezionate quattro modalità di funzionamento differenti (Amperometro, Voltmetro, Wattmetro e Custom) per ciascun HMI030;
- ogni unità HMI030 ha la versione software 2.00 o successive, è configurata in modalità "Slave" e si utilizza l'interfaccia di comunicazione modbus RS485 (morsetti 3 e 4);
- è presente l'unità MM030 (alimentare con una tensione ausiliaria a 24 V c.c. (Pn=2.5 W @24V)).

Schema di principio



W1: Bus di sistema dello sganciatore che comunica con il Bus locale (W2) dell'unità MM030 (morsetti 10 e 11)

W3: Bus accessori dell'unità MM030 (morsetti 13 e 14)

Lunghezza massima raccomandata per il collegamento tra sganciatore e unità MM030 (Bus di sistema W1): 200 m; lunghezza massima raccomandata per il Bus accessori W3: 300 m. Per i collegamenti, utilizzare una coppia, di cavi intrecciati, schermata e dotata di un'impedenza caratteristica pari a 120 Ω (es:cavo tipo Belden 3105 o equivalenti).

Nel collegamento tra lo sganciatore e l'unità MM030 (Bus di sistema W1), si consiglia di mettere lo schermo a terra all'estremità del collegamento verso lo sganciatore. Nel cablaggio del Bus accessori W3, si consiglia di mettere lo schermo a terra all'estremità del collegamento verso l'unità MM030. Per il cablaggio, si consiglia di seguire le indicazioni del manuale tecnico di prodotto "Flex interfaces for accessory Bus".

Con sganciatori PR223EF si possono collegare fino a tre unità HMI030 sulle quali sono state selezionate tre differenti modalità di funzionamento : Amperometro (A), Voltmetro (V) e Custom (A, V, W...).

Con sganciatori PR222DS/PD si possono collegare fino a due unità HMI030 sulle quali sono state selezionate due differenti modalità di funzionamento: Amperometro (A) e Custom (A, V, W...).

In questa configurazione, per gestire lo scambio d'informazioni tra lo sganciatore e le unità HMI030, si deve utilizzare l'unità MM030.

L'MM030 è un dispositivo a microprocessore dotato di due bus di comunicazione diversi:

- un Bus locale (W2), per il collegamento e la comunicazione con lo sganciatore (attraverso il Bus di sistema W1 dello sganciatore);
- un Bus Accessori (W3), per il collegamento e la comunicazione con le unità HMI030.

In questo modo l'MM030 riceve i dati dallo sganciatore (attraverso il Bus W2) e li invia alle unità di visualizzazione HMI030 ad esso collegate (attraverso il bus W3) così da poter visualizzare sul display, posto a fronte quadro, le grandezze elettriche misurate.

Per maggiori informazioni vedere il manuale tecnico di prodotto "Flex interfaces for accessory Bus (codice documento: 1SDH000622R0001)".

4.7 La rete Modbus RS-485 (Regole per il corretto cablaggio)

Il cablaggio dei sistemi di comunicazione industriali presenta alcune differenze rispetto a quello utilizzato per il cablaggio di potenza e ciò può mettere in difficoltà l'installatore se poco esperto di reti di comunicazione Modbus.

Un sistema Modbus RS-485 mette in comunicazione un dispositivo Master con uno o più dispositivi Slave.

Nel seguito considereremo come dispositivi Slave esclusivamente gli interruttori di bassa tensione ABB SACE, anche se il cablaggio è simile per tutti i dispositivi Modbus.

Di seguito sono descritte le principali regole cui attenersi per il cablaggio di questo tipo di reti.

1. Porta di collegamento

Ciascun dispositivo è dotato di una porta di comunicazione con due morsetti, indicati per convenzione con A e B. In questi due morsetti si collega il cavo di comunicazione, in modo che tutti i dispositivi che partecipano alla comunicazione vi siano connessi in parallelo.

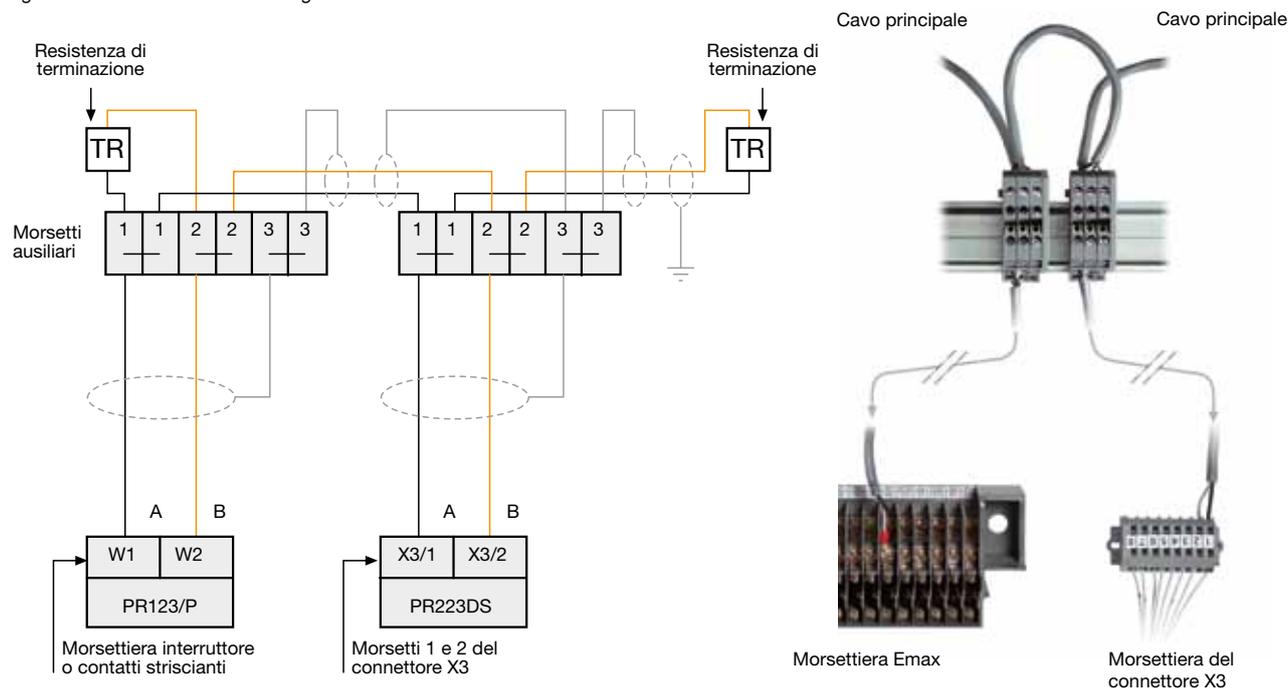
Si devono collegare i morsetti "A" tutti tra loro e i morsetti "B" tutti tra loro rispettivamente; invertendo i collegamenti "A" e "B" di un dispositivo, oltre a renderlo incapace di comunicare, può succedere che l'intero sistema di comunicazione non funzioni, a causa delle errate tensioni continue (di polarizzazione) presenti sui morsetti del dispositivo mal collegato.

Negli interruttori ABB SACE, i morsetti di comunicazione sono indicati come mostrato nella seguente tabella:

Interruttore	Sganciatore	Morsetto A	Morsetto B	Note
Emax	PR122/P e PR123/P	W1	W2	morsettiera interruttore o contatti striscianti.
Emax X1 Tmax T7/T7M	PR332/P e PR333/P	W1	W2	morsettiera interruttore o contatti striscianti.
Tmax T4-T5-T6	PR222DS/PD PR223EF PR223DS	X3/1	X3/2	morsetti 1 e 2 del connettore posteriore X3.
SACE Tmax XT2 - XT4	Ekip E-LSIG Ekip LSI Ekip M-LRIU	cavo W1	cavo W2	- cavi W1 e W2 in uscita dal modulo Ekip Com (con interruttore fisso); - cavi W1 e W2 in uscita dalla parte fissa (la presa) del connettore JF3 per interruttore estraibile; - cavi in uscita dal morsetto 1 (per W1) e 2 (per W2) della parte fissa (la presa) del connettore presa-spina da fondo quadro a 6 vie (XC5) per interruttore rimovibile

Questa tabella riporta quanto indicato negli schemi elettrici dell'Appendice C.

Figura 23: Schema elettrico di collegamento di un Emax e di un Tmax alla rete Modbus



Per evitare errori quando si collegano molti dispositivi, si consiglia di utilizzare cavi dello stesso colore per tutte le connessioni ai morsetti A e cavi dello stesso colore per tutte le connessioni ai morsetti B dei diversi dispositivi (ad es. bianco per A e blu per B); questo rende più facile individuare errori di cablaggio.

Anche sul dispositivo Master, quale che sia, la porta di comunicazione ha due morsetti, che corrispondono ad A e B. Alcuni produttori di dispositivi li indicano invece con Tx- e Tx+, oppure con Data- e Data+, oppure semplicemente con RS485+ e RS485-.

2. Collegamento tra i dispositivi

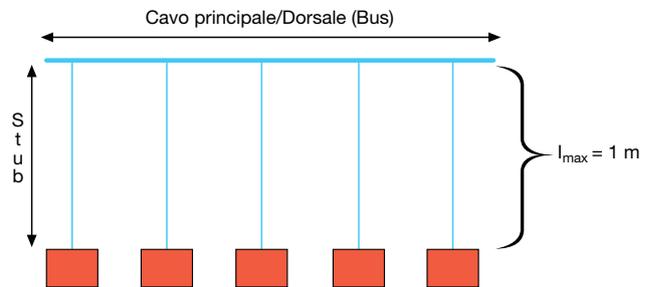
A differenza di quanto avviene in molti sistemi di distribuzione dell'energia, non è indifferente il modo in cui i dispositivi sono connessi in parallelo.

Il sistema RS-485, utilizzato per la comunicazione Modbus degli interruttori ABB SACE, prevede che esista un cavo principale (Bus o dorsale), cui tutti i dispositivi devono essere connessi con diramazioni (dette anche stub) le più corte possibili. Le diramazioni, per gli interruttori ABB SACE, devono avere lunghezza massima di 1m.

La presenza di diramazioni più lunghe potrebbe causare fenomeni di riflessione del segnale, con generazione di disturbi e conseguenti errori di ricezione dei dati.

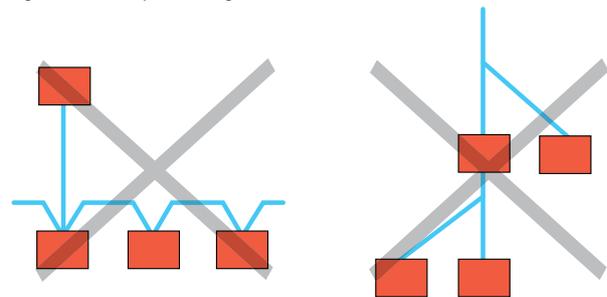
La Figura 23a mostra l'esempio di un corretto collegamento a Bus.

Figura 23a: Rete con struttura a Bus



La Figura 24 invece mostra esempi di collegamenti Bus errati.

Figura 24: Esempi di collegamenti Bus errati



3. Distanza massima e numero massimo di dispositivi.

Il cavo principale può avere una lunghezza massima totale di 700m. Tale distanza non include le diramazioni (che comunque devono essere corte).

Il numero massimo di dispositivi che si possono collegare ad un cavo principale è 32, compreso il Master.

4. Uso di ripetitori

Per aumentare l'estensione della rete Modbus, si possono utilizzare dei ripetitori; dispositivi di amplificazione e rigenerazione del segnale, dotati di due porte di comunicazione, che trasferiscono su ciascuna di esse quello che ricevono dall'altra.

Utilizzando un ripetitore, il cavo principale è suddiviso in diverse tratte (segmenti), ciascuna delle quali può raggiungere i 700m di lunghezza e collegare 32 dispositivi (in questo numero sono compresi i ripetitori).

Il numero massimo di ripetitori che è consigliabile collegare in serie è 3. Un numero maggiore introduce ritardi eccessivi nel sistema di comunicazione.

5. Tipo di cavo da utilizzare

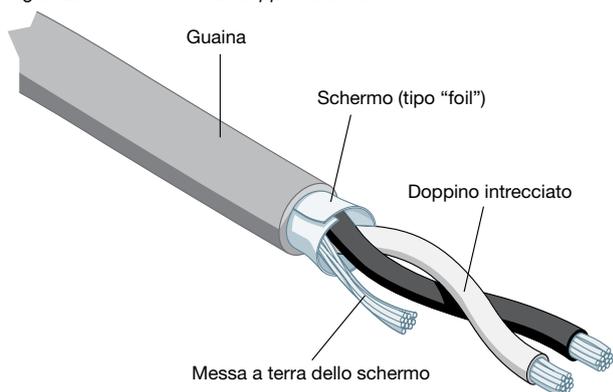
Il cavo da utilizzare è un doppino intrecciato schermato (tipo telefonico).

ABB SACE specifica un cavo di tipo Belden 3105A, ma è possibile utilizzare cavi di altro tipo con caratteristiche equivalenti.

Il doppino è costituito da due conduttori isolati intrecciati tra loro. Questa disposizione serve a migliorare l'immunità ai disturbi elettromagnetici, perché il cavo forma una serie di spire successive, ciascuna rivolta in verso opposto alla seguente: in questo modo un eventuale campo magnetico presente nell'ambiente attraversa ciascuna coppia di spire in versi opposti, e il suo effetto è di conseguenza molto ridotto (teoricamente, l'effetto su ciascuna spira è esattamente opposto a quello sulla seguente, e quindi l'effetto risultante si annulla).

La schermatura può essere di tipo "braided" (formata da una maglia di sottili fili conduttori) oppure di tipo "foil" (costituita da un foglio di metallo avvolto attorno ai conduttori): i due tipi sono equivalenti.

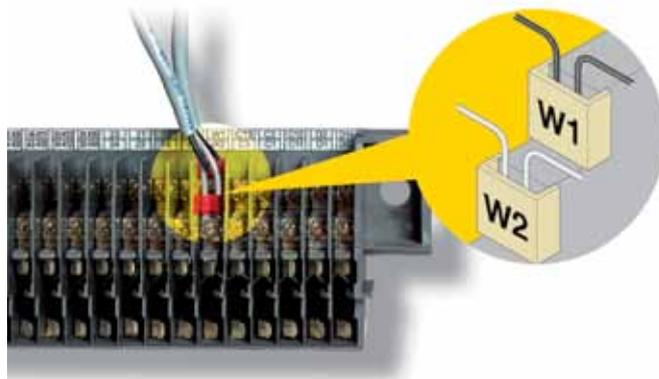
Figura 25: Particolare di un doppino intrecciato schermato



6. Collegamento ai morsetti

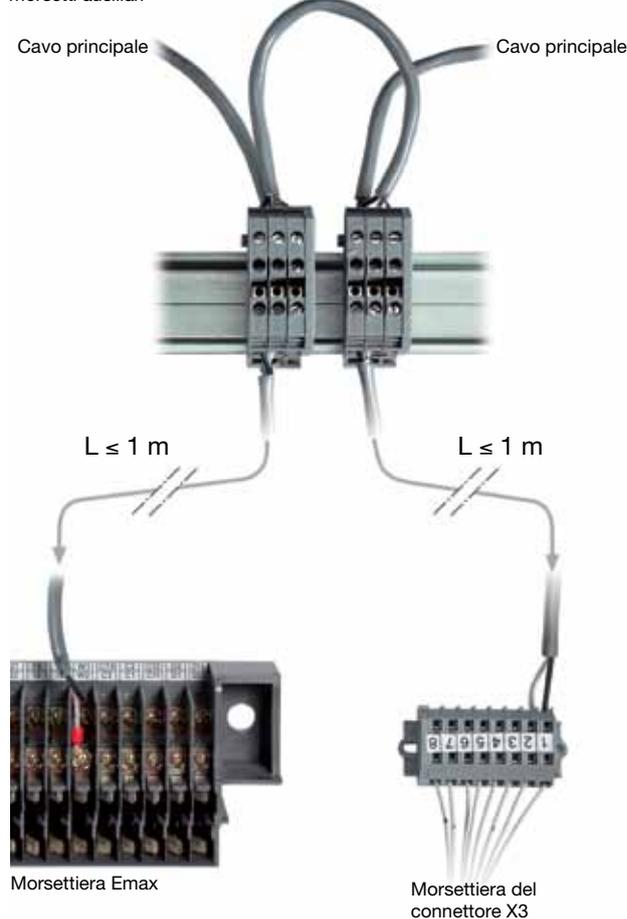
In alcuni paesi è consentito inserire due cavi nello stesso morsetto a vite. In tal caso, è possibile collegare il cavo principale in ingresso e in uscita direttamente ai morsetti di un interruttore, come illustrato in Figura 26, senza creare una diramazione.

Figura 26: Collegamento del cavo principale direttamente ai morsetti dell'interruttore



Se invece ciascun morsetto può accogliere un solo cavo, è necessario creare una vera e propria diramazione utilizzando tre morsetti ausiliari per ciascun interruttore da collegare, come mostrato in Figura 27.

Figura 27: Collegamento dell'interruttore al cavo principale tramite i morsetti ausiliari

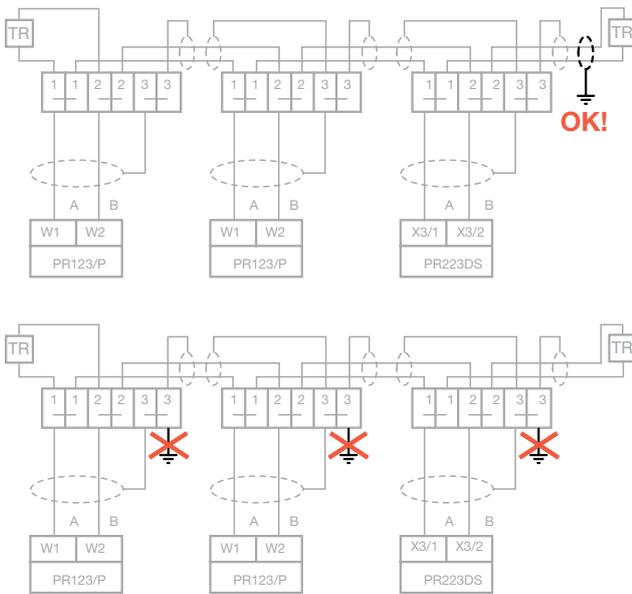


7. Collegamento a terra della schermatura

Lo schermo del cavo deve essere collegato a terra in un solo punto. Normalmente tale collegamento si esegue ad un'estremità del cavo principale.

La Figura 28 mostra esempi di collegamento a terra corretti e non corretti.

Figura 28: Esempi di collegamento a terra della schermatura corretti e non corretti



8. Resistenza di terminazione

Per evitare riflessioni del segnale, a ciascuna estremità del cavo principale deve essere montata una resistenza di terminazione da 120 Ohm.

Nei dispositivi ABB SACE new Emax, aperti X1 e scato-
lati Tmax, non esiste resistenza di terminazione interna. Se, oltre agli interruttori ABB SACE, si collegano altri dispositivi, è necessario verificare se essi sono dotati o meno di resistenza di terminazione (di solito in tal caso è possibile attivarla o disattivarla).

La resistenza di terminazione si deve utilizzare solo alle estremità del cavo principale.

Se la lunghezza totale del cavo principale è minore di 50 m, si possono evitare le resistenze di terminazione alle estremità del cavo principale.

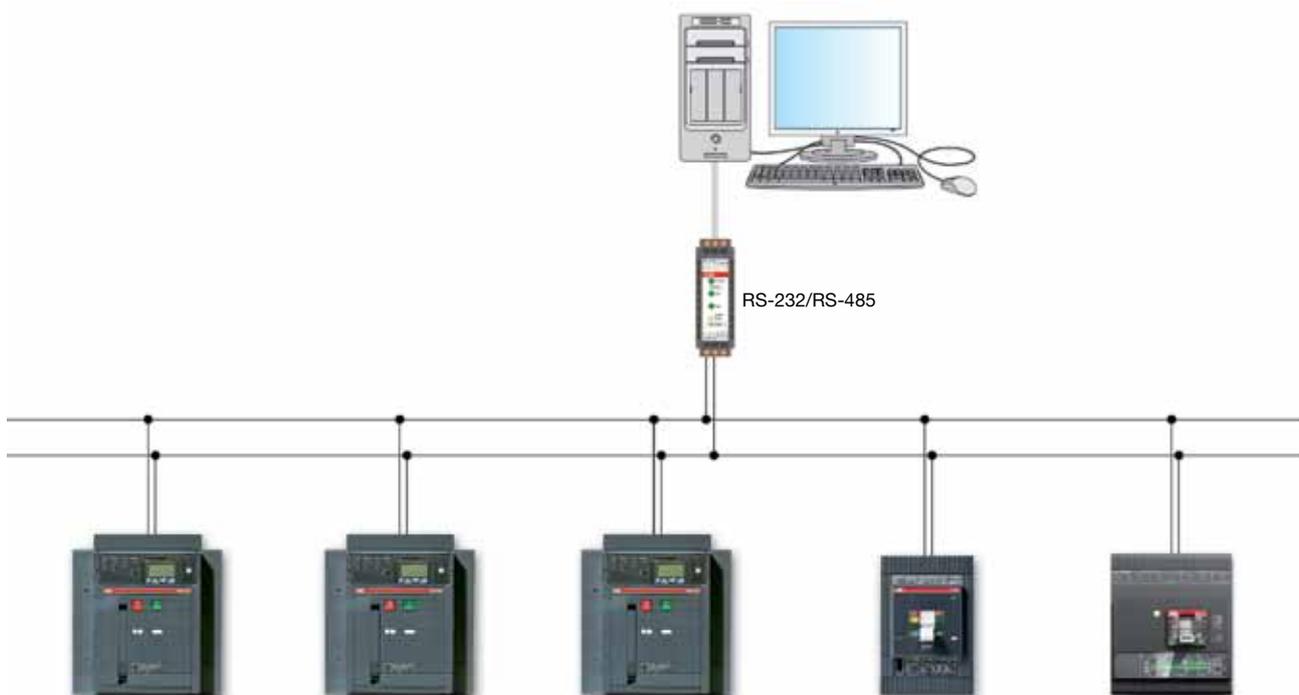
9. Collegamento a personal computer

Se il master utilizzato è un personal computer, in genere il collegamento al bus avviene attraverso un convertitore seriale RS-232/RS-485 come indicato nella seguente figura.

10. Polarizzazione della linea

Assicurarsi che il master attivi la polarizzazione della linea. La polarizzazione della linea deve sempre essere fatta dal master. Per approfondimenti vedere lo standard "Application Guidelines for TIA/EIA-485-A".

Figura 29: Collegamento di un PC al bus tramite un convertitore seriale RS-232/RS-485 ILPH



4.7.1 Il funzionamento del sistema Modbus RTU

Il traffico delle informazioni sul bus è gestito con una procedura di tipo Master/Slave con il PC o il PLC nel ruolo di Master e gli interruttori in quello di Slave. Il Master dirige tutto il traffico del bus e solo lui può iniziare la comunicazione. Esso trasmette dati e/o comandi agli Slaves e richiede a questi di trasmettere a loro volta i dati. Gli Slaves trasmettono sulla rete solo quando richiesto dal Master.

Gli Slaves non possono comunicare direttamente tra loro: per esempio, per trasferire un dato da uno Slave ad un altro è necessario che il Master legga il dato dal primo Slave e lo trasferisca al secondo.

Nel contesto applicativo degli interruttori automatici ABB SACE, comunque, tale operazione non è mai necessaria. La sequenza di comunicazione tra ciascun interruttore (Slave) ed il PC (Master) avviene nel seguente modo:

- 1) Il PC invia un comando⁸ o una richiesta (query) sul bus.
- 2) L'interruttore interrogato risponde (response) svolgen-

do l'azione appropriata che può essere:

- eseguire il comando ricevuto;
- fornire i dati richiesti oppure
- informarlo che la richiesta non può essere soddisfatta.

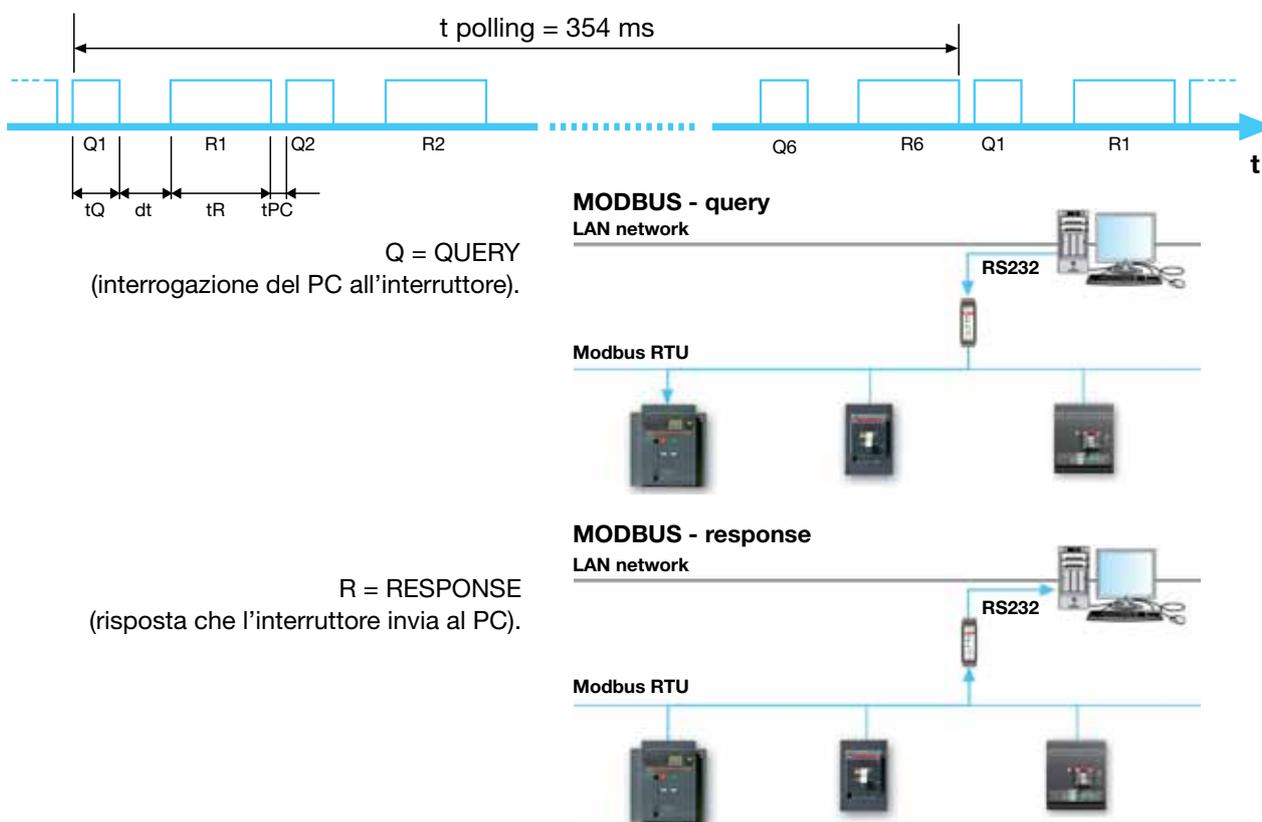
Gli interruttori sono interrogati dal PC con polling ciclico, ossia uno per volta ciclicamente in modo da realizzare la scansione completa dell'impianto in un tempo prevedibile (tempo di polling).

Consideriamo, per esempio, il caso in cui si vogliono leggere i valori delle correnti da 6 interruttori Tmax equipaggiati con sganciatore elettronico PR222DS/PD. Per la sequenza di comunicazione tra ciascun interruttore ed il PC, ipotizziamo i seguenti tempi:

- tempo di query t_Q (tempo per la domanda del PC all'interruttore): 7ms.
- intervallo di tempo, dt , tra query e response: 43ms.
- tempo di response t_R (tempo per la risposta dell'interruttore al PC): 9ms.

Sotto queste ipotesi, il tempo di interrogazione di ciascun

⁸ Il comando o la richiesta contiene l'identificativo dell'interruttore al quale è stata inviata la comunicazione e perciò, nonostante la trasmissione sia ricevuta da tutti i dispositivi connessi alla rete, solamente quello interessato risponderà.



interruttore è di circa 59ms e, considerandolo costante per tutti gli interruttori, il tempo di polling di ogni ciclo di comunicazione sarà circa di: $59 \times 6 = 354\text{ms}$.

Nel calcolo del tempo di polling si considera trascurabile il tempo di elaborazione, tPC, del computer cioè il tempo che intercorre tra la fine della RESPONSE di un interruttore e l'inizio della QUERY che il computer invia all'interruttore successivo.

Affinché sia possibile implementare una rete di comunicazione tra più slaves comunicanti in Modbus RTU, siano essi strumenti di misura, interruttori di protezione o centraline di controllo della temperatura, è fondamentale avere la possibilità di impostare su tutti i dispositivi presenti in rete i medesimi parametri di comunicazione. Tali parametri sono:

- velocità di trasmissione dei dati, detta baud rate: (es:19200 bps);
- data bit (n° di bit): 8;

- parity bit : Even/Odd/None;
- stop bit: 1 (se parity bit = even o odd) oppure 2 (se parity bit = none);
- indirizzo di ciascuno slave.

Una volta impostata la medesima baud rate, parity bit e stop bit, ed avendo identificato ogni slave con un proprio ed unico indirizzo, è possibile procedere con l'acquisizione delle informazioni da parte del master.

NOTA: Una descrizione dettagliata del protocollo di comunicazione Modbus è disponibile sul sito Internet www.modbus.org.

4.8 Il software Ekip Connect

Ekip Connect è un applicativo software per personal computer (con sistema operativo Microsoft Windows®) che consente di scambiare dati con uno o più dispositivi di bassa tensione ABB.

Questo software può essere utilizzato per:

- la messa in servizio, il collaudo e il monitoraggio della rete Modbus RS-485 e dei dispositivi ad essa collegati;
- la ricerca di guasti e anomalie in una rete di comunicazione già funzionante;
- interagire e scambiare dati con gli sganciatori elettronici dotati d'interfaccia di comunicazione Modbus.

In questo documento si prende in considerazione l'utilizzo del software Ekip Connect per la comunicazione tra un PC ed uno o più dispositivi ABB contemporaneamente collegati in un bus seriale.

Questa configurazione, denominata "Ekip Connect con linea seriale", è utilizzata per la comunicazione su reti Modbus RS-485 con gli sganciatori elettronici dotati del modulo di comunicazione (es: PR12X/P con modulo PR120/D-M per Emax, Ekip LSI, Ekip LSI, Ekip M-LRIU ed Ekip E-LSIG con modulo Ekip Com per SACE Tmax XT) e con gli sganciatori che hanno l'interfaccia di comunicazione integrata (es: PR223DS, PR223EF, PR222DS-PD per Tmax T).

Per mettere in comunicazione il PC (sul quale è installato Ekip Connect) con gli sganciatori è necessario l'utilizzo di un convertitore seriale per la conversione dal livello fisico RS-485 (lato sganciato) al livello fisico desiderato e col quale s'intende collegarsi al PC (es: RS-232, USB, Ethernet). Il protocollo di comunicazione impiegato è Modbus RTU.

Ekip Connect permette di:

1) effettuare un controllo ed una scansione completa della rete di comunicazione Modbus RS-485 al fine di identificare tutti i dispositivi ad essa collegati e di rilevare eventuali errori di connessione o di settaggio dei parametri di comunicazione (es: indirizzo, baudrate, parity check) degli interruttori;

2) interagire in tempo reale con i seguenti dispositivi:

Dispositivo

Interruttore	Sganciato
SACE Tmax XT2-XT4	Ekip LSI + modulo di comunicazione Ekip Com Ekip LSI + modulo di comunicazione Ekip Com Ekip M-LRIU + modulo di comunicazione Ekip Com Ekip E-LSIG + modulo di comunicazione Ekip Com
Tmax T4÷T6	PR222DS-PD PR223DS PR223EF
Tmax T7 - Emax X1	PR332/P + modulo di comunicazione PR330/D-M PR333/P + modulo di comunicazione PR330/D-M
New Emax E1÷E6	PR122/P + modulo di comunicazione PR120/D-M PR123/P + modulo di comunicazione PR120/D-M
Emax DC	PR122/DC + modulo di comunicazione PR120/D-M PR123/DC + modulo di comunicazione PR120/D-M
Emax E2/VF-E3/VF	PR122/VF + modulo di comunicazione PR120/D-M
Flex interface SD030DX	Termomagnetico o sganciato elettronico base (per i dettagli vedere paragrafo 4.5)

al fine di:

- leggere le informazioni (allarmi, misure, parametri e stati) contenute negli interruttori;
- modificare i parametri di configurazione e di protezione (soglie e tempi di intervento delle protezioni) impostati;
- inviare comandi (es: apertura e chiusura) agli interruttori.

Ekip Connect è utile durante le fasi di messa in servizio, configurazione, monitoraggio, manutenzione e test di un interruttore dotato d'interfaccia di comunicazione Modbus.

4.8.1 Scansione del bus di sistema

Grazie a questa funzione, il software esegue una scansione automatica della rete Modbus RS-485 ed identifica tutti i dispositivi collegati al bus.

Al termine della scansione, i dispositivi trovati sono visualizzati sia nell'Area di navigazione, attraverso una struttura ad albero di nodi, che nell'Area principale.

Nell'Area principale (vedi Figura 30) si possono visualizzare i dispositivi connessi alla rete, con i loro principali parametri di comunicazione, e gli eventuali messaggi d'avvertimento su potenziali problemi o errori di configurazione riscontrati durante la scansione (es: due dispositivi con velocità di trasmissione diversa o due dispositivi con lo stesso Slave Address), per una diagnosi completa della rete di comunicazione.

Ekip Connect segnala, nell'Area principale, anche la presenza di dispositivi non ABB, in grado di comunicare con protocollo Modbus RTU, con i loro parametri di comunicazione.

In Figura 31 è raffigurato un esempio di struttura ad albero di nodi, dell'Area di navigazione, generata a seguito di una scansione della rete di comunicazione.

Nel nodo principale, al primo livello, è raffigurata la rete Modbus alla quale sono collegati i dispositivi; nei

nodi al secondo livello sono indicati i dispositivi (es: gli sganciatori) collegati alla rete di comunicazione; i nodi al terzo livello indicano le informazioni, i dati e gli allarmi messi a disposizione dallo sganciatore selezionato (un nodo del 2° livello).

Le informazioni di dettaglio si possono visualizzare nell'Area principale e in particolare:

- selezionando il nodo al primo livello si visualizza un riepilogo di tutti i dispositivi rilevati connessi alla rete Modbus e dei loro parametri di comunicazione;
- selezionando uno dei nodi al secondo livello si visualizza un riepilogo dei principali parametri di comunicazione (es: porta COM, slave Address, Baudrate) del dispositivo selezionato (es: uno sganciatore) e gli eventuali problemi che si sono manifestati durante l'operazione di scansione;
- selezionando i nodi del terzo livello si possono: visualizzare nel dettaglio le informazioni e i dati dello sganciatore, modificare i parametri di comunicazione e il settaggio delle protezioni e inviare comandi all'interruttore (vedi paragrafo 4.8.2).

Figura 30: Schermata di Ekip Connect con l'Area di navigazione e l'Area principale generata al termine di una scansione.

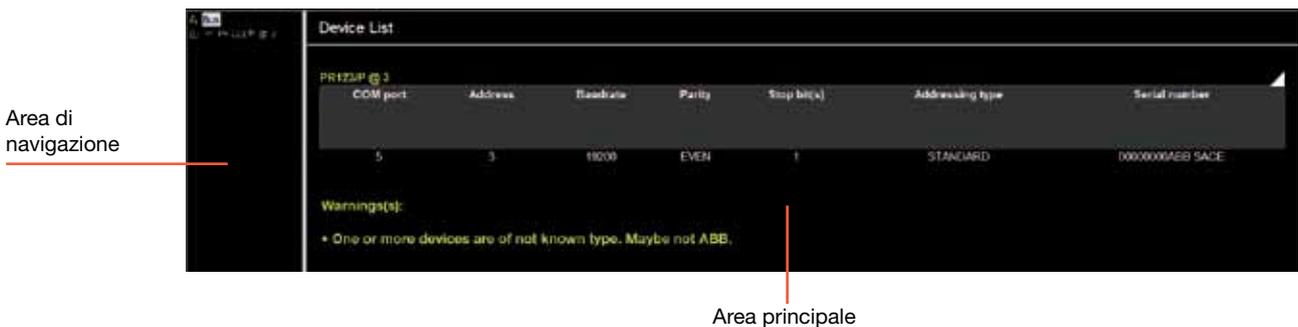


Figura 31: Struttura ad albero dell'Area di navigazione



Durante il collaudo di un quadro elettrico, equipaggiato con dispositivi che comunicano via Modbus e progettato per essere installato in un impianto con un sistema di supervisione, la scansione del bus di sistema risulta particolarmente utile. Infatti questa operazione di controllo, permette di individuare eventuali anomalie nel cablaggio dei dispositivi collegati alla rete Modbus, oppure errori di settaggio dei parametri di comunicazione (es: velocità, parità, numero di bit di stop ecc..) o errori di configurazione dei dispositivi collegati (es: indirizzo logico), con la possibilità di correggerli in una fase non ancora operativa del quadro.

Con queste verifiche, se durante la messa in servizio del quadro dovessero presentarsi anomalie nella comunicazione con i sistemi di supervisione dell'impianto, tali problemi non saranno imputabili agli interruttori installati nel quadro.

4.8.2 Comunicazione con il singolo dispositivo

Ekip connect mette a disposizione delle schermate grafiche attraverso le quali è possibile interagire con gli sganciatori elettronici.

Le schermate si visualizzano nell'Area principale quando si seleziona un nodo (del terzo livello) dall'Area di navigazione.

Ad ogni sganciatore sono associate delle schermate attraverso le quali è possibile, per esempio:

- leggere le informazioni sull'interruttore e sullo sganciatore di protezione;

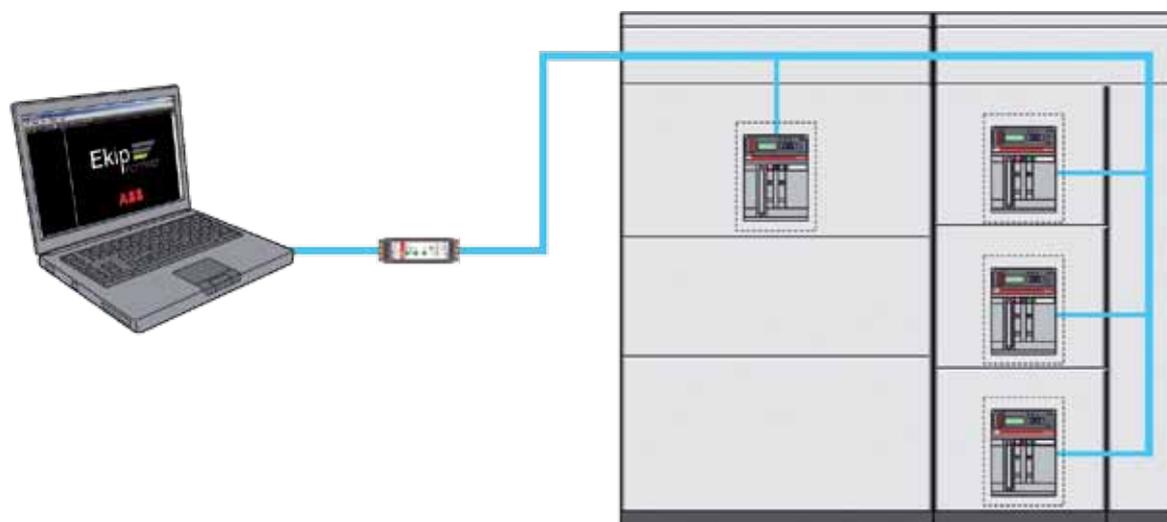
- conoscere lo stato dell'interruttore (es: aperto/chiuso, inserito/estratto);
- visualizzare gli allarmi delle protezioni;
- leggere le grandezze elettriche misurate in tempo reale (es: correnti, tensioni, potenze, energia);
- visualizzare i parametri delle funzioni di protezione associate allo sganciatore;
- visualizzare i dati storici relativi agli ultimi interventi dello sganciatore;
- visualizzare lo storico di eventi e misure memorizzati nello sganciatore.

Attraverso le schermate grafiche è inoltre possibile:

- inviare comandi di apertura e di chiusura all'interruttore;
- inviare comandi di reset CB (questo comando, disponibile per gli interruttori scatolati con comando motore, porta lo stato dell'interruttore da "intervenuto" ad "aperto");
- inviare comandi di reset sganciatore (per resettare le segnalazioni associate all'ultimo intervento dello sganciatore);
- regolare i settaggi (soglie e tempi d'intervento) delle protezioni associate allo sganciatore;
- visualizzare le curve tempo-corrente delle protezioni;
- inviare comandi di wink che attivano il lampeggio del display o di un LED dello sganciatore per facilitare l'individuazione dell'interruttore quando è installato nell'impianto.

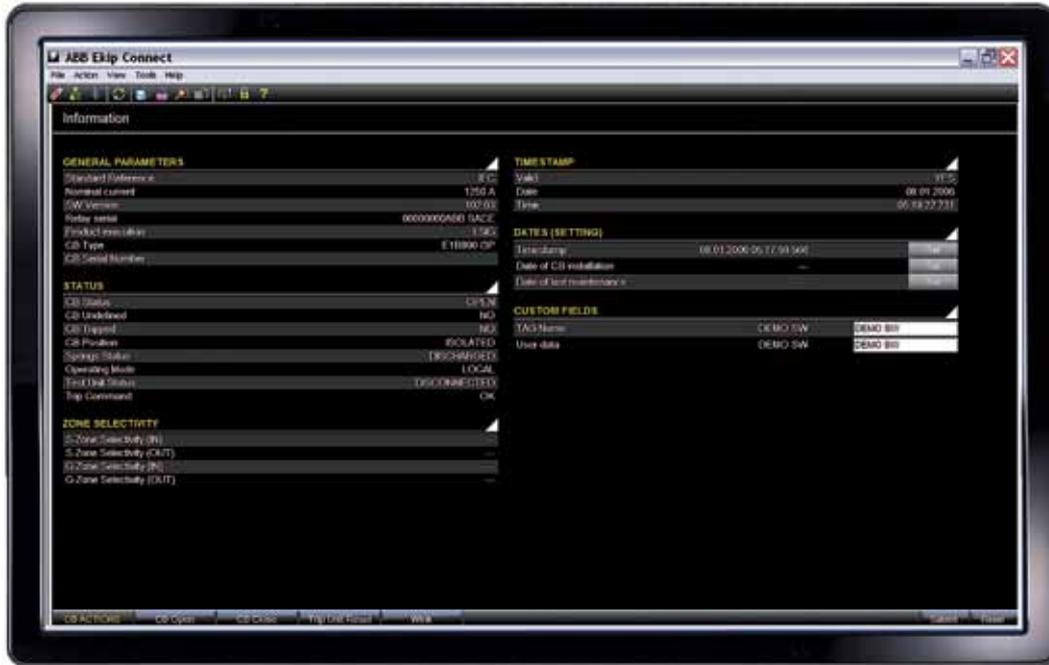
La quantità e il tipo d'informazioni, visualizzabili attraverso le schermate grafiche, variano in base al tipo di sganciatore con cui si sta interagendo.

Di seguito sono presentate alcune delle schermate.



- Informazioni

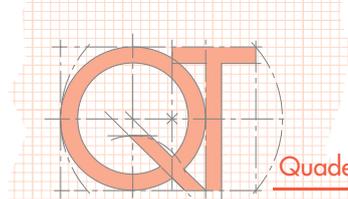
In questa schermata è possibile leggere le informazioni generali sul dispositivo (es: Standard di riferimento, corrente nominale dell'interruttore, versione software, tipo d'interruttore, informazioni di stato dell'interruttore) e inviare comandi di apertura/chiusura, reset sganciatore e il comando di wink; per l'invio di questi comandi è necessario inserire una password. Se il dispositivo è impostato in modalità locale, i comandi non potranno essere azionati.



- Misure

In questa schermata sono riportate le misure acquisite in tempo reale dallo sganciatore; le informazioni e il tipo di grandezze elettriche visualizzabili variano in base al tipo di sganciatore con cui si sta interagendo (vedere Appendice A).





- Storico misure

Con gli sganciatori elettronici PR122/P e PR123/P per Emax e PR332/P e PR333/P per Tmax T7 ed Emax X1, si possono visualizzare i valori delle seguenti grandezze:

- la potenza totale attiva (media e massima);
- la fase a corrente massima;
- il valore della corrente massima (valore RMS);
- la fase a tensione massima e il valore massimo di tensione;
- la fase a tensione minima e il valore minimo di tensione;
- la potenza totale reattiva (media e massima);
- la potenza totale apparente (media e massima);

misurate negli ultimi 24 periodi di tempo impostabili con intervalli da 5 minuti (memorizzazione delle ultime due ore) a 120 minuti (memorizzazione delle ultime 48 ore).

Con gli sganciatori elettronici Ekip E-LSIG, per SACE Tmax XT4, si può visualizzare il valore massimo e minimo che le seguenti grandezze hanno assunto fino a quel momento:

- correnti di fase (IL1max-IL2max-IL3max, IL1min-IL2min-IL3min);
- corrente nel neutro (INmax, INmin) (in presenza del neutro);
- tensioni fase-fase (V12max-V23max-V31max, V12min-V23min-V31min);
- tensioni fase-neutro (V1Nmax-V2Nmax-V3Nmax, V1Nmin-V2Nmin-V3Nmin) (in presenza del neutro);
- frequenza (valore massimo, valore minimo);
- potenza attiva totale (Ptotmax, Ptotmin) e, in presenza del neutro, la potenza attiva sulle tre fasi (P1max, P2max, P3max, P1min, P2min, P3min);
- potenza reattiva totale (Qtotmax, Qtotmin) e, in presenza del neutro, la potenza reattiva sulle tre fasi (Q1max, Q2max, Q3max, Q1min, Q2min, Q3min);
- potenza apparente totale (Stotmax, Stotmin) e, in presenza del neutro, la potenza apparente sulle tre fasi (S1max, S2max, S3max, S1min, S2min, S3min).



- Allarmi

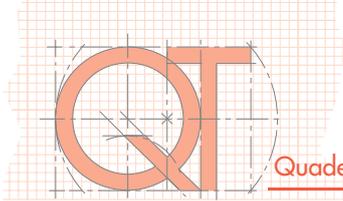
In questa pagina sono visualizzate le voci di allarme delle protezioni associate allo sganciatore e gli allarmi di diagnostica associati all'interruttore (es: trip coil disconnessa o guasta, sensori di corrente disconnessi). La quantità e il tipo di allarmi visualizzabili variano in base al tipo di sganciatore con cui si sta interagendo.



- Trip

In questa pagina è possibile ottenere maggiori informazioni (es: tipo di protezione intervenuta, valore delle correnti interrotte, ora e data dell'intervento, usura dei contatti) sulla causa d'intervento dello sganciatore. Alcuni sganciatori permettono di accedere anche alle informazioni associate agli interventi precedenti. La quantità e il tipo d'informazioni visualizzabili variano in base al tipo di sganciatore con cui si sta interagendo.





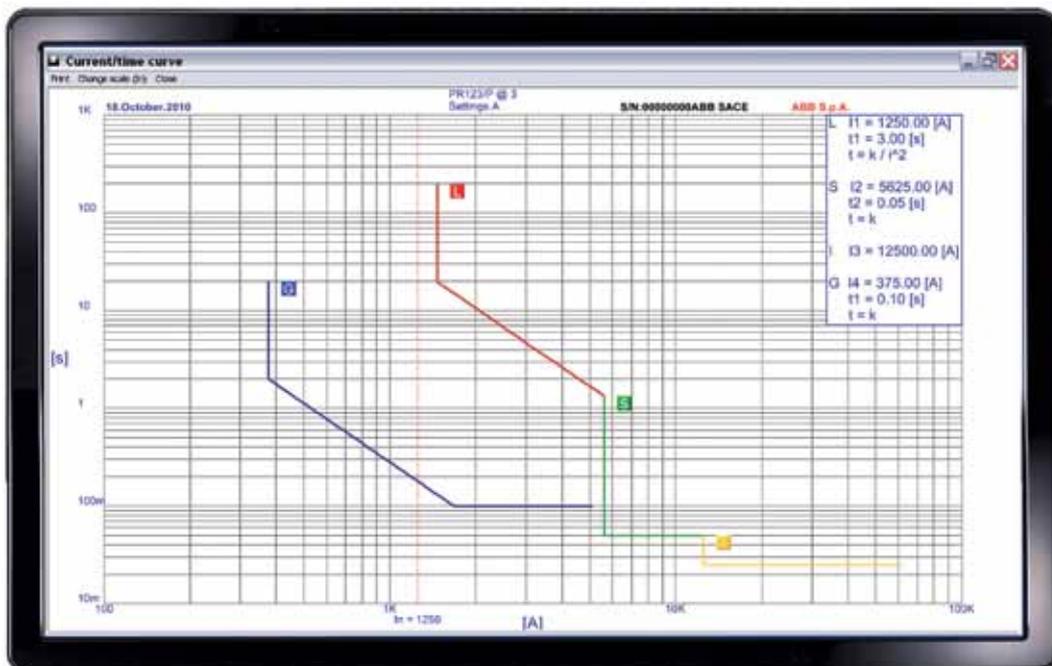
- Tarature

In questa pagina è possibile visualizzare ed impostare i settaggi (soglie e tempi di intervento) delle funzioni di protezione dello sganciatore. Le funzioni di protezione visualizzabili variano in base al tipo di sganciatore con cui si sta interagendo.



- Curve tempo corrente.

Con questa funzione è possibile visualizzare l'andamento delle curve tempo-corrente impostate per le principali funzioni di protezione (L, S, I e G).

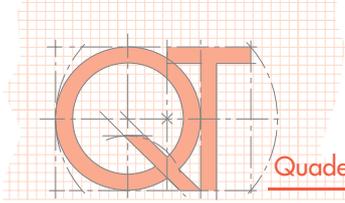


- Operazioni statistiche dell'interruttore.

In questa schermata si possono visualizzare: la percentuale di usura dei contatti, il numero totale di operazioni, il numero di operazioni manuali, il numero di trip per intervento delle protezioni, il numero di trip falliti e il numero di trip test, fatti dall'interruttore. I dati visualizzabili variano in base al tipo di sganciatore con cui si sta interagendo.



NOTA: Per maggiori informazioni sull'utilizzo del software Ekip Connect e sulle funzioni che mette a disposizione si veda il manuale d'uso "Istruzioni di esercizio per software di comunicazione EKIP Connect compatibile con interruttori di bassa tensione ABB SACE" (codice documento 1SDH000891R0001).



4.9 Esempio di scelta dei prodotti per supervisione e telecontrollo

Consideriamo un impianto di distribuzione in BT con supervisione del tipo mostrato in Figura 32.

Il sistema di supervisione utilizza una rete a bus con protocollo Modbus RTU su RS-485.

Al livello di controllo c'è un PC sul quale è installato un applicativo di supervisione; per il collegamento del PC al bus si utilizza un convertitore seriale RS-232/RS-485. Il personal computer funziona come uno SCADA che acquisisce, elabora e memorizza i dati inviati da tutti gli interruttori.

Il livello di campo è costituito dagli interruttori di protezione SACE Tmax XT4, Tmax T4 ed Emax E1, equipaggiati rispettivamente con sganciatori elettronici a microprocessore del tipo:

- Ekip E-LSIG (QF4, QF5);
- PR223DS (QF6 e QF7);
- PR123/P (QF2 e QF3).

Scelta dei prodotti e degli accessori per la supervisione

Per la supervisione dell'impianto servono:

- *Interruttori aperti Emax E1 (QF2 e QF3) equipaggiati con:*
 - 1) sganciatore elettronico PR123/P;
 - 2) modulo di comunicazione PR120/D-M;
 - 3) modulo misure PR120/V (montato di default sullo sganciatore PR123/P);
 - 4) tensione di alimentazione ausiliaria Vaux (vedi Appendice B).
- *Interruttori scatolati SACE Tmax XT4 (QF4, QF5) equipaggiati con:*
 - 1) sganciatore elettronico Ekip E-LSIG;
 - 2) modulo di comunicazione Ekip Com (vedi Appendice C);
 - 3) tensione di alimentazione ausiliaria Vaux (vedi Appendice B).

Come si può notare, con lo sganciatore Ekip-E LSIG per SACE Tmax XT4 si possono misurare le tensioni e le energie senza dover utilizzare moduli di misura esterni.

- *Interruttori scatolati Tmax T4 (QF6 e QF7) equipaggiati con:*

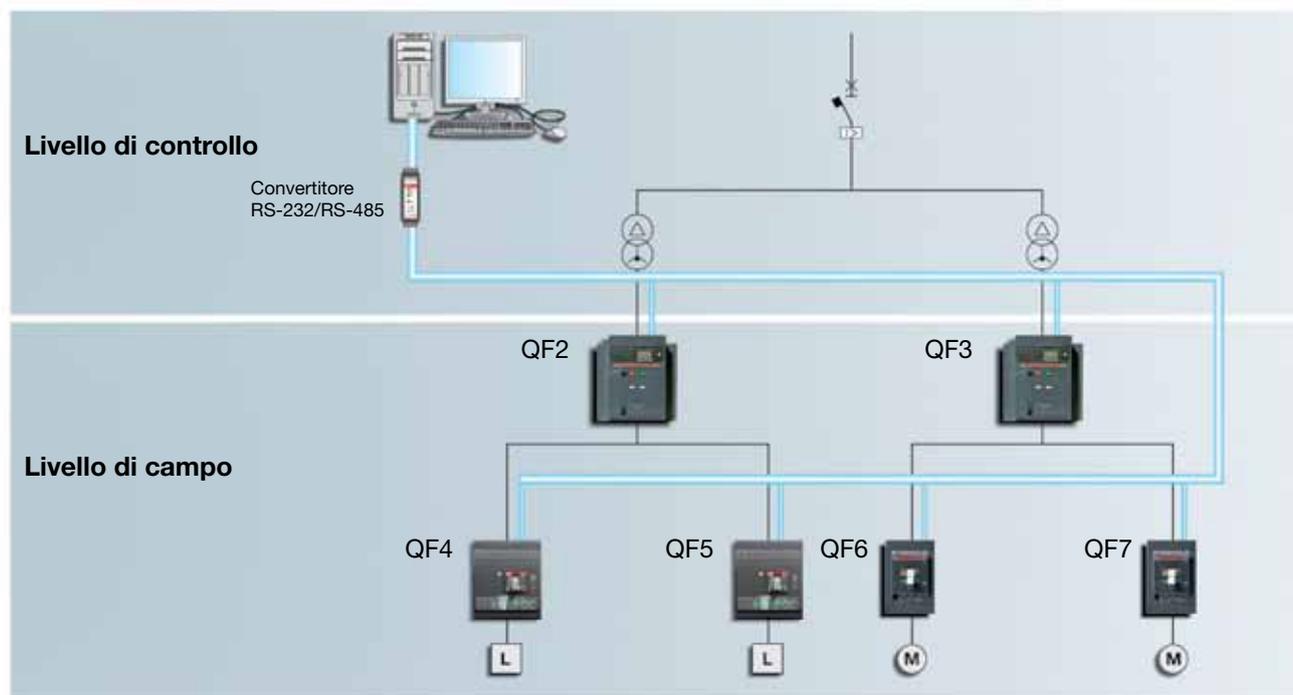
- 1) sganciatore elettronico PR223DS;
- 2) connettore posteriore X3 (vedi Appendici B e C);
- 3) modulo misure VM210 (vedi Appendice D);
- 4) connettore posteriore X4 (vedi Appendice D);
- 5) contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E (vedi Appendice E);
- 6) tensione di alimentazione ausiliaria Vaux (vedi Appendice B)

Scelta dei prodotti e degli accessori per il telecontrollo

Per effettuare anche il telecontrollo degli interruttori servono i seguenti accessori:

- *Interruttori aperti Emax E1 (QF2 e QF3)*
 - 1) sganciatore di apertura (YO);
 - 2) sganciatore di chiusura (YC);
 - 3) motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura (M).
- *Interruttori scatolati SACE Tmax XT4 (QF4 e QF5)*
 - 1) comando a motore con modulo MOE-E (vedi Appendice F).
- *Interruttori scatolati Tmax T4 (QF6 e QF7)*
 - 1) comando a motore con modulo MOE-E (vedi Appendice E);
 - 2) contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E (forniti di default con il MOE-E).

Figura 32: Sistema di supervisione e controllo di un impianto di distribuzione in BT



4.10 Gli interruttori automatici ABB nei bus di campo Profibus DP e DeviceNet

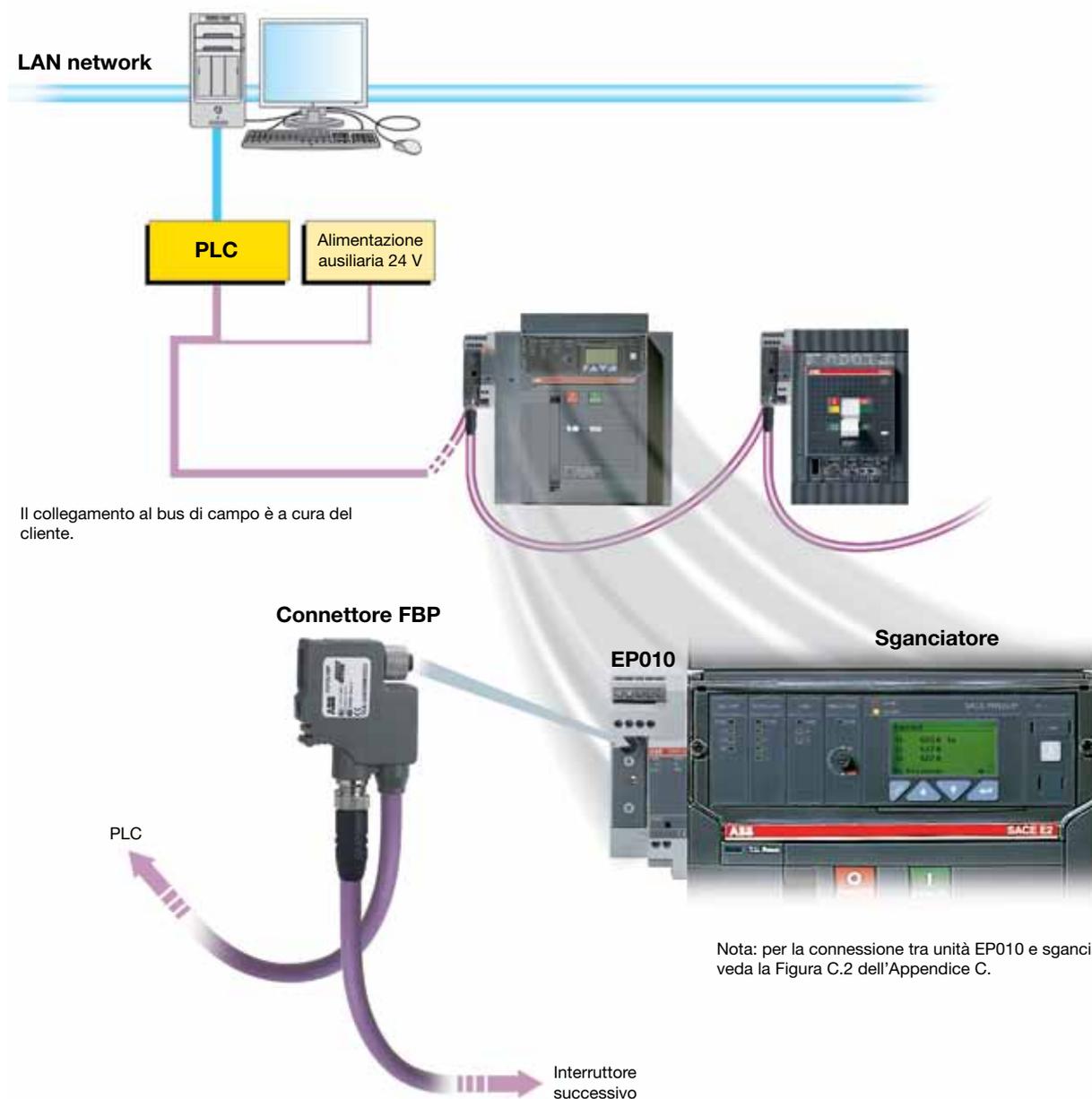
L'unità d'interfaccia fieldbus EP010 consente di integrare gli interruttori automatici ABB SACE in sistemi di comunicazione con protocollo Profibus DP o DeviceNet. L'EP010 stabilisce, insieme al connettore intelligente FBP FieldBusPlug ABB, il collegamento tra un bus di campo e lo sganciatore elettronico collegato alla sua porta Modbus.

In particolare l'unità EP010 funziona da gateway per la comunicazione tra il connettore FBP e lo sganciatore elettronico.

Di conseguenza, insieme ad ogni unità EP010, si deve usare l'appropriato connettore FBP FieldBusPlug; in particolare, per ciascun interruttore da integrare nel bus di campo, servono:

- l'unità EP010 + un connettore PDP22-FBP (per bus di campo Profibus DP);
- oppure
- l'unità EP010 + un connettore DNP21-FBP (per bus di campo DeviceNet).

Il collegamento degli interruttori al bus di campo si realizza come in figura.



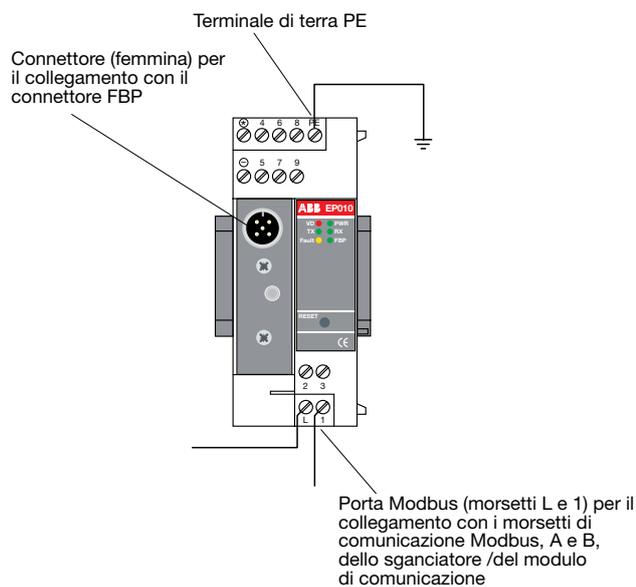
Il collegamento al bus di campo è a cura del cliente.

Nota: per la connessione tra unità EP010 e sganciatore si veda la Figura C.2 dell'Appendice C.

Lo stesso sistema di comunicazione è utilizzato con altri prodotti ABB quali: PLC, motor starter, universal motor controller, softstarter e sensori di posizione.

È quindi possibile impiegare gli interruttori automatici in sistemi di automazione industriale per le applicazioni più varie integrando così il controllo di un processo con il controllo dell'impianto elettrico di distribuzione che lo alimenta.

Collegamenti all'unità EP010



- Per la comunicazione tra sganciatore elettronico e unità EP010, la connessione tra i morsetti Modbus, A e B, dello sganciatore / del modulo di comunicazione e i morsetti Modbus, L (left) e 1 (right), dell'unità EP010, deve essere fatta secondo la seguente tabella:

Morsetti Modbus EP010	Morsetti di comunicazione Modbus dello sganciatore/del modulo di comunicazione
L (left)	A (W1)
1 (right)	B (W2)

- Il cavo Modbus che collega l'unità EP010 allo sganciatore, deve avere una lunghezza massima di 1 m.

- Il terminale PE dell'unità EP010 deve essere collegato a terra.

- L'alimentazione a 24 V c.c. per l'unità EP010 è fornita attraverso il connettore FBP insieme alla comunicazione sul bus.

Lo sganciatore connesso all'EP010 deve essere alimentato con una tensione ausiliaria Vaux a 24 V c.c. (per le caratteristiche elettriche vedi Appendice B).

NOTA: Per approfondimenti si vedano i seguenti documenti:
 - Modbus/FBP Interface - User and Operator Manual (codice del documento 1SDH000510R0001);
 - Modbus/FBP interface Annex for PR223EF User and Operator Manual (codice del documento 1SDH000663R0001).

4.10.1 Interruttori aperti Emax E1÷E6, aperti Emax X1 e scatolati Tmax T7/T7M

Profibus DP e DeviceNet: supervisione e telecontrollo
 Gli interruttori aperti Emax equipaggiati con sganciatori elettronici PR122/P o PR123/P si connettono all'unità EP010 attraverso il modulo di comunicazione PR120/D-M come indicato nell'Appendice C.

Gli interruttori aperti Emax X1 equipaggiati con sganciatori elettronici PR332/P o PR333/P e gli interruttori scatolati Tmax T7 o T7M equipaggiati con sganciatore elettronico PR332/P si connettono all'unità EP010 attraverso il modulo di comunicazione PR330/D-M come indicato nell'Appendice C.

Per gli interruttori aperti Emax E1÷E6, aperti Emax X1 e scatolati Tmax T7/T7M, esiste un'unica versione dell'unità EP010 compatibile con tutti gli sganciatori PR122/P, PR123/P, PR332/P e PR333/P.

Per informazioni sulle misure, i dati e gli allarmi messi a disposizione dagli sganciatori PR122/P, PR123/P, PR332/P e PR333/P nelle configurazioni seguenti si veda la Tabella A.4 dell'Appendice A.

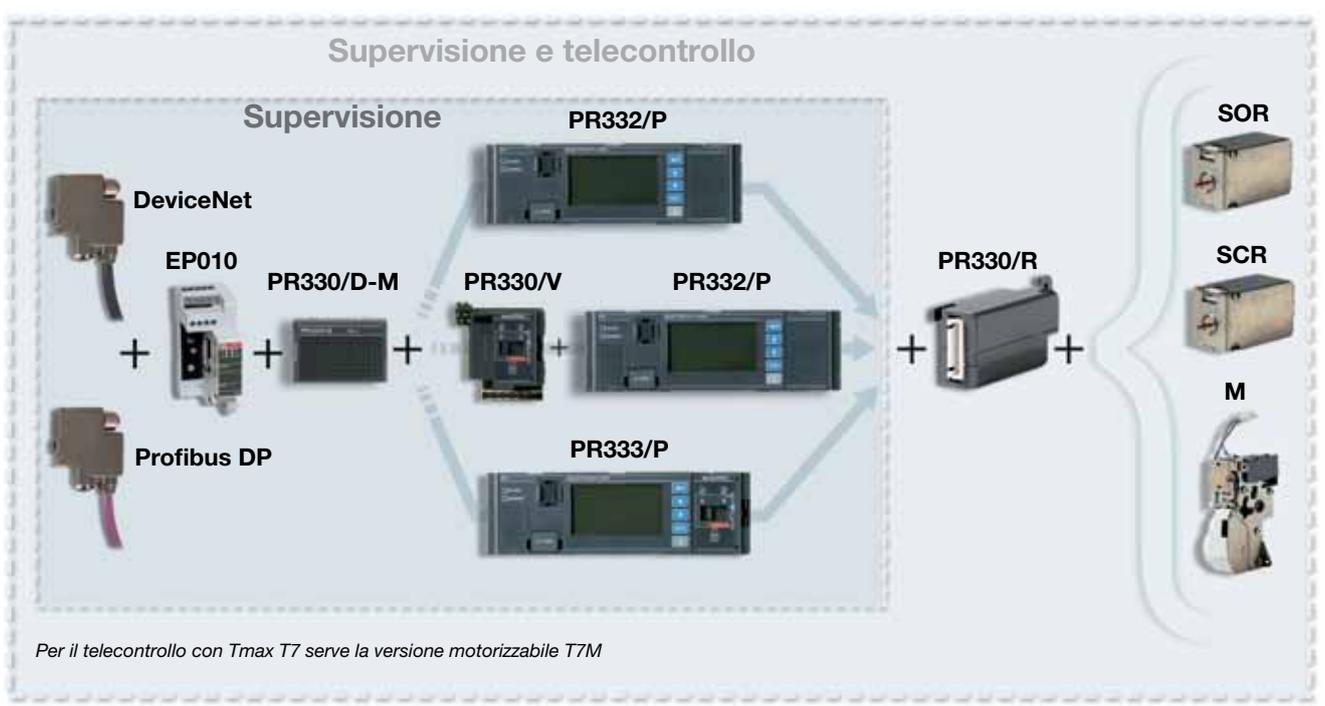
Per le operazioni di telecontrollo eseguibili sull'interruttore si veda la Tabella A.4 dell'Appendice A sotto la voce Comandi.

Tutti i comandi da remoto (attraverso il bus) possono essere bloccati impostando lo sganciatore in modalità locale.

Emax E1÷ E6 (Sganciatori elettronici PR122/P-PR123/P)



Emax X1 (Sganciatori elettronici PR332/P-PR333/P) e Tmax T7/T7M (Sganciatori elettronici PR332/P)



4.10.2 Interruttori scatolati Tmax T4-T5-T6

Profibus DP e DeviceNet: supervisione e telecontrollo.
 Gli interruttori scatolati Tmax T4, T5 e T6, con sganciatori elettronici PR222DS/PD e PR223EF, si connettono all'unità EP010 attraverso il connettore posteriore X3 come indicato nell'Appendice C.

Per gli interruttori scatolati Tmax T esistono due differenti versioni dell'unità EP010, ognuna di esse compatibile con l'appropriato sganciatore.

In particolare:

- con lo sganciatore PR222DS/PD, si usa l'EP010 identificato dal codice di prodotto 1SDA059469R1 (vedere il Catalogo tecnico Tmax Generazione T Interruttori scatolati di bassa tensione fino a 1600 A);
- con lo sganciatore PR223EF, si usa l'EP010 identificato dal codice di prodotto 1SDA064515R1 (vedere il Cata-

logo tecnico Tmax Generazione T Interruttori scatolati di bassa tensione fino a 1600 A).

Per realizzare il telecontrollo e l'attuazione meccanica dei comandi a distanza di apertura e chiusura, gli interruttori scatolati Tmax T4, T5 e T6, devono essere equipaggiati con il comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E e i contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E. Per informazioni sulle misure, i dati e gli allarmi messi a disposizione dagli sganciatori PR222DS/PD e PR223EF nelle configurazioni seguenti si veda la Tabella A.5 dell'Appendice A.

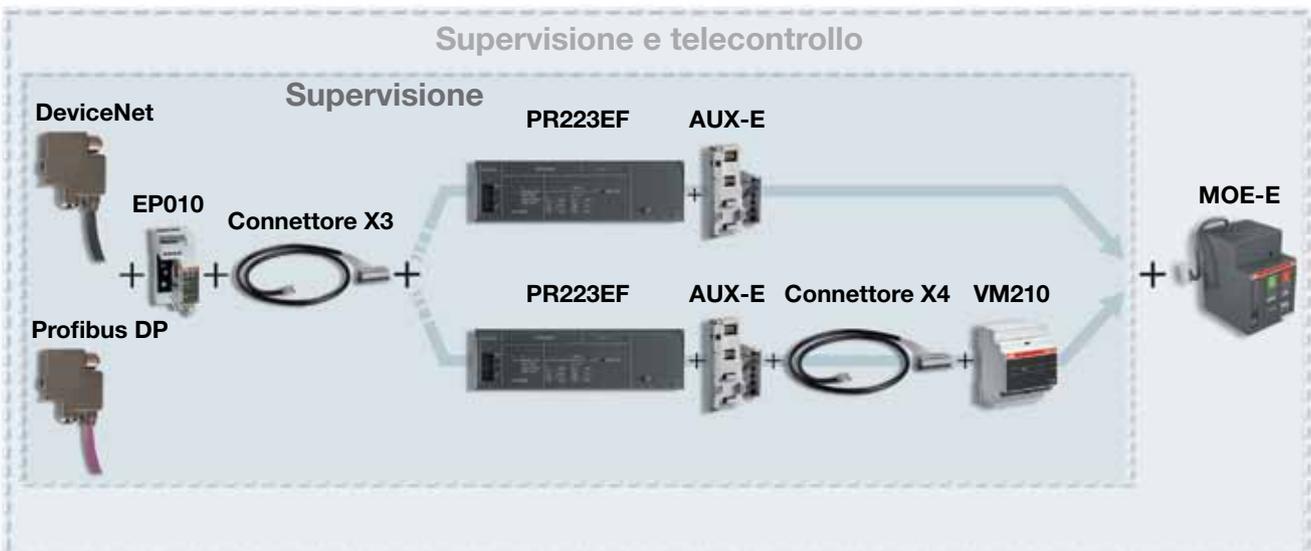
Per le operazioni di telecontrollo eseguibili sull'interruttore si veda la Tabella A.5 dell'Appendice A sotto la voce Comandi.

Tutti i comandi da remoto (attraverso il bus) possono essere bloccati impostando lo sganciatore in modalità locale.

- Sganciatore elettronico PR222DS/PD



- Sganciatore elettronico PR223EF



4.10.3 Interruttori scatolati SACE Tmax XT2-XT4

Profibus DP e DeviceNet: supervisione e telecontrollo.
 Gli interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4, con sganciatori elettronici Ekip LSI ed Ekip LSI, si connettono all'unità EP010 attraverso il modulo di comunicazione Ekip Com.

Per gli interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4, esiste un'unica versione dell'unità EP010 compatibile con entrambi gli sganciatori Ekip LSI ed Ekip LSI.

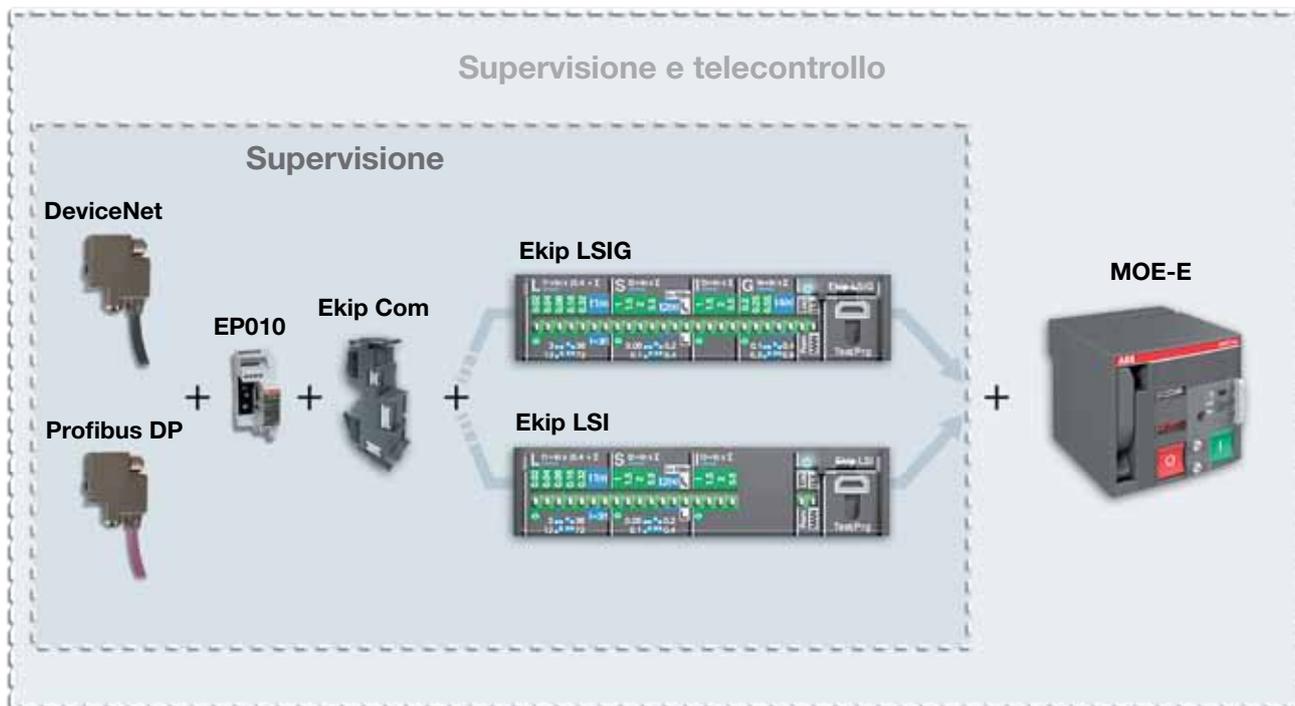
Per l'esecuzione, da remoto, dei comandi di apertura/chiusura e reset, gli interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4, devono essere equipaggiati con il comando

a motore con interfaccia elettronica MOE-E (vedi Appendice F).

Per informazioni sulle misure, i dati e gli allarmi messi a disposizione dagli sganciatori elettronici Ekip LSI ed Ekip LSI, nelle configurazioni seguenti, si veda la Tabella A.6 dell'Appendice A.

Per le operazioni di telecontrollo eseguibili sull'interruttore si veda la Tabella A.6 dell'Appendice A sotto la voce Comandi. Tutti i comandi da remoto (attraverso il bus) possono essere bloccati impostando lo sganciatore in modalità locale.

- Sganciatori elettronici Ekip LSI ed Ekip LSI



NOTA: Per informazioni più dettagliate sulle funzionalità di dialogo e sulle caratteristiche dei prodotti descritti in questo paragrafo si rimanda ai relativi cataloghi e manuali tecnici di prodotto.

4.11 Strumenti di misura

Gli strumenti di misura per installazione all'interno dei quadri industriali di distribuzione primaria e secondaria in media e bassa tensione rappresentano un ideale completamento delle apparecchiature di ABB con cui configurare il quadro come sistema integrato di funzioni.

L'offerta degli strumenti digitali ABB dotati di comunicazione comprende:

- multimetri della serie DMTME sia in versione modulare che fronte quadro;
- analizzatori di rete M2M e ANR per un controllo accurato della qualità della rete;
- contatori di energia certificati MID per il monitoraggio dei consumi di energia di singoli carichi e dell'impianto;
- centraline TMD per il controllo della temperatura degli avvolgimenti dei trasformatori di potenza.

4.11.1 Multimetri DMTME

Gli strumenti della serie DMTME sono multimetri digitali che consentono la misura (in valore efficace) delle principali grandezze elettriche in reti trifase a 230/400 V c.a., la memorizzazione dei valori massimi/minimi/medi dei principali parametri elettrici ed il conteggio dell'energia attiva e reattiva.

I multimetri della serie DMTME consentono, con un unico

strumento, di svolgere la funzione di voltmetri, amperometri, cosfimetri, wattmetri, varmetri, frequenzimetri, contatori di energia attiva e reattiva e contatore, permettendo un notevole risparmio economico dovuto sia alla riduzione degli spazi nei quadri sia al tempo impiegato nel cablaggio.

Nella versione DMTME-I-485 il multimetro è dotato di due uscite digitali programmabili come soglie allarmi e uscite impulsive per la remotizzazione dei consumi energetici ed una porta seriale RS485.

Dalla porta seriale RS485 è possibile collegare in rete più multimetri e altri strumenti digitali mediante protocollo Modbus RTU (si possono collegare fino a 32 strumenti di misura più il master).



Le principali caratteristiche tecniche di questi dispositivi sono riassunte nella seguente tabella:

Tensione nominale		[V rms] 230 +15% - 10% DMTME-72 e DMTME-96
		[V rms] 240 +15% - 10% DMTME-72 e DMTME-96
		[V rms] 400 +10% - 10% DMTME-72
		[V rms] 400 +10% - 10% DMTME-72
		[V rms] 115 +15% - 10% DMTME-96
		[V rms] 120 +15% - 10% DMTME-96
Frequenza		[Hz] 45...65
Potenza assorbita		[VA] < 6
Precisione misure:	Tensione	± 0,5% F.S. ± 1 digit nel range
	Corrente	± 0,5% F.S. ± 1 digit nel range
	Potenza attiva	±1% ± 0,1% F.S. da $\cos\phi = 0,3$ a $\cos\phi = -0,3$
	Frequenza	± 0,2% ± 0,1Hz da 40 a 99,9 Hz ± 0,2% ± 1Hz da 100 a 500 Hz
Conteggio energia	Massimo valore conteggiato per singola fase	4294,9 MWh (Mvarh) con $kA = KV = 1$
	Massimo valore conteggiato trifase	4294,9 MWh (Mvarh) con $kA = KV = 1$
	Precisione	Classe 1
Parametri di comunicazione:	Protocollo	Modbus RTU
	Interfaccia fisica	RS-485
	Baud rate	4.800 bps, 9.600 bps, 19.200 bps
	Parity	Odd, Even, None
	Stop bit	0, 1
	Indirizzo	1... 247

NOTA: Per informazioni più dettagliate vedere il catalogo tecnico System pro M compact

4.11.2 Analizzatori di rete M2M e ANR

L'analizzatore di rete M2M consente la misura in vero valore efficace TRMS delle principali grandezze elettriche in reti trifase e monofase, in media e bassa tensione.

Le principali caratteristiche di prodotto sono:

- display multilingua con indicazioni chiare che guidano l'utente alla lettura dei valori visualizzati e durante la fase d'impostazione;
- monitoraggio da remoto dei parametri elettrici grazie ai protocolli di comunicazione a scelta in base alle esigenze: Modbus RTU, Ethernet TCP/IP, Profibus DP;
- dimensioni d'ingombro compatte: solo 57 mm di profondità all'interno del quadro;
- lettura bidirezionale delle energie, per contabilizzare l'energia sia consumata sia generata;
- valorizzazione dei consumi energetici in Kg di CO₂ e in euro;
- contabilizzazione della massima domanda per il controllo della potenza assorbita;
- misura del tasso di distorsione armonica, THD, in valore assoluto e percentuale per tensioni e correnti;
- funzione di autodiagnostica per la verifica automatica della corretta installazione;

- alimentazione ausiliaria separata disponibile in un intervallo da 24 a 240 V c.a./c.c.;
- uscite digitali programmabili per impostazione di soglie allarme oppure impulsi.

Principali applicazioni:

- monitoraggio dei parametri elettrici dell'impianto in quadri di bassa e media tensione;
- monitoraggio e analisi dei consumi energetici dell'impianto;
- monitoraggio locale e da remoto dei principali parametri elettrici.



Le principali caratteristiche tecniche di questi dispositivi sono riassunte nella seguente tabella:

Alimentazione ausiliaria		Intervallo tensione [V] da 24 a 240 c.a./c.c. da 48 a 240 c.a./c.c. M2M I/O
		Intervallo frequenza [Hz] 45...65
		Potenza assorbita [VA] 7 max
Tipo di misura		TRMS a campionamento
Precisione misure:	Tensione	± 0,5% F.S. ± 1 digit
	Corrente	± 0,5% F.S. ± 1 digit
	Frequenza	40.0 ÷ 99.9 [Hz]: ±0,2% ±0,1. 100 ÷ 500 [Hz]: ±0,2% ±1.
Fattore di potenza		±1% ± 1 digit (da cosφ = 0,3 Induttivo a cosφ= 0,3 Capacitivo)
Potenza attiva		±1% ±0,1% F.S. (da cosφ = 0,3 Induttivo a cosφ= 0,3 Capacitivo)
Energia attiva		Classe 1
Intervallo di misura		Tensione [V] da 10 a 500 V c.a. TRMS VL-N. Visualizzazione con 0 decimali Corrente da 50 mA a 5 A TRMS. Visualizzazione in A con 2 decimali Frequenza [Hz] da 40 a 500. Visualizzazione con 1 decimale fino a 99.9 Hz; con 0 decimali oltre i 100 Hz Fattore di potenza Visualizzazione con 2 decimali
Frequenza di aggiornamento dati		2 volte/secondo
Tasso di distorsione armonica		Misura nella banda fino a 500 Hz
Interfacce di comunicazione:	RS485	Protocollo: Modbus RTU
		Standard elettrico: RS485 con optoisolamento
		Baud rate: 4.8, 9.6, 19.2 kbps
		Parity number: Pari, Dispari, nessuna
		Stop bit: 0, 1
	Indirizzo: 1-247	
		Connettore: morsetto a 4 poli (terminazione da 120 Ohm integrata)
Ethernet	Protocollo: Modbus TCP/IP Connettore: RJ45	

NOTA: Per informazioni più dettagliate vedere il catalogo tecnico System pro M compact

Laddove sono richieste funzionalità di analisi ancor più avanzate, ad arricchimento della gamma degli strumenti da quadro ABB, gli analizzatori di rete ANR, consentono di misurare e registrare parametri di rete, informazioni e allarmi instradando i dati verso sistemi di supervisione e monitoraggio remoto.

Il software SW01 con cui sono forniti gestisce la programmazione, la visualizzazione e la registrazione dei dati di misura e degli allarmi.

Le prestazioni sono ai massimi livelli:

- è possibile la misura, la registrazione e l'analisi di oltre 60 parametri elettrici;
- la misura delle tensioni e delle correnti avviene in vero valore efficace ("true RMS") con precisione in classe 0,5;
- possibilità di remotizzare i dati di misura secondo diverse modalità: uscite analogiche programmabili, uscite digitali per comandi, impulsi e allarmi, acquisizione stati e/o parametri non elettrici; protocolli di comunicazione quali: Modbus RTU, Profibus DP, Ethernet Modbus TCP/IP.

Il loro impiego permette un efficiente monitoraggio della qualità dell'energia nelle reti di distribuzione sia mono-

fase che trifase grazie all'analisi istantanea e storica di variazioni di tensione, di interruzioni dell'alimentazione e di componenti armoniche, fino al trentunesimo ordine, e alla visualizzazione delle forme d'onda di tensione e corrente; il loro impiego permette anche un'ottimizzazione dei costi energetici attuata mediante l'analisi puntuale e storica dei consumi in quattro fasce orarie a scelta, con monitoraggio e distacco dei carichi.



Le principali caratteristiche tecniche di questi dispositivi sono riassunte nella seguente tabella:

Tensione (TRMS)	Misura diretta [V]	10 - 600
	Range rapporto di trasformazione kTV [V]	0,01 - 5000,00
	Sovraccarico permanente [V]	750, oltre questo valore è necessario utilizzare un trasformatore di tensione
Consumo [VA]		0,2
Resistenza d'ingresso [MΩ]		> 2
Corrente (TRMS)	3 ingressi isolati con TA interni .../5 A [A]	0,01 - 5
	Corrente minima di misura [mA]	10
	Consumo [VA]	0,2
	Visualizzazione sovraccarico [A]	10 (100 A per 1 secondo)
	Range rapporto di trasformazione kTA	0,01 - 5000,00
THD	Tensione e corrente	Fino alla 31a armonica
Frequenza [Hz]		30-500
Precisione	Corrente [%]	< 0,5 (EN 61036)
	Tensione [%]	< 0,5
	Potenza [%]	< 1
	Fattore di potenza [%]	< 1
	Energia attiva [%]	< 1 (IEC 62052-11)
	Energia reattiva [%]	2 (IEC 62053-23)
Parametri di comunicazione:	Protocollo	Modbus RTU
	Interfaccia fisica	RS-485
	Baud rate	4.800 bps, 9.600 bps, 19.200 bps
	Parity	Odd, Even, None
	Stop bit	0, 1
	Indirizzo	1... 247

NOTA: Per informazioni più dettagliate vedere il catalogo tecnico System pro M compact

4.11.3 Centraline di misura della temperatura

Si utilizzano per il controllo dei livelli di temperatura e delle funzioni di ventilazione di macchine elettriche, trasformatori, motori, ecc. Il controllo preventivo della temperatura permette di evitare disservizi e prevenire sovraccarichi. La rilevazione avviene con sonde di tipo PT100 ed RTD. Per ogni canale di misura sono impostabili due livelli di allarme (allarme-scatto) che commutano altrettanti relè di uscita per la segnalazione a distanza nel caso in cui venga raggiunto un livello critico di temperatura.

In aggiunta, le centraline consentono la memorizzazione dei valori massimi, la memorizzazione di ogni intervento e il controllo della ventilazione all'interno del quadro. I valori di temperatura e gli stati degli allarmi possono essere remotizzati tramite uscita seriale RS845 con protocollo Modbus RTU.

Nella seguente figura è mostrata la centralina fronte

quadro TMD-T4/96.



Le principali caratteristiche tecniche di questi dispositivi sono riassunte nella seguente tabella:

Tensione di alimentazione ausiliaria [V]	100 ... 125, 220 ... 240, 380 ... 415/50-60 Hz	
Consumo max. [VA]	4	
Ingressi di misura	2 da RTD PT100	
Intervallo di misura [°C]	0...+220 ± 2 °C	
Ritardo intervento - isteresi	5 s/2 °C	
Visualizzazione misure	display a LED, 7 segmenti, cifre	
Uscite	1 a 12 V c.c., 3 a relè NA-CO-NC, 8 A (carico resistivo)	
Funzioni delle uscite	allarme, intervento, ventilazione, autodiagnosi	
Funzioni programmabili	ALARM, TRIP, HOLD, FAN, T. MAX	
Parametri di comunicazione:	Protocollo	Modbus RTU
	Interfaccia fisica	RS-485
	Baud rate	2.400 bps, 4.800 bps, 9.600 bps, 19.200 bps
	Parity	Odd, Even, None
	Indirizzo	1... 247
Norme	CEI EN 50081-2, CEI EN 50082-2, CEI 14.1, CEI EN 60255	

NOTA: Per informazioni più dettagliate vedere il catalogo tecnico System pro M compact

4.11.4 Contatori elettronici di energia

La vasta gamma dei contatori elettronici ABB di tipo modulare per la misura dell'energia è riassunta nella tabella sottostante. Per le caratteristiche tecniche specifiche di ogni singola apparecchiatura si rimanda al catalogo System pro M compact.

I contatori per energia possono utilmente essere impiegati sia negli ambienti civile/terziario sia in ambito industriale. Certificati secondo la direttiva europea MID i contatori ABB possono essere installati in contesti in cui è richiesto un conteggio di energia per usi fiscali. Un tipico esempio del primo caso si ha all'interno di centri commerciali dove è possibile una misura del consumo di energia locale, la creazione di uno storico dei consumi, la gestione da remoto dell'edificio e l'integrazione in un

sistema di supervisione con protocollo Modbus RTU.

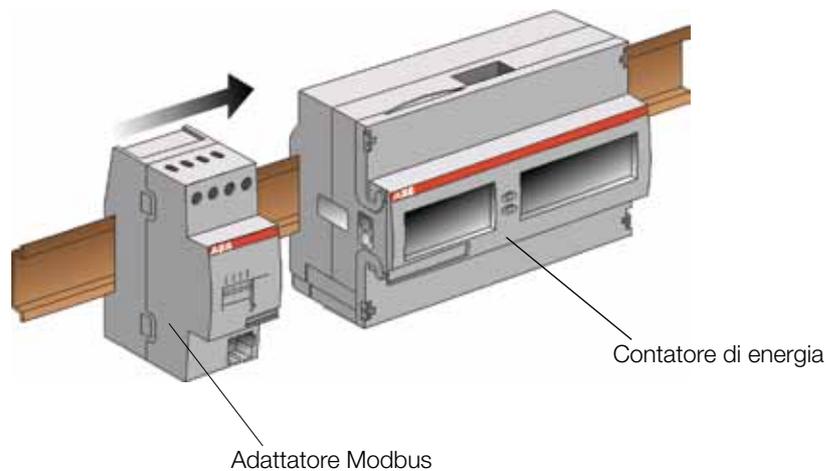
L'integrazione dei consumi di energia rilevati dai contatori in un sistema di supervisione si effettua tramite l'apposito adattatore Modbus RTU CSO05000.

Il protocollo Modbus degli adattatori è completamente compatibile con quello dei multimetri DMTME e degli analizzatori di rete M2M e ANR.

Caratteristiche dell'adattatore Modbus:
 Interfaccia di comunicazione RS-485
 Protocolli disponibili Modbus RTU/ASCII
 Baud rate 600 – 115200 bps
 Configurazione dell'adattatore tramite RS-232

Contatori d'energia monofase		Contatori d'energia trifase	
ODINSingle	DELTAsingle	ODIN	DELTAplus
			
Misura diretta fino a 65A	Misura diretta fino a 80A	Misura diretta fino a 65A indiretta tramite TA (5/5-900/5 A/A)	Misura diretta fino a 80A indiretta tramite TA (1-999 A)

Nella figura seguente è rappresentato l'accoppiamento tra contatore di energia e adattatore Modbus.



NOTA: Per informazioni più dettagliate vedere il catalogo tecnico System pro M compact

4.12 Convertitore seriale RS485/RS232

Il convertitore seriale multifunzione CUS trova applicazione in tutti i casi in cui è necessario convertire o gestire linee seriali EIA -232 (RS-232), EIA-485 (RS-485) e EIA-422 (RS-422).

La connessione tra apparecchiature che utilizzano questi tipi di bus di comunicazione (come ad esempio PLC, strumenti di misura e controllo, connessione tra apparecchiature e computer con installati specifici applicativi software, ecc.) necessita spesso di convertire il tipo di linea seriale, di amplificare il segnale sulla linea, di isolare diverse parti della rete di comunicazione, ecc.

Il convertitore tipo CUS trova quindi largo impiego, essendo dotato di più possibilità applicative, con diverse regolazioni ed impostazioni che permettono il suo utilizzo nelle più svariate applicazioni.

Il CUS assicura la conversione d'interfaccia isolata galvanicamente tra il lato RS-232, il lato RS422-485 e la sorgente di alimentazione.

Le principali applicazioni sono:

- reti per trasmissione dati multi punto;
- collegamenti seriali a lunga distanza;
- separazione galvanica dei periferici;
- prolungamento di linee RS-485.



Le principali caratteristiche tecniche dei convertitori CUS sono riassunte nella seguente tabella:

Tensione di alimentazione [V]	230 V c.a. ± 20%	
Frequenza [Hz]	50-60	
Potenza assorbita [VA]	7 max	
Potenza dissipata [W]	3,5	
Principali parametri di comunicazione:	Baud rate	Max 57.600 bps
	Turnaround delay selezionabile	1 ms, 2 ms, 4 ms, 16 ms
Connessione RS232	Sub-D 9 poli femmina (DB9)	
Lunghezza max linea RS232 [m]	15	
Lunghezza max linea RS485-422 [m]	1200	
Unità collegabili in modo multidrop	Max. 32	

NOTA: Per informazioni più dettagliate vedere il catalogo tecnico System pro M compact

5 Gli interruttori ABB nelle reti Ethernet TCP/IP

5.1 Ethernet

Ethernet è la tecnologia attualmente più utilizzata nelle reti locali, ad esempio quelle utilizzate per i computer negli uffici. Le applicazioni di Ethernet si vanno però estendendo ad altri ambiti, tra cui la telefonia e il controllo industriale.

Il nome Ethernet fu utilizzato per la prima volta nel 1970 per indicare un protocollo di comunicazione via radio tra diversi calcolatori. Tutti i dispositivi collegati condividevano lo stesso canale di trasmissione e ricezione. Fu creato allora un meccanismo molto semplice che permetteva a ciascun dispositivo di trasmettere quando necessario senza la presenza di un arbitro (master o controllore centrale).

Lo stesso meccanismo venne poi utilizzato per realizzare reti Ethernet, come quelle attuali, che collegano calcolatori via cavo. In entrambi i casi, lo scopo è quello di permettere a ciascun nodo della rete di trasmettere in caso di necessità con un'attesa accettabile, evitando che due o più dispositivi trasmettano contemporaneamente (il canale è unico, e se due trasmettitori funzionano contemporaneamente, l'interferenza tra i dati trasmessi li rende inutilizzabili).

Descriviamo qui in modo semplificato il funzionamento del meccanismo Ethernet:

- quando un computer deve trasmettere un pacchetto dati, per prima cosa ascolta se qualcun altro sta già trasmettendo: se sì, aspetta che abbia finito;
- quando il canale è libero, il computer inizia a trasmettere;
- se accade che due computer inizino a trasmettere contemporaneamente, entrambi se ne accorgono perché rilevano un'interferenza; allora, entrambi smettono di trasmettere, aspettano un tempo variabile scelto casualmente tra un minimo e un massimo, e poi ritentano la trasmissione;
- dopo la trasmissione di un pacchetto, chi l'ha trasmesso deve rispettare un'attesa minima prima di trasmettere il successivo. Questa precauzione serve ad impedire che chi deve trasmettere molti dati in sequenza possa occupare completamente la rete per lunghi periodi di tempo. Il fatto stesso di suddividere i dati in pacchetti permette di assicurare l'accesso alla rete in sequenza a tutti i dispositivi collegati.

Il meccanismo descritto ha numerosi vantaggi:

- Ethernet è un sistema di comunicazione peer-to-peer, ovvero tutti i dispositivi sono uguali tra loro per ciò che riguarda i meccanismi di comunicazione ed accesso al mezzo trasmissivo. In particolare, non è necessaria la presenza di un controllore centrale che assegni le

- precedenze ed il permesso di trasmettere ai diversi dispositivi; oltre a costituire un elemento critico in caso di guasto, il controllore andrebbe configurato con i dati dei dispositivi presenti sulla rete: quanti, quali, con quale priorità possono trasmettere, ecc., operazione in genere complicata e non alla portata dell'utilizzatore;
- tutti i dispositivi possono accedere alla rete quando necessario (quando devono trasmettere dei dati), e la lasciano libera quando non la utilizzano;
- non è necessario assegnare ai singoli dispositivi né priorità, né altri parametri relativi alla comunicazione;
- è possibile aggiungere e togliere dispositivi in qualsiasi momento senza disturbare l'attività della rete e senza effettuare operazioni di configurazione (NB l'aggiunta o la rimozione di nodi, molto comune in ambiente di ufficio, è più rara in ambiente industriale);
- sono possibili comunicazioni "incrociate" ossia, il dispositivo A può mandare dati a B e il dispositivo C può mandare dati a D senza che nessuna delle due coppie debba tener conto dell'altra;
- poiché tutti i dispositivi sono collegati allo stesso bus, si possono eseguire trasmissioni uno a uno (broadcast) o da uno a molti dispositivi (multicast);
- man mano che aumenta il traffico sulla rete, le prestazioni (tempi medi di trasmissione) peggiorano in modo graduale.

Questi vantaggi hanno determinato, nel corso degli anni, lo sviluppo di una tecnologia consolidata: i cavi, le interfacce hardware, i connettori e i particolari meccanici sono largamente standardizzati, il che permette di ridurre i costi totali del sistema di comunicazione.

L'utilizzo di Ethernet nei sistemi di controllo industriale si basa anch'esso su componenti standardizzati (ad esempio: doppino ritorto schermato (STP), connettori tipo RJ45, diffusi nelle applicazioni Ethernet industriale anche se più adatti ad applicazioni d'ufficio, o connettori tipo M12) ma più resistenti alle sollecitazioni meccaniche e termiche, alle vibrazioni, all'elevata umidità, alle interferenze elettromagnetiche, alla polvere e agli agenti chimici che possono esserci in ambiente industriale. Per questo motivo si parla genericamente di componenti per Ethernet industriale.

Il meccanismo descritto ha però anche alcune limitazioni. La principale è la mancanza di certezza nei tempi di trasmissione; poiché una collisione è sempre possibile, non si può conoscere con certezza il tempo necessario per la trasmissione di un dato. Più collisioni ci saranno, più i pacchetti sperimenteranno ritardi. Siccome poi il tempo di attesa dopo una collisione è casuale, è possibile che accadano varie collisioni successive (se entrambi i dispositivi scelgono per caso gli stessi ritardi).

È teoricamente possibile, anche se poco probabile, che

un pacchetto possa dover attendere un tempo molto lungo prima di essere trasmesso.

Si dice che Ethernet è un sistema di trasmissione con ritardi non deterministici perché non è possibile assegnare un tempo massimo entro il quale un pacchetto verrà con certezza trasmesso. Quello che si può fare è assegnare delle probabilità che il pacchetto venga trasmesso entro un certo tempo.

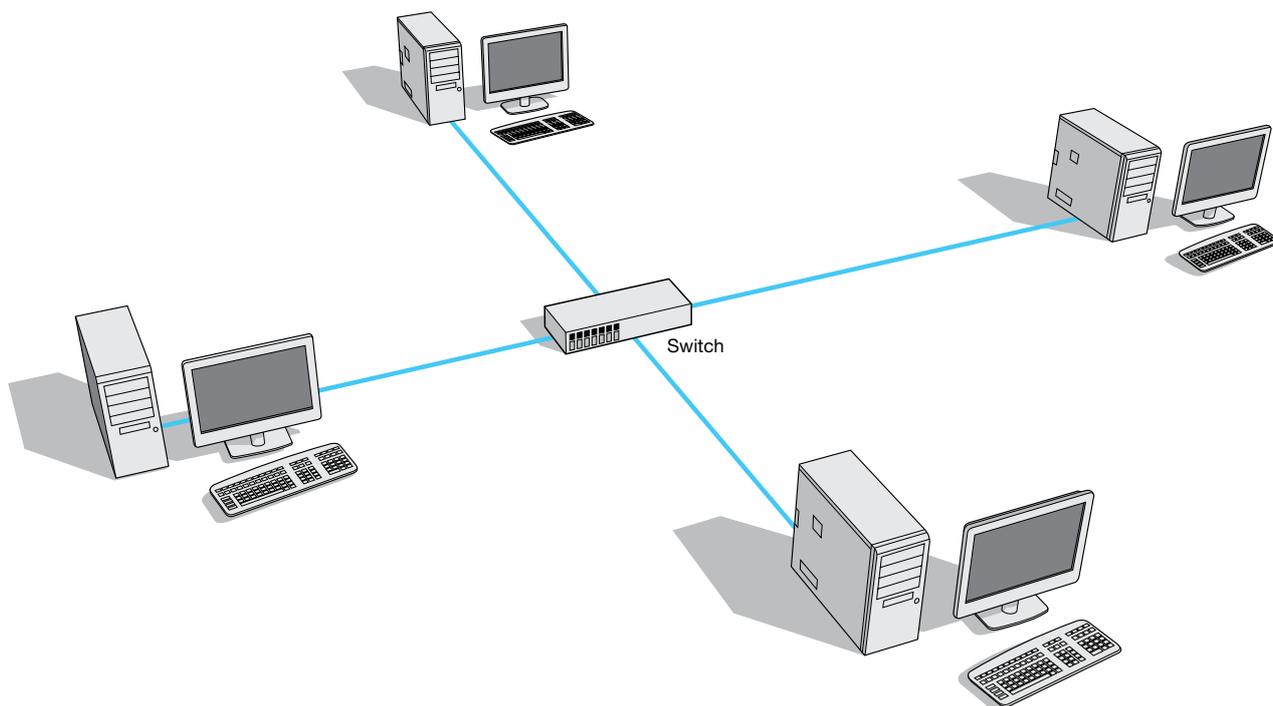
Tale mancanza di determinismo rende Ethernet non utilizzabile in alcune applicazioni dove il controllo sui tempi deve essere estremamente rigoroso (ad esempio, il controllo di posizione in tempo reale negli azionamenti elettrici). In tutti gli altri casi, Ethernet può essere utilizzato senza problemi purché il sistema di controllo o supervisione utilizzato tenga conto dell'incertezza nei tempi di trasmissione.

Anche se Ethernet è stato inizialmente progettato come

bus, con tutti i dispositivi collegati in parallelo allo stesso cavo, i sistemi Ethernet attuali sono di solito cablati con topologia a stella. In questo tipo di reti al centro si trova uno Switch, che può essere passivo (cioè un dispositivo che semplicemente collega i cavi tra loro) o attivo, cioè dotato di una scheda elettronica.

Gli Switch attivi possono memorizzare gli indirizzi dei dispositivi collegati alle loro porte e possono memorizzare i pacchetti di dati per dirigerli dal mittente ad un ben preciso destinatario, senza coinvolgere gli altri dispositivi connessi, migliorando così le prestazioni della rete. Gli Switch sono utilizzati per l'instradamento all'interno di reti locali LAN (reti che collegano fra loro calcolatori e terminali fisicamente vicini fra loro, collocati per esempio nello stesso edificio).

Figura 33: Rete a stella con Switch Ethernet



5.1.1 Il protocollo IP

Il protocollo IP (Internet Protocol) permette a un dispositivo su una rete locale di comunicare con un altro dispositivo, posto su un'altra rete locale, purché la rete di partenza e quella di arrivo siano interconnesse in qualche modo. L'interconnessione può avvenire con qualunque numero di reti intermedie. Il protocollo è basato sulla presenza di dispositivi d'instradamento (router)⁸ che fanno passare il pacchetto da una rete all'altra fino a raggiungere la sua destinazione.

La potenza e l'utilità del protocollo IP stanno nel fatto che non è necessario che il mittente conosca la strada che il pacchetto dati dovrà percorrere per arrivare a destinazione. IP è come un sistema postale, che si cura che un pacchetto dati, contrassegnato con l'indirizzo del destinatario, viaggi fino alla consegna.

In effetti, i diversi pacchetti mandati da un mittente potrebbero raggiungere lo stesso destinatario attraverso strade diverse. I router potrebbero infatti decidere instradamenti diversi di volta in volta, in base alla situazione della rete, al traffico ecc.

Il protocollo IP descrive nei dettagli:

- cosa deve fare un dispositivo per inviare un pacchetto di dati ad un altro dispositivo, o per mandare una risposta ad un pacchetto ricevuto;
- come si comportano i dispositivi che fanno circolare i pacchetti da una rete all'altra per farli giungere fino a destinazione.

I dettagli del protocollo non ci interessano ora e non saranno trattati in questo documento; è sufficiente sapere che l'indirizzo del destinatario e quello del mittente, così come l'indirizzo di ciascun dispositivo connesso alla rete, sono formati da 4 numeri (byte) in sequenza, ad esempio 10.39.1.156, che formano l'indirizzo IP (nelle versioni future del protocollo l'indirizzo IP sarà esteso a 6 numeri). Su un insieme di reti interconnesse, sia esso Internet o una rete aziendale Intranet che segua la medesima architettura basata su IP, non possono esistere due dispositivi che nello stesso momento abbiano lo stesso indirizzo IP; ciò assicura che un indirizzo corrisponda sempre ad un unico dispositivo.

Prima che un dispositivo sia in grado di scambiare dati su una rete, è necessario assegnargli un indirizzo IP univoco; ciò può essere fatto dall'utente/operatore/installatore, che gli assegna l'indirizzo desiderato assicurandosi che

non vi siano sovrapposizioni (si parla allora di indirizzo IP statico); oppure, sulla rete può esservi un server che assegna automaticamente un indirizzo IP non occupato a ciascun dispositivo che si connette alla rete: in questo caso si parla di indirizzo IP dinamico. Il meccanismo di tale assegnazione automatica è descritto nel protocollo DHCP (protocollo di configurazione dinamica degli indirizzi), che non è necessario approfondire ora e la cui trattazione non sarà oggetto di questo documento.

La differenza essenziale tra i due tipi d'indirizzo è che se l'IP è statico viene di solito memorizzato in una memoria permanente, e quindi non cambia se il dispositivo viene spento e poi riacceso, oppure disconnesso e poi riconnesso alla rete. Invece, nell'assegnazione dinamica, un nuovo dispositivo, o un dispositivo che si riconnette dopo una disconnessione, può ricevere uno qualsiasi tra gli indirizzi IP liberi a disposizione.

Quindi dopo ogni spegnimento o disconnessione l'indirizzo IP di un dispositivo può cambiare.

I sistemi di controllo industriali solitamente richiedono che ciascun dispositivo abbia un indirizzo prefissato, quindi l'assegnazione statica dell'indirizzo IP è di gran lunga il sistema più utilizzato.

5.1.2 Il protocollo TCP

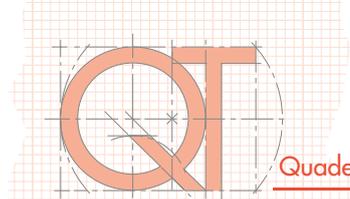
Il protocollo TCP (Transmission Control Protocol), ha il compito di controllare la trasmissione dei dati; ogni comunicazione (es: insiemi di dati, files o pagine Web), scambiata fra due dispositivi, è suddivisa in parti di lunghezza simile, dette pacchetti, e ciascun pacchetto è inviato separatamente attraverso la rete al dispositivo di destinazione; grazie al protocollo TCP, il dispositivo destinatario è in grado di ricomporre (nell'ordine corretto) i singoli pacchetti ricevuti andando così a ricostruire la comunicazione inviata.

In pratica, tramite il protocollo IP un dispositivo è in grado di far giungere un pacchetto dati a qualunque altro dispositivo, mentre il protocollo TCP si serve del protocollo IP per consentire il trasferimento d'insiemi strutturati di dati da un'apparecchiatura all'altra in modo affidabile e corretto.

Ad esempio, se si vuol trasferire un file o una pagina Web da un computer all'altro, sono necessarie varie operazioni, qui descritte in modo semplificato:

- si deve stabilire una connessione logica, inviando una serie di pacchetti che indicano l'intenzione di inviare un file, magari indicandone il tipo e la dimensione, e ricevendo la risposta che l'altro computer è pronto ad accettare la trasmissione;
- il computer che trasmette deve, tramite il protocollo

⁸ Si chiama genericamente router un dispositivo che determina il percorso ottimale (il percorso di comunicazione) di un'informazione attraverso una rete (routing), ovvero la rotta idonea per instradare i pacchetti dati da una rete ad un'altra. I router che applicano il protocollo IP in realtà non dispongono delle informazioni su tutto il percorso dei pacchetti, ma solo di un'informazione locale: su quale percorso dirigere un pacchetto destinato a un determinato indirizzo.



TCP, frazionare il file in pacchetti dati, numerarli e, tramite il protocollo IP, inviarli uno dopo l'altro. Poiché la trasmissione avviene tramite il protocollo IP, i pacchetti potrebbero arrivare con ritardi diversi, oppure con un ordine diverso rispetto a quello originario;

- il computer che riceve deve, tramite il protocollo TCP, riordinare i pacchetti secondo la numerazione e verificare che siano arrivati tutti e se qualche pacchetto si fosse perso, chiederà al mittente di rimandarlo;
- una volta verificata la corretta e completa ricezione, i due computer si scambiano dei pacchetti indicanti il completamento dell'operazione e la chiusura della connessione logica.

Come si vede, mentre il protocollo IP riguarda l'instadamento e la consegna di un singolo pacchetto dati, il protocollo TCP è dedicato all'uso dei pacchetti dati per trasmettere le quantità di dati richieste e ricostruire i dati ricevuti. I due protocolli sono comunemente utilizzati insieme, tanto che si parla di TCP/IP come di un protocollo unico.

La possibilità di utilizzare protocolli basati su TCP/IP è tra i fattori che ha contribuito alla diffusione della tecnologia Ethernet in ambiente industriale, ad esempio, per l'automazione dei sistemi di produzione o per il controllo dei sistemi elettrici di produzione, distribuzione e gestione dell'energia elettrica.

5.2 Protocolli Ethernet industriali

Volendo utilizzare Ethernet come mezzo di comunicazione per il controllo industriale, è necessario specificare in dettaglio quali protocolli sono utilizzati. Infatti, Ethernet può essere utilizzato per molte applicazioni diverse, ciascuna delle quali ha un insieme di protocolli ben determinato.

Indicare che si utilizza TCP/IP, cosa che avviene attualmente nella maggior parte dei casi, non completa il quadro. Infatti, come detto in precedenza, TCP/IP definisce un insieme di protocolli che realizzano il trasporto dei dati da un dispositivo all'altro, passando attraverso una o più reti interconnesse.

Però TCP/IP non dice nulla sui dati che vengono trasportati, né sull'applicazione che li utilizza. Si pensi ad esempio che TCP/IP viene ugualmente utilizzato per trasferire file (protocollo ftp), pagine Web (protocollo http), posta elettronica (protocollo SMTP), video da mostrare in tempo reale (streaming); ciascuna di queste applicazioni ha protocolli diversi.

In un sistema di controllo e supervisione industriale, una volta scelto Ethernet come mezzo di comunicazione e TCP/IP come protocolli di trasporto, rimangono ancora da definire:

- il formato dei dati: ad es., quanti byte vengono trasmessi per volta? come si rappresentano i numeri?;
- il significato dei dati: ad esempio, come vengono distinti una misura, un'indicazione di allarme, o un segnale di controllo?;
- il comportamento dei dispositivi che trasmettono e ricevono i dati: ad esempio, ogni quanto tempo viene trasmessa una misura? cosa succede se un dato misurato si perde o arriva in ritardo?;

Come si vede, i dettagli da descrivere sono numerosi, così come i problemi che si possono presentare. Progettare un protocollo di questo tipo richiede uno sforzo fuori dalla portata della maggior parte dei produttori di dispositivi e sistemi.

Inoltre, se ciascun produttore di dispositivi e sistemi scegliesse una propria soluzione, si avrebbe l'incompatibilità totale, vanificando il vantaggio principale di Ethernet e TCP/IP, cioè di essere tecnologie standard utilizzabili anche per connettere dispositivi di produttori diversi.

Per queste ragioni, negli anni recenti l'industria ha definito vari protocolli "standard" per l'utilizzo di Ethernet in ambito industriale. Attualmente almeno una decina hanno ampia diffusione, e circa altrettanti sono utilizzati per applicazioni particolari.

Ogni progettista di sistemi di controllo e automazione sceglie quindi tra quelli disponibili il protocollo che risponde meglio alle sue esigenze applicative.

5.3 Il protocollo Modbus/TCP

Sviluppato nel 1999, Modbus/TCP è stato uno dei primi protocolli industriali ad utilizzare Ethernet e TCP/IP. Come il nome indica, si tratta di un adattamento del protocollo Modbus tradizionale (su porta seriale) alle reti che utilizzano TCP/IP. I suoi vantaggi principali sono:

- la semplicità, che lo rende facilmente implementabile sia in nuovi dispositivi che per adattamenti di dispositivi esistenti;
- la somiglianza con il protocollo Modbus tradizionale, già conosciuto da moltissimi programmatori e sviluppatori di sistemi di controllo e supervisione;
- l'esistenza di dispositivi per interconnettere, attraverso reti Ethernet, dispositivi che utilizzano il Modbus tradizionale su porta seriale; come si vedrà nel seguito, tali dispositivi lavorano convertendo i singoli telegrammi.

Il concetto è piuttosto semplice: all'architettura master-slave (vedi paragrafo 4.7.1) si sostituisce un'architettura client-server. Il sensore o attuatore funge da server; un dispositivo che mette a disposizione di altri dispositivi (i client), che ne facciano richiesta, i dati da leggere o spazi di memoria in cui scrivere. Questa rappresentazione è la stessa del protocollo Modbus tradizionale, in cui i dati sono registri che possono essere letti o scritti.

Il client è il dispositivo che vuole leggere o scrivere i dati; per farlo invia un telegramma di richiesta (request), a cui il server risponde con un telegramma di risposta (response).

La struttura del telegramma è la stessa del Modbus tradizionale, sia nella lunghezza che nella codifica:

- la richiesta di lettura è formata da un comando (indicato nel Function Code) che dice il tipo di azione da compiere (es: lettura dei dati) seguito dall'indirizzo del o dei registri da leggere (queste informazioni sono contenute nel campo Data del telegramma);
- la richiesta di scrittura comprende: comando (indicato nel Function Code), indirizzo e dati da scrivere (contenuti nel campo Data);

- i telegrammi di risposta, per indicare che il comando è andato a buon fine, ripetono il comando (eventualmente seguito dai dati richiesti); se invece il comando non può essere eseguito contengono un codice di errore (exception response).

Il formato dei dati è lo stesso del Modbus tradizionale, e anche i codici (Function Code) usati per indicare le funzioni di lettura e/o scrittura e gli errori (exception response code) sono gli stessi; questo permette a chi sviluppa sistemi di riutilizzare gran parte del codice già scritto per implementare il modbus tradizionale. Ciò permette, inoltre, di convertire i singoli telegrammi senza necessità di memorizzare dati aggiuntivi e senza perdere nessuna informazione.

Figura 34: telegramma Modbus tradizionale (Modbus RTU).

Slave Address	Function Code	Data	CRC
---------------	---------------	------	-----

- **Slave Address:** questo campo contiene l'indirizzo (Modbus) del dispositivo slave collegato alla linea seriale Modbus tradizionale;
- **Function Code:** questo campo contiene il codice usato per indicare le azioni da compiere (es: funzioni di lettura dei registri e/o scrittura nei registri degli slaves);
- **Data:** questo campo può contenere informazioni aggiuntive utili per lo svolgimento delle azioni definite nel Function Code; ad esempio quando un master invia una richiesta di lettura dati ad uno slave, il campo Data del telegramma conterrà l'indirizzo del registro da cui iniziare a leggere i dati e quanti registri (dati) devono essere letti; se non si verificano errori, il telegramma di risposta dello slave conterrà, nel campo Data, i dati richiesti dal master;
- **CRC:** campo utilizzato per il controllo e la gestione degli errori di comunicazione.

NOTA: Per approfondimenti vedere il documento: "MODBUS Protocol Specification", disponibile su <http://www.modbus.org/specs.php>.

Partendo da un telegramma Modbus tradizionale (es: Modbus RTU), si arriva ad un telegramma Modbus/TCP nel seguente modo:

- 1) togliendo i campi Slave Address e CRC dal telegramma Modbus tradizionale;
- 2) aggiungendo l'intestazione, MBAP Header (Modbus Application Header), all'inizio del messaggio.

Come sarà spiegato in seguito, il campo Slave Address viene inserito nel campo UnitID del telegramma Modbus/TCP quando il server è un gateway per la conversione dal protocollo Modbus/TCP al protocollo ModbusRTU.

L'MBAP Header contiene i seguenti campi:

- Transaction identifier: 2 bytes, settati dal Client nella request e replicati dal Server nella response, utilizzati per identificare in maniera univoca una transazione

- (una specifica request inviata dal Client al Server);
- Protocol identifier: 2 bytes per identificare il protocollo (il protocollo Modbus è identificato dal valore 0);
- Length: questo campo (di 2 bytes) identifica (conta) la lunghezza (in bytes) dei campi successivi presenti nel messaggio;
- Unit Identifier (che chiameremo in seguito "Indirizzo aggiuntivo"): questo campo (da 1 byte) consente di estendere la mappa Modbus permettendo a un unico server di rispondere come se fosse costituito da diversi dispositivi (unità virtuali).

Quando il server è un gateway che collega una linea seriale Modbus a una rete Ethernet TCP- IP, questo campo viene utilizzato per identificare ciascuno degli slave remoti connessi (vedi Figura 36).

Per approfondimenti vedere il documento "MODBUS Messaging Implementation Guide V1.0b", disponibile su <http://www.modbus.org/specs.php>.

Figura 35: telegramma Modbus /TCP

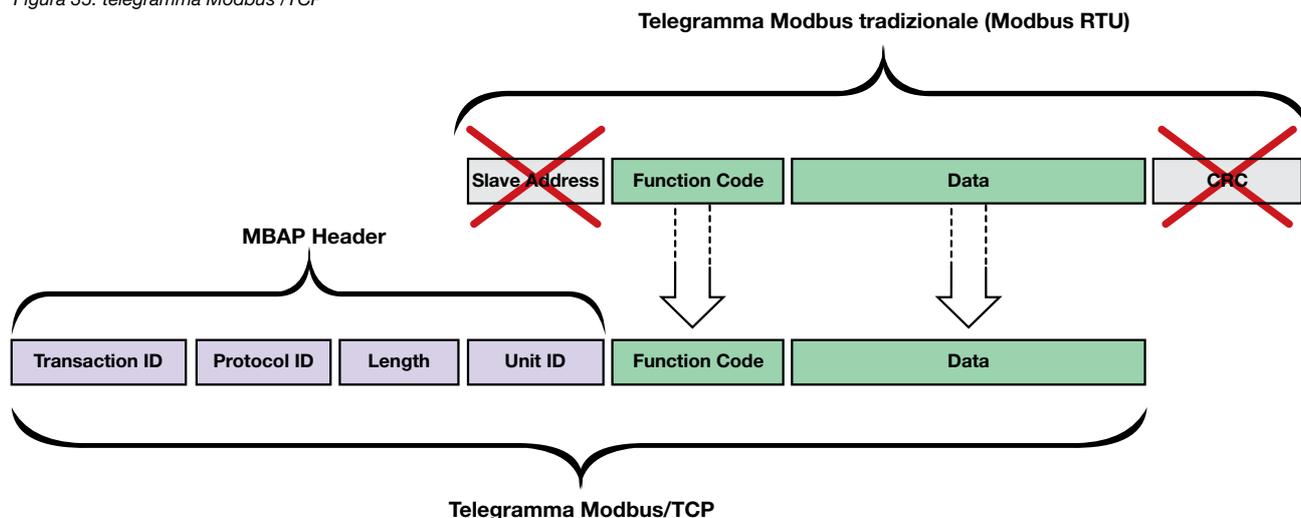
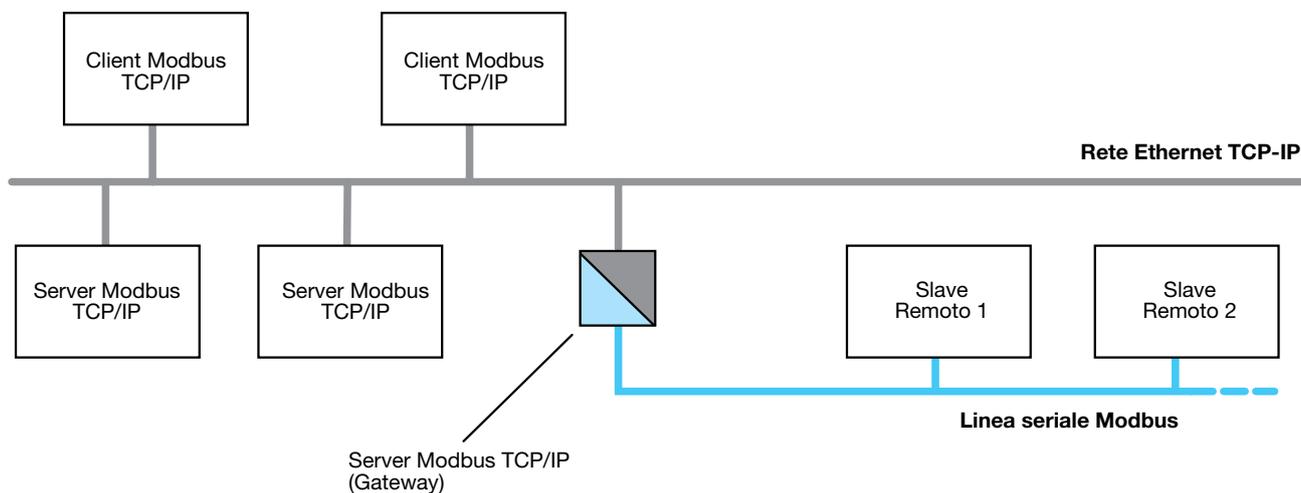


Figura 36: Rete Ethernet TCP/IP- Linea seriale Modbus



Quindi, i telegrammi Modbus/TCP contengono un campo chiamato “Indirizzo aggiuntivo”, che permette ad un singolo dispositivo (ad esempio un gateway) di avere una mappa registri suddivisa in sezioni (all’indirizzo aggiuntivo 1, 2, 3... corrisponde la sezione 1, 2, 3... della mappa registri); ciò viene usato per la conversione tra Modbus tradizionale e Modbus/TCP, come spiegato in seguito.

Sia il client che il server hanno un indirizzo IP. Il server accetta telegrammi Modbus/TCP (indicati con il port number 502⁹), da qualunque client provengano; per ciascun telegramma viene elaborato un telegramma di risposta, che viene inviato all’indirizzo IP del mittente (ovvero il client). Il protocollo TCP/IP assicura:

- che il telegramma di richiesta sia trasportato dal client al server e viceversa;
- che ciascun telegramma di risposta sia inviato al dispositivo che ha inviato la richiesta e trasportato a destinazione.

La comunicazione Modbus/TCP avviene sempre per

telegrammi singoli; a ciascuna richiesta corrisponde sempre un singolo telegramma di risposta che esaurisce l’elaborazione necessaria da parte del server.

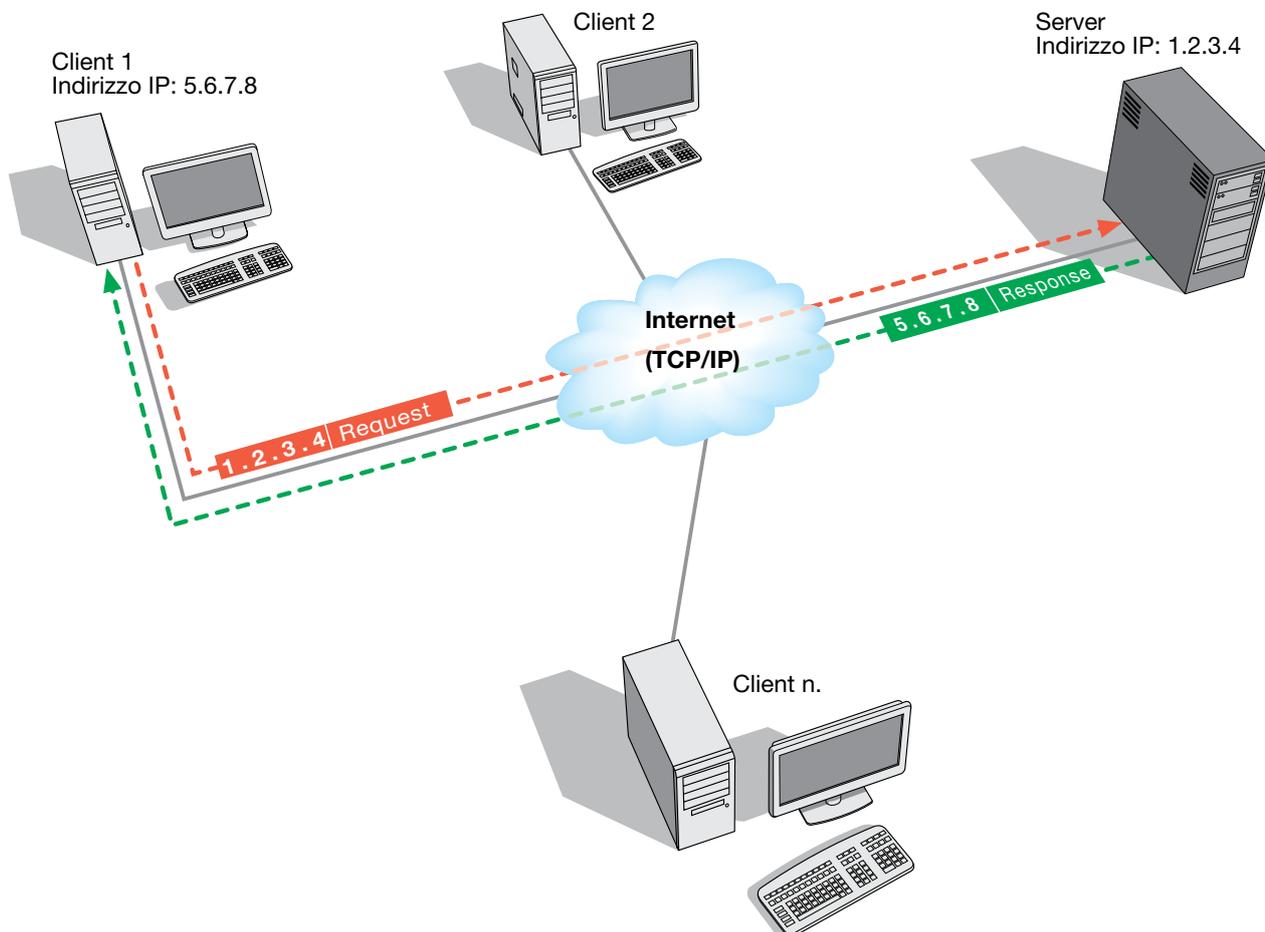
Questo meccanismo permette che un dispositivo possa servire contemporaneamente più applicazioni, rispondendo alternativamente a diversi client; ad esempio un’applicazione di controllo può leggere i dati una volta al secondo, mentre un’applicazione di supervisione, residente su un altro computer, legge altri dati, sempre dallo stesso server, una volta al minuto.

Eventuali collisioni nella trasmissione dei telegrammi sono gestite dal meccanismo già presente in Ethernet in modo trasparente per le applicazioni.

Se il server riceve telegrammi di richiesta (request) più velocemente di quanto possa rispondere, li memorizza in una coda e risponde in sequenza; ogni risposta (response) sarà correttamente indirizzata al client che ha formulato la richiesta.

⁹ La porta TCP 502 è specificatamente riservata per applicazioni Modbus; i clients ed i servers, che comunicano con protocollo Modbus TCP/IP, inviano e ricevono i dati sulla porta 502.

Figura 37: Sequenza request/response.



5.4 Conversione Modbus seriale-Modbus/TCP

Si presenta spesso l'esigenza di aggiornare o modificare un sistema di controllo e supervisione industriale, con l'aggiunta di dispositivi nuovi o la sostituzione di dispositivi esistenti. In questi casi, sono preferiti protocolli e sistemi che permettano tali operazioni modificando il meno possibile i dispositivi e il software esistenti.

La struttura del telegramma Modbus/TCP è particolarmente adatta allo scopo, perché:

- il contenuto del telegramma Modbus/TCP, tolto quanto necessario al trasporto su TCP/IP, è a tutti gli effetti un telegramma Modbus tradizionale;
- i telegrammi vengono sempre trattati singolarmente, cioè ad ogni telegramma di richiesta corrisponde uno e un solo telegramma di risposta.

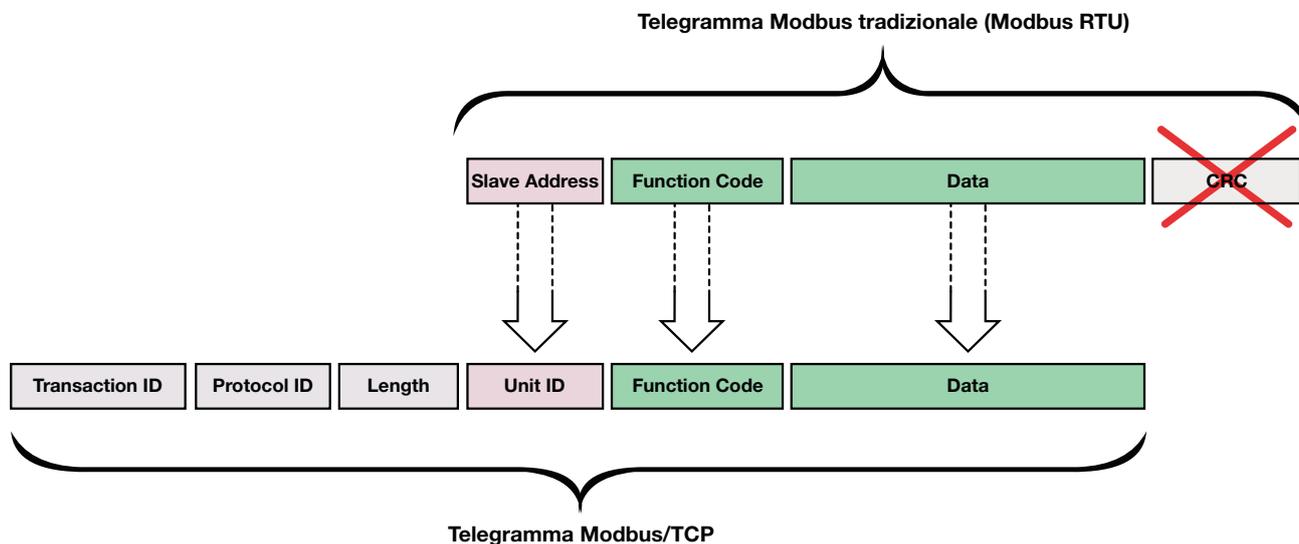
Si possono quindi interfacciare dispositivi tradizionali esistenti con sistemi Modbus/TCP utilizzando il dispositivo di conversione SD-GEM. Tale convertitore permette di

collegare una linea seriale Modbus tradizionale ad un sistema Ethernet, funzionando come server sul lato TCP/IP e come master sul lato seriale.

Dal punto di vista del Modbus/TCP, il convertitore appare come un unico dispositivo, con la propria mappa registri suddivisa in sezioni, ciascuna contraddistinta da un "Indirizzo aggiuntivo" (o UnitID). Ciascuna sezione rappresenta il dispositivo tradizionale (lo slave Modbus RTU) che ha slave address corrispondente all'Indirizzo aggiuntivo.

Con questa rappresentazione, la conversione avviene con un meccanismo piuttosto semplice: quando riceve un telegramma di richiesta (request), il convertitore ne preleva il contenuto togliendo la parte TCP/IP e lo invia come telegramma sulla porta seriale. Tale telegramma è a tutti gli effetti un telegramma Modbus indirizzato a uno dei dispositivi slave, che quindi risponderà con un altro telegramma Modbus. Il convertitore riceve tale risposta, la inserisce come contenuto in un telegramma TCP/IP e la invia al client (vedere Figura 38).

Figura 38: Slave Address e UnitID



In questo modo, un sistema Modbus/TCP può avere accesso a tutti i dati presenti nella mappa registri di qualunque dispositivo Modbus tradizionale (es: un interruttore automatico connesso in una linea seriale Modbus).

Le figure seguenti mostrano, a livello concettuale, un esempio di lettura delle correnti, nelle tre fasi e nel neutro, di un Tmax XT4 160 equipaggiato con sganciatore elettronico Ekip LSI, in una rete Ethernet TCP/IP; SD-GEM funziona contemporaneamente come server TCP/IP e come master Modbus RTU.

Figura 39: Lettura delle correnti su Rete Ethernet TCP/IP - Request

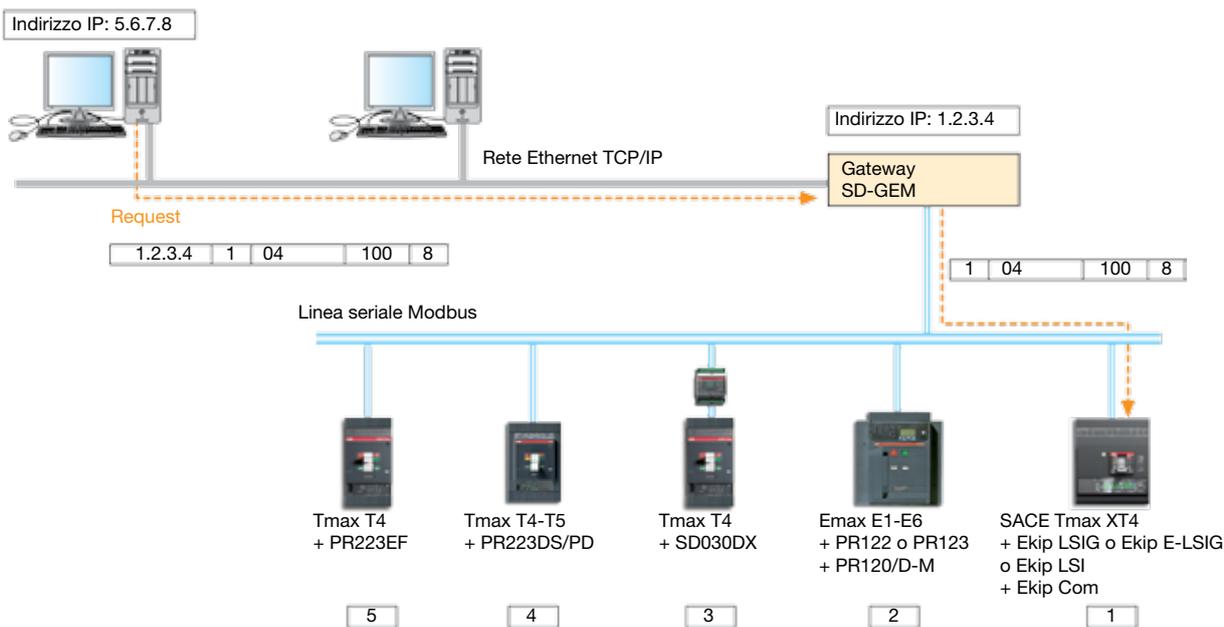
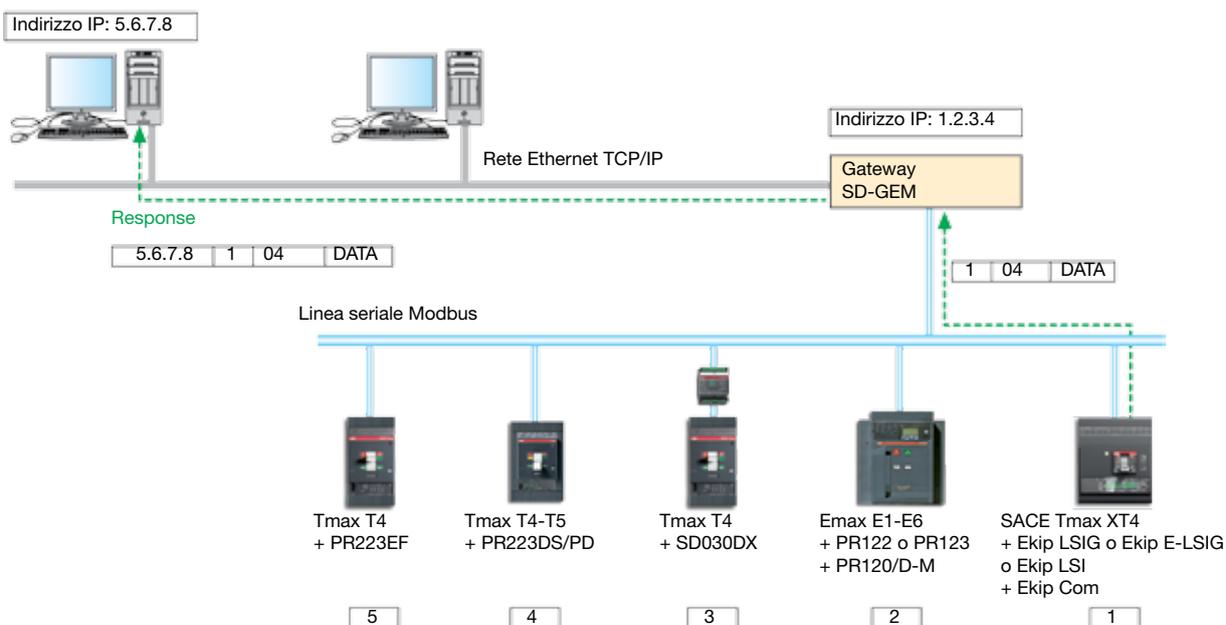


Figura 40: Lettura delle correnti su Rete Ethernet TCP/IP - Response



- 5.6.7.8: Indirizzo IP del client che ha inviato la request e che riceve la response;
- 1.2.3.4: Indirizzo IP del server (SD-GEM) che riceve la request;
- 1 (Unit Identifier o Indirizzo aggiuntivo): indirizzo dell'interruttore Tmax XT4 collegato alla linea seriale Modbus;
- 04 (Function Code): istruzione per la lettura delle correnti (valori run time);
- 100: numero di registro dal quale iniziare a leggere le correnti;
- 8: numero di registri da leggere (dal registro 100 al registro 107) per avere i valori delle correnti nelle tre fasi e nel neutro.
- DATA: in questo campo sono contenuti i valori delle correnti nelle fasi (IL1, IL2, IL3) e nel neutro (INe) letti dall'interruttore.

5.5 Il gateway SD-GEM



SD-GEM è un gateway¹⁰, che realizza la conversione dal protocollo Modbus/TCP al protocollo Modbus RTU, e permette quindi d'integrare gli interruttori automatici di bassa tensione ABB (con interfaccia di comunicazione Modbus RTU) nei sistemi di Supervisione su reti Ethernet TCP/IP (con protocollo Modbus TCP).

Il gateway SD-GEM è dotato di:

1) una porta seriale standard RS-485 per il collegamento alla linea seriale Modbus.

A questa porta si collegano i dispositivi di campo che dialogano con protocollo Modbus RTU (es: gli interruttori automatici ABB con interfaccia di comunicazione) connessi in una rete a bus; tali dispositivi devono essere slave nella comunicazione, ossia devono solo rispondere ad interrogazioni (query) del master e non devono mai trasmettere nulla di propria iniziativa.

Dal lato RS-485, SD-GEM opera come un master Modbus RTU (vedere il paragrafo 4.7.1 "Il funzionamento del sistema ModbusRTU"). Alla porta seriale RS-485 si possono collegare al massimo 31 dispositivi.

2) una porta Ethernet per il collegamento a reti Ethernet TCP/IP con protocollo Modbus TCP.

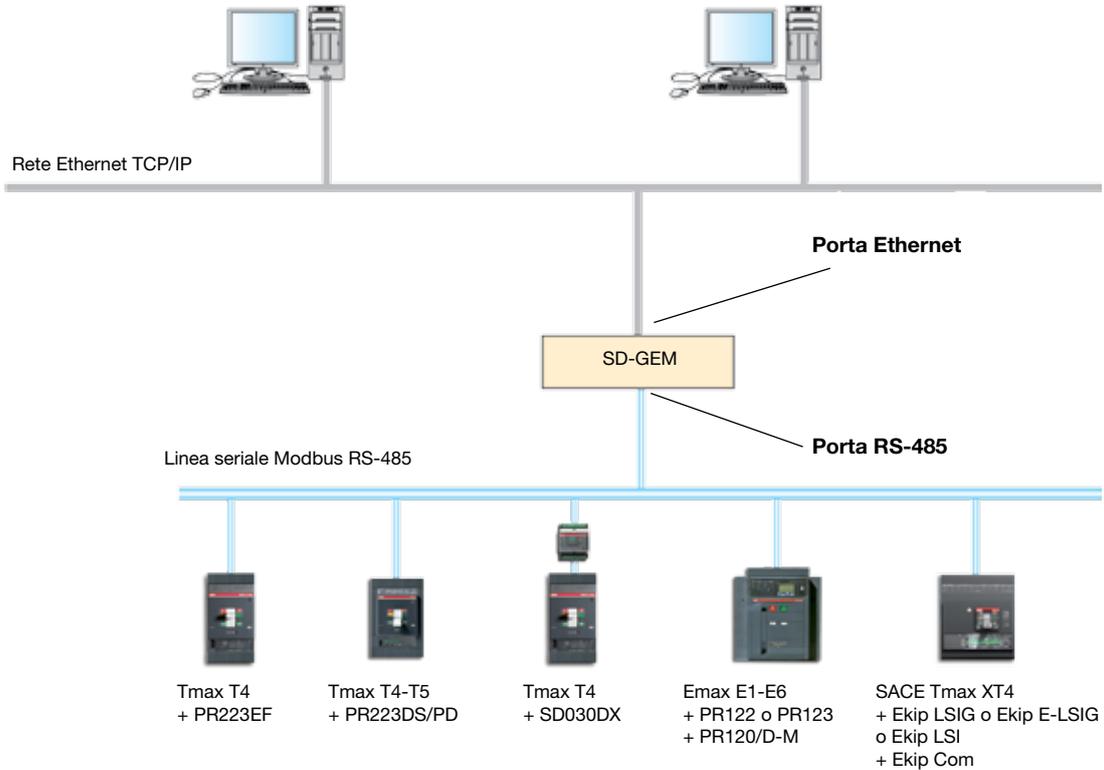
In questo modo SD-GEM consente, ad un client che comunica con protocollo Modbus/TCP (es: un PC o uno SCADA) connesso ad una rete Ethernet TCP/IP, di scambiare dati con i dispositivi collegati ad una linea seriale Modbus.

Da un client (es: un PC) collegato in una Rete Ethernet TCP/IP è possibile comunicare con uno slave remoto, connesso in una linea seriale Modbus, specificando l'indirizzo IP assegnato all'SD-GEM e l'indirizzo (Unit Identifier o Indirizzo addizionale) dello slave remoto da interrogare.

Come descritto al paragrafo 5.4, SD-GEM converte i messaggi Modbus/TCP, che provengono da un client, in messaggi Modbus RTU e li invia, attraverso la sua porta seriale RS-485, ai dispositivi connessi alla rete Modbus (in particolare al dispositivo interrogato dal PC). Il dispositivo interrogato risponde all'SD-GEM, con un messaggio Modbus RTU; una volta ricevuta la risposta, SD-GEM la converte da Modbus RTU a Modbus/TCP e la trasmette via Ethernet al client che ha inviato la richiesta.

¹⁰ I gateway sono dispositivi utilizzati per collegare apparati diversi in una rete. Possiedono un proprio microprocessore e una propria memoria di elaborazione per gestire conversioni di protocolli di comunicazione diversi. Il gateway è un'interfaccia in grado di accoppiare sistemi di trasmissione dati di tipo differente (es: una Rete Ethernet TCP/IP con una Linea seriale Modbus su RS485). Un gateway normalmente richiede un hardware per la connessione ad entrambi i sistemi e un software per la conversione dei messaggi.

Figura 41: SD-GEM in una Rete Ethernet TCP/IP



Al gateway SD-GEM, possono essere collegati i dispositivi dotati d'interfaccia Modbus RTU su RS-485. In particolare, per quanto riguarda gli interruttori automatici ABB, possono essere connessi i seguenti dispositivi:

Dispositivo	Sganciatore
Interruttori SACE Tmax XT2-XT4	Ekip E-LSIG + modulo di comunicazione Ekip Com Ekip LSIg + modulo di comunicazione Ekip Com Ekip LSI + modulo di comunicazione Ekip Com Ekip M-LRIU + modulo di comunicazione Ekip Com
Interruttori Tmax T4, T5 e T6	PR222DS-PD PR223DS PR223EF
Interruttori Tmax T7 - Emax X1	PR332/P + modulo di comunicazione PR330/D-M PR333/P + modulo di comunicazione PR330/D-M
Interruttori Emax E1÷E6	PR122/P + modulo di comunicazione PR120/D-M PR123/P + modulo di comunicazione PR120/D-M
Interruttori Emax DC	PR122/DC + modulo di comunicazione PR120/D-M PR123/DC + modulo di comunicazione PR120/D-M
Interruttori Emax E2/VF-E3/VF	PR122/VF + modulo di comunicazione PR120/D-M
Flex interface SD030DX	Termomagnetico o sganciatore elettronico base (per i dettagli vedere paragrafo 4.5)

Poiché SD-GEM esegue una generica conversione di protocollo, oltre agli interruttori automatici è possibile collegare alla porta RS-485 qualunque altro dispositivo che implementi il protocollo Modbus RTU, purché funzionante con gli stessi parametri della porta seriale (baud rate, n° di bit, parity bit, stop bit; vedi paragrafo 4.7.1 e Appendice G).

Per la comunicazione su reti Ethernet TCP/IP, si ricorda che è necessario alimentare gli sganciatori con la tensione di alimentazione ausiliaria Vaux a 24 V c.c. (per le caratteristiche vedere l'Appendice B).

I dati, gli allarmi e le misure messe a disposizione da ogni sganciatore, sono riassunti nella Tabella A.1 (per interruttori Emax E1÷E6, Emax X1 e Tmax T7), nella Tabella A.2 (per interruttori Tmax T4, T5 e T6) e nella Tabella A.3 (per interruttori SACE Tmax XT2 e XT4) dell'Appendice A. Durante il funzionamento l'SD-GEM deve essere alimentato con una tensione ausiliaria a 24 V c.c..

Per informazioni più dettagliate si rimanda ai relativi cataloghi e manuali tecnici di prodotto.

6 Esempi di applicazione

Sono descritti nel seguito alcuni esempi di applicazione degli interruttori ABB SACE, con possibilità di dialogo, per:

- la supervisione delle protezioni e la manovra degli interruttori;
- l'attribuzione dei costi energetici all'interno di un impianto;
- la gestione dei carichi prioritari e non prioritari di un'installazione.

6.1 Supervisione delle protezioni e manovra degli interruttori

Consideriamo una centrale elettrica per la produzione dell'energia. In questo tipo di installazioni è molto importante mantenere sotto controllo, oltre al processo di produzione di potenza, anche tutti i circuiti che alimentano i

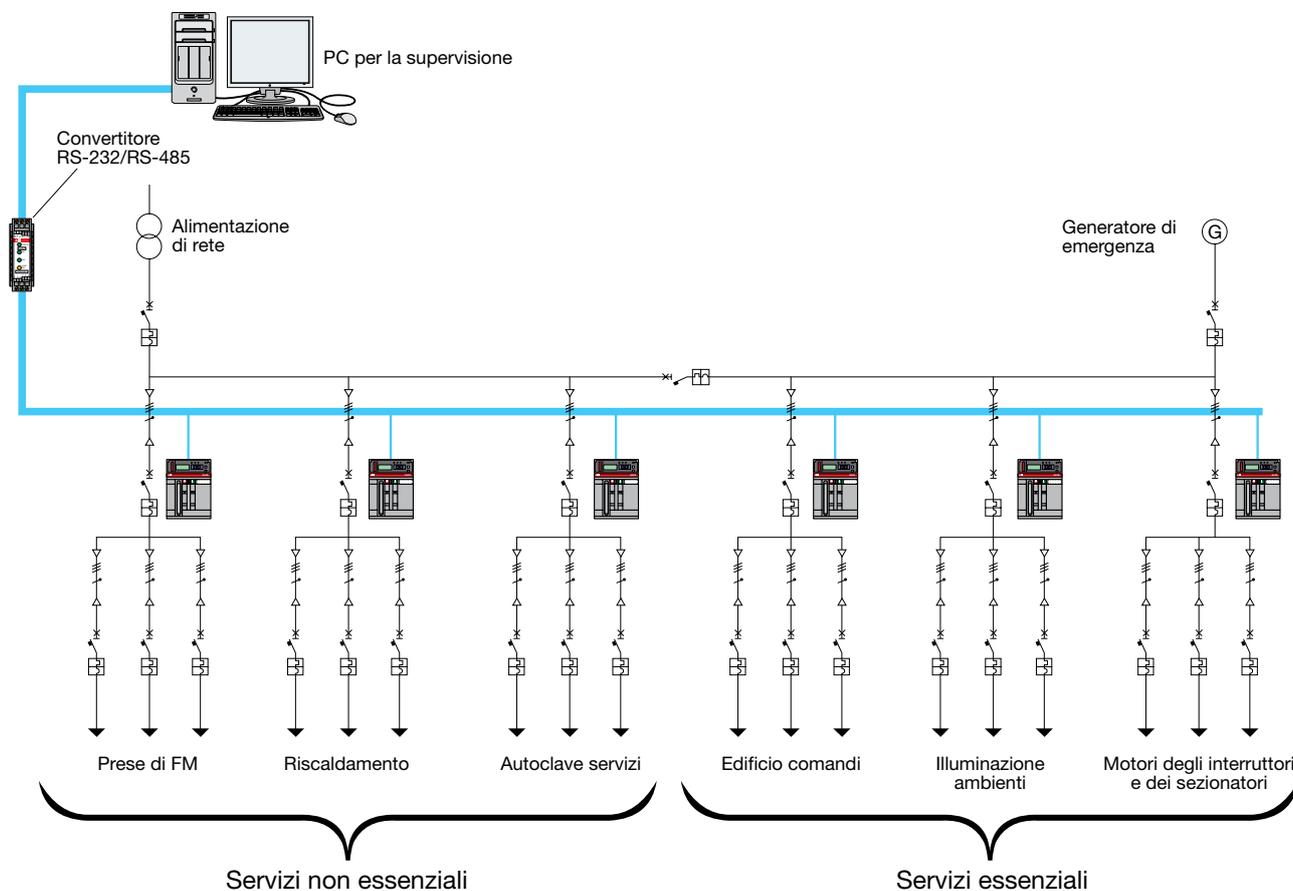
servizi ausiliari (edificio comandi, riscaldamento, motori degli interruttori e dei sezionatori, sistema antincendio, illuminazione ambienti, prese F.M. ecc.). Tali circuiti sono realizzati in bassa tensione.

Esiste poi un sistema con un generatore di emergenza, che alimenta solo i servizi essenziali.

Ciascun quadro ha come interruttore principale un Emax con sganciatore PR122/P-PR123/P; il PR123/P è utilizzato solo nei quadri relativi ai servizi essenziali che possono essere alimentati dal generatore di emergenza, perché ha la possibilità di utilizzare la funzione dual setting: ossia memorizzare i settaggi delle protezioni, sia per la condizione normale con alimentazione dalla rete che per la condizione di emergenza con alimentazione dal gruppo elettrogeno di riserva, e cambiarli istantaneamente in caso di necessità.

Gli sganciatori PR122/P e PR123/P sono tutti dotati di interfaccia di comunicazione Modbus (modulo accessorio PR120/D-M) e collegati al sistema di supervisione.

Figura 42: Schema dei servizi ausiliari di una centrale elettrica



Il sistema di supervisione, che si interfaccia con gli interruttori attraverso una rete di comunicazione a bus con protocollo Modbus, visualizza tre tipi di informazioni relative ai sistemi ausiliari:

- eventuali allarmi per sovraccarico delle protezioni;
- dati sugli interventi delle protezioni (in caso di intervento sono visualizzati sia i valori delle correnti interrotte che le forme d'onda registrate dallo sganciatore nel data logger interno);
- dati relativi alla vita di ciascun interruttore (numero di operazioni e percentuale di usura dei contatti).

Il sistema di supervisione legge ciclicamente le informazioni contenute in ogni interruttore attraverso il bus di comunicazione.

I dati di allarme e di intervento delle protezioni sono mostrati agli operatori in sala controllo e memorizzati nel database storico del sistema di supervisione.

Con i dati a disposizione è possibile:

- 1) monitorare in tempo reale lo stato dei circuiti che alimentano i servizi ausiliari;
- 2) eseguire un'analisi diagnostica e statistica delle anomalie intervenute, per uno studio preventivo sulle cause di guasto al fine di ridurre i disservizi dei sistemi ausiliari rendendo così più efficiente la gestione logistica della centrale.

Inoltre anche i dati relativi alla vita di ciascun interruttore (es: numero di manovre eseguite e la percentuale di usura dei contatti) sono trasferiti attraverso la rete locale al database e utilizzati per pianificare gli interventi di manutenzione preventiva sugli interruttori al fine di assicurare la continuità di funzionamento dei servizi essenziali.

6.2 Attribuzione dei costi energetici all'interno di un impianto

In un processo produttivo è molto importante conoscere il costo dell'energia associato alle diverse linee di produzione al fine di allocare correttamente i differenti costi di lavorazione per ciascun tipo di prodotto.

Consideriamo un impianto industriale per la produzione di detersivi in cui sono presenti tre diverse linee di produzione. Ciascuna linea produce un tipo di detersivo, differente per composizione, confezionamento e imballaggio finale. Le tre linee eseguono processi di lavorazione simili partendo da miscele diverse di materie prime. Le diverse linee hanno necessità di produrre quantità diverse, quindi anche i tempi di funzionamento sono pianificati in modo indipendente: in un istante, una delle linee può funzionare a pieno regime, mentre altre sono ferme.

Per la corretta gestione dell'impianto, si vogliono conoscere i costi dell'energia riferiti a ciascun tipo di produzione.

In particolare, i costi della fornitura energetica di cui tener conto sono:

- il costo diretto dell'energia, proporzionale al numero dei kWh consumati da ciascuna linea di produzione;
- una penale relativa alla potenza reattiva, proporzionale al numero dei minuti durante i quali il cosφ dell'impianto è stato inferiore al valore fissato dal gestore della rete elettrica.

6.2.1 Descrizione del sistema di distribuzione e comunicazione

L'impianto elettrico è realizzato con distribuzione radiale in bassa tensione.

Ciascuna linea è alimentata attraverso un quadro di processo (QBT-PR), che distribuisce alimentazione al vero e proprio impianto di produzione, e un quadro per l'automazione del sistema di imballaggio (QBT-AU), che alimenta le macchine di imbottigliamento e movimentazione delle confezioni.

Ciascuno dei quadri utilizza come interruttore principale un Emax E2 dotato dei seguenti accessori:

- sganciatore elettronico PR122/P;
- modulo di misura tensioni PR120/V;
- modulo di comunicazione Modbus PR120/D-M;

Gli sganciatori sono alimentati a c.c. da alimentatori switching ABB CP-24/1 situati uno in ciascun quadro principale.

Tutti gli interruttori principali sono collegati, attraverso un cavo schermato al bus di comunicazione RS-485, ad un computer su cui è installato l'applicativo di supervisione. Il computer è, a sua volta, collegato in rete locale con i sistemi di gestione dell'impianto.

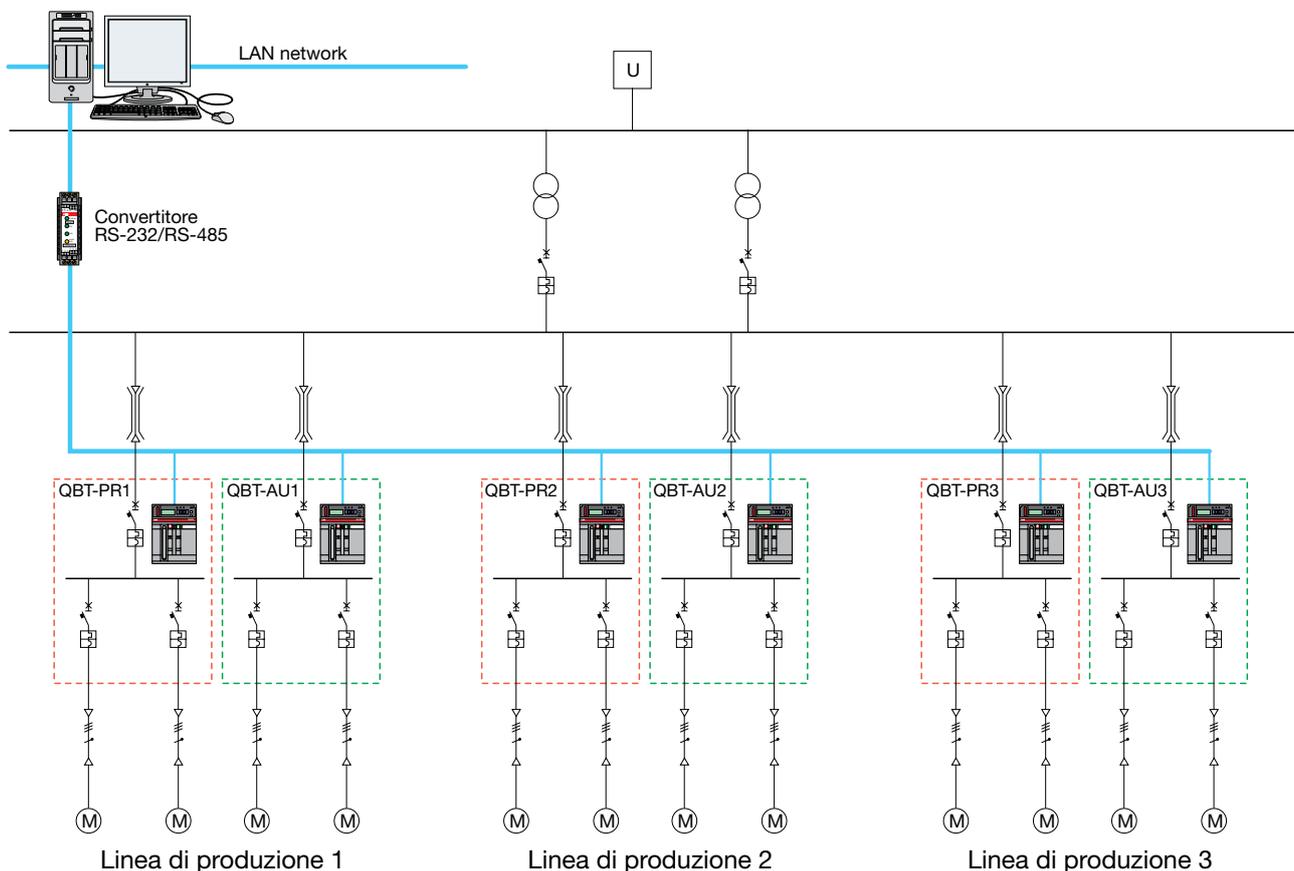
6.2.2 Funzionamento

La presenza dei moduli PR120/V consente allo sganciatore di ciascun interruttore principale di misurare continuamente potenza attiva, potenza reattiva e $\cos\phi$ relativi al proprio carico. Lo sganciatore dispone inoltre di un contatore di energia in cui è accumulato il valore della potenza attiva.

Tutti i valori suddetti sono disponibili come registri numerici (Input register) accessibili in lettura attraverso il protocollo Modbus.

L'applicazione di supervisione realizza un ciclo molto semplice, che consiste nell'interrogazione di ciascuno degli interruttori, nella lettura dei registri di energia totale accumulata e di misura della potenza reattiva. La lettura si può realizzare ad esempio una volta ogni 5s.

Una volta ogni 15 minuti, l'applicazione scrive poi in un file i valori di energia totale e di potenza reattiva media per ciascun interruttore. Tali valori saranno poi letti da chi eseguirà l'attribuzione dei costi, permettendo così di conoscere l'impiego della potenza attiva e della potenza reattiva utilizzate dall'impianto e di suddividerne i costi tra le diverse linee di produzione.



6.3 Gestione dei carichi prioritari e non prioritari

In un centro commerciale ci sono diverse celle frigorifere, ciascuna delle quali dotata di un sistema di refrigerazione indipendente. Il sistema di refrigerazione di ciascuna cella ha un proprio termostato e si avvia in modo automatico e indipendente.

Ciascun sistema di refrigerazione è inoltre in grado di funzionare in modalità normale (a regime) o in modalità veloce quando la cella è riempita con nuovi prodotti che occorre portare a bassa temperatura il più velocemente possibile. Quando ciò avviene, si verifica un picco di assorbimento di potenza.

Il sistema di distribuzione alimenta, oltre alle celle frigorifere, anche l'illuminazione dei locali, l'aria condizionata e l'illuminazione esterna di emergenza. Quest'ultima è considerata un carico non prioritario, e quando necessario può essere disattivata per ridurre il consumo energetico.

Gli interruttori principali, dei quadri di sottodistribuzione QBT1 e QBT2, sono dei Tmax T5 con sganciatore elettronico PR222DS/PD (dotato di interfaccia di comunicazione Modbus) che montano i contatti ausiliari con interfaccia elettronica AUX-E e il comando a motore MOE-E; gli

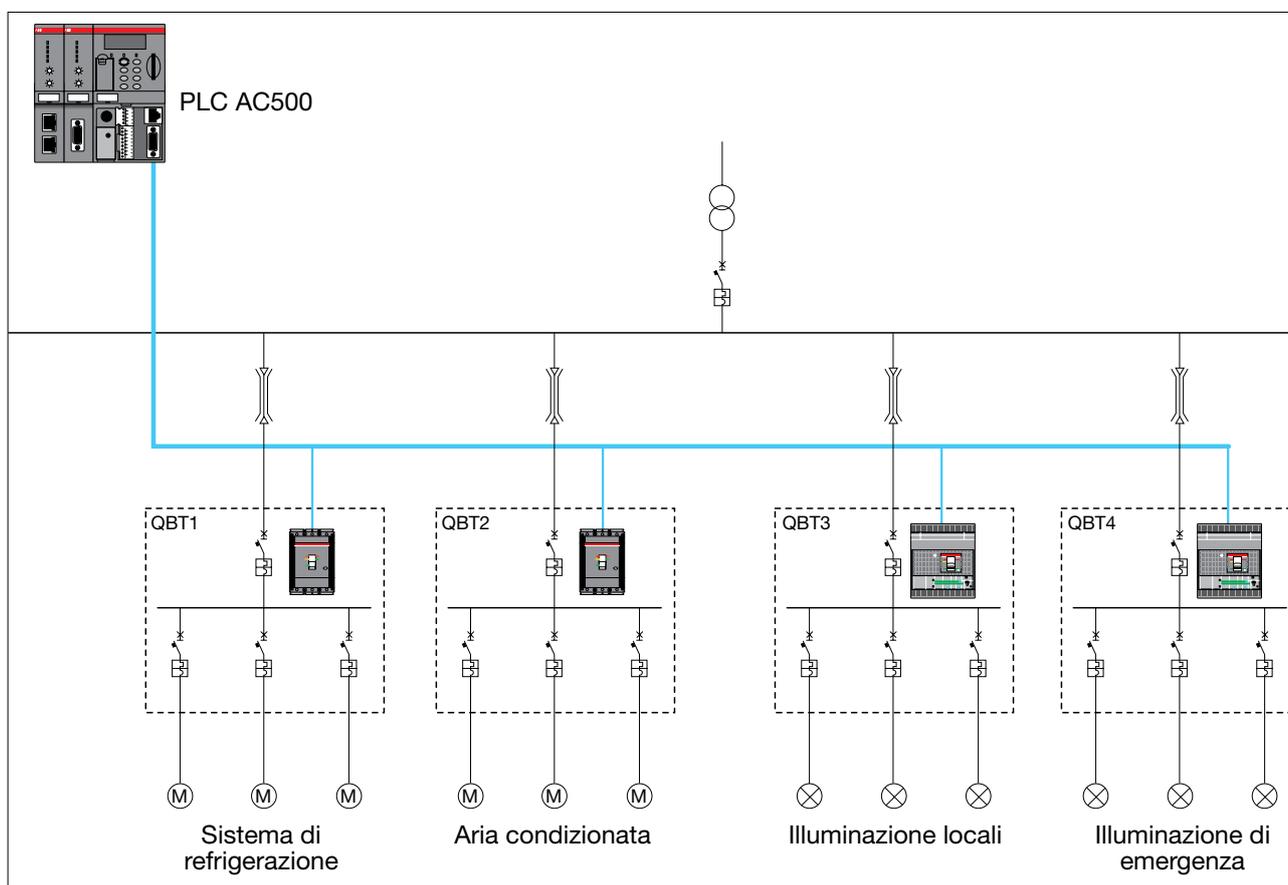
interruttori principali, dei quadri di sottodistribuzione QBT3 e QBT4, sono dei SACE Tmax XT4 con sganciatore elettronico Ekip LSI, modulo di comunicazione Ekip Com (interfaccia di comunicazione Modbus) e comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E.

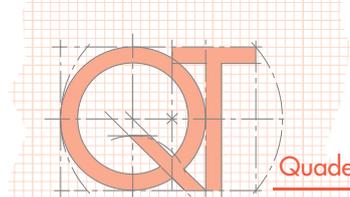
Il PLC implementa un software applicativo di controllo carichi che legge in modo ciclico le correnti da tutti gli interruttori principali e apre quelli dei carichi non prioritari, quando la somma delle correnti supera una soglia prefissata, oppure in altre condizioni di funzionamento programmate.

Queste condizioni variano in base all'orario, perché il costo del kWh può essere differenziato per fasce orarie (più caro di giorno e nelle ore di picco di consumo, meno caro di notte).

Il controllo dei carichi agisce principalmente perseguendo due obiettivi:

- evitare gli interventi per sovraccarico della protezione principale di ciascun quadro di sotto-distribuzione;
- inoltre, se possibile, mantenere la curva di carico il più possibile bassa nelle ore in cui il costo del kWh è più elevato.





Appendice A: Misure, dati e comandi per la supervisione ed il telecontrollo

Supervisione con bus di campo Modbus RTU

Tabella A.1: Misure-dati-allarmi e comandi disponibili con interruttori aperti Emax, aperti X1 e scatolati Tmax T7

		E1÷E6			T7-X1		X1
		PR122/P+ PR120/D-M	PR122/P+ PR120/D-M+ PR120/V	PR123/P+ PR120/D-M	PR332/P+ PR330/D-M	PR332/P+ PR330/D-M+ PR330/V	PR333/P+ PR330/D-M
Grandezze elettriche	Correnti di fase (IL1, IL2, IL3), corrente nel neutro (IN), corrente di guasto a terra	■	■	■	■	■	■
	Tensioni (fase-fase, fase-neutro, residua)		■	■		■	■
	Potenza (attiva P, reattiva Q, apparente A) totale e di fase		■	■		■	■
	Fattore di potenza		■	■		■	■
	Fattore di picco (Ip/Irms)	■	■	■	■	■	■
	Frequenza		■	■		■	■
	Energia (attiva, reattiva, apparente) totale e di fase		■	■		■	■
	Calcolo armonico (THDi, THDv e spettro) fino alla 40a armonica (fino alla 35a con f= 60 Hz)			■			■
	Forma d'onda delle correnti di fase e del neutro			■			■
	Forma d'onda delle tensioni concatenate (fase-fase)			■			■
	Data logger	■	■	■	■	■	■
	Storico misure (Imax)	■	■	■	■	■	■
	Storico misure (Vmax, Vmin, Pmax, Pmean, Qmax, Qmean, Amax, Amean)		■	■		■	■
	Informazioni di stato	Stato dell'interruttore (aperto/chiuso, intervenuto)	■	■	■	■	■
Posizione dell'interruttore (inserito/estratto test)		■	■	■	■	■	■
Modalità (locale, remoto)		■	■	■	■	■	■
Parametri di protezione impostati, parametri per controllo carichi		■	■	■	■	■	■
Dati di manutenzione	Numero totale di operazioni e di trip	■	■	■	■	■	■
	Numero di trip test e di operazioni manuali	■	■	■	■	■	■
	Numero di trip distinto per ogni funzione di protezione	■	■	■	■	■	■
	Usura contatti (%)	■	■	■	■	■	■
	Registrazione dati degli ultimi 20 trip	■	■	■	■	■	■
Allarmi delle protezioni	Protezione L, S, I, G	■	■	■	■	■	■
	Protezione direzionale D (temporizzazione e trip)			■			■
	Protezione da sbilanciamento delle correnti di fase U (temporizzazione e trip)	■	■	■	■	■	■
	Protezione da sovratemperatura OT	■	■	■	■	■	■
	Protezione da sbilanciamento delle tensioni di fase U (temporizzazione e trip)			■		■	■
	Protezione da minima tensione UV (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da massima tensione OV (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da tensione residua RV (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da inversione di potenza attiva RP (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da sotto-frequenza UF (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
Protezione da sovra-frequenza OF (temporizzazione e trip)		■	■		■	■	
Allarmi di diagnostica	Guasto nel meccanismo di apertura (comando di TRIP fallito)	■	■	■	■	■	■
	Usura contatti = 100%	■	■	■	■	■	■
	Rating Plug disconnesso	■	■	■	■	■	■
	Trip coil (TC) disconnessa o guasta	■	■	■	■	■	■
	Sensori di corrente disconnessi	■	■	■	■	■	■
Comandi	Apertura/chiusura dell'interruttore	■	■	■	■	■	■
	Reset allarmi (Trip reset)	■	■	■	■	■	■
	Impostazione curve e soglie delle protezioni	■	■	■	■	■	■
	Sincronizzazione temporale da sistema di ogni singolo interruttore	■	■	■	■	■	■
Eventi	Cambiamenti di stato dell'interruttore, delle protezioni e tutti gli allarmi (gli ultimi 80)	■	■	■	■	■	■

Per ulteriori informazioni sulle grandezze, i dati e gli allarmi disponibili si rimanda al seguente documento:
Modbus system Interface for

Protection relays PR122/P and PR123/P + communication module PR120/D-M, mounted on CB New Emax

Protection relays PR332/P and PR333/P + communication module PR330/D-M, mounted on CB Emax X1, Tmax T7 and Tmax T8
(codice documento: 1SDH000556R0001)

Estratto test: posizione in cui i contatti di potenza sono disconnessi mentre i contatti ausiliari sono connessi

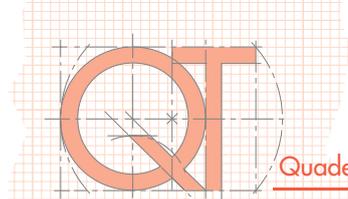
Supervisione con bus di campo Modbus RTU

Tabella A.1A: Misure-dati-allarmi e comandi disponibili con interruttori aperti Emax DC

		Emax DC	
		PR122/DC + PR120/D-M	PR123/DC + PR120/D-M
Grandezze elettriche	Corrente dell'impianto	■	■
	Corrente di guasto a terra		■
	Tensione		■
	Potenza attiva totale		■
	Energia Attiva (positiva/negativa)		■
	Energia Attiva totale		■
	Storico misure (Imax)	■	■
	Storico misure (Vmax, Pmax, Pmean)	■	■
	Data logger	■	■
Informazioni di stato	Stato dell'interruttore (aperto/chiuso, intervenuto)	■	■
	Posizione dell'interruttore (inserito/estratto test)	■	■
	Stato delle molle (cariche, scariche)	■	■
	Modalità (locale, remoto)	■	■
	Parametri di protezione impostati, parametri per controllo carichi	■	■
Dati di manutenzione	Numero totale di operazioni (da chiuso ad aperto)	■	■
	Numero totale di trip	■	■
	Numero di trip test	■	■
	Numero di operazioni manuali (con comando di apertura)	■	■
	Numero di trip distinto per ogni funzione di protezione	■	■
	Usura contatti (%)	■	■
	Registrazione dati degli ultimi 20 trip	■	■
Allarmi delle protezioni	Protezione L (temporizzazione e trip)	■	■
	Preallarme protezione L	■	■
	Protezione S (temporizzazione e trip)	■	■
	Protezione I (trip)	■	■
	Protezione da sovratemperatura OT (preallarme e trip)	■	■
	Protezione G (temporizzazione e trip)		■
	Protezione da sbilanciamento della corrente U (temporizzazione e trip)		■
	Protezione da minima tensione UV (temporizzazione e trip)		■
	Protezione da massima tensione OV (temporizzazione e trip)		■
Protezione da inversione di potenza attiva RP (temporizzazione e trip)		■	
Allarmi di diagnostica	Guasto nel meccanismo di apertura (comando di TRIP fallito)	■	■
	Usura contatti = 100%	■	■
	Rating Plug disconnesso	■	■
	Trip coil (TC) disconnessa o guasta	■	■
Comandi	Apertura/chiusura dell'interruttore	■	■
	Reset allarmi (Trip reset)	■	■
	Impostazione curve e soglie delle protezioni	■	■
	Sincronizzazione temporale da sistema di ogni singolo interruttore	■	■
Eventi	Cambiamenti di stato dell'interruttore, delle protezioni e tutti gli allarmi (gli ultimi 80)	■	■

Per ulteriori informazioni sulle grandezze, i dati e gli allarmi disponibili si rimanda al seguente documento:
Emax DC PR122DC-PR123DC + PR120/D-M Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000841R0001)

Estratto test: posizione in cui i contatti di potenza sono disconnessi mentre i contatti ausiliari sono connessi



Supervisione con bus di campo Modbus RTU

Tabella A.1B: Misure-dati-allarmi e comandi disponibili con interruttori aperti Emax VF

		Emax VF
		PR122/VF + PR120/D-M
Grandezze elettriche	Correnti di fase (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})	■
	Storico misure (fase a corrente massima-I _{max})	■
	Data logger	■
Informazioni di stato	Stato dell'interruttore (aperto/chiuso, intervenuto)	■
	Posizione dell'interruttore (inserito/estratto test)	■
	Stato delle molle (cariche, scariche)	■
	Modalità (locale, remoto)	■
	Parametri di protezione impostati, parametri per controllo carichi	■
Dati di manutenzione	Numero totale di operazioni (da chiuso ad aperto)	■
	Numero totale di trip	■
	Numero di trip test	■
	Numero di operazioni manuali (con comando di apertura)	■
	Numero di trip distinto per ogni funzione di protezione	■
	Usura contatti (%)	■
	Registrazione dati degli ultimi 20 trip	■
Allarmi delle protezioni	Protezione L (temporizzazione e trip)	■
	Preallarme protezione L	■
	Protezione I (trip)	■
	Protezione da sovratemperatura OT (preallarme e trip)	■
Allarmi di diagnostica	Guasto nel meccanismo di apertura (comando di TRIP fallito)	■
	Usura contatti = 100%	■
	Rating Plug disconnesso	■
	Trip coil (TC) disconnessa o guasta	■
Comandi	Apertura/chiusura dell'interruttore	■
	Reset allarmi (Trip reset)	■
	Impostazione curve e soglie delle protezioni	■
	Sincronizzazione temporale da sistema di ogni singolo interruttore	■
Eventi	Cambiamenti di stato dell'interruttore, delle protezioni e tutti gli allarmi (gli ultimi 80)	■

Per ulteriori informazioni sulle grandezze, i dati e gli allarmi disponibili si rimanda al seguente documento:
Emax VF PR122/VF + PR120/D-M Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000922R0001)

Estratto test: posizione in cui i contatti di potenza sono disconnessi mentre i contatti ausiliari sono connessi

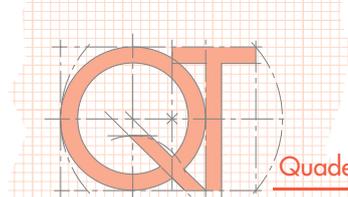
Supervisione con bus di campo Modbus RTU

Tabella A.2: Misure-dati-allarmi e comandi disponibili con interruttori scatolati Tmax T4, T5 e T6

		PR222DS/PD	PR223EF	PR223EF + VM210	PR223DS	PR223DS + VM210
Grandezze elettriche	Correnti di fase (IL1, IL2, IL3), corrente nel neutro (IN), corrente verso terra (I _g)	■	■	■	■	■
	Tensioni fase-fase (V12-V23-V31)			■		■
	Tensioni fase-neutro (V1-V2-V3)			■		■
	Fattore di picco (L1-L2-L3-N)		■	■	■	■
	Frequenza			■		■
	Potenza (attiva P, reattiva Q, apparente S) totale e di fase					■
	Fattore di potenza totale					■
	Energia (attiva, reattiva, apparente) totale					■
Informazioni di stato	Stato dell'interruttore (aperto, chiuso, intervenuto)	■	■	■	■	■
	Modalità (locale, remoto)	■	■	■	■	■
	Parametri di protezione impostati	■	■	■	■	■
Dati di manutenzione	Numero totale di operazioni	■	■	■	■	■
	Numero totale di trip	■	■	■	■	■
	Numero di trip test	■	■	■	■	■
	Numero di operazioni manuali	■	■	■	■	■
	Numero di trip distinto per le funzioni di protezione L-S-I-G	■	■	■	■	■
	Numero di trip distinto per le funzioni di protezione EF-SOS		■	■		
	Registrazione dati degli ultimi N° trip	1	20	20	20	20
Allarmi delle protezioni	Protezione I (trip)	■	■	■	■	■
	Protezioni L, S, G (temporizzazione e trip)	■	■	■	■	■
	Protezioni EF, SOS (trip)		■	■		
Allarmi di diagnostica	Comando di trip fallito	■	■	■	■	■
	Sovrarisaldamento comando motore MOE-E	■	■	■	■	■
	Trip coil disconnessa o guasta		■	■	■	■
Comandi	Apertura/chiusura dell'interruttore (con comando motore)	■	■	■	■	■
	Reset allarmi	■	■	■	■	■
	Reset interruttore (con comando motore)	■	■	■	■	■
	Impostazione curve e soglie delle protezioni	■	■	■	■	■
Eventi	Cambiamenti di stato dell'interruttore, delle protezioni e tutti gli allarmi	■	■	■	■	■

Per ulteriori informazioni sulle grandezze, i dati e gli allarmi disponibili si rimanda ai seguenti documenti:

- Instruction manual PR223EF Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000566R0001)
- Instruction manual PR223DS Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000658R0001)
- Instruction manual PR222DS/PD Modbus System Interface (codice documento: 1SDH000600R0001)



Supervisione con bus di campo Modbus RTU

Tabella A.3: Misure-dati-allarmi e comandi disponibili con interruttori scatenati SACE Tmax XT2 - XT4

Grandezze elettriche (valori run time)	Correnti di fase (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})	
	Corrente nel neutro (I_{N0}) ⁽¹⁾	
	Corrente verso terra (I_g)	
	Tensioni fase-fase (V_{12}, V_{23}, V_{31})	
	Tensioni fase-neutro (V_{1N}, V_{2N}, V_{3N}) ⁽³⁾	
	Frequenza	
	Potenza attiva totale (P_{tot}) e sulle tre fasi (P_1, P_2, P_3) ⁽³⁾	
	Potenza reattiva totale (Q_{tot}) e sulle tre fasi (Q_1, Q_2, Q_3) ⁽³⁾	
	Potenza apparente totale (S_{tot}) e sulle tre fasi (S_1, S_2, S_3) ⁽³⁾	
	Energia Attiva (positiva/negativa)	
	Energia Attiva totale	
	Energia Reattiva (positiva/negativa)	
	Energia Reattiva totale	
	Energia Apparente totale	
Fattore di potenza totale ($\cos_{\phi_{tot}}$) e di fase ($\cos_{\phi_1}, \cos_{\phi_2}, \cos_{\phi_3}$) ⁽³⁾		
Grandezze elettriche (valori on demand)(4)	Analisi armonica nelle fasi e nel neutro (spettro di corrente fino all'11a armonica a 50 Hz e 60 Hz)	
	THDi nelle fasi (L1, L2, L3) e nel neutro (Ne) a 50 Hz e 60 Hz	
Storico misure	Correnti di fase ($I_{L1max}, I_{L2max}, I_{L3max}, I_{L1min}, I_{L2min}, I_{L3min}$)	
	Corrente nel neutro (I_{N0max}, I_{N0min}) ⁽¹⁾	
	Tensioni fase-fase ($V_{12max}, V_{23max}, V_{31max}, V_{12min}, V_{23min}, V_{31min}$)	
	Tensioni fase-neutro ($V_{1Nmax}, V_{2Nmax}, V_{3Nmax}, V_{1Nmin}, V_{2Nmin}, V_{3Nmin}$) ⁽³⁾	
	Frequenza (valore massimo, valore minimo)	
	Potenza attiva totale (P_{totmax}, P_{totmin}) e sulle tre fasi ($P_{1max}, P_{2max}, P_{3max}, P_{1min}, P_{2min}, P_{3min}$) ⁽³⁾	
	Potenza reattiva totale (Q_{totmax}, Q_{totmin}) e sulle tre fasi ($Q_{1max}, Q_{2max}, Q_{3max}, Q_{1min}, Q_{2min}, Q_{3min}$) ⁽³⁾	
	Potenza apparente totale (S_{totmax}, S_{totmin}) e sulle tre fasi ($S_{1max}, S_{2max}, S_{3max}, S_{1min}, S_{2min}, S_{3min}$) ⁽³⁾	
	Informazioni di stato	Stato dell'interruttore (aperto/chiuso, intervenuto)
		Interruttore in reset
Modalità (locale, remoto)		
Parametri di protezione impostati (curve, tempi e soglie delle protezioni)		
Dati di manutenzione	Memoria termica attivata	
	Numero totale di operazioni (da chiuso ad aperto)	
	Numero totale di trip per intervento delle protezioni	
	Numero di trip test	
	Numero di operazioni (da chiuso ad aperto) con comando di apertura	
Allarmi delle protezioni	Numero di trip falliti	
	Registrazione dati degli ultimi 20 trip	
	Protezione I (trip)	
	Protezione S (temporizzazione e trip)	
	Protezione L (temporizzazione e trip)	
	Protezione G (temporizzazione e trip)	
	Protezioni R (blocco motore) e U (sbilanciamento e perdita corrente di fase) (temporizzazione e trip)	
Preallarme protezione L ⁽⁵⁾		
Allarmi di diagnostica	Protezione da minima tensione UV (temporizzazione e trip)	
	Protezione da massima tensione OV (temporizzazione e trip)	
Allarmi di diagnostica	Comando di trip fallito	
	Trip coil disconnessa o guasta	
	Comandi/Configurazioni	Apertura/chiusura dell'interruttore (con comando motore MOE-E)
		Reset interruttore (con comando motore MOE-E)
		Reset allarmi (Trip reset)
		Trip test
Settaggio dei parametri (curve, tempi e soglie) delle funzioni di protezione		
Configurazione del neutro (ON/OFF - 50%/100% delle fasi)		
Abilitazione/disabilitazione memoria termica		
Settaggio tensione nonimale		
Eventi Run Time	Cambiamenti di stato dell'interruttore, delle protezioni e di tutti gli allarmi	

1) Misura disponibile in presenza del neutro (con interruttore tetrapolare o interruttore tripolare + TA per neutro esterno)

2) Solo con sganciatore Ekip LSIg

3) Misure disponibili in presenza del neutro (con interruttore tetrapolare o interruttore tripolare + neutro esterno)

4) Informazioni disponibili su richiesta inviando un comando

5) Segnala che: 90%I1 < I < 120%I1

Supervisione con bus di campo Profibus DP e DeviceNet

Tabella A.4: Misure-dati-allarmi e comandi disponibili con interruttori aperti Emax, aperti X1 e scatolati Tmax T7

		E1÷E6			T7-X1		X1
		PR122/P+ PR120/D-M+ EP010	PR122/P+ PR120/D-M+ PR120/V+ EP010	PR123/P+ PR120/D-M+ EP010	PR332/P+ PR330/D-M+ EP010	PR332/P+ PR330/D-M+ PR330/V+ EP010	PR333/P+ PR330/D-M+ EP010
Grandezze elettriche	Correnti di fase (IL1, IL2, IL3), corrente nel neutro (IN), corrente di guasto a terra	■	■	■	■	■	■
	Tensioni (fase-fase, fase-neutro, residua)		■	■		■	■
	Potenza totale (attiva P, reattiva Q, apparente A)		■	■		■	■
	Fattore di potenza totale		■	■		■	■
	Frequenza		■	■		■	■
	Energia totale (attiva, reattiva, apparente)		■	■		■	■
	Calcolo armonico (THDi, THDv) fino alla 25a armonica (armoniche di ordine dispari)			■			■
Informazioni di stato	Stato dell'interruttore (aperto, chiuso, intervenuto)	■	■	■	■	■	■
	Posizione dell'interruttore (inserto, estratto test)	■	■	■	■	■	■
	Stato delle molle (cariche, scariche)	■	■	■	■	■	■
	Modalità (locale, remoto)	■	■	■	■	■	■
	Parametri di protezione impostati	■	■	■	■	■	■
Dati di Manutenzione	Numero totale di operazioni	■	■	■	■	■	■
	Numero totale di trip	■	■	■	■	■	■
Allarmi delle protezioni	Protezione L	■	■	■	■	■	■
	Protezione S	■	■	■	■	■	■
	Protezione I	■	■	■	■	■	■
	Protezione G	■	■	■	■	■	■
	Protezione da sbilanciamento delle correnti di fase U (temporizzazione e trip)	■	■	■	■	■	■
	Protezione da sovratemperatura interna al relè OT	■	■	■	■	■	■
	Protezione da sbilanciamento delle tensioni di fase U (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da minima tensione UV (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da massima tensione OV (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da tensione residua RV (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da inversione di potenza attiva RP (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da sotto-frequenza UF (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
	Protezione da sovra-frequenza OF (temporizzazione e trip)		■	■		■	■
Protezione direzionale D (temporizzazione e trip)			■			■	
Allarmi di diagnostica	Comando di TRIP fallito	■	■	■	■	■	■
	Usura contatti = 100%	■	■	■	■	■	■
	Rating Plug disconnesso	■	■	■	■	■	■
	Trip coil (TC) disconnessa o guasta	■	■	■	■	■	■
	Sensori di corrente disconnessi	■	■	■	■	■	■
Comandi	Apertura/chiusura dell'interruttore	■	■	■	■	■	■
	Reset allarmi (Trip reset)	■	■	■	■	■	■

Per ulteriori informazioni sulle grandezze, i dati e gli allarmi disponibili si rimanda al seguente documento:
Modbus/FBP Interface - User and Operator Manual (codice del documento 1SDH000510R0001)

Estratto test: posizione in cui i contatti di potenza sono disconnessi mentre i contatti ausiliari sono connessi

Supervisione con bus di campo Profibus DP e DeviceNet

Tabella A.5: Misure-dati-allarmi e comandi disponibili con interruttori scatola T4, T5 e T6

		PR222DS/PD + EP010	PR223EF + EP010	PR223EF + VM210 + EP010
Grandezze elettriche	Correnti di fase (IL1, IL2, IL3), Corrente nel neutro (IN), Corrente verso terra (I _g)	■	■	■
	Tensioni fase-fase (V12, V23, V31)			■
	Tensioni fase-neutro (V1, V2, V3)			■
	Fattore di picco (L1, L2, L3, N)		■	■
	Frequenza			■
	Potenza (Attiva P, Reattiva Q, Apparente A) totale e di fase			
	Fattore di potenza totale			
	Energia (Attiva, Reattiva, Apparente) totale			
Informazioni di stato	Stato dell'interruttore (aperto, chiuso, intervenuto)	■	■	■
	Modalità (locale, remoto)	■	■	■
	Parametri di protezione impostati	■	■	■
Dati di Manutenzione	Numero totale di operazioni	■	■	■
	Numero totale di trip	■	■	■
	Numero di trip distinto per le funzioni di protezione L-S-I-G	■	■	■
	Numero di trip distinto per le funzioni di protezione EF-SOS		■	■
	Numero di trip tests		■	■
	Numero di operazioni manuali		■	■
Allarmi delle Protezioni	Protezione L (temporizzazione e trip)	■	■	■
	Protezione S (temporizzazione e trip)	■	■	■
	Protezione G (temporizzazione e trip)	■	■	■
	Protezione I	■	■	■
	Protezioni EF, SOS		■	■
Allarmi di diagnostica	Comando di trip fallito	■	■	■
	Sovrariscaldamento MOE-E	■	■	■
	Trip coil disconnessa o guasta		■	■
Comandi	Apertura/chiusura dell'interruttore (con comando motore)	■	■	■
	Reset interruttore (con comando motore)	■	■	■
	Reset allarmi	■	■	■
Eventi	Cambiamenti di stato dell'interruttore, delle protezioni e tutti gli allarmi	■	■	■

Per ulteriori informazioni sulle grandezze, i dati e gli allarmi disponibili si rimanda al seguente documento:
Modbus/FBP Interface - User and Operator Manual (codice del documento 1SDH000510R0001)

Supervisione con bus di campo Profibus DP e DeviceNet

Tabella A.6: Misure-dati-allarmi e comandi disponibili con interruttori scatola SACE Tmax XT2-XT4

		Ekip LSI + Ekip Com + EP010	Ekip LSI + Ekip Com + EP010
Grandezze elettriche	Correnti di fase (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})	■	■
	Corrente nel neutro (I_{N0}) ⁽¹⁾	■	■
	Corrente verso terra (I_g)		■
Informazioni di stato	Stato dell'interruttore (aperto/chiuso)	■	■
	Stato dell'interruttore (interventato)	■	■
	Stato dell'interruttore (reset)	■	■
	Modalità (locale, remoto)	■	■
	Parametri di protezione impostati (curve e soglie delle protezioni)	■	■
	Memoria termica attivata	■	■
Dati di manutenzione	Numero totale di operazioni	■	■
	Numero totale di trip per intervento delle protezioni	■	■
	Numero di trip test	■	■
	Numero di operazioni manuali (con comando di apertura)	■	■
	Numero di trip falliti	■	■
	Registrazione dati degli ultimi 15 trip	■	■
Allarmi delle protezioni	Protezione I (trip)	■	■
	Protezione S (temporizzazione e trip)	■	■
	Protezione L (temporizzazione e trip)	■	■
	Protezione G (temporizzazione e trip)		■
	Preallarme protezione L ⁽²⁾	■	■
Allarmi di diagnostica	Comando di trip fallito	■	■
	Trip coil disconnessa o guasta	■	■
Comandi	Apertura/chiusura dell'interruttore (con comando motore MOE-E)	■	■
	Reset interruttore (con comando motore MOE-E)	■	■
	Reset allarmi (Ttrip reset)	■	■
	Trip test	■	■
Eventi Run Time	Cambiamenti di stato dell'interruttore, delle protezioni e di tutti gli allarmi	■	■

(1) Misura disponibile in presenza del neutro (con interruttore tetrapolare o interruttore tripolare + TA per neutro esterno)

(2) Segnala che: $90\%I_1 < I < 120\%I_1$

Appendice B: Caratteristiche elettriche della tensione di alimentazione ausiliaria

L'alimentazione ausiliaria deve essere fornita esternamente tramite l'utilizzo di un alimentatore galvanicamente isolato.

Poiché è richiesta una tensione ausiliaria isolata da terra, è necessario impiegare "convertitori galvanicamente separati" conformi alla norma IEC 60950 (UL 1950) o sue equivalenti (IEC 60364-41 e CEI 64-8) che garantiscono una corrente di modo comune o corrente di fuga (vedi IEC 478/1 e CEI 22/3) non superiore a 3,5 mA.

Interruttori aperti Emax E1÷E6, aperti Emax X1 e scatolati Tmax T7-T7M

Per gli interruttori aperti Emax, Emax X1 e scatolati Tmax T7, l'alimentazione ausiliaria è portata in morsettiera ai morsetti contrassegnati con K1 (per il polo + dell'alimentatore) e K2 (per il polo - dell'alimentatore).

Le caratteristiche dell'alimentazione ausiliaria, per i rispettivi interruttori, sono riportate nelle seguenti tabelle:

Emax E1÷E6

Caratteristiche elettriche	PR122/P-PR123/P	PR122/DC-PR123/DC	PR122/VF ⁽²⁾
Tensione nominale	24 V c.c. ± 20%	24 V c.c. ± 20%	24 V c.c. ± 20%
Ondulazione massima	± 5%	± 5%	± 5%
Corrente allo spunto @24V	~ 10 A per 5 ms	~ 10 A per 5 ms	~ 10 A per 5 ms
Corrente nominale @24V	~ 170 mA ⁽¹⁾	-	-
Potenza nominale @24V	4 W ⁽¹⁾	~ 4 W ⁽¹⁾	~ 4 W ⁽¹⁾

- (1) Valore riferito all'alimentazione dello sganciatore PR12X/P o PR12x/DC o PR122/VF + modulo di comunicazione PR120/D-M.
- (2) Per il collegamento dell'alimentazione ausiliaria allo sganciatore si deve utilizzare una coppia, di cavi intrecciati, schermata (es: cavo tipo BELDEN 3105A/3105B). Lo schermo deve essere collegato a terra all'estremità del collegamento verso lo sganciatore.

Emax X1 e Tmax T7-T7M

Caratteristiche elettriche.	PR332/P-PR333/P
Tensione nominale	24 V c.c. ± 20%
Ondulazione massima	5%
Corrente allo spunto @24 V	10 A per 5 ms
Corrente nominale @24 V	~ 170 mA*
Potenza nominale @24 V	4 W*

* Valore riferito all'alimentazione di: PR33X/P+modulo di comunicazione PR330/D-M

Interruttori scatolati Tmax T4-T5-T6

Le caratteristiche elettriche della tensione di alimentazione ausiliaria Vaux sono riportate nella seguente tabella:

Caratteristiche elettriche	PR222DS/PD	PR223DS PR223EF
Tensione nominale	24 V c.c. ± 20%	24 V c.c. ± 20%
Ondulazione massima	± 5%	± 5%
Corrente allo spunto @24 V	1 A per 30 ms	~ 4 A per 0.5 ms
Corrente nominale @24 V	100 mA	~ 80 mA
Potenza nominale @24 V	2.5 W	~ 2 W

Per gli interruttori scatolati T4, T5 e T6 l'alimentazione ausiliaria è portata agli sganciatori PR222DS/PD, PR223EF e PR223DS attraverso i morsetti 3 e 4 del connettore posteriore X3 come mostrato nella seguente figura:

Figura B.1: Schema elettrico di collegamento della tensione ausiliaria per lo sganciatore PR223DS

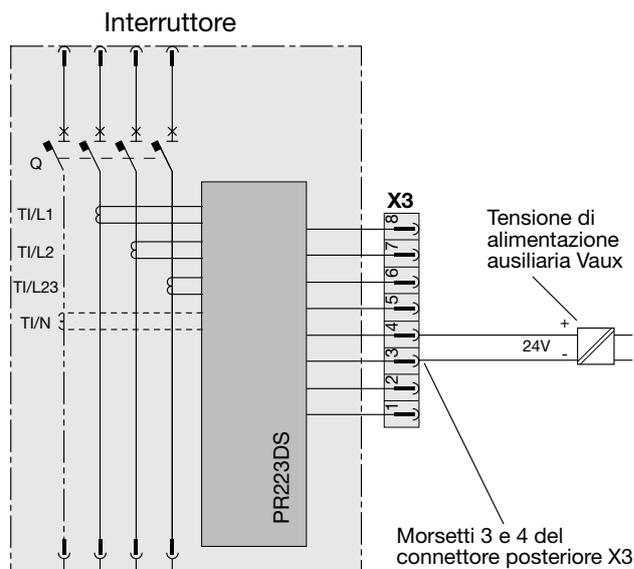
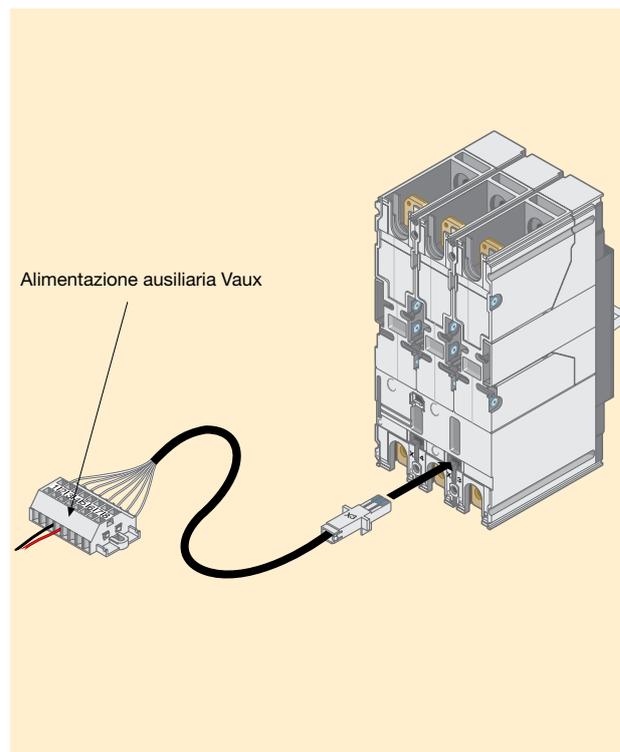
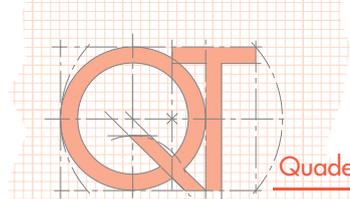


Figura B.2: Alimentazione ausiliaria per scatolati Tmax T4, T5 e T6





Interruttori scatolati SACE Tmax XT2 - XT4

L'alimentazione ausiliaria, per gli interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4, è portata al modulo Ekip Com e allo sganciatore elettronico attraverso i cavi contrassegnati con K1 (dal polo + dell'alimentatore) e K2 (dal polo - dell'alimentatore).

Le caratteristiche per la tensione di alimentazione ausiliaria Vaux sono riportate nella seguente tabella:

Caratteristiche elettriche	Ekip LSI/LSIG Ekip E-LSIG Ekip M-LRIU	Ekip Com
Tensione nominale	24V c.c. \pm 20%	24V c.c. \pm 20%
Ondulazione massima	\pm 5%	\pm 10%
Corrente allo spunto @24V	500 mA per 20 ms	1 A per 0.05 ms
Corrente nominale @24V	20 mA	22 mA \pm 20%
Potenza nominale @24V	480 mW	530 mW

Quando lo sganciatore elettronico è usato con il modulo Ekip Com, i dati di potenze e correnti si sommano tra loro.

Appendice C: I moduli di comunicazione

Interruttori aperti Emax: E1 ÷ E6

- Il modulo di comunicazione PR120/D-M

	Protocollo	Modbus RTU
	Interfaccia fisica	RS-485
	Baud rate	9600-19200 bit/s

Il modulo di comunicazione è alimentato direttamente dallo sganciatore PR122/P/DC/VF-PR123/P/DC che a sua volta è alimentato dalla tensione ausiliaria Vaux. I dati tecnici sono riportati nella seguente tabella.

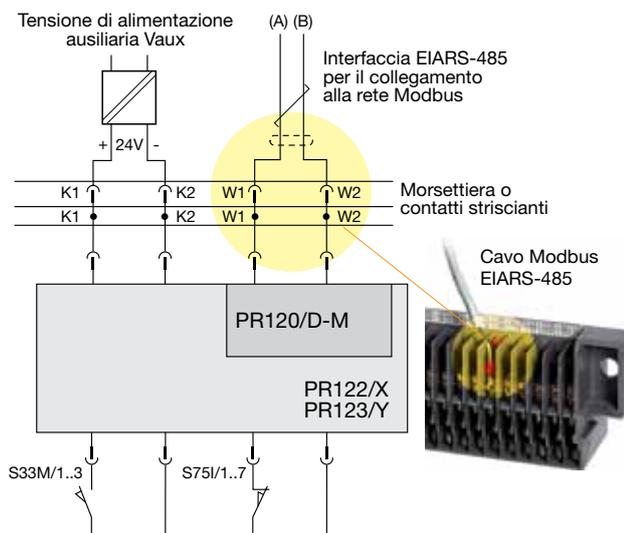
	PR122*/PR123	PR120/D-M
Alimentazione (galvanicamente isolata)	ausiliaria 24 V c.c. ± 20%	da PR122/PR123
Ondulazione massima	5%	-
Corrente allo spunto @24 V	~ 10 A per 5 ms	-
Corrente nominale @24 V	~ 130 mA	+ 40 mA
Potenza nominale @24 V	~ 3 W	+ 1 W

(*) Con sganciatore PR122/VF, per il collegamento dell'alimentazione ausiliaria allo sganciatore si deve utilizzare una coppia, di cavi intrecciati, schermata (es: cavo tipo BELDEN 3105A/3105B). Lo schermo deve essere collegato a terra all'estremità del collegamento verso lo sganciatore.

- Collegamento alla rete Modbus

Gli sganciatori PR122/P/DC/VF-PR123/P/DC si collegano alla rete Modbus tramite il modulo di comunicazione PR120/D-M secondo lo schema riportato in figura.

Figura C.1: Schema di collegamento del PR12X/P alla rete Modbus tramite il modulo PR120/D-M.



Nota:
W1-W2: morsetti per il collegamento del cavo Modbus
K1-K2: morsetti per l'alimentazione ausiliaria Vaux
S33M/1..3: contatti di segnalazione molle cariche
S75I/1..7: contatti di segnalazione interruttore inserito (per interruttore estraibile)

X: P/DC/VF

Y: P/DC

Con sganciatore PR122/VF, per il collegamento dell'alimentazione ausiliaria allo sganciatore si deve utilizzare una coppia, di cavi intrecciati, schermata (es: cavo tipo BELDEN 3105A/3105B). Lo schermo deve essere collegato a terra all'estremità del collegamento verso lo sganciatore.

All'interno del modulo PR120/D-M sono contenuti i contatti K51/YO (per comandare direttamente la bobina di apertura YO) e K51/YC (per comandare direttamente la bobina di chiusura YC) per l'esecuzione dei comandi di apertura e chiusura da remoto dell'interruttore.

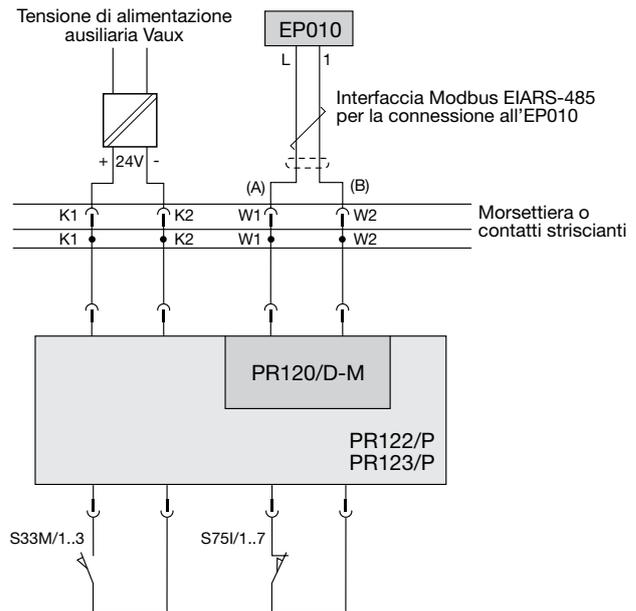
Con modulo di comunicazione PR120/D-M, l'alimentazione delle bobine YO e YC non deve essere derivata dall'alimentazione principale e può avere valori massimi di tensione pari a:

- 110-120 V c.c.
- oppure
- 240-250 V c.a.

- Connessione all'unità EP010

Gli sganciatori PR122/P e PR123/P si connettono all'unità EP010 attraverso il modulo di comunicazione PR120/D-M.

Figura C.2: Schema di collegamento del PR122/P-PR123/P all'unità EP010.



Nota:

W1-W2: morsetti per il collegamento del cavo Modbus

K1-K2: morsetti per l'alimentazione ausiliaria Vaux

L-1: morsetti per il canale Modbus

S33M/1..3: contatti di segnalazione molle cariche

S75I/1..7: contatti di segnalazione interruttore inserito (per interruttore estraibile).

Il cavo Modbus che collega l'unità EP010 allo sganciatore, deve avere una lunghezza massima di 1 m.

Interruttori aperti Emax X1 ed interruttori scatolati Tmax T7

- Il modulo di comunicazione PR330/D-M

	Protocollo	Modbus RTU
	Interfaccia fisica	RS-485
	Baud rate	9600-19200 bit/s

Il modulo di comunicazione è alimentato direttamente dallo sganciatore PR332/P e PR333/P che a sua volta è alimentato dalla tensione ausiliaria Vaux. I dati tecnici sono riportati nella seguente tabella.

	PR332/PR333	PR330/D-M
Alimentazione (galvanicamente isolata)	ausiliaria 24 V c.c. ± 20%	da PR332/PR333
Ondulazione massima	5%	-
Corrente allo spunto @24 V	2 A per 5 ms	-
Corrente nominale @24 V	~ 130 mA	+ 40 mA
Potenza nominale @24 V	~ 3 W	+ 1 W

- L'unità di attuazione PR330/R

Gli interruttori Emax X1 e Tmax T7 possono eseguire comandi di apertura e chiusura da remoto quando, insieme al modulo di comunicazione PR330/D-M, montano anche l'unità di attuazione PR330/R.

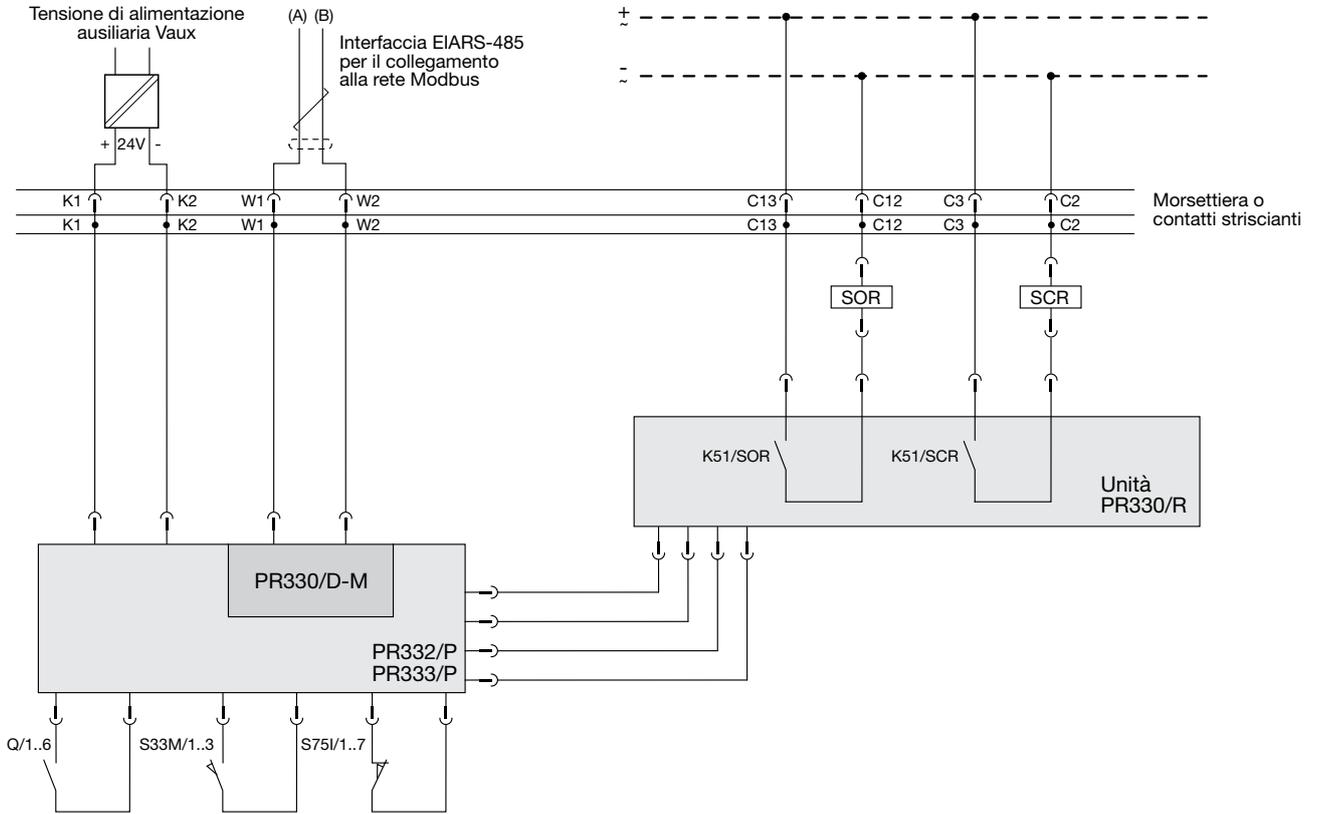
Questo dispositivo consente la realizzazione di tali comandi attraverso i contatti interni K51/SCR (per comandare la bobina di chiusura SCR) e K51/SOR (per comandare la bobina di apertura SOR). Vedi Figura C.3.



- Collegamento alla rete Modbus

Gli sganciatori PR332/P e PR333/P si collegano alla rete Modbus tramite il modulo di comunicazione PR330/D-M secondo lo schema riportato in figura C.3.

Figura C.3: Schema di collegamento del PR33X/P alla rete Modbus tramite il modulo PR330/D-M



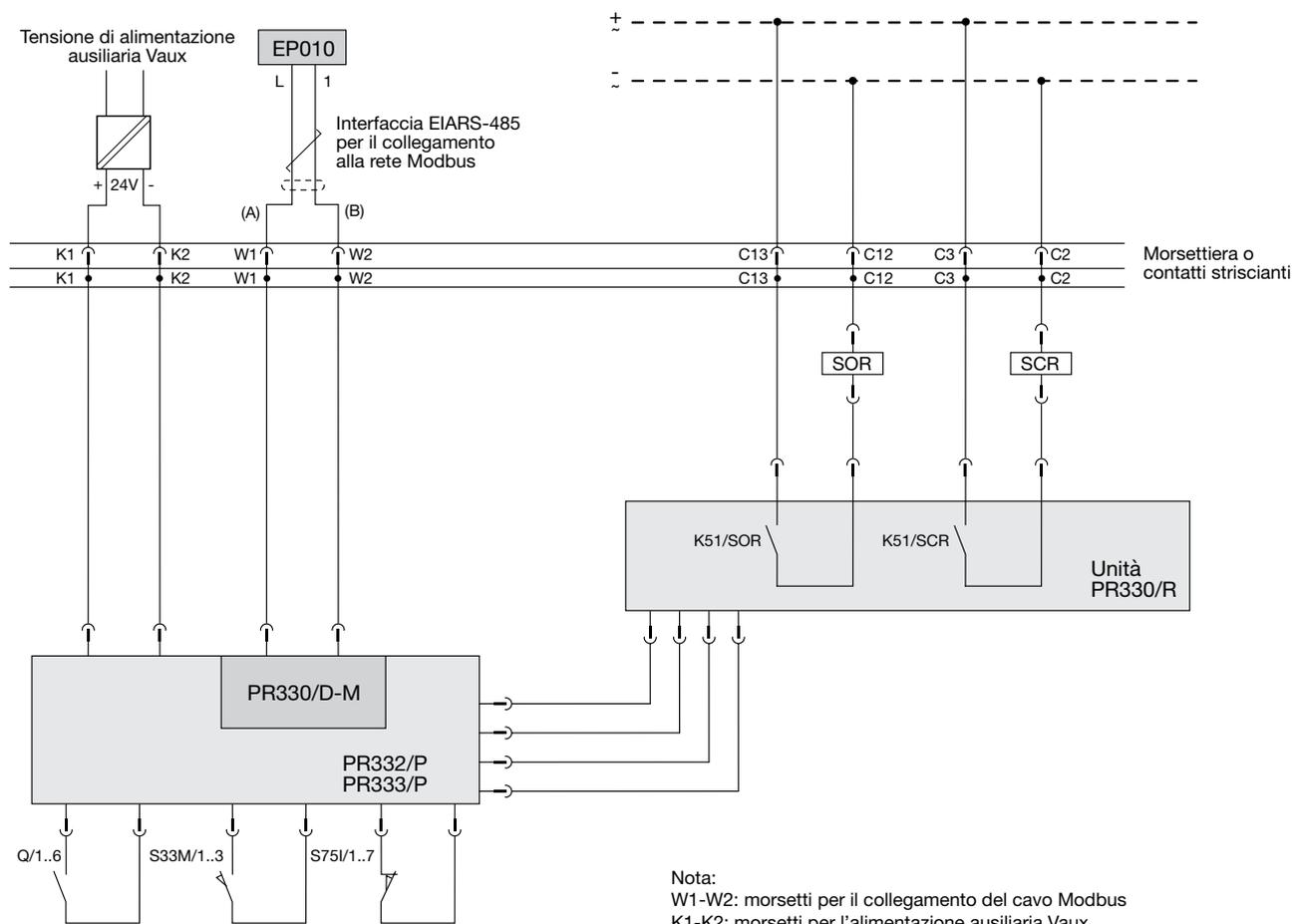
Nota:

- W1-W2: morsetti per il collegamento del cavo Modbus
 - K1-K2: morsetti per l'alimentazione ausiliaria Vaux
 - SOR: bobina di apertura
 - SCR: bobina di chiusura
 - K51/SOR: contatto per il comando della bobina di apertura
 - K51/SCR: contatto per il comando della bobina di chiusura
 - Q/1..6: contatti ausiliari AUX (per Tmax T7)
 - S33M/1..3: contatti di segnalazione molle cariche
 - S75I/1..7: contatti di segnalazione interruttore inserito (per interruttore estraibile)
- L'alimentazione delle bobine SOR e SCR non deve essere derivata dall'alimentazione principale e può avere valori massimi di tensione pari a:
- 110-120 V c.c.
 - oppure
 - 240-250 V c.a.

- Connessione all'unità EP010

Gli sganciatori PR332/P e PR333/P si connettono all'unità EP010 attraverso il modulo di comunicazione PR330/D-M.

Figura C.4: Schema di collegamento del PR33X/P all'unità EP010



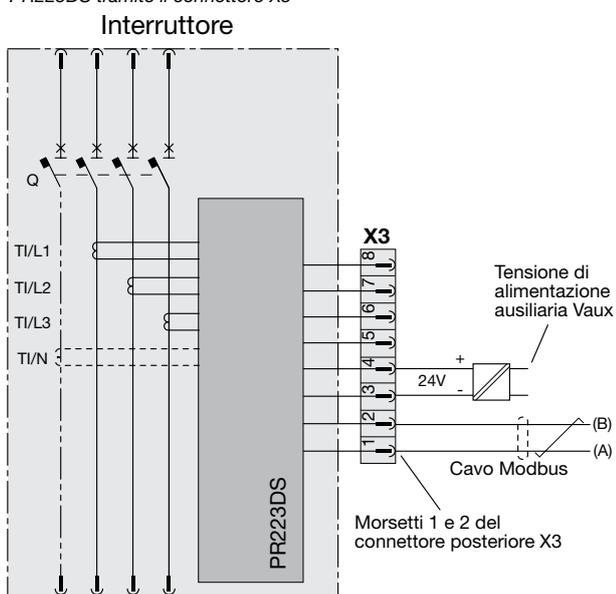
Nota:
 W1-W2: morsetti per il collegamento del cavo Modbus
 K1-K2: morsetti per l'alimentazione ausiliaria Vaux
 L-1: morsetti per il canale Modbus
 SOR: bobina di apertura
 SCR: bobina di chiusura
 K51/SOR: contatto per il comando della bobina di apertura
 K51/SCR: contatto per il comando della bobina di chiusura
 Q/1..6: contatti ausiliari AUX (per Tmax T7)
 S33M/1..3: contatti di segnalazione molle cariche
 S75I/1..7: contatti di segnalazione interruttore inserito (per interruttore estraibile)
 Il cavo Modbus che collega l'unità EP010 allo sganciatore, deve avere una lunghezza massima di 1 m.
 L'alimentazione delle bobine SOR e SCR non deve essere derivata dall'alimentazione principale e può avere valori massimi di tensione pari a:
 - 110-120 V c.c.
 oppure
 - 240-250 V c.a.

Interruttori scatolati Tmax T4-T5-T6

- Collegamento alla rete Modbus.

Il collegamento alla rete Modbus degli interruttori scatolati T4, T5 e T6 equipaggiati con gli sganciatori PR222DS/PD, PR223EF e PR223DS avviene tramite i morsetti 1 e 2 dell'apposito connettore posteriore X3 secondo lo schema di Figura C.5.

Figura C.5: Schema di collegamento alla rete Modbus dello sganciatore PR223DS tramite il connettore X3



- Connessione all'unità EP010

Per gli interruttori scatolati T4, T5 e T6 la connessione all'unità EP010 avviene tramite i morsetti 1 e 2 del connettore posteriore X3.

Figura C.7: Schema di collegamento all'unità EP010 di un Tmax

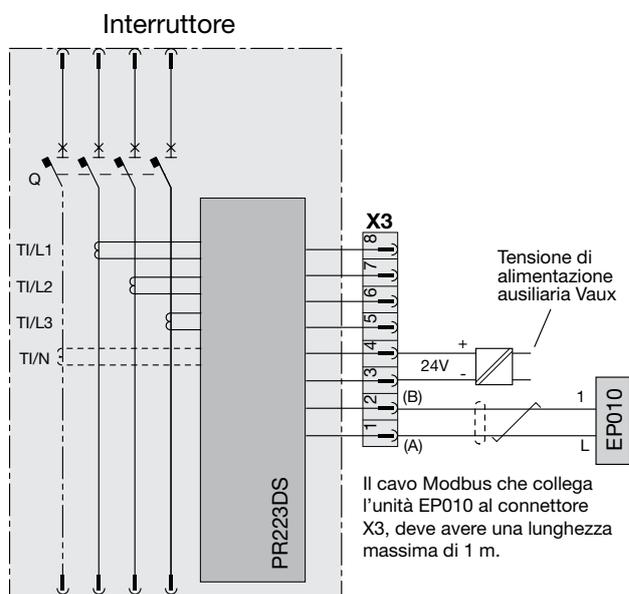
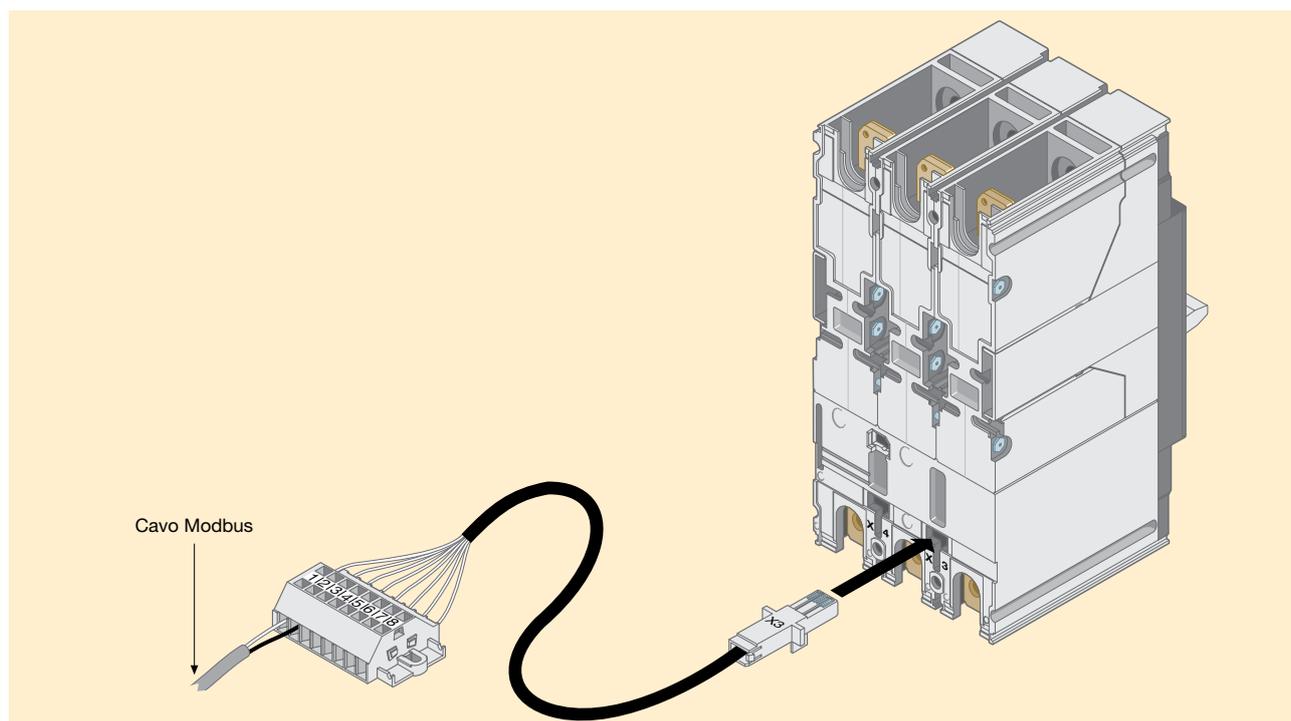


Figura C.6: Connessione alla rete Modbus dei Tmax T4, T5 e T6 tramite il connettore X3



Interruttori scatolati SACE Tmax XT2-XT4

- Il modulo di comunicazione Ekip Com



Protocollo	Modbus RTU
Interfaccia fisica	RS-485
Baud rate	9600-19200 bit/s

L'Ekip Com è l'interfaccia di comunicazione che permette di:

- collegare gli sganciatori elettronici Ekip, con funzionalità di dialogo, nei bus di campo Modbus RTU;
- comandare da un sistema remoto il motore MOE-E;
- rilevare lo stato (aperto/chiuso, scattato) dell'interruttore.

L'Ekip Com è disponibile in due versioni, una per gli interruttori in esecuzione fissa/rimovibile e una per gli interruttori in esecuzione estraibile.

Per la comunicazione su reti Modbus è necessaria una tensione ausiliaria Vaux a 24 V c.c., che alimenta il modulo di comunicazione e lo sganciatore elettronico. Per le caratteristiche elettriche della tensione di alimentazione ausiliaria vedere l'Appendice B.

- Collegamento alla rete Modbus

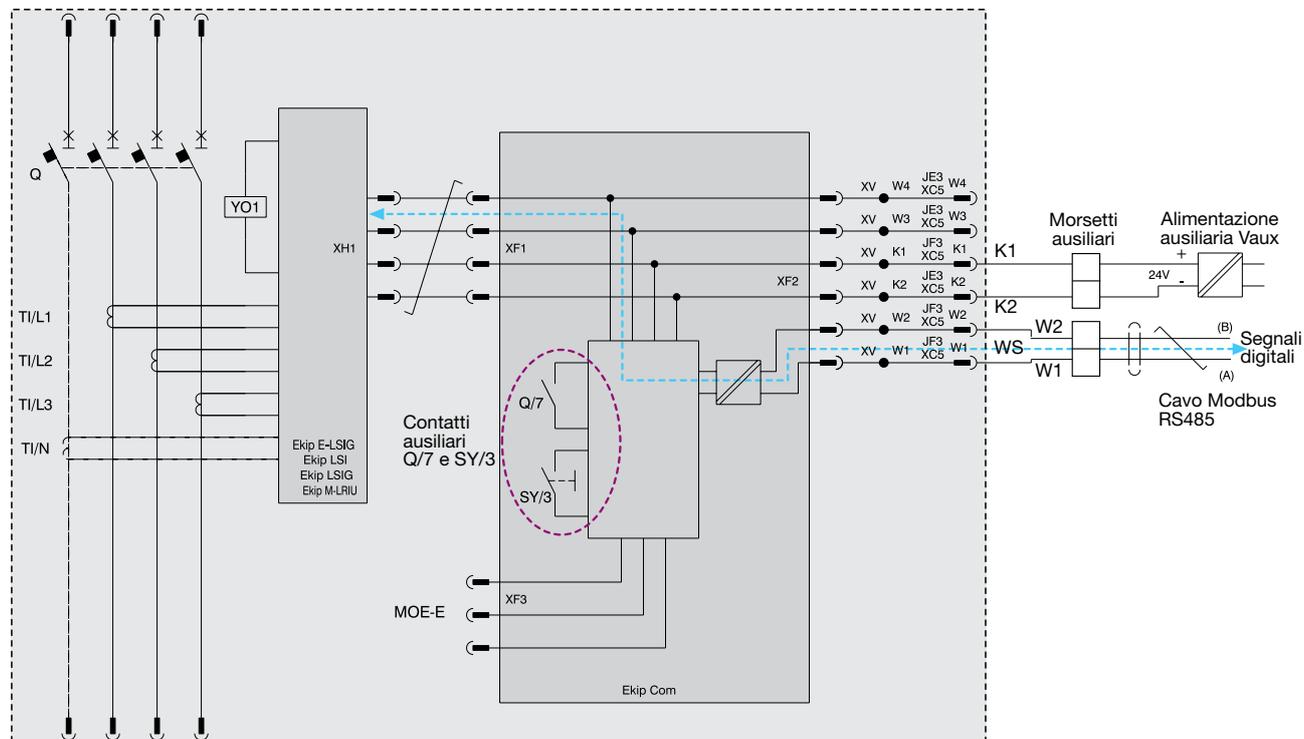
Gli sganciatori elettronici Ekip E-LSIG, Ekip LSI, Ekip LSIg ed Ekip M-LRIU si collegano alla rete Modbus attraverso il modulo di comunicazione Ekip Com.

Integrati nell'Ekip Com ci sono i contatti ausiliari Q/7, per la segnalazione d'interruttore aperto/chiuso, e SY/3, per la segnalazione d'interruttore in posizione di scattato¹¹ (vedi Figura C.8); con questi contatti si rendono disponibili al sistema remoto di supervisione le informazioni relative allo stato dell'interruttore.

Con l'interruttore in esecuzione estraibile si collega lo sganciatore alla rete Modbus attraverso i cavi W1 e W2 in uscita dalla parte fissa (la presa), del connettore JF3, alloggiata nella parte fissa dell'interruttore (vedere Figure C.8, C.9 e C.10).

¹¹ SY/3: contatto per la segnalazione elettrica d'interruttore aperto per intervento di sganciatore magnetico/termomagnetico, sganciatore a microprocessore (elettronico), sganciatore di apertura, sganciatore di minima tensione, sganciatore differenziale.

Figura C.8: Schema elettrico di collegamento alla rete Modbus degli sganciatori Ekip E-LSIG, Ekip LSI, Ekip LSIg ed Ekip M-LRIU con modulo Ekip Com. Interruttore in esecuzione estraibile.



È a cura del cliente:
 - il cablaggio dei cavi (W1, W2, K1 e K2) ai morsetti ausiliari;
 - la scelta ed il cablaggio dei morsetti ausiliari, dell'alimentazione ausiliaria e del cavo di comunicazione Modbus RS485.

Figura C.9: Modulo Ekip Com per interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4 in esecuzione estraibile.

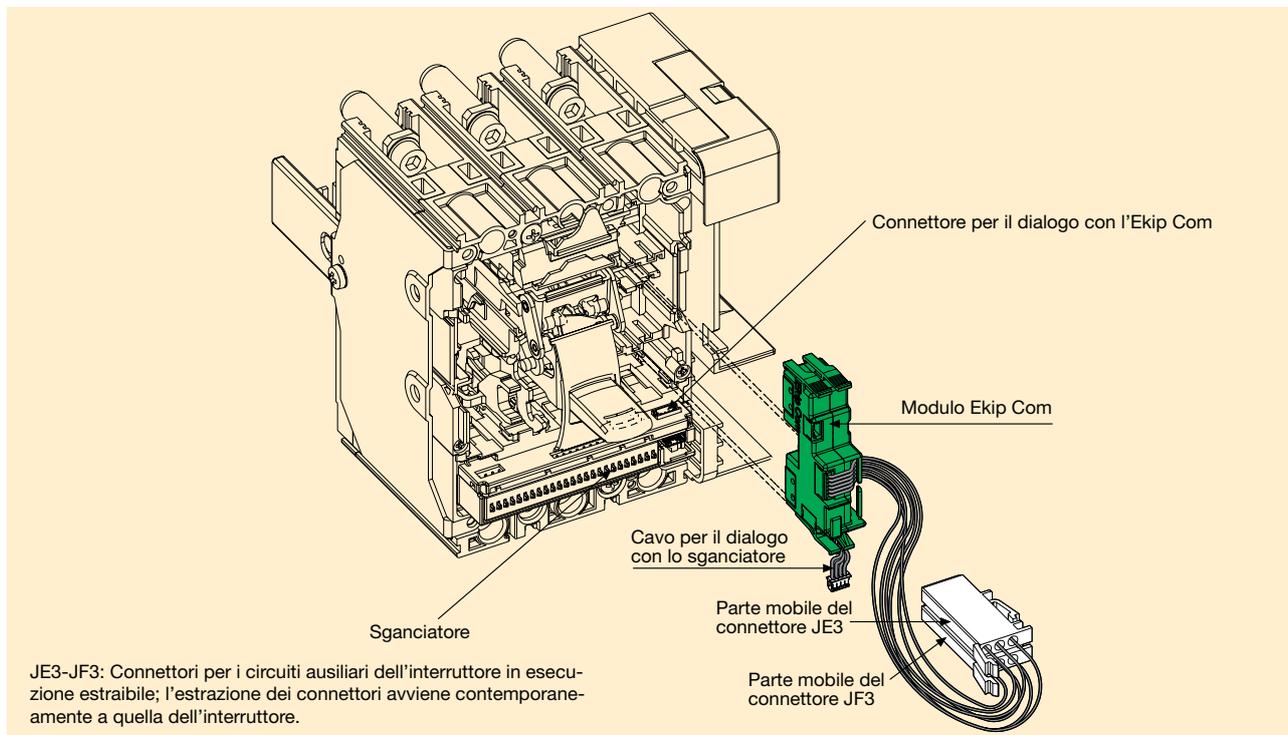
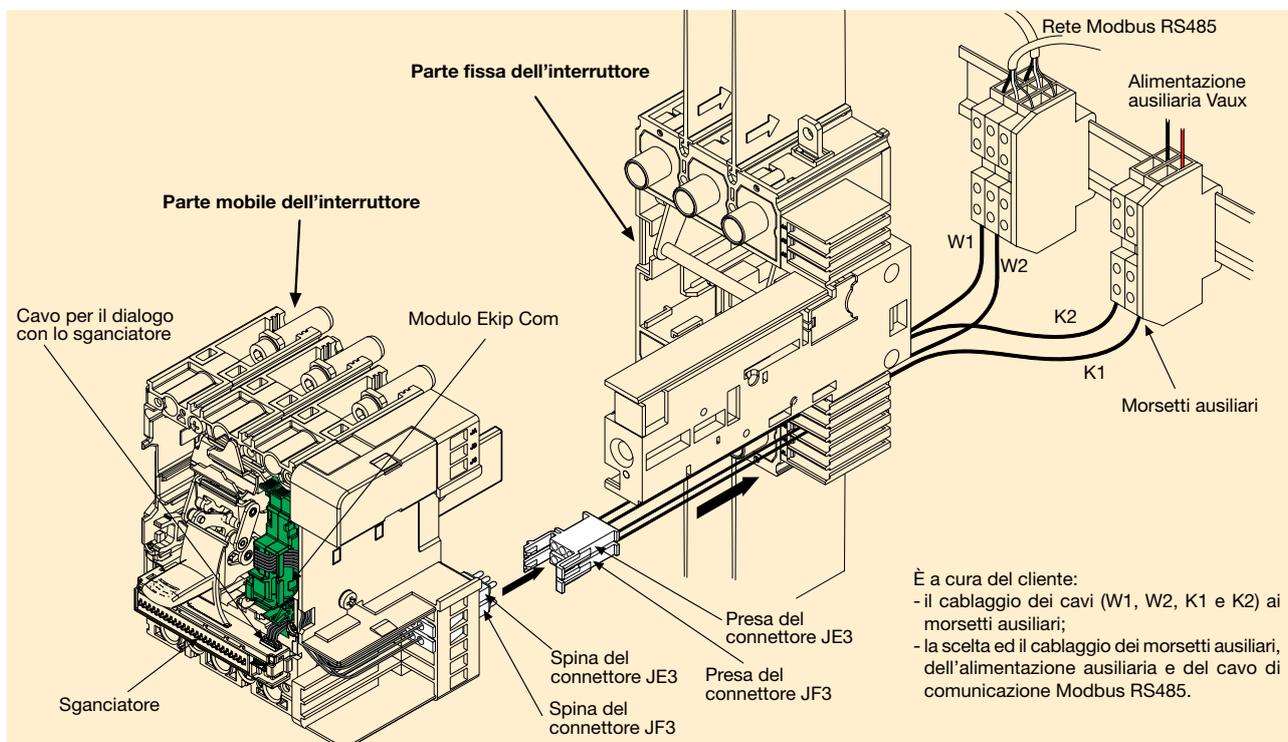


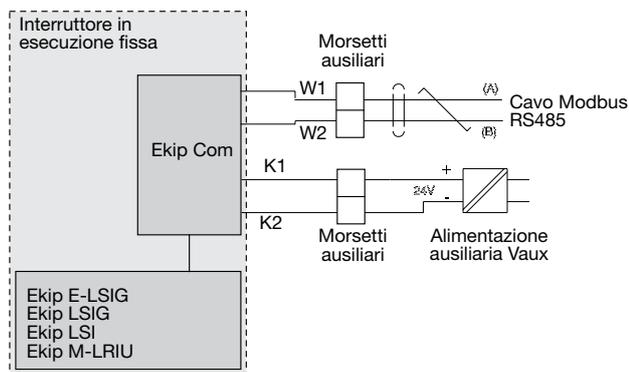
Figura C.10: Collegamento alla rete Modbus d'interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4 in esecuzione estraibile.



Quando s'inserisce la parte mobile dell'interruttore nella parte fissa, l'accoppiamento tra la presa (parte fissa) del connettore JF3 (inserita nella parte fissa dell'interruttore) e la spina (parte mobile) del connettore JF3 (inserita nella parte mobile dell'interruttore),realizza la continuità

del cablaggio per la connessione dello sganciatore alla rete Modbus. L'accoppiamento della parte fissa con la corrispondente parte mobile, dei connettori JE3 e JF3, realizza anche la continuità del cablaggio per portare l'alimentazione ausiliaria all'Ekip Com e allo sganciatore.

Con gli interruttori SACE Tmax XT2-XT4 in esecuzione fissa si collega lo sganciatore alla rete Modbus attraverso i cavi W1 e W2, secondo il seguente schema:



È a cura del cliente:

- il cablaggio dei cavi (W1, W2, K1 e K2) ai morsetti ausiliari;
- la scelta ed il cablaggio dei morsetti ausiliari, dell'alimentazione ausiliaria e del cavo Modbus RS485.

Figura C.11: Modulo Ekip Com per interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4 in esecuzione fissa.

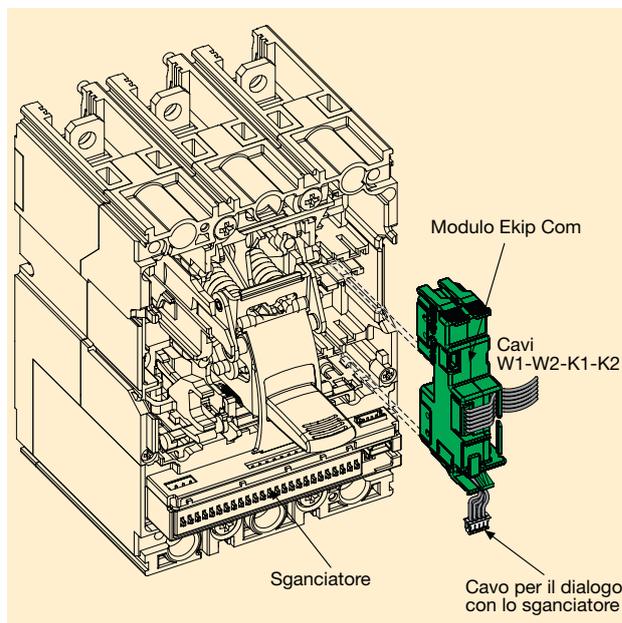
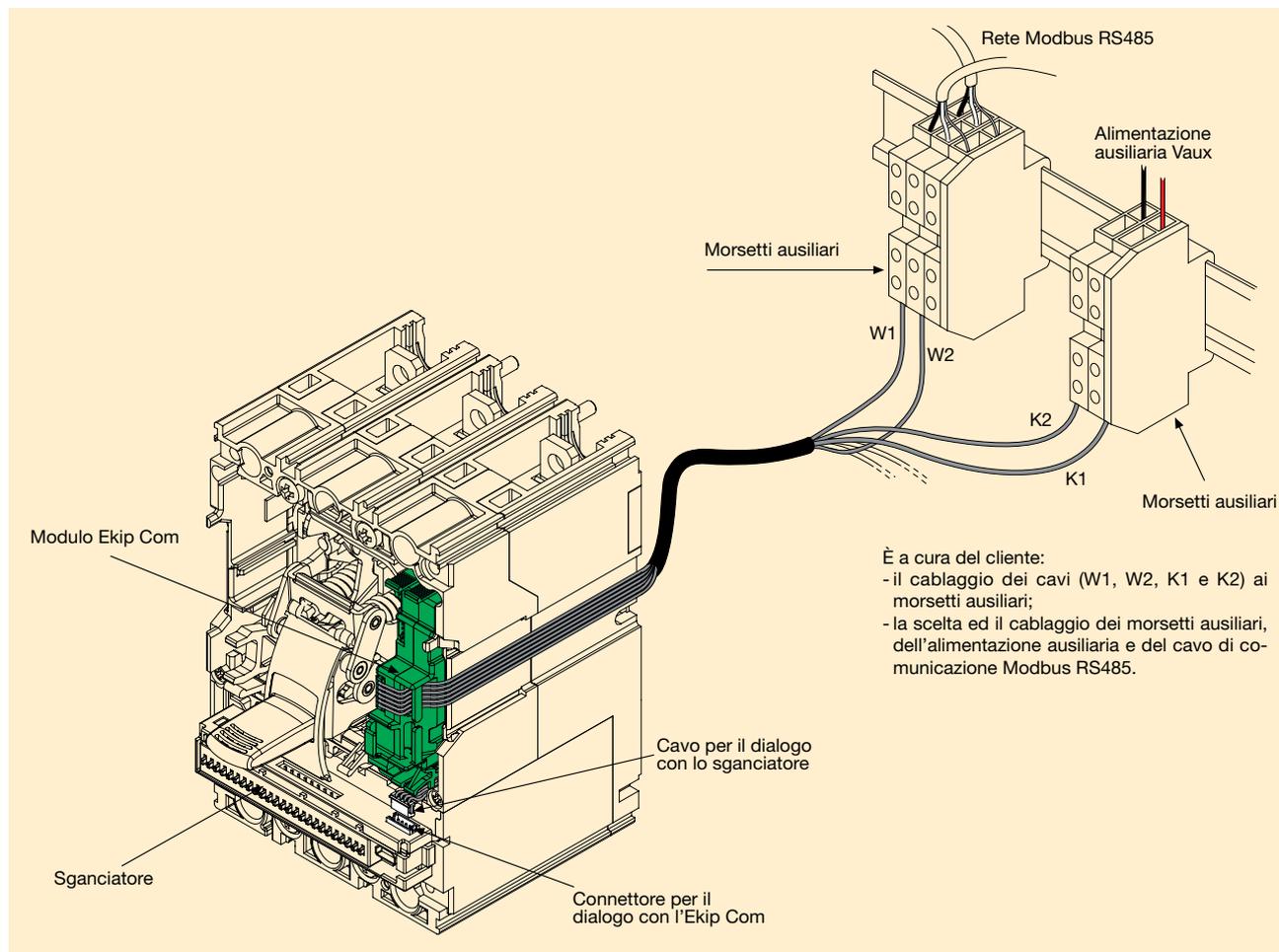
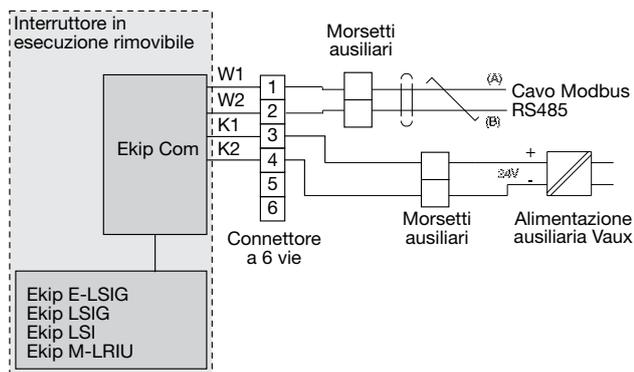


Figura C.12: Collegamento alla rete Modbus dei SACE Tmax XT2 e XT4 in esecuzione fissa.



Con gli interruttori SACE Tmax XT2-XT4 in esecuzione rimovibile il collegamento degli sganciatori elettronici Ekip, con funzionalità di dialogo, alla rete Modbus si realizza tramite il connettore a 6 vie (XC5), secondo il seguente schema:



XC5: connettore presa-spina da fondo quadro a 6 vie per i circuiti ausiliari dell'interruttore in esecuzione rimovibile.

È a cura del cliente:

- il cablaggio dei cavi (W1, W2, K1 e K2) al connettore XC5;
- la scelta ed il cablaggio dei morsetti ausiliari, del cavo di comunicazione Modbus RS485 e dell'alimentazione ausiliaria.

L'accoppiamento tra la presa (parte fissa), del connettore a 6 vie, e la corrispondente spina (parte mobile), realizza la continuità del cablaggio per la connessione dello sganciatore alla rete Modbus.

- Connessione all'unità EP010

Gli interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4, equipaggiati con sganciatori elettronici Ekip LSI ed Ekip LSIg, si connettono all'unità EP010 attraverso:

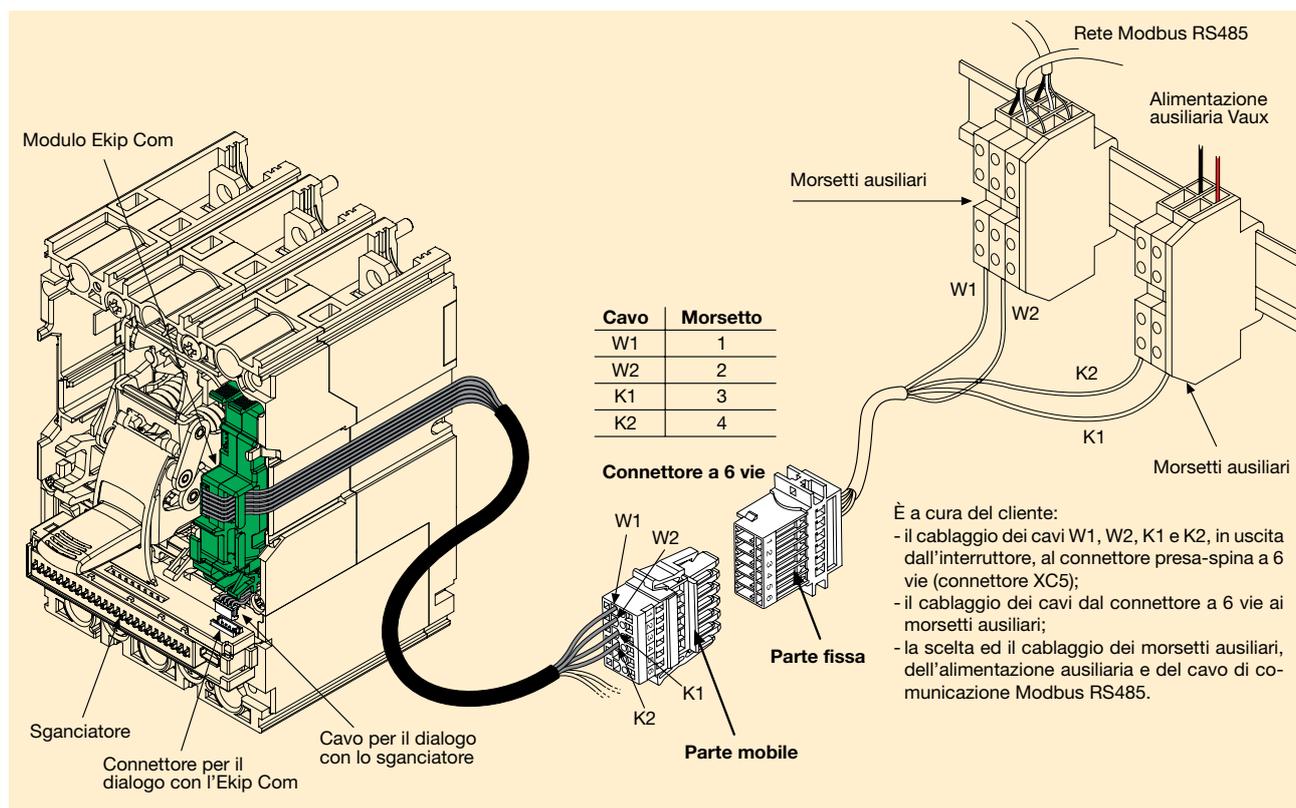
- i cavi W1 e W2 in uscita dal modulo Ekip Com installato nell'interruttore (con interruttore in esecuzione fissa);
- i cavi W1 e W2 in uscita dalla parte fissa (la presa), del connettore JF3, alloggiata nella parte fissa dell'interruttore (con interruttore in esecuzione estraibile);
- i cavi che escono dai morsetti 1 (per W1) e 2 (per W2) della parte fissa (la presa) del connettore presa-spina da fondo quadro a 6 pin (con interruttore in esecuzione rimovibile).

Il collegamento, tra i cavi/morsetti di comunicazione, W1 e W2, degli sganciatori elettronici Ekip e i morsetti Modbus, L (left) e 1 (right), dell'unità EP010, deve essere fatto secondo la seguente tabella:

Morsetti Modbus EP010	Cavi/morsetti di comunicazione Modbus dello sganciatore
L (left)	W1/A
1 (right)	W2/B

È a cura del cliente il collegamento dello sganciatore con l'unità EP010 e la connessione al bus di campo attraverso l'appropriato connettore FBP (FieldBusPlug).

Figura C.13: Collegamento alla rete Modbus dei SACE Tmax XT2 e XT4 in esecuzione rimovibile.



Appendice D: I moduli di misura

Interruttori aperti Emax E1-E6 con modulo misure PR120/V e interruttore aperto X1 e scatola Tmax T7 con modulo misure PR330/V

Il modulo di misura ha la funzione principale di rilevare ed elaborare le tensioni di fase.

I dati misurati sono inviati allo sganciatore, così da rendere disponibili una serie di parametri elettrici (vedi Appendice A) utili per la monitorizzazione dell'impianto da parte del sistema di supervisione, o se necessario per consentire l'implementazione di una logica di protezione dell'impianto.

I moduli misure PR120/V e PR330/V sono inoltre in grado di fornire allo sganciatore un'alimentazione aggiuntiva (senza sostituire l'alimentazione ausiliaria, sempre necessaria per la comunicazione via bus) rispettivamente agli sganciatori PR122/P e PR123/P per Emax E1-E6, ed agli sganciatori PR332/P e PR333/P per Emax X1 e PR332/P per Tmax T7.

Figura D.1: Modulo misure PR120/V



Figura D.2: Modulo misure PR330/V



Interruttori scatolati Tmax T4-T5-T6

- Caratteristiche del modulo di misura VM210

Il modulo VM210 è un trasduttore di tensione collegabile direttamente alla rete elettrica. Esso fornisce in uscita un segnale opportunamente scalato ed isolato ad uso degli sganciatori di protezione ABB PR223EF e PR223DS.

Figura D.3: Modulo di misura VM210



I segnali, associati alle tensioni di rete, in uscita dai morsetti 3, 4, 5 e 6, del VM210, sono portati in ingresso allo sganciatore attraverso i morsetti 5, 6, 7 e 8 dell'apposito connettore X4 secondo lo schema di Figura D.4.

Per funzionare, il VM210 deve essere alimentato, tramite i morsetti 1 e 2, con una tensione ausiliaria di 24 V c.c. avente le seguenti caratteristiche:

Tensione di alimentazione	24 V c.c. ± 20%
Ripple massimo	5%
Potenza nominale @24 V	3.5 W

Figura D.5: Connessione dell'unità VM210 al connettore X4

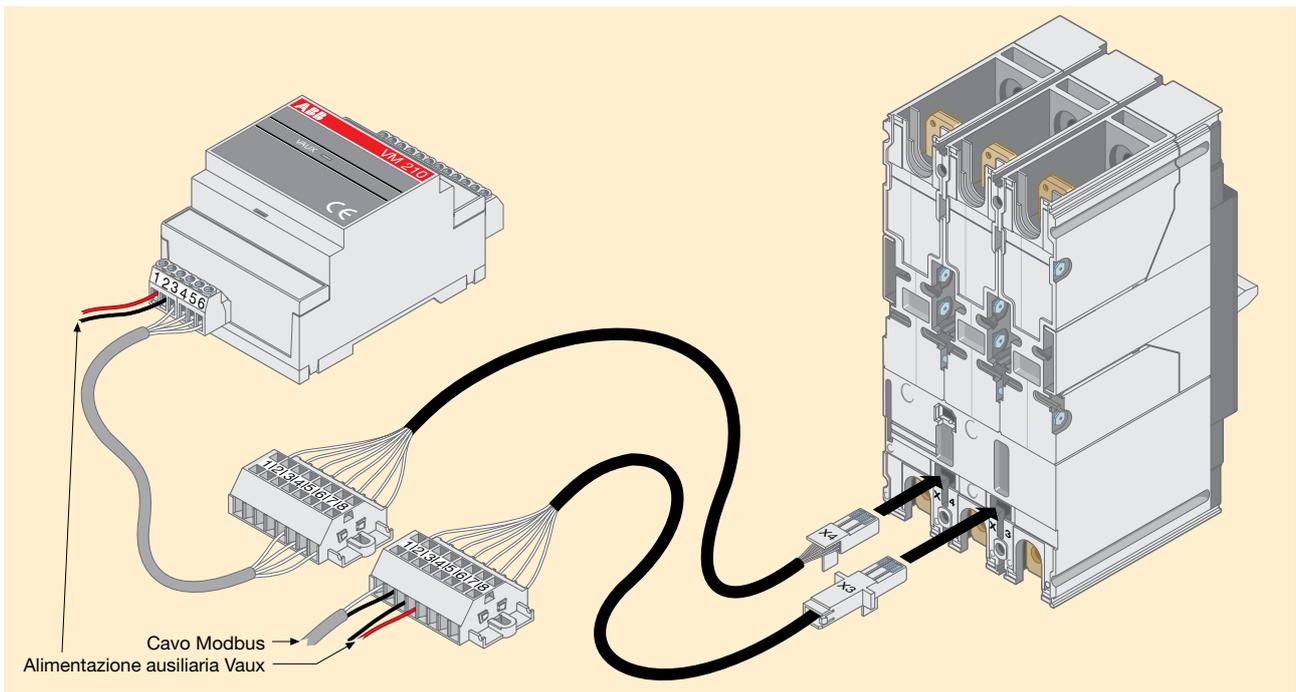


Figura D.4: connessione del VM210 allo sganciatore PR223DS

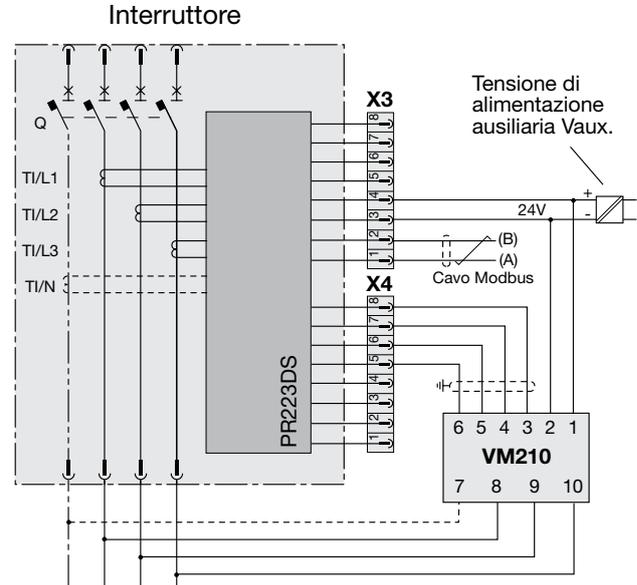


Tabella connessioni del VM210

Ingressi		Uscite	
Morsetto	Segnale	Morsetto	Segnale
1	Vaux +	3	COMM
2	Vaux -	4	Vout1
7	N	5	Vout2
8	L1	6	Vout3
9	L2		
10	L3		

Collegamenti tra VM210 e interruttore/sganciatore:

- morsetti 3÷6: lunghezza massima del cavo 15m (cavo multipolare intrecciato, schermato con schermo a terra da un lato della connessione); sezione 0.2÷2.5 mm² (22÷14 AWG)
- morsetti 1-2 e 7÷10: lunghezza massima del cavo 15m; sezione 0.2÷2.5 mm² (22÷14 AWG)

Numero massimo di PR223DS/PR223EF collegabili a un unico VM210: 5

Appendice E: Contatti ausiliari AUX-E e comando a motore MOE-E per Tmax T4-T5-T6

Per gli interruttori Tmax T4, T5 e T6 servono alcuni accessori speciali:

- contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E per la sola supervisione;
- comando a motore con interfaccia elettronica MOE-E per fare anche il telecontrollo.

impianto tramite i contatti SQ e SY (vedi Figura E.2); in questo modo si ottiene una ridondanza delle segnalazioni di stato dell'interruttore.

Figura E.1: Modulo contatti ausiliari AUX-E montati in un T5.

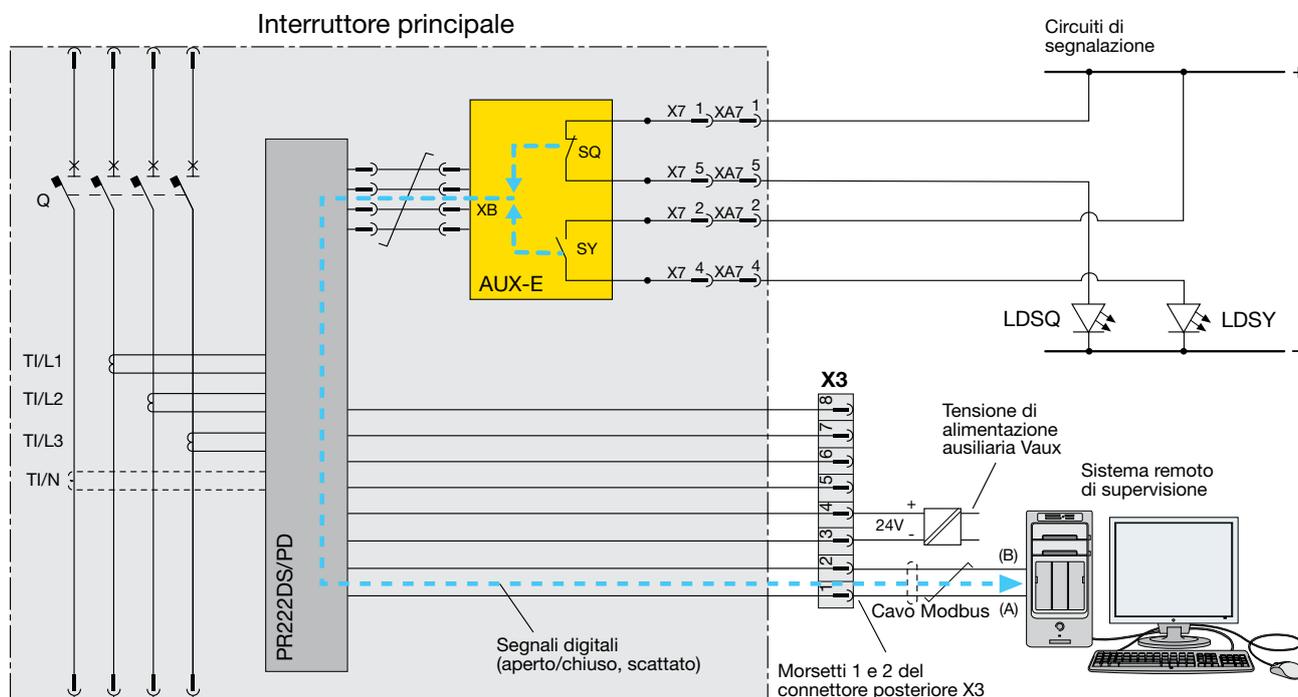


E.1 Contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E

Attraverso i contatti ausiliari AUX-E, gli sganciatori elettronici PR222DS/PD, PR223EF e PR223DS rilevano lo stato dell'interruttore (aperto, chiuso, scattato) e rendono disponibile tale informazione al sistema remoto di supervisione, comunicando con quest'ultimo su rete Modbus (vedi Figura E.2).

Gli AUX-E rendono disponibili le informazioni di stato dell'interruttore anche ai circuiti di segnalazione di un

Figura E.2: Schema elettrico degli AUX-E collegati a un PR222DS/PD.



Nota:
 SQ: Contatto per la segnalazione elettrica di interruttore aperto/chiuso.
 SY: Contatto per la segnalazione elettrica di interruttore aperto in posizione di scattato.

Caratteristiche elettriche dei contatti SQ e SY:
 Tensione nominale: 24...350 V
 Corrente nominale: 0...100 mA
 Tensione massima applicabile: 400 V
 Corrente massima continuativa: 120 mA
 Corrente massima (per 100 ms): 300 mA

E.2 Comando a motore ad accumulo di energia MOE-E

Gli interruttori scatolati della famiglia Tmax T4, T5 e T6 possono ricevere comandi di apertura e chiusura da remoto quando montano il comando motore MOE-E corredato con i contatti ausiliari in versione elettronica AUX-E (forniti di default insieme al MOE-E).

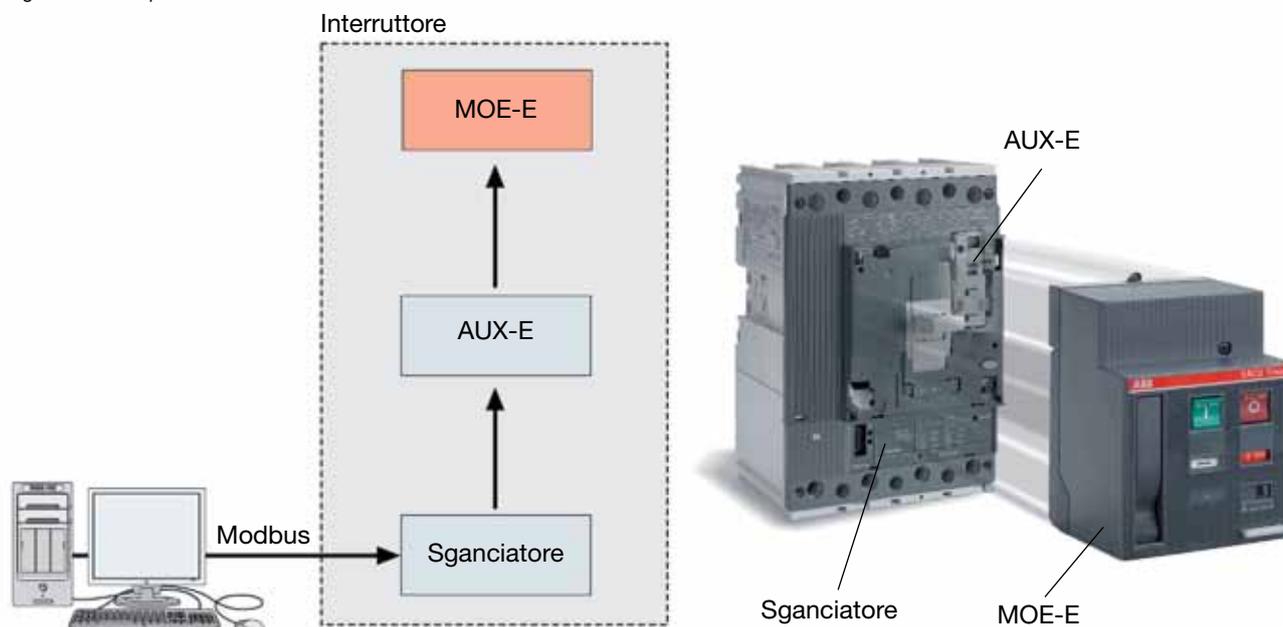
Il comando motore MOE-E è costituito, oltre che dal motore vero e proprio, anche da un'unità elettronica di attuazione che converte i segnali digitali, provenienti dal sistema remoto di supervisione, negli equivalenti segnali di potenza necessari per la realizzazione delle operazioni meccaniche di apertura e di chiusura dell'interruttore.

Caratteristiche elettriche del MOE-E:

	Tmax T4-T5		Tmax T6	
	AC	DC	AC	DC
Tensione nominale Un	-	24 [V]	-	24 [V]
	-	48÷60 [V]	-	48÷60 [V]
	110÷125 [V]	110÷125 [V]	110÷125 [V]	110÷125 [V]
	220÷250 [V]	220÷250 [V]	220÷250 [V]	220÷250 [V]
	380 [V]	-	380 [V]	-
Tensione di funzionamento	Umin = 85%Un		Umin = 85%Un	
	Umax = 110%Un		Umax = 110%Un	
Potenza assorbita allo spunto Ps	AC	DC	AC	DC
	≤ 300 [VA]	≤ 300 [W]	≤ 400 [VA]	≤ 400 [W]
Potenza assorbita in servizio Pc	AC	DC	AC	DC
	≤ 150 [VA]	≤ 150 [W]	≤ 150 [VA]	≤ 150 [W]
Frequenza di funzionamento	50÷60 [Hz]		50÷60 [Hz]	
Tempi di manovra	apertura ⁽¹⁾ : 1.5 [s]		apertura ⁽¹⁾ : 3 [s]	
	chiusura: < 0.1 [s]		chiusura: < 0.1 [s]	
	riarmo: 3 [s]		riarmo: 5 [s]	
Vita meccanica	20000 manovre		10000 manovre	
Durata minima dell'impulso di comando	≥ 150 [ms]		≥ 150 [ms]	

⁽¹⁾ Tempo totale dall'invio dell'impulso all'apertura dell'interruttore

Figura E.3: Principio di funzionamento dei moduli MOE-E e AUX-E



Appendice F: Comando a motore MOE-E per SACE Tmax XT2-XT4

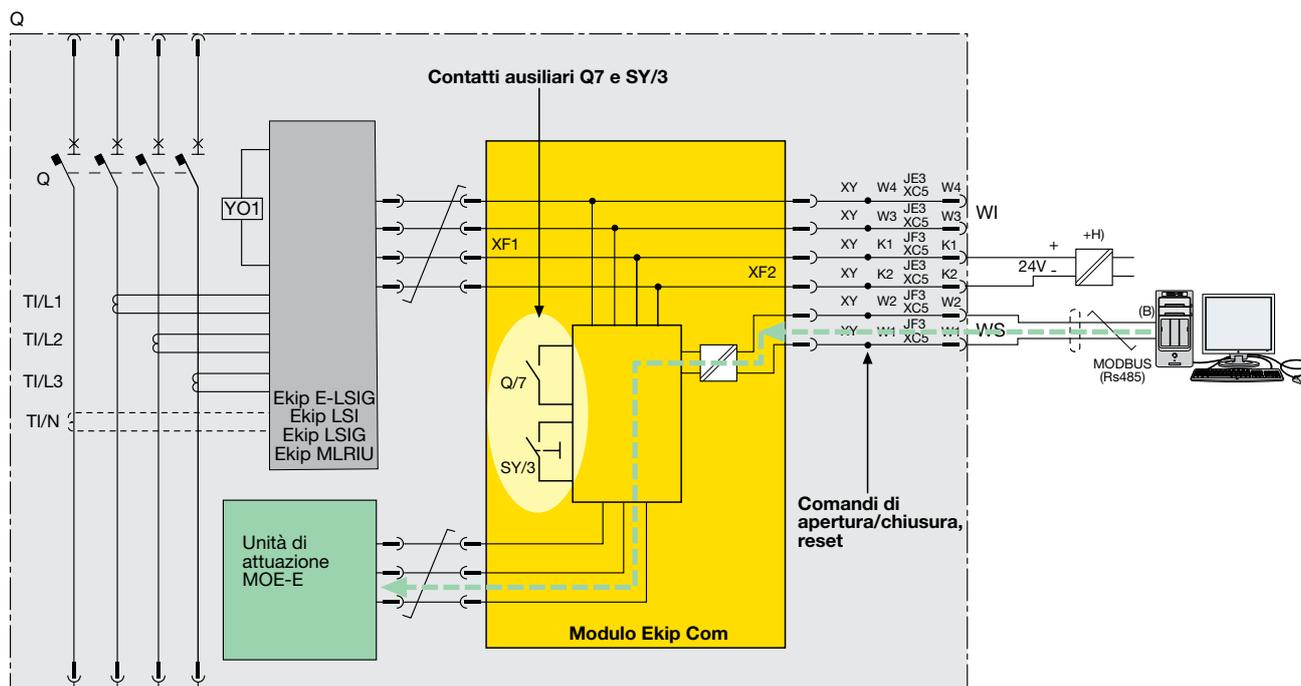


Gli interruttori scatolati SACE Tmax XT2 e XT4, possono essere comandati da un sistema di supervisione remoto quando montano il comando a motore ad accumulo di energia MOE-E.

I segnali digitali (i comandi di apertura e chiusura) sono inviati dal sistema remoto al modulo Ekip Com che a sua volta li invia all'unità elettronica di attuazione del MOE-E; quest'unità converte i segnali digitali nei segnali di potenza che servono per attuare il comando del motore (per aprire e chiudere l'interruttore).

I contatti ausiliari Q/7 e SY/3 informano il modulo Ekip Com dello stato (aperto/chiuso, scattato) dell'interruttore; in questo modo il modulo Ekip Com darà il consenso solo all'attuazione dei comandi, provenienti dal sistema remoto, compatibili con l'effettivo stato dell'interruttore (per esempio non darà il consenso a un comando di chiusura quando l'interruttore si trova nello stato di "scattato").

Figura F.1: Schema MOE-E.

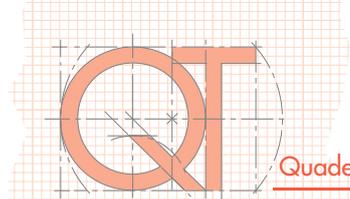


YO1: solenoide di apertura dello sganciatore a microprocessore di massima corrente.

Caratteristiche elettriche del MOE-E (per SACE Tmax XT2 e XT4)

Tensione nominale Un	AC	DC
	-	24 [V]
	-	48÷60 [V]
	110÷125 [V]	110÷125 [V]
	220÷250 [V]	220÷250 [V]
	380÷440 [V]	-
	480÷525 [V]	-
Tensione di funzionamento	Umin = 85%Un	
	Umax = 110%Un	
Potenza assorbita allo spunto Ps	AC	DC
	≤ 300 [VA]	≤ 300 [W]
Potenza assorbita in servizio Pc	AC	DC
	≤ 150 [VA]	≤ 150 [W]
Frequenza di funzionamento	50÷60 [Hz]	
Tempi di manovra	apertura ⁽¹⁾ < 1.5 [s]	
	chiusura < 0.1 [s]	
	riarmo < 3 [s]	
Vita meccanica	25000 manovre	
Durata minima del comando elettrico di apertura e chiusura	≥ 150 [ms]	

⁽¹⁾ Tempo totale dall'invio dell'impulso all'apertura dell'interruttore



Appendice G: Il bit di parità

Il bit di parità è un bit supplementare di controllo che è accodato ad ogni dato trasmesso per prevenire errori di comunicazione.

Con il controllo di parità in modalità pari, questo bit è posto a:

- 1 se nel dato da inviare c'è una quantità dispari di 1;
- 0 se nel dato da inviare c'è una quantità pari di 1;

al fine di avere sempre una quantità pari di 1 nel dato da trasmettere.

In accordo a questa regola, il dispositivo ricevente conterà il numero di bit posti ad 1 e se ne troverà un numero dispari capirà che c'è stato qualche problema e richiederà al dispositivo trasmittente di rinviare il dato.

Viceversa, con il controllo di parità in modalità dispari, il bit di parità è posto a 1 oppure a 0, al fine di avere sempre una quantità dispari di 1 nel dato da trasmettere.

Controllo di parità in modalità pari		
Dato da trasmettere	Bit di parità	Dato trasmesso
00111000	1	001110001

Controllo di parità in modalità dispari		
Dato da trasmettere	Bit di parità	Dato trasmesso
00111000	0	001110000

Due dispositivi che comunicano, per comprendersi, devono essere settati con la stessa modalità di controllo del bit di parità.

Quaderni di Applicazione Tecnica

QT1

La selettività in bassa tensione con interruttori ABB

Low voltage selectivity with ABB circuit-breakers

QT7

**Il motore asincrono trifase
Generalità ed offerta ABB per il coordinamento delle protezioni**

Three-phase asynchronous motors
Generalities and ABB proposals for the coordination of protective devices

QT2

Cabine MT/BT teoria ed esempi di calcolo

MV/LV transformer substations: theory and examples of short-circuit calculation

QT8

Rifasamento e filtraggio delle armoniche negli impianti elettrici

Power factor correction and harmonic filtering in electrical plants

QT3

Sistemi di distribuzione e protezione contro i contatti indiretti ed i guasti di terra

Distribution systems and protection against indirect contact and earth fault

QT9

La comunicazione via Bus con gli interruttori ABB

Bus communication with ABB circuit-breakers

QT4

Gli interruttori ABB nei quadri di bassa tensione

ABB circuit-breakers inside LV switchboards

QT10

Impianti fotovoltaici

Photovoltaic plants

QT5

Interruttori ABB per applicazioni in corrente continua

ABB circuit-breakers for direct current applications

QT11

Guida alla realizzazione di un quadro elettrico secondo le Norme CEI EN 61439 Parte 1 e Parte 2

Guidelines to the construction of a low-voltage switchgear and controlgear assembly complying with the Standards IEC 61439 Part 1 and Part 2

QT6

Quadri per bassa tensione a tenuta d'arco interno

Arc-proof low voltage switchgear and controlgear assemblies

QT12

Generalità sui sistemi navali e sulle installazioni di bordo

Generalities on naval systems and installations on board

QT13

Impianti eolici

Wind power plants

Contatti

ABB SACE

Una divisione di ABB S.p.A.

Interruttori B.T.

Via Baioni, 35

24123 Bergamo

Tel.: 035 395 111

Fax: 035 395306-433

bol.it.abb.com

www.abb.com

Dati e immagini non sono vincolanti. Ci riserviamo il diritto di apportare modifiche in funzione dello sviluppo tecnico dei prodotti.

Copyright 2014 ABB. All right reserved.