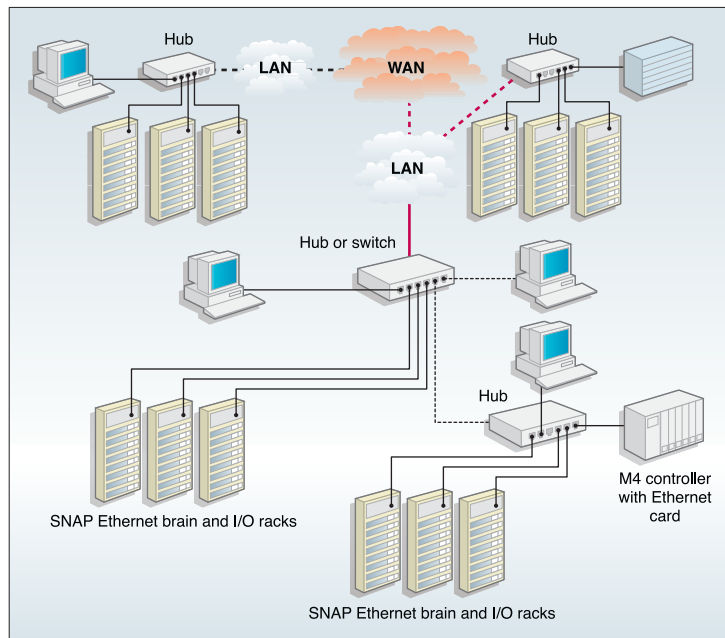


Ethernet verticale è anche real-time

La maggior parte delle aziende separa le reti di fabbrica dai restanti sistemi di comunicazione mantenendo un basso livello di efficienza e produttività. Ethernet, nel frattempo, matura velocemente anche nell'ambito real-time

MATTEO MARINO

La progressiva migrazione di Industrial Ethernet fino alla fabbrica ha posto le basi per la maturazione del processo di standardizzazione anche per tale ambito industriale. Lo spostamento verso una singola tecnologia standard favorisce il progresso delle architetture aperte incoraggiando ovviamente i produttori a perseguire tale strada. La convergenza tra la richiesta e l'offerta produce effetti sinergici sia sotto il profilo economico sia dal punto di vista tecnico. L'utilizzazione anche a livello di fabbrica di Industrial Ethernet, associato a un protocollo applicativo aperto e consolidato come Control and Information Protocol (CIP), garantisce un elevato livello di funzionalità e flessibilità per un'ampia gamma di applicazioni elevando la produttività e l'efficienza dei reparti attraverso un efficace flusso trasversale e verticale delle informazioni. La dimostrazione della maturità delle reti convergenti basate su Ethernet è fornita anche dalle applicazioni basate sulle transazioni in real-time (RT) per ciò che attiene alle operazioni, alle prestazioni, all'architettura, alla disponibilità e conformità agli standard riconosciuti. Un confronto tra i sistemi mette in evidenza pregi e difetti.



Le aziende manifatturiere mantengono spesso le reti di fabbrica separate rispetto ai restanti sistemi di comunicazione aziendali

La separazione delle reti

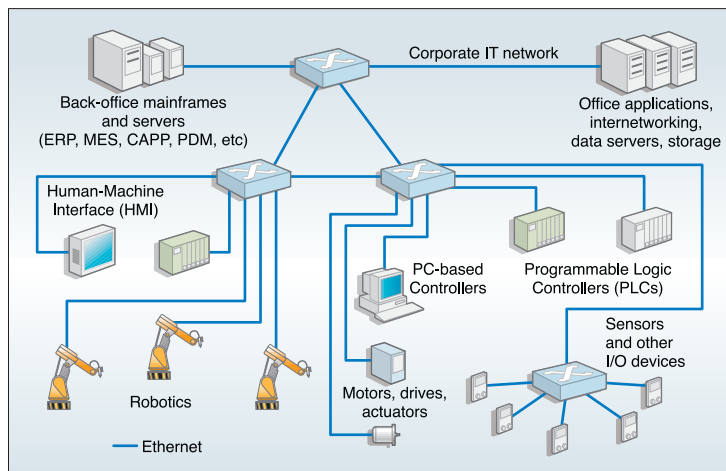
La maggior parte delle aziende manifatturiere mantiene ancora oggi una separazione netta tra le reti di fabbrica rispetto ai restanti sistemi di comunicazione aziendali creando settori dedicati alle differenti esigenze aziendali. In funzione degli specifici requisiti è possibile esercitare

una suddivisione macroscopica di tali aree suddividendo l'impianto di comunicazione aziendale in sistema di rete direzionale, di controllo e dei dispositivi. Il primo ambito di rete supporta tradizionalmente le funzioni amministrativo-contabile, di gestione del personale, degli acquisti, ecc., attraverso la tecnologia Ethernet standard. Il secondo livello ha lo scopo di interconnettere i sistemi di controllo e di monitoraggio della fabbrica come i PLC, i controllori basati su tecnologia PC, i rack di I/O oltre ai sistemi HMI. Tale ambito applicativo è, solitamente, occupato da sistemi di rete con tecnologie e standard che necessitano di apparecchiature idonee (gateway, router) per tradurre e trasmettere i contenuti informativi verso le reti Ethernet. Tale passaggio e transcodifica unisce due ambiti aziendali altrimenti distinti permettendo il colloquio tra il livello di controllo di fabbrica e l'infrastruttura del vertice aziendale. L'ultimo livello, comunemente utilizzato nell'automazione di fabbrica, è costituito dall'infrastruttura di rete tra i dispositivi. Tale impianto ha il compito di collegare gli I/O della fabbrica (per esempio sensori, ecc.) agli apparati di automazione (attuatori, sistemi robotizzati, ecc.).

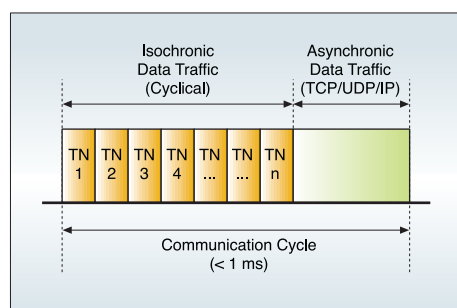
I protocolli utilizzati per tale tipo di interconnessione sono tradizionalmente a elevata affidabilità anche se carenti dal punto di vista dei volumi di scambio dei dati e della connettività con i livelli di rete superiori. Tale infrastruttura si è evoluta per supportare trasmissioni in qualsiasi condizione ambientale compresa quella con elevati livelli di rumore. Dal punto di vista sistemico offrono, però, il fianco alla reale e persistente necessità del

mercato di disporre di mezzi di comunicazione evoluti, flessibili, economici ma soprattutto standardizzati per tutti i livelli della piramide aziendale. Il principale svantaggio della gestione di settori di interconnessione distinti è costituito dal livello basso di efficienza e produttività

delle comunicazioni, determinato dalle evidenti difficoltà di trasmissione dei dati tra la fabbrica e lo strato dei software gestionali come ERP (Enterprise Resource Planning), EPM (Enterprise Project Management), MES (Manufacturing Execution System), ecc. In caso di diffor-



La progressiva migrazione di Industrial Ethernet fino alla fabbrica ha posto le basi per la maturazione del processo di standardizzazione anche per tale ambito



Meccanismo di gestione del tempo di ciclo di EPL, Profinet-IRT e Sercos-III

mità dei protocolli di trasmissione, la comunicazione verticale può essere esercitata, infatti,

solo mediante idonei strumenti di decodifica delle informazioni con evidenti limiti nell'implementazione di sistemi RT di monitoraggio, manutenzione e pianificazione. Il livello fisico, del modello OSI dei sistemi di trasmissione di fabbrica è, inoltre, tradizionalmente di tipo

Tecnologia a confronto

A titolo esemplificativo è possibile comparare il comportamento delle cinque soluzioni in un caso RT applicativo per cui 100 assi devono essere controllati contemporaneamente (vedi tabella 1). Dalla comparazione è evidente come nel complesso tutte hanno tempi di variazione della risposta inferiori al ms con prestazioni di un ordine di grandezza superiori per Sercos-III e EtherCAT. Da tale confronto sembrerebbe che la 'proprietà' determini prestazioni migliori anche se la valutazione non può basarsi soltanto su valori puntuali delle prestazioni ma bensì sulla capacità della soluzione di adattarsi al meglio a tutti i requisiti applicativi. Esistono, infatti, controlli multi-asse che non richiedono prestazioni superiori a quelle fornite da Ethernet/IP. Nella tabella successiva (vedi tabella 2) si confronta, inoltre, il comportamento dei fieldbus Sercos-II e Profibus-DP con Ethernet in funzione del numero di pacchetti di dati inviati per ms. Come è evidente, il volume di scambio per Ethernet è pressoché uguale a Sercos-II e doppio rispetto al DP.

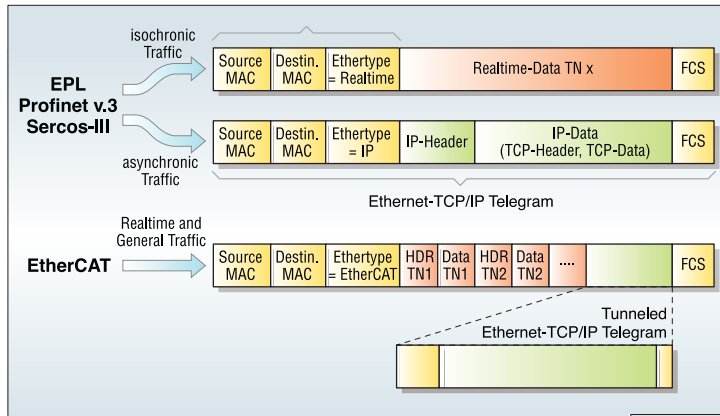
proprietario. Tale aspetto porta spesso a un aggravio dei costi di progettazione, installazione e manutenzione delle architetture trasmissive. Ulteriori svantaggi della eterogeneità delle piattaforme sono la mancata ottimizzazione e condivisione delle conoscenze inerenti alle tecniche

positivi a elevati volumi di scambio (trasmissione vocale, immagini, ecc.).

Industrial Ethernet

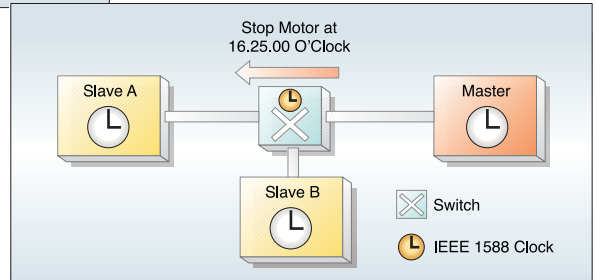
La penetrazione del mercato della fabbrica di Industrial Ethernet è conseguente alla sua struttura basata su data link standard anche se l'affermazione degli ultimi anni è dovuta maggiormente alla sua crescente affidabilità.

Le reti dedicate al controllo e alla gestione dei dispositivi del 'campo' sono ottimizzate per fornire prestazioni deterministiche con limitati livelli di latenza. Tali intervalli (100 Mb/s, full duplex, switched network) sono ora dell'ordine di grandezza dei millisecondi (ms), che soddisfa ampiamente la maggior parte delle applicazioni tipiche di fabbrica. La comunicazione orizzontale tra i reparti e



Strutture di trasferimento dei telegrammi per EPL, Profinet-IRT e Sercos-III ed EtherCAT e i tempi di clock Ethernet/IP grazie a IEEE 1588

applicative delle reti oltre a un incremento progressivo della complessità dell'infrastruttura di interconnessione durante le fasi di sviluppo e crescita della fabbrica. Non è da dimenticare, altresì, la limitazione determinata dalla larghezza di banda. I sistemi tradizionali di controllo si basano su larghezze non sufficienti per l'estensione delle applicazioni di automazione e controllo dei sistemi. Una banda ridotta limita, infatti, le potenzialità di trasmissione di tipo RT impedendo l'uso di strumenti e di-



verticale nelle funzioni riveste notevole importanza all'interno delle logiche di ottimizzazione di impresa. Le logiche di comunicazione estesa portano a livelli di efficienza e produttività maggiori grazie a trasmissioni RT configu-

Quando l'integrazione è verticale

Ethernet/IP e Profinet sono universalmente riconosciuti come sistemi di comunicazione industriali che, avvalendosi di 'add-on' come CIPsync e Profinet-IRT, sono in grado di soddisfare appieno i requisiti del controllo del moto. I sistemi EPL e Sercos-III sono specializzati per le applicazioni con assi multipli mentre EtherCAT fornisce prestazioni elevate per le operazioni ad alta velocità che coinvolgono gli I/O. Tutte e cinque le soluzioni apportano sostanziali vantaggi nelle applicazioni RT rispetto ai tradizionali sistemi fieldbus supportando la tecnologia Internet oltre a permettere una perfetta integrazione verticale verso il vertice del controllo aziendale. Ne sono un esempio le tecnologie Web based che forniscono un importante valore aggiunto nelle applicazioni di automazione industriale. Lo sviluppo dei servizi Web sul campo è supportato dal TCP/IP e dal protocollo http (hypertext transfer protocol). In questo modo è possibile, per esempio, che un controllore con Web server integrato utilizzi il protocollo http per inviare i dati di controllo e di monitoraggio con codice Html (Hyper text markup language) a favore di terminali HMI sui quali le informazioni si visualizzano attraverso un client Web. In questo modo semplici browser e client di questo tipo possono sostituire software dedicati rendendo le soluzioni estremamente fruibili ed economiche. Le soluzioni menzionate hanno, inoltre, il livello fisico in comune in modo da condividere le connessioni e i cablaggi. Al secondo livello (Data Link Layer) si evidenzia, però, già la prima diversificazione. Su tale strato, EPL ed Ethernet/IP offrono il vantaggio di utilizzare standard di controllo Ethernet non proprietario rispetto ai tre rimanenti. Al terzo e quarto livello (Software) solo Ethernet/IP è conforme allo standard TCP/IP. Tale prerogativa, pur rendendo particolarmente flessibile la soluzione, richiede una cura particolare nella pianificazione delle reti rispetto ai restanti metodi illustrati.

rate ed estese a favore di partner aziendali. Tali caratteristiche permettono la collaborazione elettronica con fornitori, clienti o appaltatori tramite un idoneo indirizzamento IP ottenendo informazioni dedicate negli istanti di interesse. L'applicazione di una tecnologia standard rende, inoltre, il mercato sempre più competitivo inducendo i produttori a concorrere per la riduzione dei prezzi.

Ethernet ma con accortezza

Ethernet sta diventando, per molte aziende, una scelta obbligata per rimanere al passo con l'evoluzione dei siste-

stenza delle transazioni interne ed esterne anche attraverso segmentazioni dedicate. A differenti livelli, devono essere garantiti, inoltre, accessi dedicati in funzione dei ruoli dell'utenza, della destinazione dei dati e dei tipi di applicazioni attraverso filtri, strutture di accesso e parametrizzazioni. Il veloce protocollo 'spanning tree' deve, altresì, permettere una rapida convergenza tra le reti esercitando un continuo e celere monitoraggio dei percorsi alternativi e ripristino dei nodi inattivi in intervalli ristretti (subsecond convergence) così come ratificato dall'Istituto Ieee (Institute of electrical and electronic

engineers). Ogni dispositivo Industrial Ethernet deve supportare il protocollo Snmp affinché sia assicurata l'interfacciabilità estesa con i dispositivi e le reti in commercio. Perché un sistema di rete sia considerato intelligente, devono essere supportati anche il protocollo Igmp (Internet group management protocol) e i meccanismi di qualità del servizio. Lo 'snopping' Igmp permette di gestire efficacemente le trasmissioni multiple nelle reti commutate (switched) soprattutto per applicazioni in cui i dati siano utiliz-

Organization	Response time (for 100 axles)	Jitter	Data rate
Ethernet/IP CIPSync ODVA	≈1 ms	< 1 ms	100 Mb/s
Ethernet Powerlink EPSPG	< 1 ms	< 1 ms	100 Mb/s
Profinet-IRT PNO	< 1 ms	< 1 ms	100 Mb/s
Sercos III IGS	< 0,5 ms	< 0,1 ms	100 Mb/s
EtherCAT ETG	≈ 0,1 ms	< 0,1 ms	100 Mb/s

Tab. 1 - Confronto tra le prestazioni dei sistemi RT

mi di trasmissione. Ma quali accorgimenti devono essere intrapresi nella scelta degli strumenti e attrezzature per non commettere errori? Le soluzioni basate su tale protocollo devono fornire servizi che rendano il sistema di comunicazione aziendale intelligente attraverso servizi

zati da più utenti contemporaneamente. Un sistema di rete industriale può trasmettere dati di diversa tipologia dalla routine ai controlli critici (mission critical). Attraverso i meccanismi di qualità del servizio il network è in grado di distinguere le priorità di trasmissione garantendo la cor-

retta larghezza di banda, le priorità, gli intervalli di latenza idonei affinché le trasmissioni siano regolari omogenee ed efficienti.

	Transfer rate	Packet size with 8 bytes of user	Theoretical packet throughput
Profibus-DP	12 Mb/s	19 B	79 packets/ms
Sercos II	16 Mb/s	14 B	142 packets/ms
Ethernet	100 Mb/s	72 B	174 packets/ms

Tab. 2 - Comportamento dei fieldbus Sercos-II e Profibus-DP con Ethernet, in funzione del numero di pacchetti di dati inviati per ms

dedicati elevando le funzionalità di gestione, controllo e sicurezza. Tale insieme di servizi non può, infatti, ignorare la sicurezza, la LAN virtuale, le porte di sicurezza e la lista di controllo accessi, lo spanning tree veloce, il supporto Snmp, lo snooping Igmp (Internet group management protocol) e la qualità del servizio. La sicurezza deve essere assicurata attraverso meccanismi idonei per prevenire qualsiasi tipo di intrusione a garanzia della consi-

tori per ciò che riguarda i modelli, le architetture, le prestazioni, la reale disponibilità e gli aspetti legati alla conformità con lo standard Ethernet TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Operare in RT significa che gli eventi legati ai sistemi devono manifestarsi in idonei intervalli temporali. Gli apparati dell'automazione industriale devono essere perciò in grado di rispondere in modalità assolutamente deterministica. Anche se tale

Ethernet è anche RT

La diffusione di Ethernet, anche nell'ambito delle applicazioni RT, non sembra riuscire sempre a dirimere i dubbi degli utilizza-

requisito sembrava essere inizialmente estremamente limitante per Ethernet, negli ultimi anni le società maggiormente coinvolte nel problema hanno rimosso anche tale vincolo promuovendo soluzioni deterministiche.

I requisiti di RT possono variare in un ampio spettro in funzione delle applicazioni utilizzate. A titolo esemplificativo si considerino le applicazioni di controllo del moto che rappresentano una classe funzionale particolarmente esigente. Tali applicazioni richiedono, infatti, tempi di risposta dell'ordine dei millisecondi tra le comunicazioni tra controllore/attuatore. Ma quali sono le principali differenze tra i sistemi industriali RT di trasmissione Ethernet/IP, Ethernet Powerlink (EPL), Profinet-IRT (Isochronous RT), Sercos-III e EtherCAT?

Differenze hardware e software

Profinet-IRT, Sercos-III e EtherCAT utilizzano apparati hardware speciali Asic/Fpga (Application Specific Integrated Circuit) mentre EPL e Ethernet/IP usano controllori su standard Ethernet. Tale sostanziale differenza evidenzia come l'approccio delle operazioni RT sia influenzato dalle modalità costruttive di tipo proprietario. Per ciò che riguarda, invece, lo strato software (3° e 4° livello OSI) Profinet-IRT, Sercos-III, EtherCAT e EPL utilizzano stack software dedicati mentre Ethernet/IP è conforme allo standard di origine. Il modello RT basato su Ethernet si avvale del vantaggio di tale convergenza tanto che l'emissione sul mercato delle soluzioni di field-bus non proprietarie è stata stimolata proprio da tale fattore. Oggi tutti e cinque i modelli RT menzionati sono basati, infatti, su Fast Ethernet mentre Ethernet/IP e EPL godono di transazioni dell'ordine del Gb/s.

Ethernet deterministico

EPL, basato sui tempi di ciclo, sovrappone al meccanismo Csm/CD quello degli intervalli di tempo. Per tale tecnologia il controllore master assegna allo slave un particolare intervallo di comunicazione lasciando la rimanente parte della comunicazione alle transazioni asincrone effettuando la configurazione dei dispositivi. Il trasporto delle informazioni avviene mediante telegrammi con standard Ethernet attraverso il modo Powerlink per i dati in RT e IP per le restanti informazioni. Il metodo di sincronizzazione basato su Ieee 1588 permette, inoltre, di porre in perfetta relazione segmenti di rete differenti come nelle applicazioni di controllo del moto dei robot. Profinet-IRT è basato sullo stesso principio di EPL e le stazioni sono interfacciate con speciali switch integrati nei dispositivi di campo.

Anche Sercos-III e EtherCAT si basano sul medesimo sistema di time slot ma, mentre il primo mantiene il meccanismo Sercos, il secondo sfrutta un sistema di trasmissione completamente differente per le operazioni ordinarie. Sercos-III non utilizza hub o switch avvalendosi di sistemi Asic integrati o Fpga con alcune porte per la connessione con topologia in linea o in anello. L'eliminazione dei concentratori riduce i tempi di ciclo

limitando contemporaneamente la flessibilità della topologia. La separazione tra sezioni di rete RT e strutture Ethernet può essere condotta attraverso speciali gateway/PLC. Con EtherCAT i telegrammi non sono inviati specificatamente alle stazioni ma circolano attraverso tutti gli slave. Anche per tale tecnologia avviene una separazione tra la comunicazione RT e quella di base e gli slave sono dotati di speciali Asic o sistemi Fpga che convertono i frame di dati per il bus interno (E-bus). Ethernet/IP è l'unico dei sistemi descritti basato interamente su tecnologia Ethernet che si avvale di meccanismi 'time based' e non 'cycle based'. Tale sostanziale differenza significa che i comandi di controllo sono ricevuti dalle stazioni sul campo in specifici istanti di tempo. Tale prerogativa rende indipendenti le prestazioni della rete da quelle del sistema nel suo complesso. La trasmissione RT è assicurata, inoltre, da tre sistemi standard come il protocollo UDP (User Datagram Protocol), la prioritizzazione QoS (Quality of Service) e da Ieee 1588.

Sul livello di trasporto è utilizzato il protocollo UDP perché più semplice e veloce rispetto al TCP e i pacchetti RT ricevono livelli di priorità più elevati rispetto alle transazioni di base con un conseguente trasferimento prioritizzato a favore degli switch. ■

STILO
GRAFICA

Industrial Keyboard

Single Board Computer

Wireless Solutions

Via Caduti Senza Croce, 2 - Baggiovara (MO)
Tel. 059 512181/88 - Fax 059 512152/48
info@stilograficasnc.com www.stilograficasnc.com

readerservice.it n. 14977