

Di protocollo in protocollo

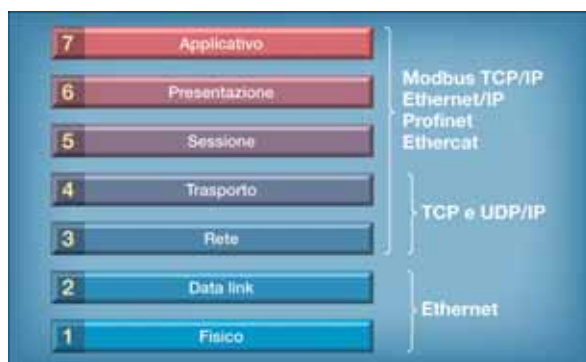
MATTEO MARINO

Il proliferare di protocolli di comunicazione industriali basati su Ethernet complica il processo di selezione della tecnologia più idonea da adottare. Ecco alcuni consigli

Sembra allontanarsi definitivamente la possibilità di convergere verso un unico standard anche per i protocolli di comunicazione industriali basati sulla tecnologia Ethernet. La stessa situazione si era creata anni fa per la tecnologia trasmissiva dei fieldbus e, come allora, la veloce evoluzione, invece di portare a una concentrazione degli standard, ha condotto verso una forte differenziazione innovativa. A distanza di anni dalle prime applicazioni industriali di Ethernet, il numero e la tipologia dei protocolli esistenti rafforza le considerazioni precedenti. Anche se con una concentrazione diversa, in funzione sia della localizzazione, sia della tipologia, la quantità dei diversi protocolli in uso è ormai molto elevata, con evidenti benefici in termini di adattabilità e flessibilità, determinando a volte forse un po' d'imbarazzo tra gli utilizzatori per la troppa scelta. Il protocollo di comunicazione Industrial Ethernet non sembra attualmente in grado di soffocare i tradizionali fieldbus esistenti, aprendo al contrario la strada a nuove applicazioni e supportando la migrazione verso l'intelligenza distribuita.

Un primo confronto tecnologico

Il progresso tecnologico del protocollo Ethernet è contraddistinto da alcune tappe funzionali peculiari, quali Fast Ethernet, switching, comunicazioni 'full duplex' e integrazione con gli ambienti office. Importanti, inoltre, sono le funzionalità dei protocolli dedicate ad applicazioni IT, Internet o Intranet, oltre all'ampia larghezza di banda, l'estensione dei pacchetti per agevolare la comunicazione con dispositivi industriali avanzati, un networking omogeneo su reti Ethernet, la comunicazione in tempo reale con tempi di sincronizzazione adeguati alle applicazioni di controllo del moto ecc., che nel tempo hanno attratto utenti e produttori



Comunanze dei protocolli di comunicazione Ethernet based in base ai livelli ISO/OSI

di molti settori e sistemi industriali.

Tra i protocolli di comunicazione Ethernet based esistenti vi sono certamente alcune differenze sostanziali, ma anche numerose analogie di approccio. Analizzando le comunanze a partire dai livelli ISO/OSI si constata come le funzionalità comuni siano incluse tra il primo e il quarto livello. Sono comuni la tecnologia di trasmissione dei dati, basata sullo standard Ethernet Ieee 802.xx del primo livello fisico, il metodo di accesso ai bus del secondo livello di data link Csm/CD, il protocollo IP del terzo livello di internetworking e i protocolli TCP e UDP del quarto livello, dedicato al trasporto. Sono comuni, inoltre, alcuni aspetti relativi all'approccio del settimo livello applicativo come le funzioni non critiche a livello di tempo, includendo standard IT universalmente accettati come i protocolli http, FTP e Snmp. Le differenze principali si incontrano, invece, nell'architettura complessiva dei sistemi di comunicazione, nei protocolli

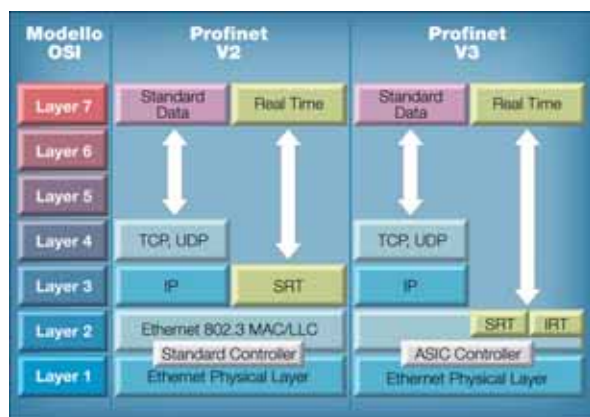
delle applicazioni industriali del settimo livello, nella modellazione degli oggetti e nel modello di progettazione per la configurazione del sistema. Nel dettaglio, tali differenze possono essere riassunte nelle logiche d'integrazione dei frame di comunicazione e negli strumenti di automazione distribuita. L'integrazione di un frame di trasmissione in un pacchetto TCP o UDP garantisce l'incapsulamento di un telegramma fieldbus pressoché invariato, sotto forma di dato utente all'interno del pacchetto stesso, prima dell'invio a favore della rete Ethernet. Questo modello è caratteristico delle tecnologie Ethernet/IP, HSE (High Speed Ethernet) e

come il protocollo Profinet sia in grado di adattarsi adeguatamente a tutti e tre i livelli, attraverso Profinet IRT (Isochronous RealTime) per il livello hard realtime, Profinet SRT (Soft RealTime) per il livello intermedio e Profinet NRT per quello più semplice. Allo stesso modo, Ethernet/IP, declinato in CIP (Common Industrial Protocol) Synchronization, esegue processi di tipo hard realtime, così come Ethercat con applicazioni spinte di controllo del moto distribuito. Modbus TCP/IP è adatto, invece, ad applicazioni non realtime.

Espedienti e soluzioni

I tempi di risposta possono arrivare a essere molto contenuti attraverso indirizzamento MAC diretto in un segmento locale con sincronizzazione dei tempi mediante standard IEC 61588, oppure attraverso la prioritizzazione dei messaggi tramite indicatore di data/ora rilevato dai dispositivi sincronizzati. In tale ultimo caso, la latenza temporale degli switch, di poche centinaia di μ s, è compensata tra un dispositivo e l'altro raggiungendo reattività dell'ordine di ms e ritardi (jitter time) di 10μ s.

Un altro espediente è costituito dall'utilizzo di una componente fisica Ethernet con elettronica integrata e protocollo ISO/OSI speciale di secondo livello, attraverso messaggi in transito sulla componente fisica in un anello o su cavi doppi. La comunicazione in tempo reale è possibile, infatti, grazie all'elettronica integrata della tecnologia Asic combinata con il protocollo e l'indirizzamento speciale. Il protocollo TCP/IP con messaggi brevi può essere integrato in un mes-

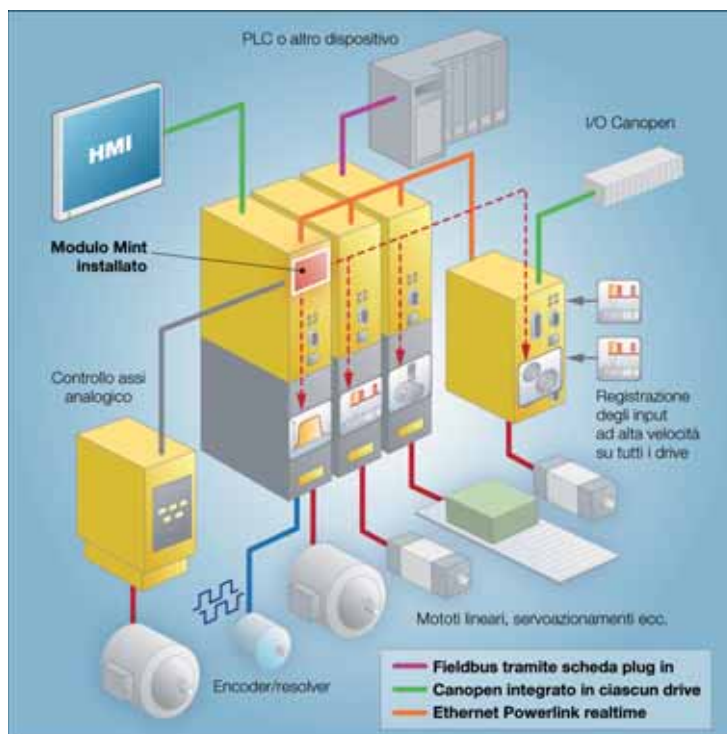


Profinet è in grado di adattarsi a tutti i livelli realtime richiesti grazie alle varianti Profinet IRT e Profinet SRT

Modbus TCP/IP. Tale approccio asseconda lo sfruttamento delle funzionalità di comunicazione e scalabilità di Ethernet, in combinazione con le eventuali soluzioni fieldbus già esistenti, senza stravolgere le modalità e le scelte trasmissive adottate. Il protocollo di comunicazione Ethernet si adegua, inoltre, ai requisiti di comunicazione di sistemi di automazione con intelligenza distribuita. L'intera applicazione, infatti, è distribuita su diversi dispositivi decentrati di controllo, connessi tramite una rete Ethernet industriale.

Determinismo e realtime

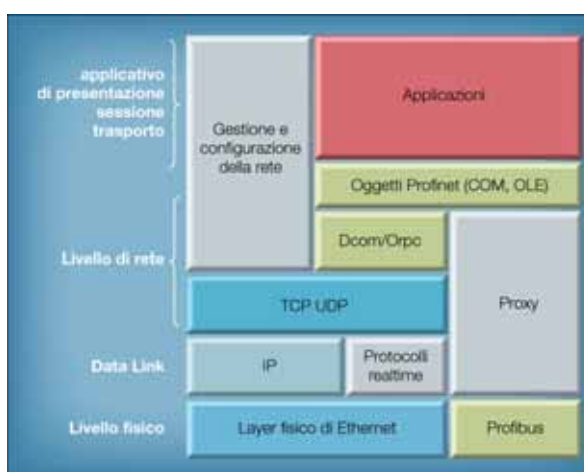
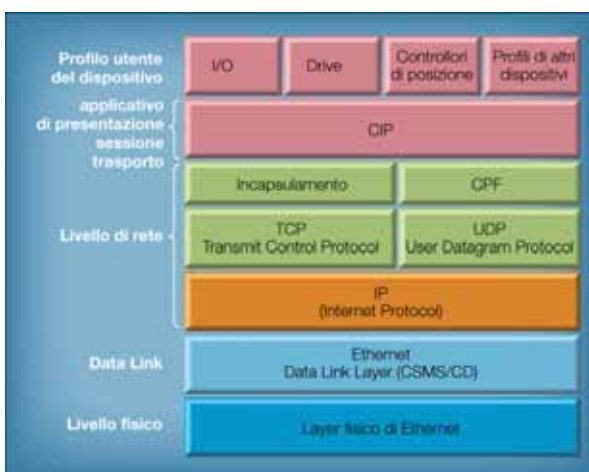
La comunicazione Ethernet con il protocollo TCP/IP è di tipo non deterministico con reattività che può superare i 100 ms. La reazione alle richieste I/O remote avviene in circa 5-10 ms e, nei casi di applicazioni di controllo del moto, la puntualità della comunicazione richiesta è addirittura maggiore con tempi di ciclo di μ s. Nonostante tale aspetto, il protocollo si adegua anche ad applicazioni di tipo hard realtime. In linea generale l'ambito applicativo, dal punto di vista della capacità di reagire in modo deterministico, può essere suddiviso in tre livelli a criticità crescente. Per applicazioni non realtime, il protocollo Ethernet based è in grado di sfruttare lo standard TCP/IP o UDP/IP per applicazioni PLC a favore di sistemi HMI o Scada. Per applicazioni realtime e fortemente realtime, invece, il protocollo è in grado di fornire un adeguato determinismo attraverso l'uso di hardware dedicato, adattandosi anche alle applicazioni di controllo del moto e di controllo distribuito. Effettuando un parallelo con gli standard esistenti è possibile constatare



Ethernet Powerlink è un protocollo deterministico standard per applicazioni realtime; il suo sviluppo è sotto il controllo dell'associazione Ethernet Powerlink Standardization Group

saggio di protocollo speciale e, quindi, decompresso in un master per l'inoltro su una rete Ethernet standard. La connessione dei normali dispositivi Ethernet utilizza gateway hardware. Qual è però il protocollo giusto a parità di prestazioni? Alla domanda non è possibile dare una risposta univoca, proprio conseguentemente alla differenza delle diverse soluzioni disponibili sul mercato e alla loro diffusione.

rivelato che sono necessari intervalli considerevoli utilizzando questo tipo di stack di comunicazione, la cui elaborazione produce un ritardo non costante. Le esperienze condotte sul campo hanno però manifestato che la velocità della trasmissione con Ethernet 100 Mb è trascurabile rispetto all'elaborazione nei dispositivi; ciò significa che tutti i miglioramenti nel tasso di aggiornamento, quindi nella

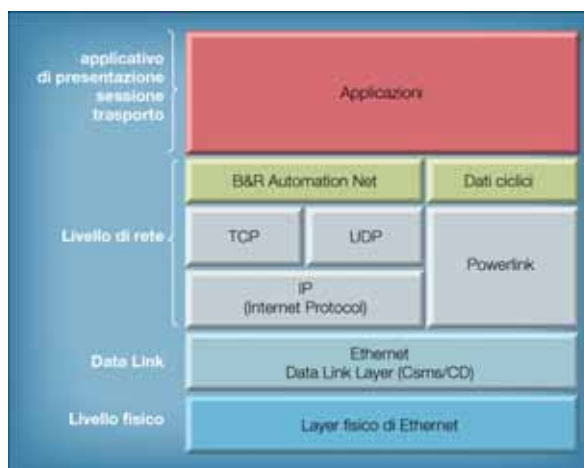


I modelli di comunicazione di Ethernet/IP, Profinet e Powerlink

Modbus TCP sembra essere attualmente il protocollo con il maggior numero di nodi installati su scala mondiale. In America Ethernet/IP è molto diffuso e supportato da Rockwell Automation avvicinandosi a Modbus TCP come numero di installazioni. Profinet in Europa, attraverso il supporto di Siemens, sembra avere la meglio in termini di diffusione, mentre nella restante parte del mondo orientale fornire un indirizzo generale potrebbe essere molto impreciso.

Qualche suggerimento in più

Profinet costituisce uno standard aperto sviluppato da Profibus International in grado di supportare l'integrazione di dispositivi di campo per generare sistemi di automazione con timing critici. Come accennato, la comunicazione di Profinet è basata su tre livelli di prestazioni per trasmissioni di tipo non realtime, realtime e hard realtime. La comunicazione standard attraverso il protocollo TCP/IP fornisce tempi di risposta medi intorno ai 100 ms, sensibilmente migliore se supportata da SRT (Soft RealTime) Channel, in quanto si raggiungono valori di circa 10 ms. Passando da TCP/IP a SRT anche la varianza subisce una sensibile riduzione, attestandosi intorno a fattori compresi tra cinque e otto volte quelli della comunicazione standard. Profinet è dotato di un protocollo di comunicazione sia per le comunicazioni tra componenti in sistemi distribuiti, sia per quelle tra controllori e periferiche decentrate. Il protocollo, inoltre, grazie alla sua scalabilità, si adatta a tutti i livelli della piramide CIM, partendo dal quarto, ove la mole di dati è di grande rilevanza, fino al primo, caratterizzato dalla prontezza delle risposte. Oltre a ciò, l'uso del protocollo TCP/IP ha



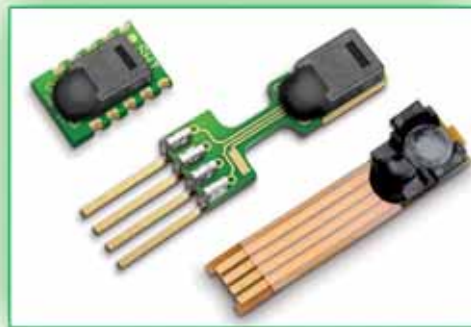
risposta in tempo reale, devono essere realizzati attraverso ottimizzazioni dello stack di comunicazione nel Provider e Consumer. Ethercat è in grado di esprimere prestazioni di alto livello. Le funzionalità del sistema sono riferite alle specifiche IEC/PAS 62407, che includono la sincronizzazione ad alta efficienza degli apparati, opzioni di ridondanza delle trasmissioni e protocolli di sicurezza evoluti (SIL3). Il protocollo è trasportato mediante frame di tipo Ethernet, che consistono in telegrammi dedicati a specifiche aree di memoria, che possono raggiungere dimensioni fino a 4 GB. La sequenza di dati è indipendente dall'ordine fisico dei terminali Ethernet disposti sulla rete, così le trasmissioni (broadcast e multicast) e le comunicazioni tra slave possono avvenire in modo idoneo. È possibile, inoltre, sfruttare l'indirizzamento diretto tra dispositivi nei casi sia richiesto il massimo delle prestazioni, mentre i componenti Ethercat esercitano la funzione di controllori nella specifica sezione della rete. Ethercat non si limita solo a impieghi su singole

'subnet' grazie alle funzionalità UDP, che raccolgono il protocollo in pacchetti UDP/IP estendendone il raggio di azione. Oltre alle trasmissioni di tipo 'master-slave', Ethercat è adeguato per comunicazioni 'master-master', agevolate da servizi come la parametrizzazione, la diagnosi, la programmazione, il controllo remoto e le interfacce comuni. Le comunicazioni tra slave possono essere intraprese in Ethercat attraverso due specifici meccanismi. Il primo contempla la trasmissione all'interno dello stesso ciclo, migliorandone la velocità in dipendenza, però, dalla topologia; il secondo invece si affida al controllo attraverso i master, richiedendo l'intervento di due cicli trasmissivi.

Quest'ultimo approccio è particolarmente robusto e prestante grazie alle caratteristiche del protocollo.

Le prestazioni che esprime Ethercat sono particolarmente apprezzabili grazie all'integrazione hardware all'interno degli slave e all'accesso diretto alla memoria del controllore del fieldbus da parte dei master. I processi del protocollo hanno origine a livello hardware, così da non essere soggetti ai runtime degli stack, alle prestazioni tipiche delle CPU, né alla implementazione del software. Ne è un esempio l'impiego in reti dotate di un migliaio di I/O, il cui aggiornamento può essere esercitato in soli 30 μ s includendo i tipici tempi di ciclo. Inoltre, con un singolo frame di tipo Ethernet si possono trasferire fino a 1.486 byte, pari a circa 12.000 dati di input e output in un tempo di circa 300 μ s. Ethernet Powerlink costituisce un protocollo deterministico standard per applicazioni realtime. I meccanismi di polling e time slicing in dotazione allo standard offrono funzionalità in grado di agevolare i trasferimenti dei dati attraverso brevi cicli isocroni, con tempi di risposta configurabili, garantendo una rapida sincronizzazione di tutti i nodi della rete. Oggi, le implementazioni più evolute raggiungono prestazioni all'avanguardia, con tempi di ciclo inferiori a 200 μ s e jitter time ridotti a valori infinitesimali, anche minori di 1 μ s. Il layer dei dati di Powerlink è dotato di un meccanismo bus di schedulazione, che conferisce al protocollo la proprietà di accesso selettivo ai nodi. La schedulazione degli accessi è suddivisa in due fasi, rispettivamente asincrona e sincrona, attraverso le quali assecondare le necessità di governo in realtime del sistema. La fase sincrona è dedicata al trasferimento dei dati 'time critical', mentre la fase complementare ingaggia il trasferimento della restante parte del messaggio attraverso una larghezza di banda idonea. In tale politica di controllo, i nodi del network di tipo manager (MN - Manager Node) concedono l'accesso al supporto fisico mediante messaggi dedicati di richiesta, agevolando l'accesso degli altri nodi alla rete in modalità selettiva ed evitando così le collisioni solitamente presenti nello standard Ethernet. I dispositivi EPL possono lavorare secondo tre modelli: Basic Ethernet Mode, Pre Operational Mode e EPL Mode. Il primo è sfruttato in occasione di trasferimenti di dati di tipo non realtime; il secondo permette, durante la connessione dei dispositivi alla rete, l'inizializzazione e configurazione attraverso il canale asincrono; l'EPL Mode, invece, costituisce la modalità di funzionamento e predisposizione dei sistemi in realtime. ■

Sensori di umidità digitali



Sensori di flusso per liquidi



SENSIRION
THE SENSOR COMPANY

SENSORTECHNICS | Honeywell

sensori di pressione



Q-Tech
Corporation

space oscillators



The pulse of progress

quartz & oscillators



humidity transmitters



miniature valves



INTROTEK®
bubble detectors