

Quando Ethernet entra in fabbrica

Ethernet Industriale estende all'automazione industriale i vantaggi di una rete ormai consolidata; il protocollo CIP contribuisce, invece, a renderla più efficiente

DANIELE CATTANEO

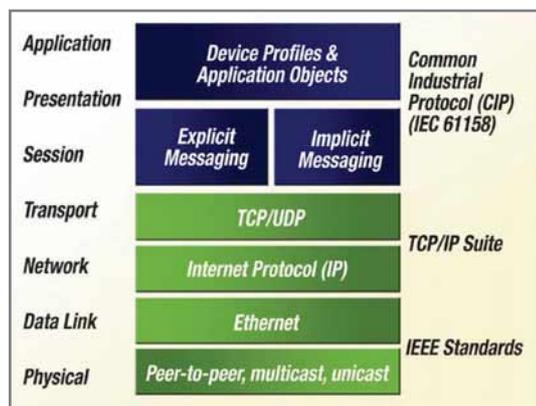
Nell'ultimo decennio si è assistito alla sempre più marcata tendenza a decentrare l'automazione industriale per gestire strutture di impianto con minori oneri di installazione, manutenzione, controllo e diagnostica. Questo passo è reso possibile dalla disponibilità locale di apparecchiature intelligenti e dalla loro connessione in rete. E' naturale, quindi, l'esigenza di definire e normalizzare i sistemi di bus per garantire le caratteristiche di apertura, flessibilità, robustezza e sicurezza richiesti.

Ethernet Industriale, perché la fabbrica non è un ufficio

Ethernet è il protocollo di rete sviluppato nel 1973 e il riferimento attuale per i sistemi di comunicazione di ufficio. Insieme a Ethernet si sono però evolute anche le reti di controllo dell'automazione industriale, con esigenze ben differenti, come è facile intuire; così nel corso degli anni sono

stati sviluppati diversi protocolli, aperti oppure proprietari, per l'automazione della produzione industriale. La non interoperabilità di

Ethernet con i protocolli industriali e l'esigenza di offrire un trasferimento incrociato di dati critici tra il livello fabbrica (dove risiede la produzione) e i sistemi gestionali (come uffici di supporto o punti di controllo remoti) hanno evidenziato la necessità di reti industriali basate su una piattaforma comune: Ethernet. Ethernet, di per sé, non può essere utilizzato come standard per l'automazione industriale perché soddisfa egregiamente le necessità in un contesto di ufficio ma non le specifiche di un contesto industriale: nessun problema, infatti, per l'accesso a dati e periferiche condivisi in rete (stampanti, scanner, server, ecc.) ma è previsto un tempo di attesa per l'utente prima dell'esecuzione di un certo task. Le applicazioni industriali, invece, richiedono comunicazioni in tempo reale e l'esatta esecuzione di una determinata operazione, proprio nel momento in cui è richiesta, diventa un fattore critico da considerare in un'architettura di rete industriale: terminare il riempimento di una bottiglia in un impianto di imbottigliamento automatizzato richiede una comunicazione ben più precisa rispetto al tempo di risposta che può avere in Internet la consultazione della pagina successiva a quella che si sta leggendo. La comunicazione in Ethernet sfrutta protocolli come il protocollo IP (gestisce le informazioni necessarie all'instradamento dei pacchetti dati in rete specificandone mittenti e destinatari, oltre a consentire ai dispositivi intermedi di selezionare il percorso più opportuno per il trasferimento), il protocollo TCP (scompone i dati di dimensioni maggiori in blocchi più piccoli contrassegnandoli con identificativi che ne permettono la ricostruzione quando sono pervenuti tutti al destinatario) e il protocollo UDP (User Datagram Protocol, gestisce la trasmissione



Il protocollo CIP rispetto ai livelli ISO-OSI di Ethernet



Le connessioni fisiche devono essere in grado di resistere alle intemperie dell'ambiente industriale: polvere, umidità, temperature elevate, vibrazioni, spruzzi, scintille, composti chimici corrosivi e impatti (Fonte: Odva)

dati tra due host). In un'ambiente di produzione, inoltre, è necessario definire i gradi di protezione per la maggior parte delle applicazioni, come espresso nella IEC 60529: i componenti, infatti, devono essere installati con l'adeguata protezione contro polvere, ingresso di corpi estranei solidi e immersione temporanea di acqua (richiesta per esempio nelle applicazioni dove è necessaria la pulitura tramite lavaggio). La rete Ethernet industriale deve quindi essere un sistema in grado di proteggere i dati di controllo critici dalle particolari esigenze dell'ambiente industriale: detriti, polvere, umidità, temperature elevate, vibrazioni, spruzzi, scintille, tensioni indotte, composti chimici corrosivi, impatti, intemperie, ecc. Ethernet/IP è stato il primo standard aperto basato su Ethernet a offrire una soluzione di controllo a livello di interfaccia di campo. L'abbassamento dei prezzi dei vari dispositivi e l'evoluzione di switch, piuttosto che router verso generazioni più intelligenti, hanno contribuito alla maggiore diffusione di Ethernet anche al livello di fabbrica ed Ethernet/IP ha invece fornito quello che ancora mancava: un livello applicativo flessibile e dedicato all'automazione industriale.

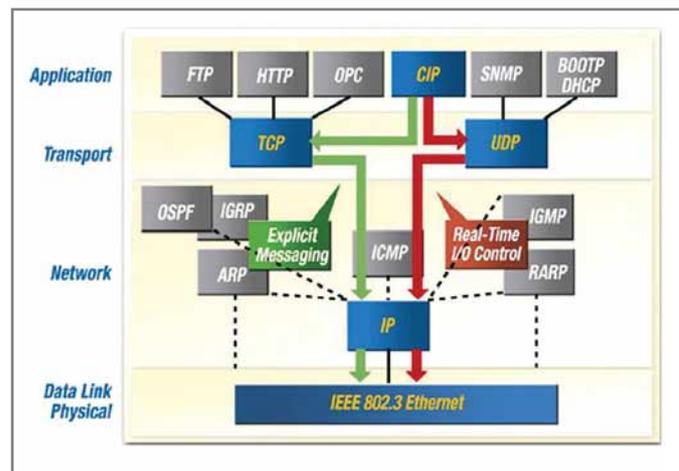
Ethernet/IP

Ethernet/IP, conosciuto anche con l'acronimo di EIP, si sta evolvendo verso un livello applicativo standard grazie agli sforzi di Odva (Open DeviceNet Vendor Association), Ioana (The Industrial Open Ethernet Association), CI (Control Net International) e IEA (Industrial Ethernet Association). Lo scopo è diffondere EIP e renderlo a tutti gli effetti uno standard certificato e adattabile al maggior numero possibile di dispositivi di automazione. Le premesse ci sono: Ethernet/IP, infatti, utilizza tutti i protocolli di trasporto e di controllo già presenti in Ethernet, inclusi il Transport Control Protocol (TCP), l'Internet Protocol (IP) e le tecnologie di cui sono dotate le schede di rete. Progettare basandosi su queste tecnologie standard significa quindi operare in modo trasparente rispetto a tutti i dispositivi Ethernet presenti oggi sul mercato. Inoltre, dal momento che EIP è fondato su una piattaforma con tecnologia standard, è assicurato l'allineamento di Ethernet/IP

con l'evolversi di questa tecnologia. Odva, Ioana, CI e IEA collaborano per definire uno standard completo avvalendosi della partecipazione di numerosi produttori: lo scopo è definire le specifiche di riferimento e l'esecuzione dei test completi presso laboratori certificati. Il protocollo CIP (Common Industrial Protocol) gioca un ruolo fondamentale in Ethernet/IP: questo standard, infatti, organizza i dispositivi in rete come un insieme di oggetti definendone gli accessi, il comportamento e le estensioni in modo tale da avere un meccanismo comune di interfaccia con ogni dispositivo.

Il CIP, la base per una rete più efficiente

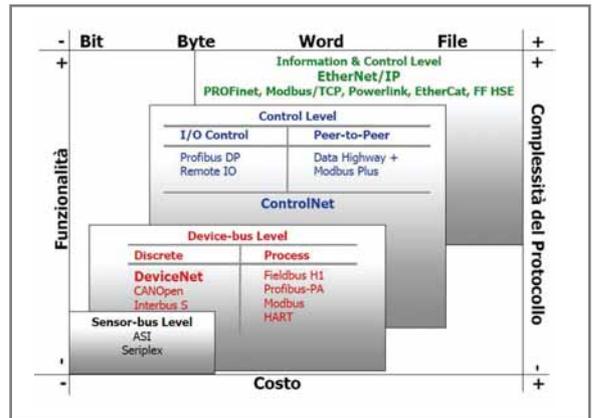
Ai livelli più alti del modello Iso-Osi (praticamente ai livelli sessione e applicazione) Ethernet/IP, come d'altronde anche DeviceNet e ControlNet, utilizza il CIP, un protocollo di comunicazione a oggetti. Ogni oggetto CIP è caratterizzato da attributi (i dati), servizi (i comandi) e da un comportamento (reazione a determinati eventi). Il modello di trasmissione segue una filosofia particolare: la relazione è infatti produttore-consumatore, invece del classico riferimento sorgente-destinatario perché il modello produttore-consumatore si è rivelato più efficiente nell'utilizzo delle risorse di rete - in sostanza nello scambio di informazioni tra il dispositivo sorgente (il produttore) e i dispositivi destinatari (i consumatori) non è richiesto che i dati siano trasmessi più volte dalla singola sorgente ai consumatori. Nel modello di rete produttore-consumatore un messaggio è identificato da un proprio identificativo di connessione, non dall'indirizzo di destinazione come avviene nel modello di rete sorgente-destinatario. Così la struttura di un messaggio secondo il protocollo CIP fa in modo che più nodi possano 'consumare' il messaggio prodotto da una singola sorgente, basandosi unicamente all'identificativo di connessione al quale lo stesso messaggio fa riferimento. Esistono altri vantaggi nel modello produttore-consumatore: se un nodo necessita la ricezione di dati deve solo richiederli una sola volta e consumare i dati quando questi sono



Come un messaggio strutturato secondo il protocollo CIP arriva a Ethernet attraverso i protocolli intermedi TCP/UDP/IP

prodotti; se un secondo (terzo, quarto, ecc.) nodo richiede gli stessi dati, tutto quello che deve conoscere è semplicemente l'identificativo di connessione per ricevere gli stessi dati simultaneamente rispetto agli altri nodi. Il protocollo CIP include anche le 'tipologie di dispositivo' per cui sono definiti anche dei 'profili di dispositivo': per un determinato tipo di dispositivo il profilo ne definisce l'insieme di oggetti che devono essere implementati, le opzioni di configurazione e i formati di I/O. Ogni tipo di dispositivo è così consistente nell'implementazione degli oggetti con il vantaggio di rendere disponibile un'interfaccia di applicazione comune per dispositivi di differenti produttori. Il valore aggiunto più elevato del protocollo CIP rimane comunque la capacità di generare un messaggio in una rete CIP, per esempio DeviceNet, e recapitarlo in un'altra rete CIP come può essere Ethernet/IP, senza preoccuparsi del livello applicazione: le potenzialità sono enormi perché possono essere estese oppure integrate installazioni già esistenti di sistemi di automazione con applicazioni IT di diagnostica, monitoraggio e controllo.

La semplicità di integrazione non è l'unico aspetto da sottolineare: CIP migliora la funzionalità di rete perché la capacità di messaggistica, instradamento, multicasting e diagnostica incorporate nel protocollo consentono agli utenti di ottenere una migliore produttività di macchina, una riduzione dei tempi morti e costi di manutenzione infe-



Benchmark tra i bus di campo utilizzati nel mondo dell'automazione (Fonte: Rockwell Automation)

rriori. L'evoluzione del protocollo CIP è CIP Safety: basata sull'implementazione di CIP offre flessibilità nell'implementazione di applicazioni di sicurezza (controllo di saldatura robotizzata, linee di trasferimento, imballaggio automatizzato, dispositivi di emergenza, ecc.) nell'industria automobilistica, dei semiconduttori, alimentare e del packaging, solo per citare qualche esempio. CIP Safety consente a dispositivi standard e dispositivi di sicurezza di operare sulla stessa rete, senza l'ausilio di PLC di sicurezza; non importa la loro combinazione di utilizzo perché il ciclo del controllo di sicurezza non è influenzato dai dispositivi di controllo standard. ■

Non solo Ethernet/IP

Esistono altri protocolli nella famiglia di Ethernet industriale. HSE (High Speed Ethernet) è la soluzione che la Fieldbus Foundation affianca al bus di campo H1; è basata sui protocolli UDT e TCP mentre l'architettura consente di collegare tra loro segmenti di rete H1 con tratte di rete Ethernet. La soluzione si presta alla realizzazione di sistemi di controllo distribuito. Interface for Distributed Automation (IDA) rappresenta un concetto di automazione distribuita basato su un sistema di comunicazione orientato agli oggetti, i cui metodi consentono sia la comunicazione in tempo reale (protocollo RTPS che si appoggia ai servizi offerti dal protocollo UDP e dal protocollo di rete IP) sia il trasferimento di informazioni esplicite tra i nodi. IDA è caratterizzata, nel suo complesso, da un'accentuata semplicità d'uso perché non è richiesta programmazione a livello di rete e relativa configurazione degli indirizzi bensì l'impostazione (mediante il software applicativo o direttamente sui server Web) delle variabili che devono essere pubblicate e le variabili che richiedono invece un abbonamento. Modbus/TCP è una specifica aperta che trasferisce al mondo di Ethernet il protocollo Modbus basato su una messaggistica di tipo client-server. La struttura Modbus è incapsulata all'interno della struttura TCP non utilizzando il solo campo di controllo, le cui funzioni sono svolte dalla struttura dati esterna. Ogni dispositivo è individuato da un indirizzo e la comunicazione avviene in modalità client-server con la richiesta di una risposta da parte del destinatario. Il messaggio può essere di tipo esplicito oppure implicito (modalità più efficiente dal punto di vista della banda occupata e della velocità di trasmissione). Modbus/TCP è l'implementazione di Ethernet che ha con ogni probabilità il maggior numero di installazioni. Profinet, come IDA, implementa un'architettura modulare di automazione distribuita basata su Ethernet; si appoggia alla tecnologia Dcom (Distributed Component Object Model) e alla suite TCP/IP per le comunicazioni su Ethernet. Ogni dispositivo Profinet dispone di un modello d'oggetto runtime che non richiede la presenza del sistema operativo che lo ha generato. Ethernet Powerlink (EPL) è un protocollo in grado di fornire prestazioni real-time su standard Fast Ethernet (è utilizzato prevalentemente nell'automazione industriale spinta e nei processi di controllo del moto); EPL è estremamente versatile perché permette implementazioni software senza ridurre le prestazioni real-time (evita l'utilizzazione di dispositivi hardware dedicati e la sicurezza è garantita da una netta separazione tra i domini real-time e non real-time). EtherCAT è il protocollo Ethernet industriale sviluppato da Beckhoff, caratterizzato da un uso efficiente di Ethernet perché con un messaggio è possibile raggiungere simultaneamente più dispositivi. EtherCAT funziona come un'enorme memoria condivisa, distribuita e completamente gestita a livello hardware attraverso particolari chip.