

# Connettersi alla rete Ethernet

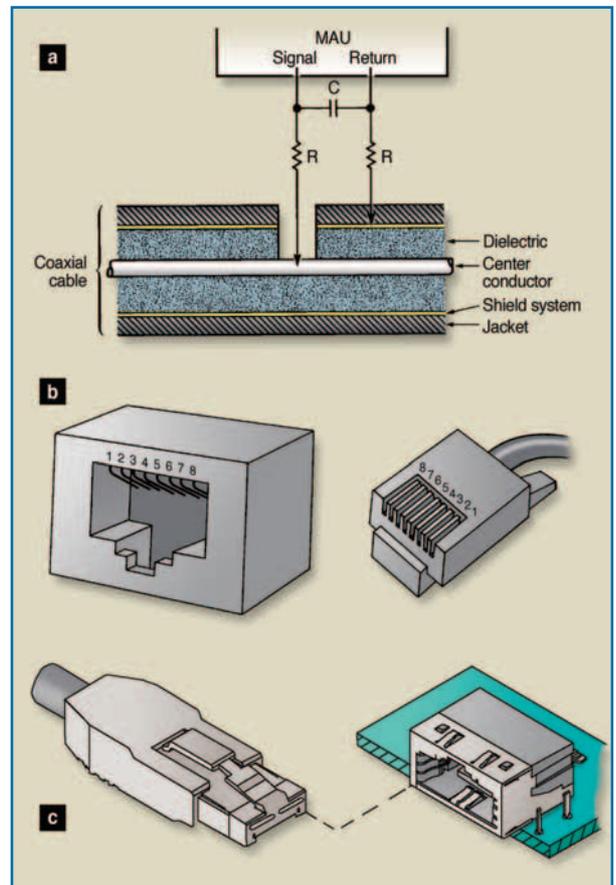
Massimo Giussani

**Un rapido sguardo fra le diverse possibilità di connessione offerte dalla tecnologia Ethernet**

Ethernet è anche libertà di scelta. Libertà di scegliere tra la vasta offerta di dispositivi messi a punto per il mercato delle apparecchiature consumer, eventualmente schermandole in armadi a tenuta in grado di sopportare le sollecitazioni e gli agenti aggressivi del piano di fabbrica. Libertà di riutilizzare software scritto per le comunicazioni tra PC, adattandolo ai protocolli di comunicazione più consoni allo scambio di dati di controllo in un sistema distribuito. Libertà di scegliere il mezzo di trasmissione (rame, fibra o onde radio) che meglio si adatta all'applicazione e all'ambiente di lavoro, con la consapevolezza che questa scelta risulterà essenzialmente trasparente alle applicazioni che si collegheranno sopra il secondo livello della pila OSI (Open System Interconnection). La varietà di apparecchiature di misura e controllo che integrano un'interfaccia Ethernet è cresciuta rapidamente negli ultimi anni anche grazie alla disponibilità di circuiti Asic a basso costo che racchiudono in pochi centimetri quadrati tutto l'occorrente per gestire le comunicazioni su rame, su fibra o via etere. La facilità di integrazione di tratte su rame con tratte su fibra ottica e porzioni di rete gestite via radio fa sì che sia possibile espandere la propria rete mettendo in comunicazione tra loro il piano aziendale e gestionale con quello di produzione e smistamento utilizzando per ogni area la modalità di collegamento ad essa più consona. Scopo di questo tutorial è dare uno sguardo fra le possibilità di connessione offerte dalla tecnologia Ethernet.

## Ethernet su rame

La diffusione di Ethernet nelle reti aziendali e domestiche si è avuta con l'introduzione delle più economiche varianti basate sul doppino intrecciato, sia schermato (STP, Shielded Twisted Pair), sia non schermato (UTP, Unshielded Twisted Pair). Con il doppino, Ethernet matura una topologia a stella, con collegamenti di tipo punto-punto tra i vari nodi e degli



**Fig. 1 - Tre stadi della tecnologia Ethernet su rame: a) schema della presa vampiro su cavo coassiale spesso delle prime reti Thick Ethernet; b) il familiare connettore tipo RJ-45 adottato per la comunicazione su doppino intrecciato (UTP o STP); c) una delle varianti per la connessione su rame su rete Gigabit Ethernet**

appositi dispositivi (gli hub o concentratori) che si occupano di diramare i pacchetti dati. L'impiego dei commutatori (switch) ha portato la rete al livello successivo aggirando il problema delle collisioni e consentendo comunicazioni full-duplex in quella che è la forma attualmente più diffusa di Ethernet per uso aziendale. Diversi standard sono stati proposti per consentire velocità di trasmissione sempre maggiori, in parte aumentando la qualità dei cavi o il numero dei conduttori e in parte riducendo la lunghezza massima di tratta. Le connessioni fino a 100 Mbps vanno sotto il nome di Fast Ethernet e prevedono connessioni a due, quattro, otto fili, con la possibilità di trasportare anche l'alimentazione. Lo standard 802.3ef offre una serie di possibili soluzioni per il trasporto della corrente di alimentazione attraverso i quattro

## PRINCIPALI STANDARD ETHERNET

terminali non utilizzati oppure direttamente sovrapposti ai doppi che veicolano il segnale.

Al crescere della banda supportata, deve crescere anche la qualità dei cavi impiegati e inevitabili sono le ripercussioni sul costo del cablaggio e sulla massima lunghezza di tratta che non pregiudichi la qualità del segnale. Il doppino intrecciato non schermato è il mezzo trasmissivo più diffuso sulle LAN, ed è in grado di offrire prestazioni di tutto rispetto anche in presenza di interferenze elettromagnetiche al punto che le differenze rispetto alla controparte schermata (STP), generalmente, non giustificano la spesa aggiuntiva e i grattacapi derivanti dall'ottimizzazione della messa a terra. La resistenza agli agenti chimici e meccanici può essere accentuata ricorrendo a guaine rinforzate. Le diverse categorie di cavi UTP offrono differenti prestazioni in frequenza. Si passa dal più economico cavo di categoria 3, che con una banda certificata di 16 MHz si presta all'impiego in reti da 10 Mbps, ai cavi di categoria 5 comunemente impiegati in ambiente d'ufficio per le reti 10/100/1000Base-T, alla variante Cat. 5e che è espressamente certificata per sostenere le velocità delle reti Gigabit Ethernet, con i segnali distribuiti su tutti e quattro i doppi costituenti il cavo. Il cavo UTP di categoria 6 offre una banda passante doppia, ben 200 MHz, e a fronte di un maggior costo supporta le velocità di Gigabit Ethernet con due soli doppi intrecciati. Il vantaggio è che si risparmia sul fronte dell'interfaccia di rete. Per velocità ancora maggiori, come quelle previste dalla tecnologia 10 Gb Ethernet, si ricorre a cavi bilanciati con un'impedenza caratteristica di 100 ohm e connettori di nuovo tipo come quelli impiegati da Infiniband

### Ethernet su fibra

La totale immunità alle interferenze e una robustezza meccanica di tutto rispetto fanno sì che le connessioni in fibra ben si adattino all'impiego in fabbrica. Anche i raggi minimi di curvatura consentiti dalle fibre di ultima generazione fanno sì che non ci si debba preoccupare più di tanto del percorso seguito in fase di cablaggio. Come per il doppino, il mercato offre cavi con guaine speciali in grado di resistere all'azione di agenti aggressivi.

Storicamente, la connessione Ethernet su fibra ha fatto la sua comparsa nel panorama delle offerte di connettività Ethernet nella seconda metà degli anni ottanta. Lo standard Foirl (Fiber Optics Inter Repeater Link), sostituito nelle specifiche IEEE 802.3d dallo standard 10Base-FL, prevedeva collegamenti, tramite connettori ST o SC, su fibra ottica multimodale 50/125 µm o 62,5/125 µm per tratte fino a 2 km. La ricetrasmisione in full-duplex si otteneva con una doppia fibra: una per il segnale in ingresso e una per il segnale in uscita.

Gli standard 100/1000Base-SX e LX (le lettere S ed L stanno per Short e Long e si riferiscono alla lunghezza d'onda della radiazione luminosa utilizzata) fanno uso rispettivamente di lunghezze d'onda di 850 e 1.310 nm e permettono lunghezze di tratta di poco più di mezzo km. La versione LX consen-

### 802.3 Ethernet cablata

#### Ethernet su Rame

	Ethernet su Cavo Coassiale
802.3	10BASE-5 (Thick Ethernet)
802.3a	10BASE-2 (Thin Ethernet)
802.3b	10BROAD-36

	Ethernet su Doppino
802.3i	10BASE-T

	Fast Ethernet
802.3y	100BASE-T2
802.3u	100BASE-T4
	100BASE-T

	Gigabit Ethernet
802.3ab	1000BASE-T
802.3z	1000BASE-X

	10 Gigabit Ethernet
802.3ae	10GBASE-T
802.3ak	10GBASE-CX4

#### Ethernet su Fibra

802.3d	FOIRL
802.3j	10BASE-F

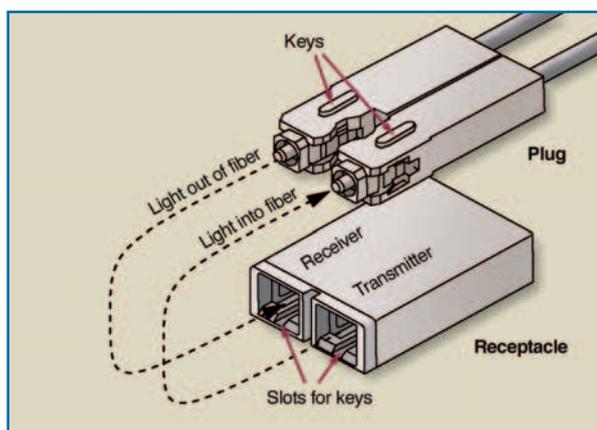
802.3u	100BASE-FX
--------	------------

802.3z	Gigabit Ethernet
	1000BASE-SX
	1000BASE-LX
	1000BASE-EX

802.3ae	10 Gigabit Ethernet
	10GBASE-LX
	10GBASE-R
802.3aq	10GBASE-LRM

### 802.11 Ethernet senza fili

802.11b	11 Mb/s, Banda 2,4 GHz
802.11g	22 Mb/s, Banda 2,4 GHz
802.11a	54 Mb/s, Banda 5 GHz



**Fig. 2 - Una delle modalità con cui le reti Ethernet si scambiano dati su fibra ottica prevede il ricorso a due canali separati: uno per i dati in ingresso e uno per i dati in uscita**

te di impiegare anche fibre monomodali con core di 9  $\mu\text{m}$  che porta a 3 km la massima distanza. Sono inoltre possibili trasmissioni in full-duplex su una sola fibra.

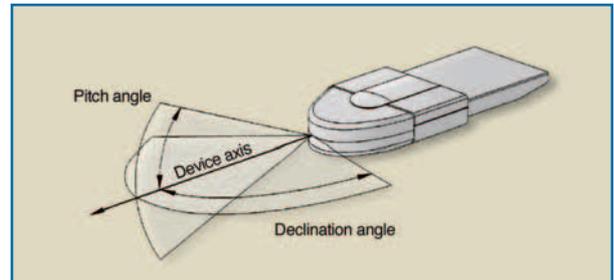
Il passaggio alla tecnologia 10 Gb Ethernet su fibra è caratterizzato da tre varianti principali: 10GBase-SX e SW che lavorano a 850 nm su fibra multimodale e permettono distanze comprese tra 2 e 300 m; 10GBase-LX e LW che usano i 1.310 nm su fibra monomodale per distanze comprese tra 2 m e 10 km; 10GBase-EX e EW che usano luce a 1.550 nm arrivano a coprire distanze di 40 km.

I connettori per fibra sono di vario tipo e presentano fattori di forma che negli anni si sono fatti più compatti e adatti all'impiego industriale: si passa dai connettori a baionetta di tipo ST a quelli a innesto di tipo SC, spesso in materiale plastico, che hanno il vantaggio di semplificare l'operazione di collegamento alle fibre doppie. I connettori FC/PC, usati per le fibre monomodali vengono via via sostituiti da queste soluzioni. Sul fronte della compattezza si stanno diffondendo sempre più i connettori di tipo LC, MT-RJ ed Optijack, quest'ultimo è in grado di incorporare due boccole ST in un connettore con lo stesso fattore di forma del tradizionale RJ-45. L'impiego di convertitori tra le diverse tipologie di connessione permette di interfacciare in maniera trasparente per l'utente porzioni di rete su fibra a sottoreti realizzate con il più economico doppino intrecciato. In questo modo è possibile utilizzare la fibra solo dove è richiesta una lunghezza di tratta dell'ordine di centinaia di metri (ad esempio per mettere in comunicazione l'area di stoccaggio o produzione con gli uffici gestionali) o quando non ci si possa esimere dal passare in zone con elevati livelli di EMI. Opportuni transceiver dotati di autonegoziazione permettono di prelevare segnali provenienti da reti 10/100/1000 Mbps per inviarli su fibra e viceversa. Questo tipo di soluzione si presenta spesso in una forma compatta come nel caso dello standard multivendor Xenpak che racchiude in un unico corpo la coppia Rx-Tx di connettori per l'interfacciamento verso la fibra con lunghezze d'onda di 850, 1.310 e 1.550 nm, e tutta la componentistica optoelettronica per la conversione del segnale ottico in segnale elettrico e viceversa.

### Ritorno alle origini: Ethernet senza fili

Sull'onda del successo sperimentato nel mercato consumer, si stanno facendo vedere anche soluzioni Ethernet industriali che sfruttano la comunicazione via etere. La versione wireless di Ethernet permette di creare soluzioni improponibili con un cablaggio, ad esempio mettendo in comunicazione elementi su piattaforme mobili o mezzi di trasporto, e risolve in maniera gordiana i problemi di cablaggio negli impianti industriali all'aperto dove l'impiego di rame e fibra è sconsigliato per l'estensione delle sollecitazioni meccaniche e termiche (passaggio di mezzi pesanti, impossibilità di tirare cavi sospesi, esposizione alle intemperie e alle escursioni termiche tra giorno e notte) o per via dei costi eccessivi di cablaggio e

relativa manutenzione. Le stesse reti wireless, pur adottando il frame comune allo standard 802.3, offrono un ulteriore grado di libertà consentendo l'instaurazione di connessioni ad-hoc in una rete che si può riconfigurare dinamicamente. Ad esempio, la presenza di un'interfaccia Ethernet wireless consente l'accesso ai nodi della rete da parte del personale di manutenzione dotato di strumentazione portatile.



**Fig. 3 – Nell'era dei dispositivi wireless ogni strumento dispone di una regione di spazio in cui è in grado di irradiare e di ricevere le comunicazioni radio entro i limiti prestabiliti dallo standard. La progettazione di una rete senza fili deve tener conto di queste caratteristiche e della presenza di eventuali barriere per le onde radio**

Tra le diverse varianti standardizzate da IEEE sotto il nome di 802.11 sono da segnalare la versione 802.11b che consente una velocità di 11 Mbps utilizzando la banda 'libera' a 2,54 MHz, la versione 802.11g che raddoppia la velocità a 22 Mbps pur sfruttando la medesima banda, e la versione 802.11a che fa uso dello spettro a 5 GHz per incrementare la velocità di comunicazione a 54 Mbps. L'impiego di tecniche a dispersione di spettro consente di evitare che la presenza di interferenze localizzate nell'intorno di una frequenza fissa possa degradare significativamente le comunicazioni (le saldatrici elettriche possono causare problemi nella banda attorno a 2,54 GHz). La frequenza utilizzata per le comunicazioni è tale da poter essere assorbita da ostacoli per cui nel posizionamento dei dispositivi è bene fare attenzione che non siano tra loro troppo nascosti, anche se è possibile contare sulle riflessioni per portare il segnale a destinazione. Quando si utilizza un punto di accesso per connettere i dispositivi wireless alla rete Ethernet cablata, è bene fare in modo che la sua antenna sia posizionata nel punto più alto possibile. Per gli impianti industriali all'aperto questo può significare dover erigere una torre appositamente per l'antenna.

Un'ultima parola deve essere spesa sulla sicurezza delle reti wireless: fermo restando che non esiste rete inviolabile, il fatto che il segnale venga irradiato nello spazio al di fuori dei confini dell'azienda rende le reti wireless intrinsecamente più vulnerabili delle reti cablate. L'adozione di un protocollo di cifratura robusto è il primo dovere dell'amministratore di sistema: il protocollo WEP (Wireless Encryption Protocol) a 128 bit e WPA (Wi-Fi Protected Access) sono due delle opzioni più comunemente adottate. ■