

<i>INTRODUZIONE ALLE PROBLEMATICHE LAN</i>	2
<i>SUPPORTI DI TRASMISSIONE :</i>	2
<i>IEEE 802.3</i>	3
<i>STRUTTURA DEL TRANSMIT/RECEIVE PACKET</i>	3
<i>SPECIFICHE HARDWARE E REGOLE DI INSTALLAZIONE</i>	5
<i>TERMINOLOGIA PER RETE ETHERNET COMUNE</i>	5
<i>RETI CON CAVO THIN-ETHERNET</i>	5
<i>STRUTTURA DI UNA RETE THIN-ETHERNET</i>	6
<i>RETI CON CAVO THICK-ETHERNET</i>	6
<i>STRUTTURA DI UNA RETE THICK-ETHERNET</i>	7
<i>RETI CON COMBINAZIONI DI CAVO THIN-THICK</i>	8
<i>HARDWARE NECESSARIO PER UN SEGMENTO THIN-THICK</i>	8
<i>STRUTTURA DI UNA RETE CON CAVO THIN-THICK</i>	8
<i>RETE D.A.NET. MICROLAB</i>	9
<i>TERMINOLOGIA</i>	9
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	10

Reti locali Ethernet - concetti introduttivi

prof. Cleto Azzani
 IPSIA Moretto Brescia

Febbraio 1996

Introduzione alle problematiche LAN

Una rete locale LAN (Local Area Network) può essere definita come un sistema di interconnessione fra stazioni di lavoro intelligenti (mini-computer, PC, o altre unità) denominate nodi che permette un veloce, sicuro e affidabile scambio di informazioni fra i soggetti della rete stessa.

Le necessità di interconnettere fra di loro sistemi diversi nascono dal fatto che può essere importante in un impianto porre a disposizione di una stazione (nodo A) risorse HDW (stampanti speciali, plotter, modem) o risorse SFTW (software, banche dati etc.) collocate fisicamente non in prossimità del nodo A stesso.

Per realizzare una rete locale sono necessarie risorse HDW (server, schede di interfaccia, cavi di interconnessione, connettori, ecc.) che vanno coordinate da un apposito SFTW di gestione che costituisce il sistema operativo della rete. Le risorse HDW e quelle SFTW debbono operare rispettando norme e specifiche rigorose. Il protocollo IEEE 802.3 CSMA/CD Ethernet è divenuto lo standard più diffuso nella realizzazioni di reti locali LAN che collegano PC, Workstation dotate di risorse di tipo informativo, Server ed altre unità periferiche.

Nella tabella di seguito riportata sono sintetizzate le caratteristiche tecniche salienti relative alle quattro configurazioni più comuni della rete Ethernet.

	10Base5	10Base2	1Base5	10Base-T
Denominazione	Coassiale Thick	Coassiale Thin	Rete a Stella	Doppino Telef.
Velocità Max.	10 Mbit/sec.	10 Mbit/sec.	1 Mbit/sec.	10 Mbit/sec.
Lunghezza Segmento	500 mt.	185 mt.	500 mt.	100 mt. (nom)
Struttura	Bus (Multi-Point)	Bus (Multi-Point)	Star (Point-to-P.)	Star (Point-to-P.)
Tipo di Cavo	RG11	RG58	Doppino Telef.	Dopp. Telef. Sch.
Impedenza	50 Ohm	50 Ohm	100 Ohm	100 Ohm
Diametro	0,4" diam.	0,2" diam.		
Connessione	Precision TAP	BNC "T"	8 pin RJ-45	8 pin RJ-45

Supporti di trasmissione :

Per supporto trasmissivo si intende il mezzo fisico attraverso il quale è possibile realizzare il collegamento fra stazioni appartenenti alla stessa rete locale. La rete Ethernet è nata in campo industriale utilizzando un cavo coassiale con doppia schermatura RG11 (coassiale thick esternamente colorato in giallo) del diametro di 0,4" (10 mm. circa) caratterizzato da un'impedenza di 50 Ohm; alle estremità del cavo si devono saldare connettori coassiali (tipo impiegato nel settore telecomunicazioni per cavo antenne trasmettenti); le eventuali derivazioni sul cavo vanno effettuate con TAP di precisione (Vampire, Transceiver, cavo Drop verso la scheda di rete) solamente in corrispondenza a determinati punti distanti approssimativamente 2,5 mt. l'uno dall'altro; le due estremità del cavo vanno chiuse su appositi terminatori resistivi da 50 Ohm.

Un cavo più economico, adatto solamente per applicazioni civili (uffici, laboratori, etc) è il cavo coassiale RG58 (coassiale thin esternamente colorato in nero) del diametro di 0,2" (5 mm. circa) caratterizzato da impedenza pari a 50 Ohm; deve essere usato con connettori BNC da strumentazione (tipo piccolo). Le derivazioni vengono effettuate usando due BNC volanti maschio e un BNC tipo a T che viene connesso alla scheda di rete (il cavo coassiale viene interrotto).

Nelle reti configurate a stella StarLAN la connessione è di tipo Punto a Punto dalle stazioni di lavoro verso un concentratore connesso al Server. In questo caso si utilizza il doppino telefonico (twisted pairs) normale o di tipo schermato e la trasmissione è lo standard di

trasmissione è di tipo differenziale in tensione privo ovviamente di problemi legati alla collisione.

Oggigiorno vengono anche impiegati cavi in fibra ottica caratterizzati da un transfer rate pari a 100 Mbit/sec. e tratte di lunghezza pari a 1 Km; necessitano di transceiver di tipo particolare; non consentono derivazioni lungo la tratta.

IEEE 802.3

Il protocollo IEEE 802.3 CSMA/CD Ethernet definisce in che modo un nodo debba attivarsi in trasmissione verso il cavo (supporto trasmissivo). Il nodo per prima cosa verifica che sul cavo non sia in corso una trasmissione proveniente da un altro nodo connesso alla rete (Carrier Sense presenza o assenza della portante). A questo punto qualsiasi nodo può decidere di iniziare una trasmissione (Multiple Access/accesso multiplo). Se più di un nodo si attiva in trasmissione si può verificare quella che viene chiamata collisione; ogni nodo deve perciò essere dotato di dispositivo che consenta di rivelare tale situazione (Collision Detection). La presenza di una situazione di collisione provoca la sospensione temporanea della trasmissione e la ripetizione del tentativo dopo che è trascorso un ritardo calcolato in base al numero che esprime l'indirizzo fisico del nodo (indirizzo che è unico e specifico per quel nodo); questo fatto assicura che al successivo tentativo i nodi non potranno più porsi in trasmissione sulla rete contemporaneamente.

Struttura del Transmit/Receive Packet

Le informazioni su rete Ethernet viaggiano rispettando rigorosamente le specifiche IEEE 802.3 che prevedono la suddivisione del pacchetto in campi come di seguito descritto :

Preambolo		Destinazione		Lungh. Messaggio		FCS (CRC)	
62b	2b	6B	6B	2B	46B 1500B	4B	
SFD		Provenienza		Blocco Dati			

PREAMBOLO (62 bit)

Previsto dalla codifica Manchester è costituito da una sequenza di bit alternati (1,0,1,0,...) che vengono emessi dal trasmettitore e servono per sincronizzare il ricevitore.

SFD (Start of Frame Delimiter) (2 bit)

Due bit consecutivi ad 1 che separano il PREAMBOLO dall'informazione vera e propria

DESTINAZIONE (indirizzo del nodo di destinazione del messaggio) (6 bytes)

L'indirizzo di destinazione indica il nodo a cui è diretto il pacchetto sulla rete e viene usato per filtrare i pacchetti indesiderati (perché destinati ad altro nodo). Tre sono i tipi di indirizzo previsti in questo campo : indirizzo fisico, multi cast e broadcast. L'indirizzo fisico rappresenta un valore che identifica un unico nodo della rete. Tutti gli indirizzi fisici presentano il byte più significativo MSB a 0 (\$00); il pacchetto viene accettato solamente se i rimanenti 5 bytes che compongono l'indirizzo coincidono con il valore predisposto sulla scheda di rete. L'indirizzo broadcast presenta gli 8 bit del byte più significativo a 1 (\$FF); il pacchetto in questo caso è destinato a tutti i nodi della rete che quindi lo accettano. In caso di indirizzo multi cast il pacchetto è destinato a un gruppo specificato di nodi della rete.

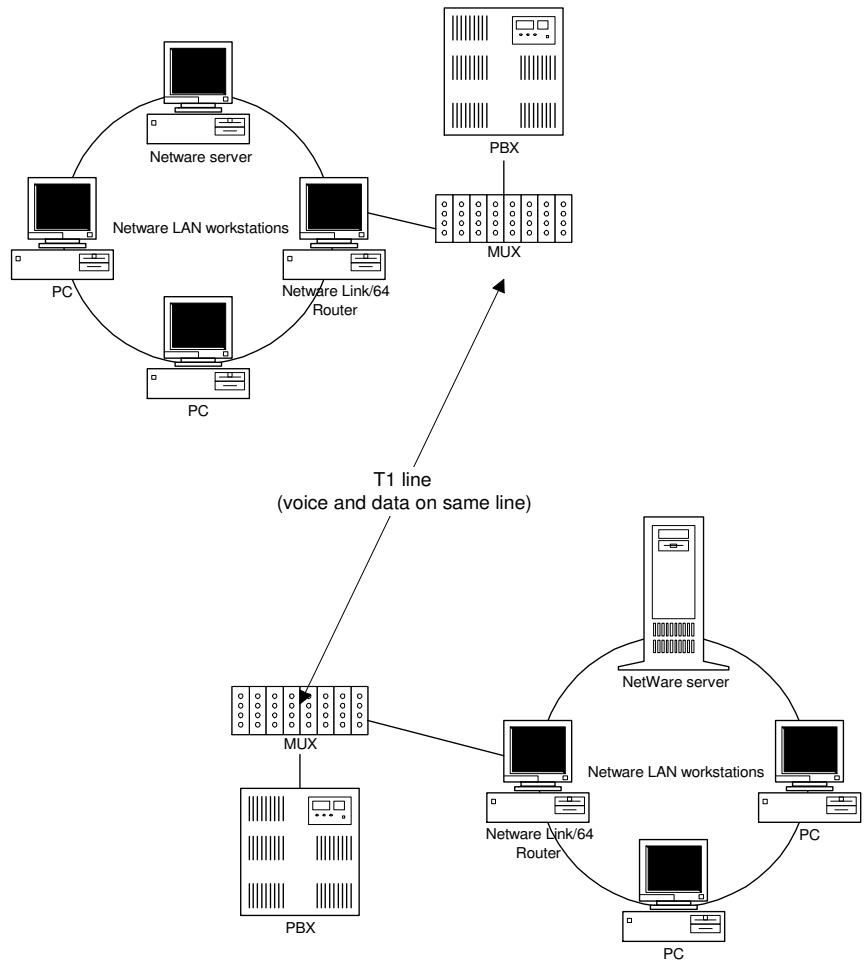
PROVENIENZA (indirizzo del nodo di provenienza del messaggio) (6 Bytes)

L'indirizzo di provenienza del pacchetto può essere solo un indirizzo di tipo fisico.

BLOCCO DATI (messaggio vero e proprio) (46-1500 bytes)

Nel caso in cui il pacchetto di bytes sia superiore a 1500 il pacchetto viene suddiviso in più pacchetti. FCS (Frame Check Sequence) (4 Bytes : 32 bit CRC collocato in coda al messaggio)

Si tratta di un codice di ridondanza ciclica che consente al ricevitore di fare un test di integrità sul messaggio trasmesso; se il check da risultato positivo il pacchetto viene accettato, se il check da risultato negativo il trasmettitore è costretto a ritrasmettere il pacchetto in quanto il ricevitore non restituisce il messaggio di ACKNOWLEDGE (pacchetto ricevuto).



Specifiche Hardware e regole di installazione

Terminologia per rete Ethernet comune

Una rete ETHERNET collega tra loro varie stazioni in modo che possano comunicare. Queste stazioni possono essere server, stazioni di lavoro, bridges, terminali intelligenti. Le stazioni di rete sono collegate ad intervalli su un segmento di cavo principale denominato trunk. Le stazioni e il cavo formano un segmento trunk.

Il cavo thin-Ethernet è solitamente usato per costruire una serie di segmenti collegati tra loro con dei connettori (es. BNC "T") dividendo così un unico cavo continuo.

Un segmento trunk ha però delle limitazioni. Esso ha sia una massima lunghezza che un massimo numero di stazioni collegabili. Tuttavia

una rete completa non ha le limitazioni di un singolo segmento trunk.

Per estendere la lunghezza di una rete oltre le limitazioni di un segmento trunk, possiamo collegare tra loro due o più segmenti trunk attraverso un *repeater*. Un *repeater* realizza il passaggio dei segnali di rete tra un segmento trunk ed un altro; inoltre esso amplifica opportunamente i segnali di rete.

Il cavo trunk di rete è l'insieme di tutti i segmenti di cavo trunk.

In commercio esistono due tipi di cavi Ethernet

-cavo thin-Ethernet o RG58

cavo thick-Ethernet o cavo Ethernet standard o RG11

Il cavo RG58 (nero 5 mm di diametro) è meno costoso del cavo RG11 (giallo 10 mm di diametro). Si possono realizzare tre tipi di rete Ethernet:

- rete con solo cavo thin RG58,
- rete con solo cavo thick RG11
- rete con impiego combinato di cavo thin e cavo thick

Reti con cavo Thin-Ethernet

L'hardware necessario per assemblare una rete con cavo thin-Ethernet è descritta di seguito e illustrata in figura 2.

Scheda Interfaccia di Rete.

L'interfaccia è una scheda a circuito stampato. Questa scheda viene inserita in ogni stazione di rete permettendo la comunicazione, attraverso il cavo, con le altre stazioni.

Connettori BNC.

I connettori maschio e femmina BNC collegano fisicamente l'hardware di rete. Il connettore BNC femmina sulla scheda di interfaccia di rete permette la connessione al segmento di cavo trunk. I connettori maschio saldati (oppure crimpati) alle estremità di un segmento di cavo thin-Ethernet permettono il collegamento con connettori BNC "T", BNC a barra o altro tipo di hardware.

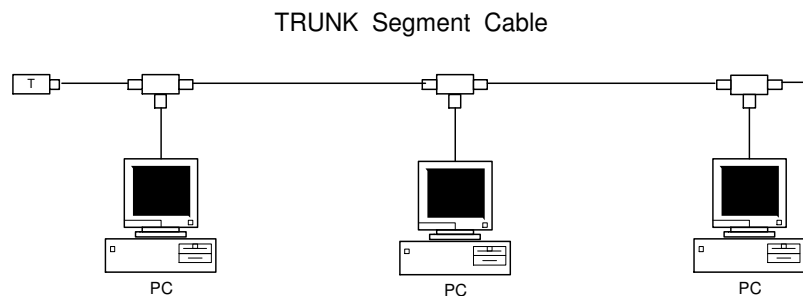


fig. 1 Segmento Trunk

Cavo Thin-Ethernet.

Il cavo thin-Ethernet è un cavo coassiale a 50 ohm denominato RG-58. Esso viene fornito in varie lunghezze senza connettori oppure è disponibile in spezzoni di 6.4 mt con connettori maschio BNC già montati forniti da Novell.

Connettori BNC a Barra.

I connettori BNC a barra permettono la giunzione tra due spezzoni di cavo thin-Ethernet.

Connettori BNC a "T".

Questo connettore è formato da due connettori femmina per il collegamento a due spezzoni di cavo thin-Ethernet ed un connettore maschio per il collegamento alla scheda di interfaccia di rete installata in ogni stazione.

Terminatore BNC.

Un tappo BNC a 50 ohm "termina" la rete bloccando le interferenze elettriche. Esso è collegato su uno dei due connettori femmina di un BNC a "T" dove non verrà collegato nessun altro spezzone di cavo thin. Alcuni terminatori BNC permettono la messa a terra della rete. Essi vengono forniti con un filo di terra collegato alla carcassa. Si devono usare terminatori BNC (uno con il collegamento a terra e uno senza) per installare correttamente una rete Ethernet.

Struttura di una rete Thin-Ethernet

Di seguito verranno descritte le limitazioni e le regole per installare correttamente una rete thin-Ethernet. La figura 3 illustra quanto segue.

Limiti

- *Massimo numero di segmenti trunk: 5*
- *Massima lunghezza di un segmento trunk: 185 metri*
- *Massima lunghezza di una rete di cavo trunk: 925 metri (5 x 185)*
- *Massimo numero di stazioni collegabili ad un segmento trunk: 30 (i Repeaters vengono considerati come una stazione per ognuno dei segmenti trunk)*
- *Minima distanza tra due connettori a "T": 0.5 metri*

Regole

Un terminatore BNC deve essere collegato ad ognuno dei due estremi di ogni segmento trunk. Uno dei due terminatori di ogni segmento deve essere messo a terra.

I connettori di giunzione BNC a barra dovranno essere il minor numero possibile. Dove possibile utilizzare un unico segmento di cavo tra una stazione ed un'altra. Meno connessioni si avranno sul cavo e più affidabile sarà la rete.

Per quanto i connettori BNC maschio a crimpare velocizzano notevolmente l'installazione di una rete con cavo thin, è preferibile, per avere una elevata affidabilità meccanica nella connessione, utilizzare connettori BNC maschio a saldare.

Se si è sicuri che la rete non necessiterà di un cavo trunk più lungo di 925 metri, sarà più conveniente utilizzare un cavo thin-Ethernet RG58, sia per il minor costo, sia per la facilità di installazione rispetto all'installazione di un cavo thick-Ethernet RG11.

Reti con cavo Thick-Ethernet

L'hardware necessario per implementare una rete con cavo thick RG11 verrà di seguito descritto. Ogni voce descritta è illustrata in figura 4 e in figura 5.

Scheda Interfaccia di Rete.

L'interfaccia è una scheda a circuito stampato. Questa scheda viene inserita in ogni stazione di rete permettendo la comunicazione, attraverso il cavo, con le altre stazioni.

Transceiver.

Le stazioni collegate ad una rete su cavo thick, comunicano con la rete attraverso un transceiver esterno attaccato al segmento di cavo trunk. I transceiver esterni sono necessari solamente quando si utilizza il cavo thick-Ethernet. Si possono utilizzare qualsiasi tipo di transceiver rispondenti alle caratteristiche Ethernet standard (IEEE 802.3).

Cavo Transceiver (DROP).

Il cavo transceiver connette le stazioni ai transceiver esterni collegati al cavo thick.

Connettore DIX (15 poli).

Alle estremità del cavo transceiver sono montati due connettori 15 poli DIX, un maschio ed una femmina. Il connettore maschio viene collegato alla scheda di interfaccia installata nella stazione di rete. Il connettore femmina viene collegato al transceiver esterno.

Staffa di Bloccaggio.

Una staffa di bloccaggio assicura meccanicamente la connessione tra il cavo transceiver e la scheda di interfaccia di rete installata nella stazione di lavoro.

Cavo Thick-Ethernet.

Costruttivamente il cavo thick-Ethernet ha un diametro di 0.4 pollici e ha un'impedenza di 50 ohm. In sezione presenta due schermature a maglie incrociate divise da strati materiale isolante con al centro il *core* in rame pieno. Viene fornito in vari segmenti pre-tagliati con montati ad ogni capo un connettore maschio serie-N di diametro 0.4 pollici; esso può essere acquistato da un rivenditore autorizzato NetWare. Il cavo thick-Ethernet è comunque disponibile sul mercato anche presso altri rivenditori. Naturalmente a questi cavi non "ufficiali" non vengono montati i connettori.

Connettori coassiali Maschio Serie-N.

Connettori maschio serie-N sono montati su entrambi i capi di un segmento di cavo thick-Ethernet.

Connettori coassiali a Barra Serie-N.

I connettori a barra serie-N sono utilizzati per la giunzione di due spezzoni di cavo thick-Ethernet.

Terminatori coassiali Serie-N.

Un serie-N a 50 ohm "termina" la rete bloccando le interferenze elettriche. Esso è avvitato sul connettore maschio ad un capo di un segmento di cavo thick-Ethernet. Alcuni terminatori serie-N permettono la messa a terra della rete; essi vengono forniti con un filo di terra collegato alla carcassa. Si deve montare un terminatore serie-N su ogni capo del cavo; uno dei due capi deve essere messo a terra.

Struttura di una rete Thick-Ethernet

Di seguito sono descritti i limiti e le regole per una corretta installazione di una rete thick-Ethernet. La figura 6 illustra ciò che segue.

Limiti

- Massimo numero di segmenti trunk: 5
- Massima lunghezza di un segmento trunk: 500 metri
- Massima lunghezza di una rete di cavo trunk: 2500 metri
- Massimo numero di stazioni collegabili ad un segmento trunk: 100 (i Repeaters sono considerati come una stazione per ognuno dei segmenti trunk)
- Minima distanza tra due transceiver: 2.5 metri

- Massima lunghezza di un cavo transceiver : 50 metri

Regole

- * Un terminatore deve essere collegato ad ognuno dei due estremi di ogni segmento trunk. Uno dei due terminatori di ogni segmento deve essere messo a terra.
- * I connettori di giunzione a barra dovranno essere il minor numero possibile. Dove possibile utilizzare un unico segmento di cavo tra una stazione ed un'altra. Meno connessioni si avranno sul cavo e più affidabile sarà la rete.
- * Assicurarsi che in fase di installazione il raggio di curvatura compiuto dal cavo thick_ethernet, lungo il percorso, non sia inferiore a 30 centimetri.

Reti con combinazioni di cavo Thin-Thick

Si può creare una rete con una combinazione di cavo thin/thick-Ethernet utilizzando sia cavo thin che thick sulla stessa rete. Usando in alcuni casi questa combinazione, si può avere un risparmio di denaro dato che il cavo thin-Ethernet è meno costoso del cavo thick. Per contro l'utilizzo del cavo thick permette di coprire distanze maggiori prima che sia necessario l'uso di un repeater. Si può creare una rete con combinazione di cavo thin/thick in uno dei seguenti modi:

- * E' possibile connettere un segmento thin-Ethernet con un segmento thick-Ethernet attraverso un repeater. Fino a cinque diversi segmenti trunk (usando quattro repeaters) possono essere connessi in questo modo. Per creare questo tipo di rete, basta seguire le istruzioni per la costruzione di ogni segmento trunk descritte precedentemente; dopodiché collegare ogni segmento secondo le istruzioni descritte più avanti.
- * Si possono utilizzare entrambi i tipi di cavo thin e thick nello stesso segmento trunk. Più avanti verrà descritto il modo di costruire questo tipo di rete.

Hardware necessario per un segmento Thin-Thick

Le reti con cavi thin/thick usano lo stesso hardware utilizzato per i singoli cavi thin e thick (descritti precedentemente). Tuttavia, essi necessitano di adattatori per creare il segmento trunk combinato. Due tipi di adattatori sono mostrati in figura 7:

- * Adattatore femmina BNC a femmina serie-N
- * Adattatore femmina BNC a maschio serie-N

Struttura di una rete con cavo Thin-Thick

Di seguito è descritto come combinare cavo thin e cavo thick nello stesso segmento trunk, usando più cavo thin possibile. (In figura 8 è illustrato un esempio di combinazione di cavo thin/thick in una rete Ethernet). La combinazione tra cavo thin/thick va da un minimo di 185 metri ad un massimo di 500 metri. La minima lunghezza è data dal fatto che se il segmento trunk ha una estensione minore di 185 metri, conviene utilizzare esclusivamente cavo thin. La massima è dovuta al fatto che tutti i segmenti trunk possono essere lunghi al massimo 500 metri.

Per ricavare la massima estensione di cavo thin-Ethernet in un segmento a combinazione thin/thick Ethernet si usa la seguente equazione:

$$t = \frac{500 \text{ mt.} - L}{3.28}$$

dove

L = lunghezza del segmento trunk che si vuole costruire

t = massima lunghezza di cavo thin che si può utilizzare

Ad esempio, se si deve costruire un segmento trunk lungo 457 metri e si vuole minimizzare il costo dell'hardware utilizzando quanto più possibile cavo thin, utilizzeremo la precedente equazione del seguente modo:

$$t = \frac{500 - 457}{3.28} = 13.1 \text{ mt.}$$

Si potranno utilizzare così fino a 13.1 metri di cavo thin. I restanti 443,9 metri verranno coperti utilizzando il più costoso cavo thick.

NOTA:

Il massimo numero di segmenti trunk combinati thin/thick, collegati tra loro, è di cinque segmenti.

Rete D.A.NET. Microlab

D.A.NET. (Data Acquisition NETWORK) è una rete ad alta velocità per l'acquisizione e la distribuzione delle informazioni rispondente alle specifiche standard ETHERNET (IEEE 802.3). Impiegata in ambiente industriale molto disturbato, ha dato ottimi risultati fin dalle prime installazioni. L'alta affidabilità, la semplicità delle operazioni di messa in servizio, l'alta velocità di trasmissione dei dati (10 Mbit/s) e soprattutto l'integrazione in ambiente PC MSDOS sono state le motivazioni che ci hanno indotto ad abbandonare i vecchi sistemi di trasmissione delle informazioni basati sugli standard di trasmissione seriale (Current loop, RS485, RS232). Da esperienze acquisite sul campo, il supporto di trasmissione più adatto in ambienti fortemente disturbati (acciaierie) è la fibra ottica. Per contro, essa ha un costo al metro attualmente molto elevato. Questo fa sì che la fibra ottica venga impiegata solamente in quei casi dove la presenza di elevati disturbi elettrici (caduta frequente di fulmini, passaggio a stretto contatto con cavi ad alta tensione ecc.) non permetta l'uso del cavo thick-Ethernet (cavo giallo). Il cavo thick-Ethernet è comunque un ottimo supporto trasmissivo essendo meccanicamente molto resistente e se installato correttamente (seguendo le precedenti norme), assicura una elevata affidabilità. Inoltre utilizzando solamente cavo thick e transceiver esterni (vampire), si crea un elevato isolamento tra il trasporto (cavo giallo) e le stazioni di rete. Infatti il transceiver, internamente, ha un circuito di protezione ad isolamento galvanico ed ottico il quale in caso di gravi danni elettrici del trasporto (vedi cavi immersi in cunicoli pieni di acqua sotto un violento temporale), protegge la stazione di rete. E' dunque consigliabile, nel caso si vogliano installare reti combinate thin/thick, isolare la tratta a rischio (cunicoli, capannoni, sottostazioni ecc.) con un transceiver collegato ad un lato di un repeater (sul connettore 15 poli DIX). All'altro lato del repeater si può collegare un cavo thin-Ethernet se questo è utilizzato come trasporto in un ambiente meno ostile quale potrebbe essere un ufficio.

Terminologia

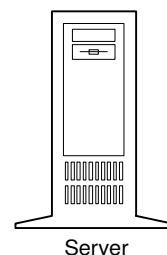
HARDWARE : con questo termine si fa riferimento alla parte hard (dura) e perciò difficilmente modificabile di un sistema di elaborazione-dati ossia alle schede, cavi, circuiti integrati ecc. .

SOFTWARE : con questo termine si fa riferimento alla parte soft (soffice) e perciò facilmente modificabile di un sistema di elaborazione-dati ossia ai programmi.

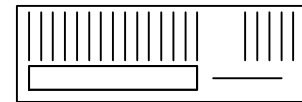
FIRMWARE : questo termine è riferito solitamente a software residente su memorie di tipo ROM (PROM, EPROM, EEPROM).

LAN : Local Area Network Rete locale di Calcolatori

IEEE : Institute of Electrical and Electronic Engineer organismo che ha sede negli USA che pubblica risultati di ricerche in campo teorico e applicativo e propone standardizzazioni sia in campo HDW che in quello SFTW.



CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
Accessi Multipli su portante modulata in FM con rivelazione di collisione.



BRIDGE : Sistema intelligente di interconnessione fra due reti generalmente strutturate in maniera diversa.

ROUTER : Sistema intelligente di interconnessione fra due reti generalmente dello stesso tipo .

SERVER : Stazione sulla quale sono concentrate le risorse software della rete

Bibliografia

National Semiconductor
Data Communications Local Area Networks UARTs Handbook
1988 Edition

Novell
Netware Version 2.2 Concepts March 1991 Edition

Microlab Sistemi - Marco Maioli
Manuale DANET (Data Acquisition Network) 1992

Si ringrazia MICROLAB SISTEMI srl per il materiale didattico messo a nostra disposizione per la preparazione delle dispense

STRUTTURA RETE LABORATORIO MICROPROCESSORI
NOVELL NETWARE 2.2-10 USER

