

EVOLUZIONI DELLE LAN

Testo scritto da Pizzichetti Pasquale del 184° RGT SUP TLC "Cansiglio" in Treviso - aprile 1999 - Ver.1.1

1.1 INTRODUZIONE

I costruttori di reti locali sono alla continua ricerca di soluzioni tecnologiche che consentono di ottenere reti locali più veloci, meno costose e più affidabili. Varie sono le proposte d'evoluzioni, la più importante delle quali è senza dubbio l'adozione della tecnica ATM. Considerata l'importanza che avrà ATM nel futuro, non solo per le LAN, ma anche per le WAN, essa è trattata separatamente.

Tuttavia molte altre novità sono apparse sul mercato e le più significative saranno descritte in questo capitolo.

Gli sviluppi principali cui si sta assistendo hanno due obiettivi: migliorare le reti locali già esistenti, in particolare quelle di derivazione Ethernet, e creare reti locali wireless, in pratica senza fili.

L'evoluzione verso il primo obiettivo ha portato alla disponibilità di una serie di prodotti che vengono presentati con vari nomi commerciali: Ethernet switch, Ethernet dedicato, Ethernet a 100 Mb/s (100BaseT e 100VG AnyLAN). Essi mirano a migliorare la più diffusa rete locale (Ethernet) fornendo a ciascun posto di lavoro dieci Mb/s dedicati oppure 100 Mb/s condivisi o dedicati. La necessità di incrementare la velocità del singolo posto di lavoro è giustificata dalla crescente richiesta d'applicazioni multimediali, le quali devono trasferire non solo dati, ma anche voce ed immagini. L'attenzione verso lo standard Ethernet è invece giustificata da considerazioni di mercato: si stima che nel periodo 1984-1993 siano stati venduti 20.000.000 di nodi e che altrettanti ne sono stati venduti nel periodo 1994-1996, dalle oltre 200 aziende produttrici.

Le reti wireless si pongono invece obiettivi diversi. Esse non sono nate con lo scopo di sostituire le reti cablate in quanto, almeno per ora, forniscono prestazioni nettamente inferiori, in alcuni casi anche di un ordine di grandezza, ma si pongono come un valido complemento a loro fornendo all'utenza maggiore mobilità. Le reti di tipo wireless sono fortemente sinergiche con i calcolatori portatili tipo notebook e laptop in quanto consentono di portare i dati ovunque gli utenti si trovino: in ufficio, a casa o presso i clienti.

I fattori che spingono verso la realizzazione di reti locali wireless, sono:

- la riduzione dei costi e delle dimensioni dei calcolatori portatili, unitamente all'incremento delle prestazioni, della capacità di memoria (centrale e di massa) e dell'autonomia;
- il desiderio, da parte degli utilizzatori di strumenti di calcolo portatili, di poter usufruire degli stessi servizi di rete a disposizione degli utenti di sistemi fissi.

Esiste infine un terzo fattore, molto sentito in Italia, che è l'elevato costo di realizzazione dei sistemi di cablaggio in particolari edifici, ad esempio quelli storici, soggetti alla tutela del Ministero dei Beni Culturali.

La fattibilità delle reti locali wireless è oggi possibile grazie ai forti progressi nei settori delle tecnologie dei semiconduttori (chip all'arseniuro di gallio), delle alte frequenze (microonde) e ottiche (infrarossi). Le reti per trasmissione dati non cablate, si possono classificare in due diverse categorie, secondo le loro dimensioni e dei servizi ed applicazioni offerti all'utenza, esattamente come nel caso delle loro controparti cablate:

- wide area wireless data network o wireless WAN, progettate per la trasmissione di dati su base metropolitana o nazionale, con velocità nel range 2.4 - 19.2 Kb/s;
- local area wireless data network o wireless LAN, progettate per l'utilizzo in ambienti di dimensioni ridotte all'interno di edifici, con velocità da 230 Kb/s a dieci Mb/s.

1.2 EVOLUZIONE DELLE LAN CABLATE

La definizione di rete locale data in precedenza, prevede l'esistenza di un unico mezzo trasmissivo ad alta velocità e basso tasso d'errore la cui capacità trasmissiva sia condivisa da tutte le stazioni collegate. Tale modello rispecchia fedelmente la struttura di una rete Ethernet cablata con cavo coassiale, o quella di una rete Token Ring cablata su un concentratore passivo.

Abbiamo altresì visto come gli standard relativi al cablaggio strutturato degli edifici abbiano ricondotto tutte le LAN ad una topologia sostanzialmente stellare, in cui i cavi collegano le stazioni a dei concentratori (HUB) che fungono da centro stella.

La topologia stellare non introduce benefici in termini di capacità trasmissiva globale della rete se i concentratori si comportano come ripetitori (nel caso di Ethernet) o semplici centro stella (nel caso di reti ad anello): infatti, in tali casi il concentratore continua ad avere una capacità trasmissiva totale pari a quella del singolo cavo. Nella topologia stellare è però possibile sostituire i concentratori con commutatori di trame di livello MAC, comunemente detti switch (figura 11.2), caratterizzati da una capacità trasmissiva globale molto superiore a quella dei singoli cavi: uno switch, infatti, è in grado di permettere la trasmissione contemporanea di più pacchetti se i mittenti e i destinatari sono diversi.

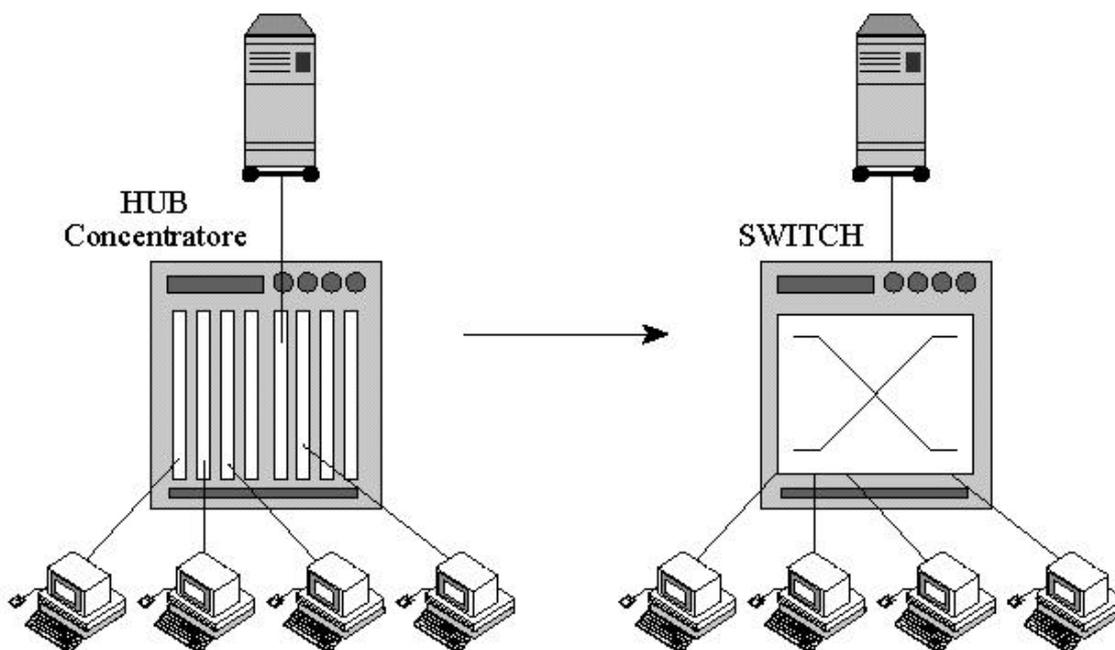


Fig. 11.2 - Dal concentratore allo switch.

Se, per esempio, lo switch ha una capacità trasmissiva di 160 Mb/s e il numero di stazioni collegate è 32 allora i dieci Mb/s di Ethernet diventano effettivamente disponibili per ciascuna singola stazione: dieci Mb/s per ognuna delle sedici possibili coppie. Il 10BaseT si trasforma in un protocollo punto-punto tra stazione e switch e ogni singolo cavo stazione-switch diviene un dominio di collisione separato.

Se si ritiene che i dieci Mb/s disponibili per ogni stazione siano insufficienti, oppure si vogliono fornire prestazioni molto elevate anche quando le stazioni siano collegate su switch diversi, è

indispensabile ricorrere a protocolli a più elevate prestazioni, sia per i collegamenti tra stazione e switch, sia per i collegamenti di dorsale, cioè tra switch e switch.

Per quanto concerne i collegamenti tra stazioni e switch la scelta più semplice consiste nell'adottare una rete locale a 100 Mb/s. Le scelte possibili sono tre:

100BaseT, 100VG AnyLAN e FDDI su rame (anche detto CDDI o, più propriamente TP-PMD). Nessuna di queste tre reti implica cambiamenti a livello di gestione dei protocolli rispetto al 10BaseT in quanto sono tutte perfettamente inserite nel progetto IEEE 802.

Le prime due (100BaseT e 100VG AnyLAN), inoltre, sono anche in grado di operare sugli stessi cavi di categoria 3 (si veda il capitolo 3) impiegati per 10BaseT, mentre CDDI richiede necessariamente un cablaggio in categoria cinque.

L'adozione di ATM per il collegamento tra stazioni e switch, oltre a richiedere un cablaggio in fibra ottica o in cavo di rame di categoria cinque, pone ulteriori problemi in quanto ATM non è inserito nel progetto IEEE 802 e quindi le funzionalità tipiche delle LAN devono essere emulate tramite opportuno software. Diverso è il discorso per i collegamenti di dorsale, dove 100BaseT è inadatto per problemi di lunghezza massima dei collegamenti. 100VG AnyLAN è invece teoricamente utilizzabile, anche se le uniche due architetture ampiamente diffuse sono FDDI e ATM.

FDDI ha il vantaggio di essere inserito nel progetto IEEE 802, d'avere standard consolidati da tempo e ottima interoperabilità in ambiente multivendor, anche se le prestazioni massime sono limitate a 100 Mb/s (200 Mb/s nel caso di FDDI full duplex).

ATM ha il vantaggio di poter crescere sino a 2.4 Gb/s e oltre, non avendo limiti significativi di banda sulle fibre ottiche delle dorsali, ma soffre ancora di problemi di "gioventù" (scarsa interoperabilità multivendor) e richiede comunque un'estensione per emulare le funzionalità delle reti locali.

1.3 ETHERNET SWITCHING

Il termine Ethernet switching indica una rete Ethernet in cui sono presenti degli switch in luogo dei concentratori. Gli Ethernet switch sono a tutti gli effetti dei bridge con una porta dedicata verso ogni stazione e un buon rapporto prestazioni/prezzo. In funzione del

fornitore e della politica commerciale, a volte possono essere sprovvisti della possibilità di impostare entry statiche nel filtering database o dell'algoritmo di spanning tree (non indispensabile in quanto lavorano tipicamente su topologie stellari).

1.4.1 Ethernet dedicato full-duplex

Per la comunicazione punto-punto tra due bridge o due switch è possibile utilizzare due canali Ethernet classici (half-duplex) in parallelo, ciascuno in modo monodirezionale, ottenendo un canale Ethernet dedicato full-duplex. Questi sono dei canali molto particolari in quanto non soggetti a collisione (in ogni direzione c'è una sola stazione che può trasmettere e quindi per definizione non può collidere con nessun'altra) e quindi i limiti di distanza non sono più dettati dal livello MAC, ma solo dal livello Fisico. La soluzione full-duplex è utilizzabile sia in associazione allo standard 10BaseT che al 100BaseT. Le distanze massime ammesse sono tipicamente di 100 m su cavo UTP, 2 Km su fibra ottica multimodale e 50 Km su fibra ottica monomodale.

1.5 RETI LOCALI VIRTUALI

La tecnologia delle reti locali virtuali (Virtual LAN o VLAN) fa riferimento alla capacità offerta dagli switch e dai router di configurare più reti logiche sopra un'unica rete locale fisica. Ogni Virtual LAN è costituita da un insieme di segmenti di rete locale che possono comprendere una singola stazione (segmenti punto-punto), o un gruppo di stazioni (segmenti condivisi). Le stazioni appartenenti ad una VLAN sono logicamente interconnesse a livello Data Link, anche se fisicamente sono collegate su segmenti diversi. Operando unicamente a livello di centro di gestione della rete è possibile creare più domini, cioè più reti locali virtuali, su un'infrastruttura trasmissiva comune senza alcun intervento a livello Fisico. La possibilità di creare reti locali virtuali da assegnare ai vari gruppi di lavoro permette un'elevata flessibilità in quanto non è necessario che i componenti di un gruppo occupino spazi fisicamente contigui.

I vantaggi principali che si ottengono da tale assegnazione derivano dall'isolamento del traffico dei vari gruppi di lavoro al livello Data Link. Questo non solo è importante per ragioni di sicurezza e riservatezza dei dati, ma anche perchè consente di mantenere separato il traffico di multicast/broadcast delle diverse reti virtuali.

L'interoperabilità tra le reti virtuali è garantita da un'unità d'internetworking esterna, normalmente un router.

1.6 ETHERNET A 100 Mb/s

Sviluppata ormai oltre venti anni fa, Ethernet è una delle tecnologie di rete più standard e assestate esistenti sul mercato. L'idea di avere una rete Ethernet a 100 Mb/s è da lungo tempo vagheggiata e non realizzata in quanto nel MAC di Ethernet (e di IEEE 802.3) la velocità non è un parametro indipendente, ma è legato indissolubilmente ad altri due: la lunghezza minima del pacchetto e il round trip delay. Il round trip delay determina l'estensione del dominio di collisione e quindi la lunghezza massima della rete. Se si vuole realizzare una rete Ethernet a 100 Mb/s bisogna modificare la velocità unitamente ad almeno uno degli altri due parametri: poiché la velocità sale di un fattore dieci, uno degli altri due parametri deve modificarsi analogamente di un fattore dieci.

Una possibile alternativa è quella di cambiare l'algoritmo del MAC, con i vantaggi e gli svantaggi che questa rilevante modifica comporta. Nel 1992 sono state presentate due proposte per Ethernet a 100 Mb/s: Grand Junction Networks ha messo in campo la sua tecnologia basata su CSMA/CD e HP e AT&T le hanno risposto con la loro tecnologia basata su un nuovo metodo di accesso detto Demand Priority. Alla fine del '92 le due proposte sono state portate all'attenzione dell'IEEE per concorrere a diventare lo standard ufficiale per "Fast Ethernet". Tuttavia, vista la loro totale inconciliabilità, l'IEEE non è riuscita a decidersi e nel luglio '93 ha affidato le due tecnologie a due comitati di standardizzazione differenti: la proposta di HP e AT&T, nota anche come 100BaseVG (Voice Grade), è stata affidata al comitato 802.12, mentre quella CSMA/CD, conosciuta come 100BaseX, è stata affidata al sottocomitato 802.3u. Poco dopo IBM si è alleata con HP per fornire la sua collaborazione nelle fasi di sviluppo e promozione di uno standard congiunto e, quindi, ha annunciato alla stampa il supporto di Token Ring da parte di 100BaseVG che da quel momento ha preso il nome di 100VG AnyLAN.

In quello stesso periodo sono state create, dai due fronti opposti, la Fast Ethernet Alliance (FEA) e il 100VG AnyLAN Forum (VGF) per sveltire il processo di standardizzazione delle rispettive tecnologie. Mentre i membri del VGF crescevano in numero e in importanza (seguendo l'esempio di IBM, anche Cisco nel novembre '94 si è unita

alla cordata guidata da HP), i concorrenti appartenenti alla FEA rilasciarono lo standard per Fast Ethernet con il nome di 100BaseT. In esso era stata aggiunta alla bozza originale una variante dal nome prima di 4T+ e poi di T4, basata su UTP di categoria tre a quattro coppie, ed era stata definita la Media Independent Interface (MII), ossia una AUI (Attachment Unit interface) aggiornata per i 100 Mb/s.

Per coordinare i test d'interoperabilità tra i prodotti 100BaseT, i membri della FEA hanno poi fondato il Technology Research Interoperability Lab. La situazione all'inizio del 1995 vede nel novero dei sostenitori di 100BaseT:

3Com Corp., Intel Corp., Digital Equipment Corp., Bay Networks, Grand Junction Networks, Cabletron Systems, National Semiconductor, Sun Microsystems, Standard Microsystems Corp., Hitachi Cable, Asanté Technologies; in tutto una sessantina di costruttori. Tra i sostenitori di 100VG AnyLAN spiccano: Hewlett-Packard Co., AT&T Microelectronics, IBM Corp., Cisco, Proteon, Ungermann-Bass, Thomas-Conrad.

Da notare che 3Com, indipendentemente dalle proposte 100BaseT e 100VG AnyLAN, ha presentato all'inizio del '95 una tecnologia, nota come PACE (Priority Access Control Enabled), che permette di superare i problemi di temporizzazione di Ethernet, riuscendo a dedicare a una connessione una larghezza di banda costante definibile dall'utente.

1.6.1 100Base-T

100BaseT o IEEE 802.3u è l'unica LAN che possa definirsi "Ethernet a 100 Mb/s", poiché mantiene inalterato il classico algoritmo CSMA/CD implementato su 10BaseT, operando però a 100 Mb/s.

La dimensione minima del pacchetto non è stata alterata e si è quindi dovuto ridurre di un fattore dieci il round trip delay e quindi il diametro della rete. Questo ha imposto la revisione di numerosi parametri ad esso collegati.

In 100BaseT i valori fissati per i principali parametri sono:

- velocità trasmissiva 100 Mb/s;
- bit time 10 ns;
- Inter Packet Gap (IPG) 0.96 ms;
- slot time 512 bit, cioè 5.12 ms.

100BaseT usa l'interfaccia esistente del livello MAC IEEE 802.3 e la connette attraverso uno strato chiamato Media Independent Interface (MII) ad una famiglia di sublayer fisici che comprende: 100BaseT4 PHY, 100BaseTX PHY e 100BaseFX PHY.

Il duo TX/FX (anche chiamato 100BaseX) si basa sul substrato physical medium dependent di FDDI e trasmette, con la codifica 4B5B a 125 Mb/s, su due coppie UTP di categoria cinque o su due coppie STP type 1 (variante TX), oppure su due fibre multimodali (variante FX). 100BaseT4, invece, usa un nuovo livello fisico per la trasmissione su doppino a quattro coppie di categoria tre o superiore. Il collegamento tra stazione e repeater usa, delle quattro coppie, due in modo half duplex, cioè alternativamente in trasmissione o in ricezione, una sempre in trasmissione ed una sempre in ricezione. La trasmissione avviene quindi su tre coppie contemporaneamente. La quarta coppia, in ricezione, serve per permettere all'interfaccia fisica di rilevare la presenza di collisioni senza dover introdurre complicazioni aggiuntive al protocollo MAC rispetto allo standard IEEE 802.3.

Le possibili modalità di funzionamento di una scheda 100BaseT previste nello standard sono: 100BaseT4, 100BaseX full o half duplex, 10BaseT full o half duplex. La modalità full duplex è interessante per il collegamento tra switch in quanto consente di realizzare collegamenti dedicati a 20 o 200 Mb/s.

I prodotti attualmente in commercio sono in grado di funzionare secondo quasi tutte queste modalità; in più gli hub offrono sia porte condivise sia porte dedicate, sulle quali, come già detto, non si verificano collisioni. Un'altra caratteristica importante è la possibilità di impostare, tramite un registro di controllo, il duplex mode, il power consumption state e la gestione della velocità trasmissiva. Quest'ultima può essere negoziata e quindi impostata a 10 o 100 Mb/s a seconda che il dispositivo all'altro capo del link è di tipo 10BaseT o 100BaseT, permettendo una notevole scalabilità e flessibilità di configurazione.

A causa dell'aumento della velocità trasmissiva di un fattore dieci e del mantenimento del protocollo CSMA/CD e del formato dei pacchetti IEEE 802.3, la massima distanza ammessa tra due end node si riduce a circa 210 m (limite comprensivo del ritardo introdotto dal repeater). Questo consente in ogni modo di cablare 100BaseT

attorno ad un hub con 100 m di raggio, e quindi 200 m di diametro, e di avere il 5% di tolleranza. Pertanto, 100BaseT è compatibile con gli standard per il cablaggio strutturato.

In figura 11.15 è schematizzata una LAN 100BaseT realizzata su un cablaggio stellare. Ad ogni hub è associato un dominio di collisione di diametro massimo 200 m e i vari hub sono interconnessi mediante bridge o router. L'hub ha funzionalità di multiport repeater e, nel caso di hub modulari, è permesso un intermediate repeater link lungo fino a 10 m per il collegamento dei diversi moduli.

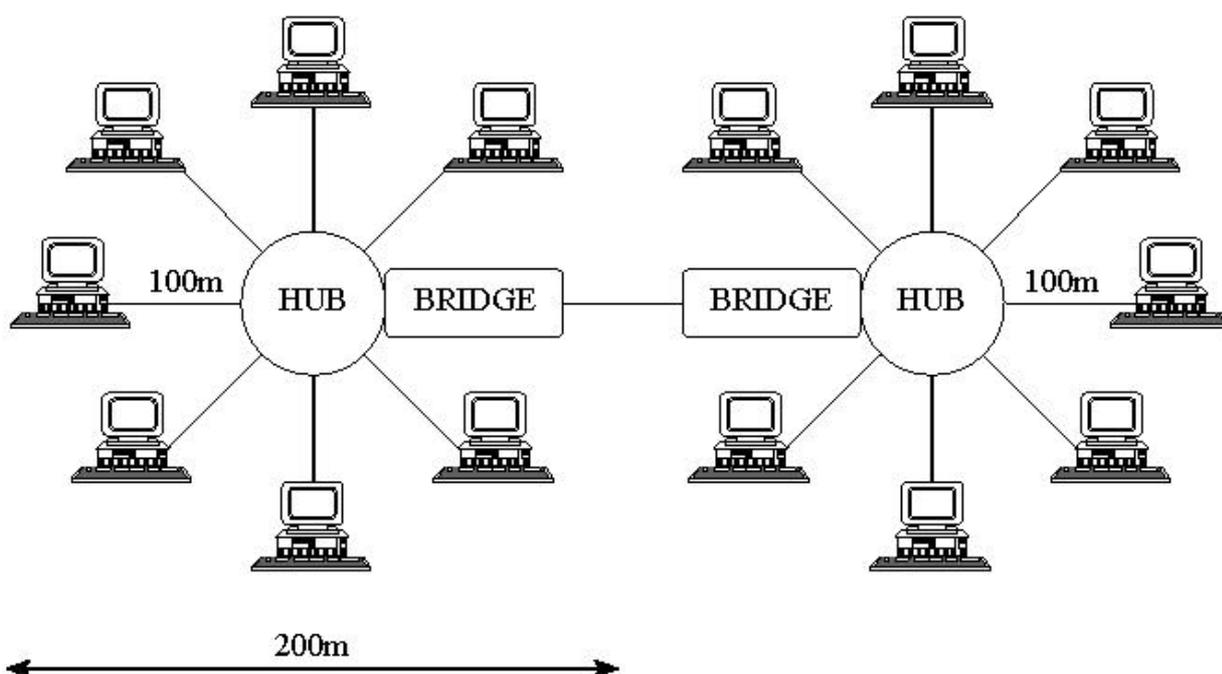


Fig. 11.15 - 100BaseT.

Con la tecnologia Fast Ethernet, il numero massimo di ripetitori è due. Qualora sia necessario espandere ulteriormente la rete, è necessario inserire uno switch, un bridge o un router. La presenza di questi dispositivi riporta a zero il numero dei salti. Inoltre, tutti i ripetitori Ethernet possono trasmettere un segnale alla stessa distanza.

Con Fast Ethernet esistono due classi di ripetitori: classe I e classe II. Il primo può connettere due tipi differenti di cavi (per esempio 100Base-TX, 100 Base-FX, 100Base-T4). Con questo tipo di dispositivo, vi può essere solo un salto di ripetizione tra due stazioni

della rete sul medesimo segmento. Il ripetitore di classe II puo' connettere un solo tipo di cavi (per esempio 100Base-Tx oppure 100Base-Fx oppure 100Base-T4). Con questo tipo di dispositivo, vi possono essere fino a due salti di ripetizione tra due stazioni sul medesimo segmento. Con la tecnologia Fast Ethernet si introduce una nuova definizione: massimo diametro della rete, e cioe' la distanza di calbaggio tra due stazioni terminali collegate allo stesso segmento di rete. Nel caso di cavi di tipo doppino, il diametro massimo della rete corrisponde precisamente a 205 metri. Naturalmente, ricorrendo alle fibre ottiche si puo' andare molto oltre. E' anche possibile realizzare combinazioni tra doppino e fibre ottiche (vedi tabella). Conseguentemente, si definisce una distanza massima di collegamento. Nel caso di doppini, la distanza massima e' di 100 metri, la stessa di Ethernet.

A causa di queste restrizioni, gli hub impilabili e gli switch per reti Lan assumono un'importanza ancora maggiore nelle reti Fast Ethernet rispetto a quanto accade nelle reti Ethernet. Questi dispositivi eliminano, infatti, le limitazioni relative alle dimensioni e alla portata di una rete Fast Ethernet. Con gli hub impilabili, un singolo workgroup puo' essere espanso per comprendere numerosi utilizzatori. Anche se ad uno stack si aggiungono diverse unita' l'intera pila e' ancora considerata come un unico ripetitore logico. Per questo motivo, il workgroup in una rete Fast Ethernet costruito attorno a un hub impilabile di classe I puo' supportare dozzine di utenti anziche' poche unita'.

L'obiettivo di 100BaseT è mantenere, a livello di schede, la compatibilità con 802.3 usando esattamente formato di pacchetto, e di avere un posizionamento economico molto interessante: i prodotti 100BaseT costano generalmente il 50% in più degli analoghi prodotti 10BaseT.

Diametro massimo della rete					
Classe ripetitore	Quantita'	Doppino TX/T4	Fibra 100Base - FX	Doppino Fibra TX/FX	Doppino Fibra T4/FX
I	1	200 m	272 m	260,8 m	231 m
II	1	200 m	320 m	306,8 m	304 m
Massima distanza dei cavi					
Tipo di cavo	Connessione	Lunghezza			
Doppino	Due dispositivi qualsiasi	100 m			
Fibra	Da Switch a Switch, a server oppure a PC				
	Half duplex	412 m			
	Full duplex	2 Km			

CONCLUSIONI

L'analisi condotta in questo testo fotografa lo scenario delle reti nell'anno 1996. Da allora la tecnologia è andata ancora avanti senza sosta, e noi corriamo il rischio di non capire tutti i prodotti che intanto sono apparsi sul mercato. Per questo motivo alcune nuove tecnologie tipiche delle lan sono state sviscerate. In ogni modo, alla fine alcune osservazioni bisogna farle.

Le nuove tecnologie escludono il cavo coassiale, molto utilizzato in passato con gli standard 10Base-5 e 10Base-2, come mezzo di comunicazione moderno.

La tecnologia 100VG AnyLAN (IEEE 802.12), sebbene sia stata una valida alternativa per impianti LAN ad alta velocità, non ha ricevuto le attenzioni del mercato. Cioè non ha avuto il successo sperato dai costruttori che l'hanno proposto. Quindi oggi è difficile trovare prodotti di rete con questo standard.

Le lan a 100 Mb/s sono da considerare il livello minimo d'ingresso per i nuovi impianti, da integrare, prima o poi, con uno o più Switch.

Con i Lan Switch, è possibile interconnettere numerosi workgroup per formare una Lan estesa. Questi dispositivi di commutazione

stanno diminuendo di prezzo, sono meno costosi da acquistare e operano con le stesse modalità dei router, fornendo, rispetto a questi ultimi, prestazioni sostanzialmente migliori.

D'ora in poi si sentirà parlare sempre più di Layer tre Switch, anche chiamato Router Switch o Switch Router.

BIBLIOGRAFIA

RETI LOCALI Dal cablaggio al networking di Silvano Gai e Pietro Nicoletti edita dalla SSGRR.

Rivista Network News edita dal gruppo Jackson