

FDDI (II)

di Leopoldo Ceccarelli

La scorsa puntata abbiamo introdotto le linee fondamentali di FDDI, uno standard per reti locali compatibile con il progetto IEEE 802 che, grazie all'uso di una fibra ottica come mezzo di trasporto fisico, riesce a fornire incredibili prestazioni rispetto alle attuali implementazioni LAN. FDDI appare al momento essere destinato a ricoprire il ruolo di primo attore nel settore LAN almeno fino al duemila. Parleremo oggi di due aspetti di contorno a questo argomento che abbiamo volutamente tralasciato la scorsa puntata per non appesantire troppo l'introduzione. Si tratta di uno standard derivato, FDDI II, e della realizzazione di FDDI usando un doppino telefonico invece della fibra di vetro. Concluderò l'argomento con una analisi delle prestazioni di questo nuovo tipo di rete specie in confronto al Token Ring, IEEE 802.5, a cui FDDI si ispira

Ricapitoliamo velocemente, stiamo parlando di FDDI, uno standard per rete locale tipo Token Ring sviluppato dal comitato X3T9.5 dell'ANSI. Viene usata una fibra ottica come mezzo di trasporto fisico ed un LED come trasmettitore, la connessione tra due stazioni adiacenti è realizzata per mezzo di un doppio cavo di fibra ottica. La frequenza di trasmissione è di ben 125 MHz e grazie alla codifica «quattro su cinque» si ha una efficienza pari all'80%, i dati viaggiano cioè alla incredibile velocità di 100 Mbps.

FDDI è nato come standard per una rete a commutazione di pacchetto con due aree di utilizzo ben individuate: la realizzazione di una dorsale ad alte prestazioni per altre reti locali dotate di velocità e copertura geografica inferiori e l'interconnessione ad alte prestazioni in ambienti di lavoro particolarmente gravosi con particolare riguardo al traffico dati. Le notevoli prestazioni di base di questo tipo di rete su fibra hanno spinto il comitato X3T9.5 a realizzare un arricchimento dello standard aggiungendo la possibilità di realizzare anche la commutazione di circuito, in tal caso si parla di FDDI II. Questo altro tipo di commutazione consente di espandere il campo di azione di FDDI potendo essere utilizzato in applicazioni che trasmettono, oltre ai dati, anche informazioni voce, video e gli stessi PBX digitali, consentendo così ad una società di poter realizzare una rete multiuso con la quale è possibile realizzare un centralino unico, videoconferenze, messaggistica vocale e quant'altro con i vantaggi economici che potete immaginare, figura 1.

Fermiamoci un attimo a rivedere in grandi linee le differenze tra i due tipi di commutazione enunciati, figura 2. In una rete realizzata con una tecnologia a commutazione di circuito ogni nodo è una centrale di commutazione; quando un utente chiede di essere posto in collegamento con un altro viene realizzato un circuito continuo e loro riservato; questo è ciò che avviene ad esempio in una rete telefonica pubblica. Nelle reti a commutazione di pacchetto, invece, non viene

realizzato alcun collegamento fisico diretto. L'informazione viene inizialmente immagazzinata dai nodi, che in questo caso sono dei computer con una certa capacità di memoria, successivamente ogni nodo ritrasmette i pacchetti con i dati verso un altro nodo secondo una associazione effettuata nella procedura di chiamata e basata sull'indirizzo chiamato, l'associazione è detta circuito virtuale. Ora capite bene che nel secondo caso non esiste alcun canale di trasmissione strettamente riservato ad uno specifico collegamento sicché su uno stesso filo è possibile far passare più circuiti virtuali. Inoltre le informazioni per un certo circuito virtuale vengono poste dal singolo nodo nella propria coda di ricezione (una coda di tipo FIFO, First In First Out, che contiene pacchetti di altri circuiti in quantità casuale), e spedite al destina-

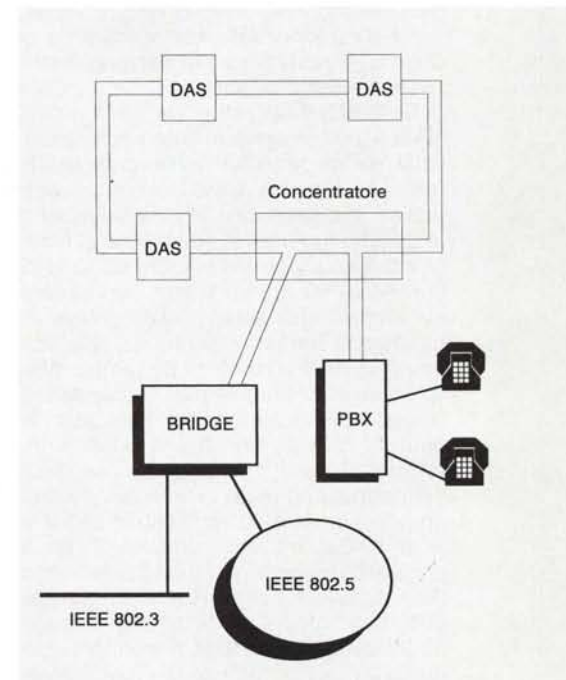


Figura 1 - Il campo di azione di FDDI II è quanto mai vasto grazie all'integrazione audio video.

tario o ad un nodo intermedio solo quando tutti i dati già presenti nella coda siano stati inviati a loro volta, subendo quindi un ritardo temporale dipendente dalla quantità di traffico istantanea. Ora se si scambiano dati con una rete a pacchetto non ci sono problemi, mentre nel caso che si tenti di realizzare una conversazione campionando le voci e trasmettendole, riusciremo ad ottenere un risultato del tutto insoddisfacente, solo un rumore con qualche parola di tanto in tanto comprensibile, in quanto per l'esatta ricostruzione i campioni debbono essere equidistanti nel tempo. Non parliamo poi di una trasmissione video che «è uale!» se non peggio a causa della necessità di sincronismi, figura 3.

FDDI II

Diciamo subito che sono permessi 16 canali sincroni da 6.144 Mbps. Ognuno di questi canali è full-duplex e può essere rilocato in una grande quantità di sottocanali a moduli di 8 Kbps. È ovviamente possibile fare anche il contrario qualora servisse una banda superiore a quella di un canale singolo: è possibile abbinarne due o più onde soddisfare le richieste.

I moduli FDDI già esaminati per la commutazione di pacchetto rimangono uguali, avremo perciò PMD, PHY, MAC e SMT perfettamente inalterati. In aggiunta ad essi se ne aggiunge uno nuovo denominato HRC (Hybrid Ring Control). La realizzazione della commutazione di circuito è resa possibile dal particolare funzionamento di una stazione speciale definita «Cycle Master». In FDDI a pacchetto tutte le stazioni erano corresponsabili del perfetto funzionamento dell'anello ma nessuna aveva dei compiti particolari, in questo caso invece la stazione in questione ha la responsabilità di creare cicli con un periodo di 125 μ S (8 kHz) basandosi su un clock che può essere sia interno che esterno. Per potere rispettare la temporizzazione il Cycle Master provvede ad inserire un tempo morto opportuno tra due cicli successivi. Il formato del ciclo è molto semplice, figura 4. Ricordiamo che in FDDI le informazioni, dati e caratteri di controllo, vengono spedite in «simboli» ovvero gruppi di quattro bit codificati in sequenze di cinque bit, ogni simbolo di dati è un semibyte, da 0 a F. Dopo il preambolo (PA) vi sono 20 simboli di controllo seguiti da 97 gruppi ciclici ognuno formato da 32 simboli. I simboli di controllo formano un campo definito CH (Cycle Header) che rappresenta l'intestazione di ogni ciclo e serve per controllare l'allocazione dei gruppi successivi sia per i

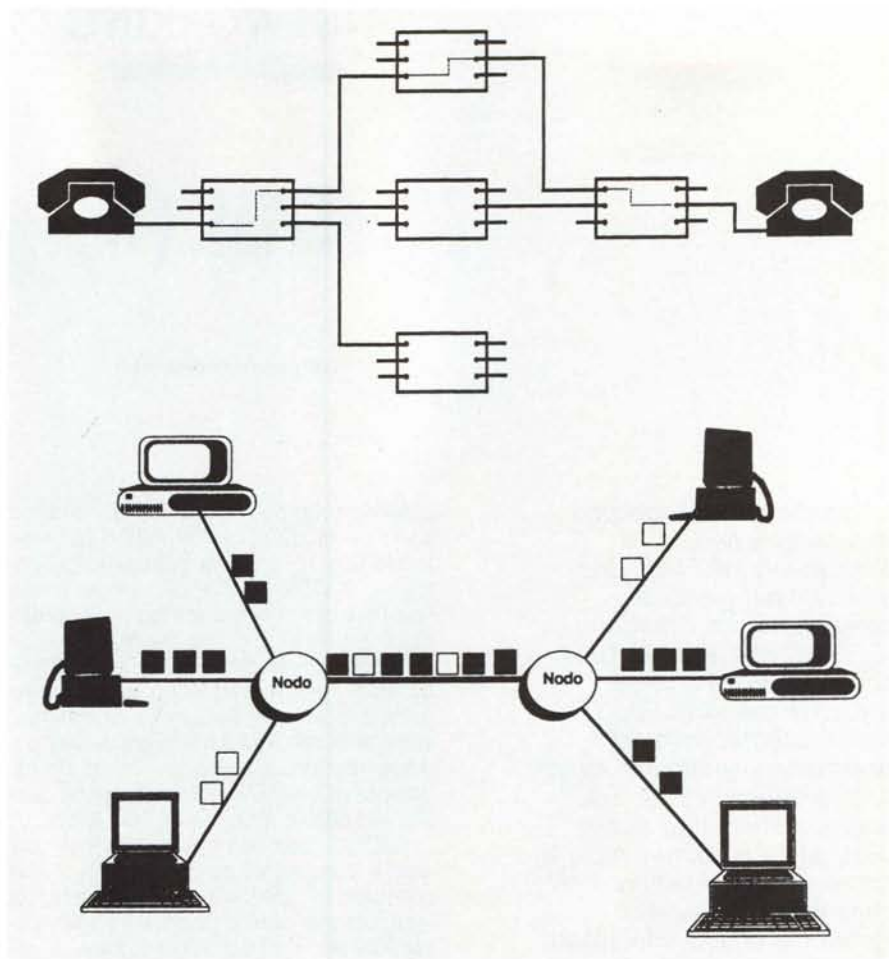


Figura 2 - Nella commutazione di circuito viene realizzato un circuito tra due utenti. Nella commutazione di pacchetto invece sopra uno stesso filo è possibile avere più circuiti virtuali contemporanei.

canali a commutazione di pacchetto che per i sedici canali a commutazione di circuito. Il primo gruppo di 32 simboli immediatamente successivo al CH ha delle caratteristiche particolari rispetto ai restanti 96. Si tratta del gruppo PDG (dedicated Packet Data Group) grazie al quale, come si può immaginare dal nome, FDDI II garantisce comunque sempre un minimo di funzionalità a commutazione di pacchetto per una rispettabile capacità totale di 1.024 Mbps. In questo campo sono presenti trame o token trattate esattamente come nel caso di FDDI standard. Tutti gli altri gruppi ciclici CG0-CG95 possono essere invece utilizzati per realizzare i sedici possibili canali sincroni, oppure, se non già impegnati, per realizzare la funzionalità di commutazione di pacchetto. I canali vengono organizzati dal PHY in modo che l'i-esimo byte di ogni gruppo ciclico è parte dell'i-esimo canale. Quindi in ogni ciclo per un canale vi sono 96 byte disponibili; essendoci 8000 cicli sincroni a secondo ogni canale ha a disposizione 768 kbyte nell'unità di tempo, ovvero 6.144 Mbps, figura 5.

Se ricordate il discorso «molto quali-

tativo» fatto (in clima natalizio) alla fine della scorsa puntata, discorso in cui avevamo paragonato FDDI II ad un treno sempre in orario, con un numero di vagoni fisso ognuno dei quali riservato ad un certo utente, alla luce di quanto esposto ora converrete come il paragone risulti piuttosto calzante.

FDDI su doppino

L'acronimo stesso dello standard indica che parliamo di un'architettura di rete facente uso di una fibra ottica come mezzo di trasporto fisico. Ce ne ralleghiamo! Una fibra ottica, oltre ad essere un oggetto tecnologicamente più moderno dei cavi elettrici, permette prestazioni notevoli sia dal punto di vista della banda passante che per l'immunità al rumore di qualsiasi natura, elettromagnetica in primis. Il più grosso ostacolo alla diffusione del cavetto in fibra è di natura economica, leggi come costo di installazione e delle tecnologie dei dispositivi al contorno, quali ad esempio gli stessi connettori ottici. Piccola parentesi: scordatevi quei ridicoli oggetti usati dagli amici audiofili per collegare l'uscita ottica

del loro CD player con l'ingresso del loro «finto» amplificatore «digitale», i connettori cui ci riferiamo hanno in molti casi un prezzo paragonabile a quello degli stessi CD player! Chiusa parentesi. Dunque, stavamo dicendo, sembra che stavolta il vile denaro abbia pesantemente inferito a tal punto da minare la sopravvivenza dello stesso acronimo dello standard, alcuni costruttori, infatti, hanno pensato di ridurre notevolmente i costi di cablaggio ricorrendo all'«orrendo» doppino telefonico. Sembra incredibile, non è una semplice ipotesi, un gruppo formato da alcune aziende ha effettivamente dimostrato la fattibilità di una tale installazione. Vediamo i fatti. Recentemente il comitato X3T9.5 si è occupato della normativa TP-PMD (Twisted Pair-Physical Layer Medium Dependent) per la definizione di uno standard per la trasmissione sui cavi in rame. In quella sede tre fornitori dello standard FDDI resero noti i loro studi sulla possibilità di una implementazione di FDDI con sistemi di cablaggio tradizionale con doppino di rame schermato (STP Shielded Twisted Pair). Autori di queste ricerche sono Chipcom, Digital e SynOptics. A questo manipolo di prodi si sono subito aggiunte Motorola e AMD. Successivamente anche il numero uno delle telecomunicazioni, l'AT&T, ha annunciato di essere pronto a FDDI su doppino ed ha presentato una serie di componenti adatti all'impiego di questa tecnologia.

Dai test presentati è risultato effettivamente possibile trasmettere dati, ma ancora più incredibile «riceverli», alla frequenza dello standard (125 MHz) attraverso un doppino schermato. A questo punto sorgono una serie di interrogativi: siamo realmente sicuri che funzioni? Lo standard non presupponeva il solo utilizzo di una fibra ottica come portante fisico, dunque deve essere rifatto da capo? Le prestazioni sono proprio le stesse? Quali sono i reali vantaggi?

Andiamo per ordine, innanzitutto avete letto bene i nomi delle industrie interessate? Troppa grazia, certamente, ma comunque sulla loro serietà non si

scherza. C'è da giurare che con tali colossi l'uso del doppino in FDDI avrà un enorme successo.

Per quanto riguarda le modifiche allo standard c'è da ricordare come effettivamente FDDI presupponga anche nel nome l'uso di una fibra ottica come portante fisico. Un rapido sguardo al modello funzionale mostrato in figura 6 mostra però come il solo strato PMD sia strettamente legato a questa implementazione, gli strati superiori scambiano dati con il livello PMD totalmente ignari del modo con cui questo utilizzi il mezzo trasmissivo. Dunque dal punto di vista concettuale e pratico è possibile semplicemente affiancare il PMD dello standard con uno specifico per l'uso del doppino di rame, eventualmente con due sottospecifiche per i tipi di doppino STP e UTP. Gli strati superiori non andranno toccati, nonostante ciò non daranno assolutamente problemi di «rigetto» e la nuova rete funzionerà perfettamente. D'accordo, la F dello standard andrà comunque cambiata.

Sicuramente non potremo attenderci prestazioni simili alla fibra, e ci mancherebbe altro! L'attenuazione subita dal segnale a 125 MHz nel doppino è estremamente variabile in funzione della distanza percorsa e dell'ambiente circostante, specie nel caso del doppino nudo e crudo, l'immunità alle radiofrequenze ed ai disturbi di natura elettrica tipici della fibra sono perduti e vi saranno dunque notevoli fonti di disturbo, specie per i doppini non schermati che sono delle gigantesche antenne; inoltre i segnali immessi in banda base (onde quadre) subiscono una serie di distorsioni in modo estremamente pesante: l'attenuazione del cavo in funzione della lunghezza e della frequenza unita al ritardo di gruppo sono i primi responsabili dell'alterazione della fase e dell'ampiezza delle componenti dei segnali trasmessi.

Per limitare i danni i tre fornitori di cui sopra hanno proposto due linee di azione: utilizzare in ricezione un filtro passa basso per eliminare tutti i segnali ricevuti con frequenze superiori ai 125 MHz,

Figura 4 - Formato della trama in FDDI II. Il PDG è riservato alla funzionalità a commutazione di pacchetto.

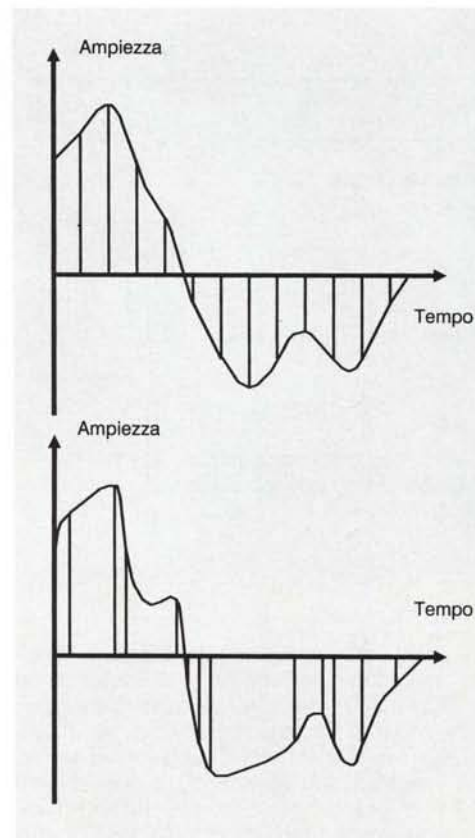
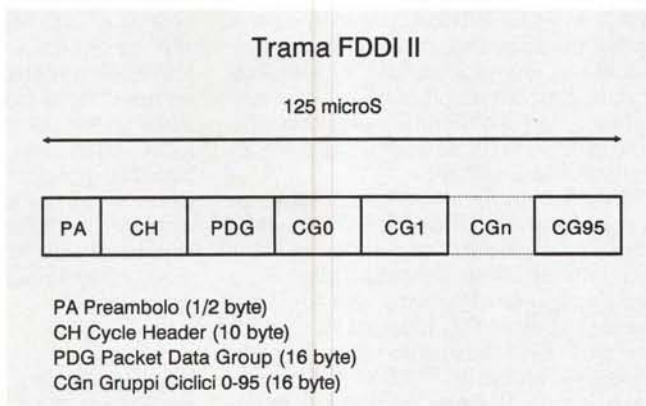


Figura 3 - Per poter ricostruire un segnale campionato i campioni debbono essere equidistanti nel tempo (sopra). Cercando di ascoltare una voce campionata trasmessa attraverso una rete a commutazione di pacchetto ascolteremo dei suoni da effetti speciali (sotto).

«equalizzare» il segnale inviato al cavo in fase di trasmissione per compensare le attenuazioni che subirà nella trasmissione. Con questi accorgimenti il segnale ricevuto viene reso abbastanza omogeneo; ciò si traduce in una accresciuta capacità di decodifica senza incorrere in errori da parte della stazione ricevente. Pur con questi due accorgimenti però la distanza stazione-stazione si riduce di un fattore 40, si passa infatti dai 2 km possibili, nel caso di uso di fibra ottica, a soli 50 metri con il ricorso al doppino non schermato ed una distanza doppia nel caso di doppino schermato.

Certamente a qualcuno tutta questa faccenda del volere usare comunque una tecnologia di connessione in un certo senso «antiquata» in confronto di una rete innovativa e ad alte prestazioni come FDDI potrà sicuramente far sorridere, specialmente considerando le ridotte capacità di copertura in termini di lunghezza dei collegamenti. In realtà si devono considerare due aspetti molto importanti il primo dei quali risiede nel fatto

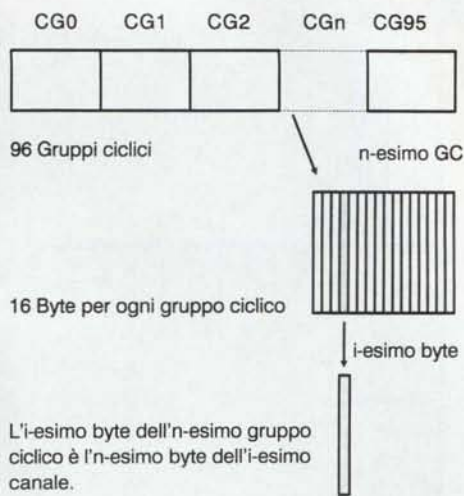
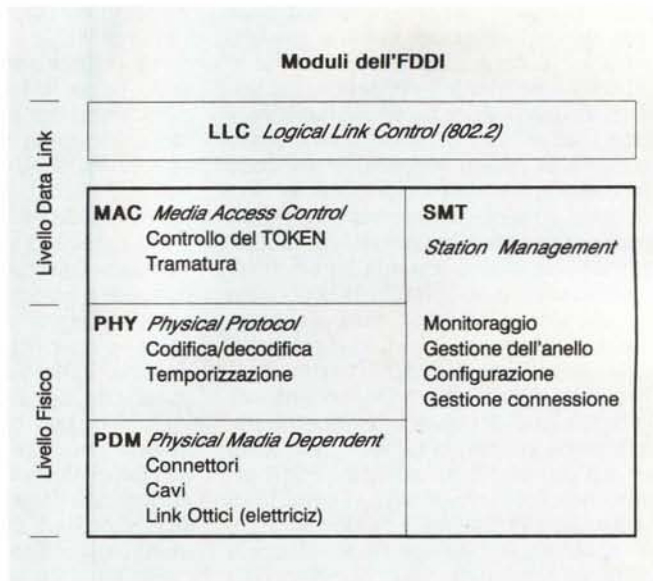


Figura 5 - I canali vengono organizzati dal PHY in modo che l'i-esimo byte di ogni gruppo ciclico è parte dell'i-esimo canale.

Figura 6 - Modello funzionale a strati di FDDI. Il solo livello interessato al mezzo di trasmissione fisica è il PMD. Aggiungendo un opportuno PMD dedicato alla tecnologia Twisted Pair si possono conservare inalterati gli altri moduli.



che comunque l'uso del doppino, sia esso schermato che no, è di esclusivo appannaggio dell'interconnessione dei personal di uno stesso edificio, da questo punto di vista, se ci pensate un attimo, anche i soli 50 metri tra due stazioni sembrano essere più che sufficienti per realizzare una simile situazione, inoltre tenete sempre presente il fatto che comunque il costo maggiore è sempre quello rappresentato dall'installazione, posizionamento dei cavi e bla bla... In questa ottica il poter usare un cavo già presente nell'impianto elettrico (vogliamo ricordare che nei soliti USA in ogni edificio nuovo vengono predisposti un discreto numero di doppini telefonici per ogni utenza, e si ha dunque un costo zero per la posa dei cavi) rappresenta un grosso aiuto, inoltre nel caso di debbano rimpiazzare delle reti locali preesistenti realizzate con la tecnologia (in verità fa quasi schifo usare questa parola) del doppino lo si può fare in brevissimo tempo utilizzando tutta la filatura della rete preesistente. Ad esempio le reti Token Ring (IEEE 820.5) fanno grande uso di cavi sia STP (il cosiddetto Type One IBM) che UTP, questi ultimi cavi inoltre sono anche usati in diverse reti Ethernet. È pur vero che il costo della tecnologia in fibra attualmente abbastanza elevato è destinato nel breve periodo a diminuire in modo considerevole, tuttavia anche in questo caso per i motivi esposti sopra, l'uso di una tecnologia tradizionale ed acquisita sarà spesso preferita.

FDDI vs Token Ring

Abbiamo detto che FDDI deriva, o meglio si ispira, allo standard Token Ring

(IEEE 802.5) ma se ne differenzia per una serie di scelte che ne aumentano le prestazioni in maniera significativa. Innanzitutto vediamo che per entrambi gli standard si possono usare indirizzi a 16 o 48 bit, posseggono entrambi un controllo della trama (FCB) polinomiale a 32 bit ed usano gli stessi tipi di flag per segnalare trame in errore, trame copiate ed il riconoscimento dell'indirizzo.

Parlando di differenze innanzitutto in FDDI le stazioni singole possono richiedere un canale sincrono, viene usato un anello doppio che consente di riconfigurarsi automaticamente in caso di una interruzione incrementando non di poco l'affidabilità, le stazioni collegabili vanno da un massimo di 1000, nel caso esclusivo di tipo stazioni Single Attachment Station, ad un minimo di 500, con sole stazioni di tipo Dual Attachment Station; per contro abbiamo le 250 stazioni massime del Token Ring.

La maggiore diversificazione che incide profondamente nelle prestazioni è data dalla gestione del Token dei livelli MAC. In FDDI il Token, temporizzato e di due tipi a seconda della lunghezza dell'indirizzo, viene rilasciato immediatamente dopo la trasmissione, mentre nello standard Token Ring il rilascio avviene solo quando la trama trasmessa torna alla stazione di partenza.

A livello PHY la differenza più evidente è legata ai diversi valori di efficienza delle codifiche utilizzate. Il codice Manchester differenziale usato nel caso Token Ring possiede una efficienza pari al 50%, mentre quello NRZI (quattro su cinque) dell'altro caso possiede una efficienza dell'80%. Inoltre in FDDI non è necessaria alcuna stazione dedicata a moni-

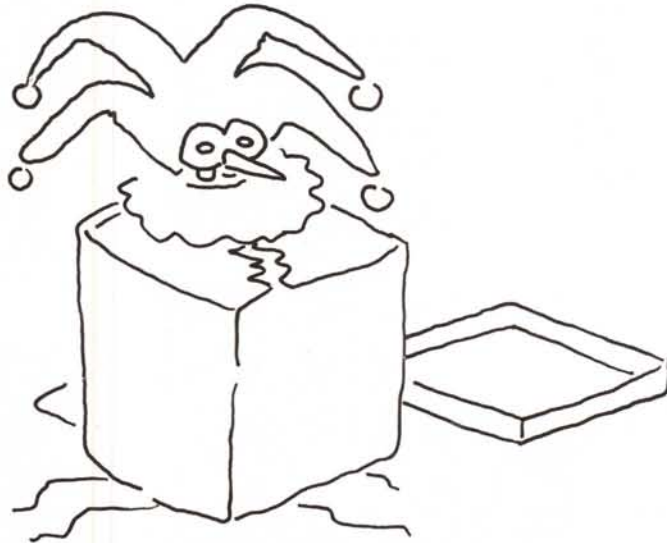
torare il funzionamento della rete in quanto tutte le stazioni indistintamente per mezzo del modulo SMT provvedono alla gestione dell'anello.

Sono le differenze dei livelli MAC e PHY le maggiori responsabili delle prestazioni ottenibili dalle due reti, sarebbe errato pensare che l'utilizzo di un cavo in fibra in luogo di un cavo coassiale possa essere il solo responsabile di prestazioni così diverse. Il tempo di propagazione del segnale luminoso entro la fibra poi è addirittura più elevato di quello di un'onda elettromagnetica entro un cavo coassiale, le velocità sono infatti dell'ordine di 200000 km/s e 230000 km/s rispettivamente. Dove si nota la bontà del cavo in fibra rispetto a quello coassiale è nella possibilità di realizzare dei collegamenti capaci di coprire aree geografiche superiori. I reali ostacoli che impediscono ad una rete tipo Token Ring di raggiungere o avvicinare le prestazioni di FDDI sono innanzitutto il tipo di codifica utilizzata, con il 50% di efficienza infatti si dovrebbe utilizzare la rete con segnali di 200 MHz. Inoltre la centralizzazione del clock e il particolare uso del token disimpegnato solo dopo la ricezione della trama fanno sì che non sia possibile un funzionamento del Token Ring a 100 Mbps, per motivi analoghi non è possibile portare FDDI a funzionare a 1 Gbps. Come ormai avrete capito la velocità non è molto legata al mezzo fisico, aspettatevi quindi di vedere presto su queste pagine tipi di reti su fibra più veloci di FDDI.

Leopoldo Ceccarelli è raggiungibile tramite MC-link alla casella MC3544.

C'è qualcosa che non vi daremo mai.

Progetto grafico marco valente



Quando acquistate un Personal Computer, chiedetevi se oltre ad avere una memoria da elefante ed una velocità fulminea sia soprattutto affidabile.



I Computer della linea TOP sono caratterizzati da un elevatissimo livello tecnologico. Test severissimi



garantiscono la qualità non solo di ogni singolo componente ma anche dei materiali usati per la loro costruzione. I Case, che possono ospitare diverse configurazioni basate sui microprocessori 80286, 80386 o 80486, oltre ad essere dotati di un design accattivante sono trattati con

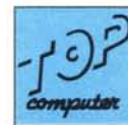


sostanze che li proteggono dagli agenti esterni.

Alla ESSEGI da sette anni puntiamo sulla qualità.



Sorprese non amiamo farne.



TOP Computer è un marchio esclusivo
ESSEGI Informatica

CONCESSIONARI AUTORIZZATI

DATABIT Via Teodolfo Mertel 32/34, ROMA Tel. (06) 6635722
EUROSOFTWARE Via Renato Fucini 40, ROMA Tel. (06) 8883994
FABER INFORMATICA Via Olivella 1, FORMIA (LT) Tel. (0771) 771304
FUNCTION Via del Casaleto 161, ROMA Tel. (06) 5887413

GIPA Via A. La Marmora 27, FIRENZE Tel. (055) 5000610
MICROSIS Via Paolo V 33, ROMA Tel. (06) 6291990
R.O. Via di Donna Olimpia 140, ROMA Tel. (06) 58205685
SFA Via Sacco e Vanzetti 141, ROMA Tel. (06) 4070707


ESSEGI
informatica
Totale affidabilità

Via Alberto Ascari, 172 - 00172 ROMA - Tel. (06) 5193221-2 Fax (06) 5043056

HD SCSI CONTROLLER PER A2000

SYNTHESIS HARDITAL 0-8 MB	L. 240000
PER OGNI MB AGGIUNGERE	L. 100000
SERIE II GVP 0-8 MB	L. 410000
PER OGNI MB AGGIUNGERE	L. 100000
A2091 COMMODORE 0-2 MB	L. 280000
PER OGNI MB AGGIUNGERE	L. 100000
ADCSI ICD	L. 240000
DATA FLYER	L. 170000

HARD DISK SCSI

QUANTUM 52 MB-11ms	L. 440000
QUANTUM 80 MB-11ms	L. 790000
QUANTUM 105 MB-11ms	L. 890000
QUANTUM 210 MB-11ms	L. 1210000

HD SCSI PER A500

SYNTHESIS HARDITAL 0-8MB	
CON QUANTUM 52 MB-11ms	L. 580000
PER OGNI MB AGGIUNGERE	L. 100000
A 590 COMMODORE 0-2MB/20MB	L. 620000
PER OGNI MB AGGIUNGERE	L. 100000

HD IDE PER A500/1000/2000

DOTTO HARDITAL	L. 150000
----------------	-----------

HD IDE-ATBUS PER DOTTO

PRAIRIETEK 20MB-2,5"	L. 490000
PRAIRIETEK 40MB-2,5"	L. 790000
QUANTUM 40MB-3,5"	L. 420000

I COMPUTER AMIGA

AMIGA 500 CON GARANZIA COMM.ITALIA	L. 629000
COME SOPRA MA CON 1MB	L. 690000
COME SOPRA MA CON 2,5MB	L. 849000
AMIGA 500 PLUS CON 2.0 E 1MB RAM	L. 710000
CDTV COMMODORE	L. 1040000
AMIGA 2000 CON GAR. COMM. ITALIA	L. 1190000
COME SOPRA MA CON HD SCSI QUANTUM 52MB E 3MB RAM	L. 2190000
AMIGA 3000 25MHZ E HD QUANTUM 52MBL.	L. 4760000
COME SOPRA MA CON HD QUANTUM 105 MB	L. 5390000

I DISCHETTI

DISCHETTI SONY, BULK, DS-DD, DA 3,5"
1 L. 790 - 10 L. 690 - 100 L. 640 - 1000 L. 560

SCHEDE AUDIO-VIDEO

GENLOCK CARD A2300 COMMODORE	L. 390000
FLIKER FIXER A2000	L. 310000
FLIKER FIXER 500 INTERNA	L. 310000
MONITOR MULTISYNC 14" PER FLIKER FIXER	L. 490000
COLORBURST MAST PER A500/1000/2000	L. 990000

SHEDE ACCELERATRICI

BANG 2081/2 HARDITAL CON 68020 E 68881 A 16 MHZ PER A 500/2000	L. 290000
BIG BANG HARDITAL C ON 68030 E 68882 A 25MHZ E 2 MB RAM PER A500/2000	L. 990000
COME SOPRA MA CON 4MB L. 1340000-CON 8MB L.1690000. CON CLOCK A 50 MHZ AGGIUNGERE	L. 990000
A2630 COMMODORE CON 68030, 68882 A 25 MHZ E 2 MB RAM	L. 1760000
COME SOPRA MA CON 4MB RAM	L. 2050000
COMBO GVP CON 60030, 68882 A 22MHZ 1MB RAM E CONTR. HD L. 1540000	
COMBO GVP CON 68030, 68882 A 33MHZ 4 MB RAM E CONTR. HD L. 2690000	
SUPER BIG BANG HARDITAL CON 68030,68882 A 25MHZ E CONTR. HD L. 990000. PER OGNI MB DI RAM AGGIUNGERE	L. 120000
COME SOPRA MA CON 68030 E 68882 A 52MHZ	L. 1990000
FUSION FORTY RCS CON 68040, 4 MB RAM	L. 3990000

PROCESSORI

68000 16 MHZ L. 29000-68010 L. 24000-68020 16 MHZ L. 140000-68030 25MHZ L. 230000-68030 50MHZ L. 390000-68040 25MHZ L. 800000

ESPANSIONI PER A2000

SYNTHESIS HARDITAL 2MB	L. 340000
4MBL 520000-6MBL 700000-8MBL 840000	
SUPEROTTO HARDITAL 2MB L.	L. 280000
4MB L. 460000 - 8MB L. 780000	
A2058 COMMODORE 2MB	L. 790000

ESPANSIONI PER A500

SYNTHESIS HARDITAL 2MBL.	L. 380000
4MB L. 580000-6MB L. 740000-8MB L. 880000	
INSIDER 05 HARDITAL 512 KB L.	L. 590000
CON CLOCK	L. 74000
INSIDER 1 HARDITAL 1MB PER A500 PLUS	L. 990000
INSIDER 2 HARDITAL 2MB	L. 259000
INSIDER 4 HARDITAL 4MB	L. 390000

ESPANSIONI CHIP RAM PER A500 E A2000

MEGA AGNUS HARDITAL 2MB DI CHIP RAM L. 349000

ESPANSIONI PER A3000

RAM ZIP 1MBX4-2MB L. 190000-4 MB L. 320000-8MB L. 620000

I MONITOR

COMMODORE 1084S	L. 450000
PHILIPS 8833	L. 430000

LE STAMPANTI

1230 COMMODORE	L. 315000
1550 COLOR COMM.	L. 410000



PER ORDINAZIONI E INFORMAZIONI:

VIA FORZE ARMATE 260

20152 MILANO

TEL 02 48016309/4890213

FAX 02 4890213

TUTTI I PREZZI SONO IVA COMPRESA

I PERSONAL COMPUTER IBM COMPATIBILI

HAR286-16 L.M.21 MHZ-CPU 286 A 0 WAIT STATE-1 MB RAM-1 DRIVE 1,44 MB 3,5"-2 SERIALI 1 PARALLELA-CASE CON DISPLAY DESK TOP O MINITOWER CON ALIM DA 200W-CONTROLLER PER 2 FD E 2 HARD DISK IDE AT BUS-SCHEDA VGA 800X600- TASTIERA ESTESA DA 102 TASTI-DR.DOS 5.0 CON MAN. ITALIANO A CORREDO.

L. 690000	
HAR 286-20. COME SOPRA MA CON CPU 286/20 L.M. 26MHZ	L. 730000
HAR 386-SX16. COME SOPRA MA CON CPU 386 SX16	L. 849000
HAR 386-SX20. COME SOPRA MA CON CPU 386 SX20	L. 899000
HAR 386-25 L.M. 33MHZ-CPU 386/25 A 0 WAIT STATE-4 MB RAM-1 DRIVE 1,44" MB 3,5"- 2 SERIALI 1 PARALLELA 1 GAME-CASE CON DISPLAY DESK TOP O MINITOWER CON ALIM. 200W-CONTROLLER PER 2 FDD E 2 HARD DISK IDE AT-BUS-SCHEDA VGA 800X600-TASTIERA ESTESA 102 TASTI. DR. DOS 5.0 E MANU. ITALIANO A CORREDO.	L. 1390000
HAR 386-33 L.M. 56MHZ. COME SOPRA MA CON CPU 386/33 E 64KB CACHE	L. 1590000
HAR 486-33-SX20 L.M. 92MHZ COME SOPRA MA CON CPU 486SX20	L. 1690000
HAR 486-33 L.M. 151MHZ. COME SOPRA MA CON CPU 486/33	L. 1990000
NOTEBOOK CPU 386/20-LCD DISPLAY RETROILLUMINATO CON RISOL. VGA 640X480-1MB RAM- 1 HD 20MB-1 DRIVE 1,44" MB-CON ALIM. BATTERIE, BORSA TRASPORTO.	L. 2990000
COME SOPRA MA CON HD DA 60MB	L. 3490000

ACCESSORI E PERIFERICHE

MOTHER BOARD-286-16 L.M.20MHZ	L. 179000
MOTHER BOARD-286-20 L.M.26MHZ	L. 210000
MOTHER BOARD-386-SX16 L.M.21MHZ	L. 349000
MOTHER BOARD-386SX20 L.M.26MHZ	L. 419000
MOTHER BOARD-386/25 L.M.33MHZ	L. 570000
MOTHER BOARD-386/33 L.M.56MHZ	L. 749000
MOTHER BOARD-486SX20 L.M.92MHZ	L. 890000
MOTHER BOARD-486/33 L.M.151MHZ	L. 1340000
MOTHER BOARD-486/50 L.M.230MHZ	L. 1690000
COPROCESSORE INTEL 80287 10/12/16/20MHZ	L. 190000
COPROCESSORE INTEL 80387SX20MHZ	L. 290000
COPROCESSORE INTEL 80387/33MHZ	L. 430000
DRIVE 1,2 MB-5,1/4"	L. 125000
HARD DISK 40MB-17ms IDE AT-BUS	L. 390000
HARD DISK 130MB-17ms IDE AT-BUS	L. 720000
HARD DISK 210MB-15ms IDE AT-BUS	L. 1190000
CONTROLLER PER 2 HD AT-BUS	L. 29000
CONTR. 2FDD+2HD+2SER+1PAR+1GAME	L. 49000
MONITOR 14" VGA B/N SCH.PIATTO	L. 190000
MONITOR 14" SUPER VGA COLORI TRISCAN 1024X768	L. 549000
MONITOR 19" SUPER VGA COLORI TRISCAN 1024X768	L. 1590000
SCHEDA VGA 256 K 800X600	L. 89000
SCHEDA VGA 1024X768 1MB	L. 190000
MOUSE	L. 40000
HANDY SCANNER 200/300/400 DPI	L. 290000
HANDY SCANNER COLORI	L. 840000

I DRIVE

ADRIVE-DA 3,5" ESTERNO PER A500/1000/2000 CON INTERRUETTORE E PASSANTE	L. 119000
ADRIVE 2000-INTERNO PER A2000 COMPLETO DI KIT	L. 99000
SUPERDRIVE-ESTERNO PER A500/1000/2000 CON TASTO COPIATORE E ANTIVIRUS	L. 139000



SHOW ROOM VIA G. CANTONI 12
20144 MILANO
FERMATA METRO PAGANO
TEL 02 4983457-4983462