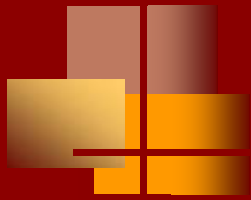


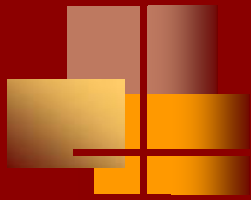
Modulo 3: Il protocollo Ethernet e sue evoluzioni

Parte 4: Fast Ethernet



Fast Ethernet

- Nel 1992 IEEE ha riunito il comitato 802.3 per sviluppare un protocollo a **100 Mbps** basato sulla tecnologia Ethernet
- Il lavoro si e' sviluppato secondo una linea guida fondamentale: mantenere la **compatibilita'** con le LAN esistenti
- Questo ha significato:
 - mantenere lo stesso **formato** del frame
 - mantenere le stesse **interfacce**
 - mantenere le stesse **regole procedurali**



Fast Ethernet (cont.)

- L'aumento della velocità di un fattore 10 a **parità di lunghezza minima** del frame richiede che per rilevare le collisioni si debba **accorciare** di un fattore 10 la lunghezza massima del **cavo**
- Questo non avrebbe permesso di mantenere le strutture di cablaggio preinstallate
- La soluzione è stata di rinunciare al cavo coassiale; FastEthernet (IEEE 802.3u) prevede come topologie possibili solo connessioni **via hub o switch**, utilizzando come mezzi trasmissivi
 - UTP cat. 3: **100Base-T4** (max. 100 m)
 - UTP cat. 5: **100Base-TX** (max. 100 m)
 - Fibra ottica: **100Base-FX** (max 2000 m)
 - nota: il protocollo – come vedremo – permette per il rame lunghezze maggiori; solo le specifiche limitano a 100 m la lunghezza dei cavi in rame, ma spesso si riesce a realizzare la connessione FastEthernet anche a 200 m

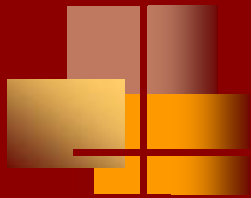


Codifiche per FastEthernet

- La codifica Manchester a 100 Mbps richiede **200 Mbaud**, improponibile per i doppini alle distanze richieste, quindi si e' **cambiata** la codifica
 - gli apparati moderni, che gestiscono il clock piu' accuratamente, e le distanze ridotte permettono di rinunciare ai benefici della codifica Manchester
- **100Base-T4**: lo standard per l'UTP cat. 3 prevede l'utilizzo di **4 doppini** con segnali ternari a **25 MHz** (supportati dal cavo a 100 m di distanza)
 - un doppino dedicato alla trasmissione in un verso, uno a quella in verso opposto, due **commutabili**
 - si trasmette un segnale **ternario**: con tre doppini si hanno **27 simboli**, che possono trasferire **4 bit** di informazione con un po' di ridondanza
 - 25 MHz per 4 bit fornisce i 100 Mbps richiesti, ma **non full duplex**

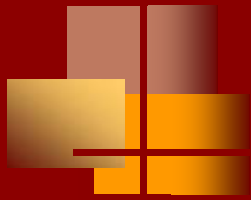
Codifiche per FastEthernet (cont.)

- **100Base-TX**: l'UTP cat. 5 a 100 m e' capace di supportare una frequenza di 125 MHz
- Lo standard prevede l'utilizzo di **due coppie** (una per verso di trasmissione) utilizzando una codifica a due livelli detta **4B/5B** ereditata da FDDI (modificata per annullare la componente continua e per motivi spettrali)
 - ogni gruppo di **5 periodi di clock** contiene **32 combinazioni**
 - **16** sono utilizzate per trasmettere **4 bit** di dati, alcune delle altre per funzioni di **controllo**
 - le 16 combinazioni dedicate ai dati sono state scelte opportunamente per garantire un adeguato numero di **transizioni** del segnale allo scopo di facilitare la **sincronizzazione** in ricezione
 - 4 bit ogni 5 periodi di clock a 125 MHz fornisce i **100 Mbps** desiderati, per ogni coppia di cavo, garantendo la comunicazione full duplex
- **100Base-FX**: la connessione e' realizzata tramite una **coppia** di fibre multimodali (una per ogni direzione) capaci di una distanza massima di **2000 m**, ed utilizzano la codifica **4B/5B a 125 MHz** convertita in segnale ottico



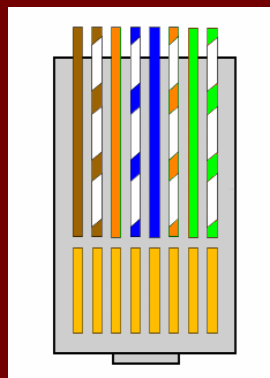
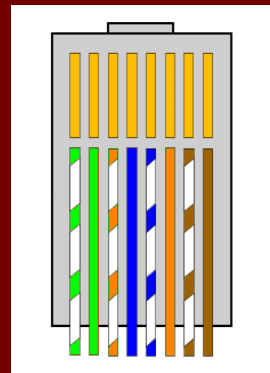
Connessioni UTP in FE

- Il cavo piu' diffuso per il Fast Ethernet e' l'UTP cat. 5 (o maggiore)
- Questo cavo permette di utilizzare una coppia per la trasmissione in un verso, ed una per la trasmissione in verso opposto
 - lo standard richiede che vengano utilizzati connettori RJ45, connettendo i pin 1-2 per una coppia, ed i pin 3-6 per l'altra
- La connessione deve essere diretta quando si collega una stazione ad un hub o switch, mentre deve essere incrociata se si collegano tra loro due stazioni, o due switch
- La comunicazione con hub e' necessariamente half-duplex, in quanto il dominio di collisione e' rappresentato da tutte le connessioni all'hub, mentre la connessione verso uno switch puo' essere full-duplex

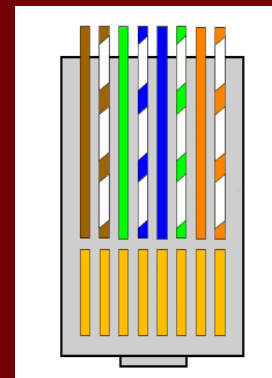
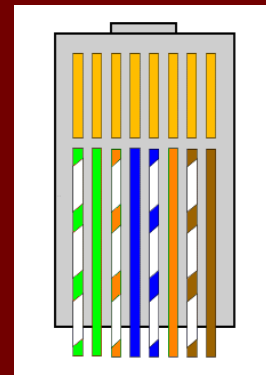


Connessioni RJ45

connessione diretta



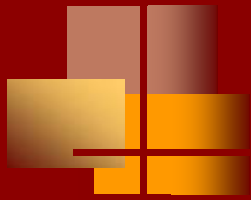
connessione incrociata





Caratteristiche del FastEthernet

- Lo standard così definito permette di utilizzare le **stesse regole** di protocollo di Ethernet
 - per le connessioni in rame, sono possibili topologie ad **albero** tramite hub o switch
 - ciascun hub costituisce un **dominio di collisione**; la collisione è gestita con il meccanismo di contesa regolato dall'algoritmo di backoff esponenziale binario di Ethernet
 - la **lunghezza massima** del cavo per il funzionamento dell'algoritmo basato sulla rilevazione della collisione è 10 volte minore del limite per Ethernet, quindi pari a **250 m**, compatibile con la lunghezza massima degli UTP
 - per le connessioni in fibra la lunghezza delle specifiche **eccede** quella massima ammissibile per la **corretta** gestione delle collisioni, per cui 100Base-FX può essere utilizzata **solo con switch**

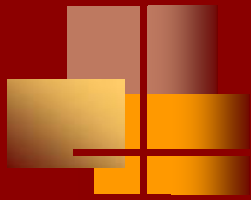


Velocita' miste

- Tutti gli switch possono utilizzare connessioni a velocita' **miste**, con porte a 10 o 100 Mbps
- La velocita' della porta generalmente (non sempre) puo' essere **negoziata** dalle due interfacce all'atto della accensione delle macchine, cosi' come la **modalita' di trasmissione** (half duplex o full duplex)
- In questo modo e' possibile pianificare una **migrazione** della rete da Ethernet a FastEthernet senza **dover cambiare** tutti gli apparati di commutazione e le interfacce nello stesso momento
- Le vecchie interfacce di rete, realizzate secondo lo standard Ethernet, **non sono capaci di negoziare**, ma gli switch possono capire da soli e configurare automaticamente la porta in modo opportuno (*non sempre!*)
- Gli switch di qualita' migliore ("manageble", cioe' **configurabili**) possono essere configurati **manualmente** per definire le modalita' di funzionamento delle porte (essenziale per mettere d'accordo interfacce che non si parlano correttamente in fase di inizializzazione)
- Le porte in fibra **non hanno** queste caratteristiche: per le connessioni in fibra se si cambia la tecnologia dello switch si deve cambiare l'interfaccia

Modulo 3: Il protocollo Ethernet e sue evoluzioni

Parte 5: Gigabit Ethernet ed oltre

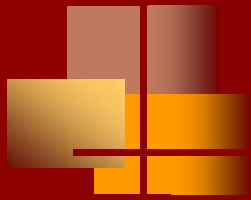


Gigabit Ethernet

- Fast Ethernet ha sbaragliato la concorrenza
 - costi bassi (in particolare per le connessioni in rame)
 - alta velocità
 - alte prestazioni (grazie alla tecnologia di switching)
 - flessibilità di topologia (e' banale aggiungere, rimuovere, spostare stazioni o interi rami della rete)
 - compatibilità all'indietro, con possibilità di migrare progressivamente la propria infrastruttura di rete
- Qualsiasi altro protocollo del momento (FDDI, Token ring, Token bus) non ha retto alla concorrenza
- Tuttavia alcuni fattori hanno spinto a cercare soluzioni piu' veloci
 - alcuni nuovi protocolli promettevano prestazioni migliori (ATM), anche se a costi molto elevati
 - esigenze di banda sempre superiore, per applicazioni multimediali interattive, o in generale per la crescita esponenziale delle dimensioni dei dati da trattare e della cresciuta velocità di elaborazione degli stessi da parte dei calcolatori
- Nel 1995 IEEE inizia a lavorare su un nuovo incremento di velocità per Ethernet, e nel 1998 viene pubblicato lo standard 802.3z (Gigabit Ethernet)

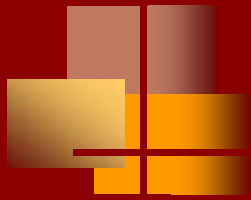
Caratteristiche di Gigabit Ethernet

- L'obiettivo e' lo stesso: realizzare un protocollo **10 volte piu' veloce** mantenendo tutte le caratteristiche del precedente (stessa struttura e dimensione del frame, stesso schema di indirizzamento, stesso tipo di servizio non affidabile)
- Di nuovo si e' deciso di fare a meno della connettivita' su coassiale (a maggior ragione, per gli stessi motivi)
- Come Fast Ethernet, Gigabit Ethernet prevede due modalita' operative
 - **full duplex** (quella normale): la connessione e' tra due **switch** o tra la stazione e lo switch; le porte sono dotate di **buffer** e le collisioni non sono possibili, quindi non c'e' utilizzo di CSMA/CD
 - **half duplex**: tipicamente utilizzata per connessioni tramite **hub**, c'e' possibilita' di collisione e va utilizzato **CSMA/CD** con backoff esponenziale binario



Collisioni in GE

- La necessita' di gestire le collisioni riduce di un fattore 100 la **dimensione massima** del cavo rispetto ad Ethernet, portandola a 25 m
- Troppo pochi; per estendere questo limite a 100 m si utilizzano due tecniche:
 - **carrier extension**: l'interfaccia inserisce **riempitivi** per portare la dimensione del frame ad almeno 512 byte; poiche' questa aggiunta e' eseguita dall'hardware e rimossa dalla interfaccia in ricezione, le specifiche del protocollo non cambiano
 - **frame bursting**: l'interfaccia che trasmette puo' inviare **piu' di un frame per volta**; se l'aggregato non raggiunge i 512 byte, si applica ancora il carrier extension



Collisioni in GE (cont.)

- Queste specifiche rendono il protocollo **meno efficiente** in occasione di trasmissioni di frame piccoli
- L'utilizzo di Gigabit Ethernet in modalita' CSMA/CD (con HUB) e' **raramente** applicata, anche perche' il costo di uno switch e' di **poco superiore** a quello di un HUB



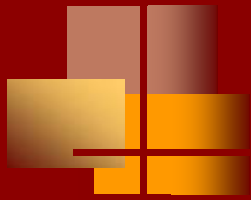
Specifiche per i mezzi trasmissivi

- Gigabit Ethernet specifica l'utilizzo di diversi mezzi trasmissivi:
 - **1000Base-SX**: fibra ottica multimodale (fino a 550 m)
 - **1000Base-LX**: fibra ottica monomodale (fino a 5000 m)
 - **1000Base-T**: 4 coppie di cavo UTP cat. 5e (fino a 100 m)
 - **1000Base-CX**: 2 coppie di cavo STP (fino a 25 m) (raramente utilizzata)



Codifiche in Gigabit Ethernet

- Su fibra si utilizza una codifica nota come **8B/10B**: una sequenza di 8 bit e' codificata utilizzando 10 bit:
 - 1024 codeword per 8 bit: c'e' margine per scegliere opportunamente le codeword in modo che
 - non ci siano mai piu' di 4 bit uguali consecutivi
 - non ci siano mai piu' di sei 0 o sei 1
 - alcune sequenze hanno piu' codeword associate, e viene scelta la migliore in funzione delle precedenti inviate per mantenere alternanza tra 0 ed 1 ed annullare la componente continua che passa nell'elettronica di conversione ottico/elettrico
- Su rame si utilizzano tutte le quattro coppie del cavo UTP in modalita' duplex con una codifica a 5 livelli
 - ogni ciclo di clock un simbolo a 5 livelli su ogni coppia: 2 bit piu' un simbolo usato per segnali di controllo su ciascuna coppia
 - 8 bit per ciclo a 125 MHz danno il throughput di 1 Gbps
 - la modalita' di trasmissione duplex si realizza con una elettronica complessa finalizzata al trattamento del segnale per separare l'ingresso dall'uscita



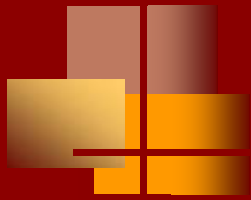
Connessioni UTP in GE

- Il cavo in rame **necessario** per il GE e' l'**UTP cat. 5e** (o maggiore)
- Lo standard utilizza **tutte le coppie disponibili**, in modalita' **full duplex**
 - questo rende **non necessario** l'utilizzo di **cablaggi incrociati**, tuttavia lo standard funziona **correttamente** anche con cavi incrociati
- Per uniformita' con gli standard precedenti, le coppie devono essere connesse ai pin dei connettori **RJ-51** secondo lo schema

1-2, 3-6, 4-5, 7-8

ma lo standard prevede la **possibilita'** di utilizzare connessioni

1-2, 3-4, 5-6, 7-8



Controllo di flusso in GE

- Poiche' lo standard ammette la connessione di una stazione GE con una FE o Ethernet, e' stato introdotto un meccanismo per il **controllo di flusso** a livello MAC
- Lo switch comunica all'interfaccia GE della stazione di **sospendere** le trasmissioni di frame utilizzando un frame Ethernet normale, con tipo 0x8808 (seguito da parametri nel campo dati, indicanti tra l'altro **per quanto tempo** sospendere la trasmissione)
- Un meccanismo analogo esiste nelle specifiche di **Fast Ethernet**

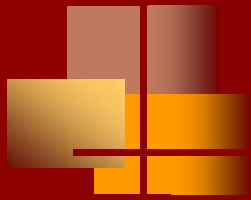


Standard 10 Gigabit Ethernet

- Lo sviluppo della tecnologia ha permesso di pubblicare nel 2002 un **nuovo standard** per Ethernet, alla velocità di **10 Gbps** (802.3ae)
- Lo standard mantiene la **compatibilità** con i formati del frame, con le seguenti differenze
 - **non va più utilizzato** il protocollo CSMA/CD (no collisioni) e solo connessioni full-duplex
 - possibilità di connessione in fibra ottica, con standard diversi che permettono di estendere la distanza della fibra **fino a 40 Km**
- Sono attualmente allo studio due standard per l'utilizzo di **connessioni in rame**
 - uno standard (10GBASE-CX4) che utilizza cavi **InfiniBand**
 - uno standard (10GBASE-T) su cavi UTP cat. 5e o superiori

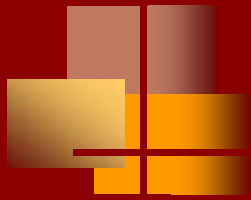
Modulo 3: Il protocollo Ethernet e sue evoluzioni

Parte 6: Troubleshooting



Troubleshooting

- Topologia a bus (coassiale thin):
 - mancanza di un terminatore
 - entrambi i capi devono essere terminati con una impedenza a 50Ω
 - inserimento di una bretella sulla T
 - la connessione di una stazione deve essere posta sull'apposito connettore della T; l'aggiunta di un pezzo di cavo per raggiungere la stazione provoca riflessioni
 - falsi contatti sulle connessioni (T o I), cavo difettoso o stazione con interfaccia guasta
 - in questi casi il dominio di collisione che comprende il difetto manifesta malfunzionamento generalizzato, con incremento abnorme dei contatori delle collisioni
 - per affrontare il problema il cavo deve essere partizionato, spostando il terminatore sulle T o sulle I a partire dalla prima e spostandosi via via in avanti fino ad identificare la porzione malfunzionante



Troubleshooting (cont.)

■ Topologia ad albero:

– malfunzionamenti di una singola interfaccia:

■ cavo difettoso

- utilizzare un testacavi

■ errore nella negoziazione: tipicamente uno dei due lati si configura in half-duplex e l'altro in full-duplex, generando perdita di pacchetti e crollo delle prestazioni

- verificare la configurazione delle interfacce lato switch e lato stazione, e modificare manualmente le configurazioni (**attenzione: va annotato!**)

■ porta dello switch difettosa

- quando tutte le altre possibili cause sono escluse: cambiando porta il problema scompare; spesso e' pero' un difetto del firmware, e con un reset la porta torna a funzionare (almeno per un po')

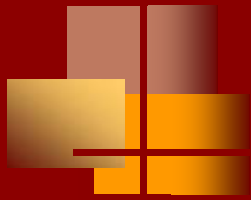
■ interfaccia della stazione difettosa

- talvolta si corrompe l'NVRAM della interfaccia, che si presenta con indirizzo non corretto (diverso da quello reale, magari tutti "0"); a volte e' un problema del driver

■ problemi vari

- capita che la negoziazione sia troppo lenta ed il sistema operativo dichiari l'interfaccia "non connessa"
- capita che determinati switch negozino correttamente ma poi non facciano il forward di determinati frame (DHCP response)

non ci sono soluzioni generalizzate: il reset risolve i problemi se la causa e' un malfunzionamento del firmware dello switch



Troubleshooting (cont.)

- Topologia ad albero:
 - malfunzionamenti diffusi su piu' stazioni:
 - **malfunzionamento software di uno switch**
 - tipicamente un problema di firmware si manifesta con il crescere dell'uptime: un reset elimina il problema solo temporaneamente
 - va controllato il livello del firmware o sostituito lo switch
 - **loop in assenza di "spanning-tree"**
 - il problema si manifesta con una elevata perdita di pacchetti, identificabile utilizzando l'utility "ping"
 - il modo piu' veloce per risolverlo e' di partizionare la rete ed aggiungere un pezzo per volta per localizzare il problema
 - **problemi di spanning-tree**
 - il problema si manifesta nella perdita di connettivita' verso un sottoalbero (erronea configurazione passiva di un ramo), o in connettivita' discontinua per instabilita' dello spanning tree (magari in seguito ad un falso contatto)
 - i problemi di spanning tree richiedono necessariamente la disponibilita' di un software di monitoring e logging per risolvere i problemi; altrimenti si deve andare per tentativi con il partizionamento della rete
 - **instabilita' della rete provocata da attacco DOS**
 - l'attacco puo' generare elevato traffico broadcast, o presentare una stazione con indirizzi hardware duplicati
 - servono software di intrusion detection: fare a mano e' molto complesso e lento
 - **problemi di prestazioni:** servono utility di misura del traffico; se la rete sottodimensionata va potenziata e partizionata con l'utilizzo di reti virtuali