

Modulo 6 – Fondamenti delle reti Ethernet

Upon completion of this module, the student will be able to perform tasks related to the following:	
6.1	Ethernet Fundamentals
6.2	Ethernet Operation

6.1 Fondamenti delle reti Ethernet

6.1.1 Introduzione alle reti Ethernet

Ethernet nasce negli [anni '70](#), nel 1973 ha una velocità di 3 Mbps, oggi di 10 Gbps.

Il 1° standard Ethernet (nato in Xerox) fu pubblicato nel [1980](#) da Digital, Intel, Xerox (DIX). Nacque come standard aperto. Nel [1983](#) IEEE pubblicò lo standard per reti LAN (Ethernet 802.3, circa uguale allo standard iniziale).

Nel [1995](#) IEEE pubblicò lo standard a 100 Mbps, nel [1998](#) a 1 Gbps, tutti compatibili con lo standard iniziale.

6.1.2 Le regole dei nomi Ethernet IEEE

Ethernet è una famiglia di tecnologie di rete (legacy, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet). Per nuovi mezzi o tecnologie si aggiunge una lettera a 802.3x.

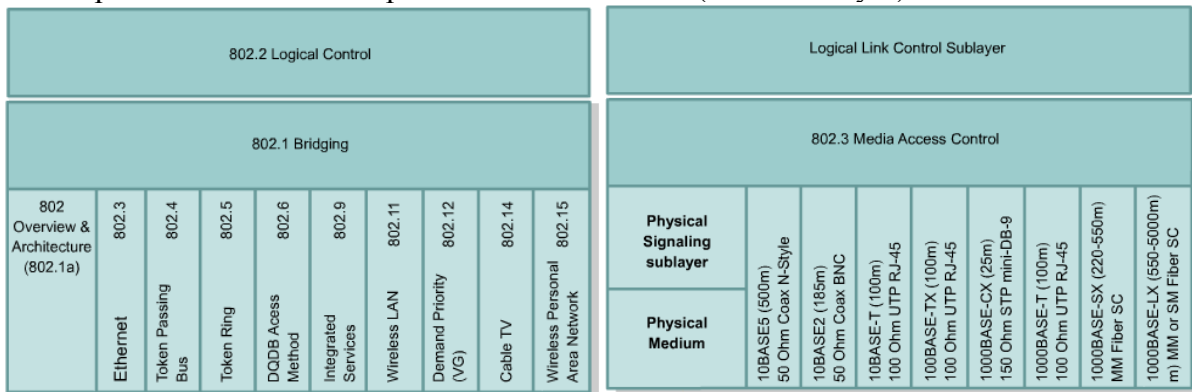
La descrizione abbreviata consiste di: (ad esempio 10baseT)

1. n° di Mbps trasmessi
2. metodo del segnale: base o broad
3. una o più lettere: F = fibra, T = cavo UTP

Nel metodo base Ethernet usa tutta la banda del mezzo, mentre in broad (metodo non usato per Ethernet) il segnale viene modulato.

6.1.3 Ethernet ed il modello OSI

Ethernet opera a livello 1 e nella parte bassa del livello 2 (MAC sublayer).



- Layer 1 cannot communicate with the upper-level layers.
- Layer 2 does this with Logical Link Control (LLC).
- Layer 1 cannot identify computers.
- Layer 2 uses an addressing process.
- Layer 1 can only describe streams of bits.
- Layer 2 uses framing to organize or group the bits.
- Layer 1 is unable to decipher which computer will transmit binary data from a group that are all trying to transmit at the same time.
- Layer 2 uses a system called Media Access Control (MAC).

6.1.4 Nomi

Per identificare i PC le reti Ethernet usano l'indirizzo MAC che è a 48 bit, di cui i primi 24, detti OUI (Organizational Unique Identifier), si riferiscono ad un codice identificativo della ditta produttrice, mentre i rimanenti 24 sono un numero seriale progressivo che la ditta fornisce ai suoi prodotti. L'indirizzo MAC è anche detto BIA (Burn In Address), risiede nella ROM della NIC e viene copiato in RAM quando si inizializza la NIC. Quando arriva un messaggio, se l'indirizzo MAC di destinazione è diverso dal proprio, la NIC scarica il messaggio, mentre se è uguale lo passa al livello superiore. Tutti i dispositivi LAN almeno di livello 2 hanno un indirizzo MAC.

6.1.5 Frame a livello 2

Un frame è un **protocol data unit** (PDU) di livello 2. I campi che lo compongono sono:

Field Names				
A	B	C	D	E
Start Frame Field	Address Field	Type/Length Field	Data Field	FCS Field

Type: specifica il protocollo di livello 3 che manda la richiesta

Nel campo dati ci possono essere caratteri riempitivi (padding).

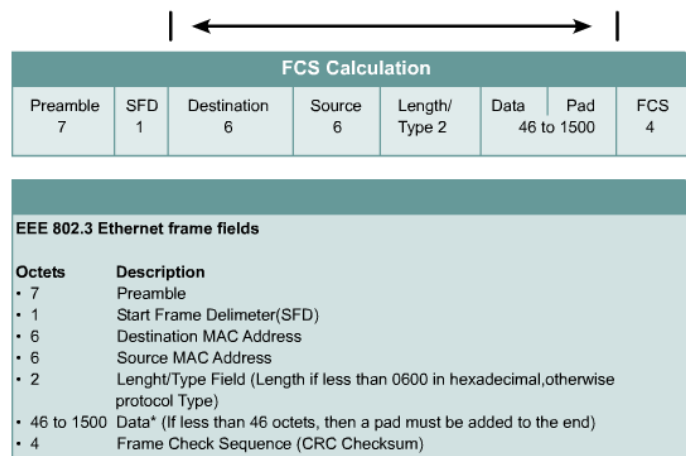
Il livello 2 comunica con i livelli superiori attraverso il sublayer LLC.

Il campo FCS serve per stabilire se un frame è giunto correttamente a destinazione, si possono usare 3 metodi:

- CRC (controllo di ridondanza ciclica, il più usato)
- Parità bidimensionale
- Internet checksum (somma di tutti i bit)

6.1.6 Struttura del frame Ethernet

La struttura del frame è circa la stessa da 10 Mbps a 10 Gbps, ma a livello 1 le varie versioni Ethernet differiscono.



Nel frame Ethernet originale di DIX, Preamble e Start erano assieme e formavano un Preamble di 8 bytes, Length/Type era solo Type.

Attualmente se Type $\geq 600_H$ il frame è interpretato come tipo Ethernet2.

IEEE 802.3						
7	1	6	6	2	46 to 1500	4
Preamble	Start of Frame Delimiter	Destination Address	Source Address	Length/Type	802.2 Header and Data	Frame Check Sequence

Ethernet					
8	6	6	2	46 to 1500	4
Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Frame Check Sequence

6.1.7 Campi del frame Ethernet

Preamble	Destination	Source	Type	Data	Pad	FCS
8	6	6	2	46 to 1500		4

Ocets	Description
• 8	Preamble (ending in pattern 10101011, the 802.3 SFD)
• 6	Destination MAC Address
• 6	Source MAC Address
• 2	Type Field
• 46 to 1500	Data* (If less than 46 octets, then a pad must be added to the end)
• 4	Frame Check Sequence (CRC Checksum)

Preamble: 1 e 0 alternati, serve per ottenere il sincronismo

Start: AB_H

Indirizzi: indirizzi MAC unicast (verso 1 solo utente) o multicast (gruppi di utenti) o broadcast (per tutti).

Length/Type: se <600_H indica la lunghezza del frame, altrimenti il tipo di frame. La lunghezza minima è 46 bytes, quello massima 1518.

6.2 Operazioni Ethernet

6.2.1 MAC (Media Access Control)

Il livello 2 è diviso nel modello TCP/IP in 2 sublayer: MAC e LLC.

MAC controlla l'accesso al mezzo, LLC colloquia con il livello superiore.

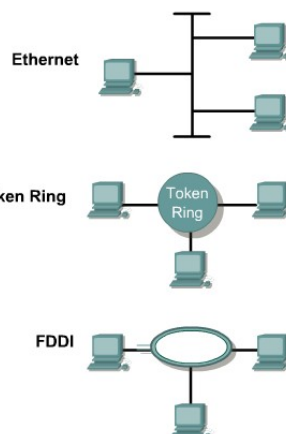
MAC può usare 2 metodi:

- Deterministico: ognuno deve aspettare il proprio turno (tecnica token passing usata da reti Token Ring e FDDI)
- Non deterministico: il 1° che arriva viene servito (tecnica CSMA/CD usata da Ethernet)

Ethernet: topologia logica a bus topologia fisica stella o stella estesa

Token Ring: anello stella

FDDI: anello doppio anello



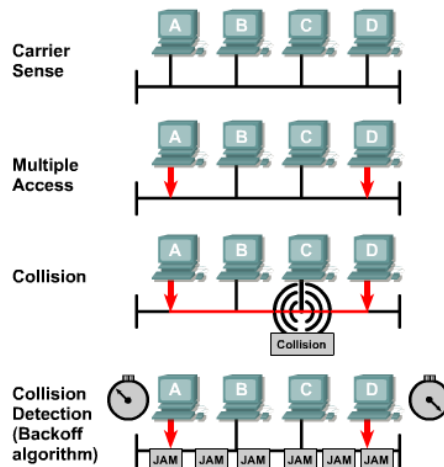
6.2.2 Regole del MAC e rilevamento delle collisioni

Ethernet usa CSMA/CD e svolge 3 funzioni:

- Trasmette e riceve i pacchetti
- Decodifica i pacchetti e controlla gli indirizzi prima di passarli ai livelli superiori
- Rileva gli errori nei pacchetti

Prima di trasmettere guarda se la linea è libera, se è occupata aspetta un tempo casuale prima di riprovare. Se è libera inizia a trasmettere e ascolta che nessun altro inizi a trasmettere.

Se c'è una collisione l'ampiezza del segnale diventa maggiore, il primo trasmettitore che si accorge della collisione trasmette ancora per un po' un jam signal (0 e 1 alternati) per essere certi che tutti si accorgano della collisione. Una volta che tutti si sono accorti della collisione viene eseguito un *algoritmo di backoff* che aspetta un tempo casuale e poi riprova a trasmettere.



6.2.3 Ethernet timing

In Ethernet, visto che l'architettura logica è a bus, se c'è un problema è difficile trovare la fonte. Se si opera in full duplex non ci sono collisioni, perché è previsto che i 2 Tx lavorino assieme. In half duplex si mandano 64 bit di sincronizzazione (preamble).

Ethernet a 10 Mbps lavora in modo asincrono, a 100 Mbps o maggiore in modo sincrono.

Nelle asincrone il preamble è usato per sincronizzare il Ck di Rx e di Tx, nelle sincrone il preamble non serve ma è lasciato per avere la compatibilità. Per tutte le velocità la trasmissione non può essere minore di un certo tempo detto slot time (che per 10 e 100 Mbps è di 64 bytes e per 1 Gbps di 512 bytes). Quando c'è una collisione si invia un *jam signal* a 32 bit. Si trasmette lo slot time anche se c'è una collisione.

Come stima un cavo UTP ha un tempo di propagazione di 20,3 cm per ns (per 100 m a 10 Mbps occorre il tempo di 5 bit).

Ethernet Speed	Bit time
10 Mbps	100 ns
100 Mbps	10 ns
1000 Mbps = 1 Gbps	1 ns
10,000 Mbps = 10 Gbps	.1 ns

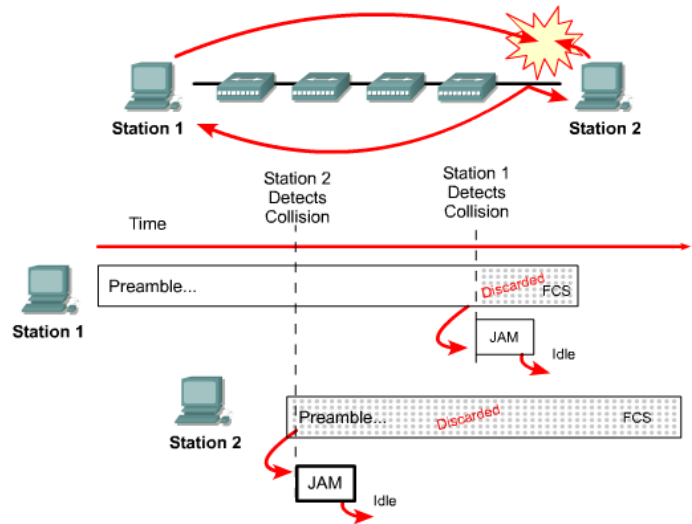
6.2.4 Interframe spacing e algoritmo di backoff

Il minimo spazio tra 2 frame è detto *interframe spacing*, ed è almeno 96 bit. Se una scheda non rispetta questo tempo continua a trasmettere e monopolizza il suo segmento. Dopo una collisione le stazioni che l'hanno causata devono aspettare un tempo addizionale, per cui incrementano lo slot time ogni volta che c'è una collisione. Dopo 16 tentativi il MAC layer genera un errore (cosa rara).

Speed	Interframe Spacing	Time required
10 Mbps	96 bit-times	9.6 μ s
100 Mbps	96 bit-times	0.96 μ s
1 Gbps	96 bit-times	0.096 μ s
10 Gbps	96 bit-times	0.0096 μ s

6.2.5 Trattamento degli errori

Le collisioni provocano una perdita di banda, in genere le collisioni avvengono prima dello start (SFD). Il jam signal rafforza la collisione, in genere è 101010... (come il preamble e crea errore in FCS).



6.2.6 Tipi di collisioni

Collisione singola: dopo una collisione trasmetto normalmente

Collisioni multiple: lo stesso frame continua ad avere collisioni

Come risultato le collisioni creano FCS errato.

Ci sono 3 tipi di collisioni:

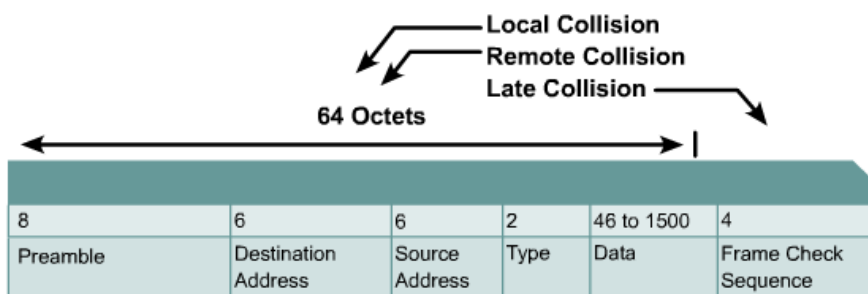
- Locali
- Remote
- Late (tarde)

Nel cavo UTP si hanno collisioni solo in half duplex, quando si riceve mentre si trasmette (vengono rilevate dalla NIC, perché le coppie di fili Tx e Rx sono diverse, in quanto provocano tensioni più ampie del solito).

La caratteristica di una collisione remota è un frame minore della lunghezza minima, ha un FCS errato (la più comune su cavo UTP).

Le collisioni late sono quelle che avvengono dopo 64 bytes.

La NIC ritrasmette automaticamente un frame se c'è collisione entro 64 bytes, se dopo se ne devono accorgere i protocolli superiori che manca un frame.



6.2.7 Errori Ethernet

Le cause degli errori Ethernet sono:

- Collisioni o runt
- Late collision
- Jabber, long frame e range errors: trasmissione troppo lunga
- Short frame, collision fragment o runt: trasmissione troppo corta
- FCS error
- Alignment error: n° di bit trasmessi insufficiente o eccessivo
- Range error: n° di bytes attuali e previsto diversi
- Ghost o jabber: preamble lungo o jam signal

Le collisioni locali e remote sono normali, quelle late no.

In alcuni casi il jabber è definito come una trasmissione di almeno 20.000 bit fino a 50.000, mentre nei tool diagnostici quando eccede la massima lunghezza del frame.

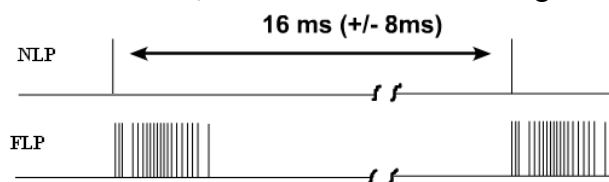
6.2.8 FCS e oltre

Se c'è un alto numero di errori da una stazione, probabilmente c'è un errore nella sua NIC o nei suoi driver o un cavo rotto. Se un messaggio non finisce con un otetto (c'è qualche bit in più) allora vi è un errore di allineamento (in genere porta a FCS errato).

Ghost: c'è energia sul cavo, ma non è stato trovato il segnale star (SFD). Per essere ghost il frame è deve essere > 72 bytes (compreso il preamble)

6.2.9 Autonegoziazione Ethernet

Le reti 10, 100, 1000 Mbps devono poter essere connesse, per far questo c'è un processo di autonegoziazione della velocità e di half o full duplex. In 10 baseT ogni stazione trasmette un impulso ogni 16 ms a riposo. L'autonegoziazione rinomina questo segnale *NLP* (Normal Link Pulse), una serie di NLP mandati in gruppi forma *FLP* (Fast Link Pulse). Se una comunicazione cade si ritenta all'ultima velocità stabilita, se fallisce si rifà l'autonegoziazione.



6.2.10 Stabilire un link in half e full duplex

L'autonegoziazione è opzionale in molte Ethernet, è l'amministratore a settare la velocità delle porte. Se una stazione a 100 Mbps trova un segnale a 100 Mbps, cerca di stabilire una connessione a questa velocità senza negoziazione (parallel detection), però solo in half duplex.

Per avere il full duplex ci sono 2 metodi:

1. completo il ciclo di autonegoziazione
2. forzato da amministratore

Tutti i cavi coassiali lavorano in half duplex.

Se un dispositivo permette più tecnologie, c'è una lista di priorità, dalla più veloce full duplex in giù.

- 1000BASE-T full duplex
- 1000BASE-T half duplex
- 100BASE-TX full duplex
- 100BASE-TX half duplex
- 10BASE-T full duplex
- 10BASE-T half duplex

