

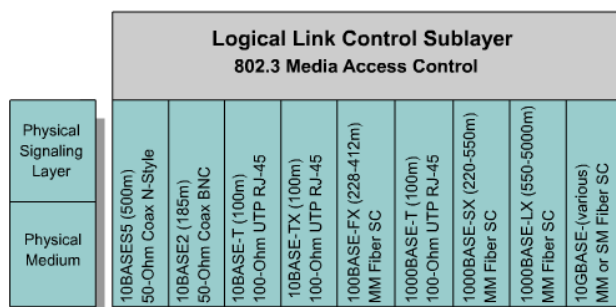
# Semestre 1

## Modulo 7 – Tecnologie Ethernet

Upon completion of this chapter, the student will be able to perform task related to the following:	
7.1	10-Mbps and 100-Mbps Ethernet
7.2	Gigabit and 10-Gigabit Ethernet

### 7.1 Ethernet a 10 Mbps e 100 Mbps

#### 7.1.1 Ethernet a 10 Mbps



10 base 2, 10 base 5, 10 base formano Legacy Ethernet. Le 4 caratteristiche comuni di Legacy sono:

1. timing cioè le temporizzazioni: un bit dura 0,1  $\mu$ s o 100ns
2. formato del frame

Ethernet Frame							
Preamble	SFD	Destination	Source	Length Type	Data	Pad	FCS
7	1	6	6	2	46 to 1500		4

3. processi di trasmissione
4. regole di disegno di base

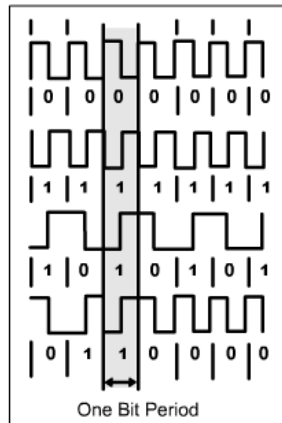
Parameter	Value
Bit Time	100 nsec
Slot Time	512 bit times
Interframe Spacing	96 bits *
Collision Attempt Limit	16
Collision Backoff Limit	10
Collision Jam Size	32 bits
Maximum Untagged Frame Size	1518 octets
Minimum Frame Size	512 bits (64 octets)

A livello 2, nel frame, i dati sono convertiti da hex a binario.

Un importante processo che viene fatto sempre se la linea è half duplex, mentre non è richiesto che venga fatto in full duplex, è SQE (Signal Quality Error). SQE è attivo:

- entro i primi 4 – 8  $\mu$ s della trasmissione per verificare se il frame è trasmesso con successo
- ogni volta che c'è una collisione sul mezzo
- ogni volta che c'è un segnale non corretto sul mezzo
- ogni volta che la trasmissione viene interrotta

Tutte le Ethernet a 10 Mbps prendono i byte dal sottolivello MAC e li codificano in modo Manchester.



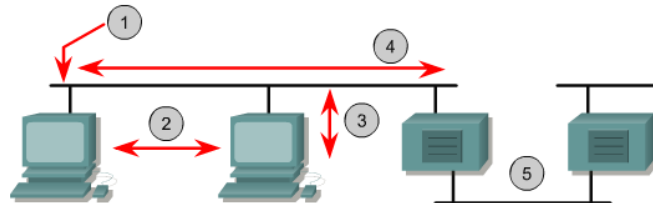
I limiti dei tempi di ritardo sono basati su diversi parametri: lunghezza cavo e suo ritardo di propagazione, ritardo di repeater e transceiver. Al massimo ci possono essere 4 repeater e 5 segmenti.

### 7.1.2 10 base 5

Ethernet 10 base 5 nasce nel 1980 e usa un cavo coassiale spesso (thick) (è il 1° mezzo usato per Ethernet). Non è raccomandato per nuove installazioni, costa poco, però le NIC sono difficili da trovare e ci sono riflessioni sul cavo. Usa la codifica Manchester. Al massimo si possono mettere 5 segmenti di 500 m ciascuno. Lavora a 10 Mbps in modo half duplex.

### 7.1.3 10 base 2

Fu introdotta nel 1985, è più facile da installare, il cavo è più piccolo e più leggero, non raccomandato per nuove installazioni. Usa il cavo coassiale sottile (thin). Usa la codifica Manchester. Le NIC sono difficili da trovare. Sulle NIC occorre un BNC a T e sulle NIC poste agli estremi occorrono i terminatori. Massima lunghezza di un segmento 185 m, massimo 5 segmenti. Usa la tecnica half duplex a 10 Mbps. Ci possono essere al massimo 30 PC su un segmento.

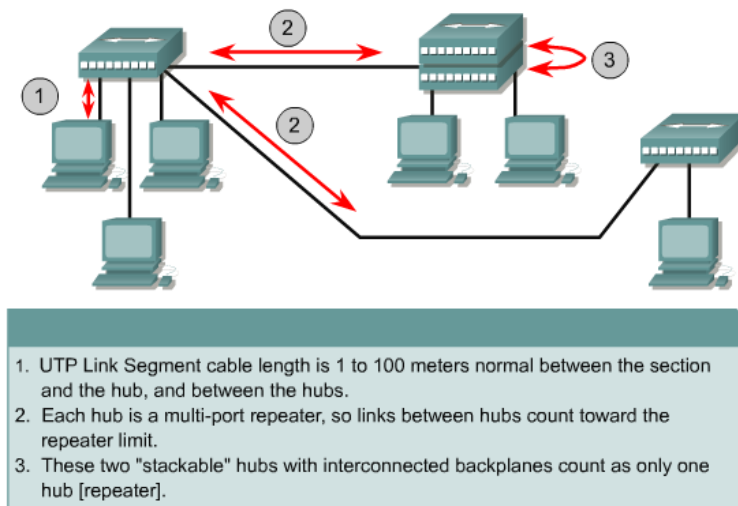


1. Termination of each end of the coax should be 50 Ohms.
2. Minimum distance between taps is 0.5 meters.
3. Each station must connect within four centimeters of the thin coax.
4. Maximum segment length is 185 meters.
5. Link segments between repeaters should have a total of only two attachments, the repeaters themselves.

### 7.1.4 10 base T

Fu introdotta nel 1990, è poco costosa ed usa il cavo UTP cat.3. Usa una topologia a stella con un hub centrale. Inizialmente era half duplex, poi diventò full duplex. Usa la codifica Manchester. Il cavo orizzontale al massimo può essere 90 m con un connettore RJ45. Per nuove installazioni usare cavi UTP cat.5 o superiori. Usa 10 Mbps in half duplex e 20 Mbps in full duplex.

### 7.1.5 10 base T: fili e architettura



Non si possono mettere troppi hub in cascata altrimenti si hanno eccessivi ritardi. Con gli switch la distanza è meno importante, ad ogni uscita degli switch è come se la rete partisse da lì, perché lo switch aspetta a trasmettere se il segmento è occupato.

### 7.1.6 100 Mbps Ethernet

E' nota come FastEthernet, le 2 tecnologie più importanti sono: 100 base TX (su cavo UTP) e 100 base FX (su fibra ottica multimodale). 3 caratteristiche comuni alle 2 tecnologie sono:

1. timing: durata di 1 bit 10 ns
2. formato del frame: è lo stesso dei 10 Mbps
3. parti del processo di trasmissione

Visto che in 100 Mbps la frequenza è più alta, i segnali sono più suscettibili al rumore, per cui si usano 2 codifiche separate:

1. tecnica 4B/5B
2. tecnica specifica per rame o per fibra

### 7.1.7 100 base TX

Nel 1995 esce lo standard 100 base TX su UTP cat.5, usa una codifica 4B/5B che è "scrambled" (cioè converte i numeri reali in numeri consecutivi non uguali, tecnica necessaria affinché il ricevitore riesca a mantenere il sincronismo col trasmettitore), e convertita in 3 livelli (multilevel).

Usa full duplex per cui arriva a 200 Mbps.

### 7.1.8 100 base FX

100 base TX e FX hanno in comune: timing, formato del frame e metodo di trasmissione (usano codifica 4B/5B). Nelle fibre il cavo 1 si usa come TX (usa un diodo led o un diodo laser) ed il cavo 2 come RX (usa un fotodiodo). Lavora in full duplex quindi a 200 Mbps.

### 7.1.9 Architettura FastEthernet

Un link FastEthernet in genere va dall'hub o switch al PC. Un ripetitore classe 1 può introdurre fino a 140 bit di latenza, in classe 2 fino a 92 bit.

In classe 2 vista la bassa latenza si possono avere 2 repeater in serie se il cavo tra loro è breve (max 5 m). Si può lavorare in half duplex ma è sconsigliato.

Architecture	100BASE-TX	100BASE-FX	100BASE-TX and FX
Station to Station, Station to Switch, Switch to Switch (half or full duplex)	100 m	412 m	N/A
One Class I Repeater (half duplex)	200 m	272 m	100 m (TX) 160.8 m (FX)
One Class II Repeater (half duplex)	200 m	320 m	100 m (TX) 208 m (FX)
Two Class II Repeaters (half duplex)	205 m	228 m	105 m (TX) 211.2 m (FX)

## 7.2 Gigabit e 10 Gigabit Ethernet

### 7.2.1 1000 Mbps Ethernet

1000 Mbps o Gigabit Ethernet usa sia la fibra che il cavo. Lo standard 1000 base X, IEEE 802.3z, è per fibra. 1000 base TX, SX o LX usano gli stessi parametri: periodo di 1 bit = 1ns, il formato del frame è sempre lo stesso. I bit sono più sensibili al rumore per l'alta velocità, per cui si usano 2 codifiche separate. I dati codificati forniscono sincronizzazione, efficiente uso della banda e migliorate caratteristiche del rapporto S/N.

1000 base -X usa codifica 8B/10B, simile a 4B/5B, seguita da una semplice codifica NRZ.

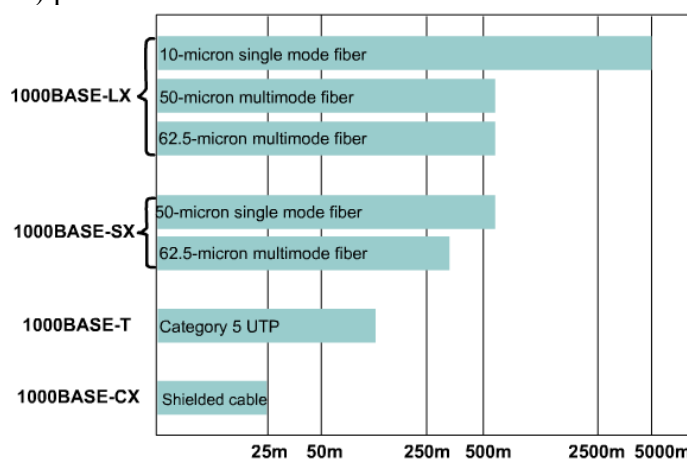
### 7.2.2 1000 base T

1000 base T (IEEE 802.3ab) usa cavi UTP che passano il test cat 5e (in genere basta un cat 5 correttamente terminato). 1000 base T usa tutte e 4 le coppie di fili, usando full duplex sullo stesso filo. Ogni filo cat 5e può portare 125 Mbps per cui si ha 250 Mbps per coppia quindi 1000 Mbps. Poiché la trasmissione avviene simultaneamente su 4 coppie, TX divide i frames e RX li riassume. 1000 base T usa codifica 4D - PAM5 su cavi cat5e o migliori. Essendo ogni filo full duplex si ha una collisione permanente. A riposo sulla linea ci sono 9 livelli di tensione e durante la trasmissione 17. Il sistema è più suscettibile al rumore. I dati sono divisi nel TX in 4 anali paralleli e codificati. Volendo si può usare half duplex.

### 7.2.3 1000 base SX e LX

IEEE 802.3 raccomanda che Gigabit Ethernet su fibra è la tecnologia migliore per i backbone.

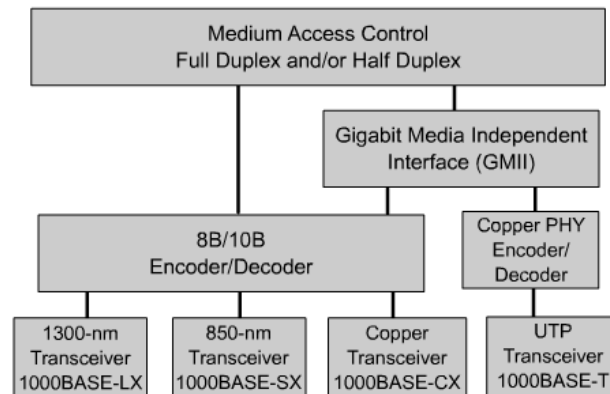
La codifica dei bit avviene a livello 1. Si usa la codifica 8B/10B per fibre e STP, PAM5 (Pulse Amplitude Modulation 5) per UTP.



1000 base -X usa 8B/10B e poi lo converte in NRZ (si basa non sui fronti di salita o di discesa ma sui livelli). NRZ viene inviato o come luce o come buio con  $\lambda=850\text{nm}$  (led o laser) per fibre multi

mode (1000 base SX) o con  $\lambda=1310\text{nm}$  per fibre single mode o multi mode (se si usa laser su single mode si arriva a 5 Km) (0 = buio, 1 = luce).

Il Media Access Control tratta il link come punto-punto. Ci sono fibre separate per TX e RX per cui è sempre full duplex. Ethernet Gigabit permette 1 solo ripetitore.



### 7.2.4 Architettura Gigabit Ethernet

La massima distanza di un link dipende dal tipo di fibra usata (da 220m a 5 Km). Le topologie ammesse sono daisy chain, star, extended star.

Per 1000 base T uso UTP cat5e o ISO class D(2000). E' raccomandato che tutti i link tra PC hub siano su auto-negotiation.

### 7.2.5 10 Gigabit Ethernet

IEEE 802.3ae fu adattato per includere 10 Gbps, si usa non solo per WAN ma anche per MAN. La Ethernet 10 Gbps (10GbE) arriva a 40 Km su fibra single mode e compatibile con SONET (Synchronous Optical NETWORK) e SDH (Synchronous Digital Hierarchy) su linea WAN OC-192 (9,58 Gbps). Per certe applicazioni 10 GbE compete con ATM.

Ci sono una gran varietà di implementazioni:

- **10GBASE-SR** – Intended for short distances over already-installed multimode fiber, supports a range between 26 m to 82 m
- **10GBASE-LX4** – Uses wavelength division multiplexing (WDM), supports 240 m to 300 m over already-installed multimode fiber and 10 km over single-mode fiber
- **10GBASE-LR and 10GBASE-ER** – Support 10 km and 40 km over single-mode fiber
- **10GBASE-SW, 10GBASE-LW, and 10GBASE-EW** – Known collectively as 10GBASE-W are intended to work with OC-192 synchronous transport module (STM) SONET/SDH WAN equipment.

10 GbE è stato standardizzato nel giugno 2002.

### 7.2.6 Architettura 10 GbE

Nel 10 GbE la codifica fornisce: sincronizzazione, efficiente uso della banda e migliore S/N.

10 Gbase-LX4 usa tecnica WWDM per inviare 4 bit con diverse lunghezze d'onda contemporaneamente nella fibra (multiplexer a divisione di lunghezza d'onda).

Tutte le varietà di 10 GbE usano fibre a 10  $\mu\text{m}$  single mode e 50 o 62,5  $\mu\text{m}$  multi mode.

Non si possono avere repeater né half duplex.

Implementation	Wavelength	Medium	Minimum Modal Bandwidth	Operating Distance
10GBASE-LX4	1310 nm	62.5µm MMF	500 MHz/km	2 - 300 m
10GBASE-LX4	1310 nm	50µm MMF	400 MHz/km	2 - 240 m
10GBASE-LX4	1310 nm	50µm MMF	500 MHz/km	2 - 300 m
10GBASE-LX4	1310 nm	10µm MMF	N/A	2 - 10 km
10GBASE-S	850 nm	62.5µm MMF	160 MHz/km	2 - 26 m
10GBASE-S	850 nm	62.5µm MMF	200 MHz/km	2 - 33 m
10GBASE-S	850 nm	50µm MMF	400 MHz/km	2 - 66 m
10GBASE-S	850 nm	50µm MMF	500 MHz/km	2 - 82 m
10GBASE-S	850 nm	50µm MMF	2000 MHz/km	2 - 300 m
10GBASE-L	1310 nm	10µm SMF	N/A	2 - 10 km
10GBASE-E	1550 nm	10µm SMF	N/A	2 - 30 km*

### 7.2.7 Futuro di Ethernet

Ethernet è ora lo standard per le LAN. IEEE sta lavorando per 40, 100 e 160 Gbps standard.

Il futuro sarà:

1. rame fino a 1000 Mbps
2. wireless fino a 100 Mbps
3. fibre fino a 160 Gbps