

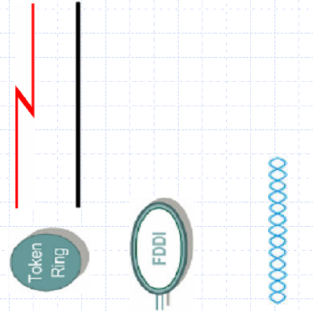
E-2: Dispositivi di rete e calcolo del traffico

A. Memo

Indice

1. Media
2. Transceiver
3. Repeater
4. Hub
5. Bridge
6. Switch
7. Router
8. Dominio di collisione
9. Dominio di broadcast
10. Traffico di rete
 - punto-punto
 - client/server
11. Analisi prestazioni di una rete

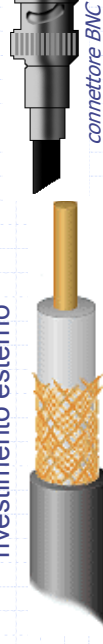
Media

- ◆ Cavi in rame
 - cavo coassiale
 - doppino ritorto
 - ◆ Fibre ottiche
 - multimodale
 - monomodale
 - ◆ Wireless
 - infrarossi
 - radiofrequenza
- 

Cavo coassiale (1)

Caratteristiche fisiche:

- un conduttore centrale in rame
- uno strato di isolante
- una griglia, o un sottile foglio, metallica
- un secondo strato di isolante per il rivestimento esterno



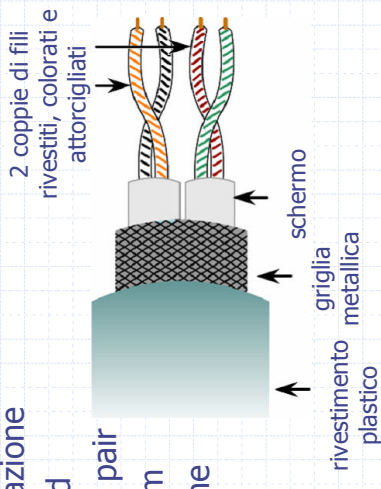
connettore BNC

Cavo coassiale (2)

- ◆ sottile (Thinnet o Cheapernet)
 - **10BASE-2**: semplice da installare, diametro 0,35 cm, datato, problemi di gestione
- ◆ Grosso (Thicknet) :
 - **10BASE-5**: difficile da installare, costoso, poco usato, maggiore distanza

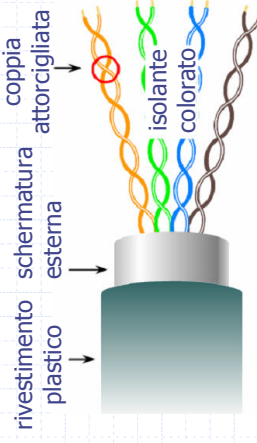
STP Shielded twisted pair (1)

- ◆ cancellazione
- ◆ shielded
- ◆ twisted pair
- ◆ 150 ohm
- ◆ riduzione disturbi

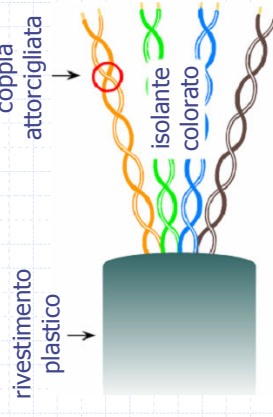


ScTP Screened UTP (1)

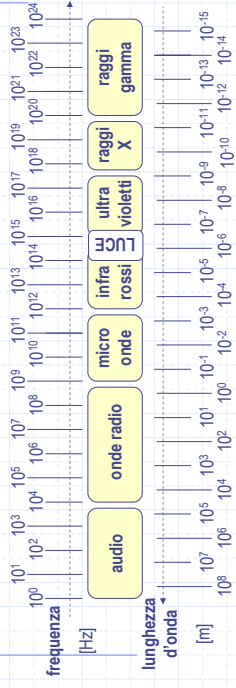
- ◆ minore isolamento
- ◆ maggiore flessibilità
- ◆ 100 ohm



UTP Unshielded Twisted Pair



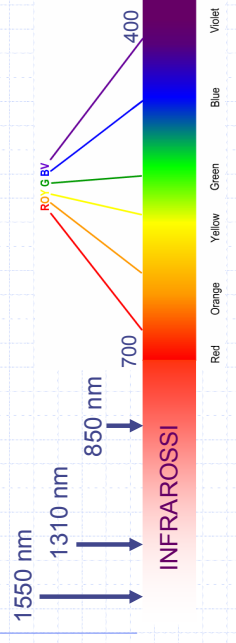
Spettro onde elettromagnetiche



$$\text{lunghezza_d'onda} = c / \text{frequenza}$$

$$c = \text{velocità_della_luce} = 299,792,458 \text{ m/sec}$$

Spettro onde elettromagnetiche

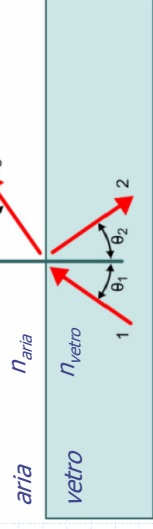


finestre di trasmissione utilizzate nelle fibre ottiche

Fenomeni fisici

- 1: raggio incidente
- 2: raggio riflesso
- 3: raggio rifratto

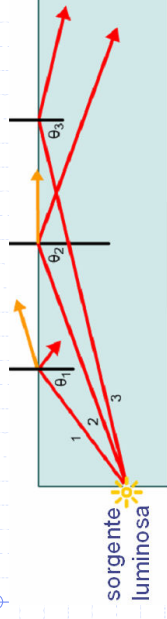
$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_3} = \frac{n_{\text{aria}}}{n_{\text{vetro}}}$$



Legge della riflessione $\theta_2 = \theta_1$

Legge della rifrazione se $n_{\text{aria}} < n_{\text{vetro}}$ allora $\theta_3 > \theta_1$

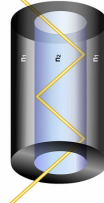
Riflessione totale



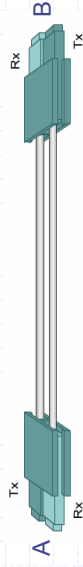
sorgente luminosa

angolo critico per la coppia vetro \rightarrow aria $\theta_C = 41,8^\circ$

- 1: $\theta_1 < \theta_C$ quindi riflessione e rifrazione
- 2: $\theta_1 = \theta_C$ quindi riflessione e rifrazione
- 3: $\theta_1 > \theta_C$ quindi riflessione e rifrazione

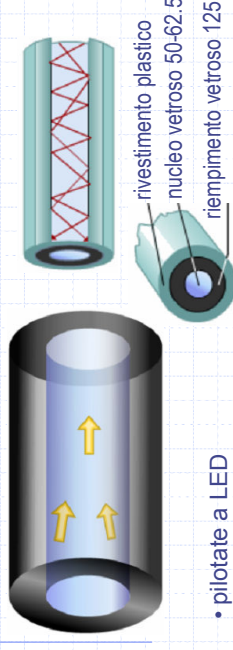


Fibre ottiche



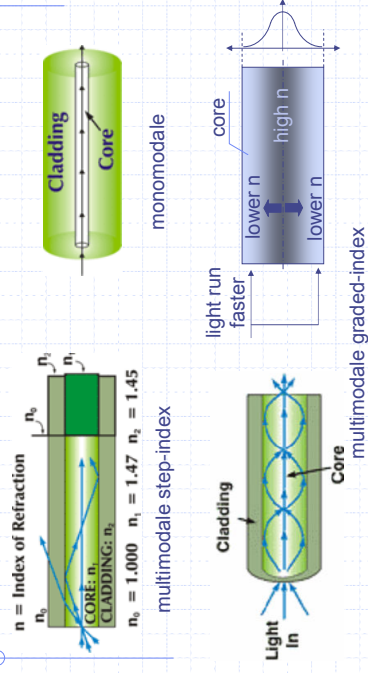
- un cavo in fibra ottica è composto da una coppia di fibre (A→B, B→A) (full-duplex)
- non sono necessarie schermature
- normalmente un cavo può contenere da 2 a 48 fibre distinte

Fibre multimodali (1)



- pilotate a LED
- nucleo centrale da 50 – 62,5 micron
- grande dispersione e perdita di segnale
- distanze massime di circa 2 Km

Modi di attraversamento



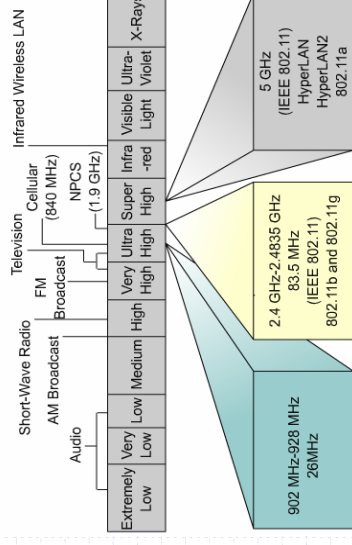
I connettori delle fibre



Standard Ethernet

	Media	Max length	Topology	Connector
10BASE2	50 ohm coaxial Thinnet	185 m	Bus	BNC
10BASE5	50 ohm coaxial Thiknet	500 m	Bus	AUI
10BASE-T	UTP class 3,4,5 two pair	100 m	Star	RJ-45
100BASE-TX	UTP class 5 two pair	100 m	Star	RJ-45
100BASE-FX	62.5/125 multimode fiber	400 m	Star	
100BASE-CX	STP	25 m	Star	RJ-45
1000BASE-T	UTP class 5 four pair	100	Star	RJ-45
1000BASE-SX	62.5/50 multimode fiber	275-550 m	Star	
1000BASE-LX	62.5/50 multi 9 single fiber	440-550-3000 m	Star	
10-GigE	UTP class 5e/6	?	Star	

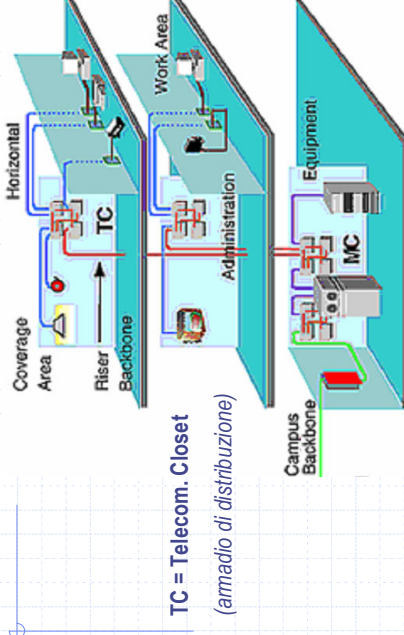
Wireless

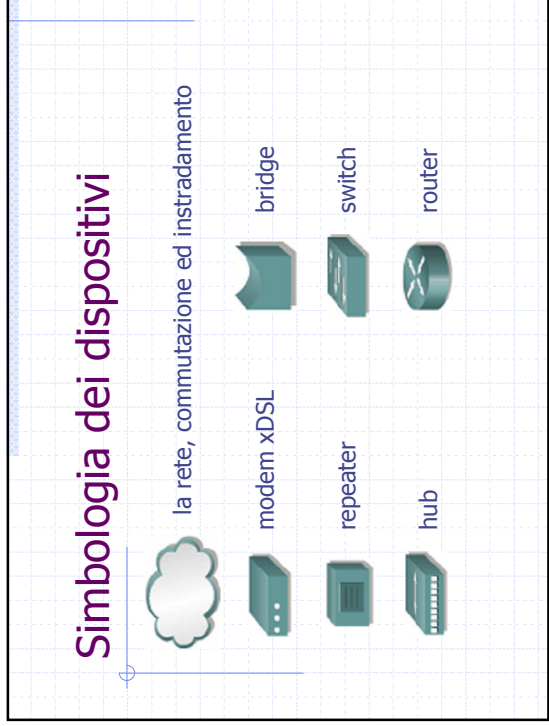
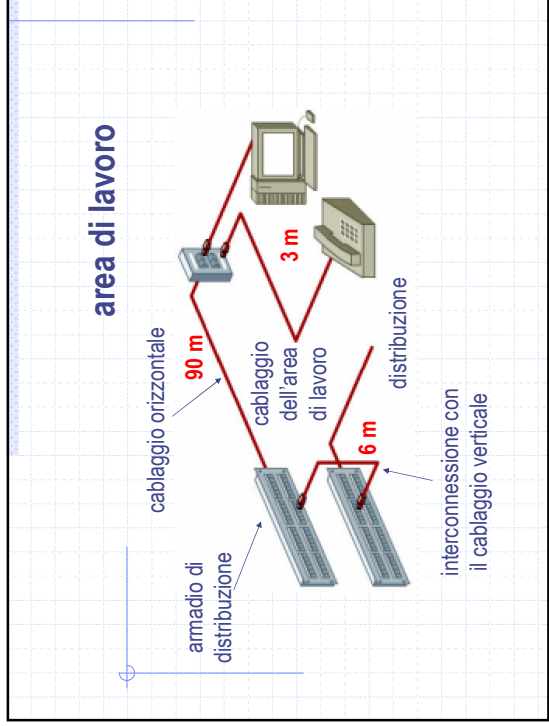
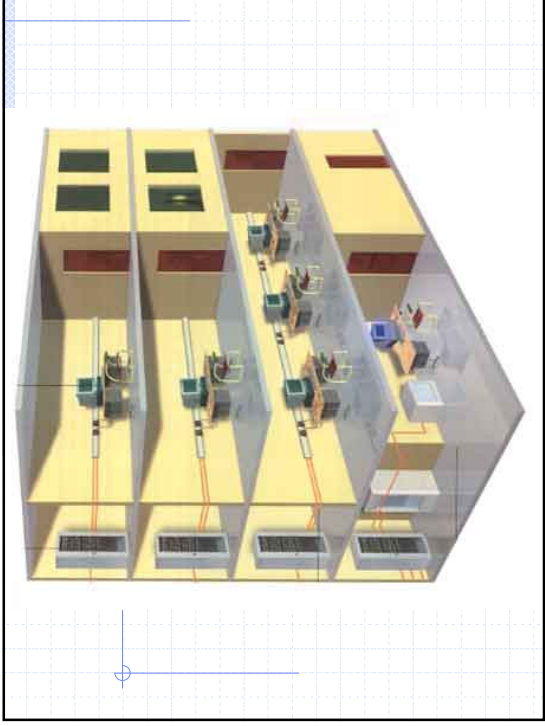
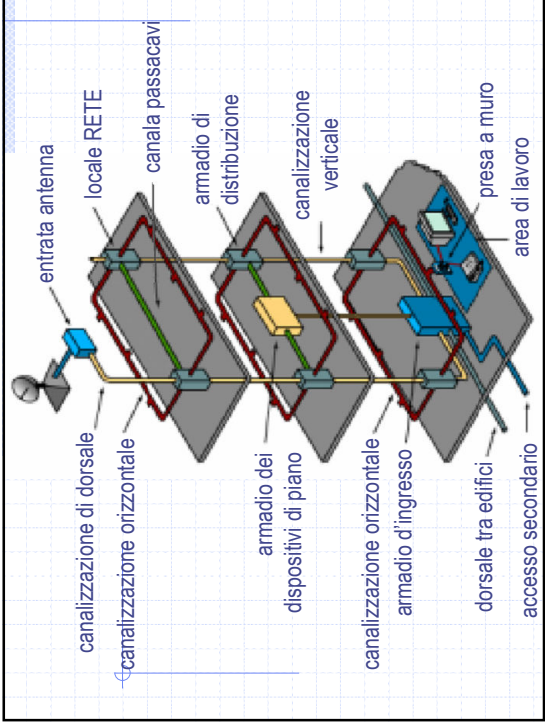


Cablaggio strutturato

- regolamentato dallo standard internazionale ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1
- fornisce un sistema integrato di comunicazione indipendente dai dispositivi e dai protocolli
- aperto a prospettive ed utilizzi futuri
- supporta applicazioni multiple (audio, video, dati)
- consente una semplice e rapida scalabilità

Esempio di cablaggio strutturato





la rete



- insieme di dispositivi di commutazione, instradamento, interfacciamento
- normalmente di proprietà dell'ente nazionale delle comunicazioni
- offre vari tipi di punti di accesso
- offre vari tipi di servizi

modem xDSL

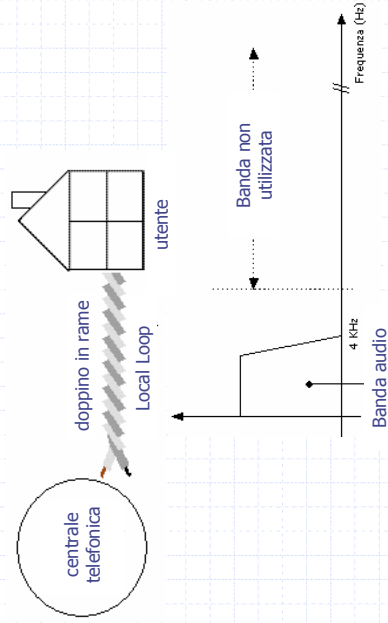


xDSL è una famiglia di tecnologie che permettono di trasmettere informazioni digitali a larga banda su normale linea telefonica.

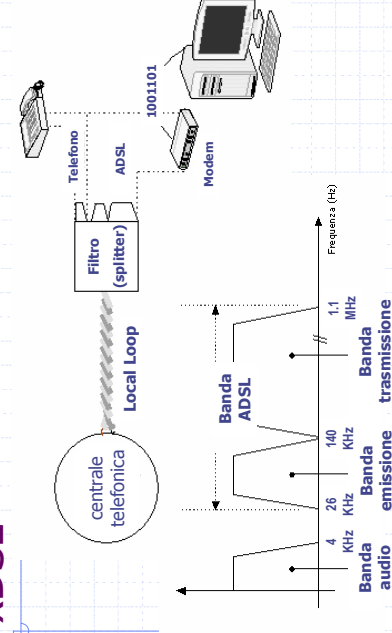
Gli standard più noti sono:

- HDSL (High-bit-rate DSL)
- SHDSL (Single line High-bit-rate DSL)
- SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line)
- VDSL (Very-high-speed DSL)
- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)
- ADSL 2 (ADSL potenziata)

accesso analogico



xDSL



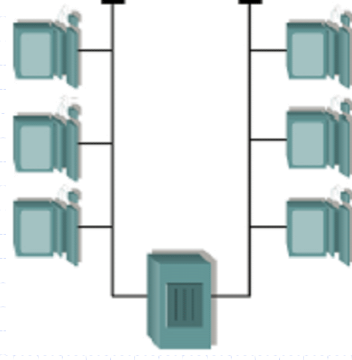
Standard ADSL

standard	banda audio	banda in emissione	banda in ricezione	down stream	up stream
ADSL	0-26 KByte	26-140 KByte	0,14 -1,1 MByte	0,8 Mbps	8 Mbps
ADSL 2	0-26 KByte	26-140 KByte	0,14 -1,1 MByte codifica, modulazione, framing	1 Mbps	12 Mbps
ADSL 2+	0-26 KByte	26-140 KByte	0,14 -1,1 + 1,1-2,2 MByte raddoppio di banda	1 Mbps	24 Mbps

Repeater

- il repeater riceve un segnale elettrico, a volte lo rigenera nell'ampiezza e nel tempo, e poi lo ritrasmette
- permette di prolungare la distanza massima raggiungibile
- nei media condivisi sussiste la regola del 5-4-3 (ripetitori, segmenti, accessi condivisi), determinata dai limiti temporali della propagazione delle trame
- lavora a livello fisico ed estende il dominio di collisione

Repeater

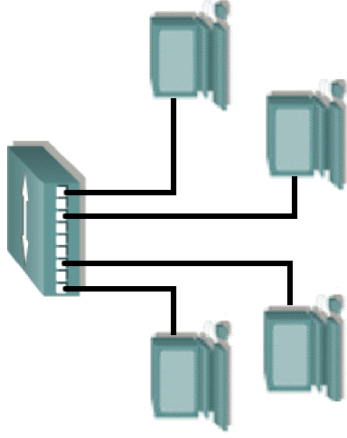


Hub

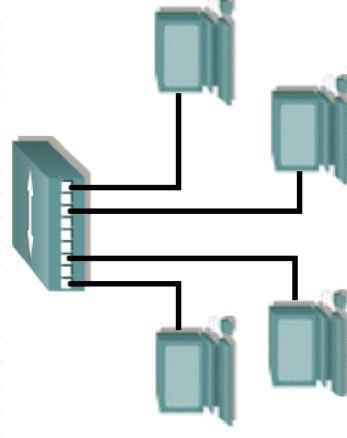
- **Hub equivalente a Multiport Repeater**
- standard tipici: 10/100/1000BASE-T
- topologia logica a bus, fisica a stella
- ne esistono di 3 tipi:
 - passivi (?)
 - attivi
 - intelligenti (smart)



Hub



Hub e le collisioni



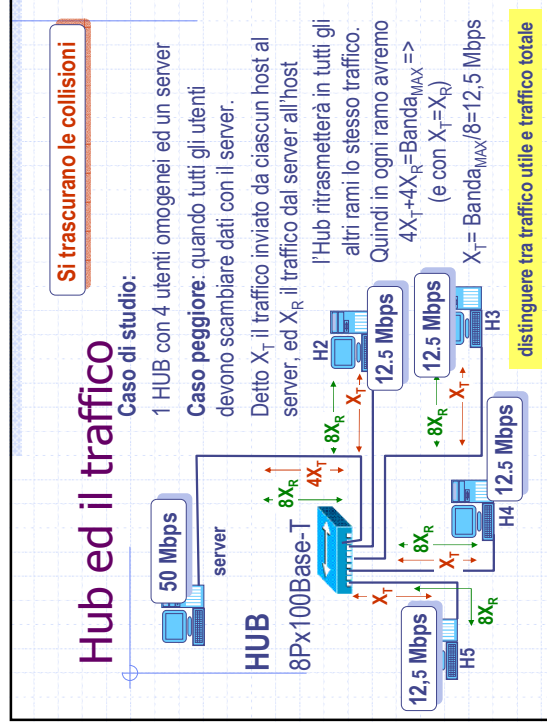
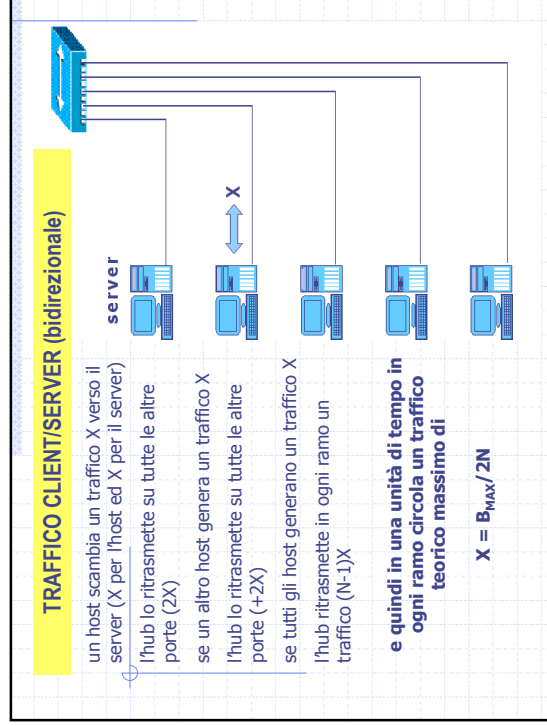
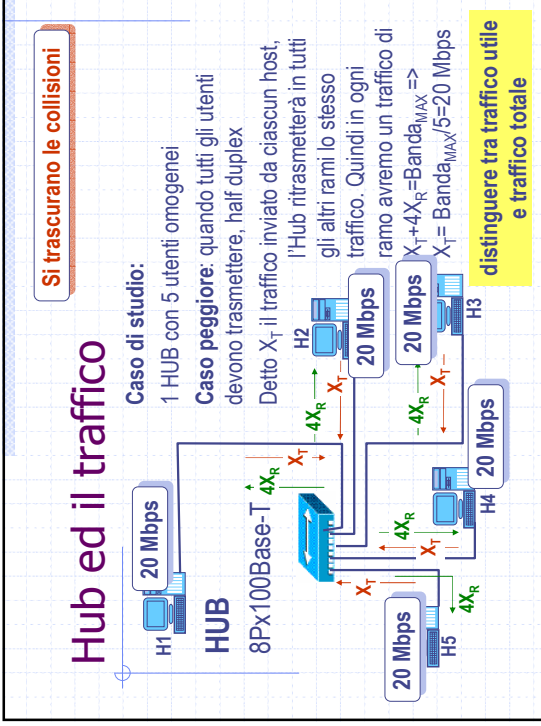
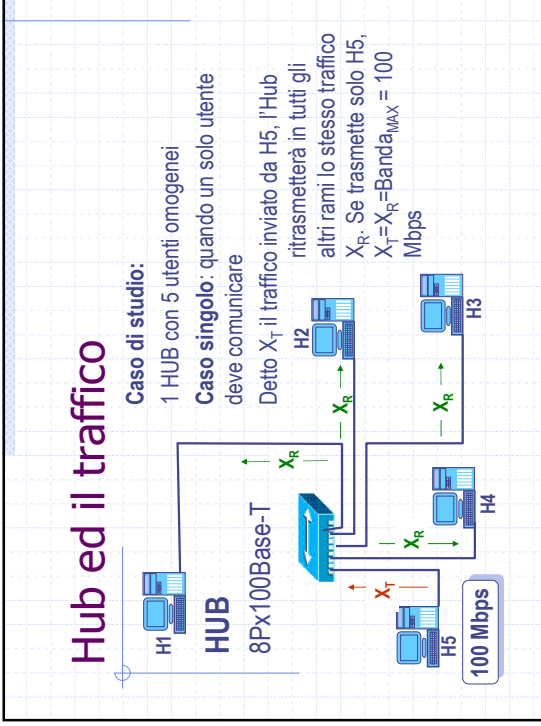
Hub e le collisioni

- si verifica una collisione quando due o più HUB inviano dati contemporaneamente.
- tutti i dispositivi di rete connessi allo stesso segmento di rete appartengono al medesimo **dominio di collisione**.
- un hub permette di effettuare una topologia logica a bus su di una topologia fisica a stella.

Hub ed il traffico

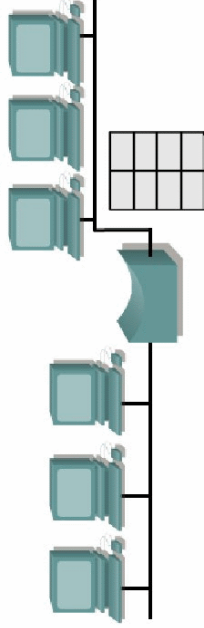
A central hub device is connected to five separate nodes. The top node is labeled 'X' and has an arrow pointing away from it. The other four nodes are identical computer icons.

se un host genera un traffico X
l'hub lo ritrasmette su tutte le altre porte
se un altro host genera un traffico X
l'hub lo ritrasmette su tutte le altre porte
se tutti gli host generano un traffico X
l'hub in ogni ramo riceve un traffico X e ritrasmette un traffico $(N-1)X$
e quindi in una unità di tempo in ogni ramo circola un traffico teorico massimo di
 $X = B_{Max}/N$



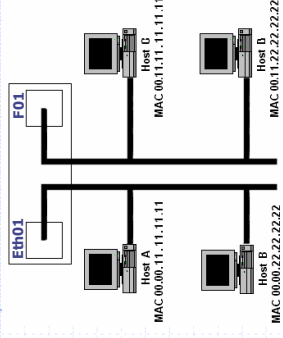
Bridge

- i bridge operano sul secondo livello del modello OSI (data link layer, livello collegamento dati)
- la funzione del bridge è di stabilire se il traffico presente ad una delle sue porte deve essere trasferito o meno all'altra



Bridge

un bridge è anche in grado di cambiare media



MAC Address	Interface
00.00.11.11.11.11	Ethernet0/1
00.00.22.22.22.22	Ethernet0/1
00.11.11.11.11.11	Fiber0/1
00.11.22.22.22.22	Fiber0/1

Switch

- **switch** è equivalente a **multiport bridge**
- lo switch viene normalmente usato con cavo UTP o fibra ottica
- lo switch è un dispositivo più sofisticato di un bridge, ma non trasforma i media
- lo switch deve costruire la tabella di instradamento come il bridge



Switch

- lo switch riduce il traffico globale ed aumenta la banda utile per ogni host
- lo switch crea un dominio di collisione per ogni sua porta
- lo switch svolge essenzialmente due funzioni:
 - commutazione delle trame
 - gestione della tabella di instradamento

Funzionamento dello SWITCH

un host genera un traffico X verso un altro host (X per ogni host)

lo switch lo ritrasmette sulla sola porta dell'host destinatario

se un altro host genera un traffico X verso un altro host, anche ciascuno di loro avrà un traffico X a disposizione

e quindi in un'unità di tempo ogni postazione può trasferire un traffico teorico massimo di

$$X \leq B_{MAX}$$

Nel caso di collegamento di N host con un server, il traffico è limitato dal ramo switch-server e quindi in un'unità di tempo ogni postazione può scambiare con il server un traffico teorico massimo di

$$X \leq B_{MAX}/N$$

Switch ed il traffico

Caso di studio:

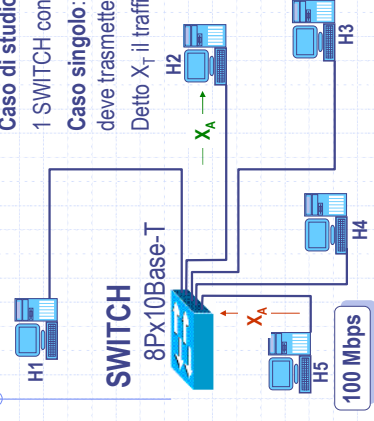
1 SWITCH con 5 utenti omogenei

Caso singolo: quando un solo utente deve trasmettere (da H5 a H2)

Detto X_T il traffico inviato da H5, lo Switch lo ritrasmetterà solo al ramo di destinazione. Se trasmette solo H5,

$$X_A \leq B_{MAX} \leq 100 \text{ Mbps}$$

$$\text{traffico utile} = \text{traffico totale}$$



Switch

Caso di studio:

1 SWITCH con 5 utenti omogenei

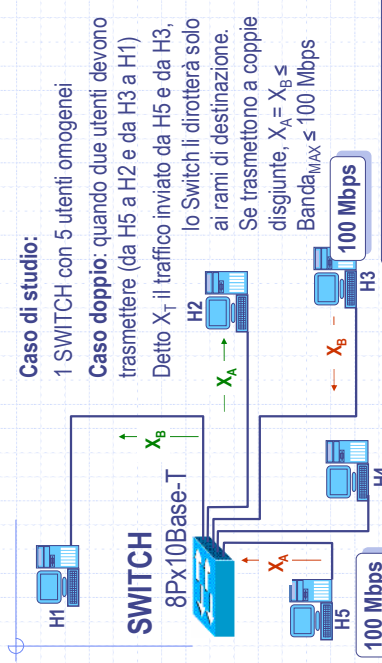
Caso doppio: quando due utenti devono trasmettere (da H5 a H2 e da H3 a H1)

Detto X_T il traffico inviato da H5 e da H3, lo Switch li diriggerà solo ai rami di destinazione. Se trasmettono a coppie

$$\text{disgiunte, } X_A = X_B \leq B_{MAX} \leq 100 \text{ Mbps}$$

$$\text{traffico utile} = \text{traffico totale}$$

Non ci sono collisioni



Non ci sono collisioni

Caso di studio:

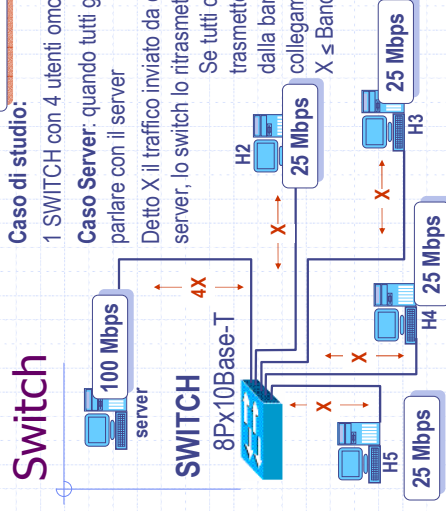
1 SWITCH con 4 utenti omogenei ed un server

Caso Server: quando tutti gli utenti devono parlare con il server

Detto X il traffico inviato da ciascun host al server, lo switch lo ritrasmetterà al server. Se tutti cercano di

trasmettere, X è limitato dalla banda dei collegamenti al server: $X \leq B_{MAX}/4 = 25 \text{ Mbps}$

$$\text{traffico utile} = \text{traffico totale}$$



Esempio di calcolo di traffico

Se, nell'esempio precedente, utilizziamo uno switch per il server con una porta da 100 Mbps, otteniamo:

$$\begin{aligned} X &\leq \text{banda}_{\text{max}} \leq 10 \text{ Mbps} \\ Y &\leq \text{banda}_{\text{max}} \leq 10 \text{ Mbps} \\ 8X &\leq \text{banda}_{\text{max}} \leq 10 \text{ Mbps} \\ 8Y &\leq \text{banda}_{\text{max}} \leq 10 \text{ Mbps} \\ 16X &\leq \text{banda}_{\text{max}} \leq 10 \text{ Mbps} \\ 16X+8Y &\leq \text{banda}_{\text{max}} \leq 100 \text{ Mbps} \end{aligned}$$

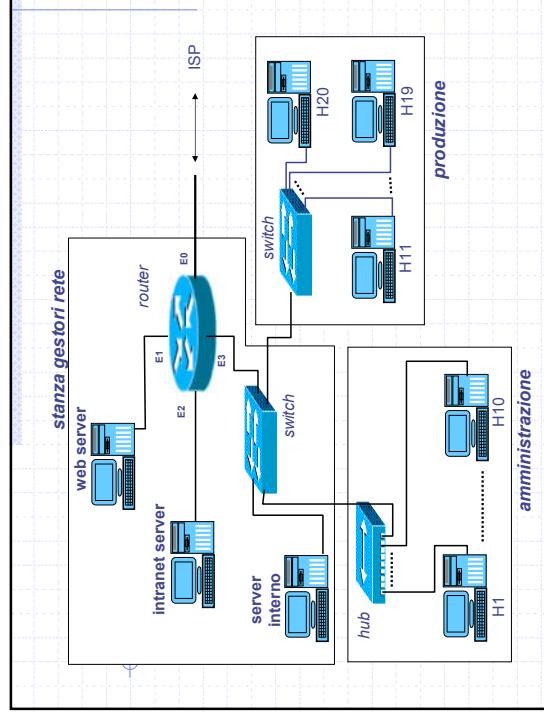
Quindi $X \leq 10/16 \approx 0,62 \text{ Mbps}$ e $Y \leq 10/8 = 1,25 \text{ Mbps}$
(raddoppio delle prestazioni)

Esercizio

Lo schema logico riportato in figura rappresenta la rete dati di una piccola Azienda composta da due reparti operativi ed una stanza per i gestori della rete. Il reparto "amministrazione" è composto da 10 postazioni di lavoro (H1-H10) il cui traffico è prevalentemente di tipo utente-server, che fanno capo al "server interno", mentre le 10 postazioni del reparto "produzione" (H11-H20) sono caratterizzate da un traffico al 50% di tipo utente-server che fa capo al "server interno" e per il rimanente 50% diretto verso l'"intranet server". Una di queste postazioni (H20) deve avere inoltre un traffico utile doppio delle altre postazioni del suo reparto.

Esercizio

L'ulteriore serverente "web server", posizionato nella "stanza gestori rete", offre servizi Web accessibili prevalentemente da utenti esterni all'Azienda. Sapendo che tutti i dispositivi di rete sono di standard Fast-Ethernet, e quindi funzionano a 100 Mbps, determinare i flussi di traffico massimo determinati dalla configurazione hardware della rete nel caso peggiore di traffico contemporaneo di tutti gli utenti.



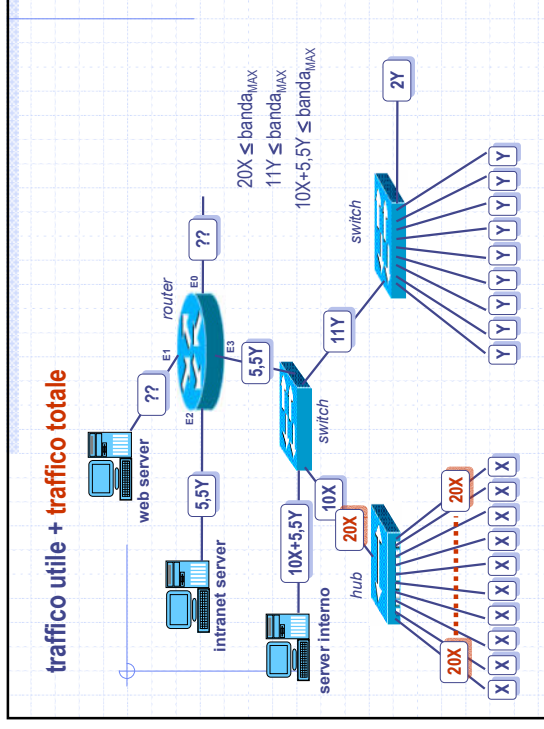
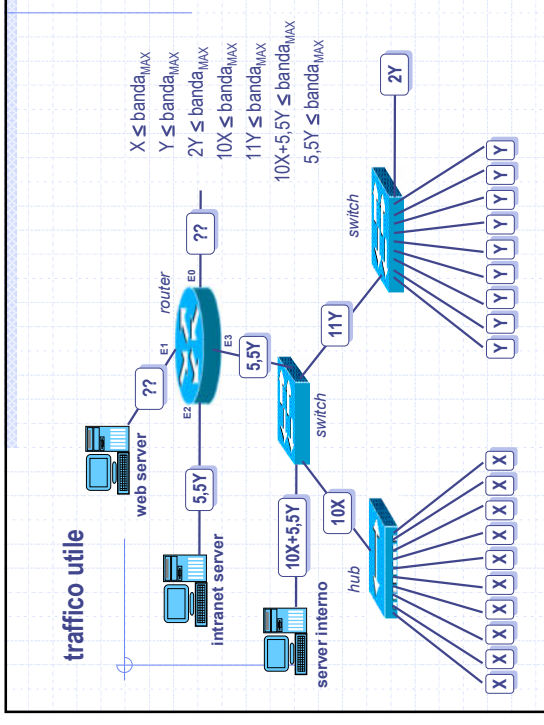
Soluzione

Il router separa le reti locali, isolandone i domini di broadcast, e quindi per il calcolo dei flussi nel caso peggiore possiamo analizzare il traffico separatamente per ogni LAN.

Per prima cosa si individuano i flussi utili, cioè quelli indicati dal testo. Detti

X = flusso di dati gestito da un generico utente "amministrazione" della rete LAN 3 (da H1 a H10)

Y = flusso di dati gestito da un generico utente "produzione" della rete LAN 3 (da H11 a H20)



LAN0 e LAN1: il loro traffico dipende solo dagli utenti che navigano sul sito web, e quindi sono limitati solo dal traffico esterno.

La rete **LAN3**, che fa a capo alla porta E3 del router, racchiude al suo interno sia il reparto amministrazione che quello produzione, ed è gestita globalmente da uno SWITCH che segmenta totalmente le due aree di lavoro. Per l'amministrazione (condizione peggiore):

$20 X \leq 100 \text{ Mbps}$ da cui $X \leq 5 \text{ Mbps}$

Per la produzione (condizione peggiore):

$11 Y \leq 100 \text{ Mbps}$ da cui $Y \leq 9,1 \text{ Mbps}$

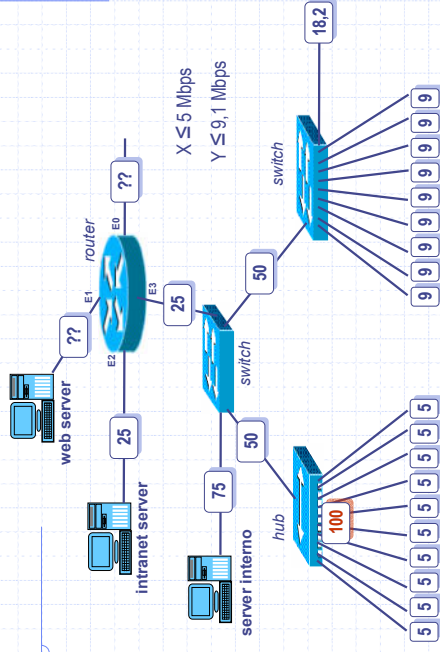
Verso il server interno siamo al limite:

$10 X + 5,5 Y \leq 50 + 50 \leq 100 \text{ Mbps}$

La rete **LAN2** è composta solo dal server interno, ed il suo traffico utile nel caso peggiore vale:

$5,5 Y \leq 50 \text{ Mbps}$

traffico teorico massimo nel caso peggiore



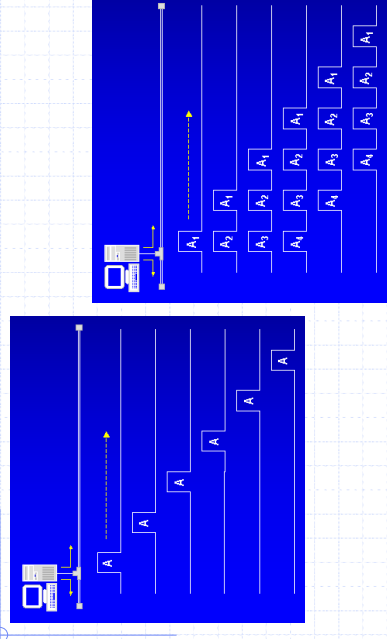
Appendice: Le collisioni

- ◆ collisione singola
 - prima collide e poi si trasferisce regolarmente
- ◆ collisione multipla
 - la stessa trama collide ripetutamente
- ◆ collisione locale
 - all'interno dello stesso segmento
- ◆ collisione remota
 - generata in un altro segmento
- ◆ collisione ritardata
 - rilevata oltre il tempo massimo previsto (il mittente non ritrasmette la trama)

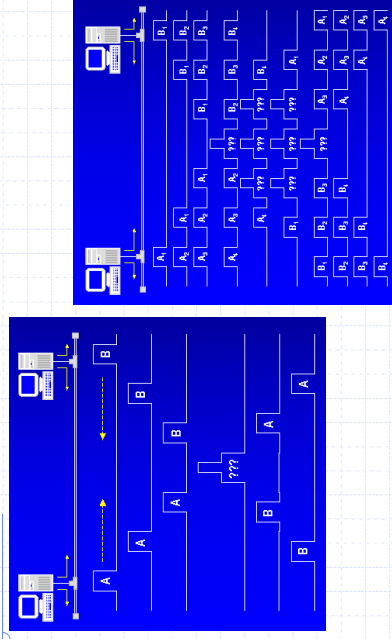
Collisioni su cavo coassiale

- ◆ il segnale attraversa il cavo fino a che incontra un altro segnale
- ◆ le forme d'onda si accavallano generando anche sovratensioni
- ◆ le sovratensioni vengono rilevate da tutte le postazioni del segmento di rete

Collisioni su cavo coassiale



Collisioni su cavo coassiale

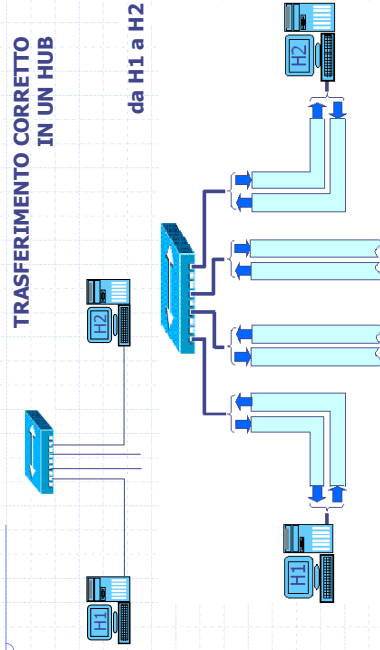


Collisioni su cavo UTP

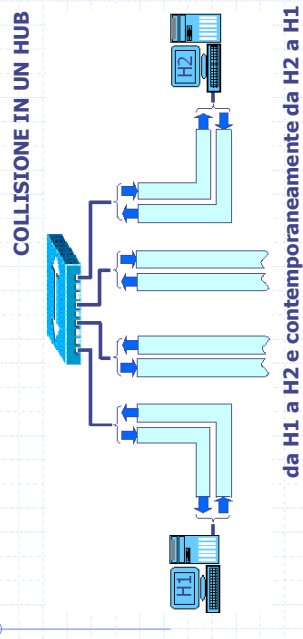
- si verifica solo quando una postazione, che sta già trasmettendo, rileva segnali anche sulla coppia di ricezione (se è in half-duplex)
- gli Hub possono funzionare solo in half-duplex
- per avere una comunicazione full-duplex occorre che entrambi i dispositivi la possano gestire

PS: nelle simulazioni seguenti, non vengono rispettate le lunghezze minime delle trame, e i singoli blocchi numerati rappresentano gruppi di bit

Collisioni su cavo UTP

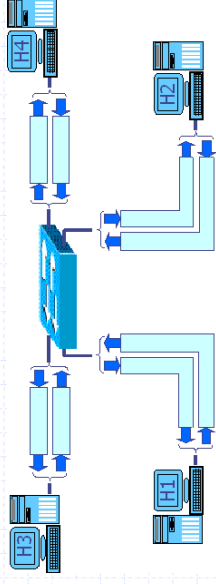


Collisioni su cavo UTP



Collisioni su cavo UTP

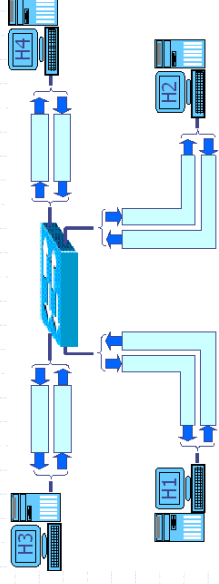
TRASFERIMENTO CORRETTO
IN UNO SWITCH



da H1 a H2

Collisioni su cavo UTP

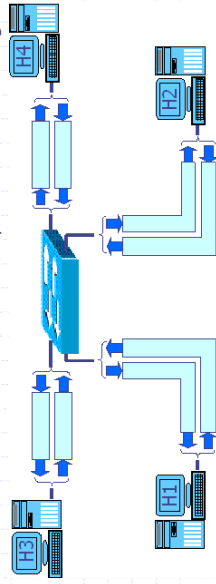
TRASFERIMENTO CORRETTO
IN UNO SWITCH



da H1 a H2 e contemporaneamente da H3 a H4

Collisioni su cavo UTP

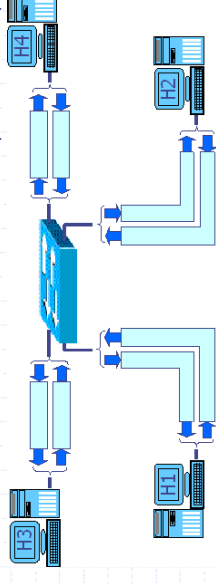
TRASFERIMENTO CORRETTO
IN UNO SWITCH
se in presenza di buffer adeguato



da H1 a H4 e contemporaneamente da H3 a H4

Collisioni su cavo UTP

TRASFERIMENTO **CON COLLISIONE**
IN UNO SWITCH
se con dispositivi half-duplex



da H1 a H4 e contemporaneamente da H4 a H3

Collisioni su cavo UTP

- per evitar le collisioni dell'esempio precedente, gli switch possono funzionare anche in full-duplex
- occorre dedicare particolare attenzione alla configurazione di dispositivi full-duplex