

Vincenzo Eramo

Le Reti in Area Locale

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Reti in area locale (LAN)

➤ Scopo

- Interconnettere apparecchiature di calcolo (personal computers, workstations, stampanti)

➤ Caratteristiche di una LAN

- Estensione geografica limitata (edificio, gruppo di edifici).
- Proprietà, amministrazione e gestione sotto il controllo di una singola organizzazione.
- Mezzo trasmissivo condiviso a capacità elevata (molto maggiore di quella richiesta da ogni utente) e con basso tasso d'errore (es. $< 10^{-10}$).
- Rete senza funzionalità di commutazione, ma dotata di protocollo di controllo di accesso al mezzo.

➤ La rete Ethernet è una delle reti locali più diffuse a livello mondiale

- Nacque agli inizi degli anni '70 presso il laboratorio di ricerca Xeros californiano
- Nel 1982 lo standard divenne Ethernet II (Digital, Intel, Xeros)
- Nel 1993 lo standard fu posto sotto il controllo dell'IEEE (nel gruppo 802.3)

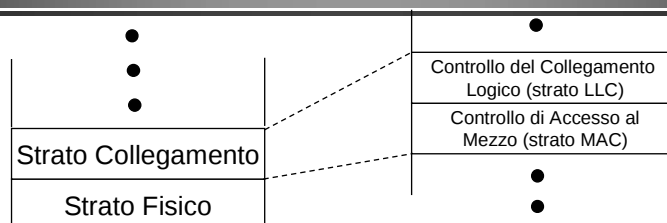
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

La rete Ethernet

- Più stazioni trasmettono su un unico mezzo trasmissivo e tutte le stazioni ricevono contemporaneamente tutto quello che passa sulla rete
- I messaggi trasmessi sono sequenze di bit e vengono chiamati trame ("frame"). Ogni trama reca al proprio interno l'indirizzo di origine e quello di destinazione
- Ogni scheda di rete disponibile in commercio è caratterizzata da un indirizzo permanente unico costituito da 6 byte
 - L'indirizzo è espresso in esadecimale, es.: 49:BD:D2:C7:56:2A
 - I primi 3 byte sono assegnati dall'IEEE ad ogni singolo costruttore
 - I restanti 3 bytes sono assegnati dal costruttore alla singola scheda
 - La topologia elettrica della rete è a BUS
 - La velocità tipica è di 10Mbit/s

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Architettura Protocollore

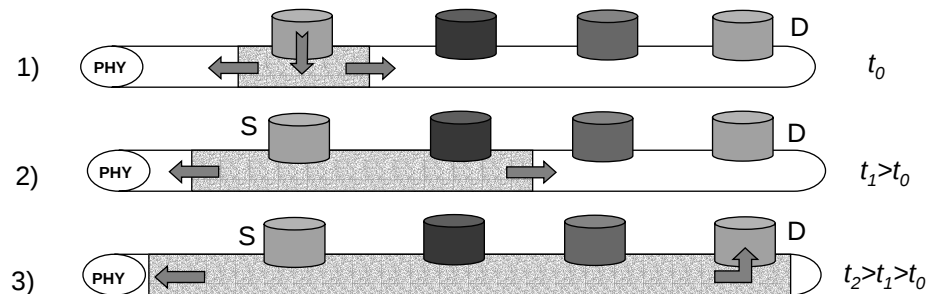


- **Strato MAC**
 - Offre un servizio di strato senza connessione
 - Risolve il problema della condivisione del mezzo trasmissivo in accordo ad un protocollo di accesso
 - ❑ **La rete Ethernet** è basata sul protocollo di accesso **CSMA/CD 1-persistente**
 - Esistono vari tipi di MAC caratteristici della rete locale
- **Strato LLC**
 - Offre un servizio di strato che può essere con connessione o senza
 - Può svolgere le funzionalità di **controllo di errore, controllo di flusso e risequenziamento**
 - E' indipendente dallo strato MAC

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Lo Strato MAC (1/3)

- Il mezzo di comunicazione è condiviso tra le varie stazioni

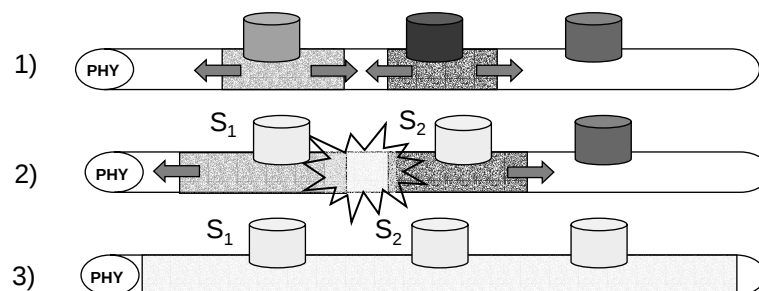


- La stazione sorgente (S) trasmette il messaggio sul mezzo fisico
- Il messaggio raggiunge tutte le stazioni connesse alla rete
- Poiché il messaggio contiene l'indirizzo della stazione di destinazione (D), solo questa lo elabora (le stazioni non coinvolte scartano il messaggio)
- L'indirizzo di destinazione può essere relativo ad un'unica stazione (*Unicast*), a tutte le stazioni (*Broadcast*) o ad un gruppo di esse (*Multicast*)

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Lo Strato MAC (2/3)

- La banda disponibile è assegnata a domanda e quindi possono verificarsi contese di utilizzazioni che devono essere gestite da un protocollo di accesso al mezzo



- Due stazioni, S_1 e S_2 , inviano messaggi simultaneamente
- I segnali elettromagnetici che trasportano i messaggi si sovrappongono dando luogo ad una collisione
- Come conseguenza si ottiene un segnale "corrotto", non intelligibile, dal quale non è più possibile risalire ai segnali (messaggi) originari

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Lo Strato MAC (3/3)

➤ Tipologia di protocolli di accesso

- Ad accesso casuale (con collisioni)
 - ❖ Ogni stazione emette quando ha un UI pronta e dopo aver accertato, nei limiti delle sue possibilità di verifica, lo stato di occupazione del mezzo di comunicazione
 - ❖ Se il mezzo è effettivamente "libero", l'emissione della UI ha successo
 - ❖ Se invece il mezzo è già occupato si verifica collisione
- Ad accesso controllato (senza collisioni)
 - ❖ Ogni stazione può emettere solo quando riceve una specifica autorizzazione
 - ❖ Controllo centralizzato: la gestione dell'autorizzazione a emettere può essere demandata ad una stazione speciale
 - ❖ Controllo distribuito: la gestione dell'autorizzazione ad emettere può essere condivisa fra tutte le stazioni del sistema ed il controllo passa ordinatamente da stazione a stazione

CSMA (Carrier Sense Multiple Access) (1/2)

- **E' un protocollo ad accesso casuale**
- **Adotta la regola: "Ascolta prima di parlare"**
- **Procedura:**
 - una stazione che desidera emettere ascolta se il canale è occupato da una emissione precedente;
 - se il canale è libero, la stazione emette;
 - se il canale è occupato, la stazione ritarda l'emissione ad un istante successivo
- **A causa dei ritardi di propagazione il protocollo CSMA non evita le collisioni**
 - Tra due stazioni avviene una collisione se esse accedono al canale in istanti che distano tra loro meno del tempo di propagazione tra le due stazioni
 - Si definisce intervallo di vulnerabilità l'intervallo di tempo in cui una UI emessa può subire collisione
 - Per il protocollo CSMA e per quelli della stessa famiglia l'intervallo di vulnerabilità è uguale a $2\tau_{\max}$, ove $\tau_{\max}$ è il valore massimo del ritardo di propagazione tra due stazioni della rete.

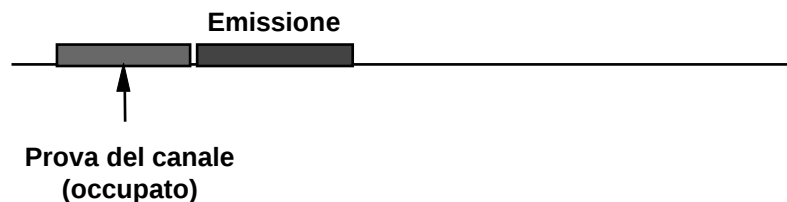
CSMA (2/2)

- Il CSMA deve gestire il problema della reiterazione dei tentativi di accesso in presenza di canale occupato
- Nel caso di canale occupato, il successivo istante in cui tentare la trasmissione è determinato in base ad una procedura di persistenza
 - 1-persistente
 - 0-persistente
 - p-persistente

Procedure di persistenza (1/4)

1-persistente

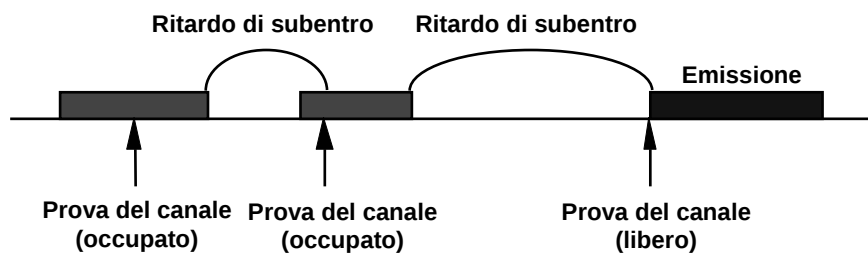
- la stazione aspetta che il canale torni libero, quindi trasmette



Procedure di persistenza (2/4)

0-persistente:

- la stazione ritarda l'emissione di un intervallo di tempo calcolato in base ad un algoritmo di subentro

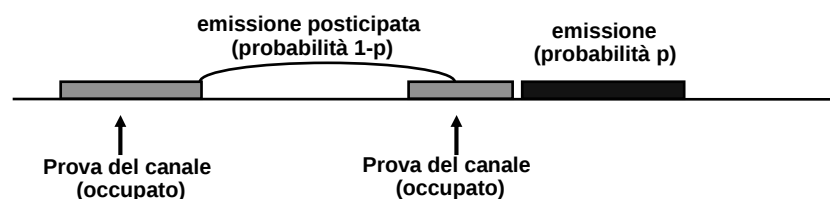


Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Procedure di persistenza (3/4)

p-persistente:

- la stazione attende che il canale torni libero, quindi effettua l'emissione con probabilità p , altrimenti la trasmissione è ritardata di un intervallo di tempo calcolato in base ad un algoritmo di subentro



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Procedure di persistenza (4/4)

- L'algoritmo di subentro serve a casualizzare l'accesso al canale.
- La procedura 1-persistente tende ad aumentare la portata media di rete, ma ad alto traffico aumenta le collisioni.
- La procedura 0-persistente riduce lo svantaggio delle collisioni ad alto traffico.
- La procedura p-persistente consente di regolare la probabilità p in base al traffico di rete.

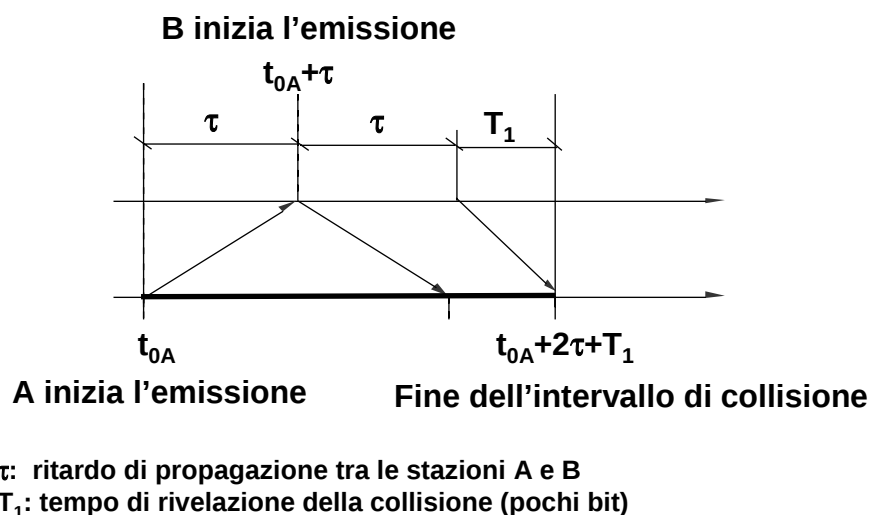
CSMA con rivelazione di collisione (CSMA/CD)

- E' il protocollo adottato nella rete Ethernet
- Rispetto al protocollo CSMA, migliora le prestazioni riducendo la durata delle collisioni
- Adotta la regola: "Ascolta prima di parlare e mentre parli"
- Procedura:
 - se il canale è libero, si emette subito; se il canale è occupato, si usa una delle procedure di persistenza
 - se si rivela una collisione, si interrompe l'emissione
- Il CSMA/CD deve gestire due problemi
 - Reiterazione dei tentativi di accesso in presenza di canale occupato
 - ❖ Sono utilizzate le procedure di persistenza del CSMA
 - Reiterazione dei tentativi di accesso a seguito di collisioni
 - ❖ Il successivo istante in cui tentare la trasmissione è determinato in base ad un algoritmo di backoff

Algoritmo di Backoff

- In caso di collisione si adotta un algoritmo binario esponenziale (Binary Exponential Backoff) per determinare l'istante in cui ri-tentare la trasmissione
- Il tempo è diviso in intervalli temporali (IT) di durata $2\tau_{max}$
 - dopo la prima collisione si ritrasmette, in modo casuale, dopo 0 o 1 IT
 - dopo la seconda collisione si ritrasmette, in modo casuale, dopo 0, 1, 2 o 3 IT
 - dopo la i-esima collisione si ritrasmette, in modo casuale, dopo 0, ..., 2^{i-1} IT

Rivelazione delle collisioni nel CSMA/CD



Lunghezza minima delle MAC-PDU nel CSMA/CD

- Il tempo totale necessario nel caso peggiore affinché, nel caso di collisione, la stazione A la riveli e interrompa la propria emissione è:

$$T = 2\tau + T_1$$

- D'altra parte, la rivelazione della collisione avviene, da parte di A, per confronto tra quanto rilevabile in rete e quanto viene emesso.
- Se C è la capacità del mezzo trasmissivo, una MAC-PDU deve avere una lunghezza F che soddisfa la seguente condizione

$$F \geq (2\tau + T_1)C \approx 2\tau C$$

- Allo scopo di permettere la rivelazione delle collisioni da parte di tutte le stazioni, è necessaria una lunghezza minima $F_{\min}$ per le MAC-PDU

$$F_{\min} \approx 2\tau_{\max} C$$

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Esempio

- Calcolare la minima lunghezza della UI di strato MAC in una LAN di lunghezza $M=2.5$ Km nei seguenti casi*:
 - Capacità: $C=10\text{Mb/s}$ (Sol. $L_{\min} = 250$ bits)
 - Capacità: $C=1\text{Gb/s}$ (Sol. $L_{\min} = 25000$ bits)
- Calcolare la minima lunghezza della UI di strato MAC in una LAN con capacità $C=100\text{Mb/s}$ nei seguenti casi*:
 - Distanza: $M=1$ Km (Sol. $L_{\min} = 1000$ bits)
 - Distanza: $M=10$ Km (Sol. $L_{\min} = 10000$ bits)

*Si consideri la velocità di propagazione del segnale = $200 \text{ m}/\mu\text{s}$

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Strato MAC in reti Ethernet (1/2)

➤ Formato di una MAC-PDU

7 ottetti	Preambolo
1 ottetto	Delimitatore di inizio trama
2 o 6 ottetti	Indirizzo di destinazione
2 o 6 ottetti	Indirizzo di sorgente
2 ottetti	Lunghezza
	Dati di strato LLC
	PAD
4 ottetti	FCS

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Strato MAC in reti Ethernet (2/2)

- Il preambolo contiene una sequenza di 1 e 0 (onda quadra a 10 MHz per 5.6 μ s)
- Il campo *delimitatore di trama* serve a delimitare la MAC-PDU, anche con l'ausilio del campo lunghezza
- Il campo dati può contenere da 0 a 1500 ottetti; il campo Pad serve a garantire una lunghezza minima complessiva di 64 ottetti
- Il campo checksum contiene un CRC per rivelazione di errore
- Usa una versione del protocollo CSMA/CD con 1-persistenza
- Dopo una collisione il tempo è suddiviso in slot di durata 51.2 μ s (caso peggiore di RTT)
- Dopo l'n-esima collisione, le stazioni calcolano un tempo di subentro uniformemente distribuito tra 0 e $\min\{1023, 2^n - 1\}$ slots, $n=1, \dots, 16$ (binary exponential backoff)

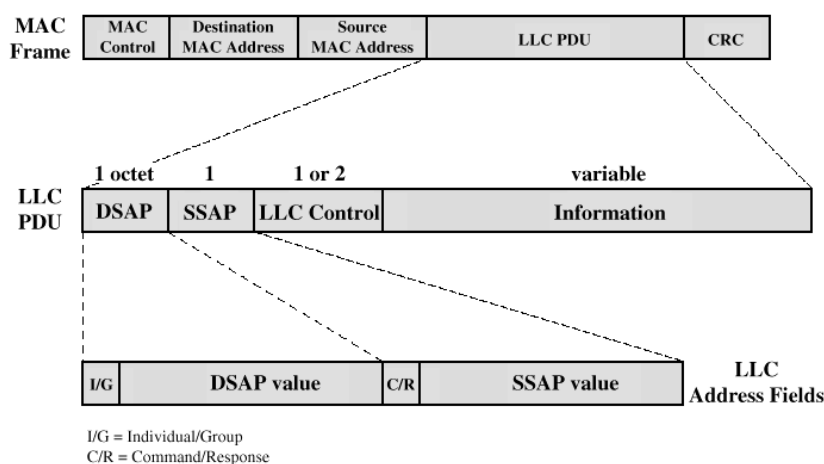
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Strato Logical Link Control (LLC)

- Ha lo scopo di fornire un'interfaccia unificata ai livelli superiori
- Svolge funzionalità di indirizzamento dei processi applicativi
- Consente la convivenza di più protocolli di livello superiore
- Può svolgere le funzionalità di controllo di errore, controllo di flusso e risequenziamento
- Offre agli strati superiori tre tipi di servizi
 - Unacknowledged connectionless Service (LLC Type 1)
 - ❖ Il servizio di strato è non connesso e non confermato
 - ❖ E' il servizio preferito dalla pila protocollare TCP/IP
 - ❖ E' la più diffusa vista l'alta affidabilità dei canali trasmissivi utilizzati nelle LAN
 - Connection Oriented Service (LLC Type 2)
 - ❖ E' un servizio con connessione: si creano circuiti virtuali tra mittenti e destinatari
 - ❖ Svolge controllo di errore, controllo di flusso e risequenziamento
 - Acknowledged connectionless Service (LLC Type 3)
 - ❖ Il servizio di strato è non connesso ma confermato

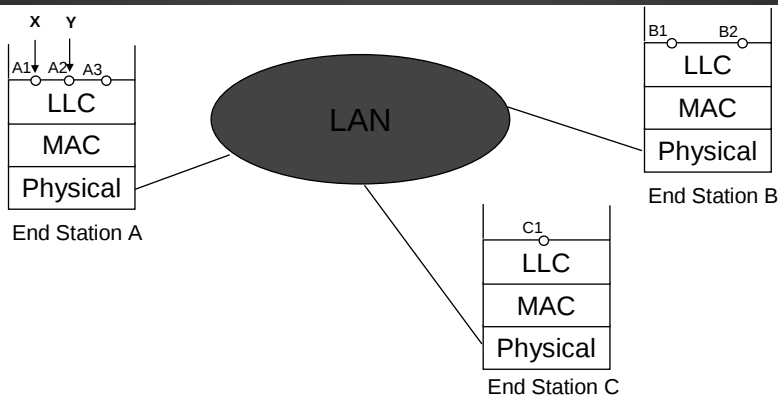
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Imbustamento di una LLC-PDU in una MAC-PDU



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Indirizzamento in LLC



- Le entità dello strato LLC consentono di indirizzare processi applicativi diversi residenti in una stazione (ad esempio X,Y nella stazione A)
- I processi applicativi saranno identificati dai campi SSAP e DSAP nella LLC-PDU
- Gli SSAP e DSAP potrebbero anche identificare protocolli diversi di strato superiore (IP,...)

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Tipi di LLC-PDU

- **Information PDU (I-PDU)**
 - Sono usate nell'LLC Type-2
 - Trasportano nel campo LLC Control i numeri N(S) e N(R) che numerano le sequenze in trasmissione e ricezione al fine di poter svolgere le funzioni di controllo d'errore, controllo di flusso e di riseguenziamento
- **Supervisory PDU (S-PDU)**
 - Sono usate nell'LLC Type-2
 - Trasportano le informazioni di controllo del protocollo ad esempio per instaurare, abbattere le connessioni, interrompere l'emissione di una stazione,.....
- **Unnumbered PDU (U-PDU)**
 - Sono usate negli LLC Type-1, Type-2, Type-3
 - Si identificano tre tipi di U-PDU
 - ❖ Unnumbered Information (UI): sono utilizzate per i trasportare i dati di utente nell'LLC Type-1
 - ❖ eXchange Identification (XID): sono usate per scambiare informazioni relativamente ai tipi di servizi LLC disponibili
 - ❖ TEST: sono usate per effettuare delle procedure di loopback test tra due sistemi

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Strato Fisico in reti Ethernet (IEEE 802.3)

- Per distinguere le possibili implementazioni fisiche è stata introdotta la notazione: *<data rate in Mbps><signaling method><maximum segment length in hundreds of meters>*
- Le alternative sono:
 - 10BASE5
 - 10BASE2
 - 10BASE-T (non conforme alle notazioni, T sta per Twisted Pair)
 - 10BASE-F (non conforme alle notazioni, F sta per Optical Fiber)
- In aggiunta a queste alternative ci sono altre versioni che operano a 100Mbit/s
 - 100BASE-T (Fast Ethernet)

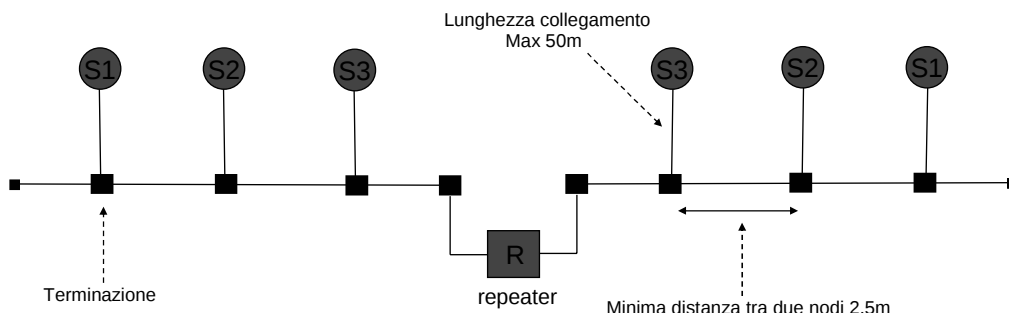
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Ethernet 10BASE5 (1/3)

- Usa il cavo coassiale 50-ohm con diametro del cavo di 10mm
- Ha un data rate di 10Mbit/s con una trasmissione in banda base e codifica di Manchester
- Può essere costituita da più segmenti interconnessi per mezzo di un ripetitore
 - Il ripetitore trasferisce un segnale digitale presente su un segmento verso gli altri segmenti
 - ❖ Amplifica e rigenera il segnale
 - ❖ E' trasparente al livello MAC
 - L'insieme dei segmenti che costituiscono la rete locale costituiscono un unico dominio di collisione, ovvero l'emissione di due qualsiasi stazioni può creare una collisione
- Regole dello standard
 - Minima distanza tra due stazioni 2.5m
 - Collegamento tra stazione e cavo coassiale inferiore a 50m
 - Lunghezza di ciascun segmento inferiore a 500m
 - Vale la regola del 5-4-3 ovvero attraversamento di al massimo 5 segmenti, 4 ripetitori e 3 segmenti popolati
 - In accordo alla regola precedente la lunghezza efficace del mezzo è estesa a 2.5Km
 - Numero massimo di nodi per segmento inferiore a 100

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

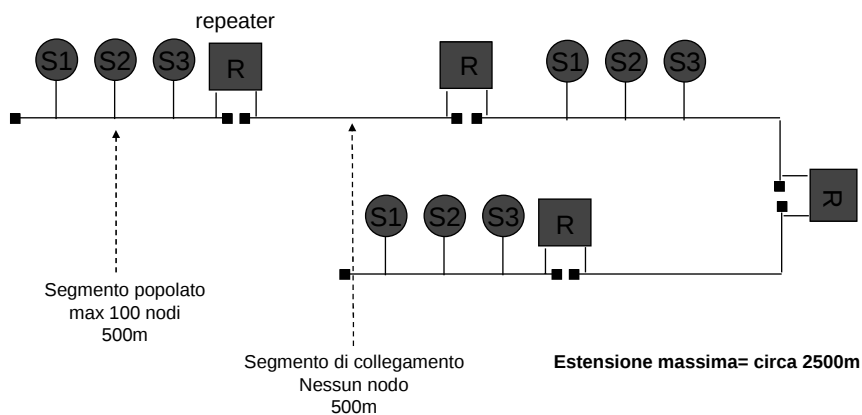
Ethernet 10BASE5 (2/3)



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Ethernet 10BASE5 (3/3)

- Regola del 5-4-3: 5 segmenti, 4 ripetitori, 3 segmenti popolati



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Ethernet 10BASE2 (1/4)

- **Usa il cavo coassiale 50-ohm con diametro del cavo di 5mm (thinner cable)**
 - Più economico dello standard 10BASE5 perché il cavo e l'elettronica utilizzata sono meno costosi



Cavo coassiale (thin cable)



Connettore a T

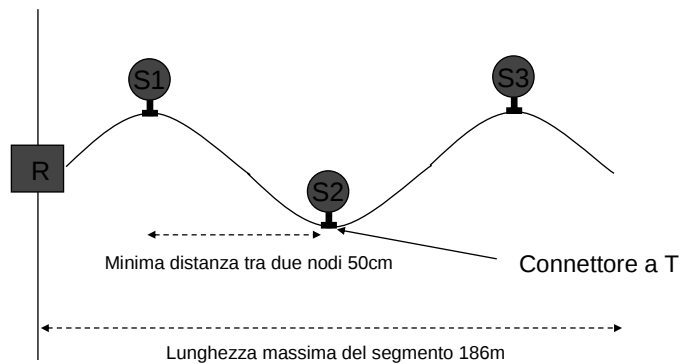
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Ethernet 10BASE2 (2/4)

- **Ha un data rate di 10Mbit/s con una trasmissione in banda base e codifica di Manchester**
- **Può essere costituita da più segmenti interconnessi per mezzo di ripetitore**
- **E' compatibile con lo standard 10BASE5 mediante l'uso di ripetitori provvisti di interfacce fisiche compatibili ad entrambi gli standard**
- **Regole dello standard**
 - Minima distanza tra due stazioni 50cm
 - Lunghezza di ciascun segmento inferiore a 186m
 - Vale la regola del 5-4-3 ovvero attraversamento di al massimo 5 segmenti, 4 ripetitori e 3 segmenti popolati
 - In accordo alla regola precedente la lunghezza efficace del mezzo è estesa a 930m
 - Numero massimo di nodi per segmento inferiore a 30

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

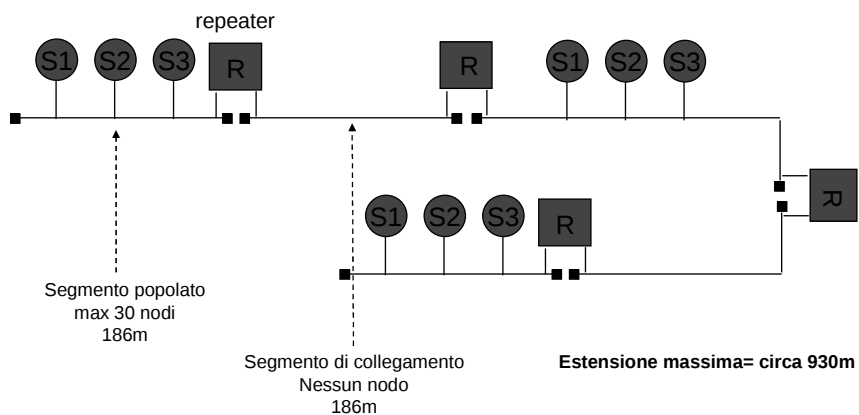
Ethernet 10BASE2 (3/4)



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Ethernet 10BASE2 (3/4)

- Regola del 5-4-3: 5 segmenti, 4 ripetitori, 3 segmenti popolati



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

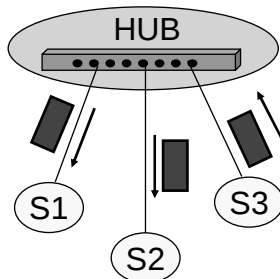
Ethernet 10BASE-T

- **Utilizza come mezzo trasmissivo il doppino non schermato (cavo UTP)**
 - Poco costoso e alcune volte già presente negli edifici
- **Ha un data rate di 10Mbit/s con una trasmissione in banda base e codifica di Manchester**
- **Ha una topologia ad albero**
 - I nodi dell'albero possono essere stazioni o ripetitori (HUB)
 - I link dell'albero sono costituiti da due doppini (uno per la trasmissione e l'altro per la ricezione)
- **Regole dello standard**
 - La lunghezza di ciascun link è limitata a 100m
 - Vale la regola del 5-4-3 ovvero attraversamento di al massimo 5 link, 4 ripetitori e 3 ripetitori popolati
 - ❖ Un link è non popolato se uno dei suoi estremi è una stazione
 - In accordo alla regola precedente la lunghezza efficace del mezzo è estesa a 500m

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

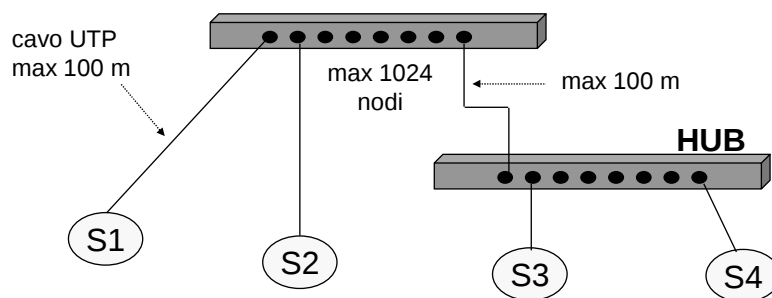
Hub

- **Quando una stazione trasmette, l'HUB ripete il segnale su tutti le linee di uscita**



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

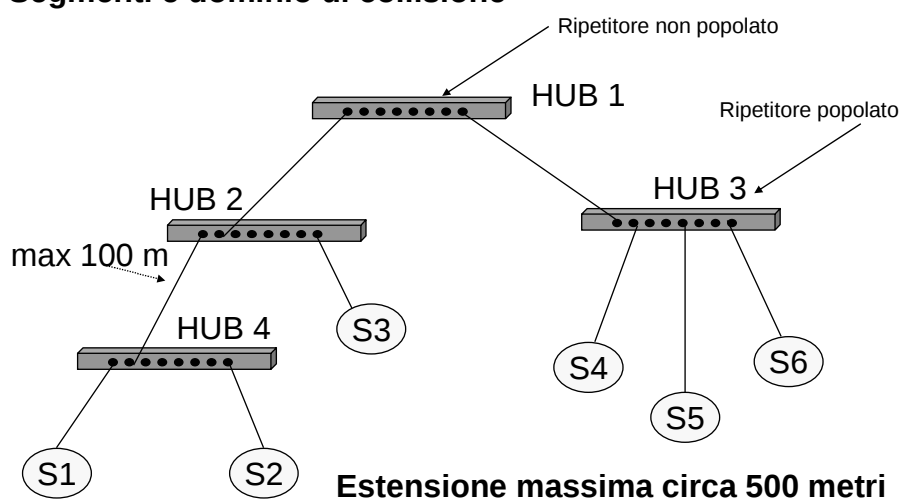
Ethernet 10BASE-T (1/2)



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Ethernet 10BASE-T (2/2)

➤ Segmenti e dominio di collisione



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Ethernet 10BASE-F (1/3)

- **Lo standard consiste di tre specifiche**
 - 10BASEFP (Passive)
 - ❖ Prevede l'uso di una stella passiva ottica (accoppiatore ottico passivo)
 - ❖ Possono essere interconnesse fino ad un massimo di 33 stazioni
 - ❖ La lunghezza massima tra il transceiver della stazione e la stella passiva ottica è di 500m
 - 10BASEFL (Link)
 - ❖ Definisce una connessione punto-punto in fibra ottica che può essere utilizzata per connettere ad esempio due ripetitori connettendo in tal modo due spezzoni di reti locali
 - ❖ Consiste di due fibre (una per la trasmissione e l'altra per la ricezione)
 - ❖ La trasmissione è sincrona
 - ❖ La lunghezza massima del collegamento è inferiore a 2 Km
 - ❖ Possono essere posti in cascata fino a 15 ripetitori
 - 10BASEFB (Backbone)
 - ❖ Definisce una connessione punto-punto in fibra ottica che può essere utilizzata per connettere ad esempio due ripetitori connettendo in tal modo due spezzoni di reti locali
 - ❖ Consiste di due fibre (una per la trasmissione e l'altra per la ricezione)
 - ❖ La trasmissione è asincrona
 - ❖ La lunghezza massima del collegamento è inferiore a 2 Km
 - ❖ L'asincronia della trasmissione consente di porre in cascata un numero inferiore di 15 ripetitori

- **E' compatibile con gli altri standard**

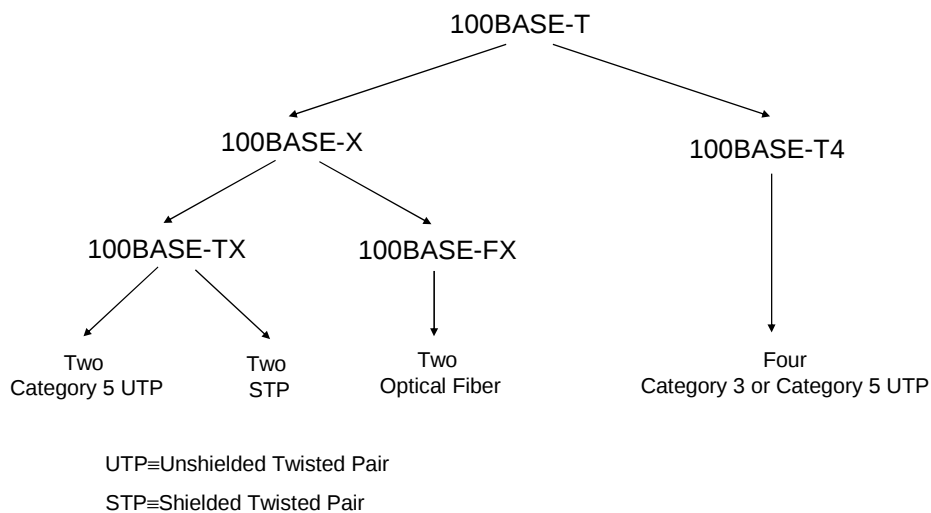
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Fast Ethernet 100BASE-T (1/3)

- **Il protocollo MAC non è modificato garantendo la compatibilità con gli standard precedenti**
- **Ha una topologia ad albero come la 10BASE-T**
- **Lo standard prevede diverse specifiche**
 - 100BASE-TX
 - 100BASE-FX
 - 100BASE-T4
- **Le varie specifiche si differenziano per i mezzi di trasmissione e gli schemi di codifica/decodifica utilizzati**

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Fast Ethernet 100BASE-T (2/3)

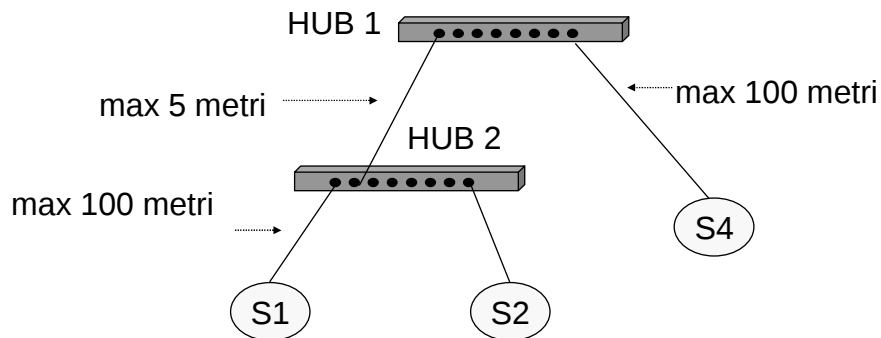


Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Fast Ethernet 100BASE-T (3/3)

➤ Regole di configurazione

- ❖ Vale la regola 3-2, ovvero attraversamento di al massimo 3 link e 2 ripetitori
- ❖ La distanza del collegamento tra due Hub deve essere inferiore a 5m.
- ❖ La distanza del collegamento tra un Hub e una stazione deve essere inferiore a 100m.



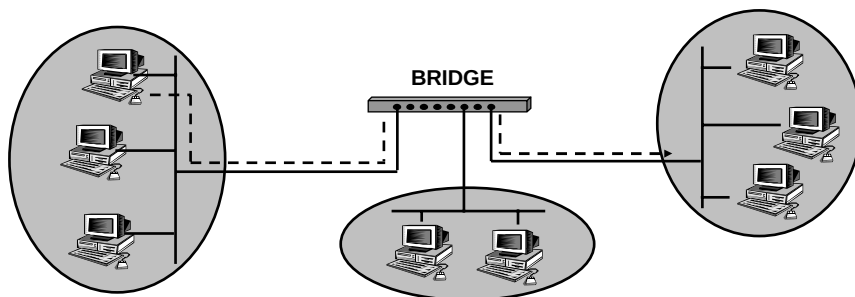
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Estensione

Estensione massima circa 205 metri

Interconnessioni di LAN (Bridge) (1/2)

- Il **Bridge** permette di collegare tra loro differenti domini di collisione creando così una rete di vasta estensione e con maggiore efficienza
- Il bridge opera a livello di strato 2 e ha il compito di “filtrare” le trame in transito facendo passare solo quelle dirette a un determinato dominio



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Interconnessioni di LAN (Bridge) (2/2)

- Perché usare i bridge?
 - Interconnettere LAN con tecnologie differenti
 - Interconnettere LAN distanti (es. reti situate in edifici differenti)
 - Migliorare le prestazioni (es. separare il traffico per ridurre il carico)
 - Affidabilità (es. isolare nodi difettosi)
 - Sicurezza (es. controllare il traffico in uscita da una rete)

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Bridge: tabelle hash

- I **bridge** realizzano l'operazione di "filtraggio" leggendo l'indirizzo Ethernet delle trame ricevute
- Si basano su delle tabelle del tipo:

Indirizzo Mac

6 bytes espressi in notazione esadecimale

Primi 3 bytes: identificativo del costruttore

Indirizzo	Interfaccia	tempo
74:29:9c:e8:ff:55	2	9:32
88:b2:2f:54:1a:0f	1	10:15
...	...	...

- I **bridge** sono in grado di creare automaticamente e dinamicamente le tabelle sulla base degli indirizzi delle sorgenti

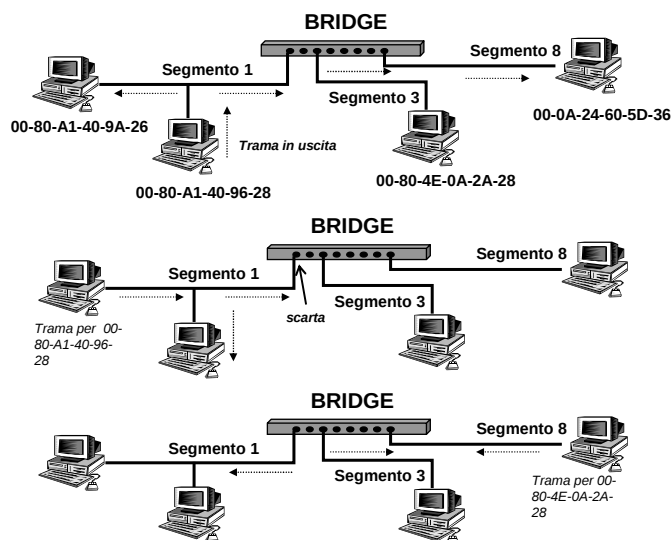
Bridge: Apprendimento all'indietro

Indirizzo	Interfaccia

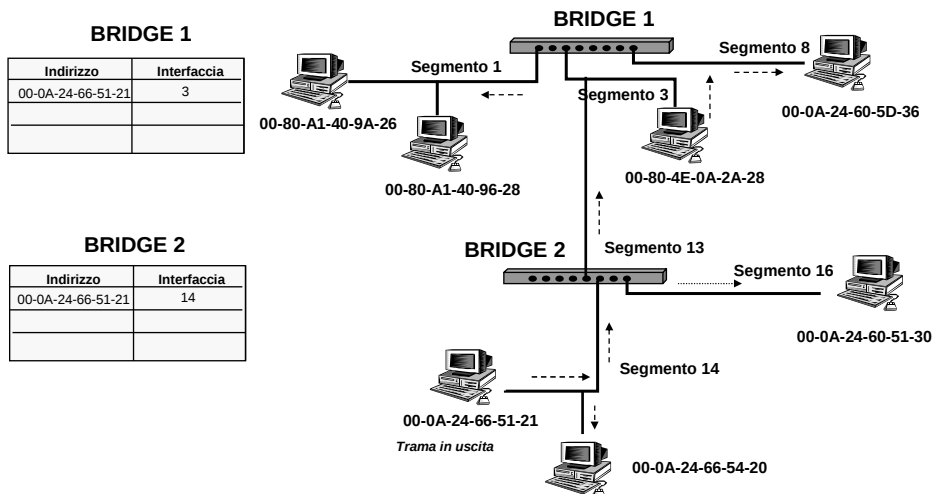
Indirizzo	Interfaccia
00-80-A1-40-96-28	1

Indirizzo	Interfaccia
00-80-A1-40-96-28	1
00-80-A1-40-9A-26	1

Indirizzo	Interfaccia
00-80-A1-40-96-28	1
00-80-A1-40-9A-26	1
00-0A-24-60-5D-36	8

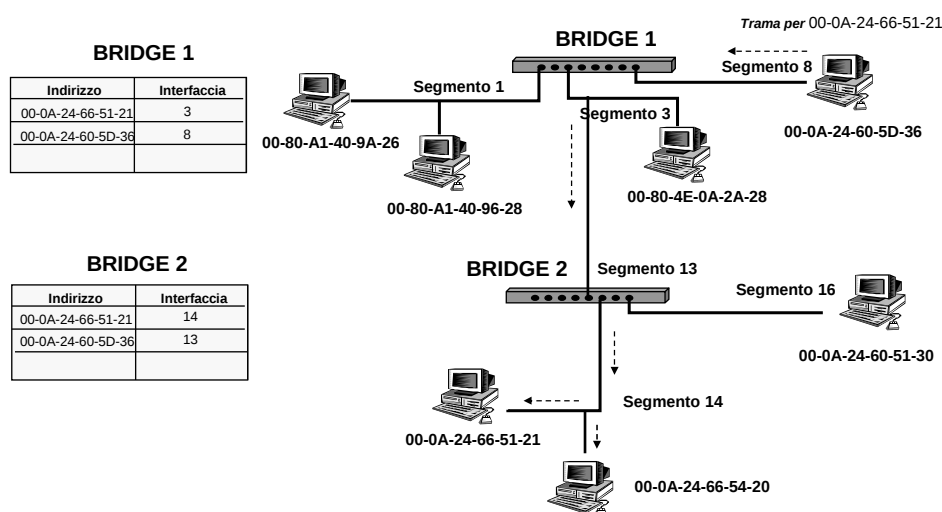


Bridge: Esempio (1/3)



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Bridge: Esempio (2/3)



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

Bridge: Esempio (3/3)

