

Interconnessione di LAN

Prof. S. Marano

Università della Calabria

A.A. 2012-2013

Tipi di bridge

- **I bridge che abbiamo descritto finora sono denominati Transparent bridge**

- » l'interconnessione di LAN (ovvero la presenza dei bridge) è del tutto trasparente alle stazioni connesse
- » si usano per connettere LAN (**Ethernet**) dello stesso tipo
- » tutte le decisioni di instradamento sono prese esclusivamente dai bridge
- » i bridge si inizializzano automaticamente e si configurano (in termini di informazioni di routing) dinamicamente durante il servizio
- » usano tabelle di instradamento a bordo
- » usano il protocollo di spanning tree (e il backward learning) per il calcolo delle tabelle di instradamento

- **Transparent bridging è lo standard IEEE 802.1D**

Tipi di bridge

- **Esistono anche Source Routing bridge**
 - » sviluppati prima dello standard 802.1D per interconnettere LAN **Token Ring**
- **Attualmente lo standard prevede che i bridge standard siano transparent bridge e la possibilità di fare source routing sia una prestazione aggiuntiva (Source Routing Transparent bridge, SRT)**

Source Routing

- **Source Routing**

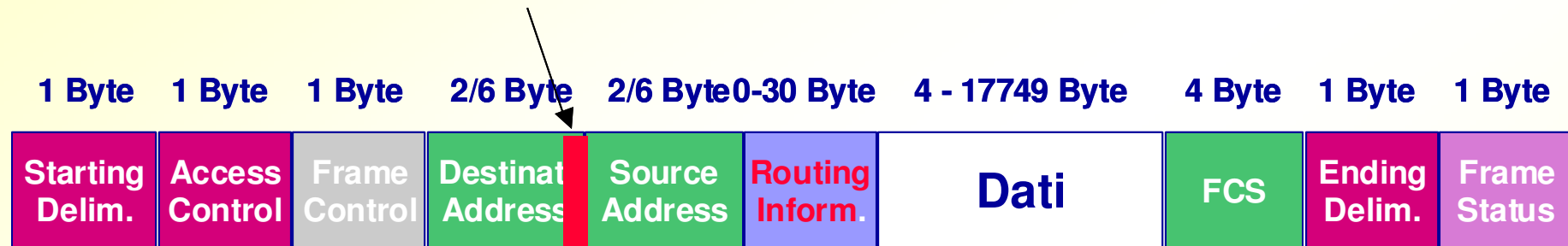
- » le **stazioni** connesse alla LAN indicano esplicitamente nella trama MAC (nel campo **RI, Routing Information**) la sequenza di bridge da attraversare
 - viene modificata la trama MAC, al contrario che per i transparent bridge
- » per conoscere i cammini verso una destinazione la stazione effettua il broadcasting di trame di esplorazione verso la destinazione (algoritmo di **Route Discovery**)

Source routing

- **Instradamento di una trama:**
 - le **stazioni** effettuano le funzioni di instradamento
 - i bridge si limitano a eseguire quanto indicato nel campo **RI** della trama MAC
 - l'informazione di routing in RI contiene una sequenza di identificatori **segmento-bridge**
- Se una trama non ha il campo RI è destinato ad una stazione connessa alla stessa LAN su cui è generato e quindi viene ignorato dai bridge.

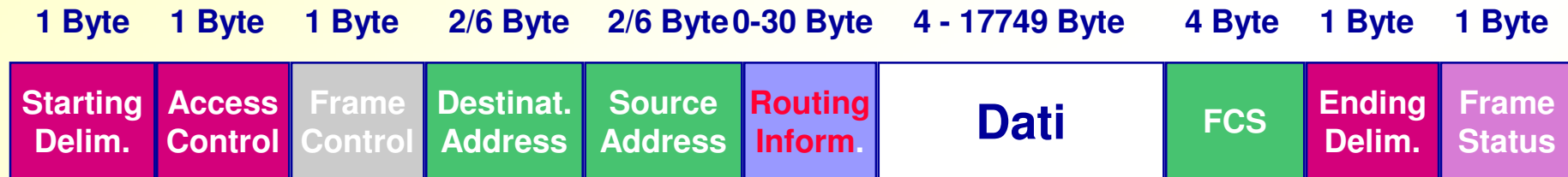
Source routing: formato della trama 802.5

- Se il campo RI è presente nel pacchetto, viene settato a 1 il bit G/L (Global/Local) dell'indirizzo di sorgente MAC-SSAP



- Routing Control (2 byte)** include informazioni di controllo, tra le quali la **lunghezza del campo RI in byte (2-30)**
- Route Descriptors (RD), n-1 campi di 2 byte ciascuno**

Source routing: formato della trama 802.5



- **Route Descriptors (RD), 2 byte ciascuno** (max **14 RD**, quindi la max lunghezza di RI è **30 byte**) indicano il percorso da seguire
 - » **LAN ID (12 bit):** identificativo di rete LAN univoco (assegnato dal gestore della Bridged LAN)
 - » **Bridge Number (4 bit): identificativo di bridge** (univoco nell'ambito dei bridge collegati in parallelo tra 2 LAN, ma non univoco nella B-LAN)
 - » un percorso tra 2 LAN è identificato da una serie di coppie (**LAN ID, Bridge Number**)

Source bridging: path discovery

- » **Naturalmente, la stazione sorgente deve conoscere il percorso verso la stazione destinataria per riempire il campo RI.**
- » **Occorre prevedere una modalità di ricerca del percorso.**
- » **Se la stazione non conosce cammini verso la destinazione effettua il flooding di una trama di richiesta (explorer) verso la destinazione.**

Source bridging : path discovery

- » In risposta alla trama di esplorazione, il ricevitore invia una trama particolare (**all route broadcast**) con campo di routing vuoto
- » Questa trama viene inoltrata dai bridge lungo tutte le vie possibili, registrando il passaggio sul campo di routing
 - ogni bridge aggiunge un campo RD (routing descriptor) con l'identificativo della LAN dalla quale la trama è stata ricevuta e del bridge

Source bridging : path discovery

- » **Alla sorgente A arriveranno più copie delle trame di explorer da tutti i possibili cammini tra A e B; queste portano A a conoscenza di tutte le strade possibili per raggiungere B, dunque A può scegliere la strada migliore in base a qualche criterio e memorizzarla nella sua tabella di routing per usarla per successivi instradamenti verso la destinazione B**

Source bridging : path discovery

» **I criteri di scelta più comuni usati per scegliere il percorso migliore sono:**

- **First Frame Received:** il path contenuto nella prima trama di explorer ricevuta è considerato ottimo; è probabile che questa riporti il percorso più breve o comunque quello meno congestionato
- **Minimum Number of Hops:** il path col minor numero di salti tra sorgente e destinazione; richiede che la stazione abbia un timer che parte alla trasmissione della trama di explorer, sono considerate solo le trame che tornano entro un certo tempo
- **Maximum MTU (Maximum Transfer Unit):** il path che permette l'invio di trame di lunghezza max più elevata (i bridge non possono segmentare le trame ma le scartano)

Source bridging

» **Pro:**

- Possibilità di fare load balancing
- Selezione del cammino ottimo tra tutti quelli possibili
- Tempo di processamento delle trame breve (solo esame dell'header)

» **Contro:**

- Pesante overhead dovuto al processing ed alla trasmissione delle trame durante il processo di route discovery=>non adatto in LAN di grandi dimensioni
- Operazioni di routing richieste alle stazioni

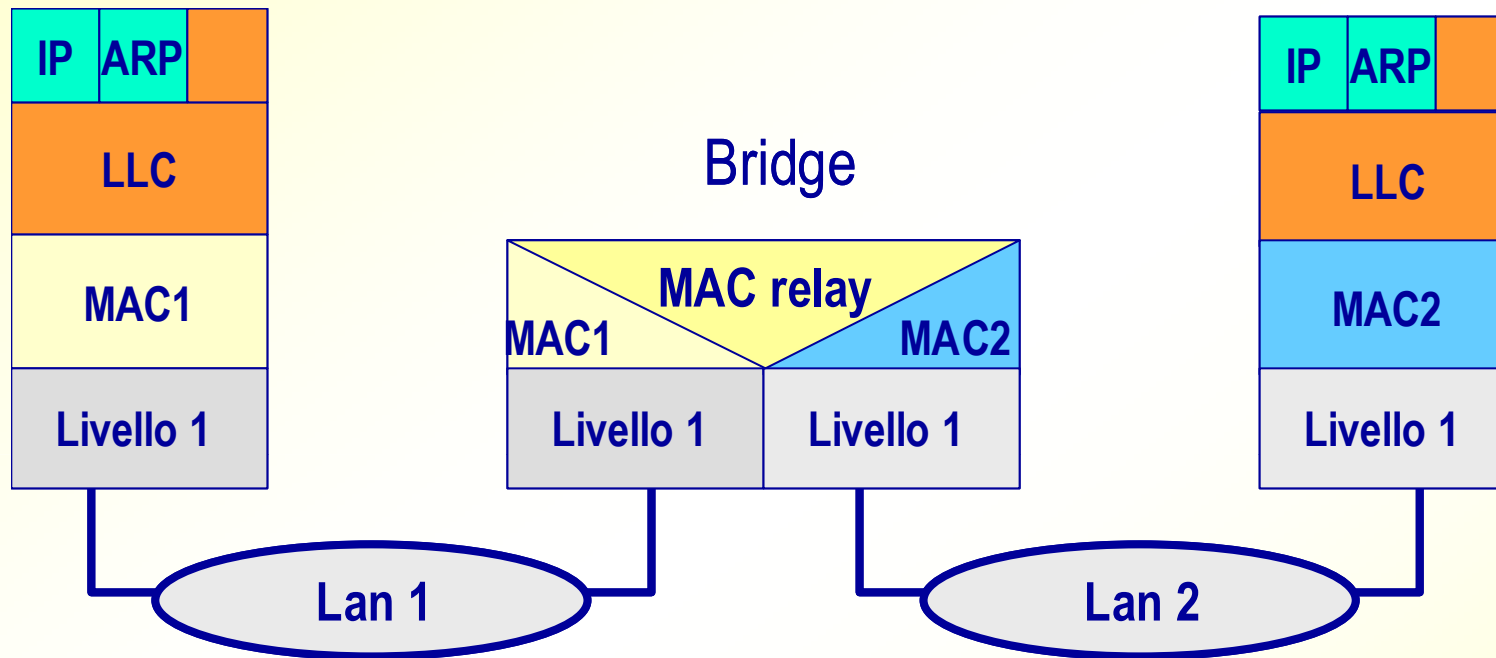
Transparent e Source Bridging

	Transparent Bridge	Source routing Bridge
Orientamento	senza connessione	con connessione
Trasparenza	completa	assente
Configurazione	automatica	manuale
Instradamento	subottimale	ottimale
Localizzazione	backward learning	trame di explorer
Malfunzionamenti	gestiti dai bridge	gestiti dagli host
Complessità	nei bridge	negli host

Source Routing Transparent (SRT) bridge

- Un bridge **SRT** utilizza il metodo del source routing quando i pacchetti ricevuti contengono informazioni di instradamento nel campo RI ed utilizza il metodo transparent bridging quando RI è vuoto
 - » **Nella modalità source routing i bridge non hanno tabelle di instradamento in quanto queste sono mantenute e utilizzate dai sistemi mittenti**
 - » **Nella modalità transparent il bridge usa una tabella di instradamento locale**

Bridge con MAC diversi



- **Il bridge deve opportunamente modificare la trama MAC e ricalcolare il FCS**
- **Non può effettuare la segmentazione**

Translating Bridge

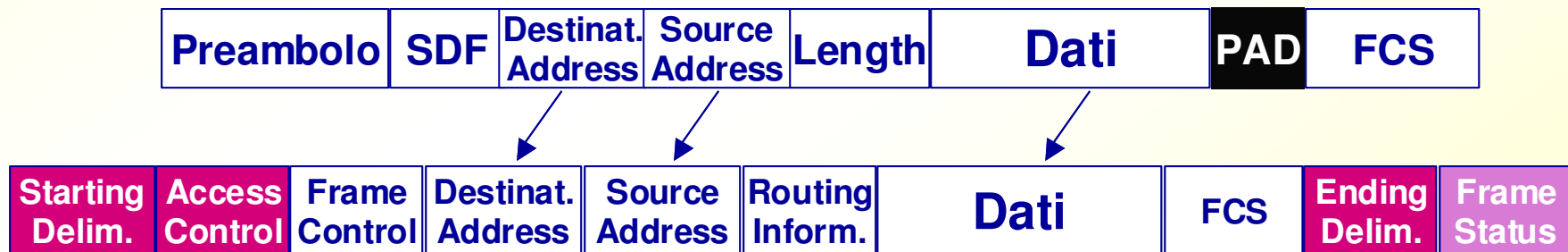
- I bridge IEEE 802.1D devono essere in grado di 'tradurre' le buste di livello MAC

» 802.3 ↔ 802.5

» 802.3 ↔ FDDI

» 802.5 ↔ FDDI

- **Esempio: 802.3 ↔ 802.5**



Translating Bridge

- **Formato di trama**

- » **Preambolo** di sincronizzazione usato da LAN su mezzi broadcast (802.3 e 802.4); **Start** e **end delimiter** per 802.5
- » In LAN a token (802.4 e 802.5) necessità del campo **Frame Control** prima dei campi di indirizzo e necessità di un **End delimiter** dopo la FCS (campo ulteriore **Access Control** nel Token Ring)
- » Campo **Address** di 48 bit ma con regole di scrittura/lettura diverse
 - 802.3 e 802.4: il I bit trasmesso è il meno significativo del I byte
 - 802.5 e FDDI: il I bit trasmesso è il più significativo del I byte
 - canonical order: di 802.3, i byte sono trasmessi nell'ordine di scrittura (da sinistra a destra) e i bit all'interno dei byte vengono trasmessi dal meno significativo (destra) al più significativo (sinistra)
- » **Problemi**: riformattazione della trama assorbe tempo di CPU, rende necessario il ricalcolo della FCS e introduce la possibilità di errori non rivelati nei bit nella memoria del bridge

Translating Bridge

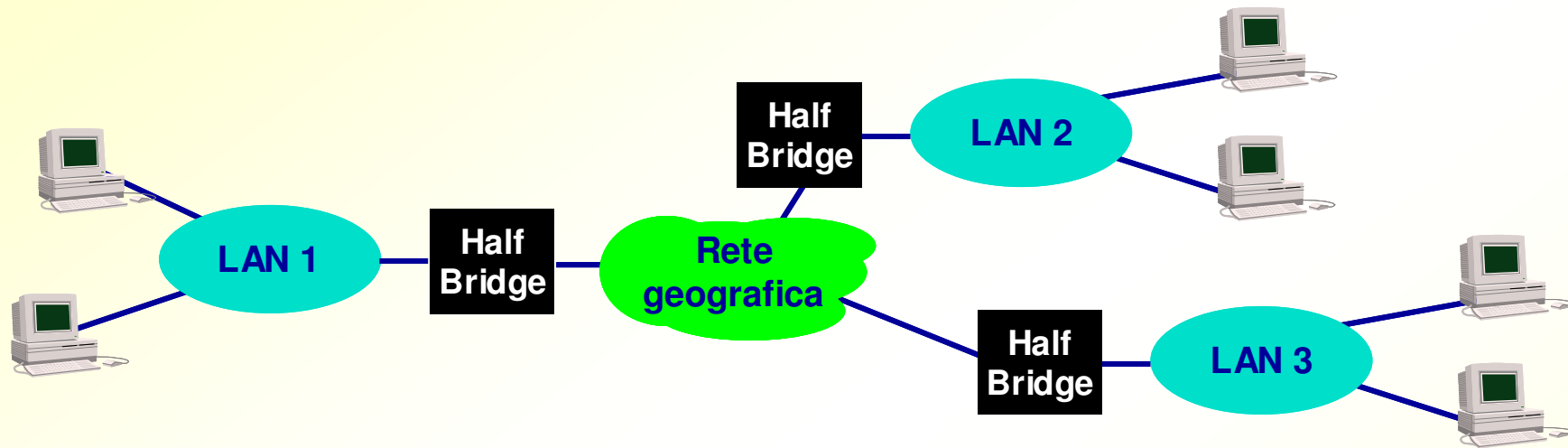
- **Bit rate**

- » 802.3: 2, 10 Mbit/s
- » 802.4: 5, 10 Mbit/s
- » 802.5: 4, 16 Mbit/s
- » Problemi nel passaggio da LAN veloci a lente (bufferizzazione trame ed eventuale scarto in caso di congestione o per mancanza di memoria)

- **Dimensione max della trama**

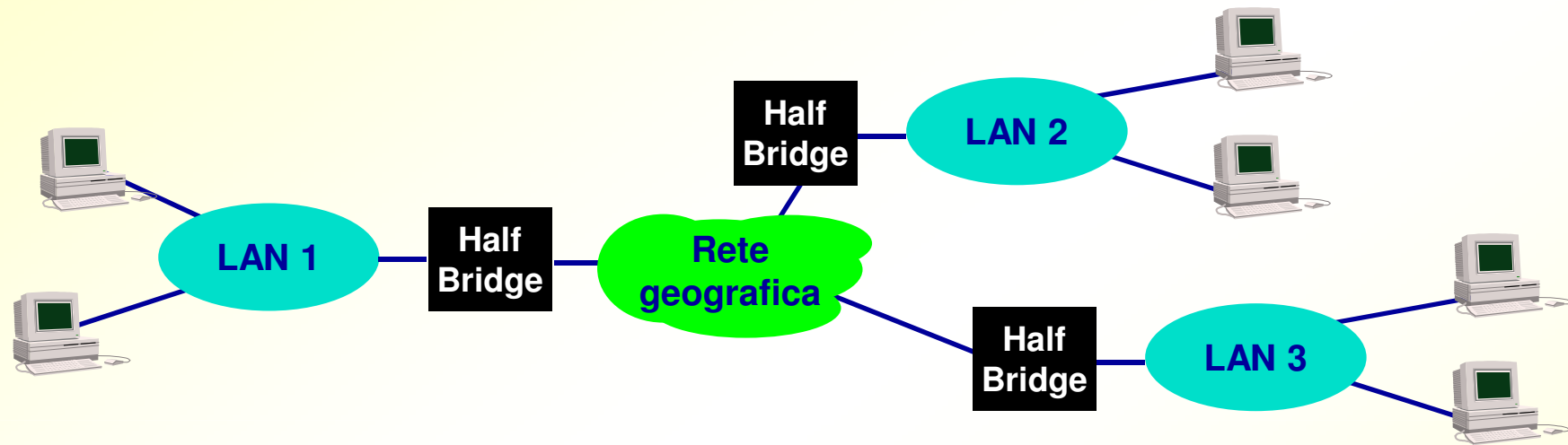
- » 802.3: 1518 byte
- » 802.4: 8191 byte
- » 802.5: dipende dalla dimensione dell'anello
- » Problema: i bridge non offrono normalmente la funzione di segmentazione=> trama scartata!

Interconnessione di LAN remote tramite Bridge



- **Problema: collegare LAN geograficamente lontane**
- **Possibili soluzioni**
 - » usare una rete a pacchetto (pubblica o privata) con alcuni circuiti virtuali permanenti o commutati tra le LAN=>richiede gestione di indirizzi a livello di rete (router!!)
 - » linee (private) dedicate in affitto tra le LAN (no routing nella WAN) e impiego di 'Half Bridge' tra LAN e WAN

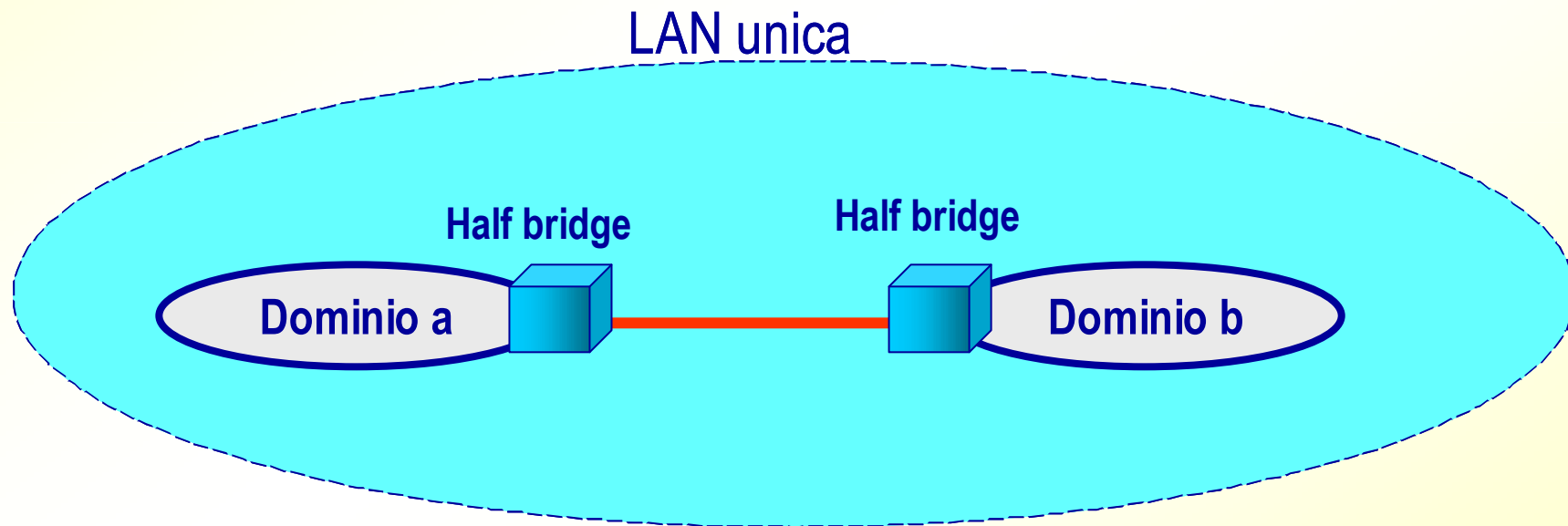
Interconnessione di LAN remote tramite Bridge



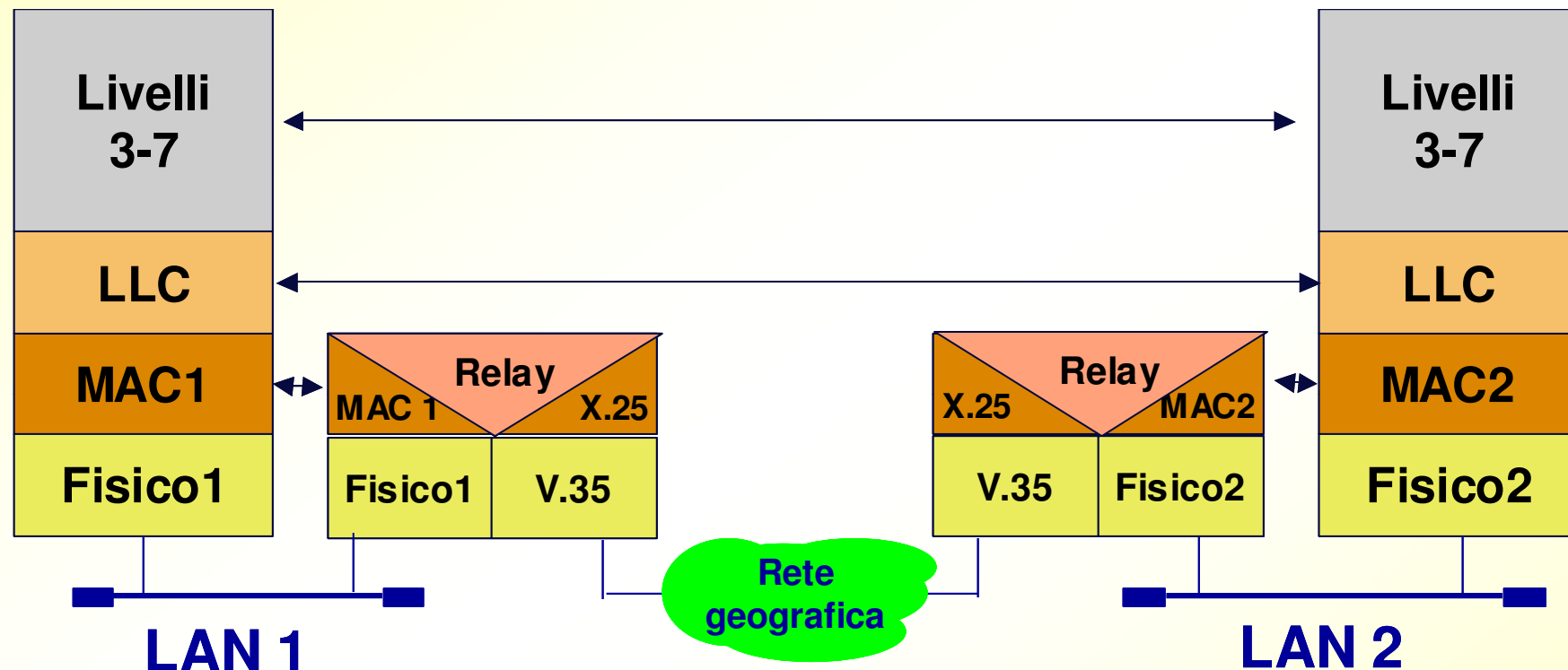
- **Interconnessione remota tramite rete geografica**
 - » impiego di 'Half Bridge'
 - » ogni half bridge possiede le tabelle relative a tutte le reti con cui è in corrispondenza
 - » i bridge 'incapsulano' le trame MAC IEEE 802 nel protocollo di rete geografica

Half Bridge

- ◆ **Creano una LAN a estensione geografica**
- ◆ **Connette due metà di un bridge a lunga distanza tramite tunnel punto-punto o con reti esistenti (X.25, Frame Relay, IP, HDLC)**



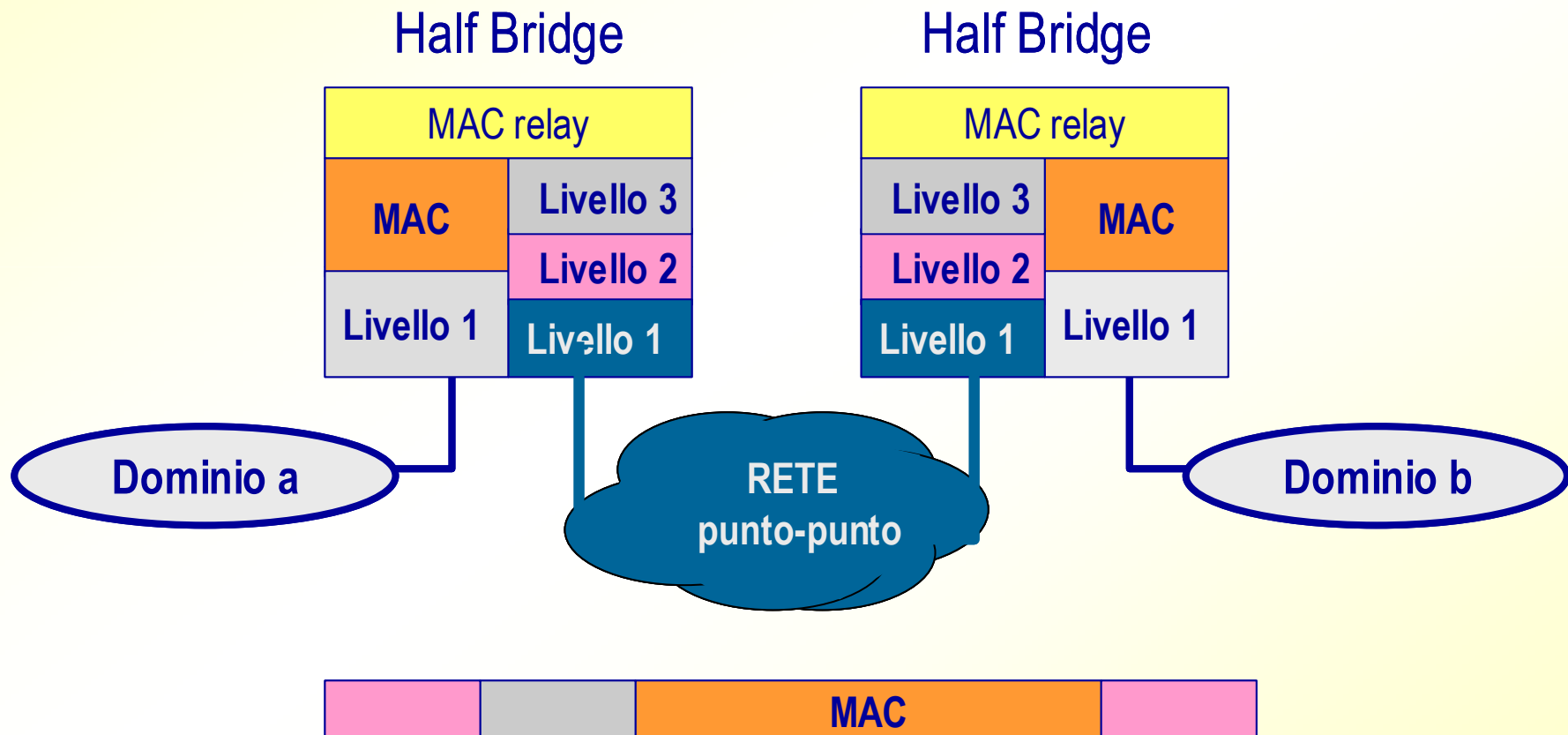
Interconnessione di LAN remote tramite Bridge



- **Gli half bridge trasferiscono in modo trasparente le trame MAC sulla rete geografica**
- **Possono essere necessari protocolli per la segmentazione e la ricomposizione delle trame**

Half Bridge

- **Imbusta la trama MAC nei servizi offerti da collegamenti a lunga distanza**



Switch (commutatori)

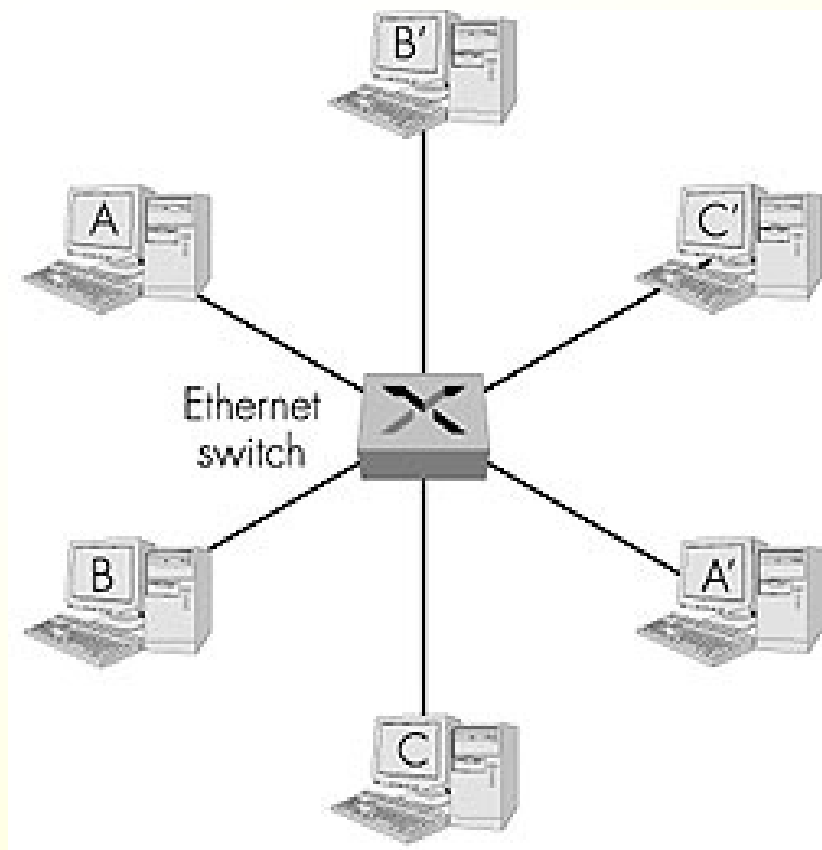
- **Fino alla metà degli anni 90 erano disponibili 3 tipi di dispositivi di interconnessione delle LAN: hub, bridge e router**
- **Di recente un nuovo dispositivo di interconnessione è stato reso disponibile, il commutatore o switch**
- **Uno switch è un bridge ad alte prestazioni con interfacce (porte) multiple**
 - » come il bridge, inoltra e filtra le trame usando l'indirizzo MAC di destinazione e costruisce in modo automatico le tabelle di forwarding
 - » a differenza di un bridge (che ha 2-4 porte), il commutatore ha un numero maggiore di porte (alcune decine); questo genera un alto tasso di inoltro contemporaneo all'interno dello switch che quindi necessita di un progetto per alte prestazioni

Switch

- **Uno SWITCH è un bridge multi-porta che realizza in hardware l'algoritmo di inoltro dei pacchetti, ed ha quindi prestazioni molto superiori a quelle dei bridge di prima generazione che operavano, invece, in software.**
- **L'evoluzione tecnologica nel settore ha permesso di realizzare "LAN commutate" (Switched LAN) con la capacità di trattare molti milioni di pacchetti al secondo, anziché le poche centinaia che potevano essere smaltiti dai bridge dei primi anni '80.**

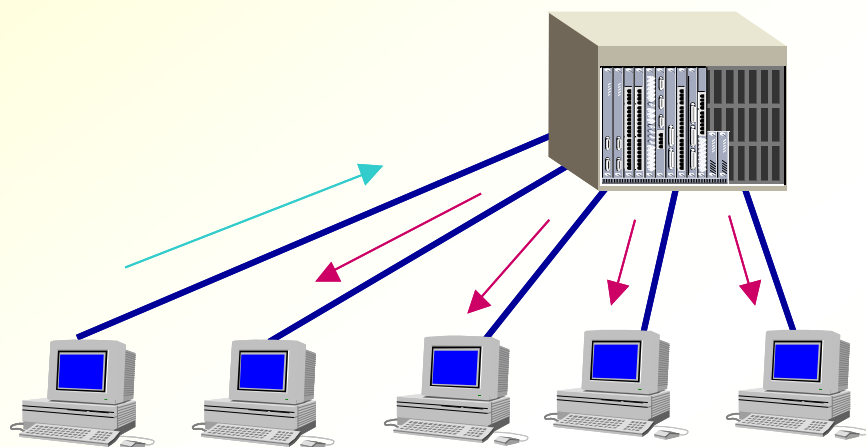
Switch

- Si sostituiscono ai repeater nei centro stella
- Hanno una banda aggregata molto superiore a quella della singola porta
 - » Molte trasmissioni contemporanee tra segmenti
 - » Traffico locale confinato su ciascun segmento
- Derivati dalla tecnologia dei bridge:
 - » Ethernet Switch
 - » Token-Ring Switch
 - » FDDI Switch
 - molti *Switch* hanno porte che operano con protocolli diversi: es. *Ethernet* verso la periferia e *FDDI* o *ATM* verso la dorsale della rete.

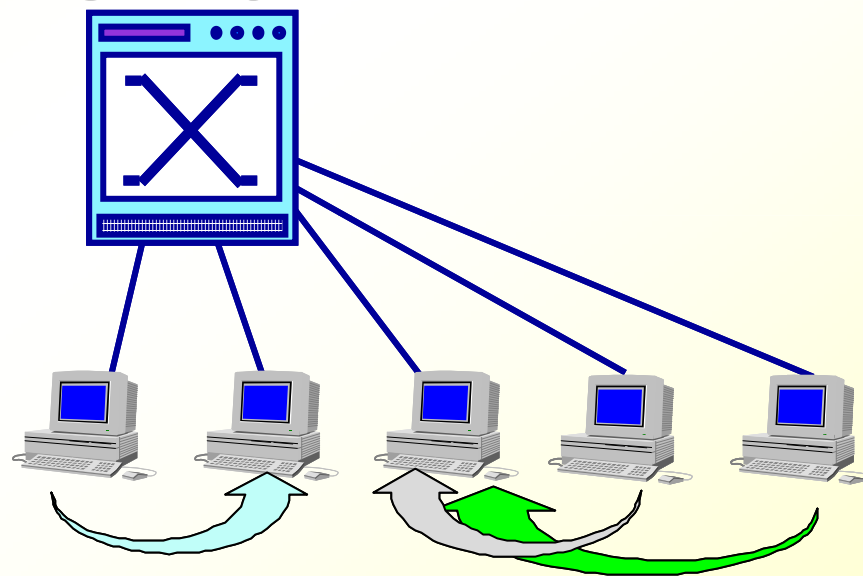


Hub e Switch

HUB
(concentratore)



SWITCH



Banda condivisa o dedicata?

Switch

- **Gli switch possono gestire porte a diversa velocità (10, 100, 1000 Mb/s)**
 - più sono le porte e più alto è il tasso di trasmissione, maggiore è il costo dello switch
- **Molti switch operano in modo “full-duplex”, cioè possono spedire e ricevere trame contemporaneamente sulla stessa interfaccia**
 - è possibile la connessione diretta tra host e switch, e le trame possono essere trasmesse/ricevute alla velocità nominale dell’adattatore (scheda di rete) dell’host

Ethernet Full-Duplex

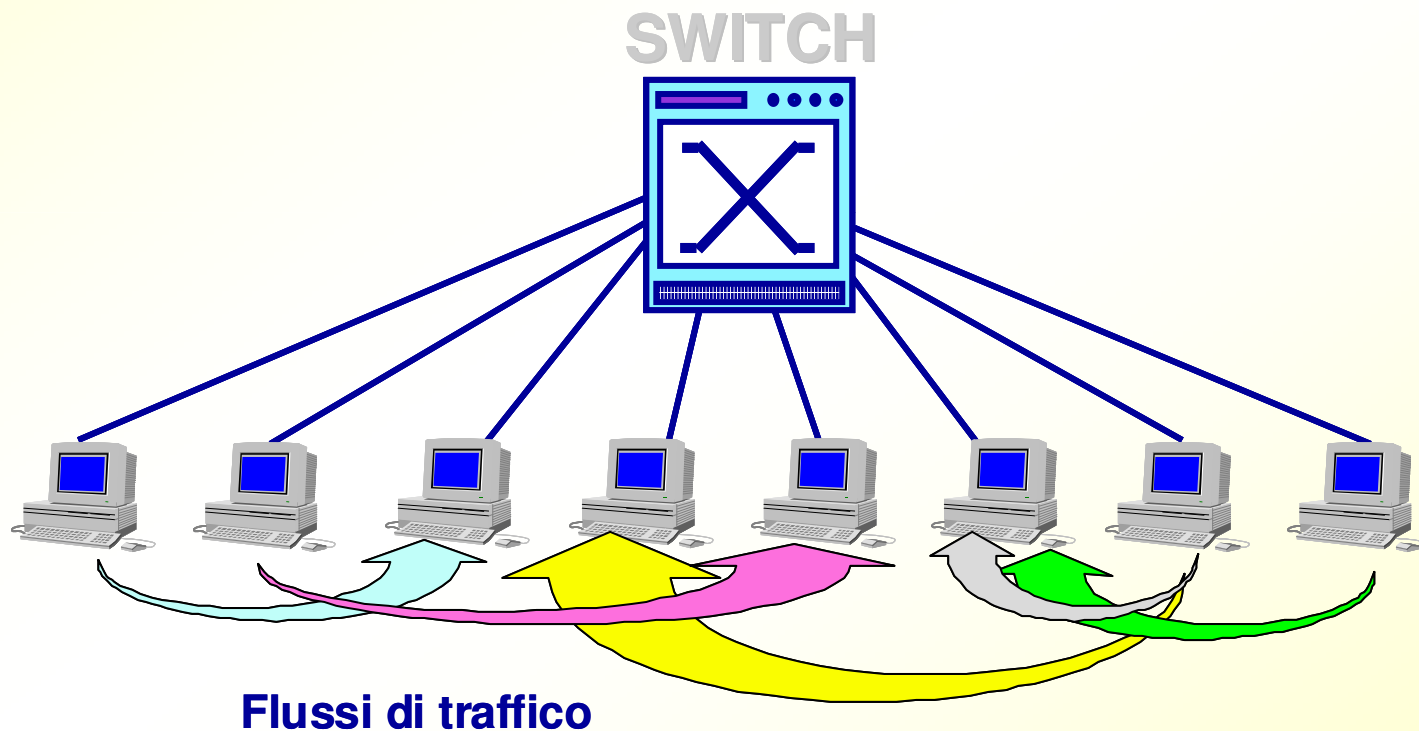
- **Attualmente utilizzata per le dorsali:**
 - » raddoppia la banda disponibile
 - » connessioni Bridge-to-Bridge o Switch-to-Switch
- **I transceiver non rilevano la collisione:**
 - » i transceiver normali inviano un segnale di collisione all'interfaccia quando si ha la presenza di attività contemporanea su TX e RX
- **La distanza tra due stazioni full-duplex**
 - » dipende solo dalle caratteristiche del mezzo trasmissivo
 - » è indipendente dal diametro del dominio di collisione

Limiti di distanza per Ethernet full duplex

- **Coppie simmetriche**
 - » 100 m
- **Fibra ottica multimodale 62.5/125 μm**
 - » 2 Km
- **Fibra ottica monomodale e transceiver dotati di Laser di categoria II**
 - » Sino a 50 Km

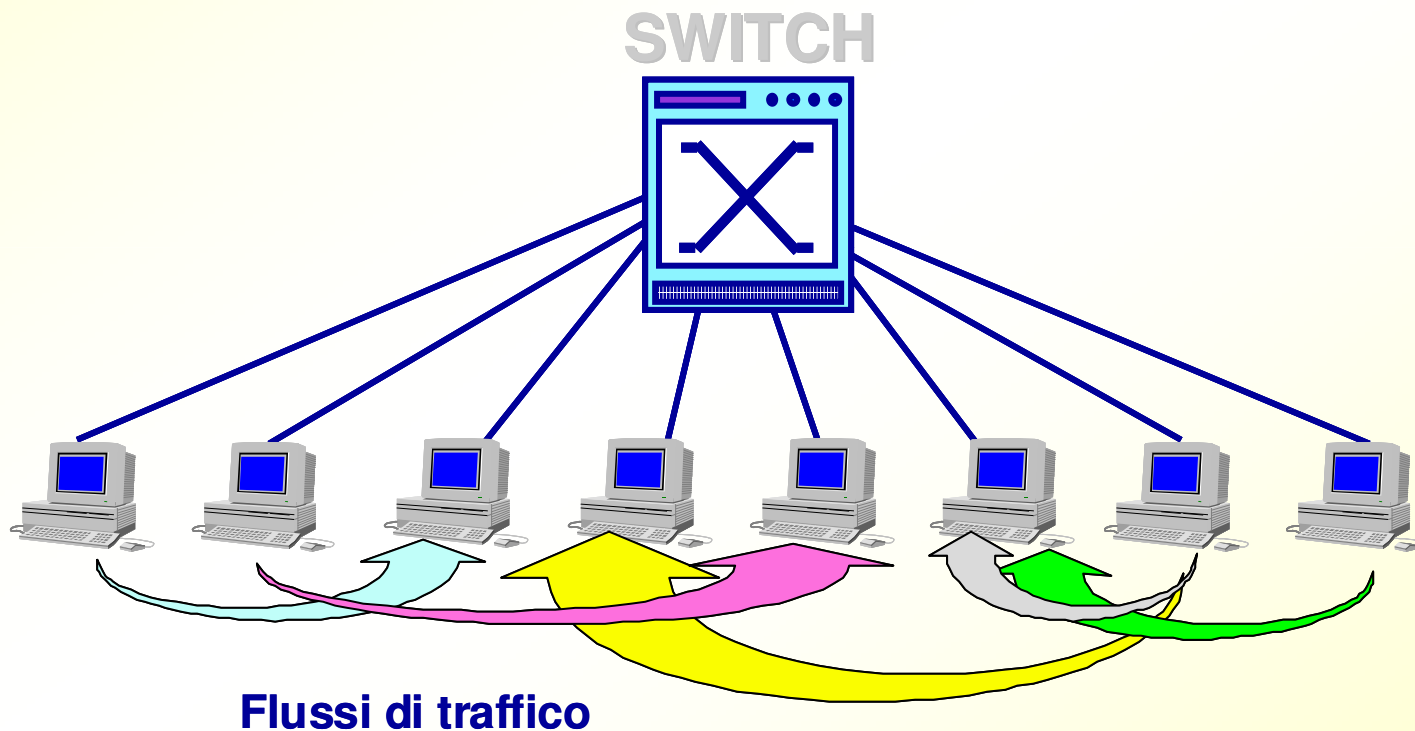
Ethernet switching

- Il termine Ethernet switching indica una rete Ethernet in cui sono presenti degli switch al posto dei concentratori.
- Gli Ethernet switch sono a tutti gli effetti dei bridge con una porta dedicata verso ogni stazione.

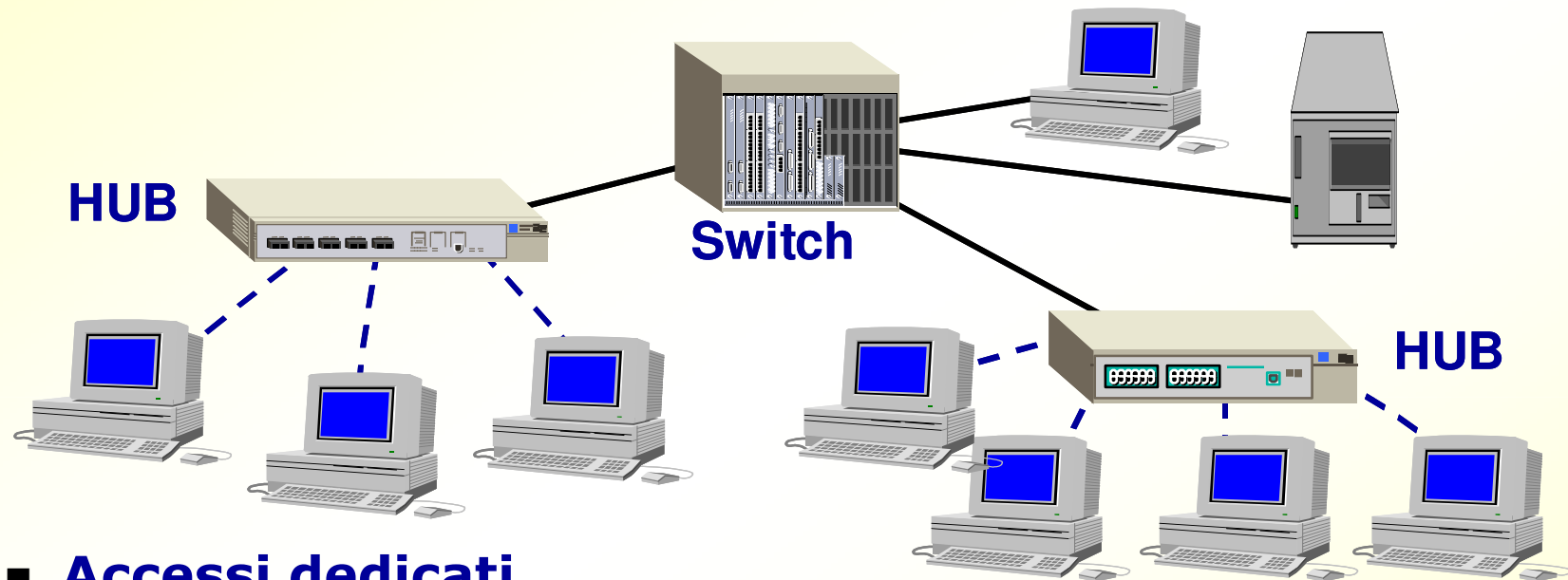


Ethernet switching

- Mezzo dedicato
- Più comunicazioni simultanee
- Throughput massimo: 10 Mb/s dedicati



Switched LAN

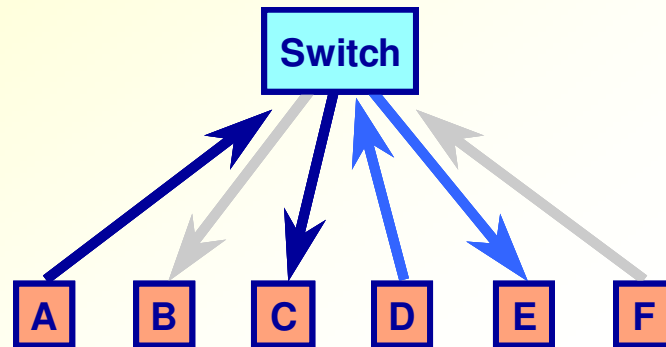


- **Accessi dedicati** ————
 - **Utilizzo pesante e continuativo di risorse di rete**
 - server (mail, web), stazioni per videocomunicazione, router verso Internet, etc.
- **Accessi condivisi** - - - - -
 - **Stazioni che generano traffico discontinuo**

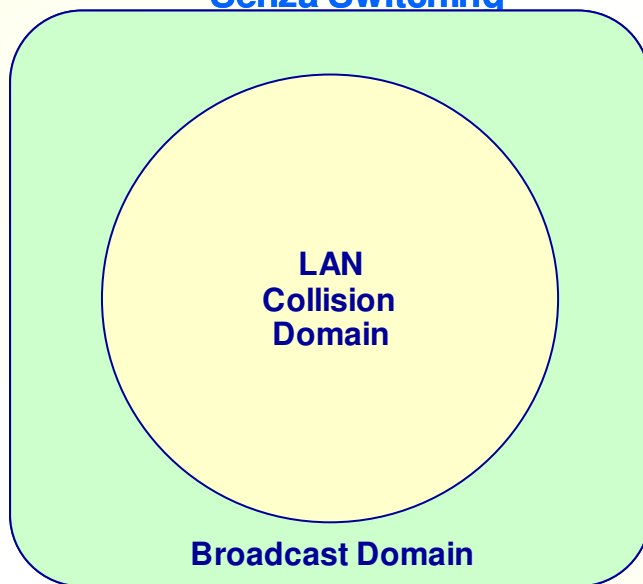
Switch

- **Importante caratteristica delle reti che utilizzano *Switch* nel centro stella è che la *LAN* risultante è segmentata in molteplici *domini di collisione*, quindi un minor numero di stazioni contende l'accesso al mezzo trasmissivo, aumentando così anche la capacità di ciascun segmento.**
 - la segmentazione in domini di collisione separati può essere utile, o indispensabile, per soddisfare le regole per il dimensionamento del dominio.
- **L'impiego di uno *Switch* con n porte che sia in grado di gestire $n/2$ trasferimenti contemporanei aumenta le prestazioni della rete, rispetto all'impiego di un *HUB*, di un fattore maggiore di $n/2$.**

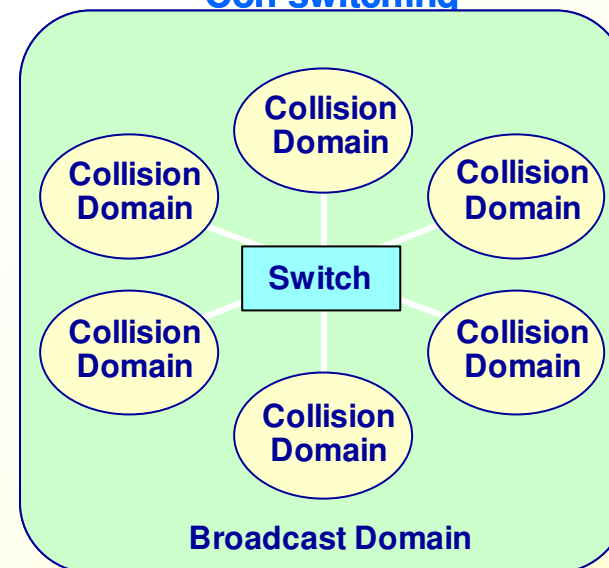
Switch



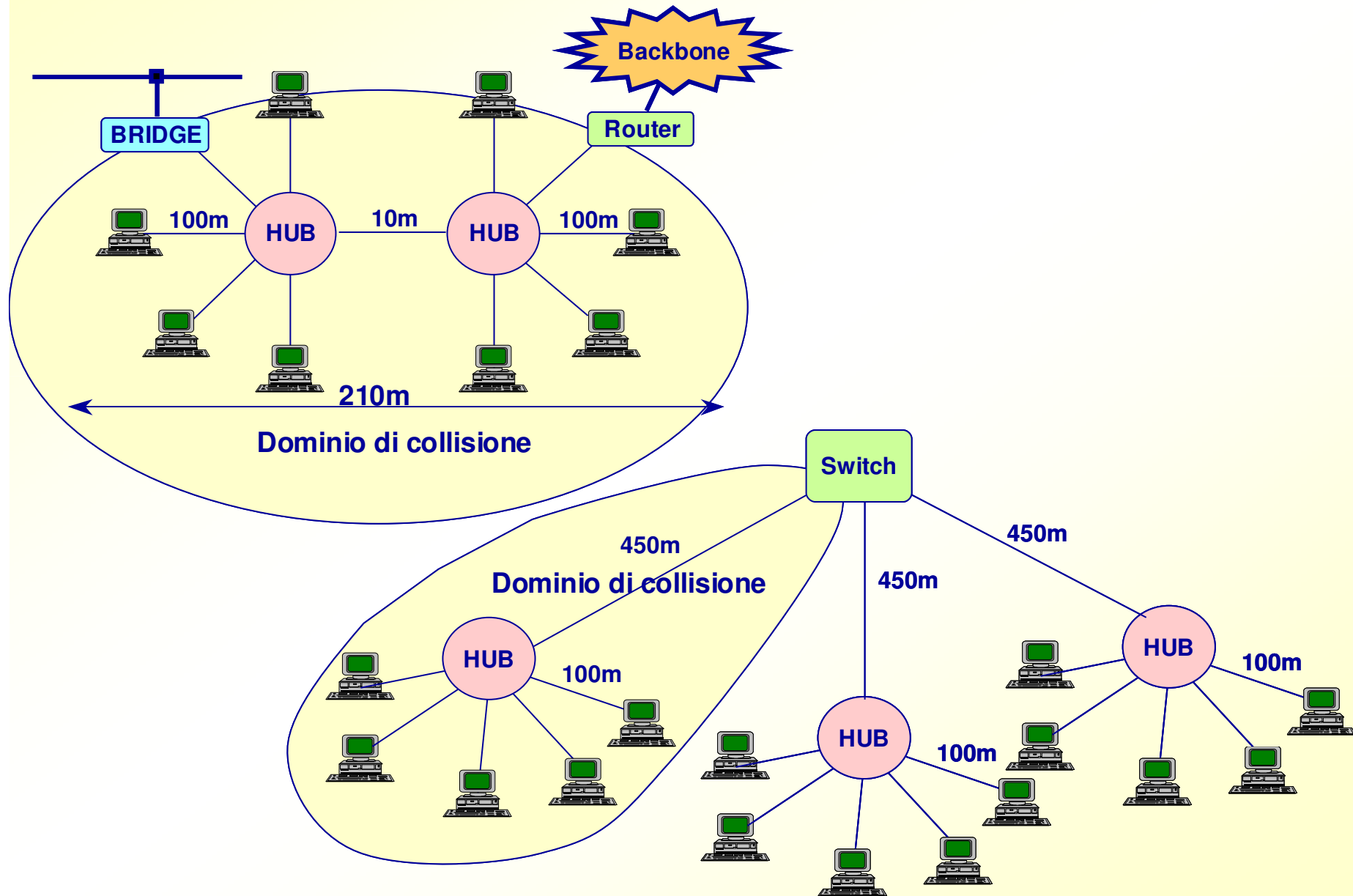
Senza Switching



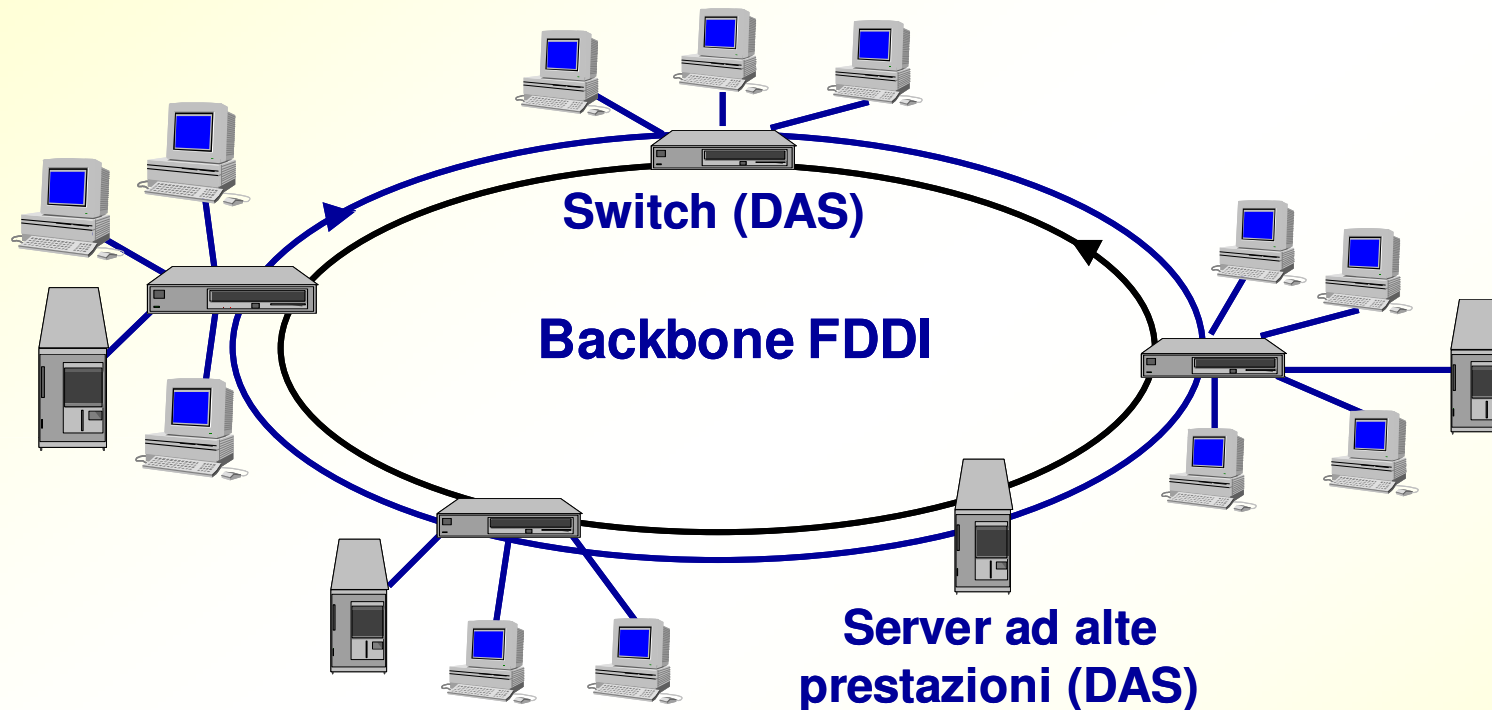
Con switching



Domini di collisione per la Fast Ethernet (802.3u)



Switched LAN con backbone FDDI



- **Impiego di Ethernet Switch con bridge verso FDDI**
- **Stazioni che richiedono alte prestazioni possono essere inserite direttamente sull'anello FDDI**

Ethernet Switches

