

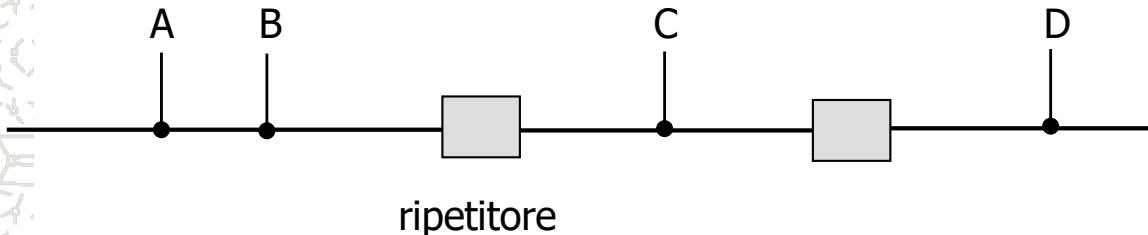
Reti di Calcolatori

Data link layer per reti LAN



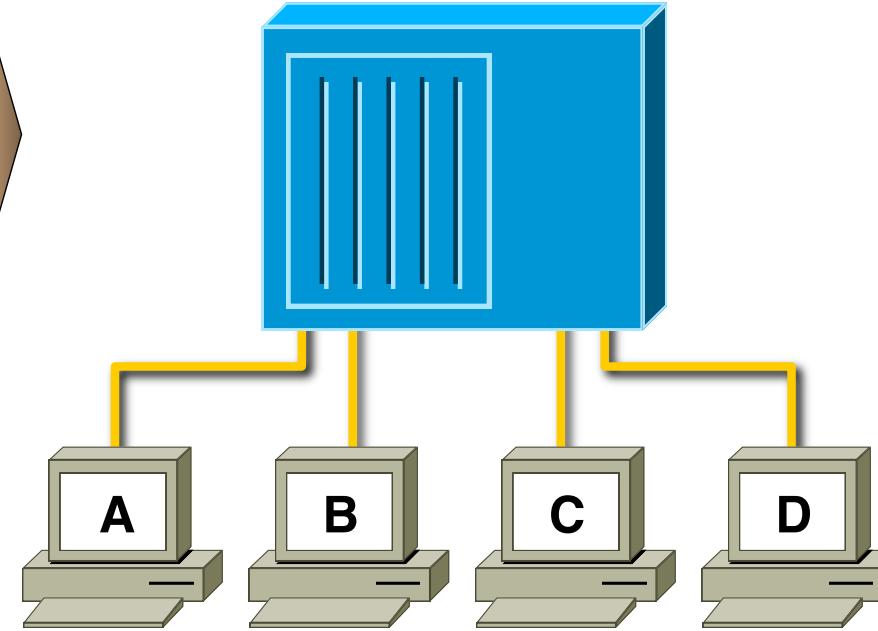
Repeater e Hub

- Per costruire reti più ampie diversi cavi possono essere connessi con ripetitori
- Un ripetitore opera al livello fisico amplificando e ritrasmettendo il segnale in modo bidirezionale
 - 2 transceiver non possono essere distanti più di 2.5 Km
 - Non ci possono essere più di 4 ripetitori fra 2 transceiver (delay)



Repeaters e Hub operano a livello Fisico

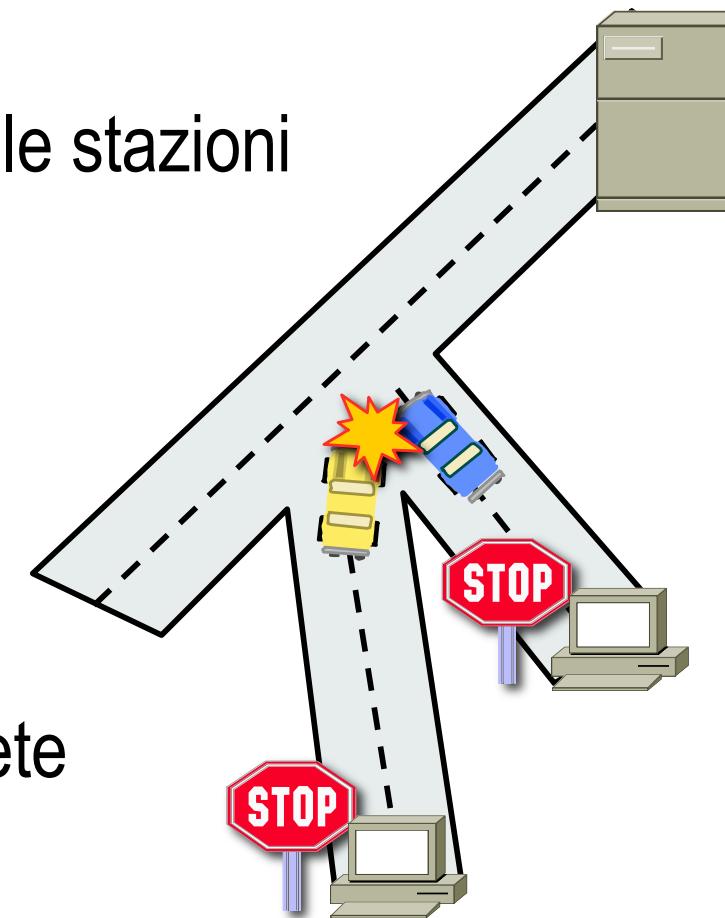
Livello Fisico

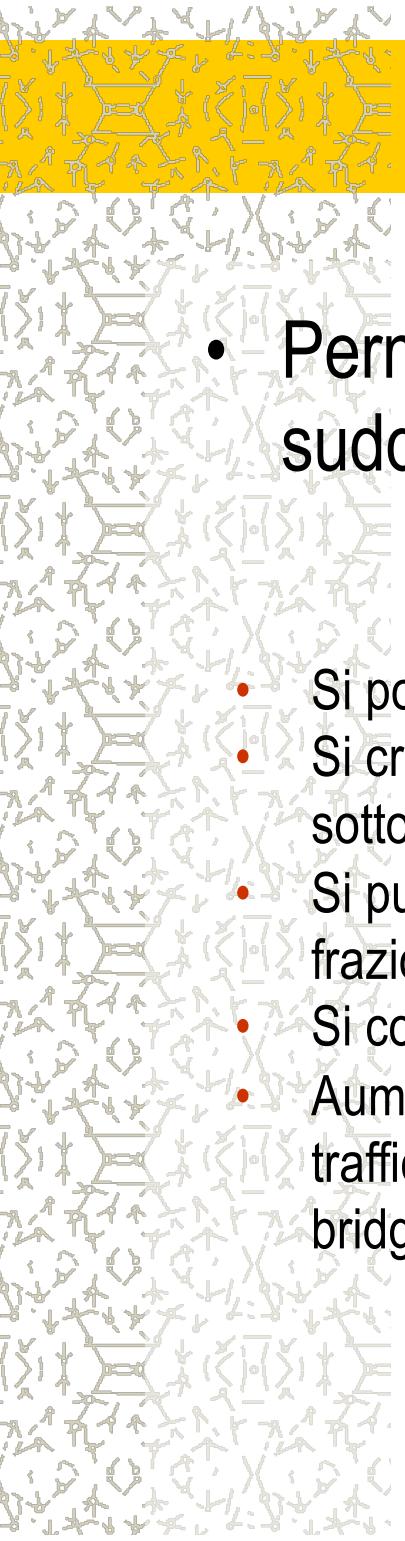


- Tutti i dispositivi nello stesso dominio di collisione
- Tutti i dispositivi nello stesso dominio di broadcast
- Tutti i dispositivi condividono la banda

Hubs: unico dominio di collisione

- Man mano che aumentano le stazioni aumentano le collisioni
- Uso di CSMA/CD
- Limita le dimensioni della rete



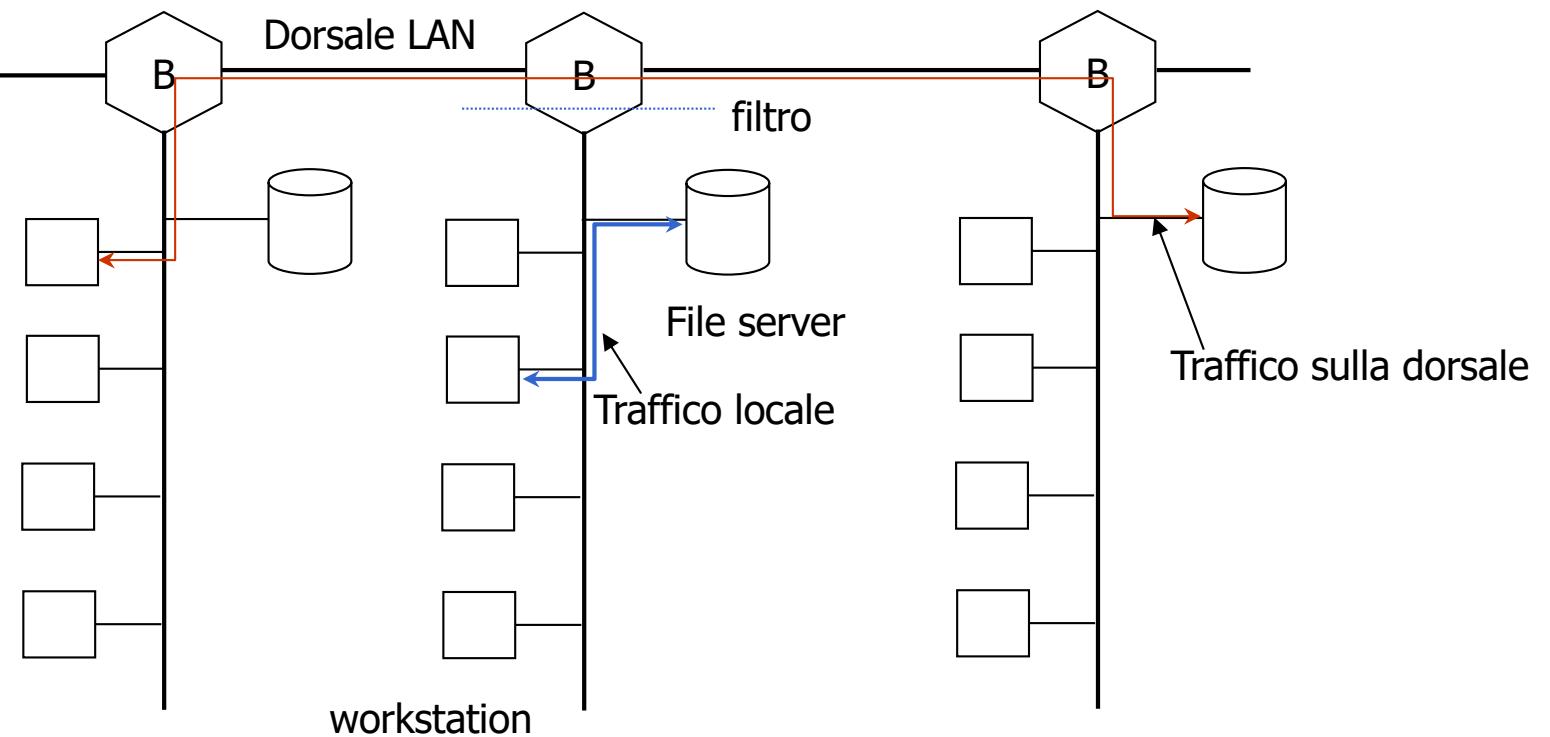


Bridge e Switch

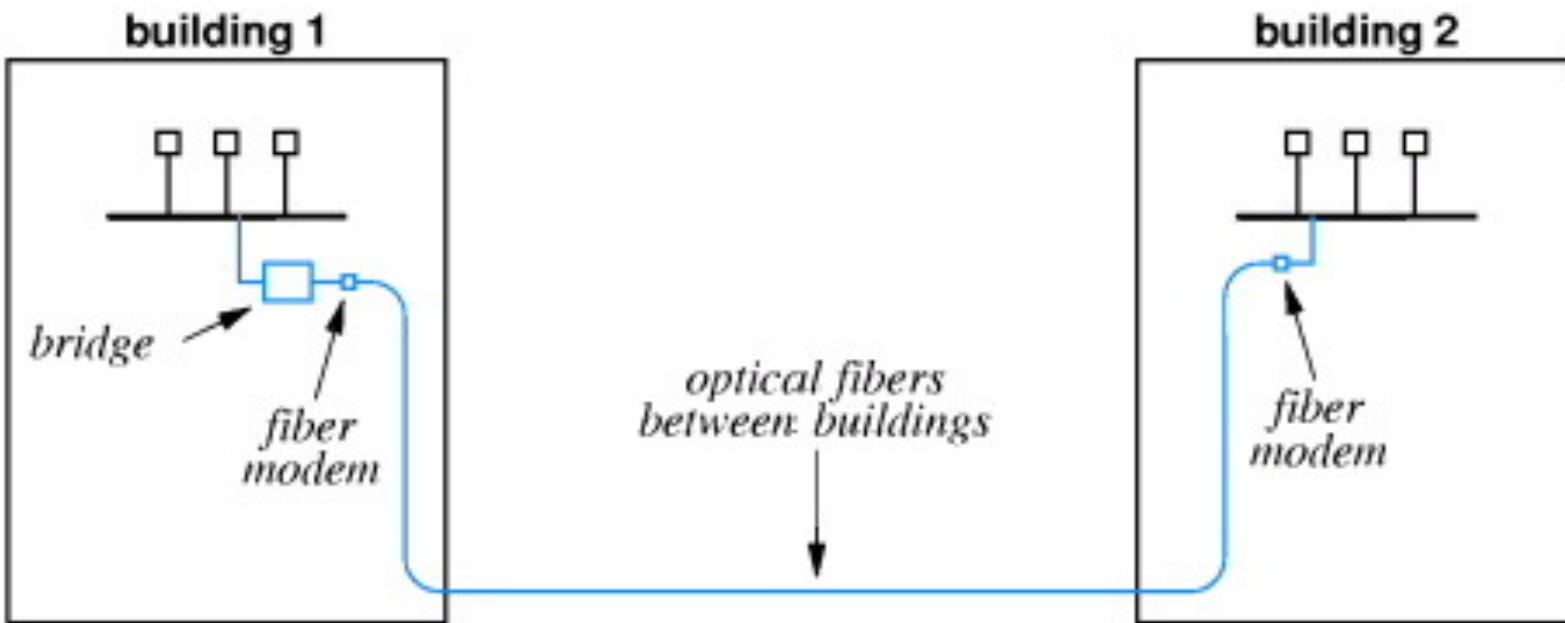
- Permettono di connettere più LAN mantenendo la suddivisione a livello data link
 - Si possono collegare LAN operanti con protocolli diversi
 - Si creano domini di collisione separati diminuendo il carico di ciascuna sottorete (il traffico locale rimane confinato nella sottorete)
 - Si può aumentare la dimensione della LAN (es. lunghezza delle linee) frazionando la rete in segmenti
 - Si confinano i malfunzionamenti dovuti a stazioni difettose
 - Aumentano la sicurezza dei dati - uso “malizioso” del modo promiscuo (il traffico interno ad una sottorete non è visibile dalle altre collegate con bridge/switch)

Esempio di Bridging

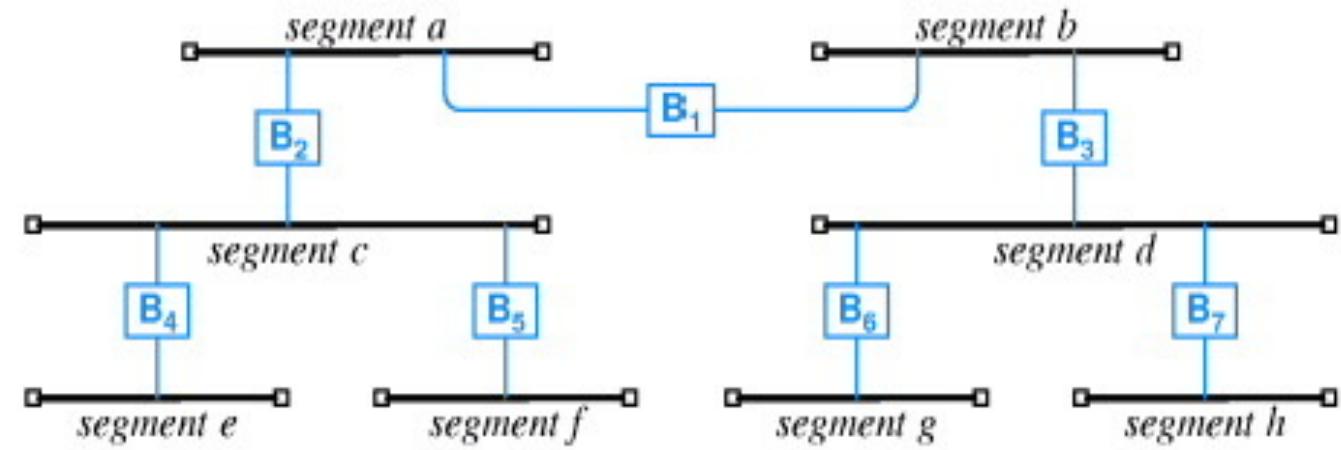
- Separazione di più laboratori con traffico interno intenso
- Rende possibile più trasmissioni contemporanee che non interessano gli stessi segmenti



Bridging di Rete a 2 segmenti



Bridging di Rete ad albero



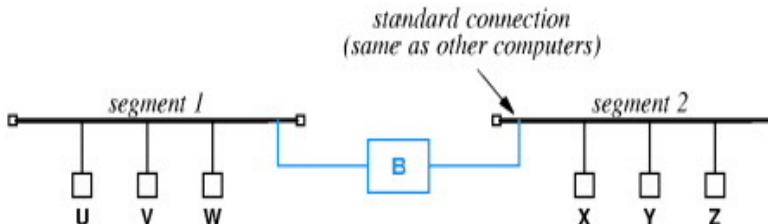
Transparent Bridging

- Inserimento “plug-and-play” (nessuna configurazione)
- Modalità disponibile sia su bridges che switches

Il bridge osserva in modo promiscuo il traffico delle LAN a cui è connesso

Osservando il traffico costruisce una tabella hash interna (**MAC addresstable**) che associa ogni indirizzo MAC alla porta corrispondente del bridge (**backward learning**)

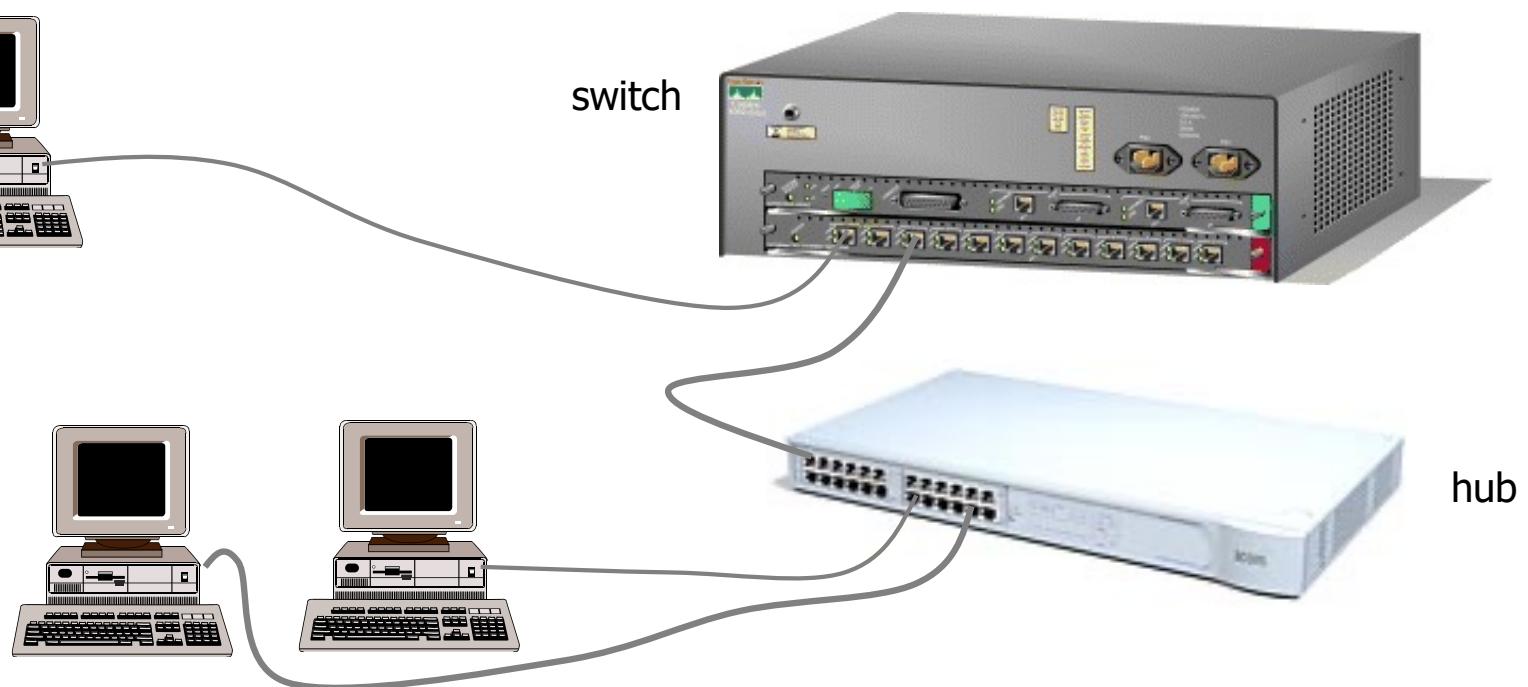
Con la tabella il bridge decide se scartare il frame (la destinazione è la stessa porta di arrivo) o ritrasmetterlo su un'altra linea



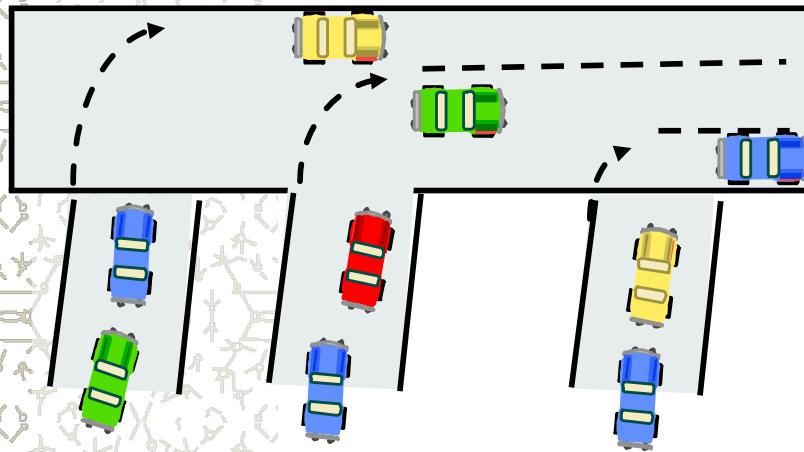
Event	Segment 1 List	Segment 2 List
Bridge boots	-	-
U sends to V	U	-
V sends to U	U, V	-
Z broadcasts	U, V	Z
Y sends to V	U, V	Z, Y
Y sends to X	U, V	Z, Y
X sends to W	U, V	Z, Y, X
W sends to Z	U, V, W	Z, Y, X

Switches

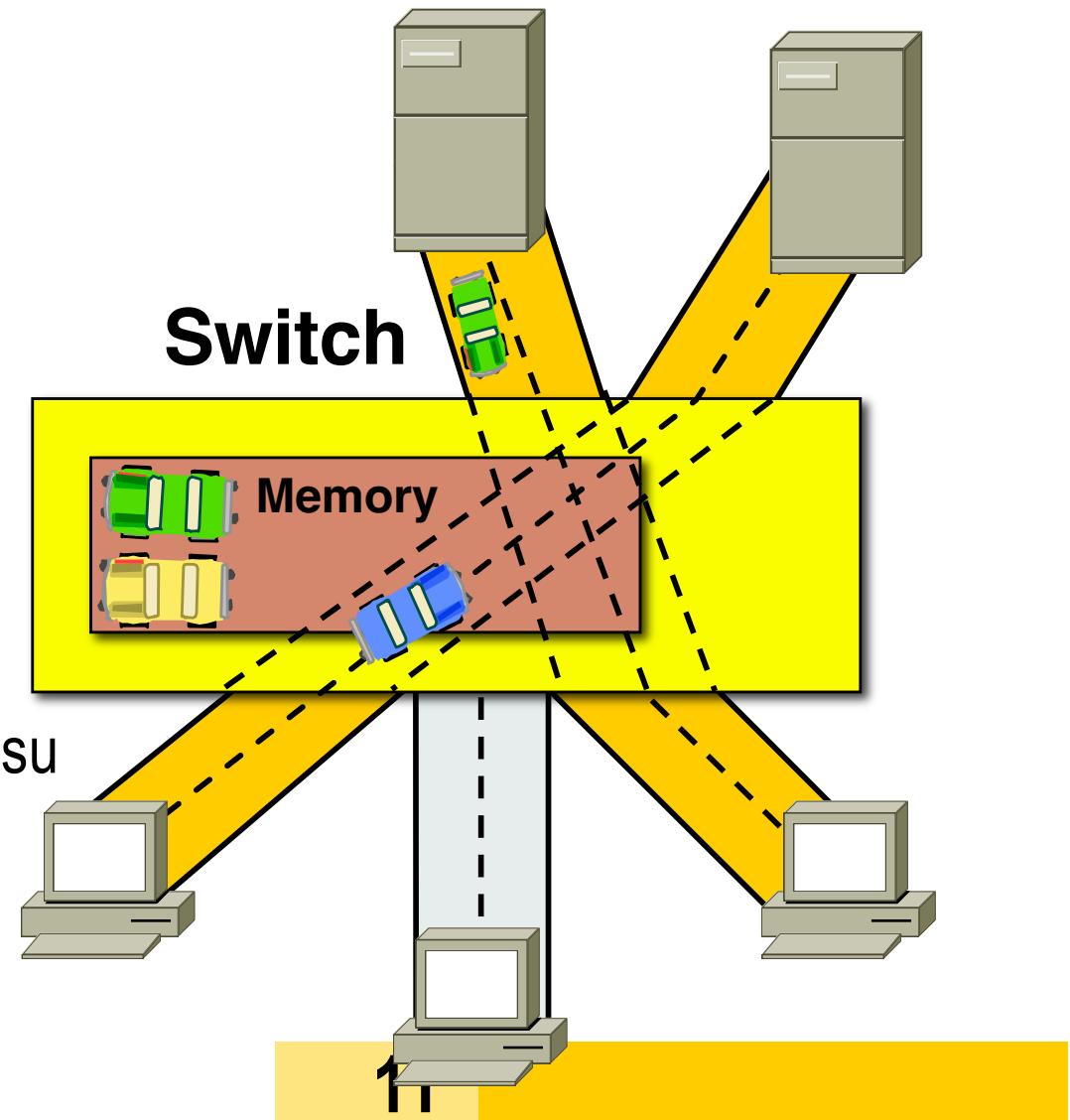
- Ha la stessa modalità di funzionamento del bridge
- Ha un numero di porte superiore a 2 (es. 8,12,24)
- Ogni porta può essere collegata a un segmento della rete o a una stazione singola
- Uno switch è funzionalmente equivalente a un bridge multi-porta



Switches

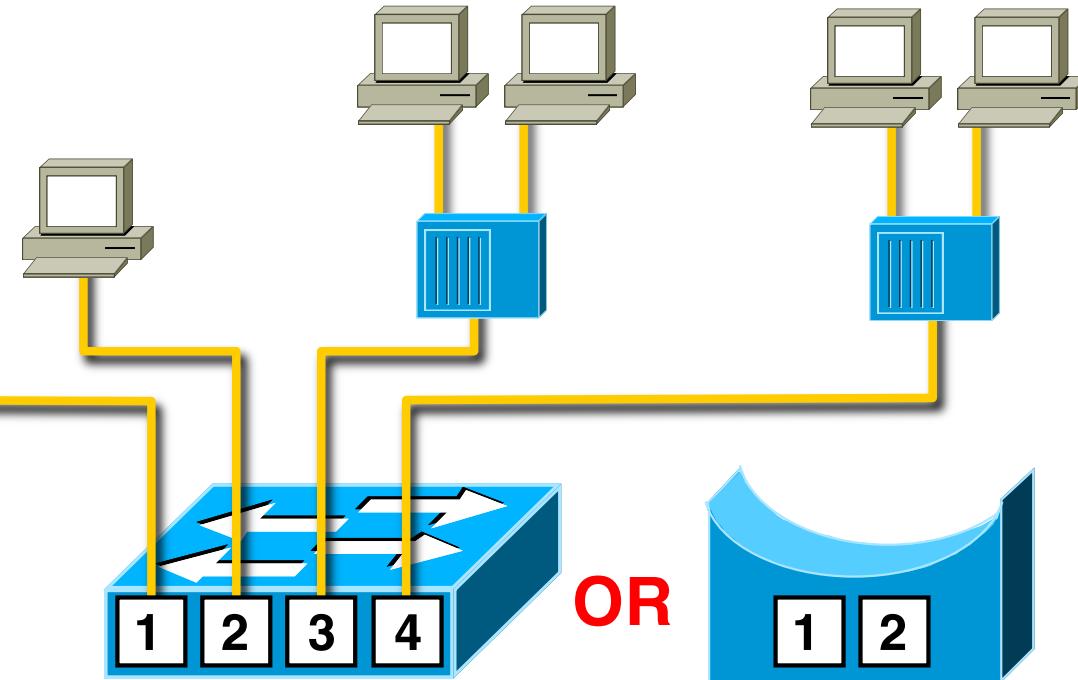


- Domini di collisione per segmento
- I Broadcasts sono commutati su tutti i segmenti



Bridges e Switches operano a livello di Link

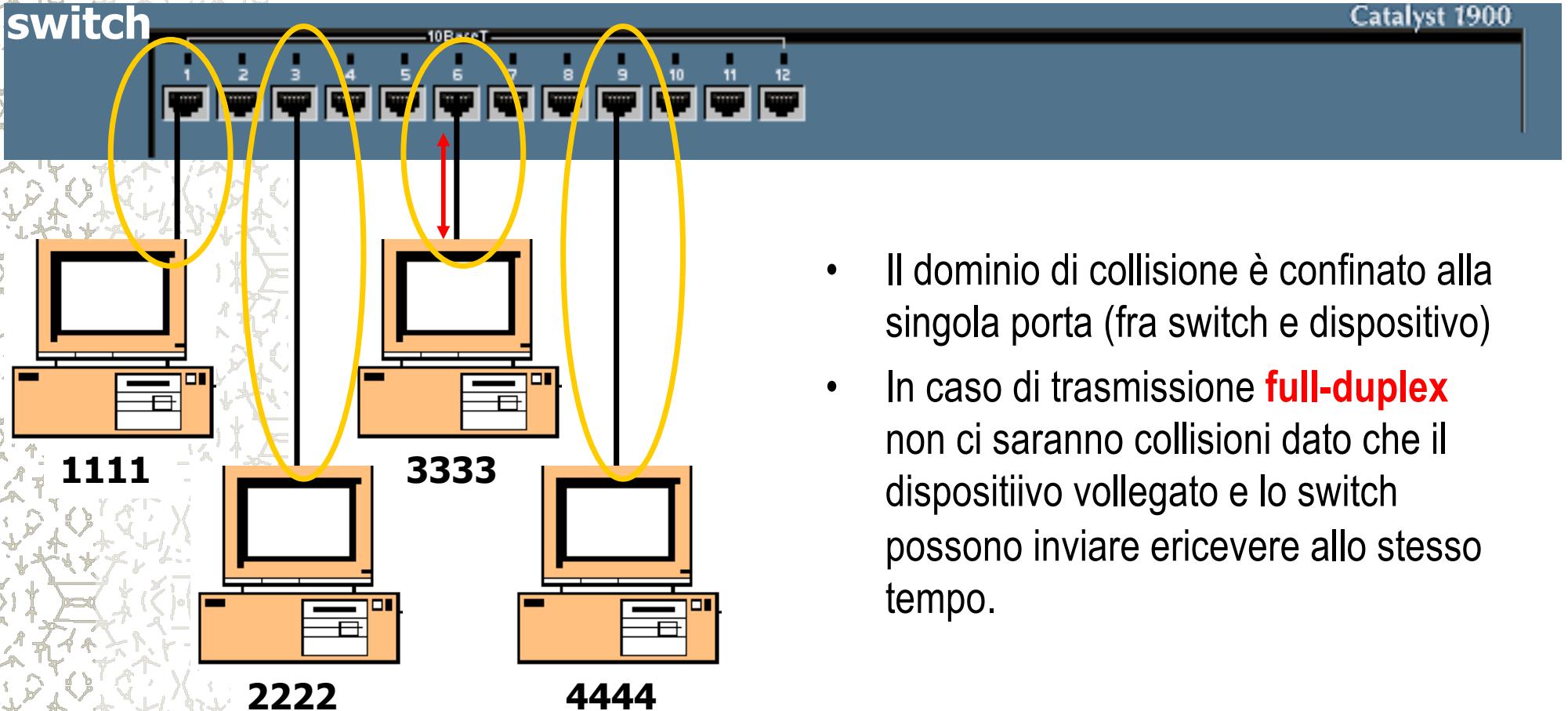
Data Link



- Ogni segmento individua un dominio di collisione
- Tutti i segmenti sono sullo stesso dominio di broadcast

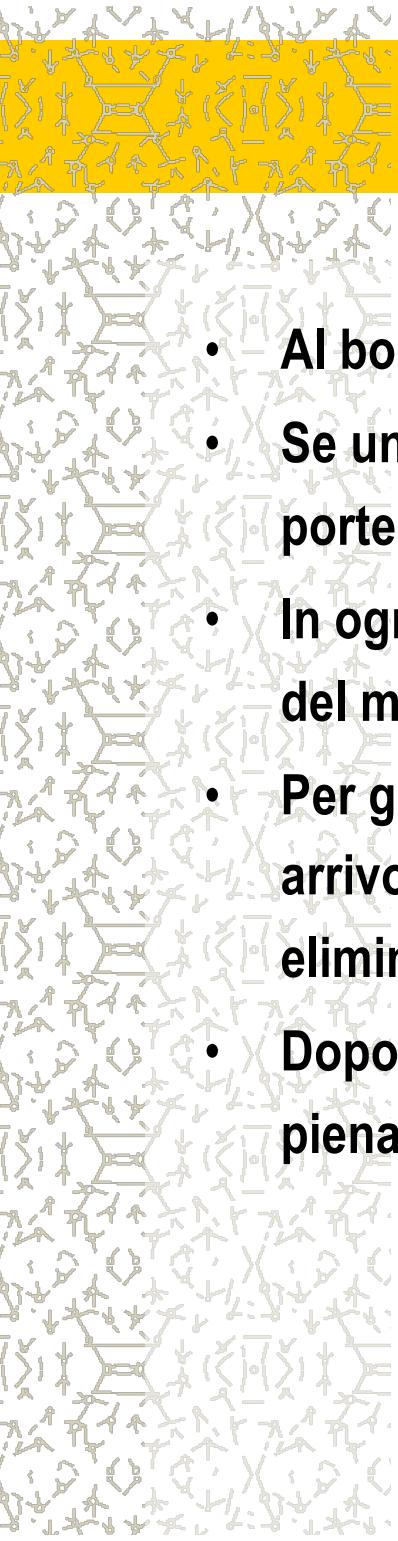
Domini di Colisione su uno switch

Dominio di Collisione



Apprendimento della topologia

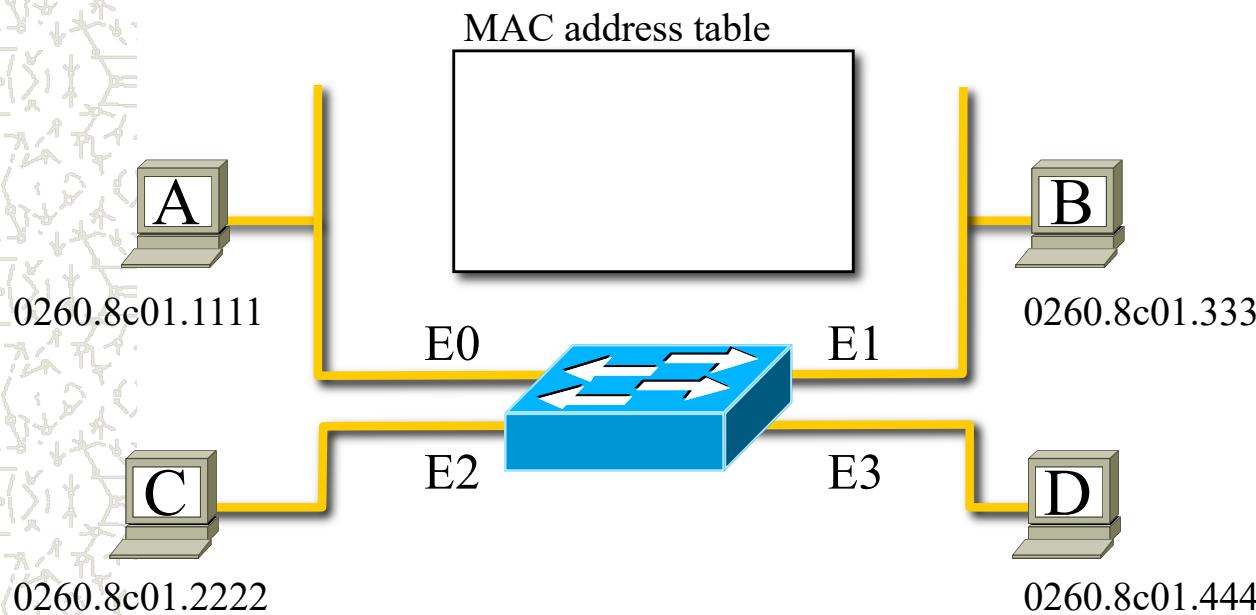
- Per sapere su **quale porta** debba essere trasmesso il frame, lo switch deve creare e mantenere aggiornata una **tabella** relativa alla associazione tra **indirizzo di destinazione e porta**
- La costruzione manuale di questa tabella sarebbe **troppo costosa** in termini di gestione della rete, ed e' stato opportunamente inventato un meccanismo di **auto apprendimento**
- Inizialmente questa tabella e' vuota, e lo switch **deve inoltrare** ciascun frame ricevuto su **tutte** le porte connesse
- Poiche' i frame contengono l'**indirizzo del mittente**, ad ogni frame che arriva lo switch **impara** che la stazione che ha **inviato** il frame e' raggiungibile attraverso la porta da cui e' **arrivato il frame stesso**
- Con il passare del tempo lo switch **riempie la tabella** e puo' svolgere la sua funzione in modo sempre piu' efficiente
- Tutti i frame **broadcast** e **multicast** continueranno a dover essere trasmessi su **tutte le porte connesse** (tranne quella di provenienza), cosi' come i frame destinati ad indirizzi **non presenti nella tabella**
- L'aggiunta di stazioni connesse viene gestita dallo switch **automaticamente** attraverso il meccanismo di auto apprendimento



Il backward learning

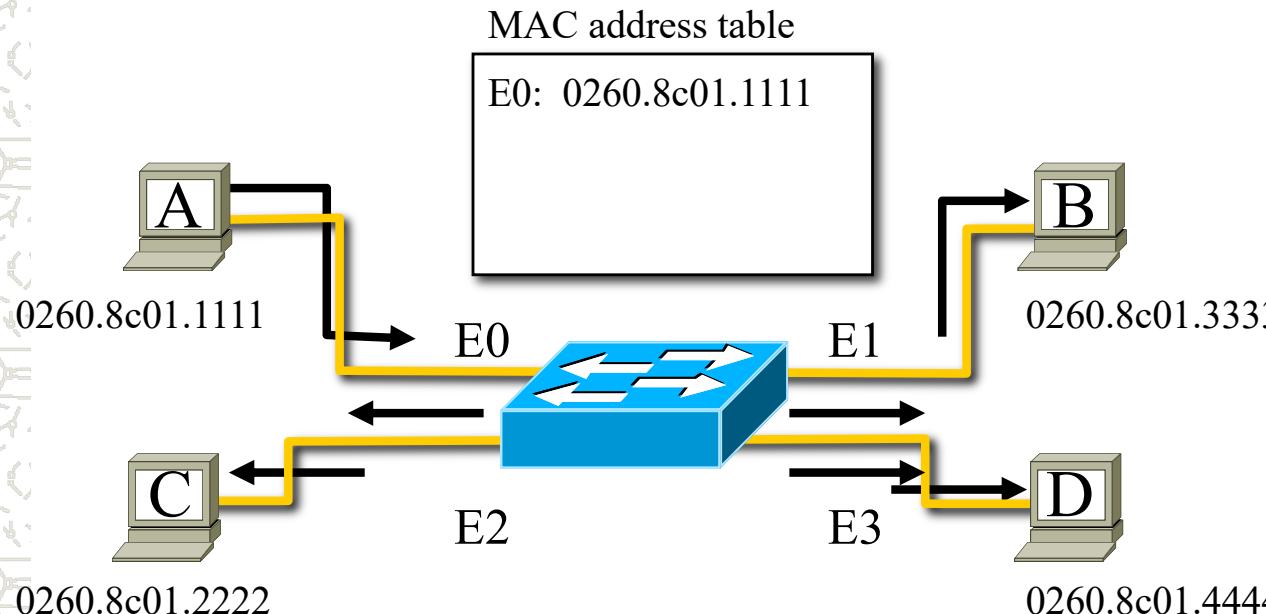
- Al boot le tabelle sono vuote
- Se un pacchetto ha una destinazione sconosciuta viene emesso su tutte le porte eccetto quella di provenienza
- In ogni caso viene usato l'indirizzo di provenienza per definire la posizione del mittente nella tabella
- Per gestire topologie dinamiche viene memorizzato anche il momento di arrivo dell'ultimo frame da un dato indirizzo. Periodicamente vengono eliminate le linee più vecchie
- Dopo pochi messaggi le tabelle sono a regime e la struttura raggiunge la piena efficienza

Il backward learning



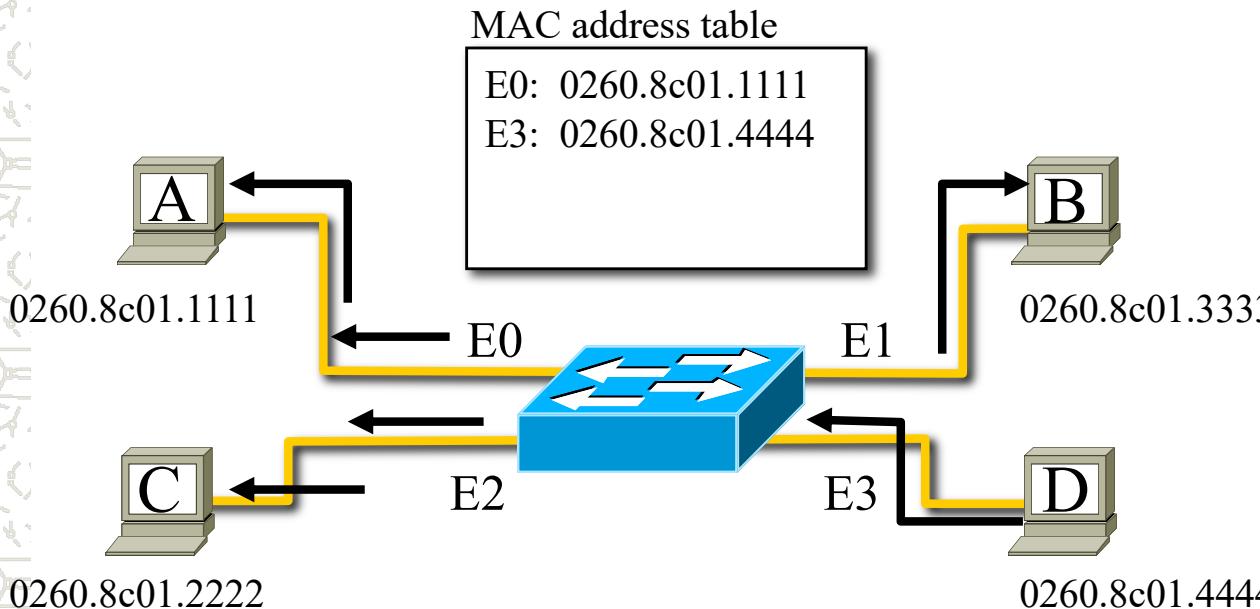
- Inizialmente la MAC address table è vuota

Il backward learning



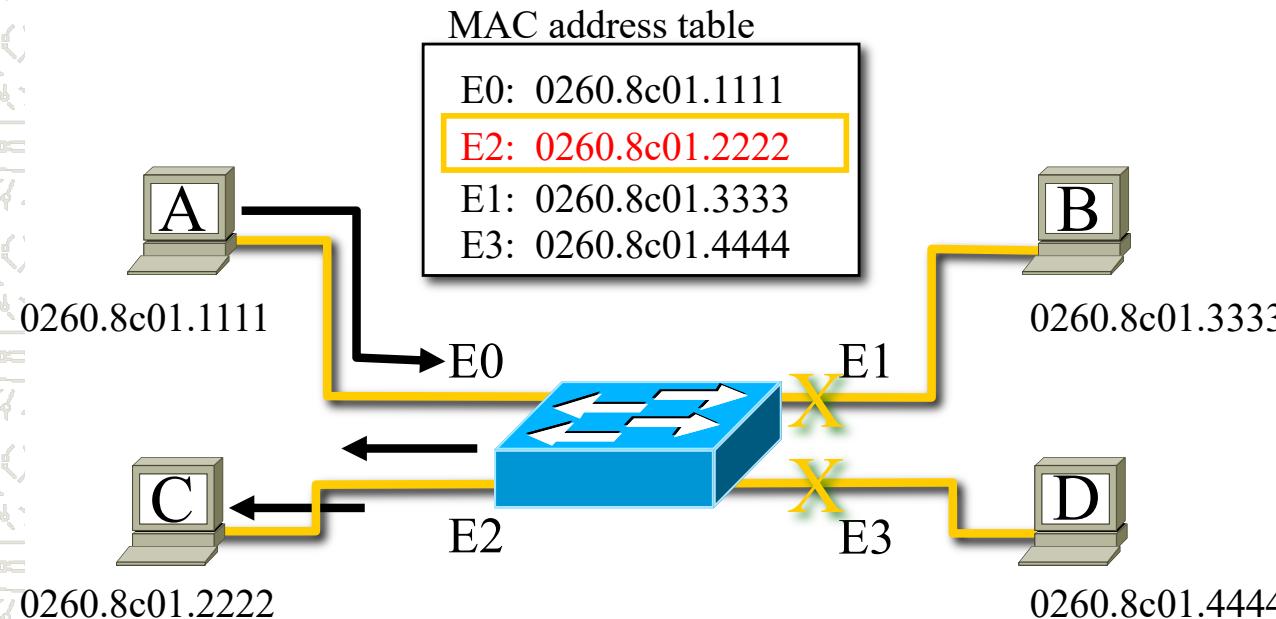
- La Stazione A invia una trama alla Stazione C
- Lo Switch memorizza l'associazione fra il MAC address della stazione A e la porta E0 osservando l'indirizzo sorgente delle trame
- La trama dalla stazione A alla stazione C è inviata su tutte le porte tranne la porta E0 (flooding verso gli indirizzi unicast non noti)

Il backward learning



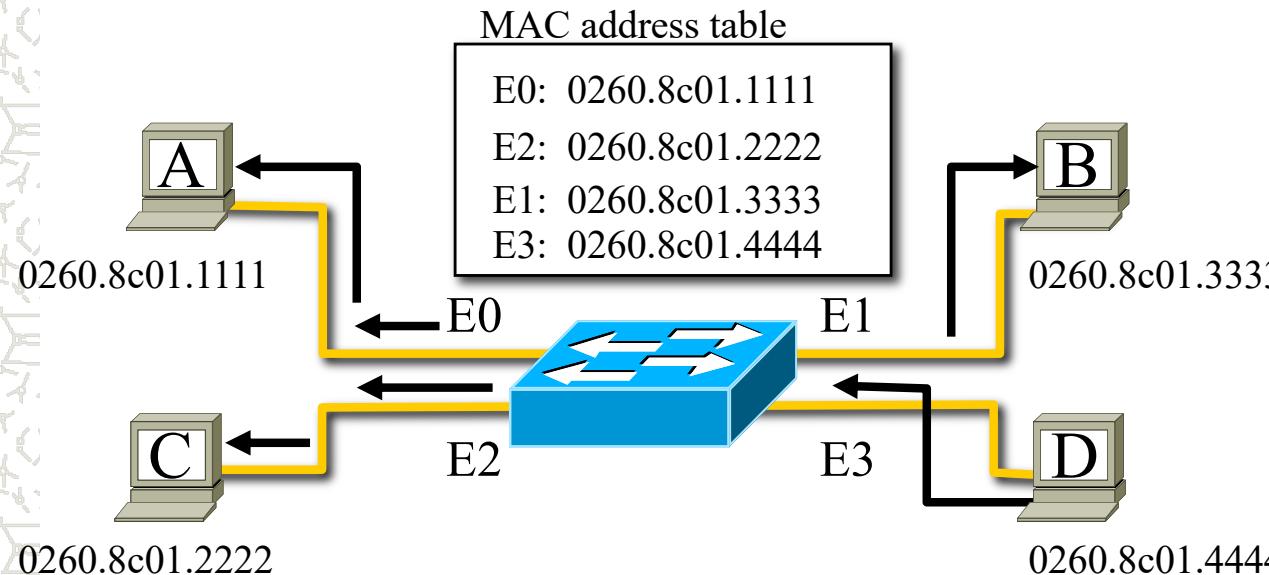
- La stazione D invia una trama alla stazione C
- Lo Switch memorizza l'associazione fra il MAC address della stazione D e la porta E3 osservando l'indirizzo sorgente delle trame
- La trama dalla stazione D alla stazione C è inviata su tutte le porte tranne la porta E3 (flooding verso gli indirizzi unicast non noti)

Invio selettivo delle trame



- La stazione D invia una trama alla stazione C
- La destinazione è nota, la trama non viene inviata a tutti (no flooding)

Gestione trame broadcast e multicast



- La stazione D invia una trama broadcast o multicast
- Le trame broadcast e multicast frames sono inviate a tutte le porte eccetto quella di origine

Bridging e Switching

Bridging



- Essenzialmente software-based
- Una istanza di spanning-tree per bridge
- Tipicamente fino a 16 porte per bridge

LAN Switching

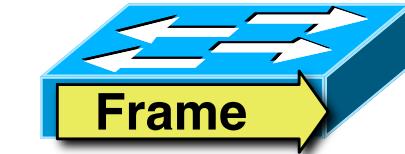


- Hardware based (ASIC)
- Multiple istanze di spanning-tree per bridge
- Un numero elevato di porte (dipende dalla fabric)

Tipi di switch

Cut-through switching

Il frame è subito reindirizzato sulla porta corretta



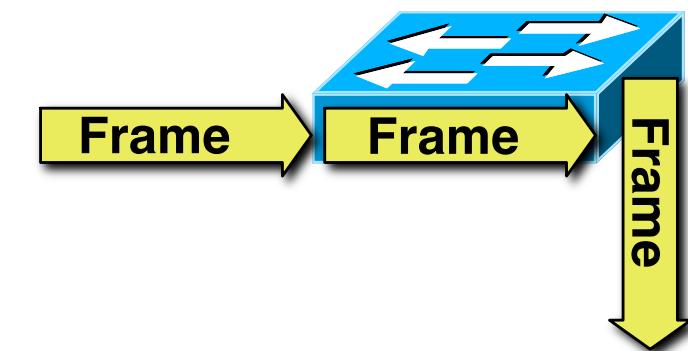
Store-and-forward

Il frame è letto completamente dallo switch

Viene controllato il CRC prima di inviarlo

In caso di errore il frame è scartato

Permette di filtrare il traffico



Port-based switching

Ad ogni porta corrisponde un solo indirizzo Ethernet

Segment-based switching

Ad ogni porta corrispondono più indirizzi (ad esempio è collegata ad un hub)

Tecnologia degli Switch

Shared Memory

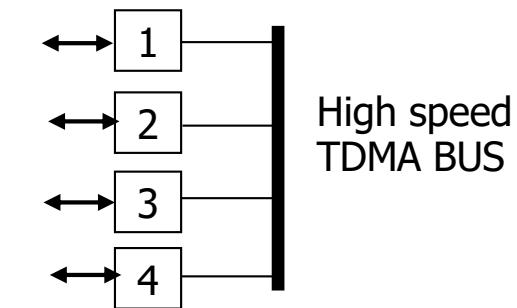
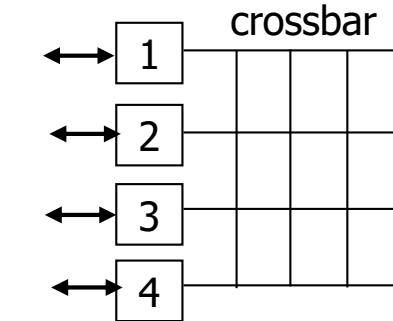
Memorizza i pacchetti in una memoria comune a tutte le porte
Invia in pacchetti in memoria alla porta destinazione

Switching Matrix o Fabric

Utilizza una matrice di commutazione
In base all'indirizzo e al contenuto della tabella viene attivata la connessione necessaria

Bus-Architecture

Ha un BUS interno condiviso ad alta velocità
La comunicazione interna usa TDMA



Tecnologia degli Switch

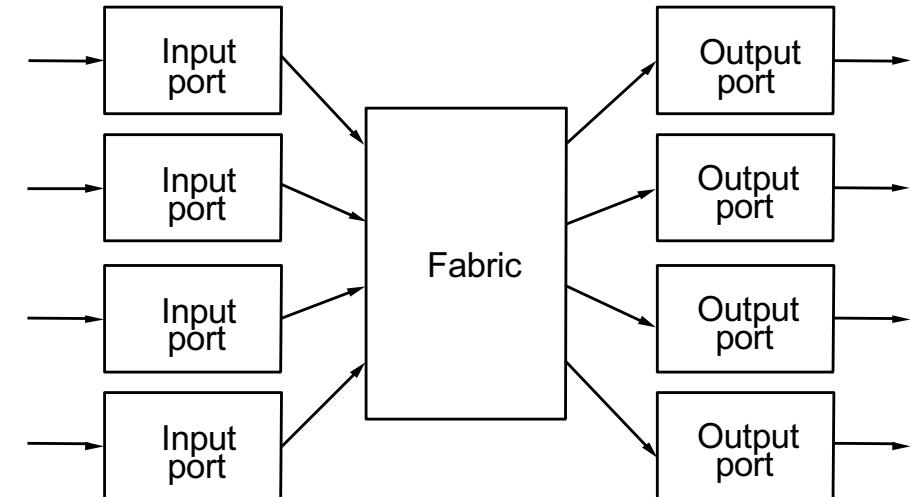
- **Terminologia: $n \times m$ switch**
ha **n** inputs and **m** outputs

- **Obiettivi**

- Massimo throughput
 - Scalabilità (rispetto a n)

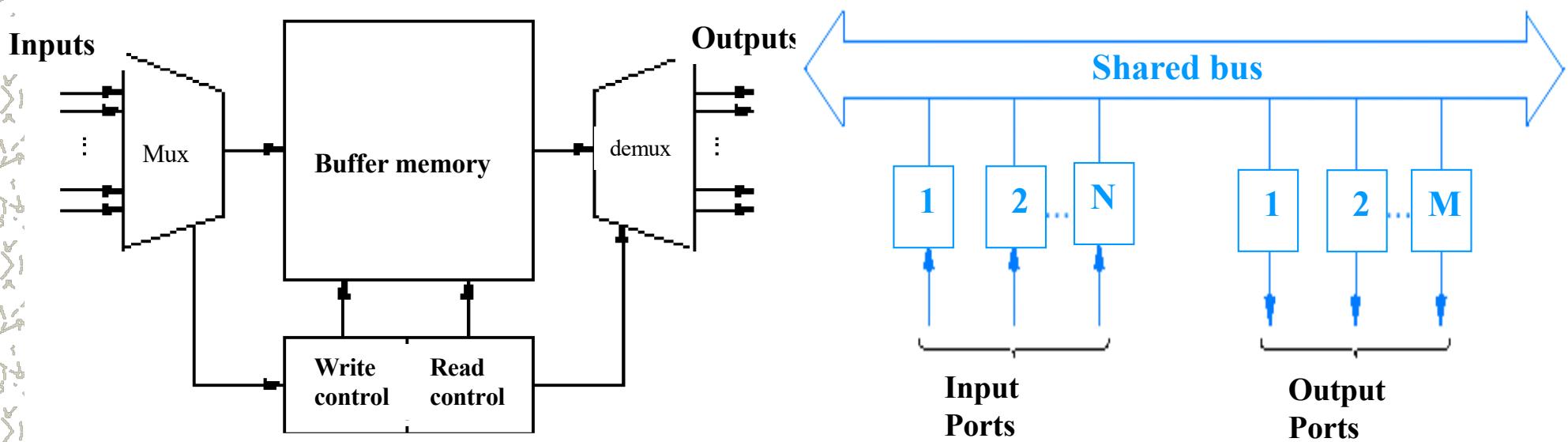
- **Porte e Fabrics**

- **Porte**
 - Contengono le componenti elettriche o ottiche (circuiteria di controllo, hardware di interfaccia etc.) di trasmissione e ricezione,
 - Prevedono meccanismi di bufferizzazione (cells) per le trame in attesa di trasmissione o ricezione
 - **Fabric**
 - Recapita le trame in input su una porta verso una di output. (più efficientemente possibile)
 - Può effettuare bufferizzazione delle trame (*internal buffering fabric*).



Shared Memory/Bus Switch

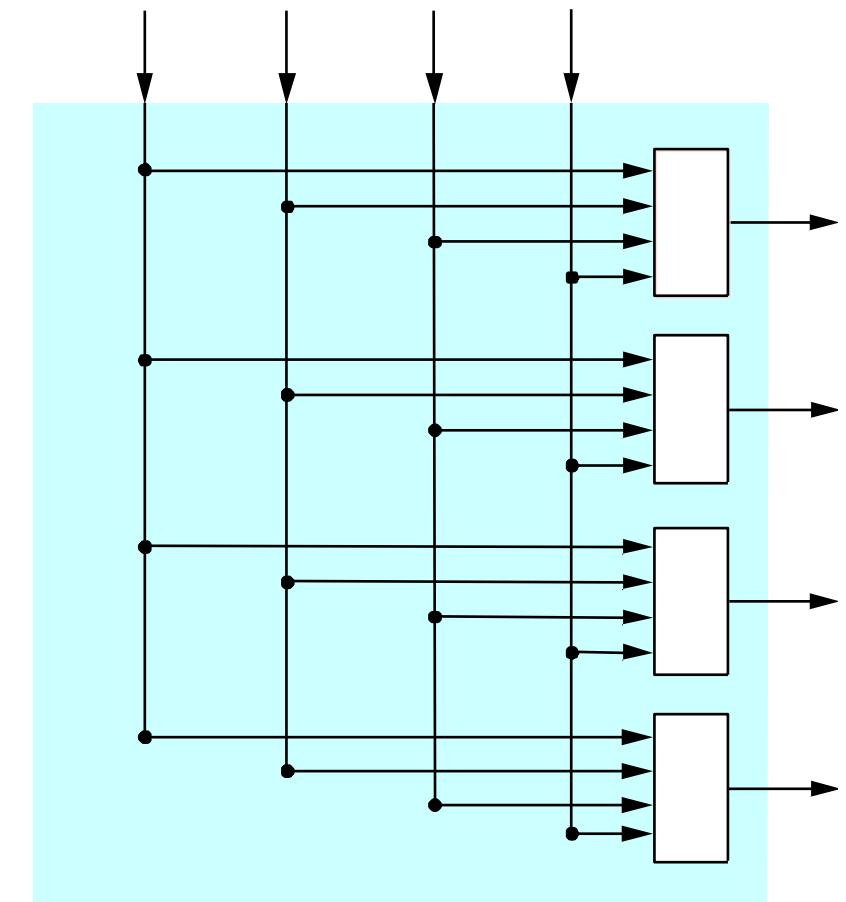
- Limitata scalabilità (le risorse condivise si saturano col carico)
- Grande disponibilità di spazio di bufferizzazione
- Realizzati tramite componenti COTS (es. PC)
- In grado di scrivere una trama alla volta in memoria o sul bus condiviso
- In presenza di n porte il trasferimento Mux-memoria deve essere n volte più veloce della capacità del link



Crossbar Switch

- Concettualmente semplice (ogni input connesso a ogni possibile output)
- Possibili problemi di contesa (dipendenti dall'implementazione)
- La complessità delle porte di uscita aumenta più velocemente di quella delle porte in ingresso
- Un crossbar switch “perfetto” può teoricamente commutare trame concorrentemente da tutte le n porte di input a tutte le m porte di output

4X4 crossbar:



Full Fabric vs. Crossbar Switch

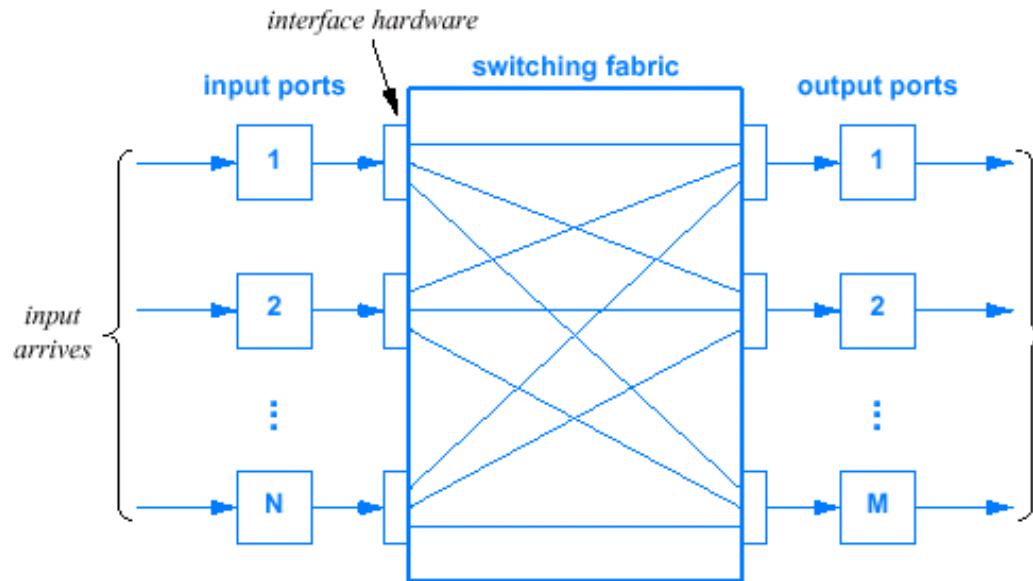
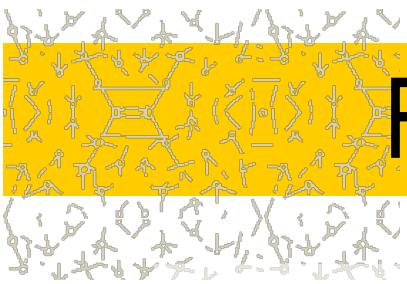


Figure 10.2 Illustration of a fabric that contains a separate physical data path for each interconnection. Interface hardware is needed to allow a port to specify the path for data being sent.

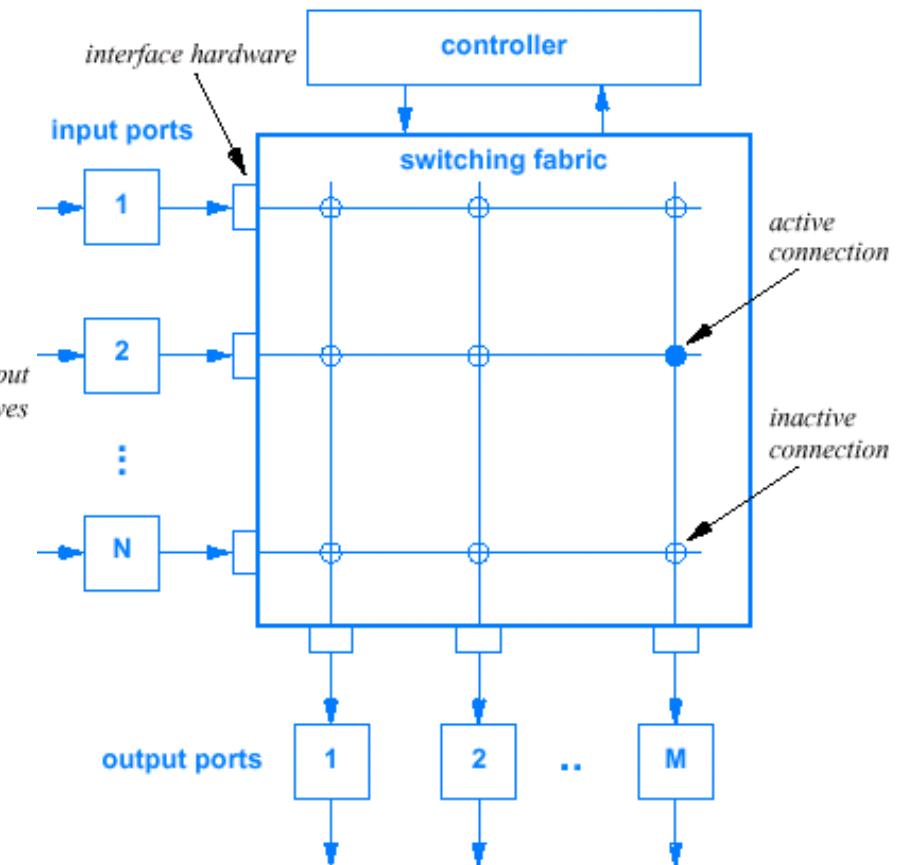
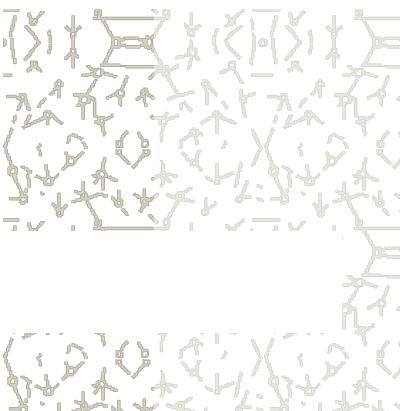
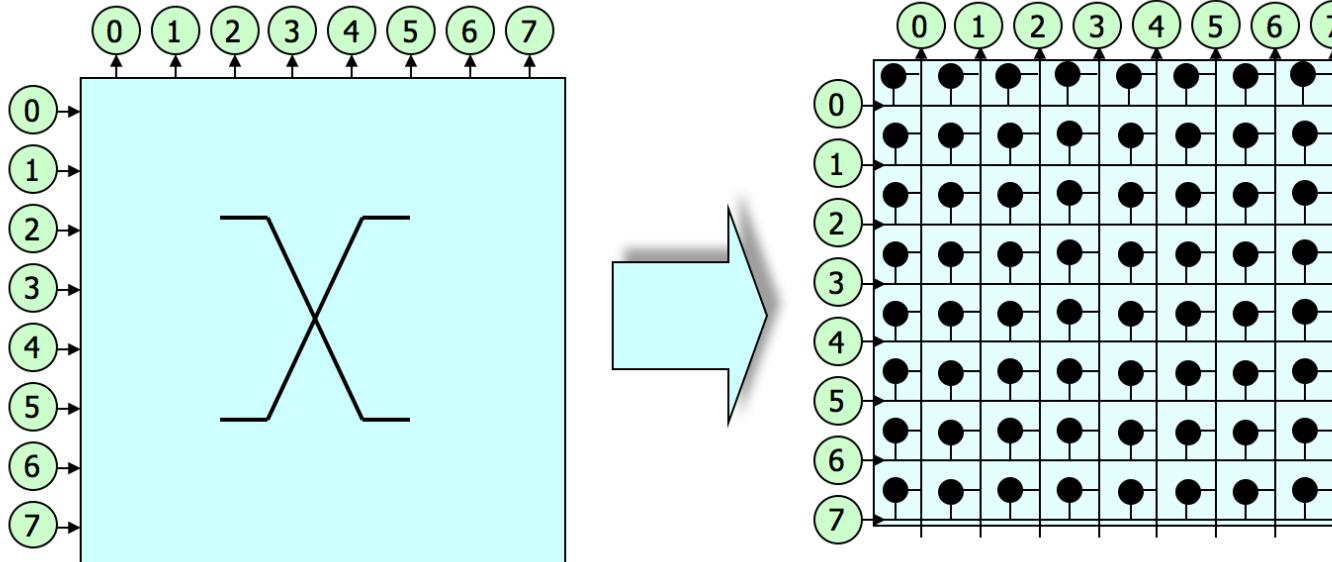


Figure 10.3 Illustration of a crossbar switching fabric shown with an active switch connecting input port 2 and output port M . The controller determines whether a switch is active or inactive.

Crossbar Fabric a logica centralizzata

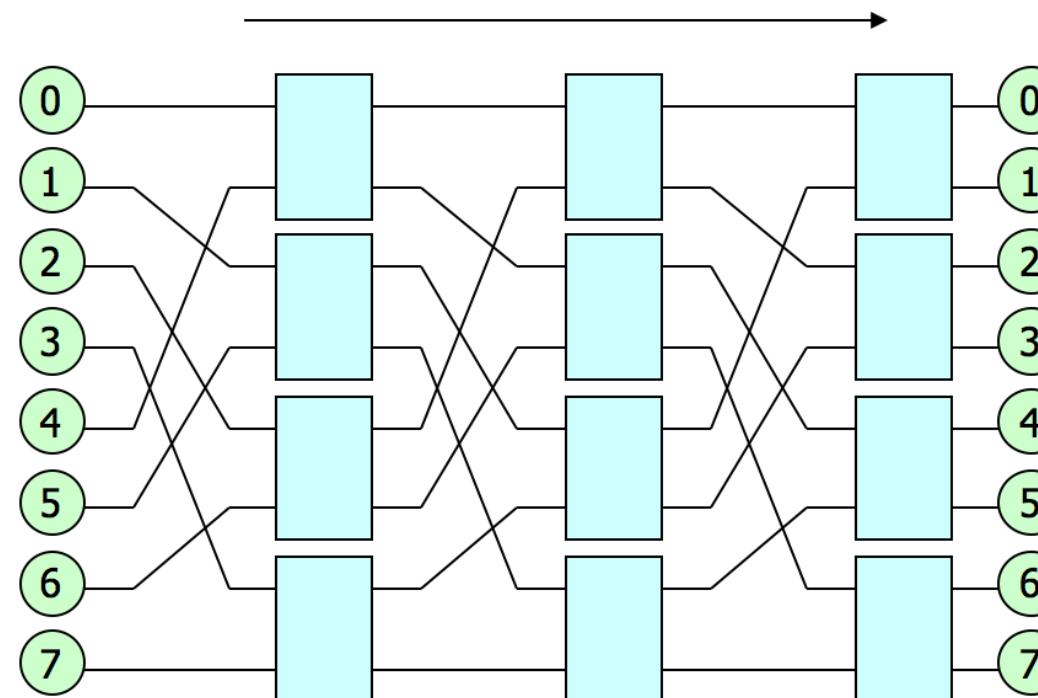
- Logica di switching completamente centralizzata
 - Costo elevato dovuto al numero di switching points
 - La complessità della matrice cresce quadraticamente con il numero di porte di input/output ports, N , i.e., cresce come $O(N^2)$
 - Ha la proprietà di essere *non-blocking*



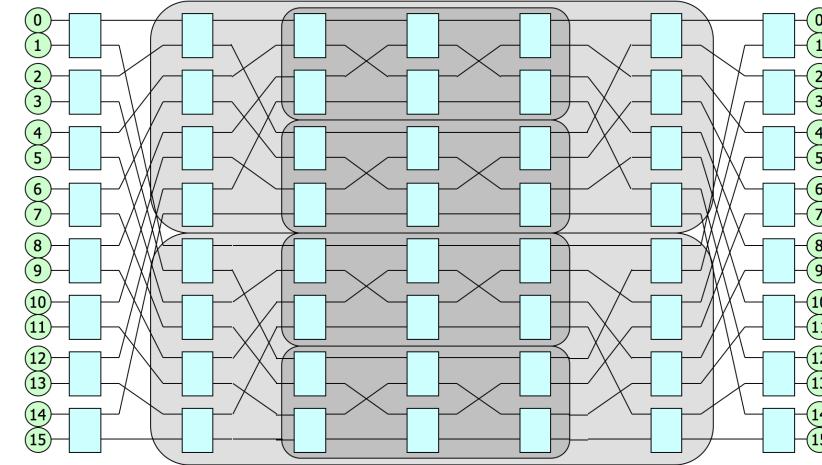
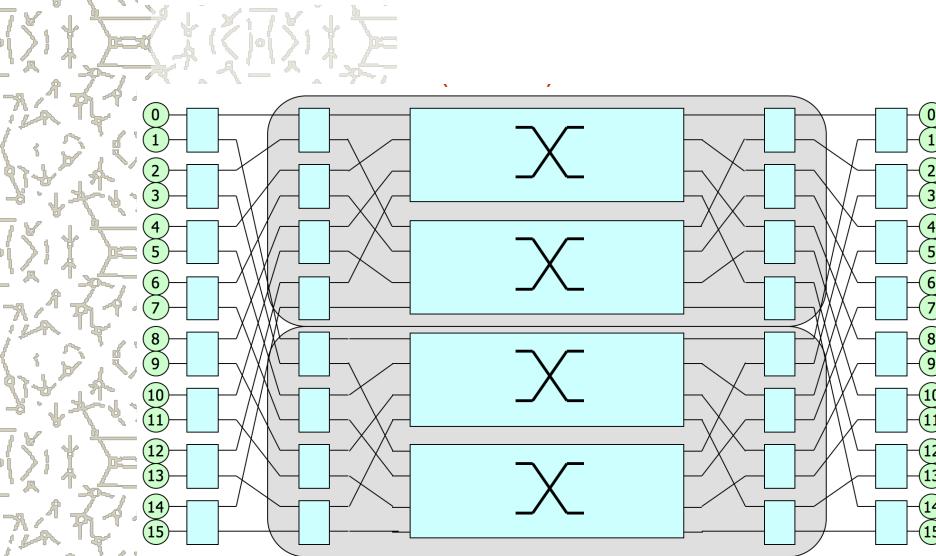
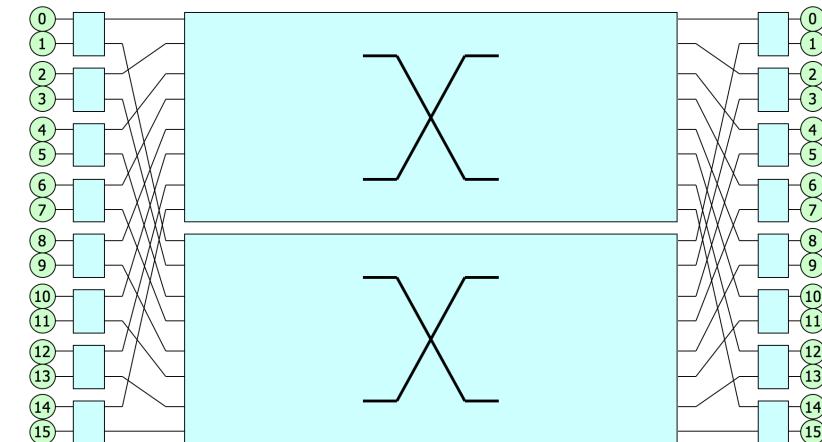
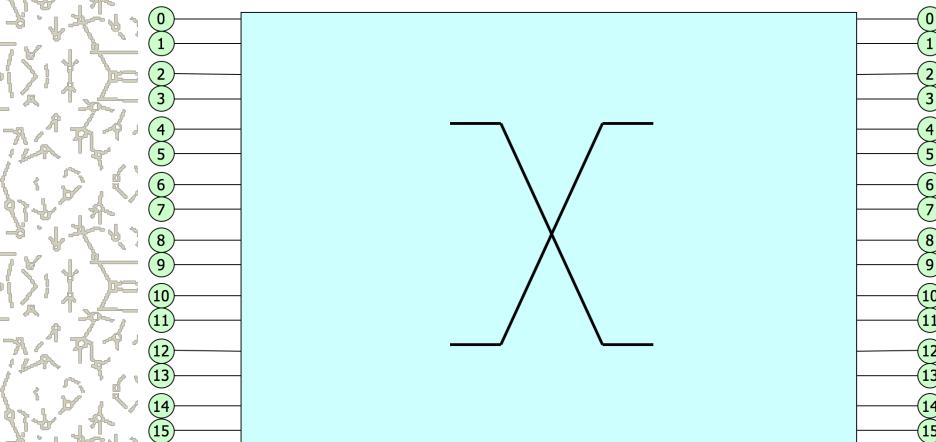
Logica distribuita multistadio

- **Multistage interconnection network (MIN)**

- Crossbar spezzata in diversi stadi che consistono di crossbars più piccole
 - La complessità cresce come $O(N \times \log N)$, dove N è il numero di porte
 - Le connessioni Inter-stadio sono rappresentate da un insieme di funzioni di permutazione



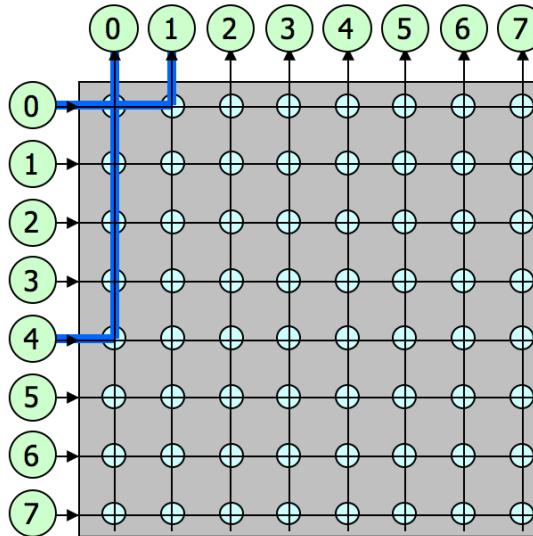
Riduzione della complessità



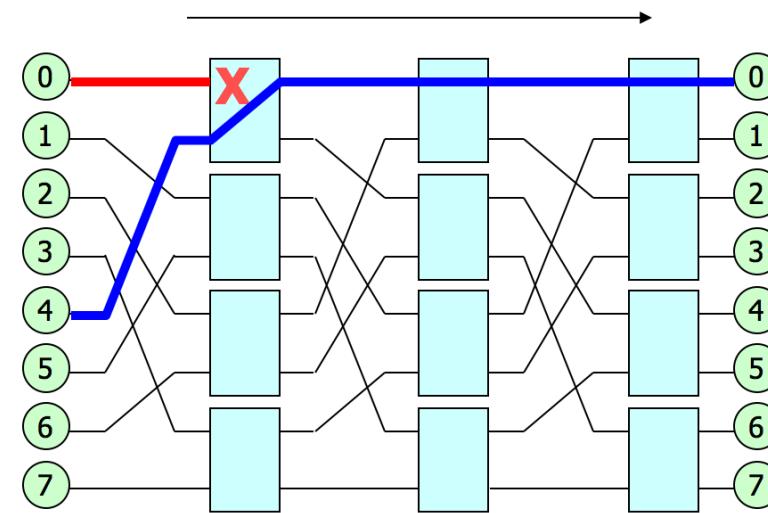
- E' possibile ridurre la complessità distribuendo la commutazione su multipli elementi più semplici che operano a vari livelli o stadi

Blocco e contesa

- Riduzione del numero di switching points a discapito delle prestazioni
 - La topologia diventa potenzialmente *blocking*
 - Possono verificarsi fenomeni di *Contesa* in presenza di cammini dove differenti origini e destinazioni condividono uno o più linee



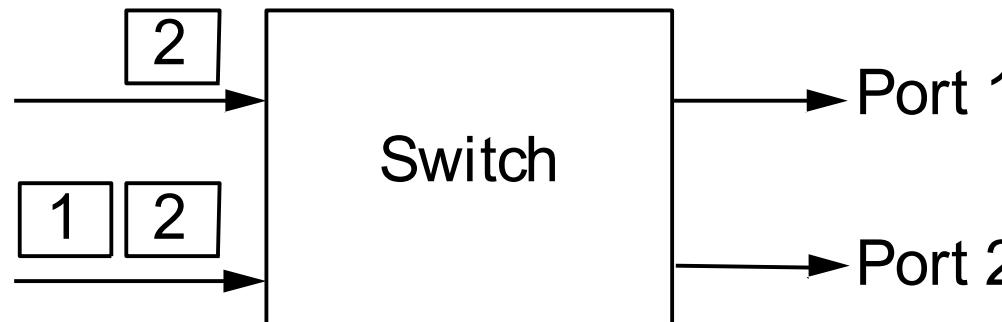
non-blocking topology



blocking topology

Bufferizzazione

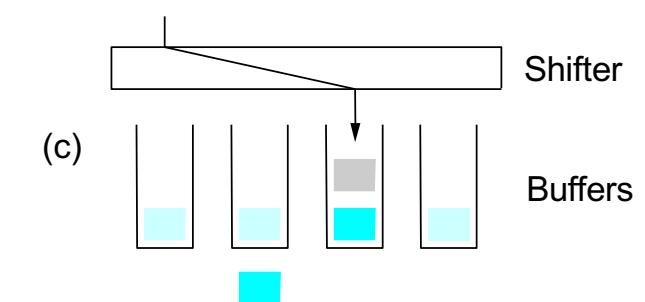
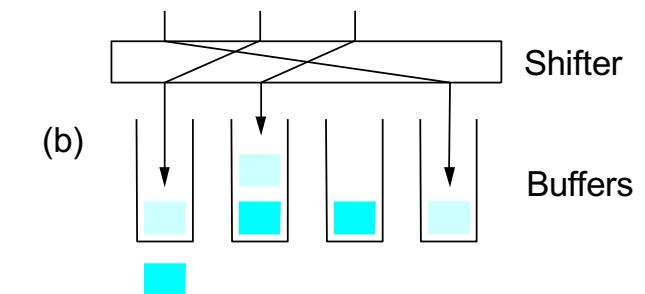
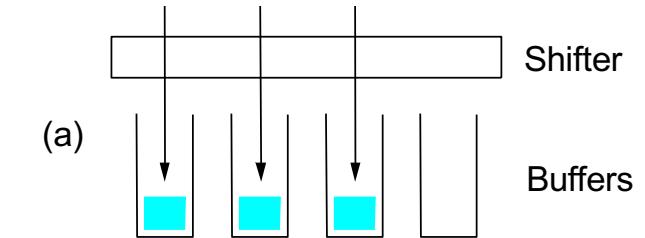
- Può ridurre il throughput (fino al 59% quando gli arrivi sono uniformemente distribuiti).
- È fondamentale per gestire la **QoS** (non si può sempre usare FIFO o RR)
- È indispensabile in presenza di possibili contese
 - Porte di input (contesa sulla fabric)
 - fabric buffers interni (contesa sulle output ports)
 - Porte di output (contesa sui links)

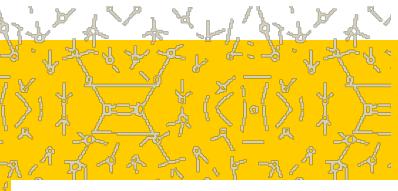


Bufferizzazione

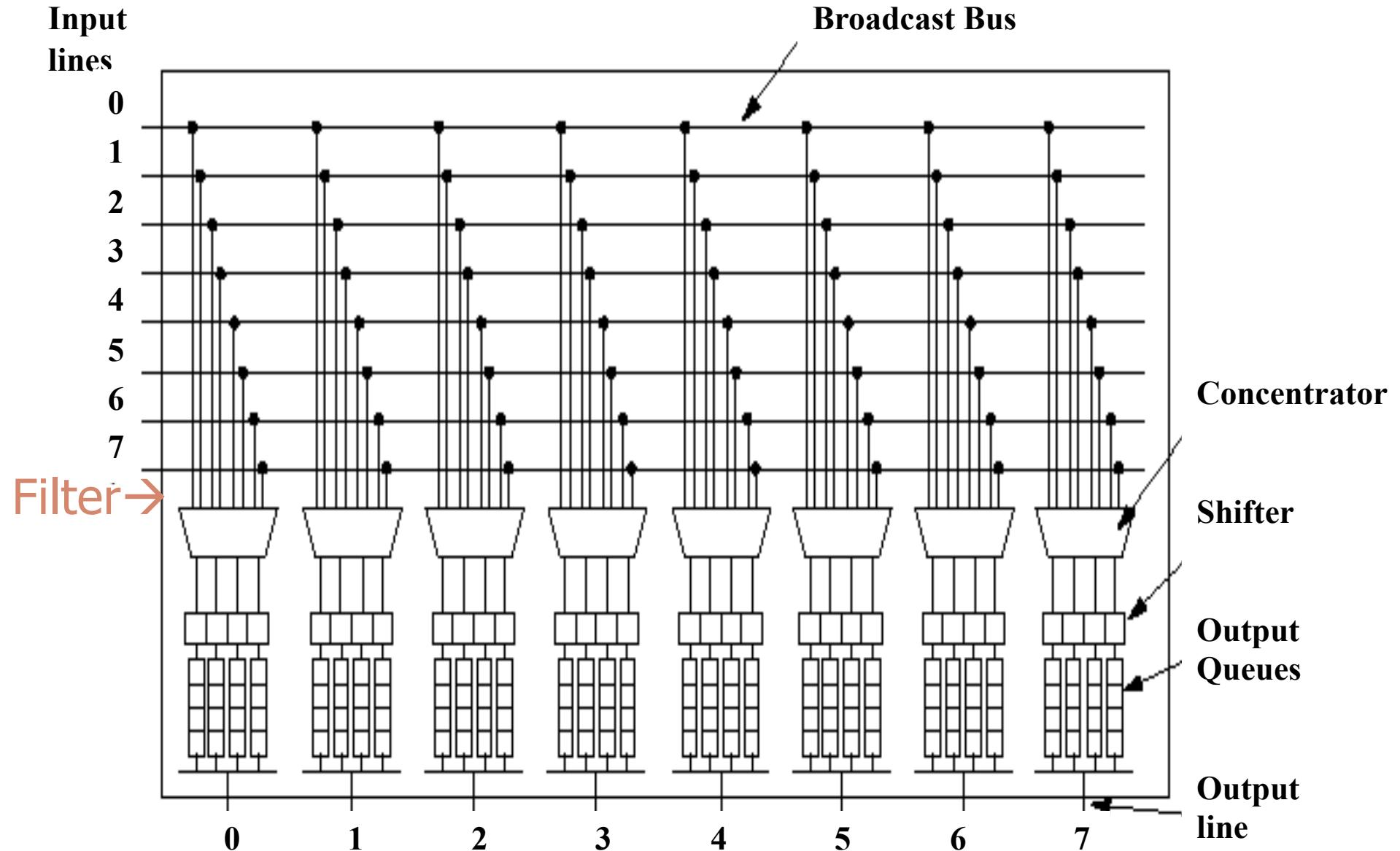
- Ogni porta di output ha un buffer dedicato
 - I Buffers avengono riempiti in logica round-robin (da uno **shifter**)
 - L'ordine di arrivo è preservato
 - A) 3 packets arrive
 - B) 3 packets arrive, 1 leaves
 - C) 1 packet arrives, 1 leaves.

Output Port Buffer per
Uno switch N-x-4

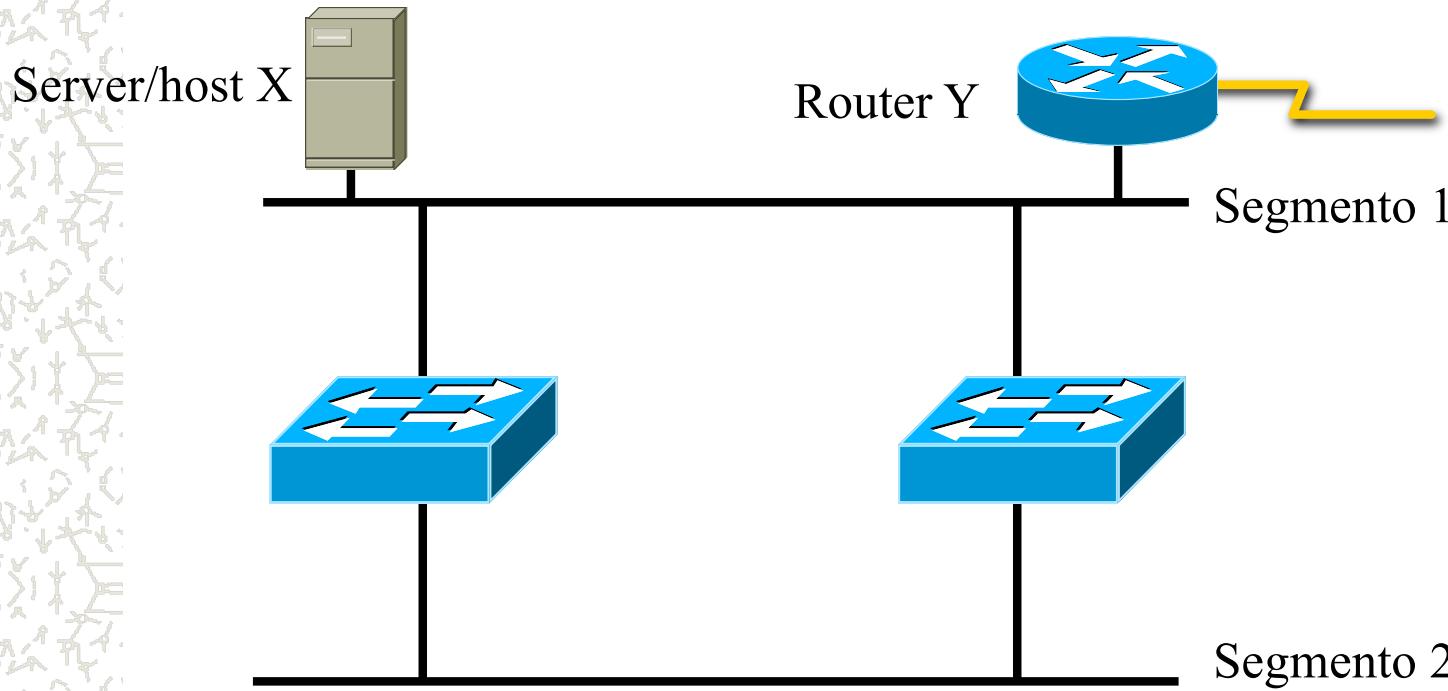




Crossbar Switch (Completo)

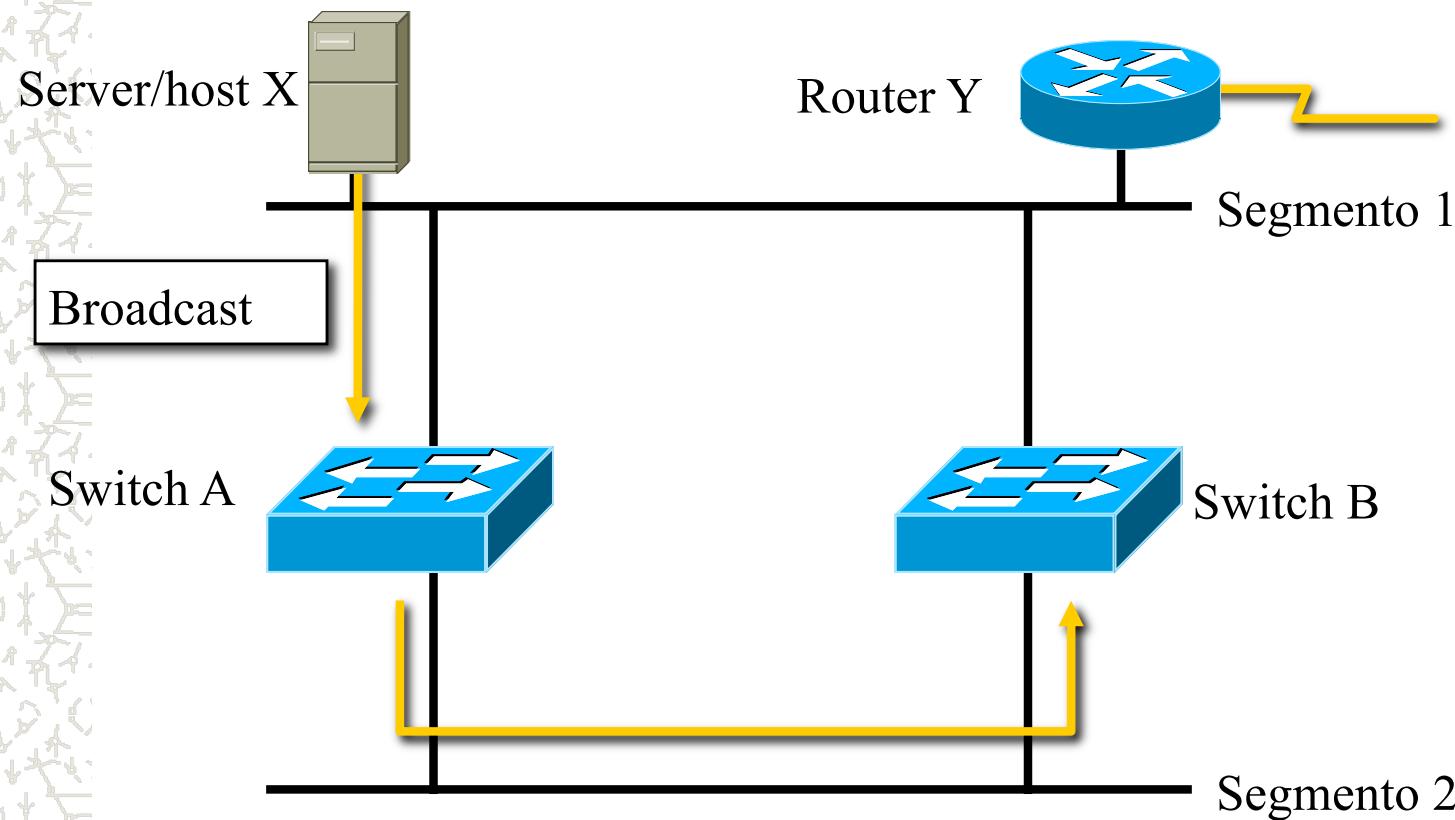


Topologie con ridondanza



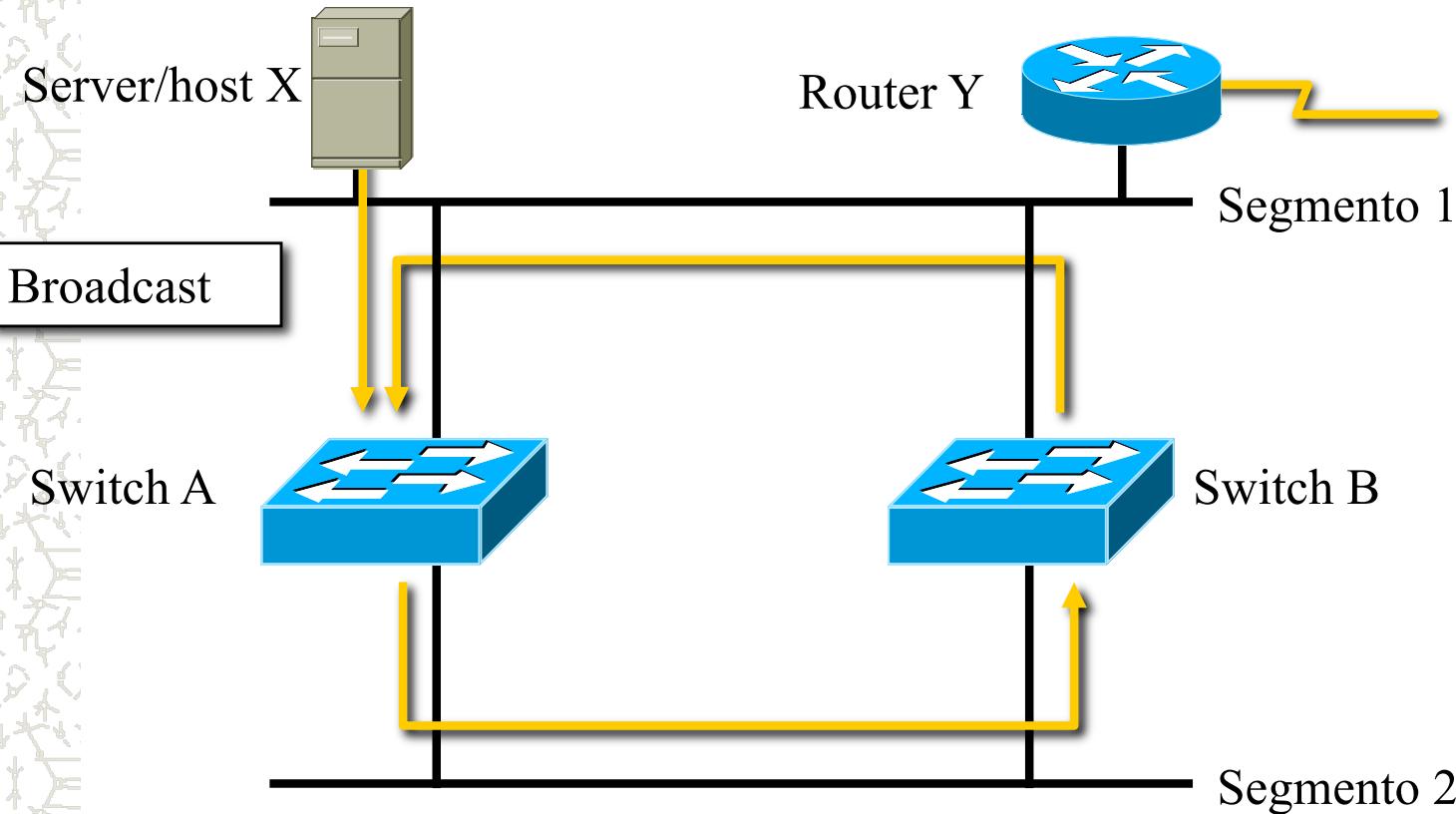
- Topologie Ridondanti eliminano i single points of failure
- In compenso possono essere causa di broadcast storms, trame ripetute e instabilità del MAC address database

Il problema dei broadcast storm



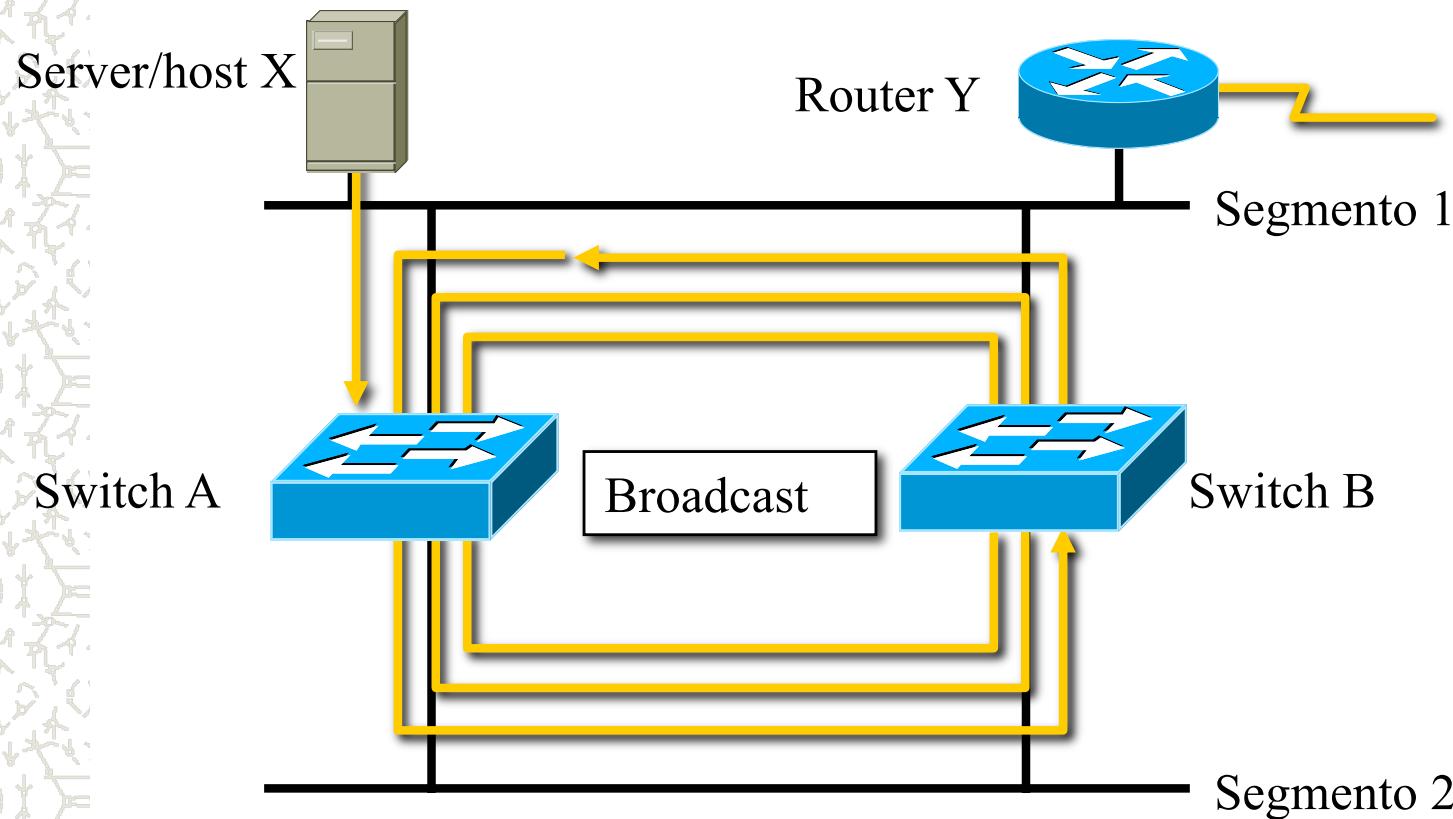
- L'Host X invia un Broadcast

Il problema dei broadcast storm



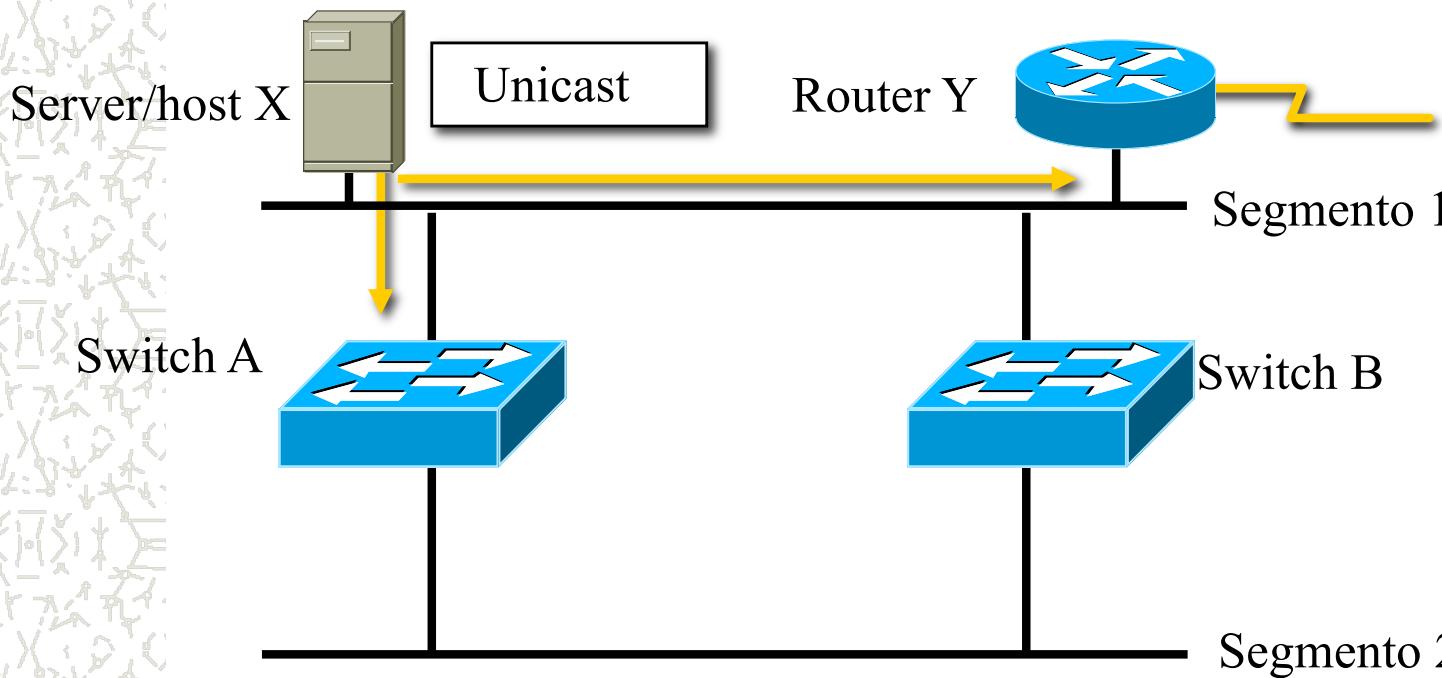
- Lo switch A replica il Broadcast su tutte le sue porte (anche quella verso lo switch B)
- Lo switch B replica il Broadcast su tutte le sue porte (anche quella verso lo switch A)
- Il Broadcast ritorna ad A

Il problema dei broadcast storm



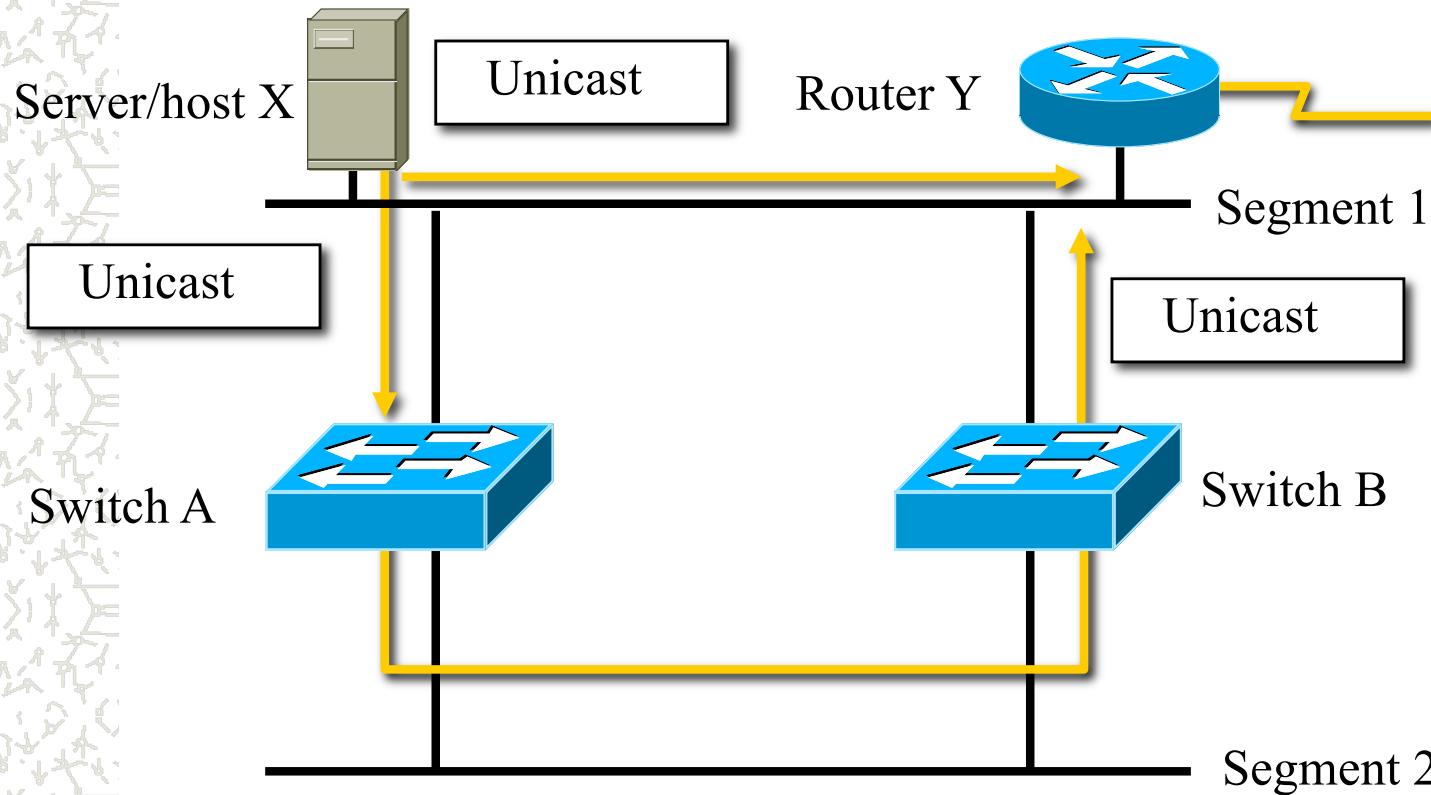
- Gli switches continuano a rigenerare e propagare I broadcast all'infinito (Broadcast Storm)

Replicazione di trama



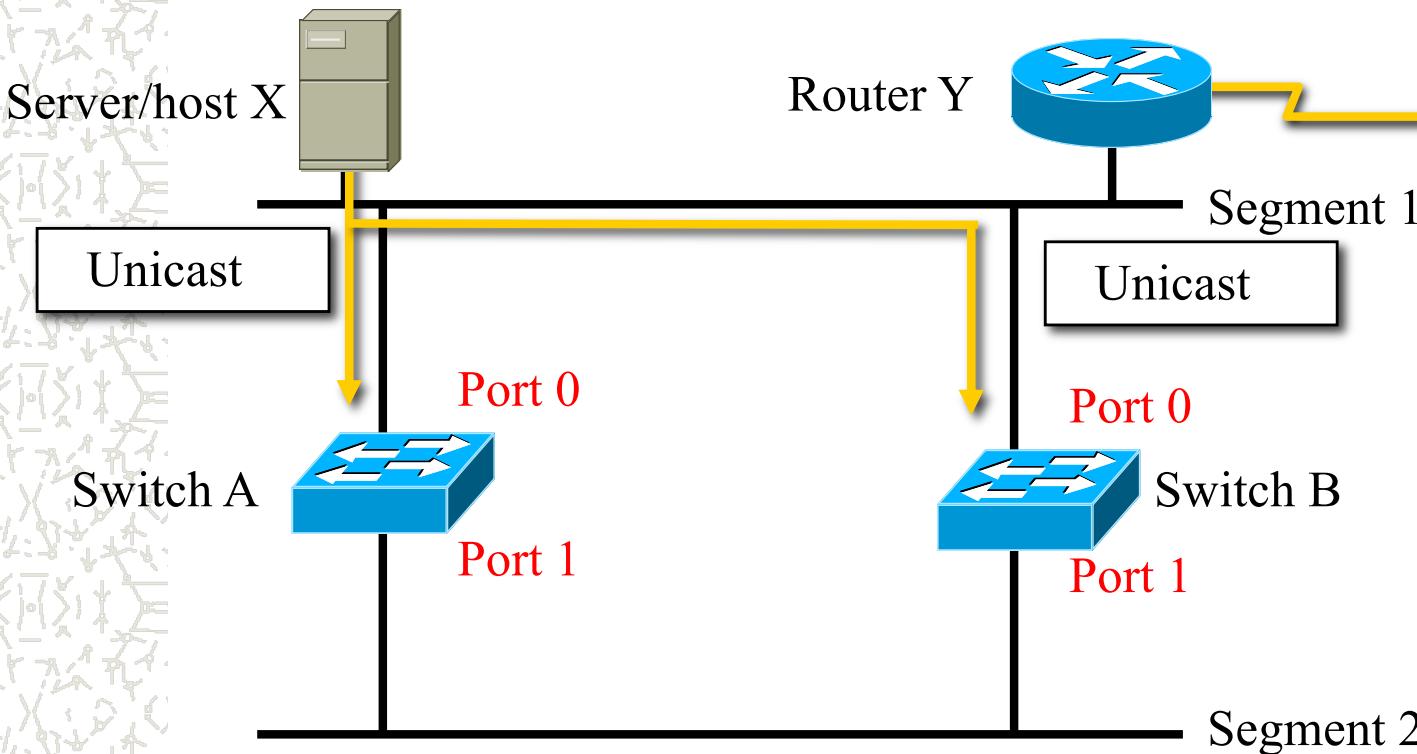
- L'host X invia una trama unicast al router Y
- L'indirizzo MAC del Router Y non è stato “imparato” da nessuno dei 2 switches

Replicazione di trama



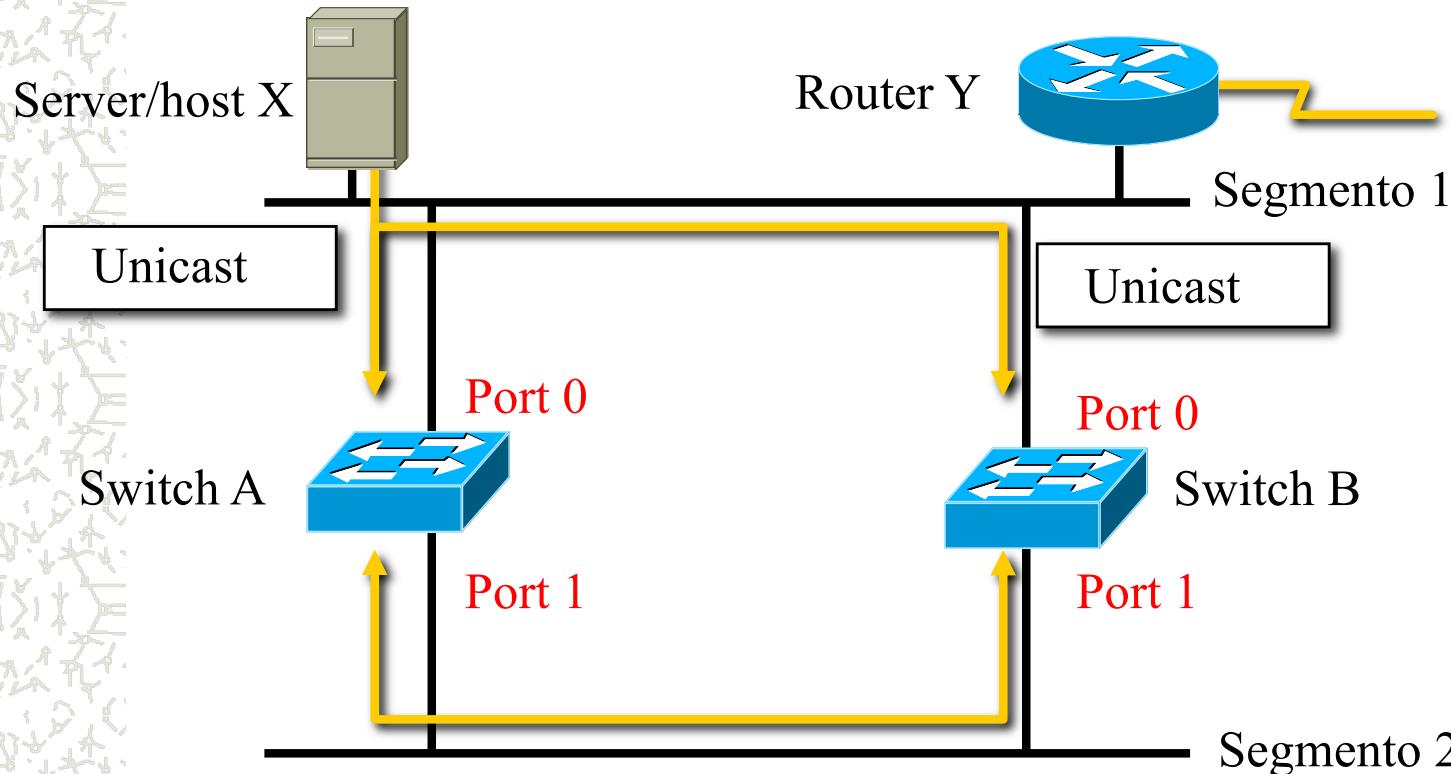
- Entrambi gli switch inviano il messaggio su tutte le porte
- Il Router Y riceve 2 copie della medesima trama

Instabilità del MAC address database



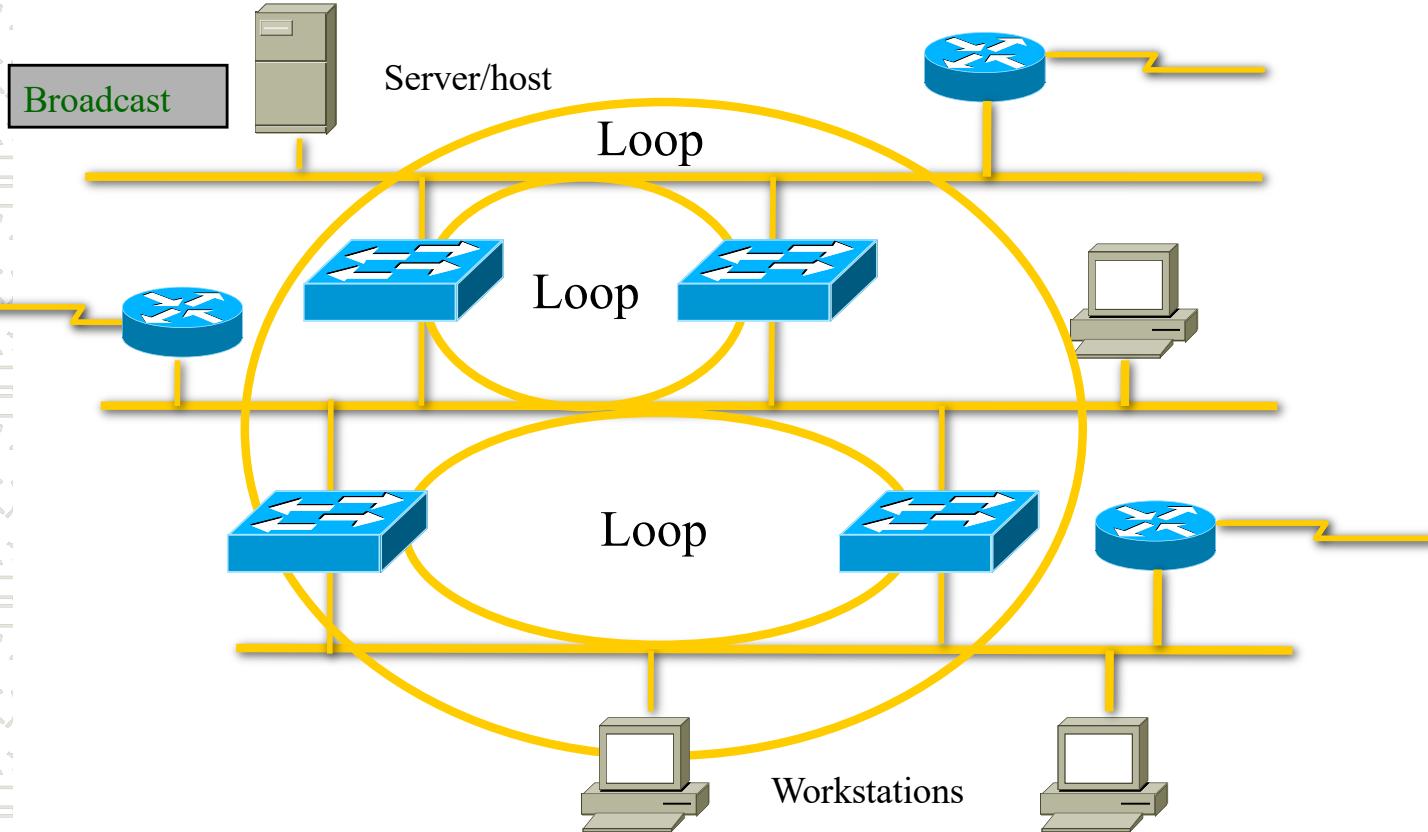
- L'host X invia una trama unicast al router Y
- L'indirizzo MAC del Router Y non è stato "imparato" da nessuno dei 2 switches
- Gli Switch A and B vedono il MAC address di X sulla porta 0

Instabilità del MAC database



- La trama diretta al router Y è inviata a tutte le porte
- Gli switch A and B vedono in maniera non corretta il MAC address di X sulla porta 1

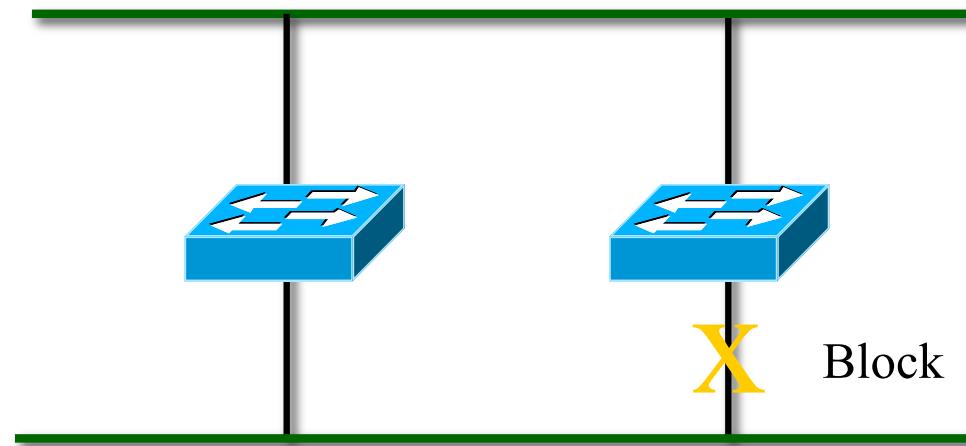
Problema di loops multipli



- Topologie più complesse possono causare loop multipli
- Il Layer 2 non dispone di meccanismi per bloccare i loop

Soluzione: Spanning-Tree Protocol

I Bridge comunicano tra loro e sovrappongono alla topologia fisica una virtuale esente da cicli (sottoinsieme di quella fisica) che forma uno spanning-tree.

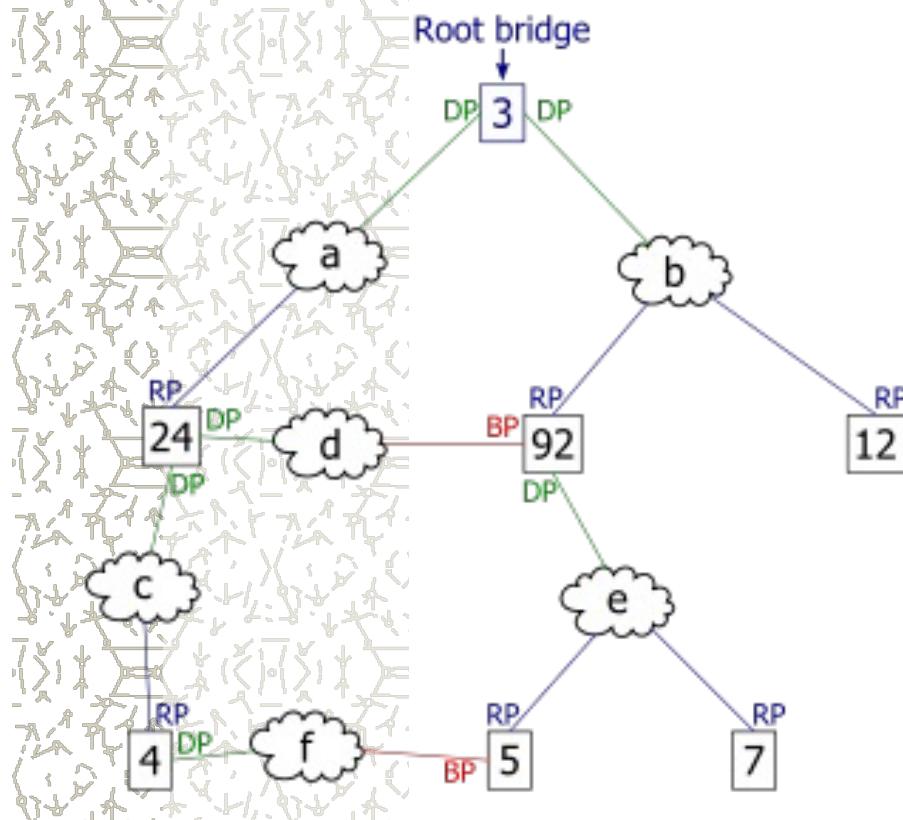


Rende una topologia ridondante “loop free” mettendo in stato di blocco alcune porte

Soluzione: Spanning-Tree Protocol

L'algoritmo funziona come segue:

- 1 Seleziona un root bridge
- 2 Determinare il percorso meno costoso da ciascun bridge/rete a root bridge
- 3 Disabilitare i link inutilizzati



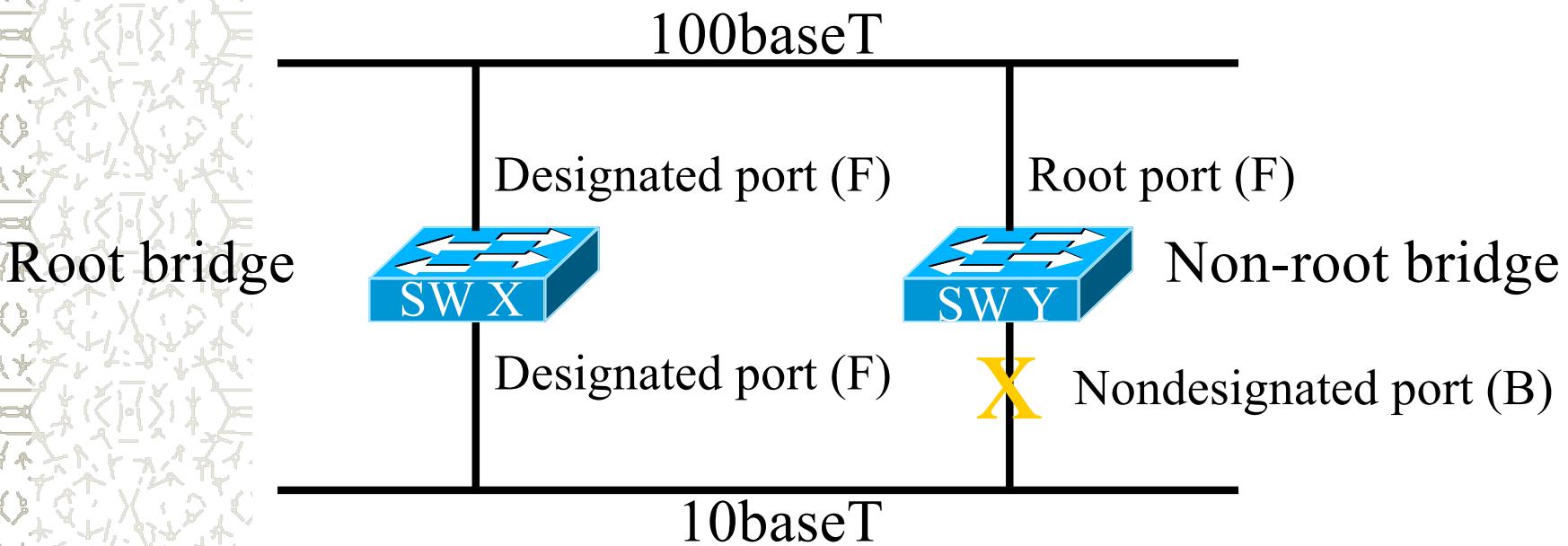
L'amministratore di sistema assegna ad ogni bridge una priorità. Il bridge con la priorità più bassa è il root bridge. In caso di stessa priorità, il bridge con l'indirizzo MAC più basso è selezionato.

Spanning Tree: funzionamento

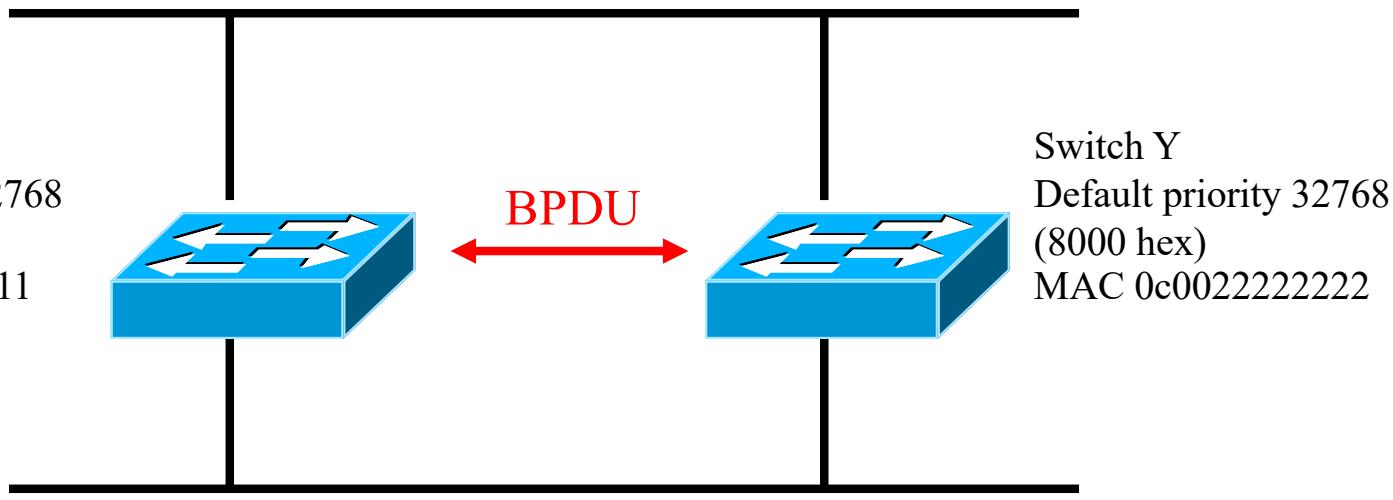
Un *root bridge* per network (radice dell'albero)

Una *root port* per *non-root bridge* (uplink verso radice)

Una *designated port* per segmento



Spanning Tree: selezione root bridge



BPDU = Bridge protocol data unit
(default = inviata ogni 2 seconds)

Root bridge = Bridge col più basso bridge ID

Bridge ID = Bridge priority + bridge MAC address

Bridge Protocol Data Unit (BPDU)

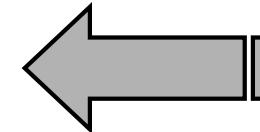
Bytes	Field
2	Protocol ID
1	Version
1	Message Type
1	Flags
8	Root ID
4	Cost of Path
8	Bridge ID
2	Port ID
2	Message Age
2	Maximum Time
2	Hello Time
2	Forward Delay

La BPDU trasporta le informazioni necessarie per:

- Eleggere il root bridge
- Localizzare i loops
- Bloccare le porte per evitare i loops
- Notificare i cambi di topologia
- Monitorare lo stato dello spanning tree

Selezione Root Bridge

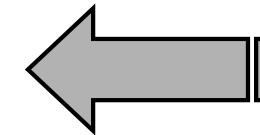
Bytes	Field
2	Protocol ID
1	Version
1	Message Type
1	Flags
8	Root ID
4	Cost of Path
8	Bridge ID
2	Port ID
2	Message Age
2	Maximum Time
2	Hello Time
2	Forward Delay



Alla partenza:
Bridge ID = Root ID

Root Association

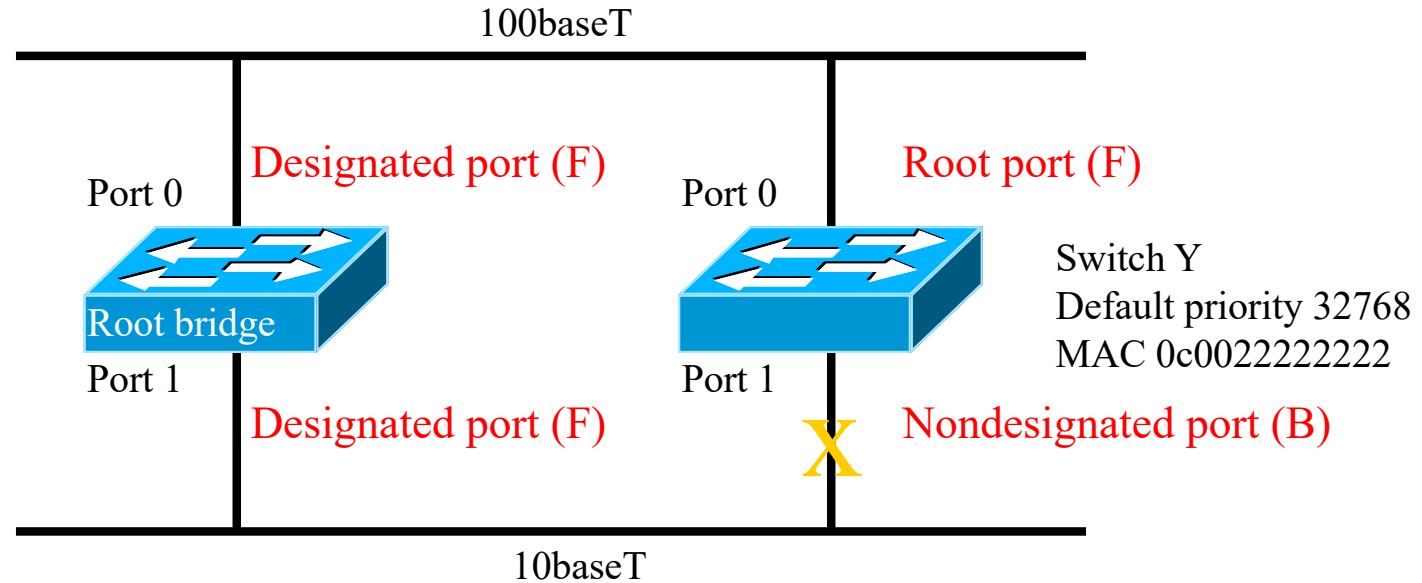
Bytes	Field
2	Protocol ID
1	Version
1	Message Type
1	Flags
8	Root ID
4	Cost of Path
8	Bridge ID
2	Port ID
2	Message Age
2	Maximum Time
2	Hello Time
2	Forward Delay



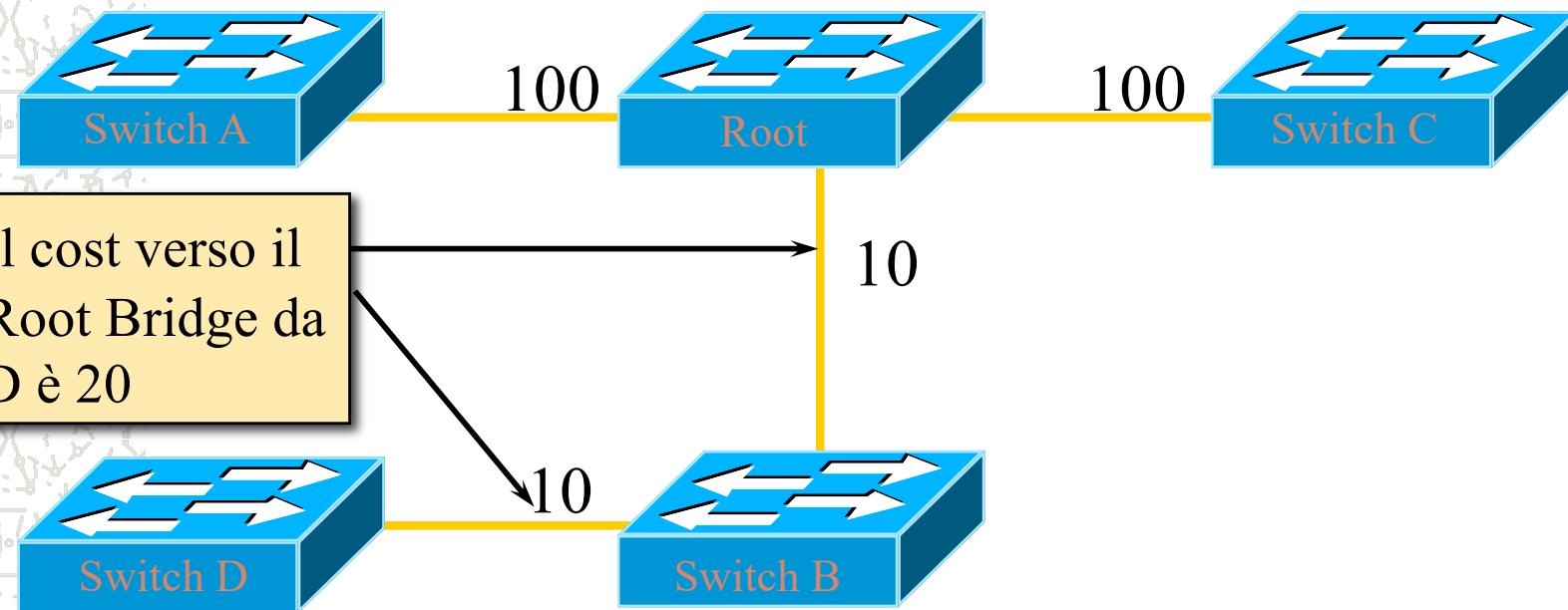
Qual'è il cammino più
breve verso il Root
Bridge?

Spanning Tree: Port

Switch X
Default priority 32768
MAC 0c0011111111



Calcolo del costo Path



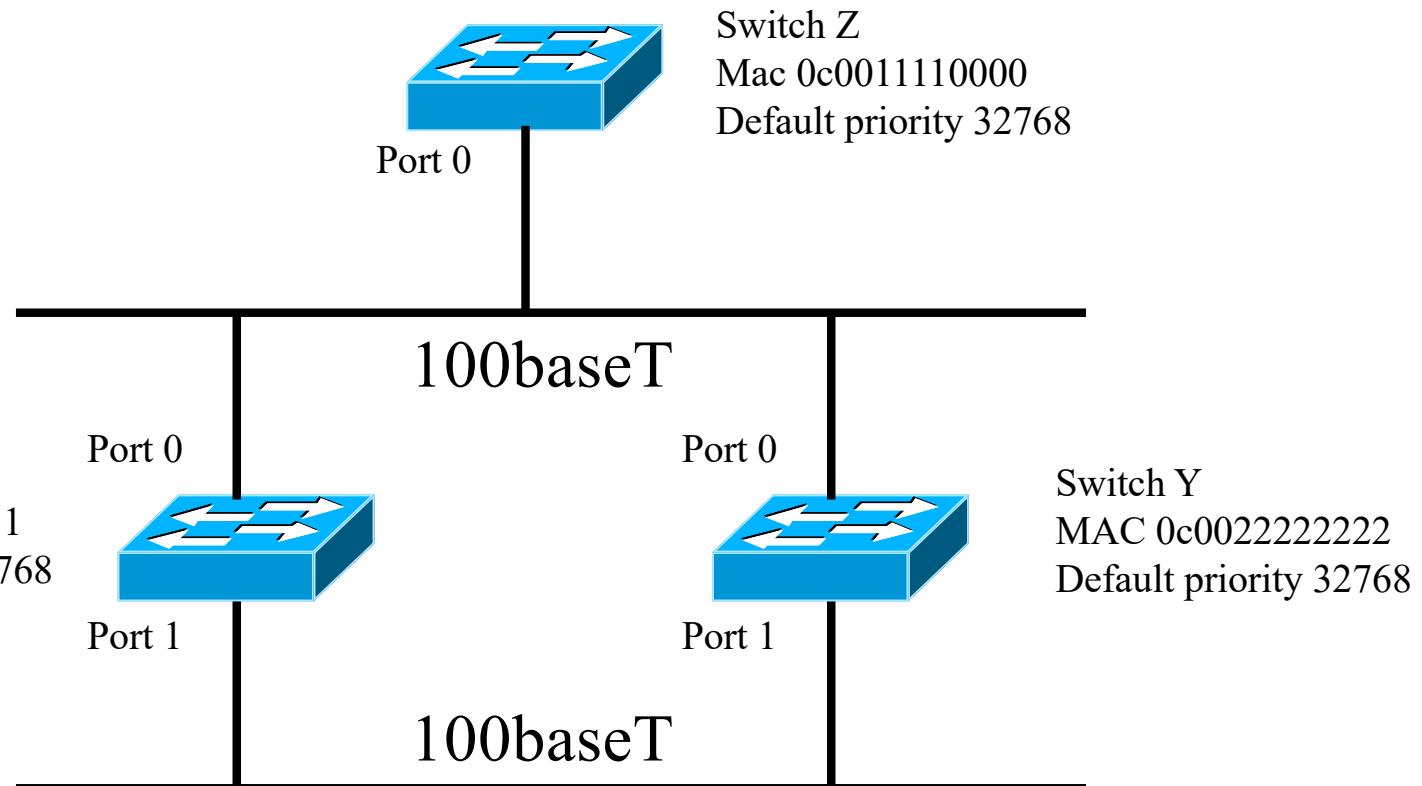
- Il costo è funzione della banda su ogni link e determinato su ciascun path come la somma dei link attraversati da origine a destinazione
- Può essere opportunamente cambiato su ciascuna porta

Spanning Tree: cost path

Link Speed	Cost (reratify IEEE spec)	Cost (previous IEEE spec)
10 Gbps	2	1
1 Gbps	4	1
100 Mbps	19	10
10 Mbps	100	100

Spanning Tree: funzionamento

Switch X
MAC 0c0011111111
Default priority 32768

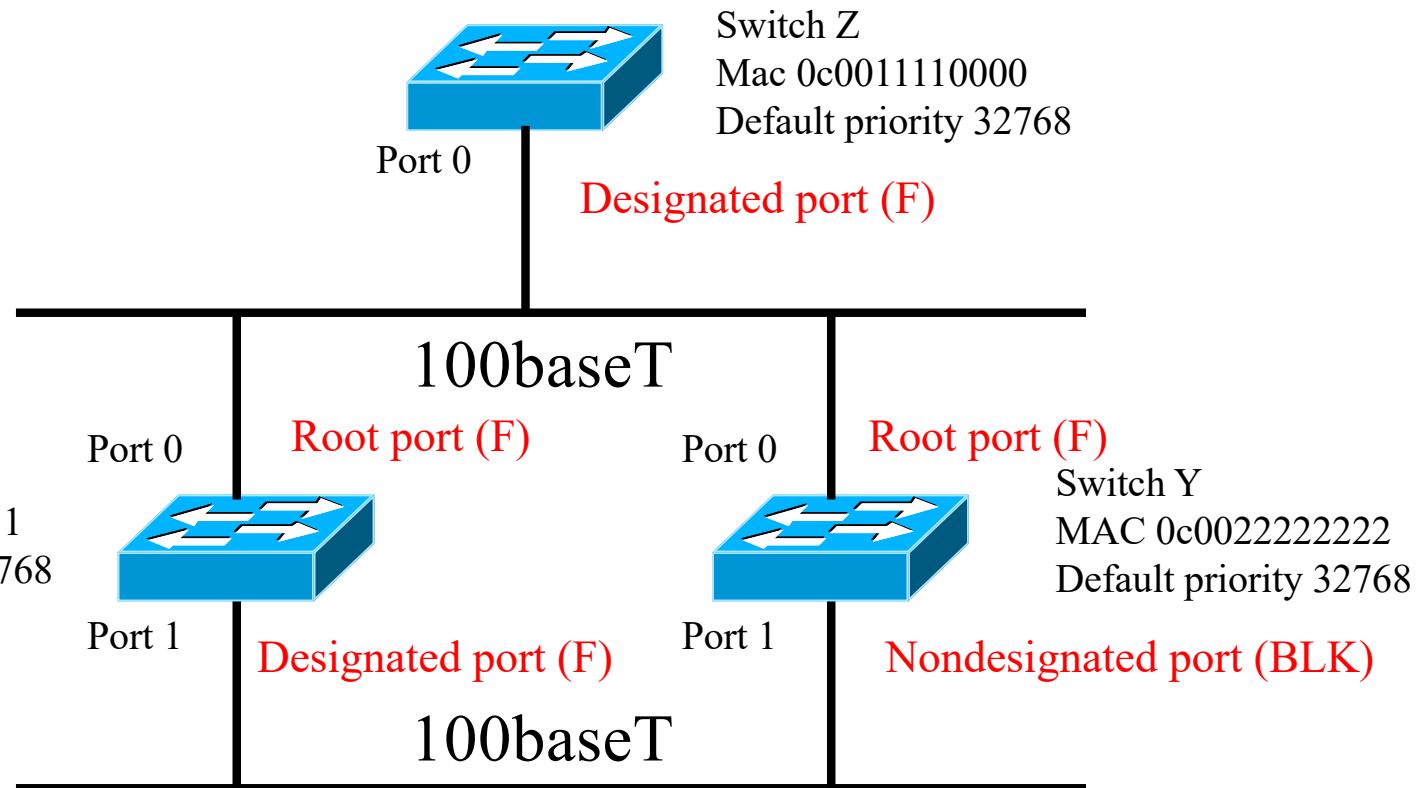


Esercizio:

- Qual'è il root bridge?
- Quali sono le designated, nondesignated, e root ports?
- Quali sono le porte che vanno in forwarding o in blocking?

Spanning Tree: funzionamento

Switch X
MAC 0c0011111111
Default priority 32768



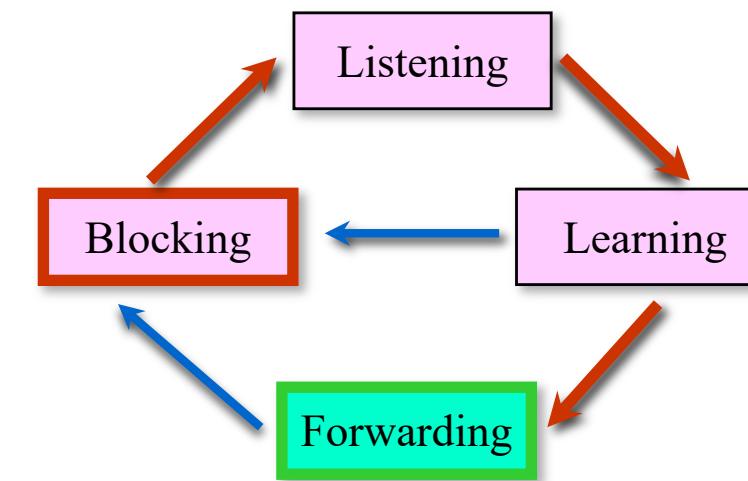
Esercizio:

- Qual'è il root bridge?
- Quali sono le designated, nondesignated, e root parts?
- Quali sono le porte che vanno in forwarding o in blocking?

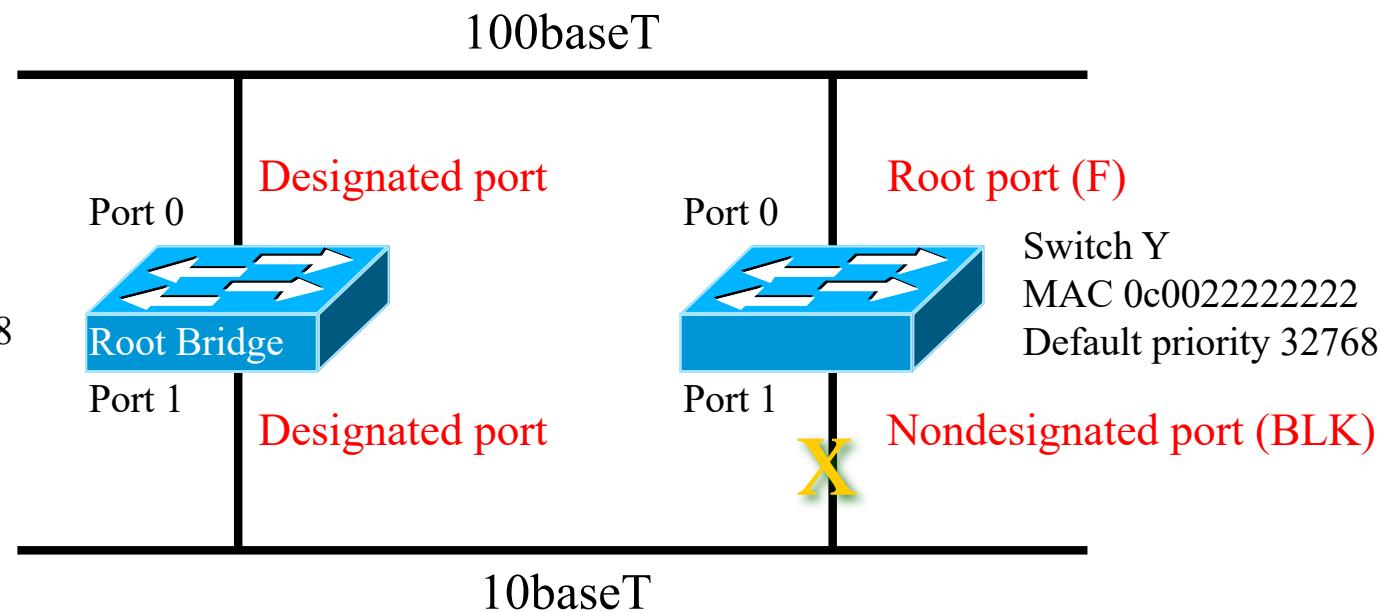
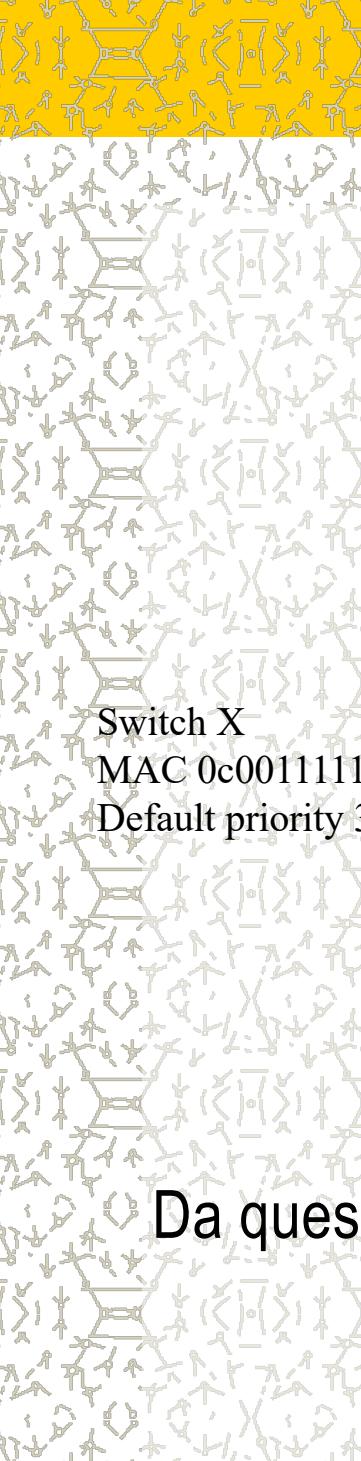
Spanning Tree: stati per Port

Nello Spanning-tree ogni porta transita attraverso 4 differenti stati:

Blocking
↓
Listening
↓
Learning
↓
Forwarding



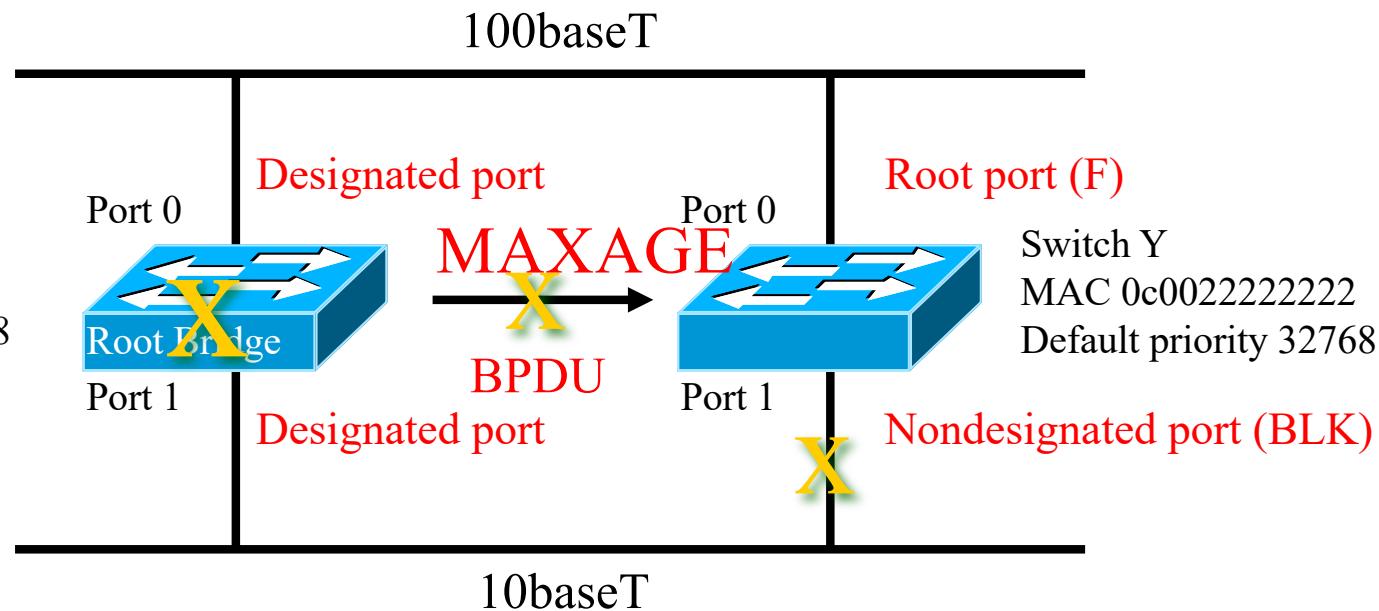
Spanning Tree: ricalcolo



Da questa situazione di partenza ...

Spanning Tree: ricalcolo

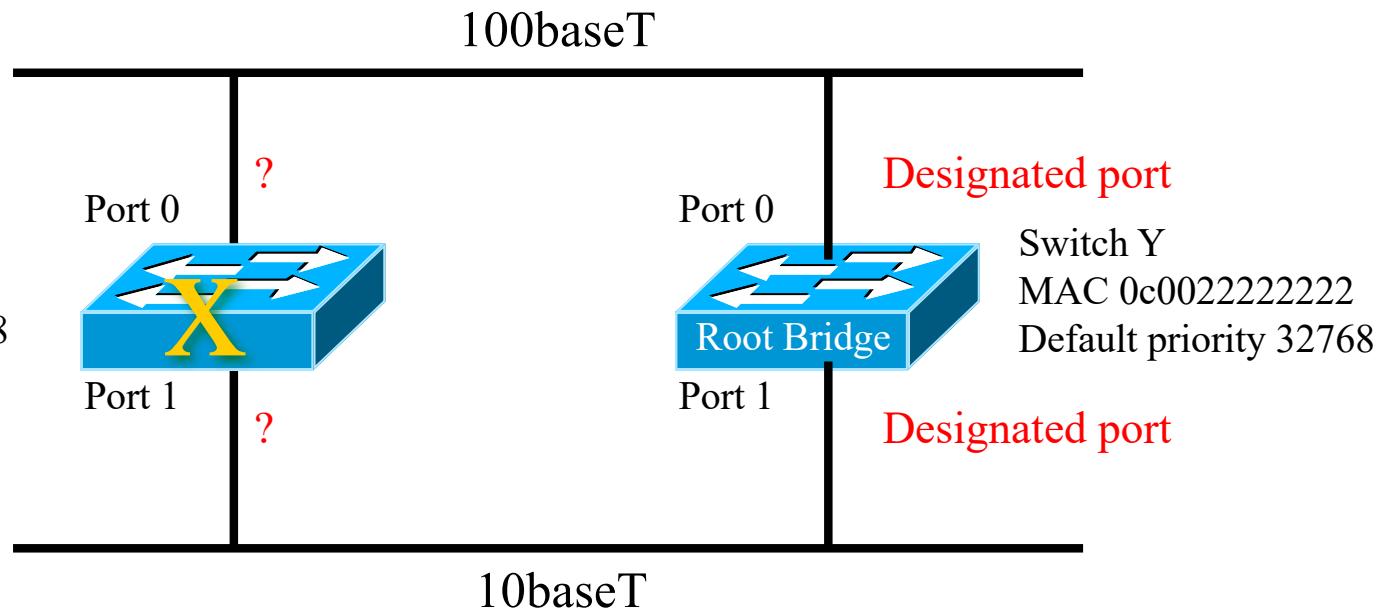
Switch X
MAC 0c0011111111
Default priority 32768



- Il root bridge va fuori servizio
- Il non-root bridge non riceve BPDU per più di MAXAGE secondi

Spanning Tree: ricalcolo

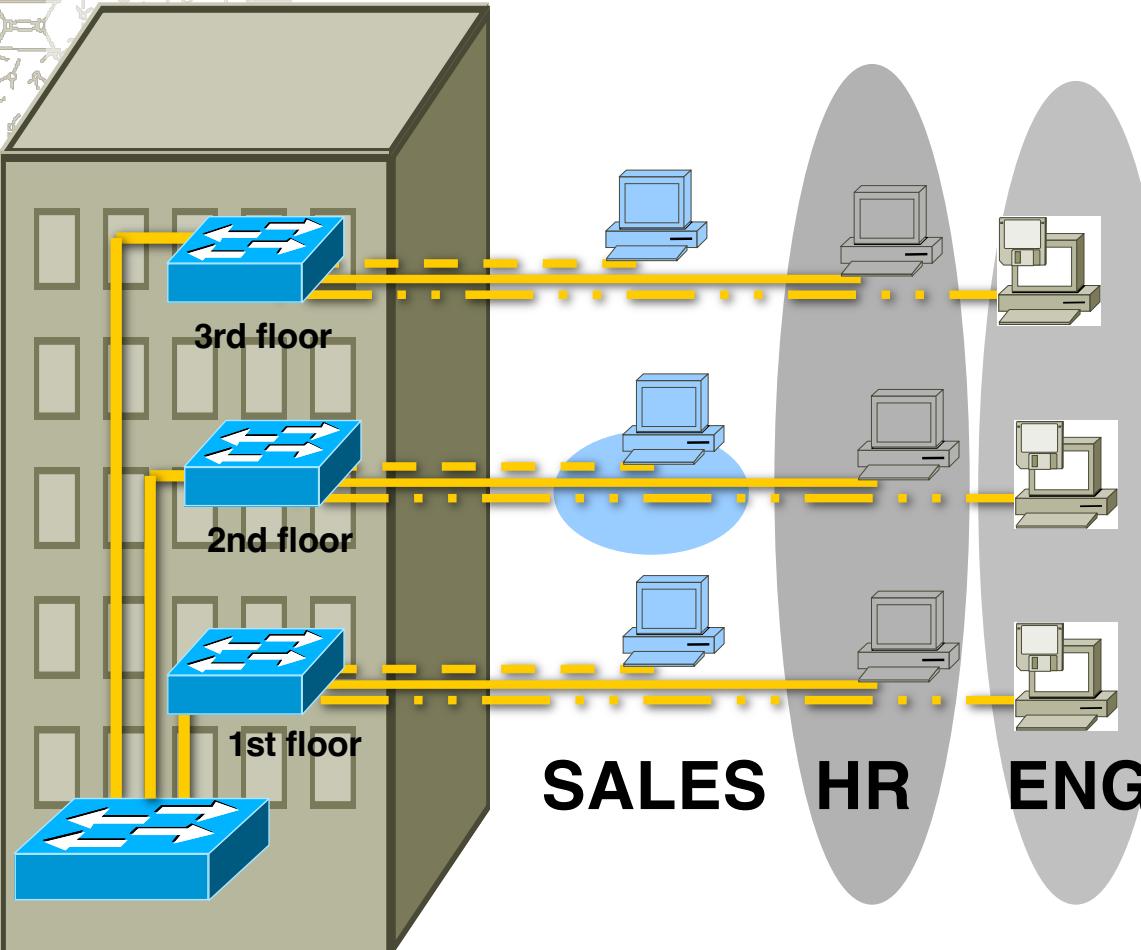
Switch X
MAC 0c0011111111
Default priority 32768



- B diventa root bridge
- La port 1 va in forwarding (si sblocca) e diventa designated port

Virtual LANs (VLAN)

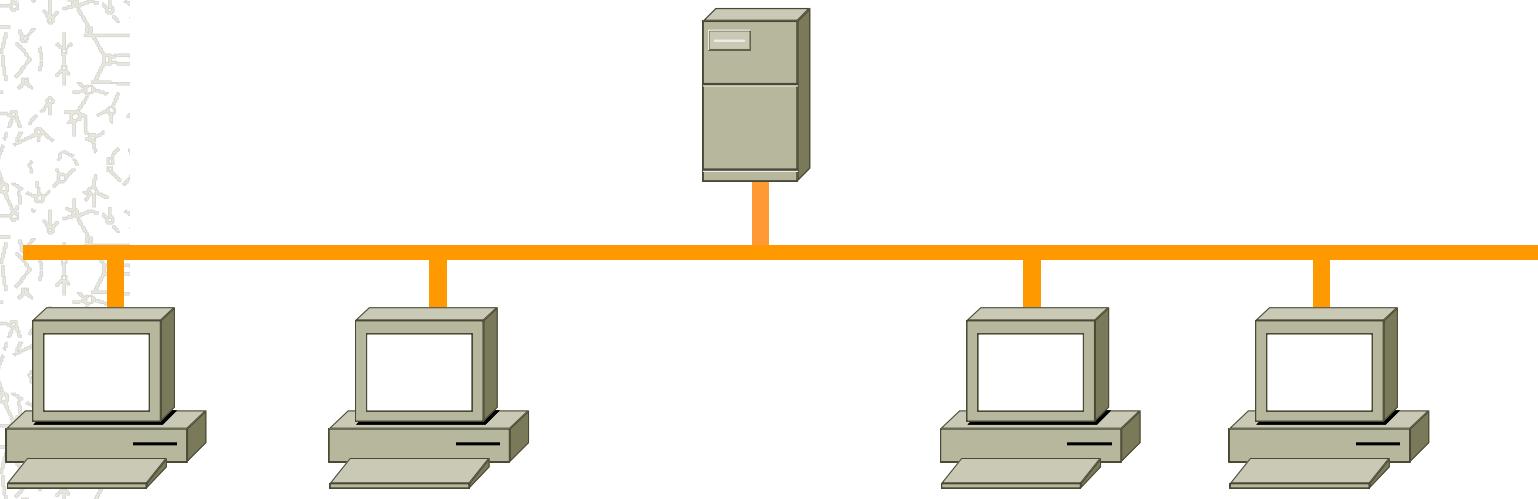
VLAN = dominio di broadcast = Rete Logica(subnet)



- Segmentazione
- Flessibilità
- Sicurezza

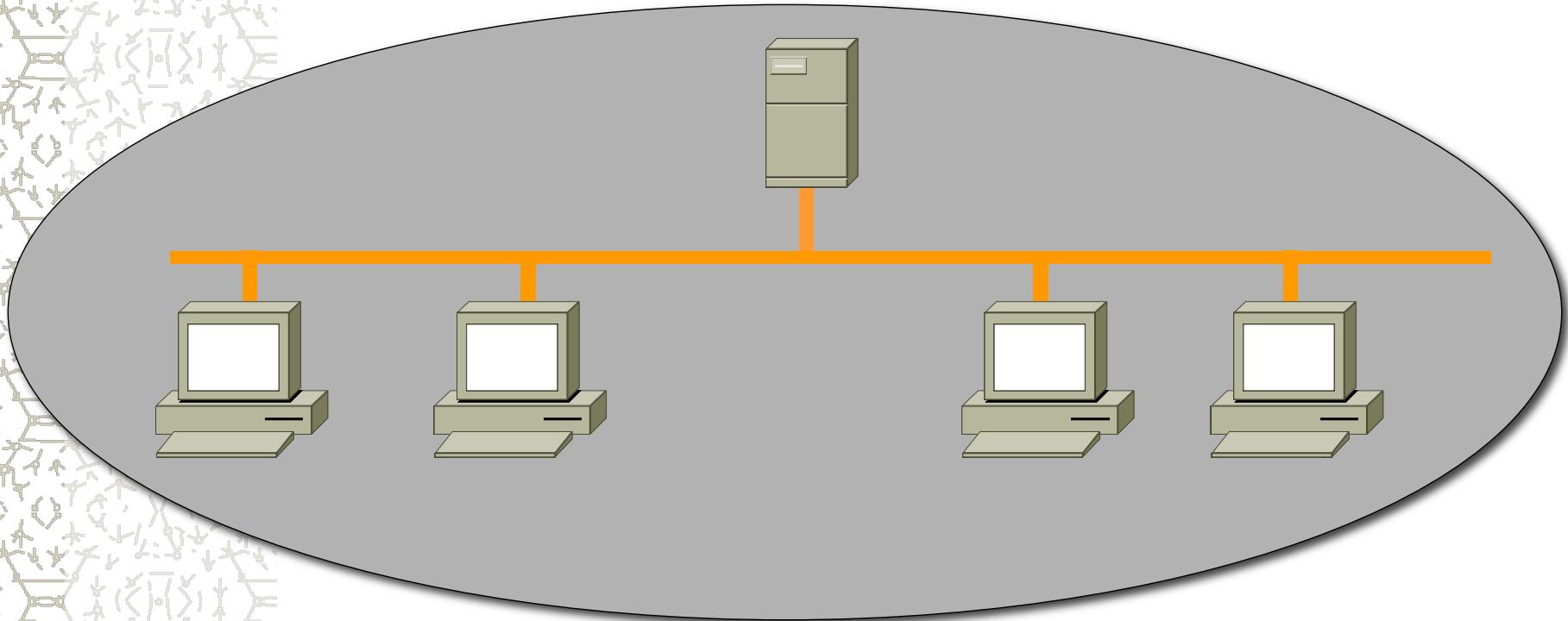
LAN che riflettono la struttura dell'azienda e non la disposizione spaziale dei computer, per ragioni di sicurezza, di carico di rete e per il dominio broadcast.

Dominio di Broadcast



In una rete flat ogni dispositivo vede ogni pacchetto trasmesso.
Se una scheda di rete si rompe o è configurata male, inizia a generare traffic broadcast in continuo, risultando in un broadcast storm.

VLANs

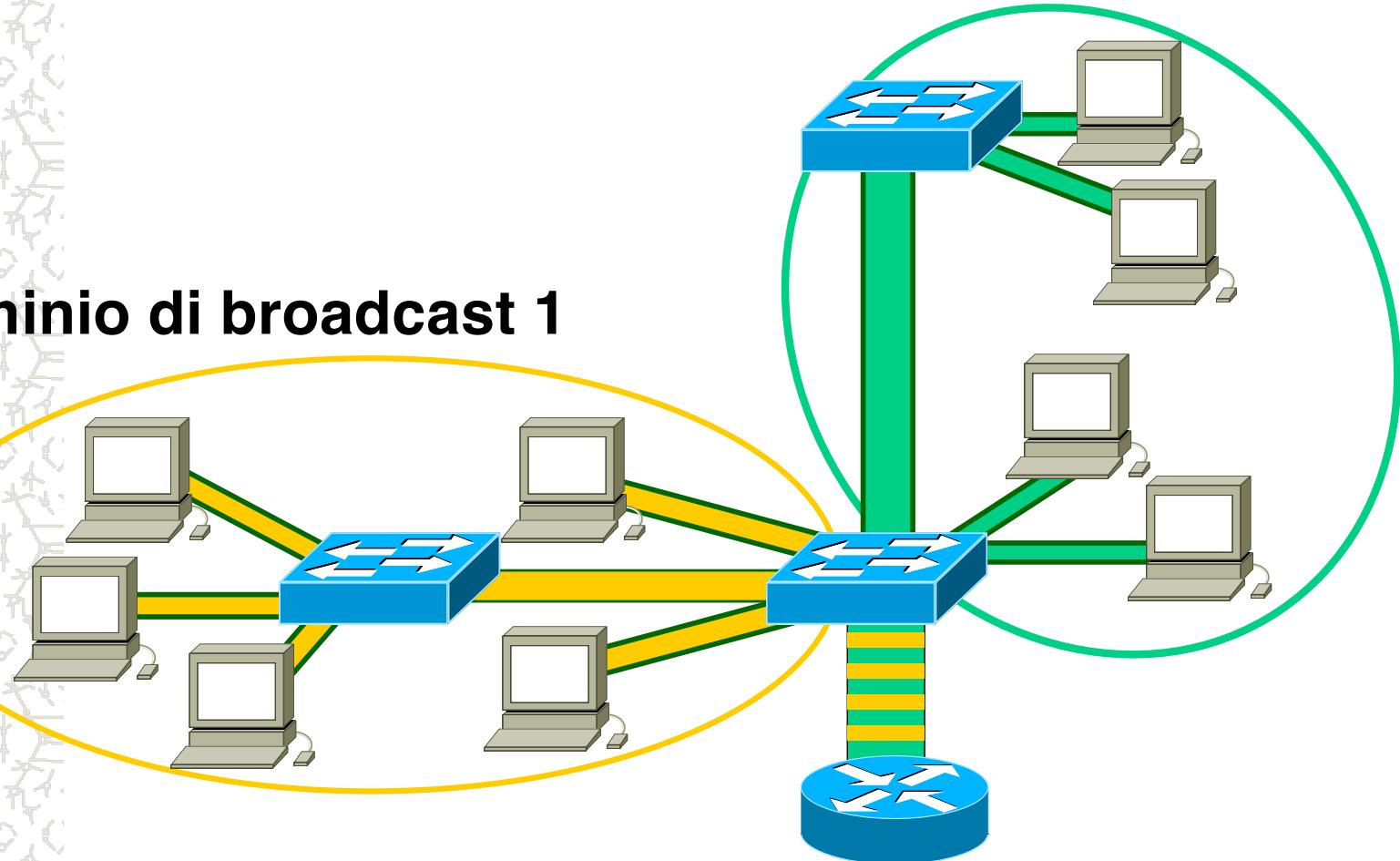


Una VLAN individua un dominio di broadcast

VLANs e domini di broadcast

dominio di broadcast 2

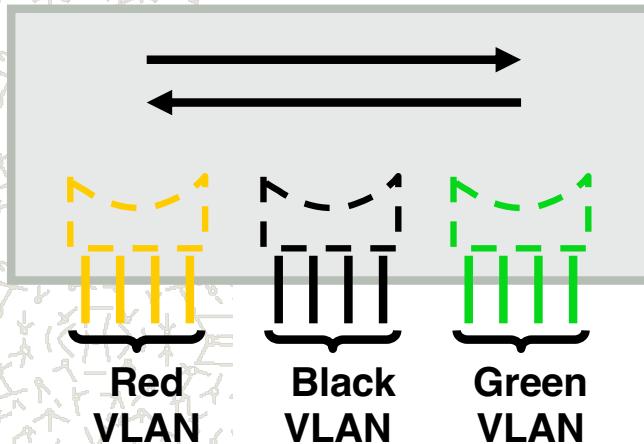
dominio di broadcast 1



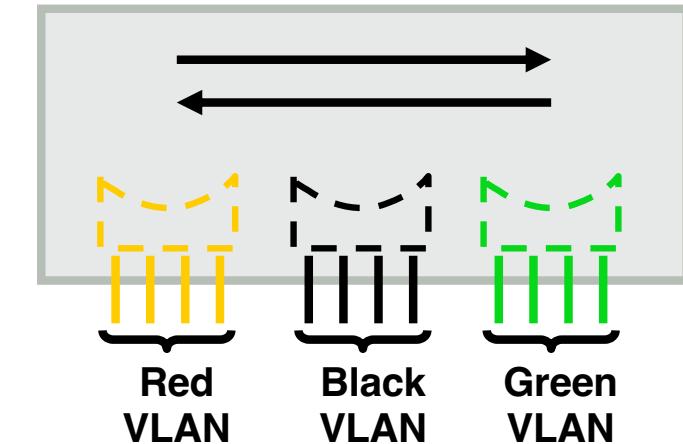
- Le VLANs confinano i broadcasts nel dominio di origine
- Le VLAN possono comunicare solo a livello di rete

Funzionalità VLAN

Switch A



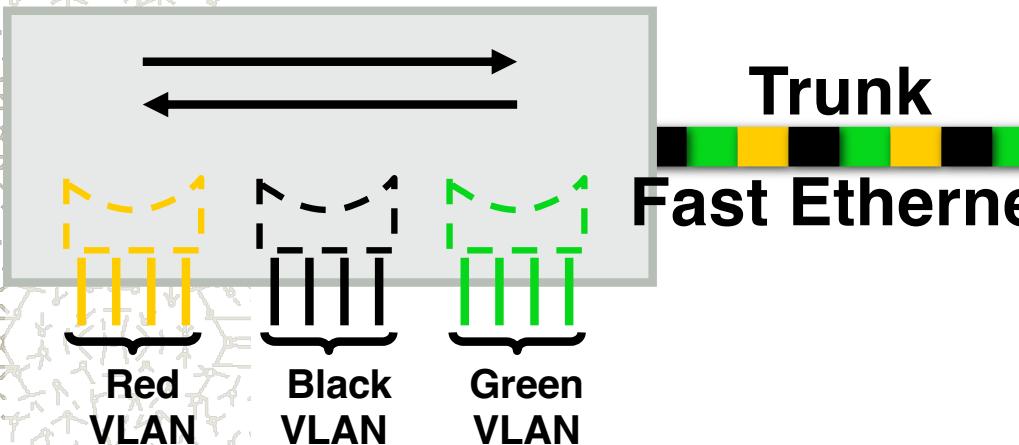
Switch B



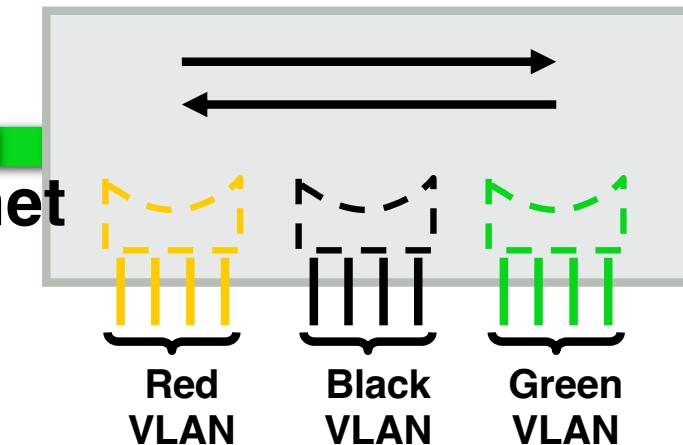
- Ogni VLAN logica è equivalente a un bridge fisico
Le VLANs possono attraversare multipli switches
Non si vedono fra loro se non a livello 3

Funzionalità VLAN

Switch A



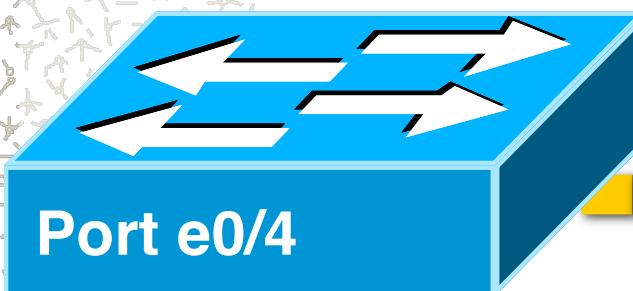
Switch B



- Ogni VLAN logica è equivalente a un bridge fisico
- Le VLANs possono attraversare multipli switches
- I trunks trasportano il traffico fra multiple VLANs

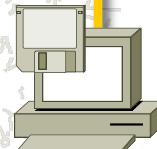
Modalità di Associazione

VLAN Statiche



Port e0/4

VLAN5



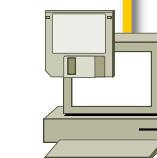
Trunk

VLAN Dinamiche



Port e0/9

VLAN10



VMPS

1111.1111.1111 = vlan 10

MAC = 1111.1111.1111

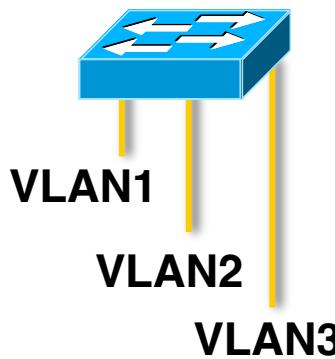
Modalità di Associazione

- Per identificare a quale VLAN appartenga un frame in arrivo; esistono due soluzioni:
 - identificare la VLAN in base alla linea di arrivo
 - in questo caso ogni linea appartiene ad una sola VLAN, lo switch e' realmente equivalente ad uno switch multiplo
 - se due switch interconnessi debbono trasferire traffico di due VLAN dovranno essere connessi da due linee, ciascuna appartenente ad una VLAN
 - uno stesso ramo non puo' appartenere a due vlan differenti in quanto non si saprebbe a quale VLAN assegnare i frame provenienti da quel ramo
 - identificare la VLAN in base al MAC address di provenienza
 - non si puo' basarsi sul MAC address di destinazione perche' non si potrebbe sapere a quale VLAN assegnare i frame broadcast
 - in questo caso e' possibile avere linee appartenenti a due VLAN contemporaneamente, perche' non e' la porta di arrivo o di destinazione a determinare la VLAN

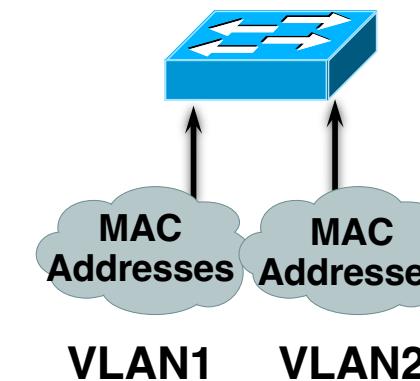
Associazione Porte a VLAN

L'associazione delle porte può essere statica o dinamica

Port-Based



MAC-Based



Port-Driven

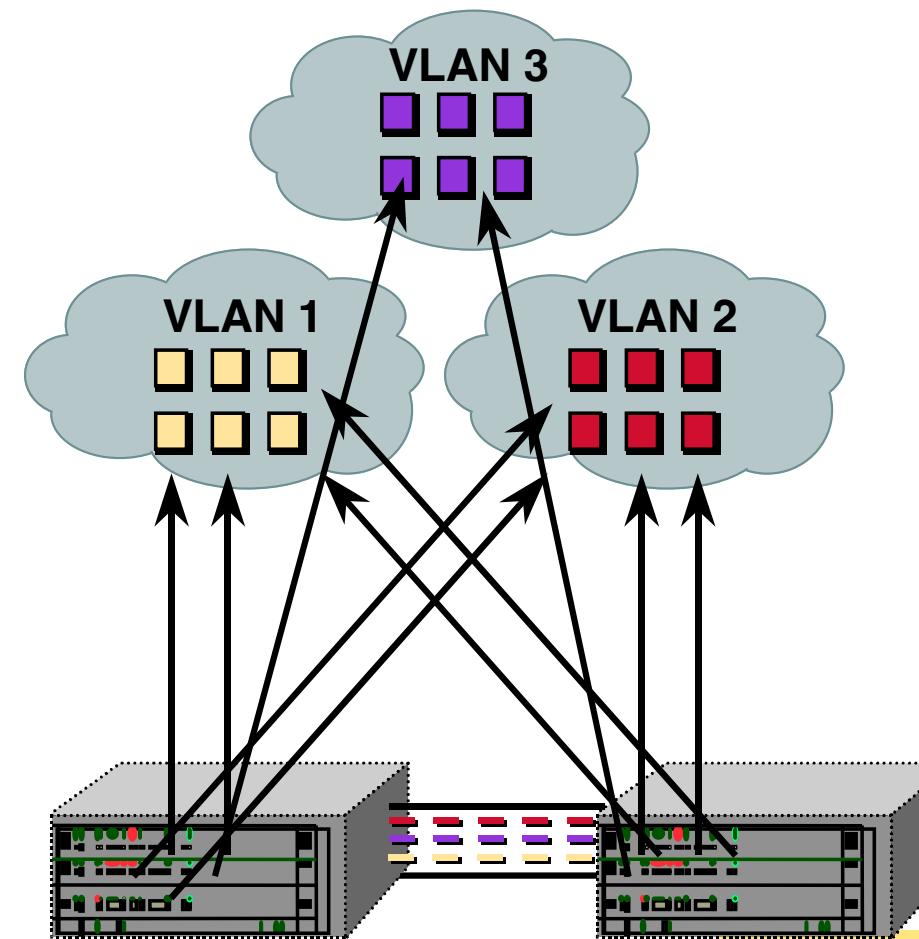
**MAC Address
Driven (Layer 2)**

La modalità condiziona le prestazioni



Associazione VLAN per Porta

Massimizza le prestazioni



Configurazione Statica VLAN

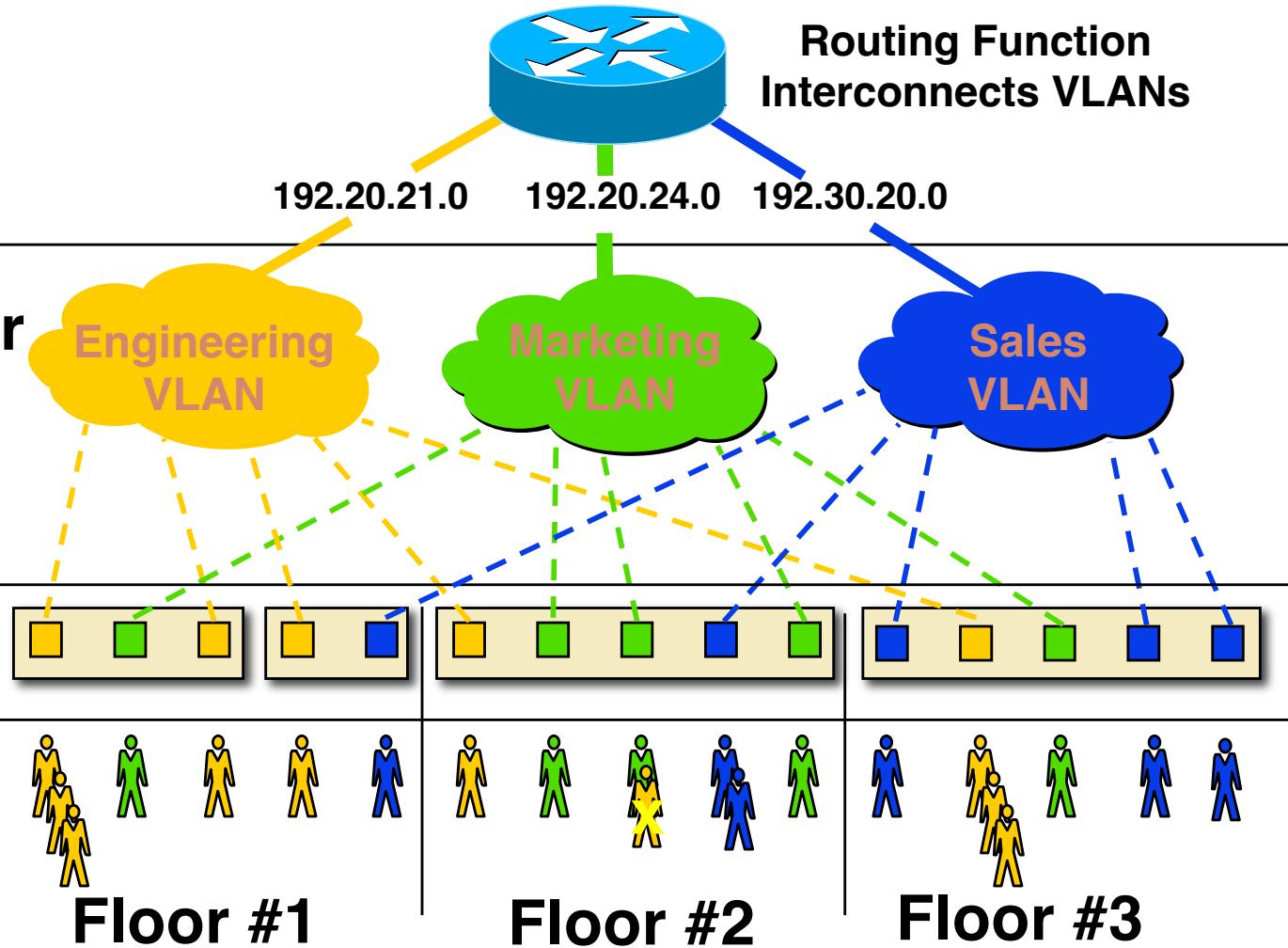
Tutti gli utenti attaccati alla stessa porta sono nella stessa VLAN

Network Layer

Data Link Layer
Broadcast Domains

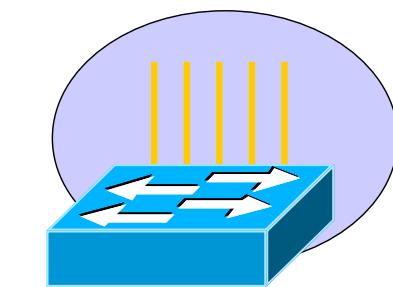
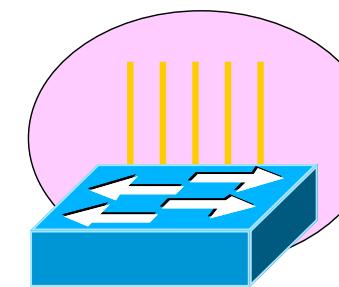
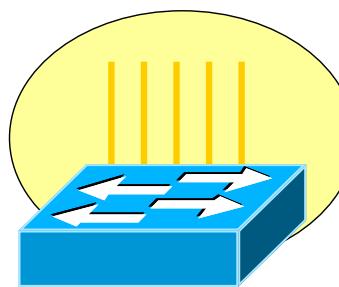
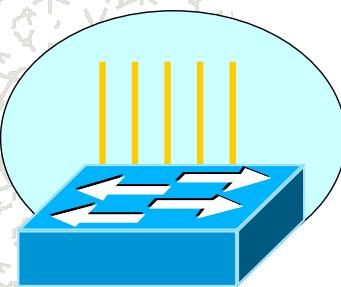
Physical Layer

Human Layer



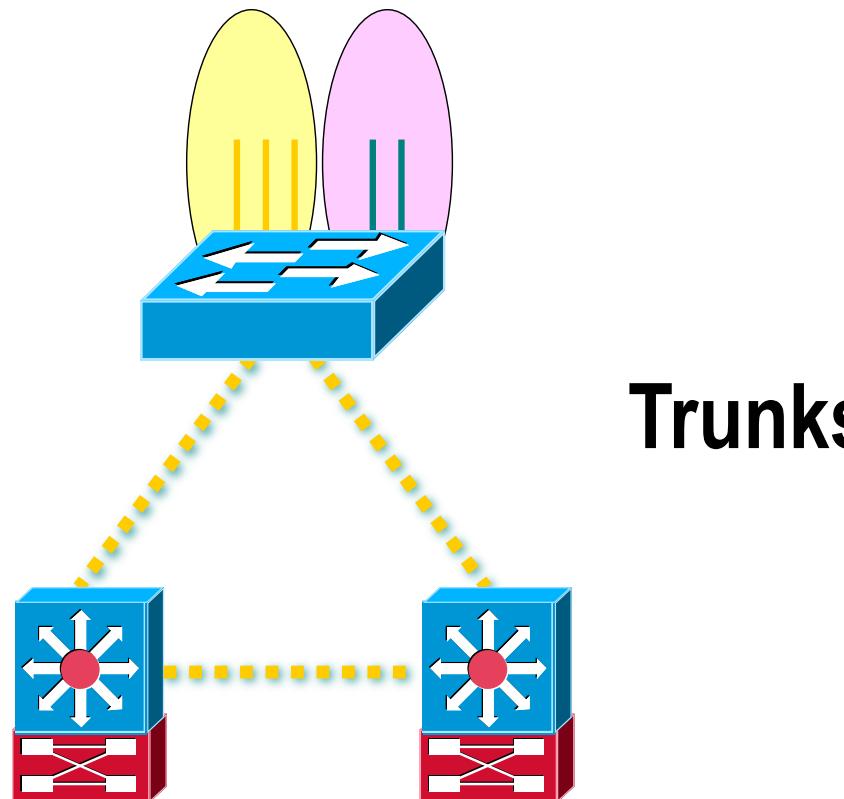
Tipi di Collegamenti

Collegamenti di accesso



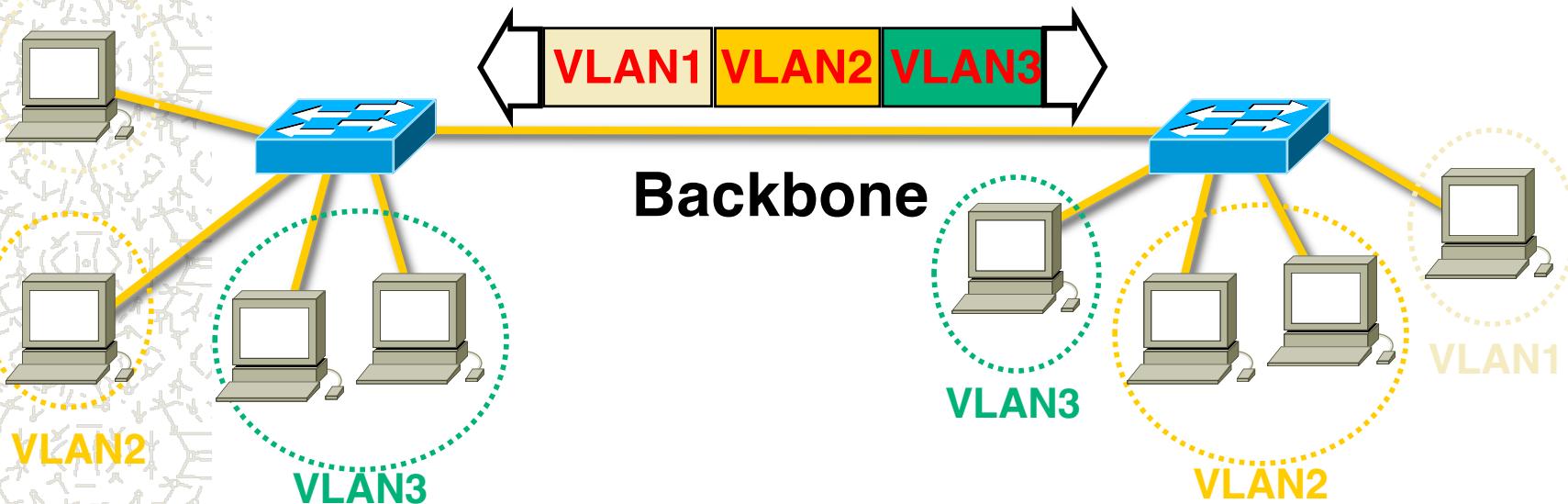
Ogni collegamento è associato a una sola VLAN

Tipi di Collegamenti



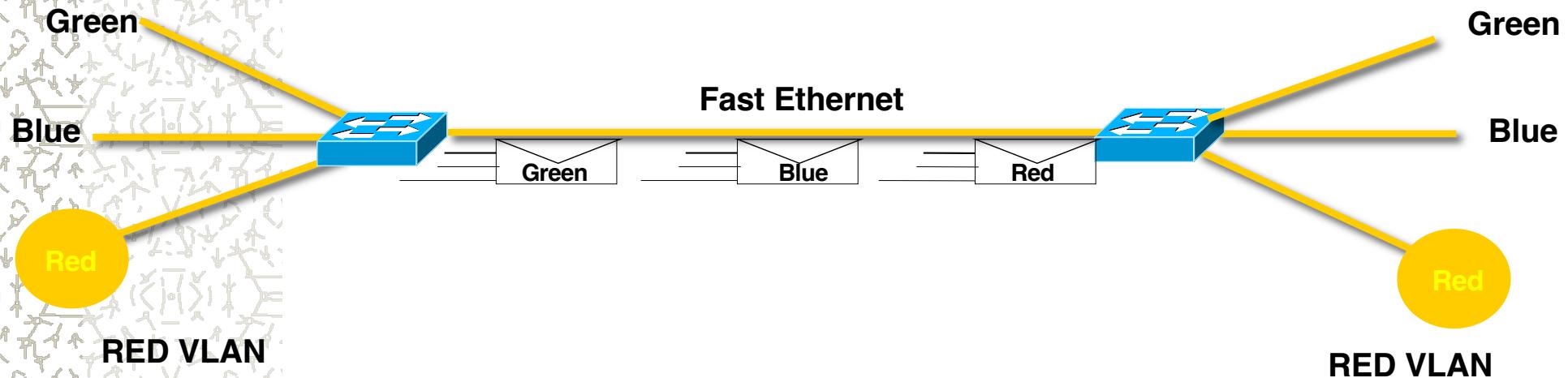
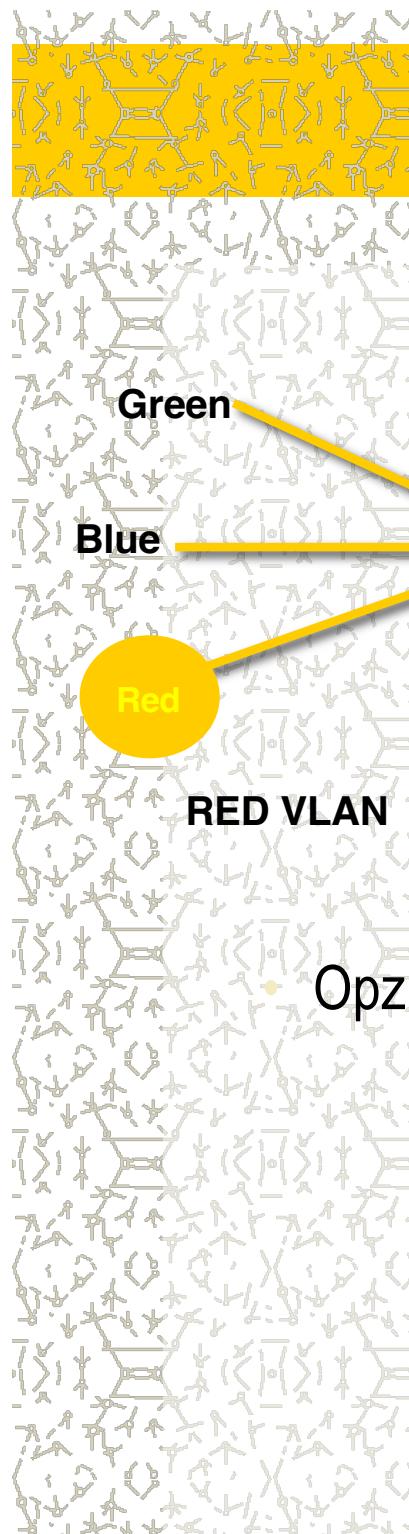
Un trunk o tagged port è un collegamento in grado di trasportare VLAN multiple

Associazione di trame a VLAN



- Logica sviluppata per la comunicazione inter-switch in ambienti multi-VLAN
- Nell'header di ciascuna trama è trasportato un VLAN ID
- Opera al Layer 2

VLAN Tagging

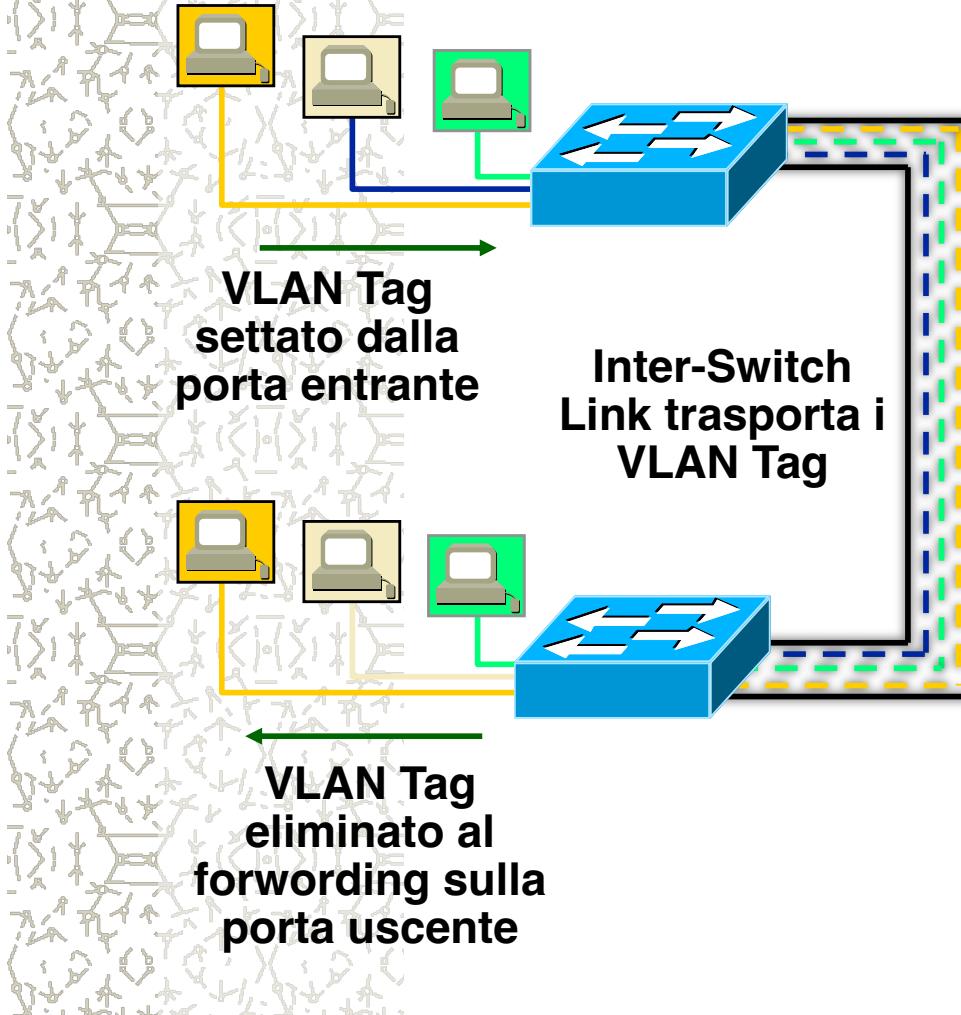


Opzioni possibili per l'interscambio di VLAN ID

- **ISL (Proprietario)**
- **IEEE 802.1Q**

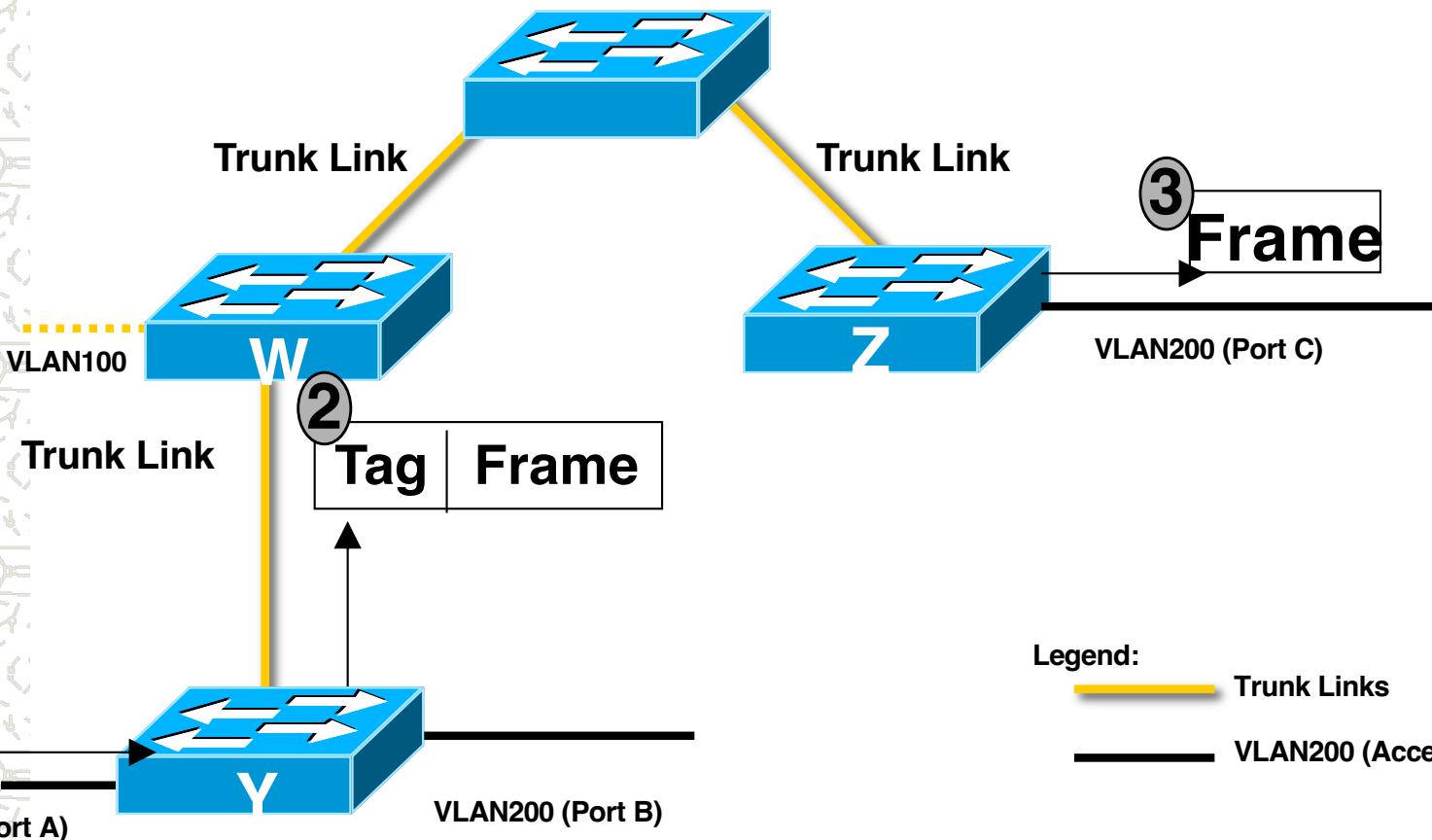
Tagging di trame: I trunks

I trunks trasportano le VLANs sul backbone



- Gestito in ASIC
- Non intrusivo per le stazioni client
- Implementabile fra switches, routers e switches, switches e server con interfacce in grado di supportare il tagging

Trasporto dei Tag



Le informazioni dei Tag viaggiano solo su collegamenti Trunk

ISL

ISL Header
26 bytes

Encapsulated Ethernet frame

CRC
4 bytes



- Incapsulamento con ISL header e CRC dedicato
- Supporto per molte VLANs (1024)
- Campo VLAN ID specifico
- BPDU bit

IEEE 802.1Q

Initial MAC Address

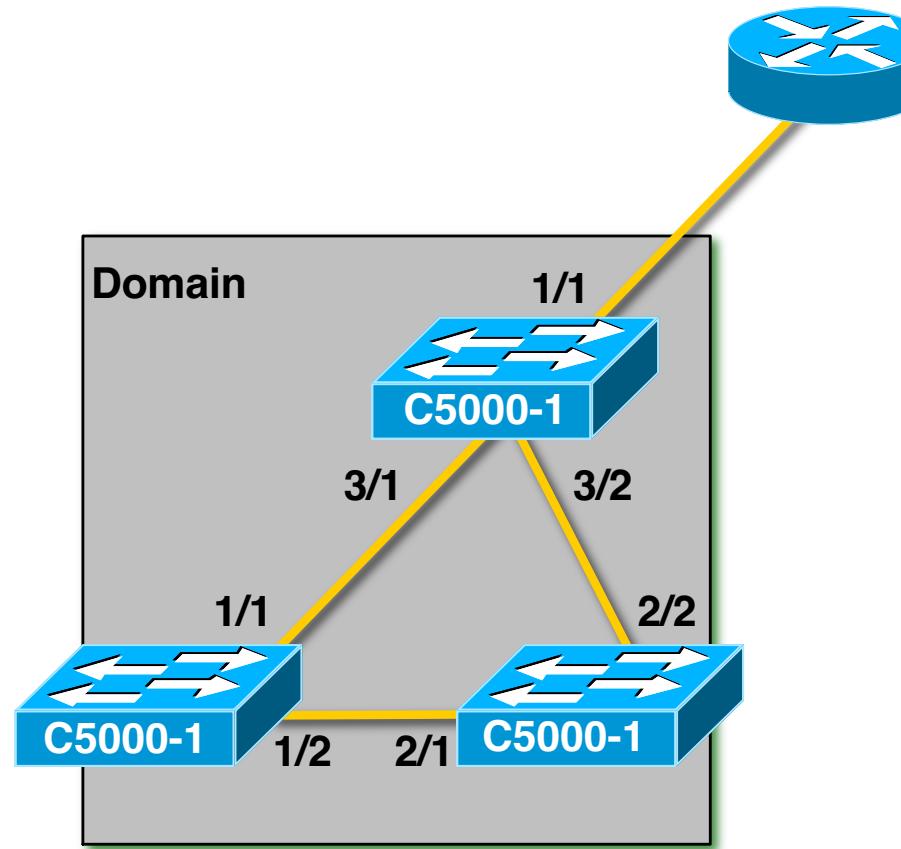
2-Byte TPID
2-Byte TCI

Initial Type/Data

New CRC

- Il comitato 802 ha standardizzato un protocollo per l'utilizzo delle VLAN (802.1Q)
- La standardizzazione ha provocato la modifica del frame Ethernet con l'aggiunta di una etichetta che definisce l'appartenenza del frame ad una determinata VLAN
- Il frame 802.1Q ha, dopo il campo destination address, due byte con valore 0x8100, seguito da due byte di Tag contenente il numero di 12 bit identificativo della VLAN, quindi dalla lunghezza del campo dati e dal resto del frame. In dettaglio:
 - 2-byte tag protocol identifier (TPID)
 - Fissato a 0x8100. Questo valore indica che la trama trasporta informazioni _(tag) 802.1Q/802.1p.
 - 2-byte tag control information (TCI)

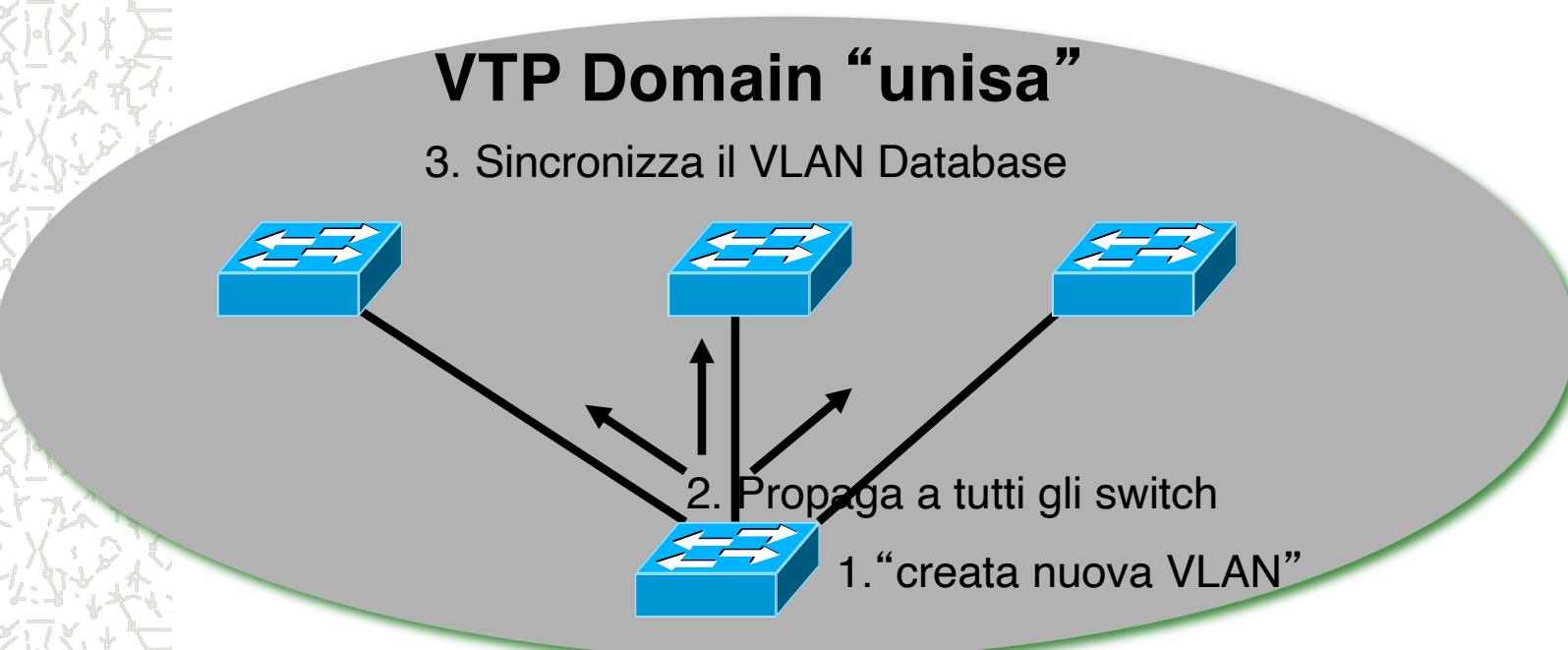
Trunk Negotiation



Il protocollo DTP (Dynamic Trunk Protocol) gestisce la negoziazione dinamica del trunking sui link

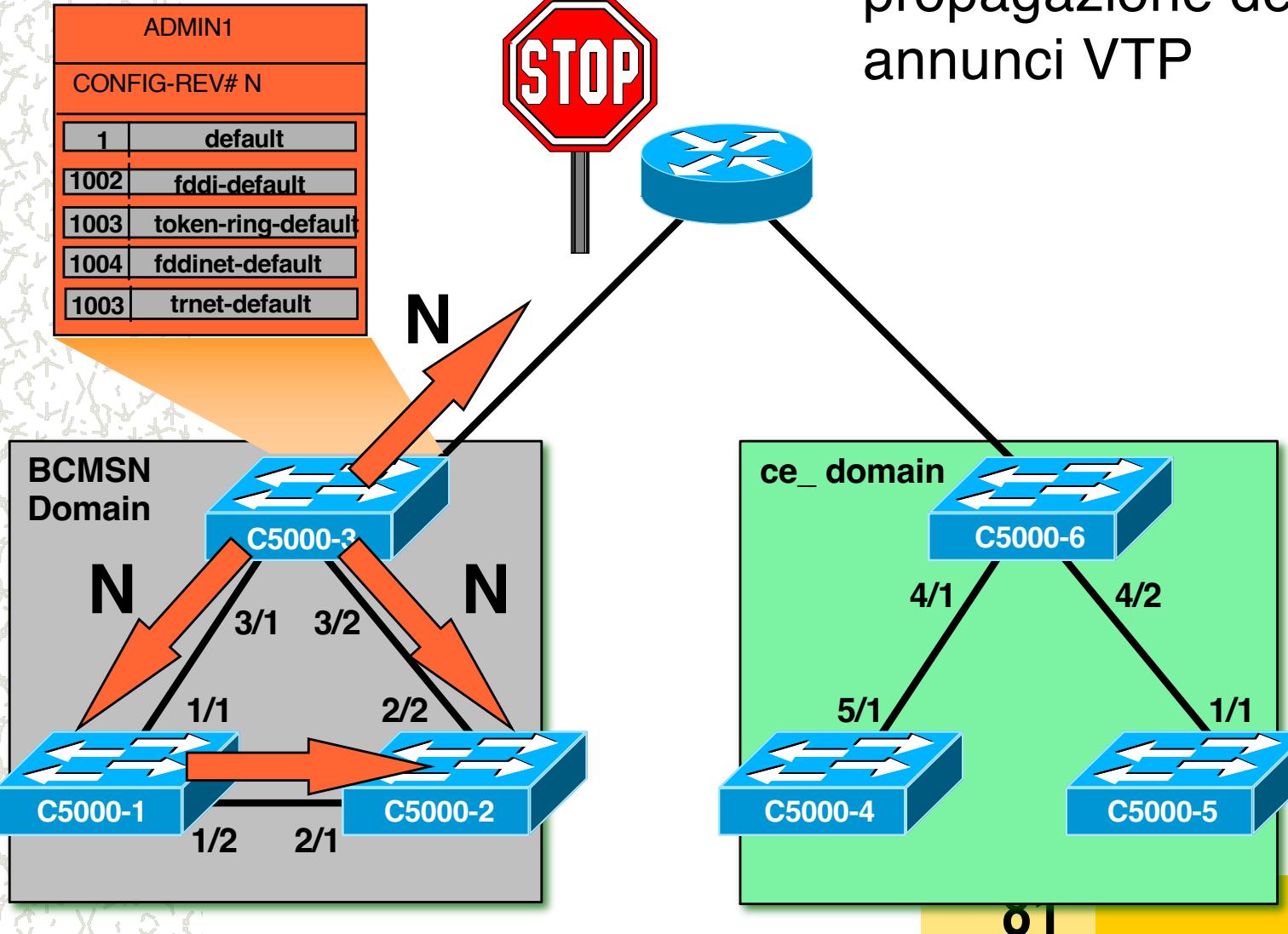
VLAN Trunking Protocol (VTP)

- Un sistema/protocollo che diffonde le informazioni di configurazione delle VLAN information
- Garantisce la consistenza delle configurazioni delle VLAN all'interno di un singolo dominio amministrativo
- VTP manda gli annunci solo sulle trunk ports

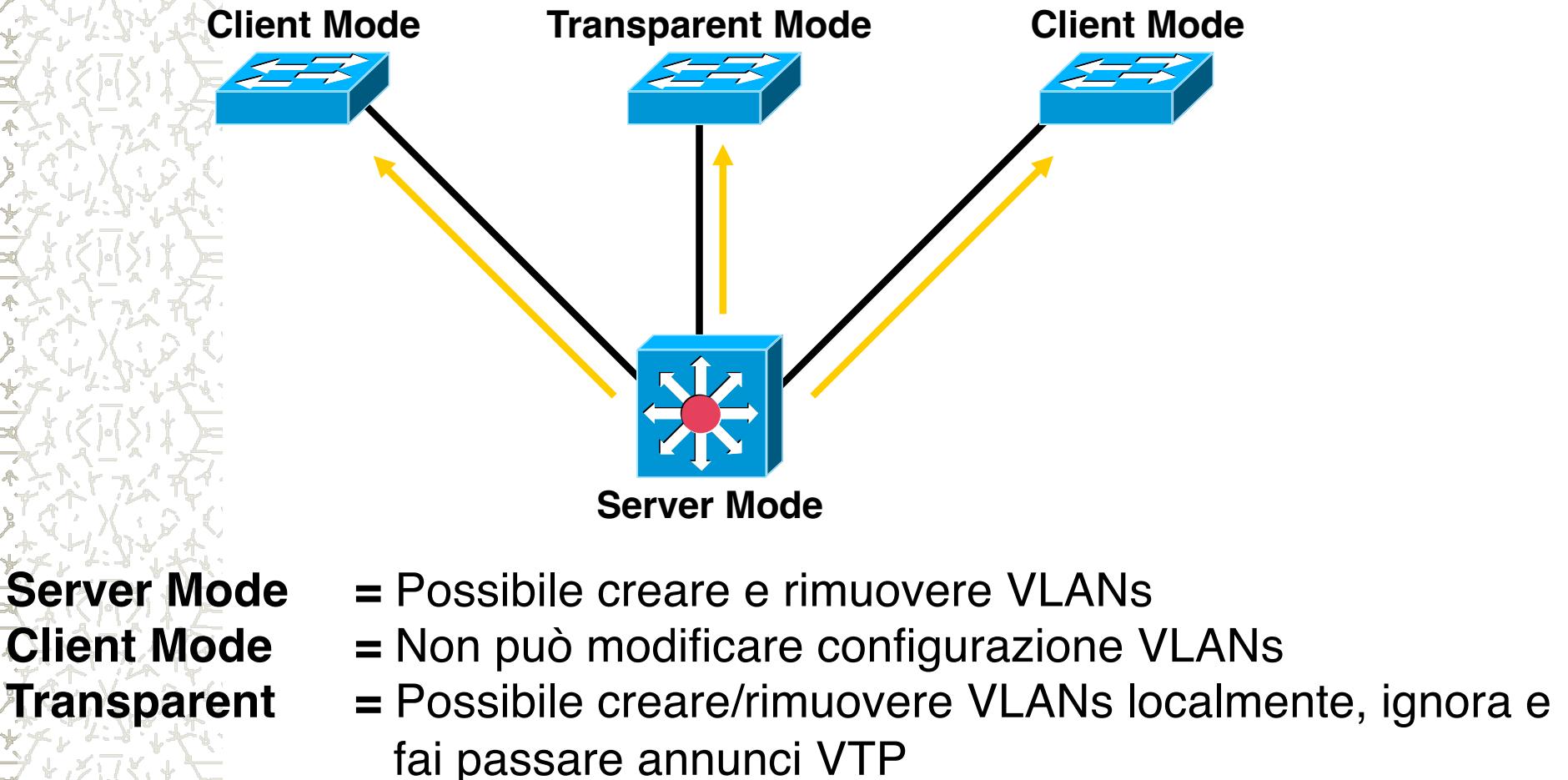


VTP: Propagazione

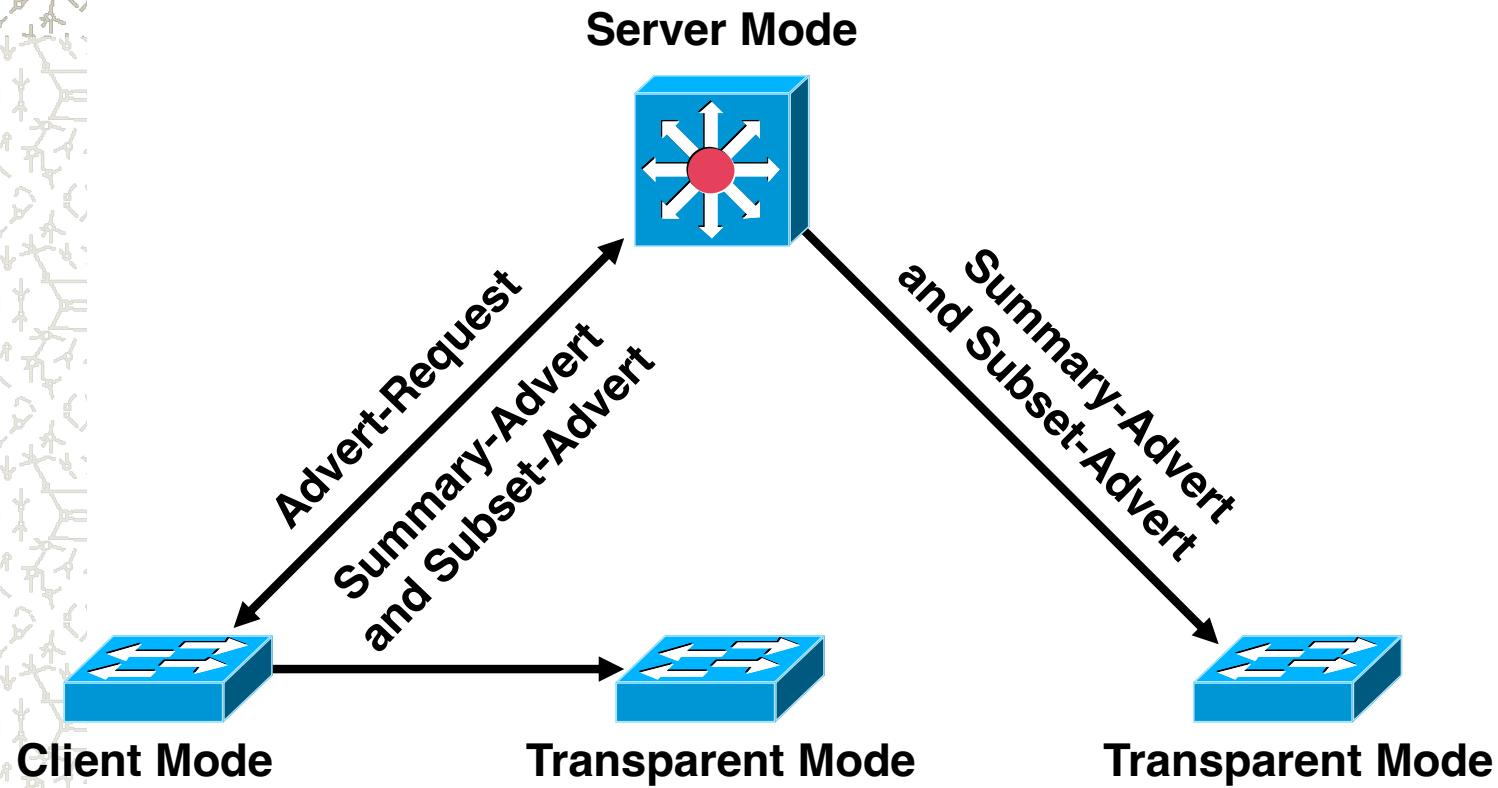
I routers bloccano la propagazione degli annunci VTP



VTP: Modalità Operative

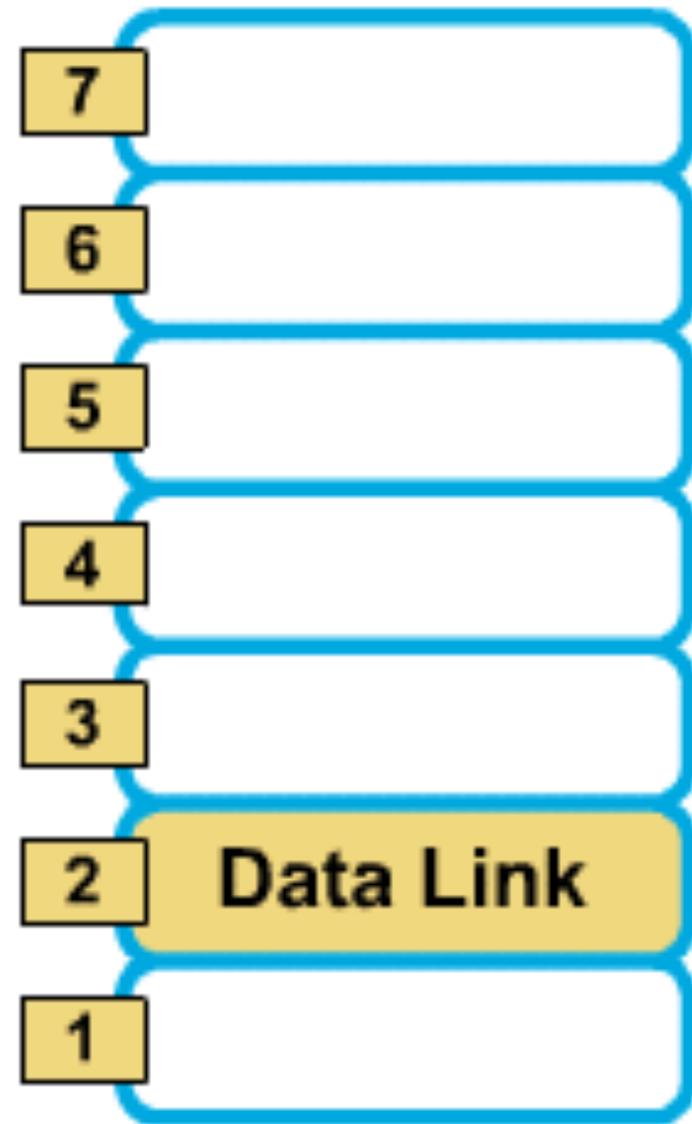


VTP Advertisements



- Gli annunci sono inviati come trame multicast:
 - periodicamente (ogni 5 minuti)
 - su base richiesta
 - in presenza di modifiche

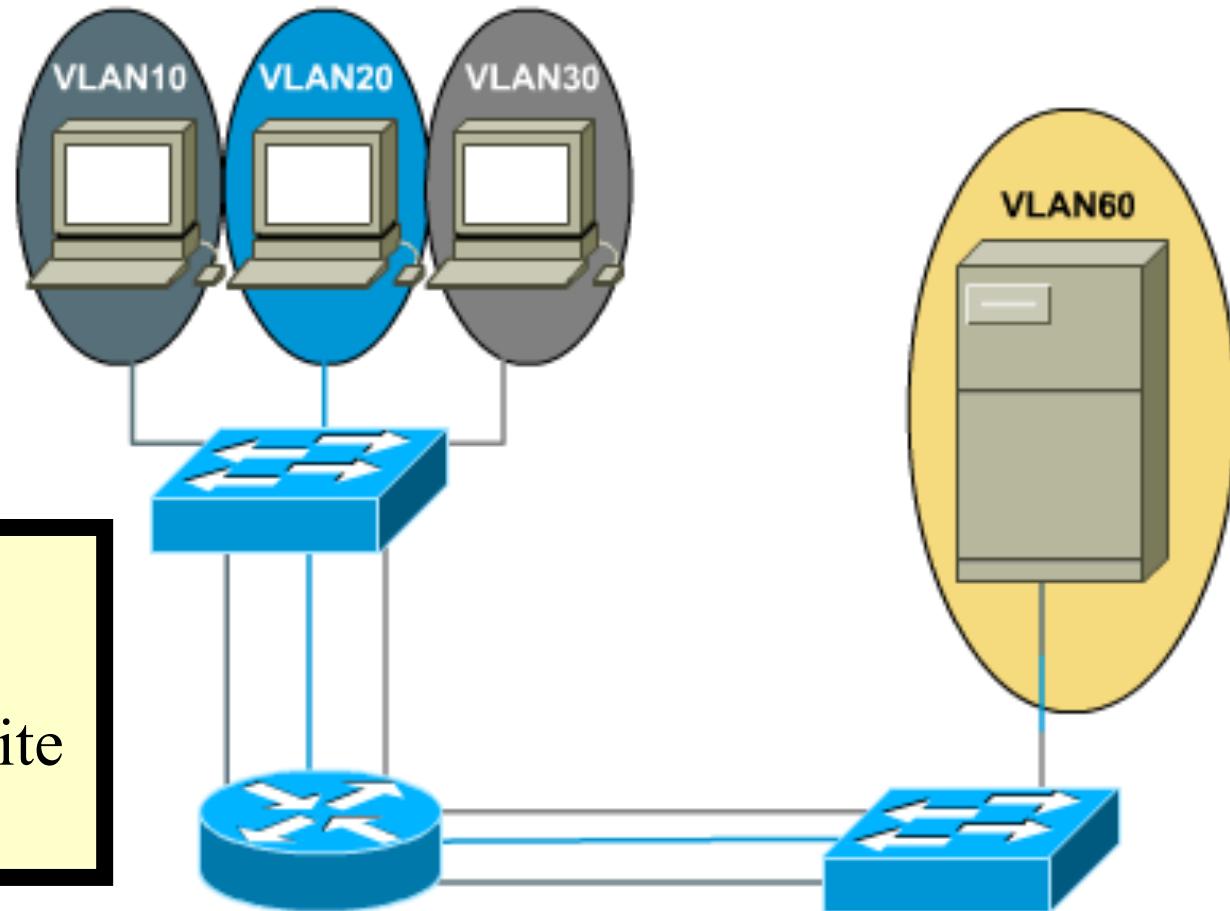
Switching Tradizionale: Layer 2 Switching



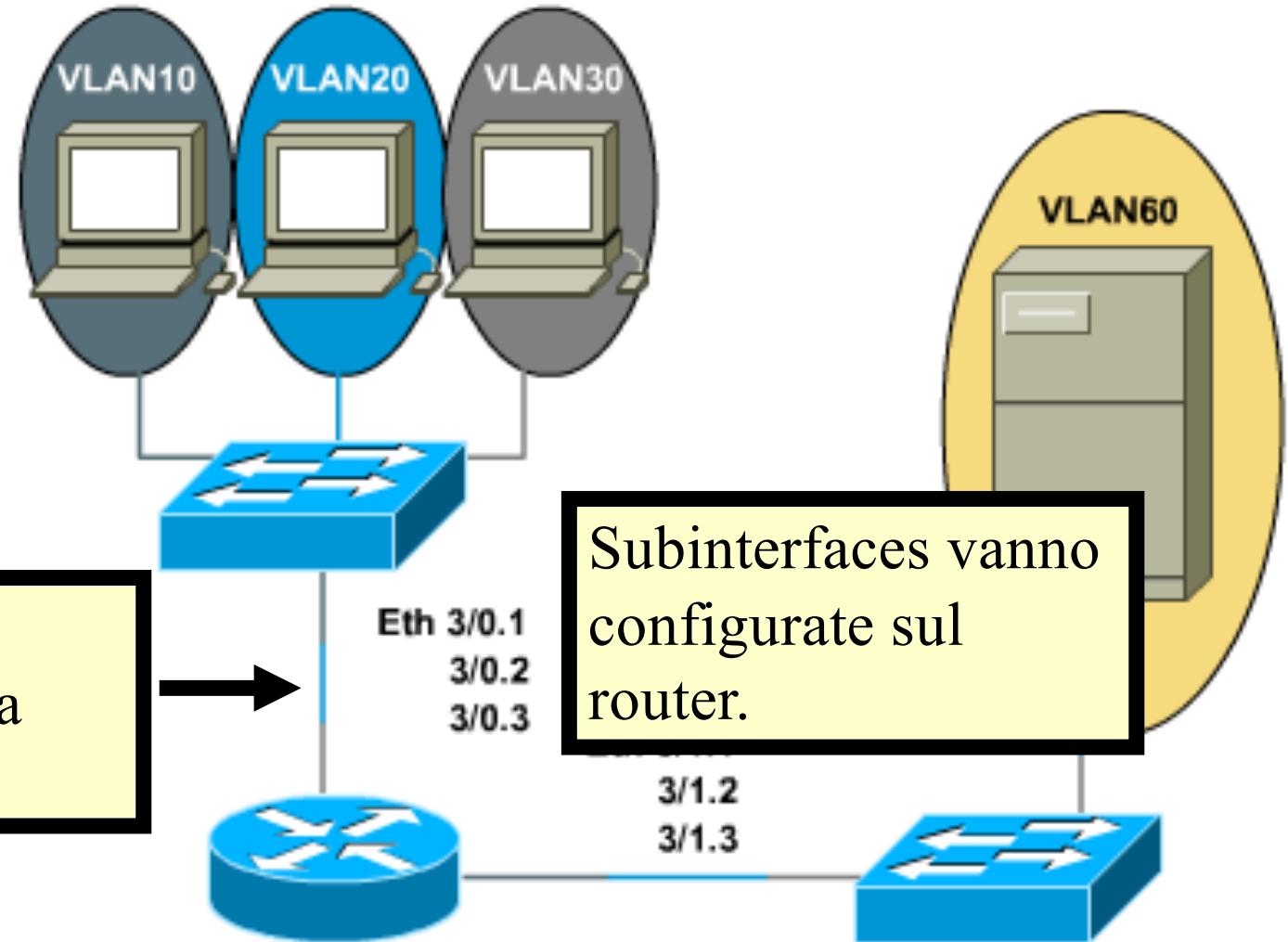
- ◆ Hardware-based bridging
- ◆ Wire-speed performance
- ◆ High-speed scalability
- ◆ Low latency
- ◆ MAC address
- ◆ Low cost

Problemi di Scalabilità Inter-VLAN

Necessarie 3 porte per 3 VLANs; Limite di scalabilità!



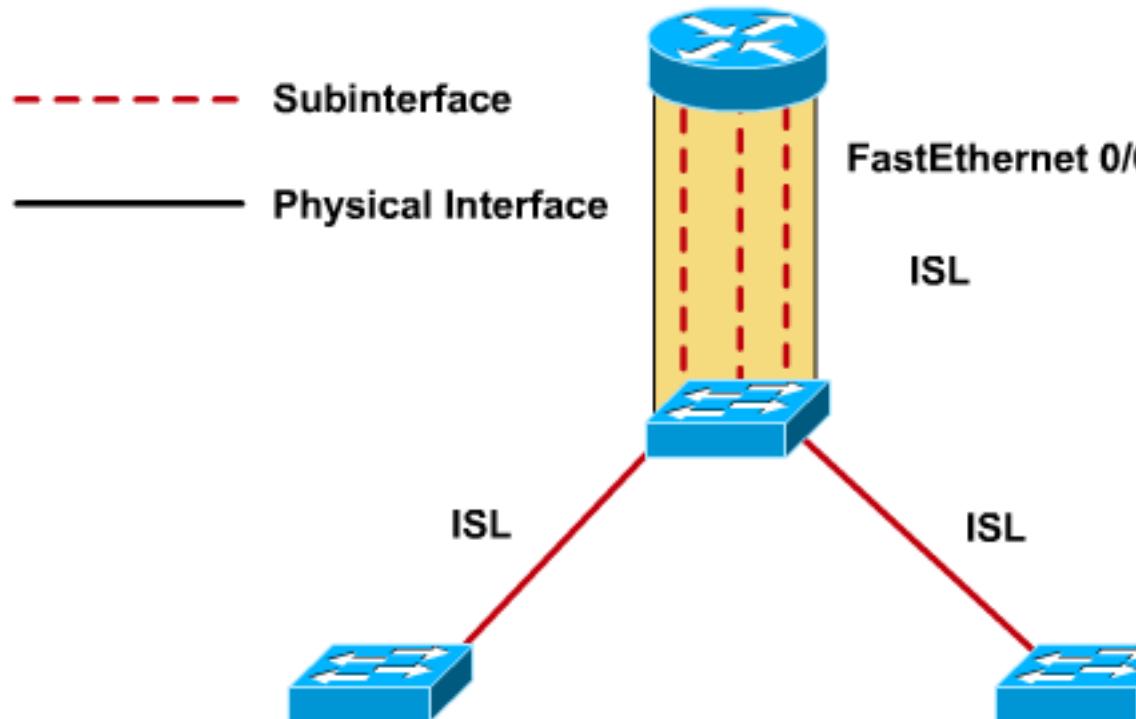
Il Trunking Risolve (in parte)



Router on a Stick

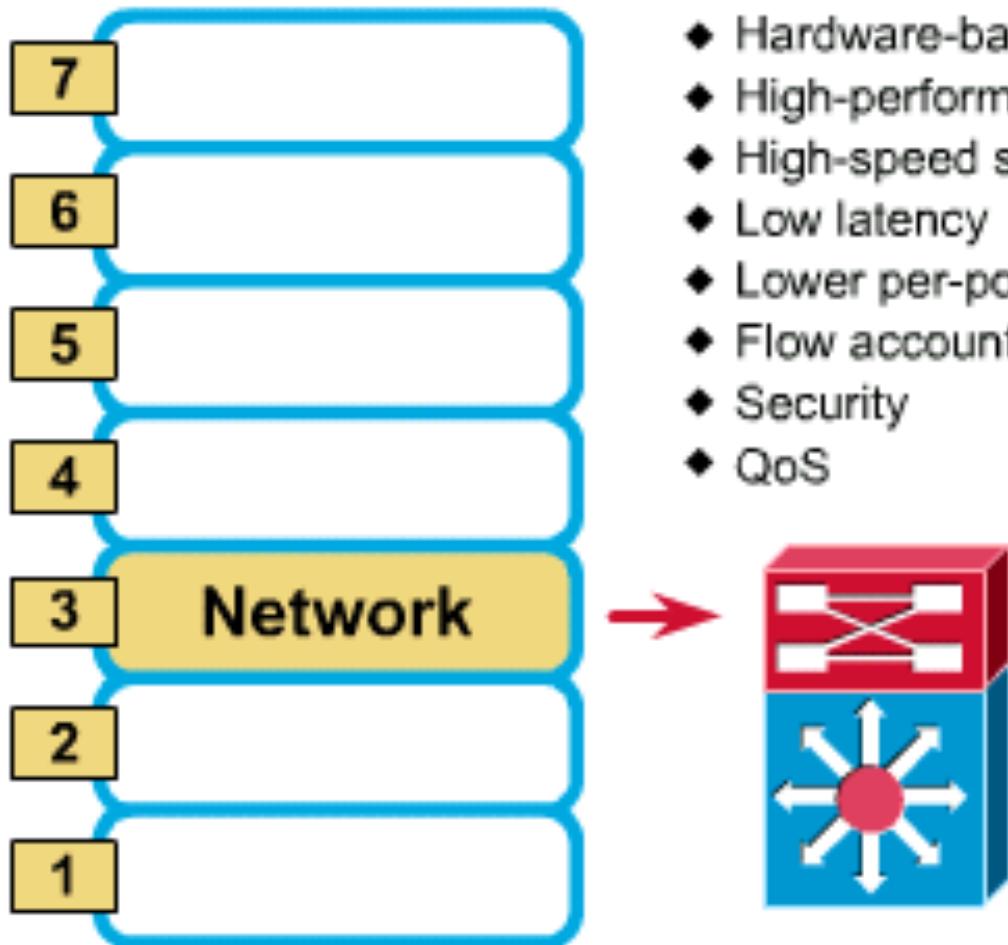
La tecnica Router on the stick permette di usare un'unica interfaccia fisica del router sviluppando molteplici interfacce logiche da utilizzare come default gateway per le varie VLAN da far comunicare.

Sappiamo che nelle moderne reti switching questa metodologia risulta desueta a fronte del più scalabile e flessibile utilizzo di switch L3 per ottenere lo stesso risultato.



Una prima evoluzione: Layer 3 Switching

- Hardware-based routing: integra funzioni di livello 3 nello switch



- ◆ Hardware-based packet forwarding
- ◆ High-performance packet switching
- ◆ High-speed scalability
- ◆ Low latency
- ◆ Lower per-port cost
- ◆ Flow accounting
- ◆ Security
- ◆ QoS

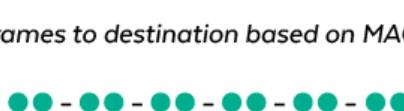
L3 Switch

Lo switch Layer 3 è uno switch Ethernet che commuta i pacchetti osservando sia il loro indirizzo di rete che il loro indirizzo fisico.

Questo tipo di switch opera sia a livello di rete (livello 3) che a livello di collegamento dati (livello 2) del modello di riferimento OSI.

Lo switch Layer 3 combina la velocità di uno switch Ethernet con alcune delle capacità di un router per la creazione di reti Ethernet avanzate e ad alta velocità.

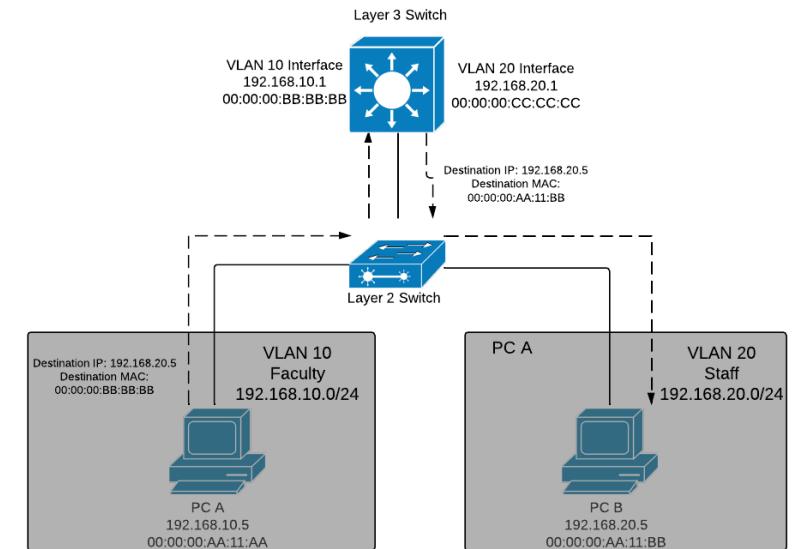
Layer 2 Switch

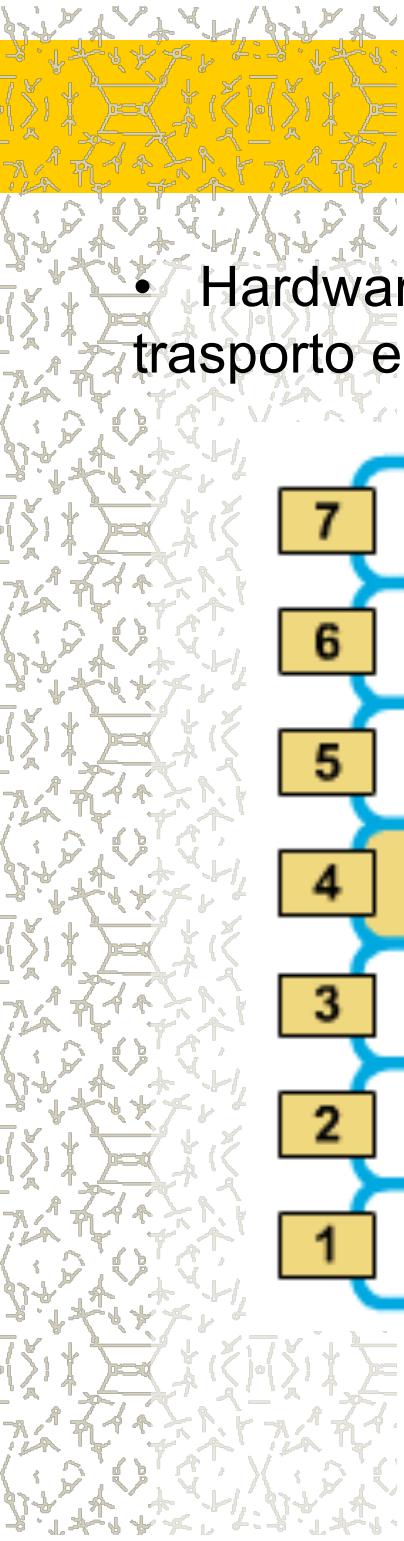
- » Data Link Layer of OSI 
- » Sends frames to destination based on MAC address 
- » Works with MAC address only
- » Used to reduce LAN traffic 
- » Very fast
- » Has a single broadcast domain 
- » Communicates within a network only

Layer 3 Switch

- » Network Layer of OSI 
- » Routes packets using IP address 
- » Performs both L2 & L3 switch functions
- » Used to implement VLANs
- » Slower 
- » Has a multiple broadcast domain 
- » Communicates within or outside of a network

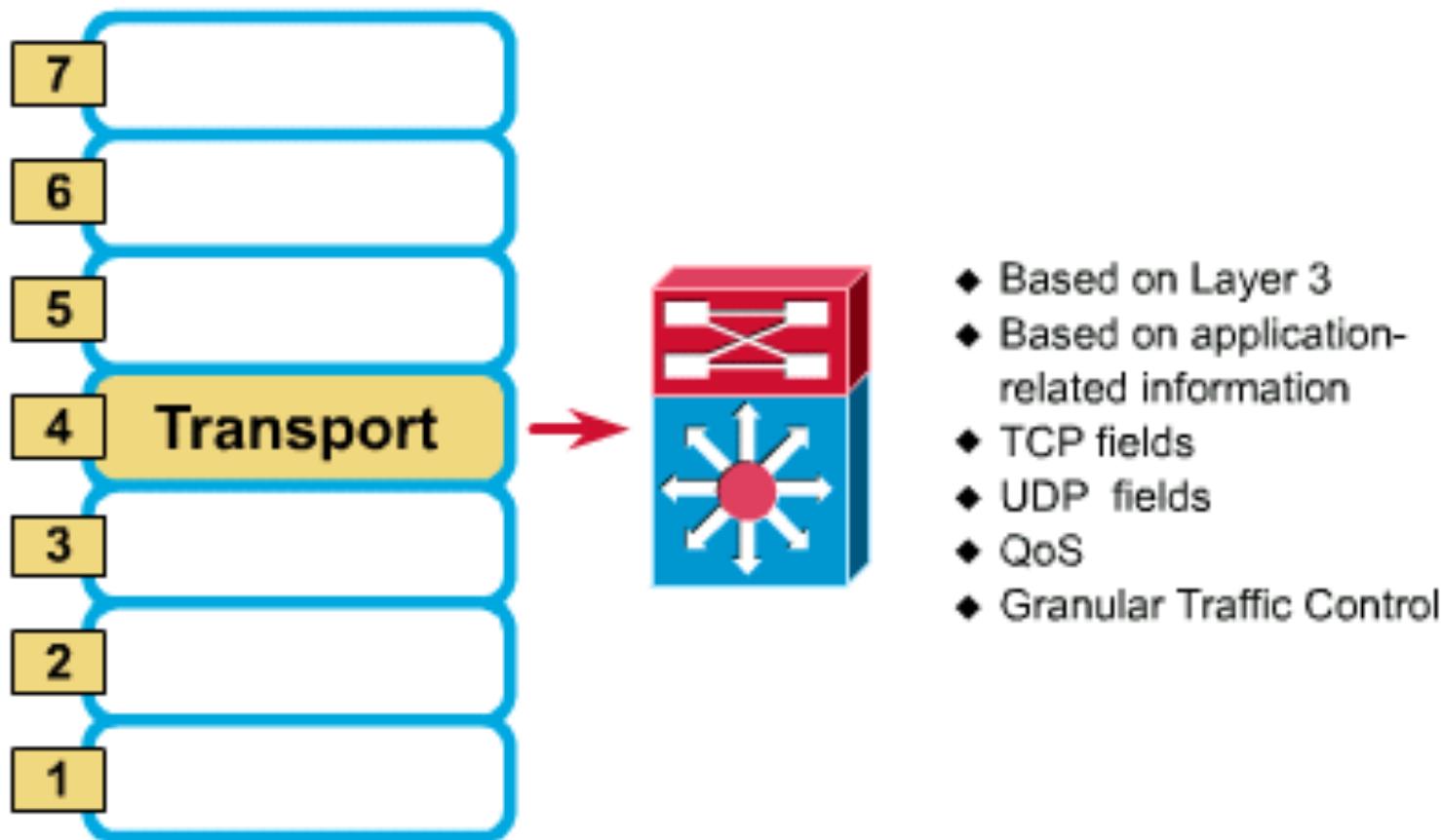
Inter-VLAN Routing





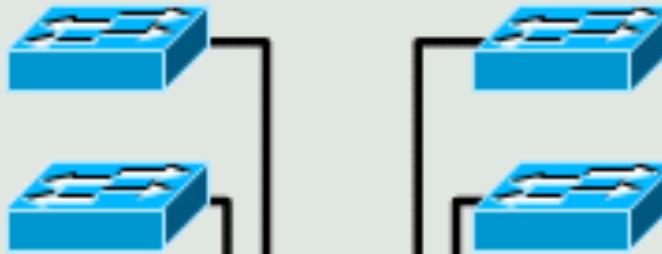
Ancora meglio: Layer 4 Switching

- Hardware-based routing evoluto: integra il controllo di elementi di trasporto ed applicazione nello switch

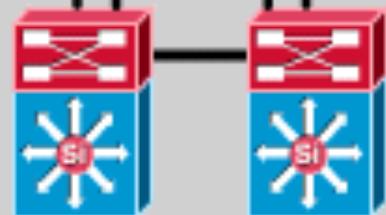


Il modello Gerarchico a 3 Livelli

Access Layer



Distribution Layer



Core Layer



Il livello di accesso eroga la connettività in rete agli utenti finali:

- banda Shared/Switched
- Filtraggio MAC-layer
- Microsegmentazione
- Accesso alla rete per utenti remoti

Il livello distribution separa accesso e core e garantisce le funzioni di raccolta e controllo al core. A questo livello:

- Sono definiti I domini di broadcast
- Viene effettuato il routing fra VLAN
- Viene gestita l'interoperabilità fra diversi media
- Viene gestita la sicurezza e il controllo accessi
- Viene effettuata la manipolazione delle trame

IL livello core commuta le trame alla massima velocità e non effettua nessuna elaborazione sulle stesse

- Non supporta ACLs
- Non prevede routing né VLAN trunking
- Le VLANs sono terminate a livello di distribuzione

Switch Block

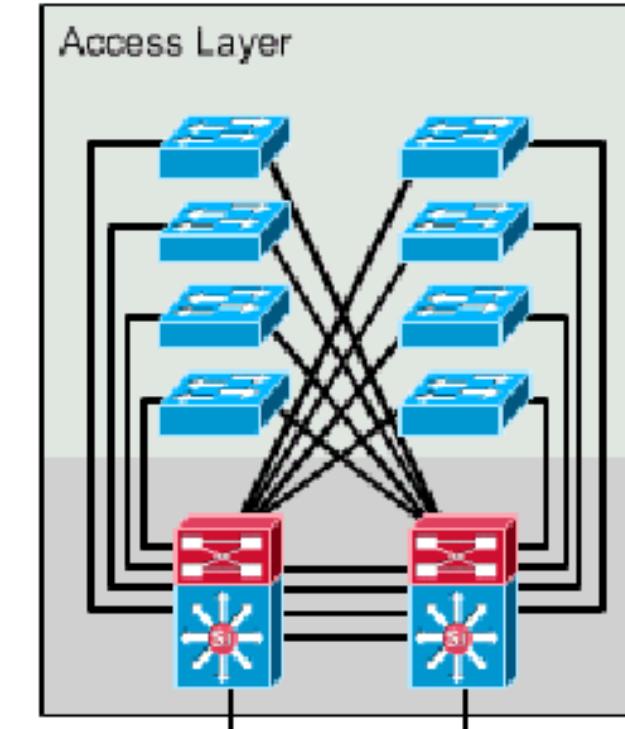
Access Layer

- Connnette gli utenti finali alla rete garantendo banda dedicata su ogni porta.

Distribution Layer

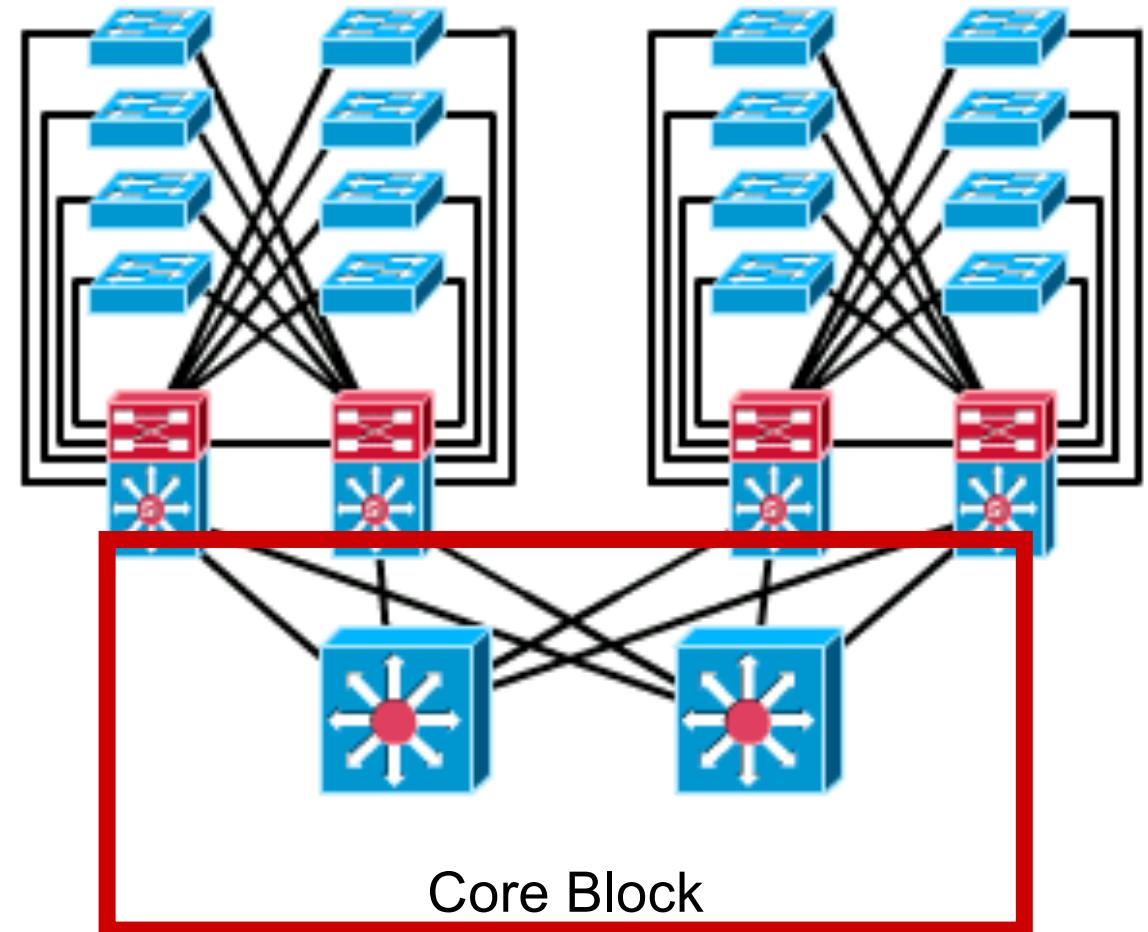
- Eroga servizi di broadcast control, sicurezza e connessione ad altre reti.

Switch Block 1



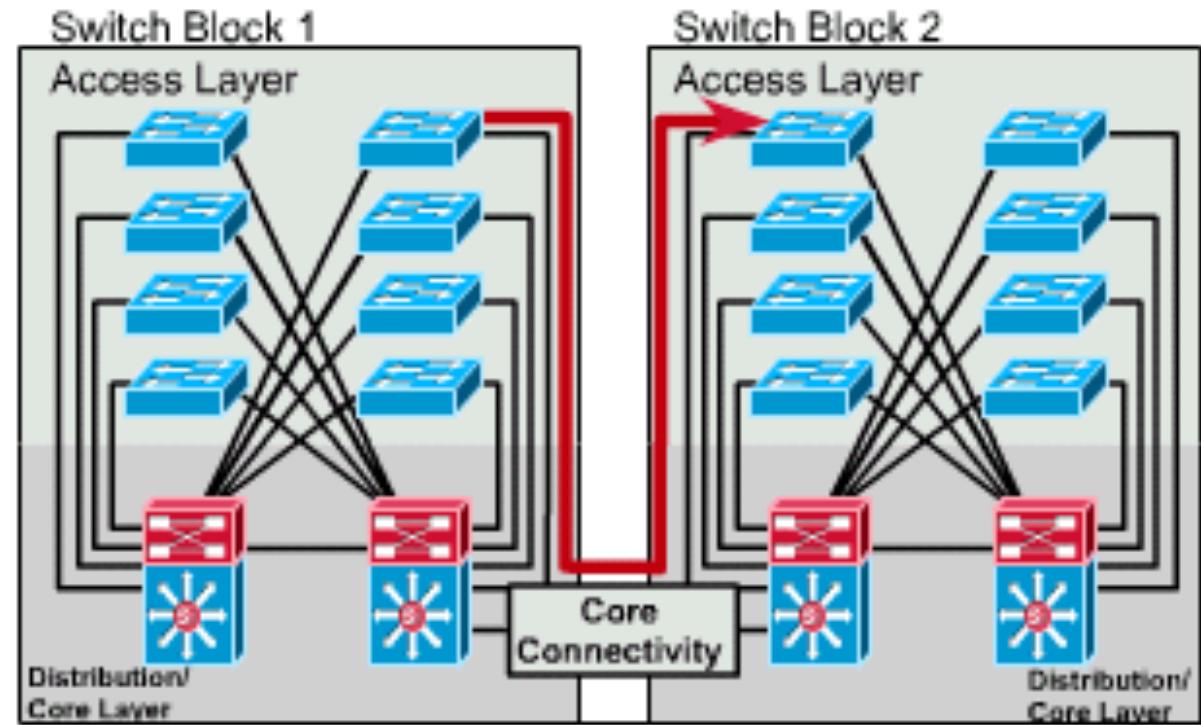
Core Block

- Il traffico tra switch blocks deve transitare attraverso il core block
- Dato che le VLANs sono terminate a livello di distribuzione I links **non possono essere trunk links**.
- Un minimo di 2 dispositivi deve essere presente nel core block a scopo di ridondanza
- Lo spanning tree risolve i problemi di loops



Collapsed Core

- Consolidamento dei livelli di distribuzione e core in un solo livello
 - Prevalente nei campus di piccole o medie dimensioni
- Ogni switch di accesso ha un uplink ridondato alla distribuzione.
- Tutte le subnets terminano su porte di questo livello



Dual Core

- Necessario in presenza di 2 o più switch blocks e sono richieste connessioni ridondanti
 - Mette a disposizione il doppio dei paths e della banda.
 - Ogni switch block è collegato in maniera ridondante a tutti gli switches di core consentendo coppie di path distinte al medesimo costo

