

### Lezione 9: Reti Locali e Protocolli di Accesso al Mezzo (MAC) IV

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Prof. Floriano De Rango 1

# http://culture.deis.unical.it

### Culture Interconnessione di LAN

Domanda: Perché non si usa un'unica grande LAN?

- Quantità limitata di traffico supportabile: su una sola LAN, tutte le stazioni devono condividere la banda
- ☐ Lunghezza limitata: 802.3 specifica una max lunghezza del cavo
- ☐ Grande "dominio di collisione" (si può collidere con molte stazioni)
- □ Numero di stazioni limitato: 802.5 ha ritardi dovuti al passaggio del token a ogni stazione

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

### Hub, bridge e router

### Hub

- o Interconnette reti omogenee (stesso tipo e stessa velocità)
- Opera al livello 1 (Fisico)

### Bridge

- o Interconnette LAN omogenee e/o eterogenee
- Opera a livello 2 (Data Link): instradano i pacchetti sulla base degli indirizzi di livello MAC
- Alcuni dispositivi commerciali sono chiamati "Switch LAN" o "Switch di livello 2"

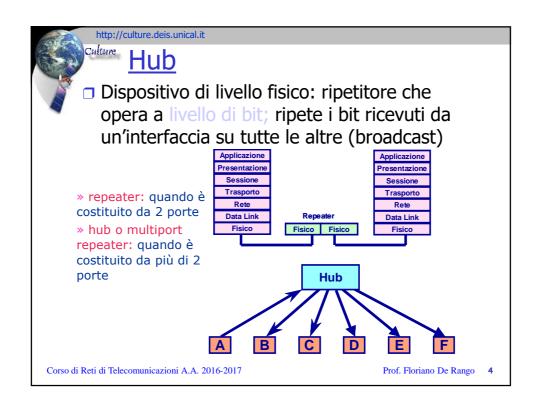
### Router

- o Interconnette reti (LAN o WAN) omogenee e/o eterogenee
- Opera a livello 3 (Network): instradano i pacchetti sulla base degli indirizzi di livello network (es. IP)
- Alcuni dispositivi commerciali sono chiamati "Switch di livello 3"

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Prof. Floriano De Rango

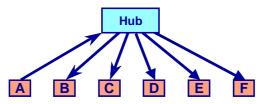
3





ITAB

- Le funzioni principali di un ripetitore/hub sono:
  - ripete le stringhe di bit ricevuti da un segmento e le trasmette sugli altri segmenti
  - decodifica le stringhe seriali di bit ricevute su una porta e le ricodifica sulle altre porte, ritemporizzando tutti i bit da trasmettere
  - o si occupa della gestione della collisione
  - può opzionalmente isolare una porta, per un determinato periodo di tempo, quando su questa si verificano più di 30 collisioni consecutive



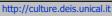
Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Prof. Floriano De Rango

Prof. Floriano De Rango 6

# Gli Hub possono essere organizzati in modo gerarchico (o multi-tier) L'hub della dorsale (backbone hub) ha connessioni punto-punto con gli hub dei dipartimenti e permette l'interconnessione delle 3 LAN



Culture Hub

- Ogni LAN connessa viene chiamata segmento LAN
- Gli Hub non isolano i domini di collisione: un nodo può collidere con qualsiasi altro nodo che risiede su un qualsiasi segmento LAN
- Vantaggi degli Hub:
  - o semplici, poco costosi
  - o estende la max distanza tra coppie di nodi (100m per Hub)
  - o gerarchia di hub: segmenti LAN continuano a funzionare anche se un hub non funziona (es. se l'hub di CS va fuori servizio, l'hub di dorsale può rilevare il problema e scollegarlo dalla LAN; i restanti dipartimenti possono continuare a funzionare mentre l'hub malfunzionante viene riparato)

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Prof. Floriano De Rango 7

http://culture.deis.unical.it

# Limiti degli Hub

- un dominio di collisione unico non incrementa il max throughput
  - o il throughput del caso gerarchico è lo stesso che nel caso di un solo segmento
- vincoli sui singoli segmenti LAN pongono dei limiti sul numero di nodi e sull'estensione geografica dell'unica LAN interconnessa
- non possono connettere Ethernet di tipo diverso (es., 10BaseT e 100BaseT)
  - o assenza di buffer per memorizzare trame inviate tra segmenti che operano a velocità diversa

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

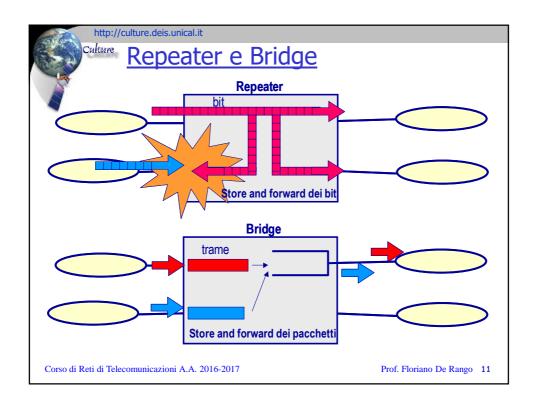


- □ Dispositivi di livello Link: operano sulle trame, ne esaminano le intestazioni e le inoltrano sulla base dell'indirizzo MAC della destinazione
- I bridge ritrasmettono la trama soltanto sulla porta alla quale è collegata la stazione di destinazione della trama (identificata dall'indirizzo MAC)
- ☐ Il Bridge isola i domini di collisione dato che memorizza le trame

Prof. Floriano De Rango

9

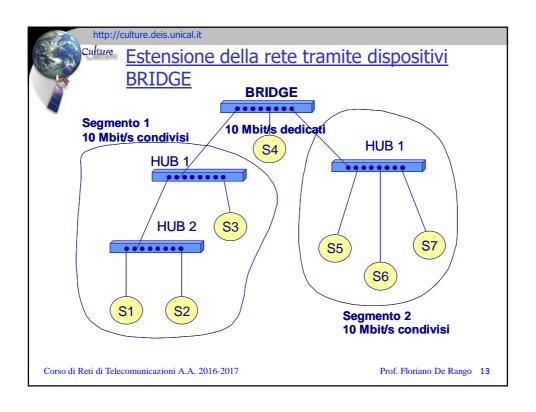


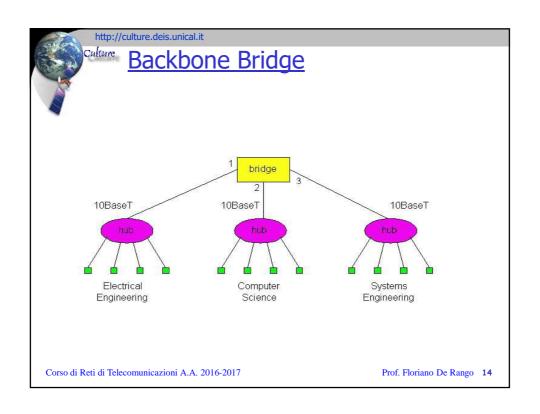


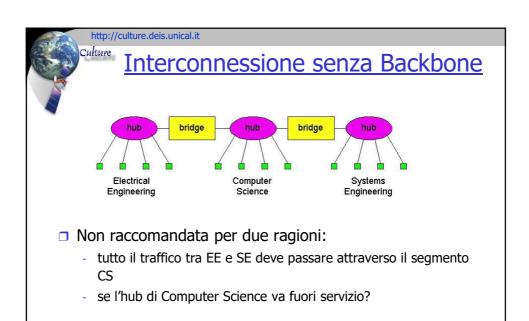
### <u>Bridge</u>

- Quando una trama deve essere inoltrata su un segmento LAN, il bridge mette in atto il protocollo di accesso MAC (es. CSMA/CD) per accedere al segmento e trasmettere
  - al contario dell'hub che invia i bit della trama sul link senza preoccuparsi se vi siano altre trasmissioni in corso, il bridge tralascia di trasmettere se rileva che qualche altro nodo sta trasmettendo sul segmento LAN in cui vuole inviare la trama; inoltre in caso di collisione usa l'attesa esponenziale
  - quindi il comportamento delle interfacce dei bridge è molto simile a quello degli adattatori del nodo, ma esse NON sono adattatori, perché nè il bridge nè le sue interfacce hanno indirizzi MAC
- Un bridge non inserisce il suo indirizzo come indirizzo sorgente nei frame, nè è possibile indirizzare un bridge!

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017





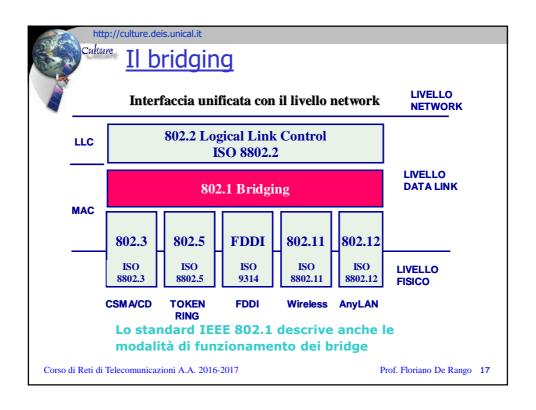


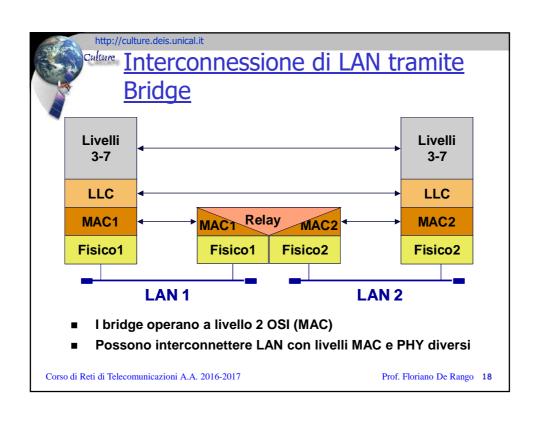
Prof. Floriano De Rango 15

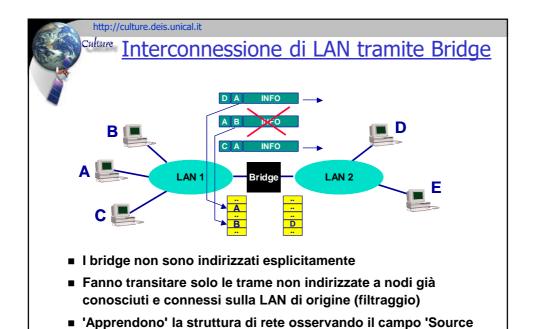


- Isola i domini di collisione e incrementa il max throughput totale
- Non pone limiti sul numero di nodi ne' sull'estensione geografica della LAN interconnessa
- Può interconnettere diversi tipi di LAN dato che è un dispositivo store and forward
- Trasparente: non c'è bisogno di cambiare nulla negli adattatori degli host connessi alla LAN

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017







Prof. Floriano De Rango 19

# http://culture.deis.unical.it Culture Bridge: frame filtering, forwarding

□ Filtraggio (filtering) delle trame

Address' delle trame ricevute (learning)

- decidere se una trama deve essere inoltrata su qualcuna delle interfacce o no: trame destinate allo stesso segmento-LAN non vengono inoltrate verso altri segmenti LAN, ma sono scartate
- ☐ Inoltro (forwarding) delle trame:
  - come sapere su quale segmento LAN inoltrare una trama?
  - o si presenta come un problema di routing!

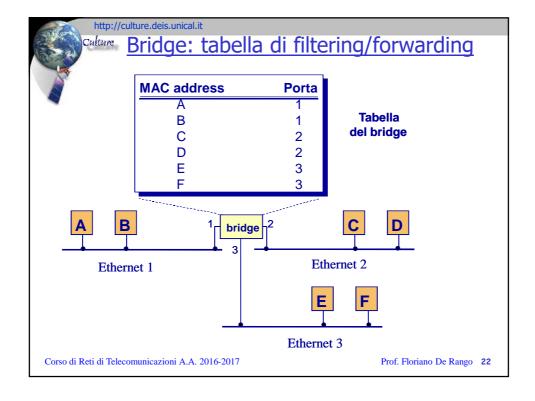
Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

http://culture.deis.unical.it

dture Bridge Filtering

- □ Il bridge impara attraverso quali delle sue interfacce i vari host possono essere raggiunti: mantiene tabelle di "filtering"
  - quando riceve una trama, il bridge "impara" quale sia la posizione del nodo sender: il segmento LAN entrante
  - registra la posizione del nodo sender nella filtering table
- ☐ Entry relativa a un nodo nella filtering table:
  - o indirizzo MAC del Nodo, interfaccia del Bridge che conduce al nodo, Time Stamp (tempo in cui la entry relativa al nodo è stata inserita)
  - o dati scaduti vengono rimossi dalla Filtering Table

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017



```
Procedura di filtering:

if destination is on LAN on which frame was received

then drop the frame
else { lookup filtering table
    if entry found for destination
        then forward the frame on interface indicated;
    else flood; /* forward on all but the interface
        on which the frame arrived*/
}

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Prof. Floriano De Rango 23
```



### Enidge learning

- Il bridge ha la grande proprietà di costruire la sua tabella automaticamente, dinamicamente e in modo autonomo
  - senza l'intervento di un gestore di rete o di un file di configurazione
- I bridge "auto-apprendono"!
- □ I bridge sono dispositivi "plug&play" perché non richiedono interventi del gestore di rete o dell'utente, perciò sono detti anche bridge "trasparenti"
  - basta collegare i segmenti di LAN alle interfacce del bridge
  - l'amministratore di rete non deve configurare le tabelle dei bridge al momento dell'installazione o quando un host è rimosso da un segmento LAN

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

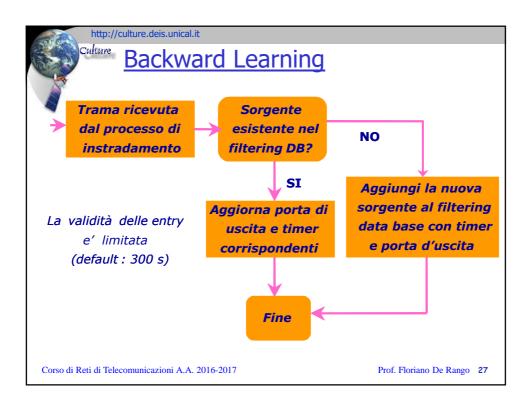
Prof. Floriano De Rango 25

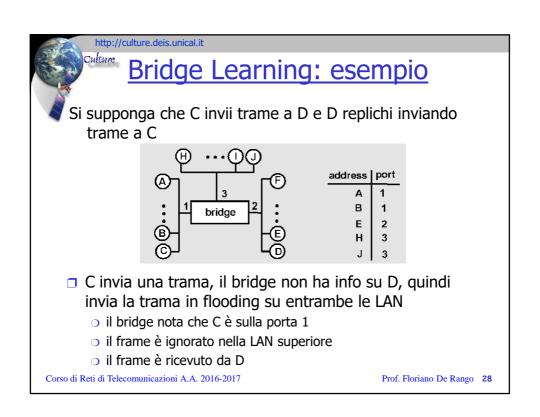
http://culture.deis.unical.it

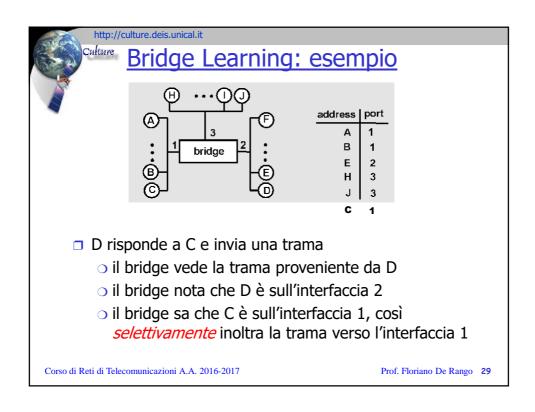
### Bridge learning

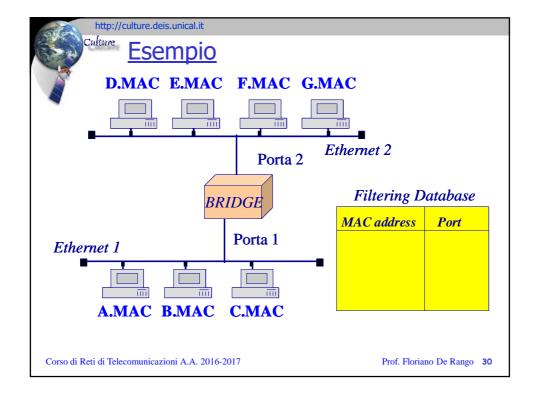
- □ Il bridge osserva l'indirizzo MAC sorgente delle trame ricevute su ogni porta e crea o aggiorna dinamicamente le entry della sua tabella
  - il MAC SSAP (source service acess point) indica al processo di apprendimento che la stazione con quell'indirizzo è raggiungibile attraverso la porta dalla quale il bridge ha ricevuto la trama
- ☐ Tale metodologia di apprendimento è anche detta di *backward learning*

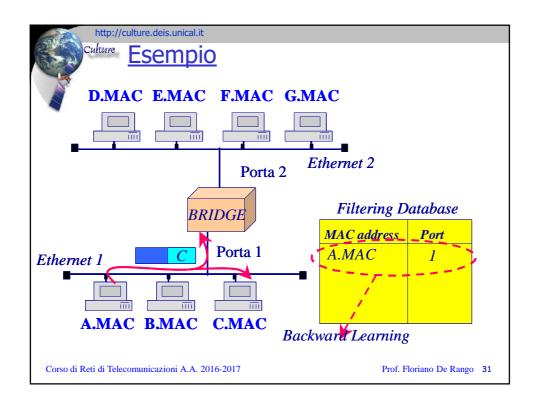
Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

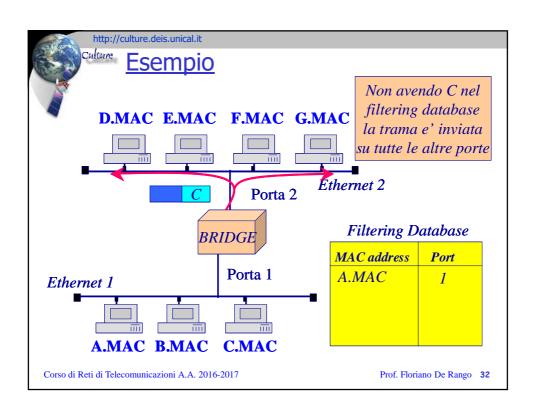


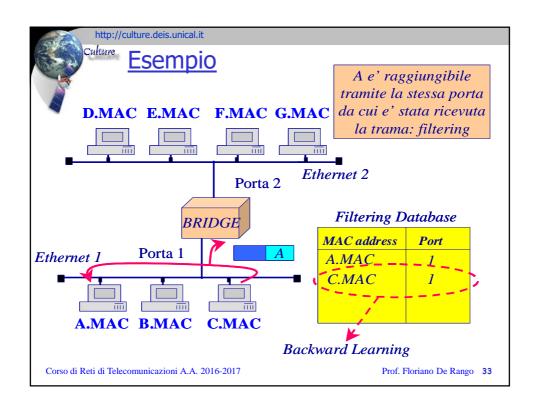


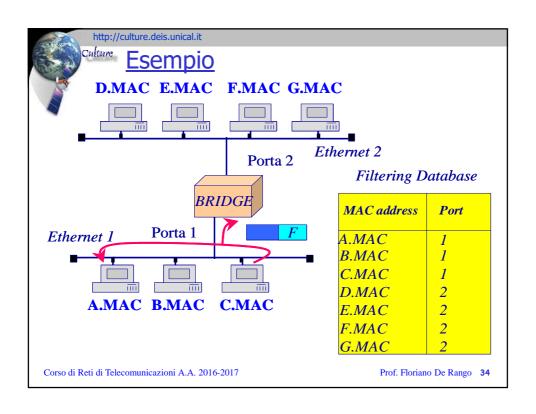


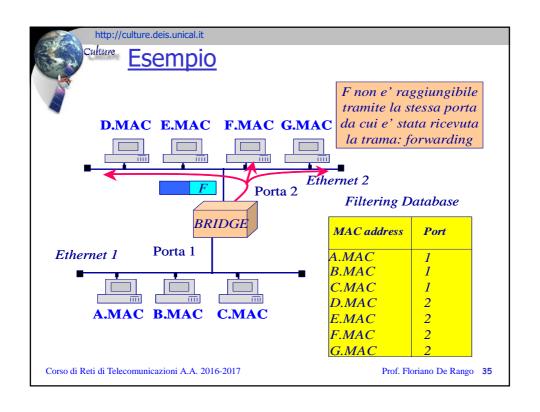


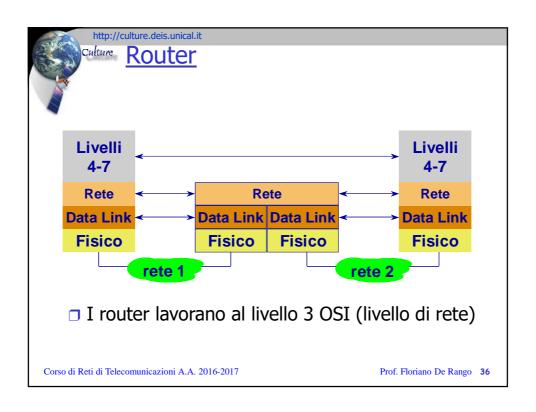


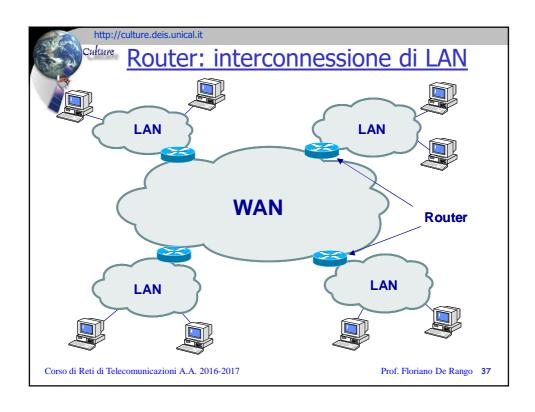


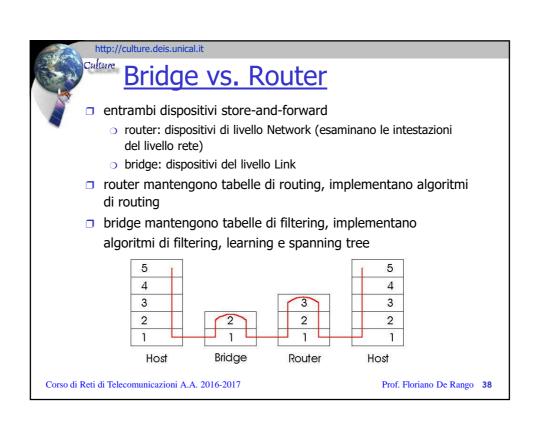












# Router vs. Bridge

### Bridge + e -

- + funzionamento dei Bridge più semplice e plug&play
- + richiede meno banda per il processing (elaborazione fino a livello 2)
- Topologia effettiva della rete limitata a quella dello spanning tree per evitare i cicli
  - =>instradamento non ottimizzato
  - =>sovraccarico sui link dello spanning tree
- Bridge non offrono protezione dalle cosiddette "broadcast storm" (broadcasting senza fine da parte di un host viene inoltrato da un bridge portando al collasso dell'intera rete)

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Prof. Floriano De Rango 39

http://culture.deis.unical.it

### Router vs. Bridge

### Router + e -

- + supportano topologie arbitrarie, i cicli sono limitati da contatori TTL (e buoni protocolli di routing)
- + fornisce protezione firewall dalle broadcast storm
- richiede la configurazione dell'indirizzo IP (non plug and play)
- richiede più banda per il processing (elaborazione fino al livello 3)
- bridge funzionano bene in reti piccole (poche centinaia di host) mentre i router sono usati in reti grandi (migliaia di host)

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Tipi di bridge

- I bridge che abbiamo descritto finora sono denominati Transparent bridge
  - o l'interconnessione di LAN (ovvero la presenza dei bridge) è del tutto trasparente alle stazioni connesse
  - o 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
  - o 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

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

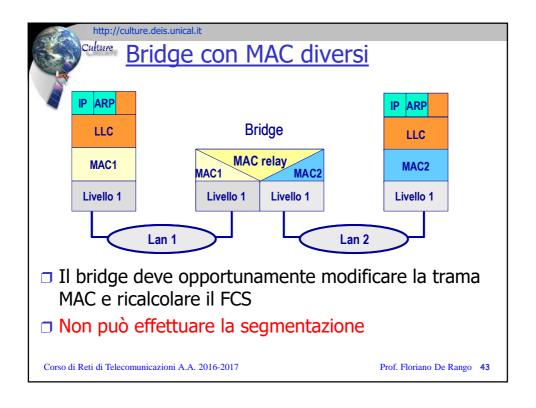
Prof. Floriano De Rango 41

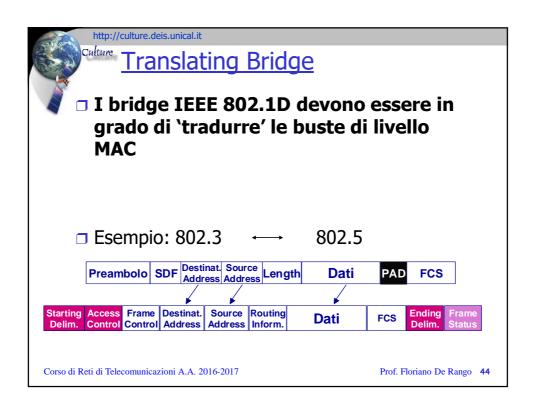
http://culture.deis.unical.it

### 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 addizionale (**Source Routing Transparent bridge, SRT**)

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017







### Problemi nel Translating

- Riformattazione del frame e calcolo nuova checksum
- Inserimento, modifica o traduzione delle priorità
- Bufferizzazione nel passaggio da reti più veloci a reti più lente
- Gestione dei timer di acknowledgement

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Prof. Floriano De Rango 45

### http://culture.deis.unical.it

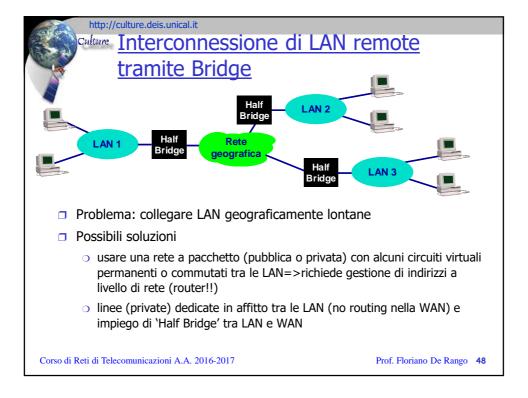
# Translating Bridge

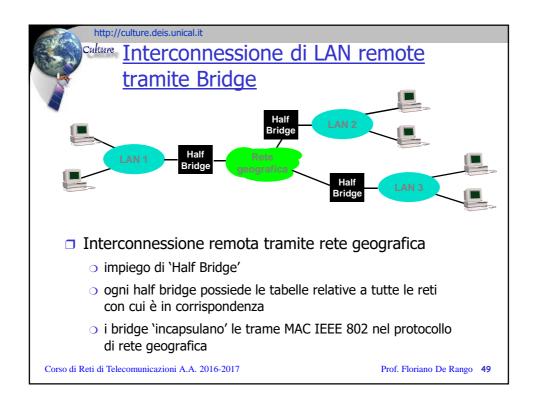
- Formato di trama
  - Preambolo di sincronizzazione usato da LAN su mezzi broadcast (802.3 e 802.4); Start e end delimiter per 802.5
  - In LAN a token (802.4 e 802.5) necessità del campo Frame Control prima dei campi di indirizzo e necessità di un End delimiter dopo la FCS (campo ulteriore Access Control nel Token Ring)
  - O Campo **Address** di 48 bit ma con regole si 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

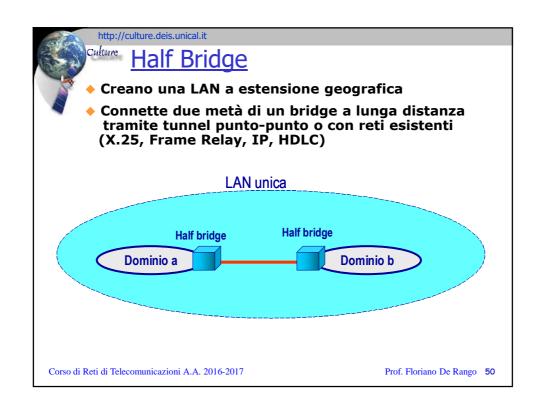
Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

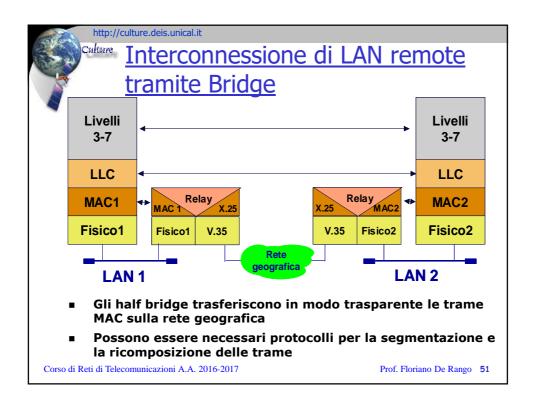


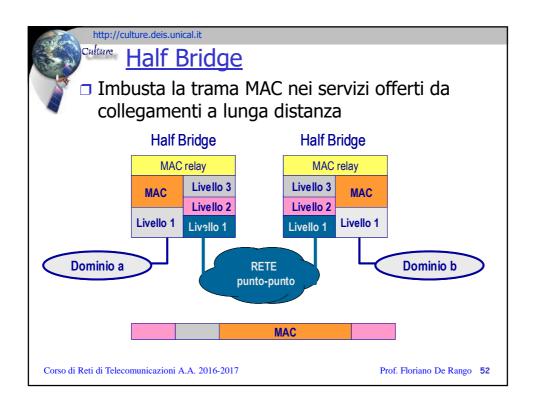
- Bit rate
  - o 802.3: 2, 10 Mbit/s
  - o 802.4: 5, 10 Mbit/s
  - o 802.5: 4, 16 Mbit/s
  - Problemi nel passaggio da LAN veloci a lente (bufferizzazione trame ed eventuale scarto in caso di congestione o per mancanza di memoria)
- Dimensione max della trama
  - o 802.3: 1518 byte
  - o 802.4: 8191 byte
  - 802.5: dipende dalla dimensione dell'anello
  - Problema: i bridge non offrono normalmente la funzione di segmentazione=> trama scartata!











Culture

# 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 <u>numero maggiore di porte</u> (alcune decine); questo genera un alto tasso di inoltro contemporaneo all'interno dello switch che quindi necessita di un progetto per <u>alte prestazioni</u>

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

Prof. Floriano De Rango 53

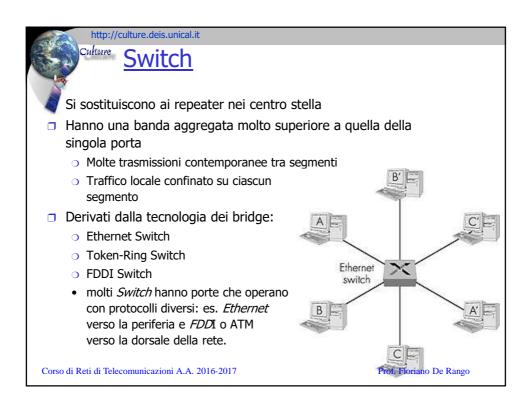
http://culture.deis.unical.it

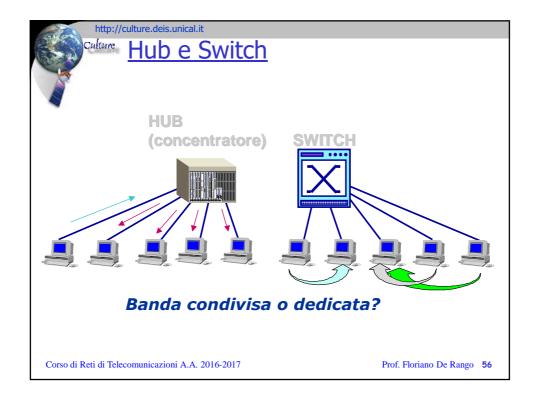
culture

### **Switch**

- Uno SWITCH è un bridge multi-porta che realizza in <u>hardware</u> 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.

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017







- 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

Prof. Floriano De Rango 57

http://culture.deis.unical.it

# Ethernet Full-Duplex

- Attualmente utilizzata per le dorsali:
  - o raddoppia la banda disponibile
  - o 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
  - o dipende solo dalle caratteristiche del mezzo trasmissivo
  - o è indipendente dal diametro del dominio di collisione

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017

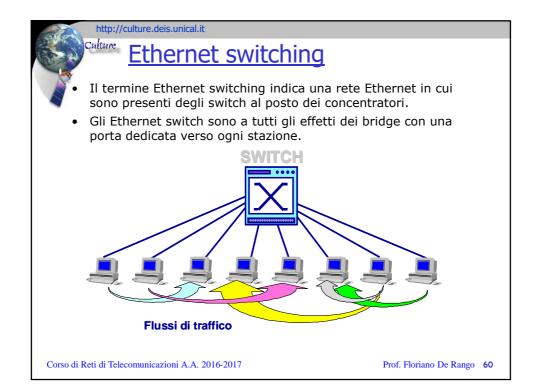
C

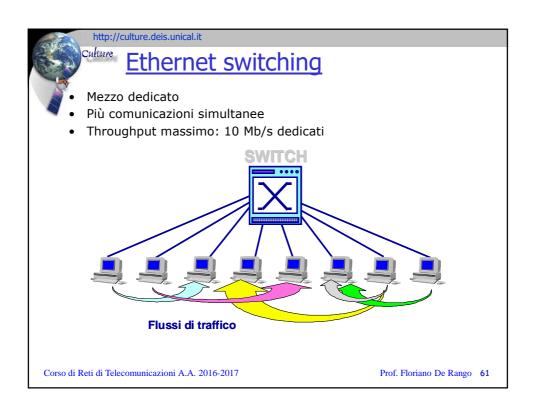
http://culture.deis.unical.it

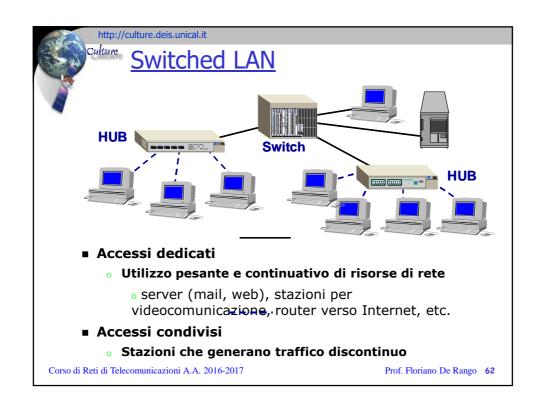
# <u>Limiti di distanza</u> <u>per Ethernet full duplex</u>

- Coppie simmetriche
  - o 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

Corso di Reti di Telecomunicazioni A.A. 2016-2017









- 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.

