Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Corso di Reti di Calcolatori
(a.a. 2010/11)

Roberto Canonico (roberto.canonico@unina.it)
Giorgio Ventre (giorgio.ventre@unina.it)

Interconnessione di LAN

Hub, bridge e switch

23 dicembre 2010

I lucidi presentati al corso sono uno strumento didattico
che NON sostituisce i testi indicati nel programma del corso

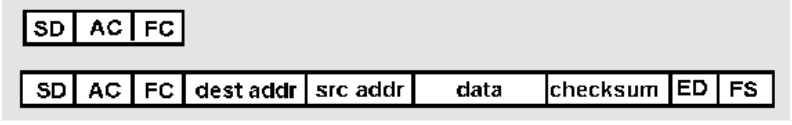
Nota di copyright per le slide COMICS

Token Passing: standard IEEE 802.5

- 4 Mbps
- max token holding time: 10 ms (limita la massima lunghezza del frame)

- SD, ED rappresentano inizio e fine del frame
- AC: access control byte:
  - token bit: valore 0 significa che il token può essere preso, valore 1 indica che dei dati seguono il FC
  - priority bits: priorità della frame
  - reservation bits: una stazione può configurare questi bit per evitare che le stazioni con una priorità più bassa possano impossesarsi del token quando quest'ultimo diventa libero

Token Passing: standard IEEE 802.5



- FC: frame control utilizzato per effettuare monitoraggio e gestione della rete
- source, destination address: 48 bit per gli indirizzi fisici, così come in Ethernet
- data: pacchetto proveniente dal livello rete
- checksum: CRC
- FS: frame status: impostato dal **receiver** e letto dal **sender**
  - set per indicare che il ricevente è attivo, e che il frame è stato prelevato dall'anello
  - ACK di livello DLC

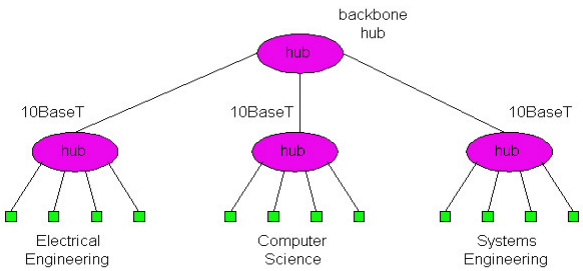
Interconnettere più LAN

D: Perchè non creare un'unica grande LAN?

- Limitata quantità di banda disponibile, considerato che su una singola LAN tante stazioni dovrebbero condividere la banda
- Estensione limitata: ad esempio, 802.3 specifica la massima lunghezza del cavo
- "Dominio di collisione" troppo ampio (una trasmissione può collidere con molte altre)
- Numero limitato di stazioni: ad esempio, 802.5 introduce un ritardo in ogni stazione dovuto al passaggio del token

Hub

- Dispositivi di Livello Fisico:
  - sostanzialmente si tratta di ripetitori di bit
    - riproducono i bit in ingresso ad un'interfaccia su tutte le altre interfacce
- Gli hub possono essere organizzati in una gerarchia (o architettura multi-livello), con un backbone hub al livello più alto



Hub: caratteristiche

- Ogni LAN collegata è considerata come un **segmento di LAN**
- Gli hub non isolano i domini di collisione:
  - le stazioni possono subire una collisione per una trasmissione simultanea con qualunque stazione presente su qualunque segmento
- Vantaggi degli hub:
  - Sono dispositivi semplici e poco costosi
  - L'organizzazione Multi-livello garantisce una parziale tolleranza ai guasti: porzioni di LAN continuano a funzionare in caso di guasto ad uno o più hub
  - Estende la massima distanza esistente tra i nodi (100m per ogni Hub)

Limiti degli hub

- La creazione di un singolo dominio di collisione non comporta alcun aumento del throughput massimo
  - Il throughput complessivo in una rete multi-livello è lo stesso di una rete con un unico segmento
- La realizzazione di un'unica LAN impone un limite al numero massimo di stazioni che è possibile collegare, nonché all'estensione geografica che è possibile raggiungere
- Solo una tipologia di Ethernet (per esempio, 10BaseT e 100baseT)

Bridge (1/2)

- Dispositivi di livello 2: in grado di leggere le intestazioni di frame Ethernet, ne esaminano il contenuto, e selezionano il link d'uscita sulla base dell'indirizzo destinazione
- I bridge isolano i domini di collisione, grazie alla loro capacità di porre le frame in un buffer (dispositivi store & forward)
- Non appena una frame può essere inoltrata su un link d'uscita, un bridge usa il protocollo CSMA/CD sul segmento LAN d'uscita prima di trasmettere

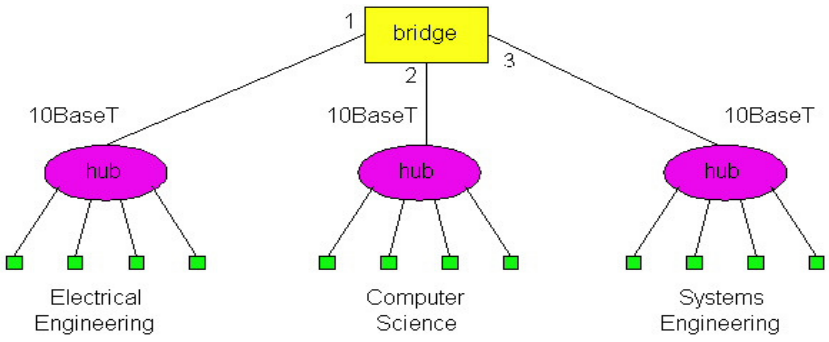
Bridges (2/2)

- Vantaggi dei bridge:
  - Isolano i domini di collisione, determinando un aumento complessivo del throughput massimo
  - Non introducono limitazioni sul numero massimo delle stazioni, né sull'estensione geografica
  - Possono collegare differenti tecnologie, dal momento che sono dispositivi di tipo store & forward
  - Trasparenti: non richiedono alcuna modifica negli adattatori dei computer

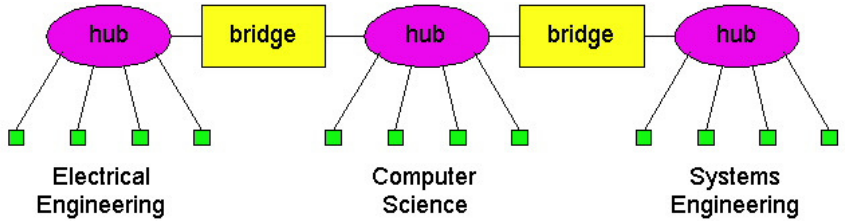
Bridge: frame filtering & forwarding

- Forwarding:
  - Come fare a sapere su quale segmento una frame deve essere inoltrata?
  - Analogia con i problemi di routing (anche se su scala meno ampia!)
- I bridge filtrano i pacchetti
  - Stesso segmento di LAN:
    - le frame non sono inoltrate su altri segmenti di LAN

Backbone Bridge



Interconnessione senza backbone



- Soluzione non consigliata a causa di due motivi:
  - esiste un punto critico presso l'hub di Computer Science, in caso di rottura dello stesso
  - il traffico tra EE e SE deve necessariamente attraversare il segmento CS

Bridge Filtering

- I bridge eseguono un algoritmo di *auto apprendimento* per scoprire a quali interfacce sono collegati gli host:
  - Tali informazioni sono salvate in delle "filtering tables"
    - Quando una frame è ricevuta, il bridge "prende nota" del segmento di LAN di provenienza
    - L'interfaccia di provenienza è memorizzata in una filtering table
      - filtering table entry:
        - » (Node LAN Address, Bridge Interface, Time Stamp)
        - » dati della Filtering Table obsoleti vengono cancellati (TTL tipicamente pari a 60 minuti)

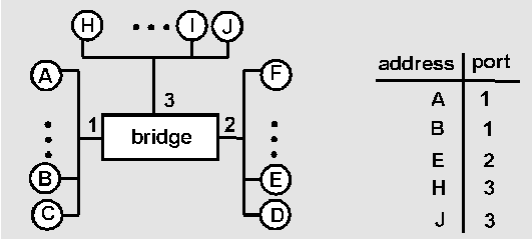
Bridge Filtering

- filtering procedure:

```
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*/
    }
```

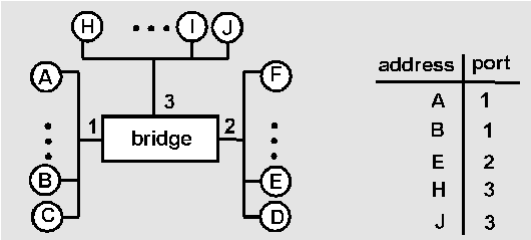
Bridge Learning: esempio (1/2)

Supponendo che C invii una frame a D e che D risponda con una frame a C



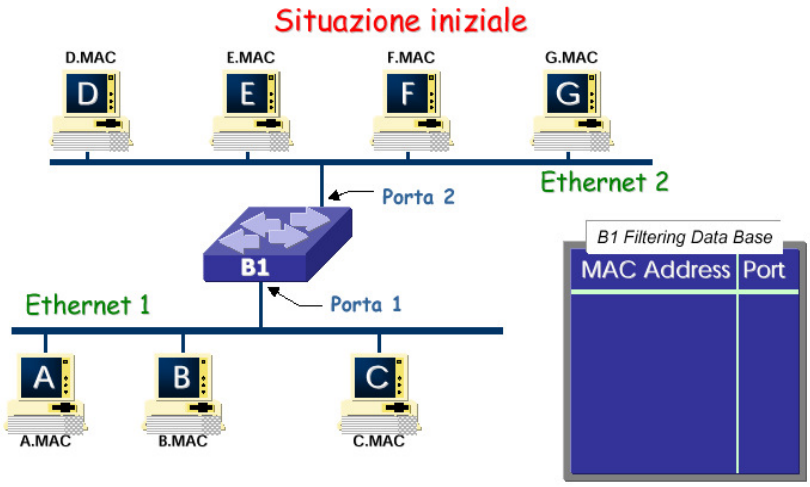
- C invia la frame, il bridge non ha alcuna informazione circa D, pertanto invia in flooding
  - Il bridge annota C sul porto 1
  - La frame è ignorata nella LAN in alto
  - La frame viene ricevuta da D

Bridge Learning: esempio (2/2)

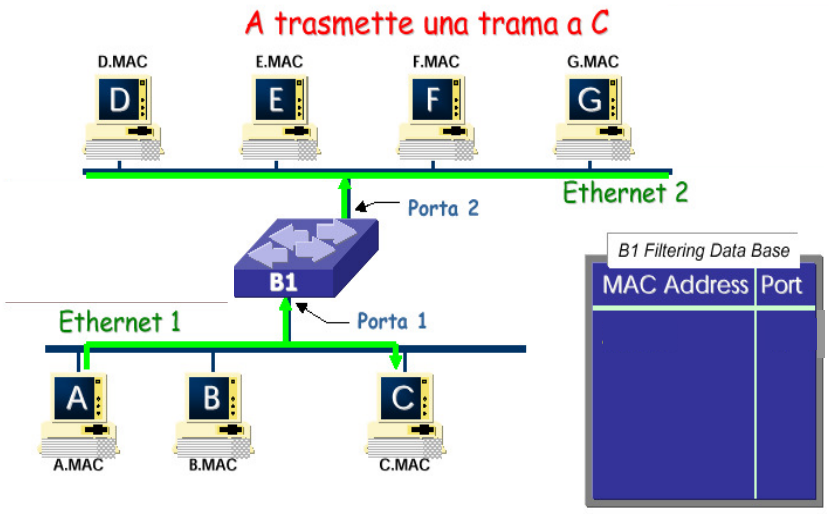


- D genera una risposta destinata a C e la invia
  - Il bridge vede la frame proveniente da D
  - Il bridge annota D sul porto 2
  - Il bridge sa che C è sul porto 1, quindi invia *esclusivamente* la frame sul porto 1

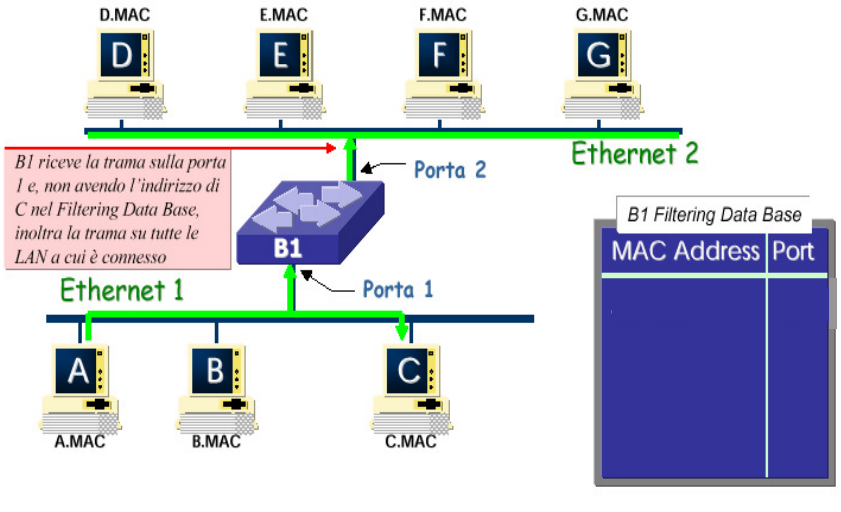
Bridge Learning: esempio (1/5)



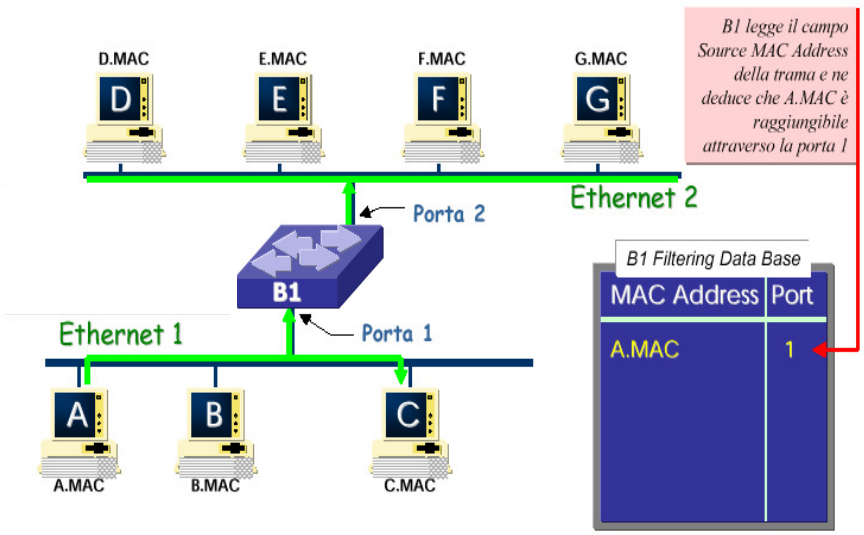
Bridge Learning: esempio (2/5)



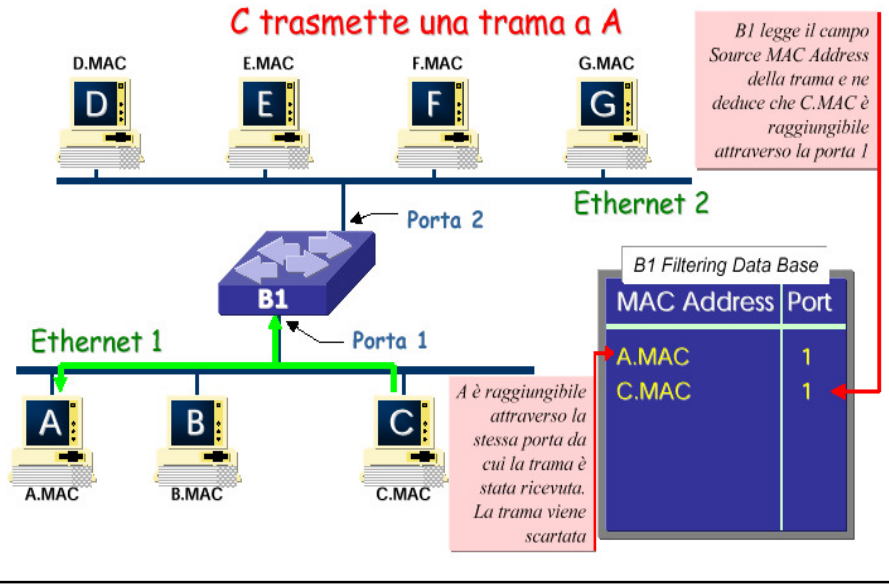
Bridge Learning: esempio (3/5)



Bridge Learning: esempio (4/5)

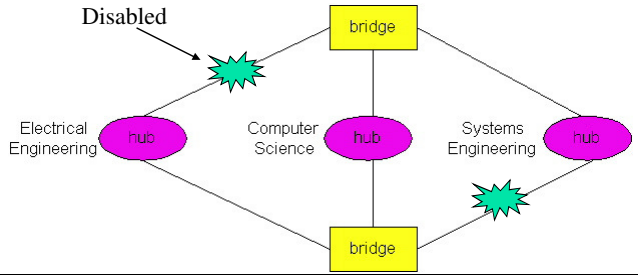


Bridge Learning: esempio (5/5)



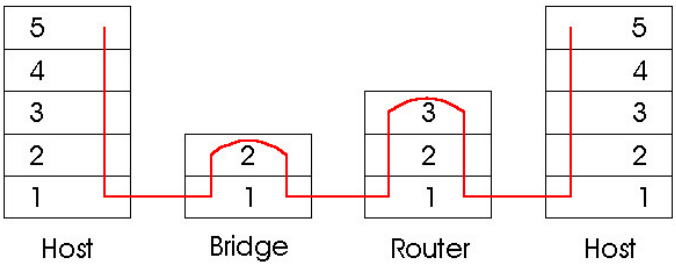
Bridge Spanning Tree

- Per incrementare l'affidabilità, può essere utile introdurre un certo grado di ridondanza:
  - percorsi alternativi
- In presenza di percorsi alternativi simultanei, vengono create copie molteplici delle frame (loop)
- SOLUZIONE: organizzare i bridge mediante uno spanning tree, disabilitando alcune interfacce



Bridge vs Router

- Sono entrambi dispositivi di tipo store-and-forward
  - router: dispositivi di livello rete (esaminano il contenuto dell'header di livello 3)
  - Bridge: sono dispositivi di livello Data Link
- I router si basano sulle *routing table* ed implementano algoritmi di routing
- I bridge si basano sulle *filtering table* ed implementano algoritmi di filtering, learning e spanning tree



Router vs Bridge

Bridge: pro (+) e contro (-)

+ Le operazioni nei bridge sono più semplici
+ I bridge processano meno richieste
- Le topologie sono limitate: è necessario uno spanning tree per prevenire i cicli
- I bridge non offrono alcuna protezione contro le tempeste broadcast (il broadcast ininterrotto generato da un host è normalmente inoltrato da un bridge)

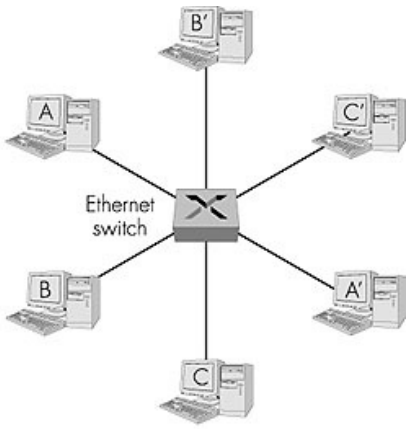
Router vs Bridge

Router: pro (+) e contro (-)

+ possono essere realizzate differenti topologie, i loop sono limitati grazie al contatore TTL (ed all'impiego di buoni protocolli di routing)
+ forniscono una naturale protezione contro le tempeste broadcast
- richiedono configurazione al livello IP (non sono *plug and play*)
- richiedono capacità adeguata per processare una grande quantità di pacchetti
- I bridge sono maggiormente utili in caso di reti piccole (con poche centinaia di host) mentre i router sono usati nelle grandi reti (migliaia di hosts)

Switch Ethernet1/3

- Effettuano l'inoltro di frame a livello 2
  - filtraggio mediante l'uso di indirizzi LAN
- Switching: da A a B e da A' a B' simultaneamente:
  - non ci sono collisioni
- Alto numero di interfacce
- spesso: host singoli, topologia a stella con collegamento ad uno switch:
  - È Ethernet, ma senza collisioni!



Switch Ethernet 2/3

- Cut-through switching:
- Pro
  - frame inoltrate dall'ingresso all'uscita senza attendere l'assemblamento dell'intera frame
  - Leggera diminuzione della latenza
  - Consentono la combinazione di interfacce condivise/dedicate, a 10/100/1000 Mbps
- Contro
  - E le frame affette da errore ?

Switch Ethernet 3/3