



---

*Complementi di Reti e Sistemi di  
Telecomunicazioni*

*3. Livello Data Link*

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.1

Sommario

---

- Bridge
- Switch Livello 2
- VLAN
- Progettazione

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.2

## Interconnessione di LAN

---

- Il termine *internetworking* indica in generale l'interconnessione di reti in una rete più vasta (*internet*); le reti costituenti sono indicate come sottoreti, i dispositivi interconnessi come *End Systems (ES)* e i dispositivi di interconnessione come *Intermediate Systems (IS)*.
- Nel caso delle LAN, l'interconnessione può avvenire tramite *bridge* o tramite *router*.

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.3

## Interconnessione di LAN

---

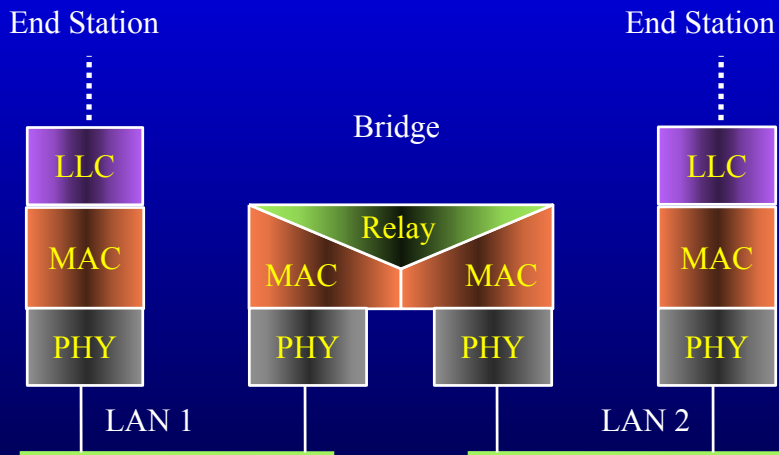
- I *bridge* operano a livello 2 (DLC), sottolivello MAC, del modello OSI; i *router* operano al livello 3 (network).
- L'uso dei *bridge* consente di creare una LAN estesa (*BLAN*), superando i limiti sulle distanze massime e sul massimo numero di sistemi collegabili della singola LAN, imposti dal protocollo di accesso multiplo.

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.4

## Interconnessione di LAN



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.5

## Interconnessione di LAN

- I *bridge* possono operare tra LAN con MAC dello stesso tipo o differenti.
- Non considerano il livello di Rete: operano indifferentemente con IP, IPX od OSI.
- Hanno algoritmi di instradamento semplici.
- Si distinguono due categorie, in base all'instradamento: **Transparent Bridge** (IEEE 802.1D) e **Source Routing Bridge**.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.6

## Alcuni Vantaggi

---

- Unica LAN adatta alla situazione, ma distanza fisica tra calcolatori troppo elevata (es più di 2,5 Km per 802.3)
- Affidabilità della rete, utilizzo come “porte tagliafuoco”
- Sicurezza: il traffico viene limitato in zone ben precise rendendo inutile la modalità promiscua dell'interfaccia di rete.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.7

## Interconnessione di LAN Funzioni dei *bridge*

---

I *bridge* devono

- Ricevere, filtrare e ritrasmettere i pacchetti
- Mantenere aggiornate le informazioni per le decisioni di filtraggio (tabelle di instradamento)
- Compiere operazioni di gestione (*management*) relative alle precedenti funzioni.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.8

## Bridge 802.1 *Spanning Tree*

---

- Ad ogni *bridge* è associato un identificatore, costituito dal suo indirizzo di MAC e da un livello di priorità.
- Ad ogni porta del *bridge* è assegnato un identificatore univoco.
- L'informazione relativa all'algoritmo di *spanning tree* è scambiata attraverso **Bridge PDU (BPDU)**.

**Complementi di Reti** e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.9

## Bridge 802.1 *Spanning Tree*

---

L'algoritmo opera secondo i seguenti passi:

- Determinazione del *root bridge*
- Determinazione della *root port* sugli altri *bridge*
- Determinazione della *designated port* su ogni LAN

**Complementi di Reti** e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.10

## Bridge 802.1 *Spanning Tree*

---

- Il *bridge* con l'identificatore di valore più basso è scelto come *Root Bridge*.
- Ad ogni porta di ogni *bridge* è associato un costo (*path cost*).
- La porta a minimo costo verso il *root bridge* è detta *root port*; il costo del percorso a costo minimo dalla *root port* di ogni *bridge* al *root bridge* è detto *root path cost*.
- Su ogni LAN, il *bridge* con il minimo *root path cost* è il *designated bridge* e la porta che lo interconnette alla LAN la *designated port*.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.11

## Bridge - IEEE 802.1D *Spanning Tree*

---

- Ad ogni *bridge* ha un indirizzo di livello 2 (6 byte) ed è assegnato un numero (2 byte, 0 - 65535, di *default* 32768): la concatenazione fra i 2 byte del numero e i 6 byte dell'indirizzo determinano la priorità del *bridge*.
- Ad ogni porta di ogni *bridge*, identificata da un ID, viene a sua volta assegnata (da management) una priorità di un byte; essa rappresenta il "costo" del *link* in uscita e quindi valori più bassi indicano una priorità maggiore.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.12

## Bridge - IEEE 802.1D Spanning Tree

---

- Per risolvere il problema dei cicli (*loop*), lo standard 802.1D individua uno *spanning tree* fra i bridge e le LAN ed attiva le sole porte che appartengono a tale albero.
- Lo *spanning tree* è aggiornato dinamicamente nel tempo per adattarlo ad eventuali cambiamenti topologici (guasti o modifiche nella rete).
- L'algoritmo opera prima eleggendo un nodo di *root* e quindi applicando una particolare versione distribuita dell'algoritmo di Bellman-Ford con il nodo di *root* preso come destinazione.
- Lo *spanning tree* risultante è quindi uno *Shortest Path* (SPST) e non un *Minimum weight* (MST)

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.13

## Bridge - IEEE 802.1D Spanning Tree

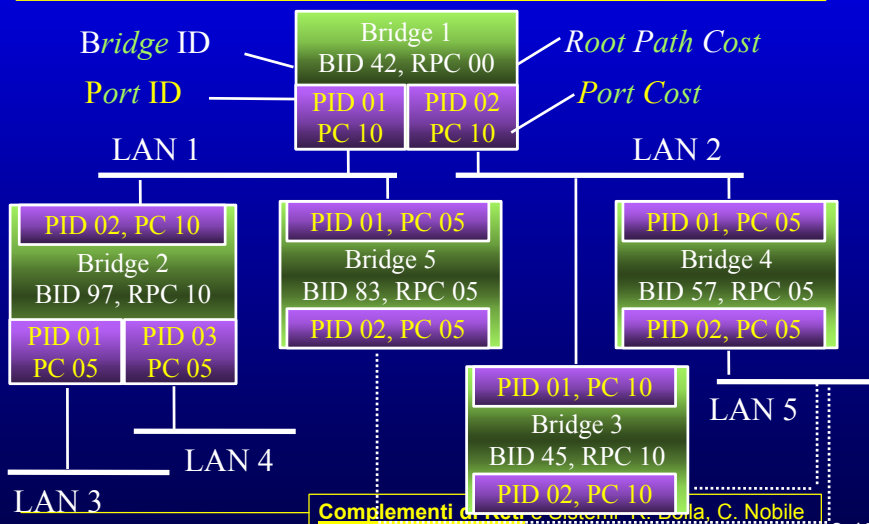
---

- In presenza di cambiamenti viene inviata una notifica di *topology change*, che fa cambiare la durata della validità delle informazioni nel DB da un valore tipico di 5 min. a 15 s.
- Complessivamente ogni riconfigurazione richiede un tempo di circa 50 s (20 s di BPDU timer, 15 s in *listening* e 15 in *learning*).
- La creazione e l'aggiornamento dei bridge richiede, specialmente in presenza di molti bridge, lo scambio di diversi pacchetti *broadcast*.
- Ogni bridge introduce una latenza proporzionale alla lunghezza del pacchetto.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.14

## Bridge 802.1 *Spanning Tree*



## Problemi di interconnessione

- Combinazioni di differenti LAN 802.x e 802.y creano problemi specifici a partire dal **formato di frame**.
- Ogni passaggio tra LAN richiede riformattazione, nuovo calcolo Checksum e possibilità di errori non rilevati
- 802.3: "Ethernet"
- 802.4: Token Bus
- 802.5: Token Ring

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.16



## Problemi interconnessione

---

- **Velocità differenti**
- Se si passa da una LAN veloce ad una più lenta il Bridge deve essere in grado di memorizzare tutto il pacchetto
- Da 802.4 a 802.3 anche se entrambe a 10 Mbps la banda della 802.3 è ridotta dalle collisioni
- Problemi aumentano se la connessione avviene tra più di due LAN

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.17

## Problemi interconnessione

---

- I valori di Timer (“bridge = collo di bottiglia”):
  - Esempio Lan 802.4 sta cercando di spedire un messaggio molto lungo come sequenza di frame. Al termine inizializza il timer aspettando l’ack. Il timer potrebbe scadere prima che l’ultimo frame sia trasmesso sulla LAN più lenta. Tutto questo si ripeterà ai successivi tentativi e alla fine verrà segnalato al livello superiore (trasporto) che la destinazione è guasta

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.18

## Problemi interconnessione

---

- Lunghezza frame
  - 802.3 (sistema a 10 Mbps): 1500 byte
  - 802.4: 8191 byte
  - 802.5: nessun limite dichiarato, ma valore standard per il possesso del token è 10 ms quindi lunghezza massima 5000 byte
- Non è prevista ne' la frammentazione ne' il riassettaggio

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.19

## 802.3 versus 802.3

---

- Nessun problema particolare
- Solo se LAN destinazione è sovraccarica si può determinare una situazione di "buffer" pieno con conseguente perdita di pacchetti.
- Nelle altre due reti il token sarà assegnato periodicamente al bridge e questo problema dovrebbe essere evitato

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.20

## 802.4 versus 802.3

---

- 802.4 ha bit di priorità che viene perso passando attraverso una LAN 802.3
- In 802.4 esiste la cessione temporanea del token: se una stazione “setta” il bit a 1 per passare il token alla destinazione, per la trasmissione di un ack ...

Il bridge che si trova in mezzo cosa ne farà? Se risponde lui “mente” (problema: stazione destinataria è viva?), ma se non risponde il mittente conclude che la destinazione è “morta”! (Non esiste soluzione)

---

**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.21

## 802.5 versus 802.3

---

- Problemi simili alla precedente situazione
- Esistono bit A e C nel byte di stato del frame per segnalare che la stazione ricevente ha visto e copiato il frame (come richiesta ack)

---

**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.22

## 802.3 versus 802.4

---

- Bit di priorità non esiste in 802.3
  - Soluzione: aggiungo sempre priorità massima. Non commetto un grosso errore perché il frame sarà comunque già stato ritardato abbastanza.

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.23

## 802.4 versus 802.4

---

- Problema della cessione temporanea del token, qui il bridge può spedire i frame velocemente in modo da ricevere la risposta in tempo (deve utilizzare la massima priorità per minimizzare il ritardo)

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.24

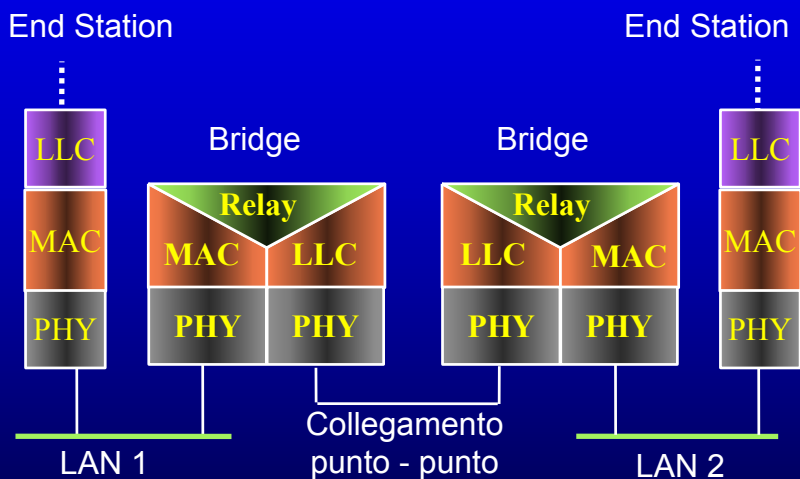
## 802.x versus 802.y

- 802.5 verso 802.4: Ancora problemi con i bit di priorità A e C che sono diversi nelle due LAN
- 802.3 verso 802.5: è necessaria la generazione di bit di priorità
- 802.4 verso 802.5: Problema potenziale per frame troppo lunghi e cessione temporanea del token
- 802.5 verso 802.5: Problema dei bit A e C

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.25

## Bridge remoti



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.26

## Bridge - IEEE 802.1D

### Remote Bridge

---

- I **bridge remoti** sono bridge che hanno porte adatte ad una interconnessione su scala geografica, per esempio possono essere interconnessi a
  - fibra ottica (sino a 50Km nel caso FDDI)
  - linee dedicate con velocità maggiori o uguali a 64kb/s (anche via satellite)
  - fasci di microonde (difficile in Italia) sino a 10km
  - reti *Frame relay*
  - reti a larga banda: SMDS, ATM
- Non sono specificati nello standard, che prevede questo tipo di interconnessione solo a livello 3.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.27

## Bridge - IEEE 802.1D

### Remote Bridge

---

- Spesso non è accettabile (specialmente in presenza di connessione in area geografica) che le linee in *blocking state* non portino traffico (alcuni costruttori propongono algoritmi proprietari per usare le linee in *blocking state*)
- Anche con questi algoritmi i bridge sono poco idonei a fare *internetworking* su scala geografica:
  - E' difficile garantire il comportamento FIFO e la non generazione dei duplicati durante le fasi di transizione dello *spanning tree*
  - possono innescarsi pericolosi *loop*
  - si propaga comunque il traffico di *broadcast* e *multicast*

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.28

## Bridge - IEEE 802.1D Spanning Tree

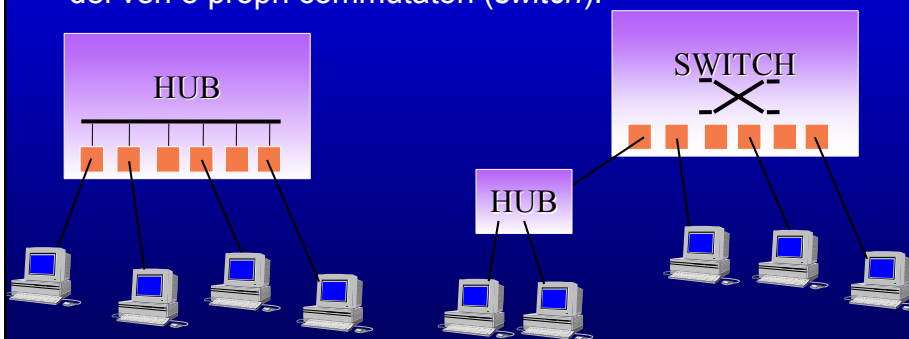
- Perché i bridge sia realmente efficaci devono:
  - Essere avere prestazioni tali da non generare rallentamenti sulla rete (pacch./s)
  - Essere posti in modo da confinare il più possibile il traffico locale su un *collision domain*.
  - Essere configurati in modo che l'algoritmo di *spanning tree* generi configurazioni efficienti.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.29

## L2 Switch

- Inizialmente i bridge si limitavano a interconnettere una o due LAN, l'evoluzione della topologia da bus a stella ha favorito la nascita di bridge multiporta come centro stella, che diventano dei veri e propri commutatori (*switch*).



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.30

## L2 Switch

---

- Se ogni porta ha una sola stazione connessa la condivisione del mezzo in pratica non esiste più (fra le stazioni direttamente connesse allo *switch*), le collisioni avvengono solo per ricezioni e trasmissioni contemporanee; i pacchetti vengono eventualmente persi nel buffer del bridge quando il carico si concentra verso una o poche porte.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.31

## L2 Switch

---

- Tecniche di Ethernet *switching*
  - **Store-and-Forward**: utilizzata dai bridge (prevista da IEEE 802.1d) il pacchetto viene ricevuto interamente e poi ritrasmesso
  - **Cut through** o **On-The-Fly Switching**: la decisione di inoltrare viene presa durante il transito del pacchetto nello switch (dopo la lettura dell'indirizzo di destinazione)
  - **Fragment free**: prima di iniziare a ritrasmettere il pacchetto si aspetta comunque un tempo pari alla *collision window* (51.2 ms)

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

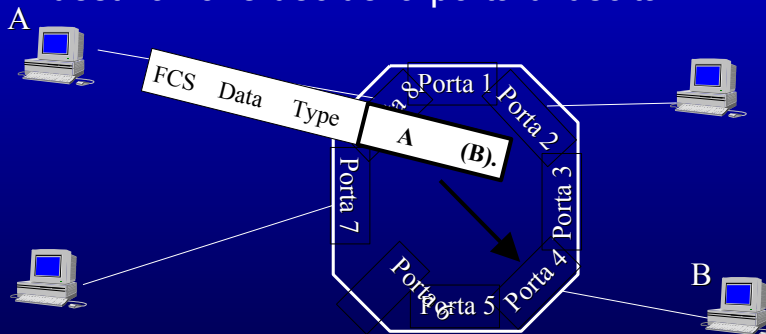
3.32



## L2 Switch

### Cut-through switch

- I tempi di latenza sono molto bassi ( $40-60 \mu s$ ) perché quando lo *switch* legge l'indirizzo di destinazione decide la porta di uscita.



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.33

## L2 Switch

### Cut-through switch

- Le tecniche Cut through e *Fragment free* possono essere utilizzate solo se:
  - su tutte le porte è presente lo stesso tipo di MAC
  - tutte le porte hanno la stessa velocità trasmissiva
  - la porta di destinazione è libera
  - il pacchetto non è broadcast o multicast
- Altrimenti occorre fare *Store & Forward*
- Per i pacchetti corti *Cut through*, *Fragment free* e *Store & Forward* sono equivalenti
- Con velocità elevate (100 Mb/s o 1 Gb/s) la latenza di uno *store and forward* è comunque molto piccola.
- Il *Cut through* inoltra anche i frammenti di collisione

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.34

## L2 Switch

### Store and forward switch

- Opera come un Bridge Multiporta ad alte prestazioni
- Può interconnettere MAC diversi: Ethernet, FDDI, ATM
- Può operare a velocità diverse: 10 Mb/s (802.3), 100 Mb/s (802.3u) e 1 Gb/s
- Non inoltra pacchetti contenenti errori poiché controlla il CRC
- Non inoltra i frammenti di collisione.
- Con velocità elevate ha comunque una latenza molto piccola.

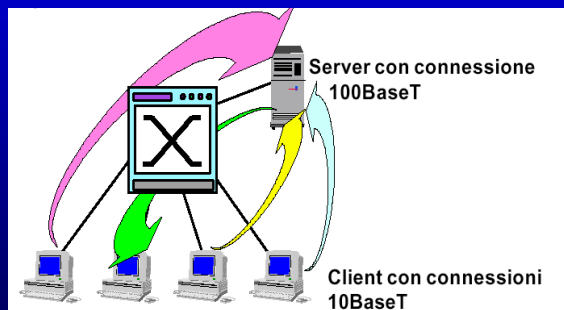
Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.35

## L2 Switch

### Esempio

- Uno *switch* con connessioni a velocità diverse è adatto per applicazioni *Client-Server*
  - server connesso ad alte prestazioni (esempio 100Mb/s - 1 G/s), i *client* a medie



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.36

## L2 Switch

# Half and Full Duplex

---

- Le LAN sono strutture intrinsecamente *half-duplex*: trasmette una sola stazione per volta
- Lo *switching* ridimensiona molto il ruolo del
- mezzo fisico condiviso:
  - spesso il mezzo trasmissivo diventa punto-punto: sono collegati unicamente la stazione e lo *switch*
- I mezzi trasmissivi punto-punto possono
  - essere *full-duplex*: entrambe le stazioni possono trasmettere contemporaneamente le trasmissioni avvengono su canali fisici diversi

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.37

## L2 Switch

# Ethernet Full Duplex

---

- Ethernet full-duplex è attualmente utilizzata principalmente per le dorsali: raddoppia la banda disponibile sulle connessioni *Bridge-to-Bridge* o *Switch-to-Switch*
- Necessita di particolari *transceiver* in cui non viene rilevata la collisione. (i *transceivers* 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 (fino a 50 Km con fibra monomodale)
- è indipendente dal diametro del dominio di collisione

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.38

## L2 Switch

### Tipi di prodotti

---

- **Workgroup Switch:** apparati di medie prestazioni, con numero limitato di porte e costi bassi
- **Switch modulari:** apparati di elevate prestazioni, con elevata modularità e flessibilità
- **HUB/Switch:** apparati modulari che realizzano le funzionalità di *hub (repeater)* e di *switch*

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.39

## L2 Switch

### Workgroup Switch

---

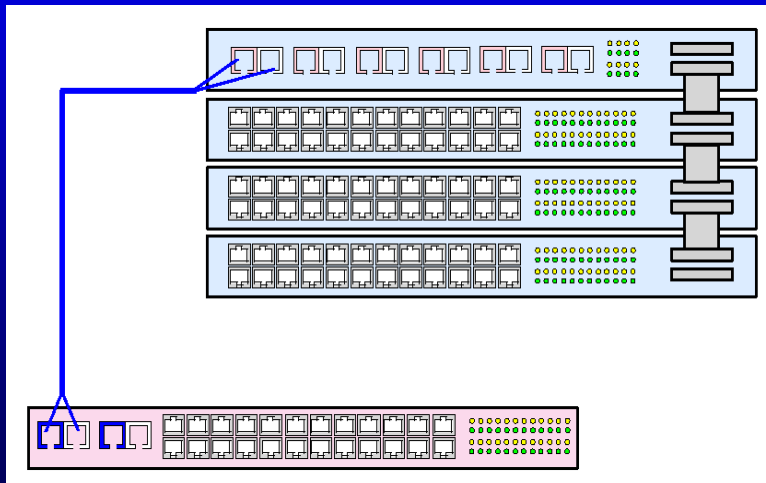
- Caratteristiche generali:
  - possono utilizzare le tecniche *cut-through*, *fragment free* e *store and forward*
  - VLAN
  - management SNMP, RMON
- alcuni dispongono di una connessione, proprietaria a alta velocità per impilare un limitato numero di apparati (modelli *stackable*)
- alcuni sono dotati di alimentatore supplementare di *backup*

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.40

## L2 Switch Workgroup Switch

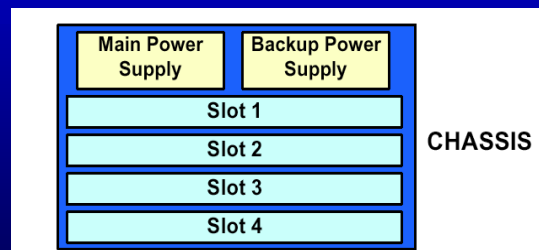


Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.41

## L2 Switch Switch Modulari

- Costituiti da uno chassis che può alloggiare diversi tipi di moduli *Switching*
- Caratteristiche dello chassis:
  - numero di slot variabile da 2 a 8
  - alimentatore ridondante



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.42

## L2 Switch

### *Switch* Modulari

---

- Costituiti da uno chassis che può alloggiare diversi tipi di moduli *Switching*, *Repeater*, *Router*, *Terminal Server*
- I moduli *switch* possono avere
  - ogni porta di tipo *switching*
  - diversi gruppi di porte che fanno parte dello stesso dominio di collisione
    - » ogni gruppo di porte dispone di un *multiport repeater* integrato
    - » lo *switching* viene realizzato tra i gruppi di porte
- Lo chassis ha un numero di slot variabile e alimentatore ridondante

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.43

## Virtual LAN (VLAN)

---

- Le LAN estese (BLAN), quando crescono troppo di dimensione, sono fonte di problemi:
  - elevato traffico di *multicast/broadcast*
  - *routing* tra le sottoreti (IP)
  - Sicurezza
- Allora si è introdotto il concetto di LAN virtuali:
  - unica infrastruttura fisica
  - definizione di più sottoreti logiche separate (interconnesse tramite *router*)
- Le LAN virtuali possono estendersi su:
  - il singolo *switch*
  - l'intera LAN estesa

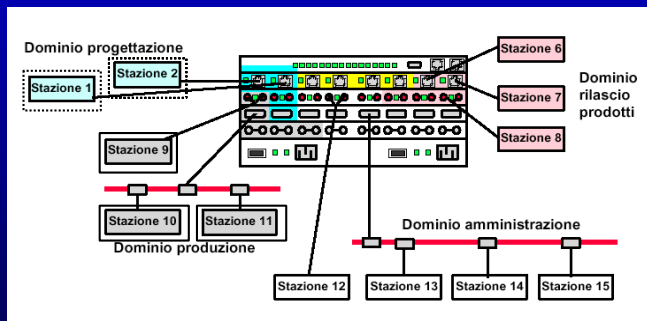
Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.44

## VLAN

### Single switch VLAN

- Due o più porte dello *switch* possono essere raggruppate in un dominio di *broadcast* (per interconnettere i domini ci vuole un *router*)



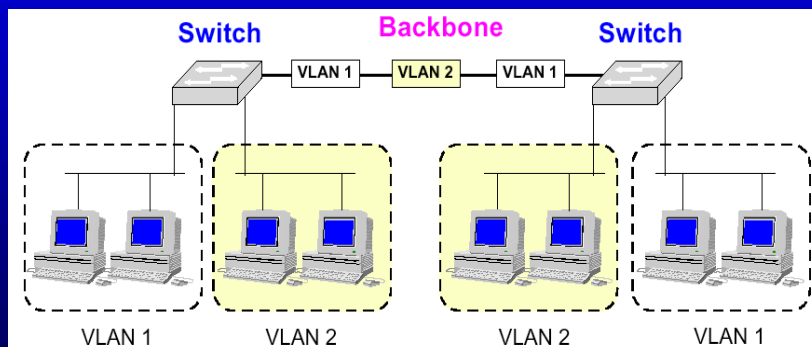
Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.45

## VLAN

### Multi switch VLAN

- Nel caso multi-*switch*, le macchine raggruppate in una singola VLAN possono essere connesse a switch differenti.



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.46

## L2 Switch

### *Membership*

---

- Un singola stazione può appartenere ad una o più VLAN.
- L'appartenenza (*membership*) può essere di tipo:
  - **Statica**
    - » per porta (*Port Grouping*)
  - **Dinamica**
    - » per indirizzo MAC (*MAC Address Grouping*)
    - » per protocollo o per indirizzo di livello 3 (*Protocol Grouping*)
    - » per indirizzo multicast
    - » "policy-based" (per applicazione, per utente,...)

**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.47

## VLAN

### Port Grouping

---

- **Vantaggi**
  - E' facile da capire e da gestire.
  - Esiste una metodologia comune a diversi fornitori per realizzarlo.
  - Dato che ad una singola porta possono essere connessi hub, può essere usato per riunire reti a mezzo condiviso.
- **Svantaggi:**
  - Si deve riconfigurare se una stazione viene mossa da una porta ad un'altra.
  - Non permette ad una porta di appartenere a più di una VLAN.
  - Richiede uno scambio di informazione di controllo tra gli switch

**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.48



## VLAN MAC Address Grouping

---

- **Vantaggi**
  - Si può muovere le stazioni senza dover riconfigurare la VLAN
- **Svantaggi**
  - Più utenti appartenenti a VLAN diverse attaccati alla stessa porta danno luogo a forti decadimenti di prestazioni
  - Ogni stazione deve appartenere ad almeno una VLAN.
  - Richiede un elevato scambio di informazione fra gli *switch*.

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.49

## VLAN *Protocol Grouping*

---

- **Vantaggi**
  - Permette di riunire per tipo di protocollo.
  - Non richiede riconfigurazioni in corrispondenza di spostamenti.
  - Una singola porta può partecipare a più VLAN.
  - Non richiede uno scambio di informazioni per identificare le VLAN.
  - Può essere realizzato in modo efficace legandolo alle *subnet* IP.
- **Svantaggi**
  - Può avere prestazioni ridotte.
  - Non funziona con protocolli di solo livello 2 (*NetBios*).
  - In taluni casi comporta limitazioni.

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.50

## VLAN

### Frame Tagging

---

- Il *tag* (etichetta) contiene l'informazione relativa all'appartenenza ad una VLAN di un *frame*. Si può avere
  - **Implicit tagging**
    - » nessun tag viene aggiunto al frame
    - » Facile da realizzare in ambienti orientati alla connessione
    - » Difficile per multicast/broadcast frames
  - **Explicit tagging**
    - » Viene aggiunto un tag ad ogni frame che trasporta la "VLAN membership" fra i bridge.
    - » Il tag può essere usato per trasportare anche altre informazioni (per es. priorità)

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.51

## VLAN

### Explicit tagging

---

- Due possibili posizioni del tag nel frame:
  - *One level tagging (Internal tagging)*
  - *Two level tagging (External tagging)*
- Ambedue richiedono una realizzazione hardware

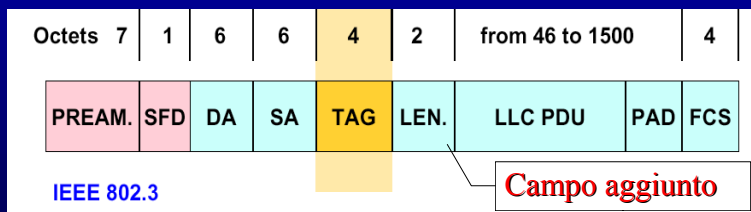
Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.52

## VLAN

### One level tagging

- Il frame originale viene modificato con l'aggiunta del *tag* all'interno
- Il nuovo frame continua ad avere un formato valido anche per gli apparati "non consci" (unware) delle VLAN.
- Gli indirizzi MAC SA e DA rimangono immutati
- Nasce l'eventuale problema dei "baby giant"



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.53

## VLAN

### Two level tagging

- Il frame originale non viene modificato ma un *header* esterno viene aggiunto in testa.
- Vengono inseriti un nuovo SA, DA, Ethertype e VLAN-ID
- Non esistono problemi di "giant frames"



Inter-Switch Link (esempio)

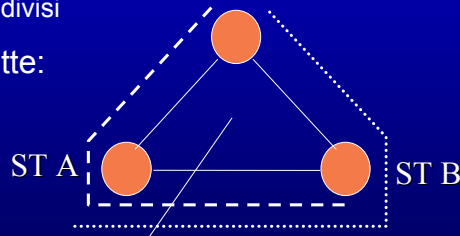
Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.54

## VLAN VLAN Spanning Tree

---

- Tre diverse alternative:
  - Un unico ST
  - Un ST per ogni VLAN
  - Più ST eventualmente condivisi
- Un singolo ST non permette:
  - Multiple topologie attive
  - Bilanciamento di carichi



Tutte le linee vengono utilizzate

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.55

## VLAN

---

- Due possono essere le interpretazioni delle VLAN:
  - Come metodo efficace per determinare filtri locali in una bridge-LAN e quindi creare reti di accesso che limitino la connettività *end-to-end*.
  - Come metodo efficace per realizzare più *bridged* LAN su di un'unica struttura fisica.

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.56

## VLAN IEEE Standard

---

- All'interno dell'IEEE 802 a partire dal 1995 sono stati proposti un insieme di standard per il supporto delle VLAN
- IEEE 802.1
  - 802.1p Priorities/GARP/GMRP
  - 802.1Q VLANs/GVRP
- 802.3: CSMA/CD (Ethernet)
  - 802.3ac

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.57

## Progettazione Reti Switched Ethernet

---

- Necessità di un progetto completo e non solo una semplice documentazione (disegno) nel caso di una rete non limitata a piccole realtà.
- Uno studio di rete deve tener conto dei requisiti di seguito elencati
  - Affidabilità
  - Prestazioni
  - Riservatezza Dati
  - Tolleranza ai guasti

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.58

## Affidabilità

---

- Tre fattori
  - Cablaggio
  - Rispetto specifiche standard
  - Scelta apparati

---

**Complementi di Reti** e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.59

## Rispetto specifiche standard

---

- 5 ripetitori in cascata a 10 Mbps con connessioni tipo 10BASE-T
- 4 ripetitori in cascata a 10 Mbps con 4 connessioni tipo 10BASE-T (100 mt) e uno 10BASE-FL (2000 m)
- 2 ripetitori in cascata a 100 Mbps con connessioni tipo 100BASE-TX
- 7 bridge o switch in cascata con spanning tree con valori di default

---

**Complementi di Reti** e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.60

## Rispetto specifiche standard

---

- Numero VLAN determinate dalle caratteristiche dello switch
- Distanze massime dei collegamenti decondo gli standard di livello fisico
- Il non rispetto può determinare malfunzionamenti temporanei e intermittenti difficili da localizzare

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.61

## Scelta apparati di rete

---

- Problema: apparati sovradimensionati o indovinare il giusto dimensionamento?
- Possibilità: dimensionamento minimo, in un secondo tempo, apparati con prestazioni maggiori nella zona centrale della rete e spostamento in perferia degli apparati meno potenti
- Scelta produttore: aziende di medie o grandi dimensioni che offrano garanzie di qualità e affidabilità e dipongano di servizi di supporto.
- La scelta di aziende più piccole dovrebbe essere preceduta da una conoscenza diretta o indiretta sull'affidabilità

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.62

## Scelta apparati di rete

---

- Problema se la scelta viene decisa dall'ufficio acquisti in base solo alle specifiche sulla carta e la dichiarazione di conformità agli standard (non corrispondente alla realtà)

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.63

## Progettazione per le prestazioni

---

- Nella zona centrale bisogna prevedere apparati con prestazioni pari alla somma delle prestazioni degli apparati di periferia
- E' un criterio di massima, se gli apparati di periferia sono sovradimensionati ...
- Idealmente: sul carico medio e/o di picco rilevato
  - Valido solo per reti esistenti da riprogettare – aggiornare
  - Il caso di traffico variabile significativamente nel tempo potrebbe non essere più reale dopo il cambio degli apparati

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.64



## Progettazione per le prestazioni

---

- La definizione delle velocità dei collegamenti delle stazioni dipende dalla topologia
- Se i flussi sono incrociati conviene collegare le stazioni alla medesima velocità, e se le prestazioni richieste sono elevate conviene utilizzare degli switch con porte a 100 Mbit/s operanti in full-duplex

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.65

## Progettazione per le prestazioni

---

- Nel caso di applicazioni client – server, con server ad elevate prestazioni conviene collegare il server a velocità più elevate delle altre postazioni
- I personal attuali possono generare flussi di traffico a 300-400 Mbit/s bisogna valutare se utilizzare una porta a 1 Gbit/s o un'aggregazione di porte a 100 Mbit/s

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.66

## Progettazione per le prestazioni

---

- La connessione a 1 Gbit/s funziona bene nella situazione di richieste equilibrate di flussi da varie stazioni, invece nel caso ci siano momenti di richiesta da un solo client si rischia la congestione di quest'ultimo
- Con l'aggregazione di più porte tramite uno switch il bilanciamento è effettuato dallo stesso e offre un buon bilanciamento prestazioni prevenzione congestione
- Pensando al futuro all'evoluzione potrebbe essere più conveniente l'utilizzo del collegamento a 1Gbit/s

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.67

## Progettazione per le prestazioni

---

- Attenzione non sempre un server deve essere più veloce dei client
- Esempio un file-server

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.68

## Progettazione per le prestazioni

---

- Tecnica Segment Switching
- Su alcune porte dello switch si mettono degli Hub
  - al fine di contenere i costi
  - Se le stazioni connesse hanno modeste prestazioni
- Ha senso scegliere hub di basso costo non gestibili remotamente, altrimenti non è più conveniente.

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.69

## Riservatezza Dati

---

- Uso VLAN
  - Perché ?
  - Necessità ?
- La prima domanda è utile ai fini progettuali
- La seconda coinvolge l'aspetto della gestione in quanto le VLAN richiedono una quantità significativa di risorse umane e competenze: potrebbe bastare una progettazione oculata a livello 1 e 2

[Complementi di Reti](#) e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.70

## Progettazione per tolleranza ai guasti

---

- Concetto ideale, non esiste soluzione perfetta.
- Ridondanza di dorsale
- Ridondanza sull'interfaccia di rete
- Stazione duale o tandem e sistemi cluster

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.71

## Regola

---

- La soluzione di una rete tollerante ai guasti deve essere il più semplice possibile e deve contenere il minimo numero di ridondanze per garantire un percorso alternativo a un guasto
  - Più probabile che si blocchi una rete con molte ridondanze piuttosto che si rompa un apparato
  - Difetti di progettazione apparsi in condizioni di complessità particolari di rete e di traffico

---

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.72

## Progettazione per tolleranza ai guasti

---

- Necessità individuare percorsi alternativi considerando:
  - I punti di terminazione di percorsi alternativi sono critici e quindi bisogna evitare/ridurre i percorsi fisici comuni
  - Se centro stella ridondato necessaria alimentazione separati e almeno una delle due sotto gruppo di continuità
  - Le stazioni che forniscono servizi fondamentali devono essere alimentate da gruppi di continuità
  - Necessario un sistema di gestione e controllo della rete per rilevare eventuali anomalie o guasti
  - Uso fibra ottica preferibile all'uso dei cavi perché immune da disturbi elettromagnetici

**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.73

## Ridondanza dorsale

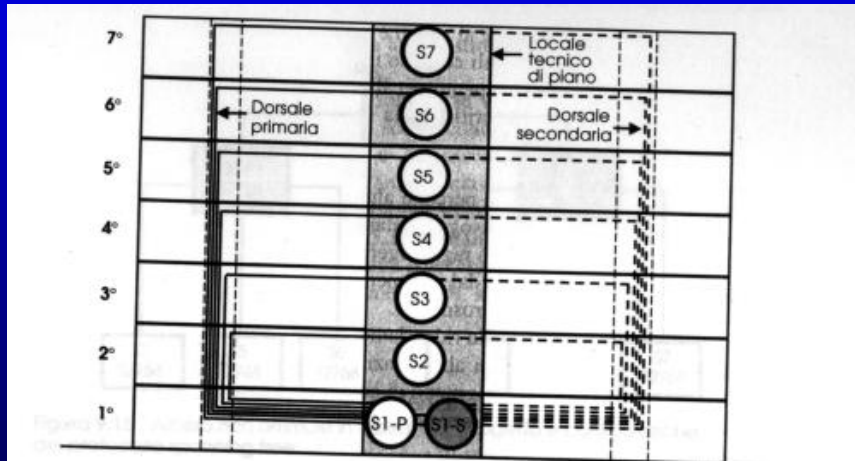
---

- Il progetto richiede
  - Individuazione di percorsi fisici alternativi per il collegamento di apparati di rete
  - Progettazione dell'impiego del protocollo di spanning tree (seconda fase)
- Progettazione può essere complessa se riguarda un comprensorio
  - Problema di mantenere limitato il numero di switch in cascata che dovrebbe essere non superiore a 7 con i parametri standard; si può aumentare tarando finemente i timer ma è difficile da gestire e delicata. (Alla sostituzione di un apparato ...)

**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.74

## Ridondanza Dorsale



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.75

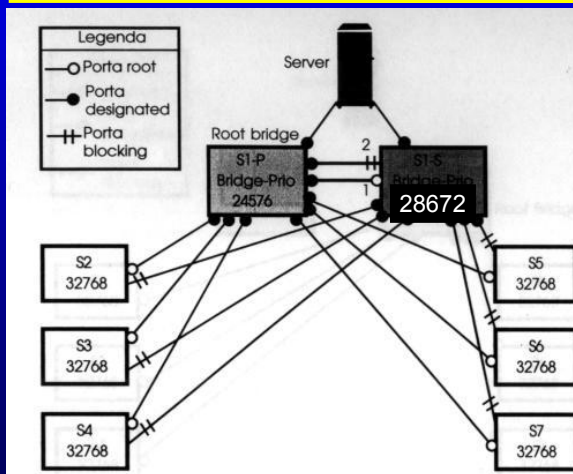
## Progetto spanning tree

- Definizione ottimale dell'albero che deve contenere il numero minimo possibile di switch in cascata sia in caso normale che di guasto
- Si agisce sul parametro **bridge priority** per scegliere il candidato root bridge e il suo "sostituto"

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.76

## Esempio di rete e progettazione spanning tree

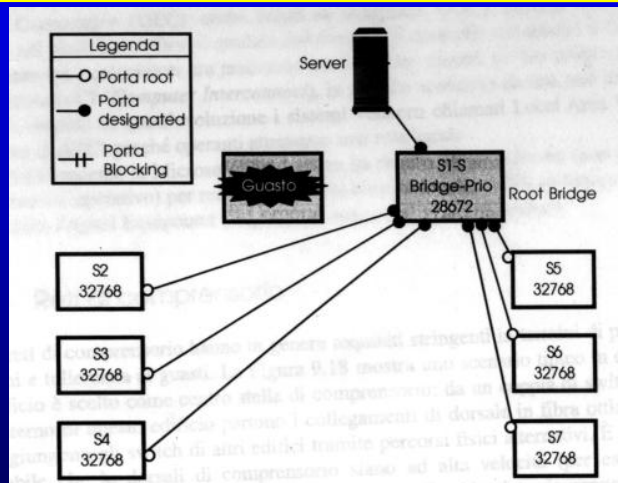


Assegnazione  
Priorità a passi  
di 4096

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.77

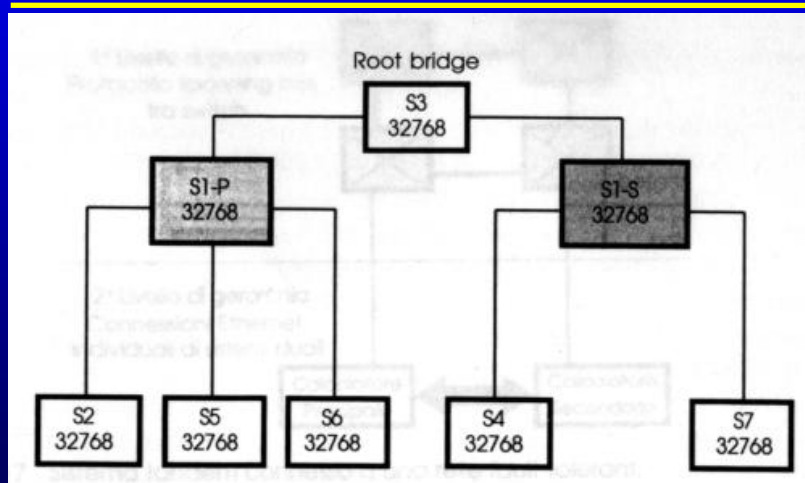
## Esempio di rete e progettazione spanning tree



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.78

## Esempio di rete e progettazione spanning tree



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.79

## Ridondanza sull'interfaccia di rete

- In reti con requisiti stringenti di tolleranza ai guasti è necessario anche ridondare le interfacce di rete dei server o stazioni critiche
- Interfaccia fault tolerant
  - Elettronica doppia
  - Invio automatico di pacchetto broadcast quando si attiva la seconda porta (aggiornamento tabelle degli switch)

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.80



## Ridondanza sull'interfaccia di rete

---

- Un'interfaccia fault tolerant è connessa a due differenti switch
- Due soluzioni
  - Intel: elettronica e porte doppie all'interno della medesima scheda
  - 3COM: due schede accoppiate in due diversi alloggiamenti PCI e il driver dell'interfaccia si occupa della ridondanza automatica

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.81

## Ridondanza sull'interfaccia di rete

---

- Le interfacce fault tolerant hanno lo stesso indirizzo MAC e appaiono ai livelli superiori come un'unica interfaccia fisica
- Quando si attiva la seconda porta, questa assume lo stesso indirizzo MAC e IP di quella primaria

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.82

## Stazione Duale o Tandem e Sistemi Cluster

---

- Nei casi più critici non è sufficiente curare i soli aspetti di rete, ma anche alle stazioni particolarmente importanti.
- Un sistema di ridondanza Tandem è costituito da due calcolatori connessi tra loro con bus o interfacce proprietarie, uno dei quali viene eletto come principale l'altro come secondario
- Il principale è operativo, il secondario si occupa di mantenere le proprie strutture dati allineate con il primario. Il secondario monitora e controlla il principale con programmi apposta (watch-dog). Se viene rilevato un malfunzionamento il primario viene escluso o spento e subentra il secondario (in robotica).

**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.83

## Stazione Duale o Tandem e Sistemi Cluster

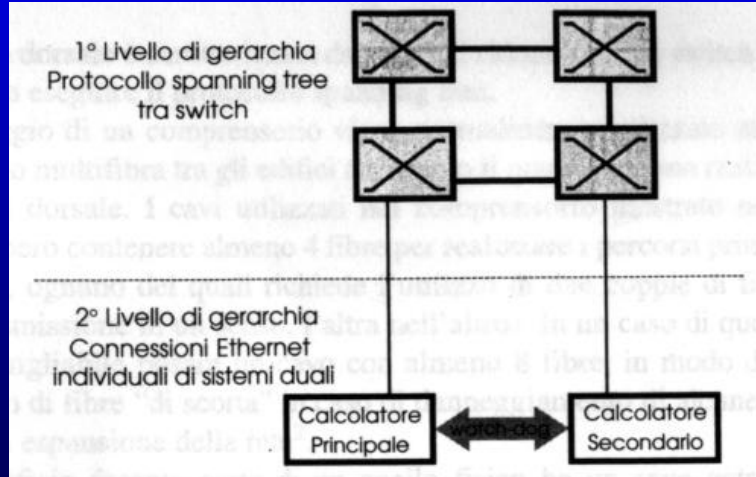
---

- Sistemi Cluster sono costituiti da un gruppo di calcolatori che operano come un unico sistema.
- Un modulo software si occupa di distribuire l'esecuzione e coordinare il gruppo.
  - Al guasto di un membro le applicazioni attive vengono prese in carico da un altro computer
  - Quorum minimo: n° minimo di calcolatori necessario a far funzionare il cluster
- I cluster sono più complessi dei sistemi Tandem ma sfruttano meglio le risorse

**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.84

## Stazione Duale o Tandem e Sistemi Cluster



**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.85

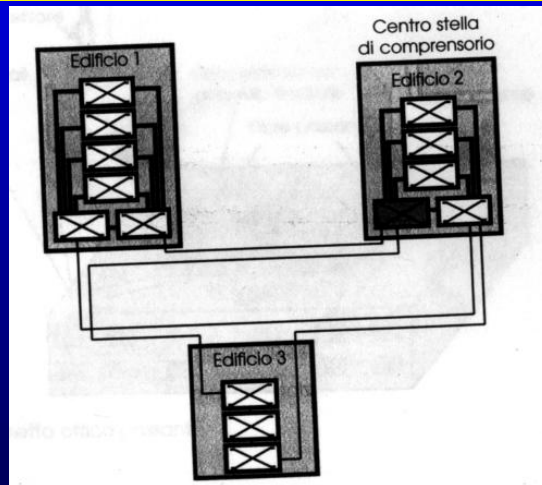
## Reti di comprensorio

- Requisiti stringenti: Dorsali di comprensorio dovrebbero essere ad alta velocità, quindi si consiglia l'uso delle fibre ottiche
- Gli switch ridondati del centro stella dovranno avere grandi capacità di commutazione
- Anche in questo caso gli switch dovranno eseguire uno spanning tree
  - Cavo multifibra: 4 per i percorsi primari e alternativi ( si consiglia cavi ad 8 fibre per avere una sufficiente "scorta")
  - Fibre disposte ad anello; per limitare gli switch in cascata conveniente collegare ogni switch al centro stella facendo attenzione alle perdite (1,5 db nei vari cassetti; cassetto ottico passante)

**Complementi di Reti e Sistemi** R. Bolla, C. Nobile

3.86

## Reti di comprensorio



Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.87

## Reti Metropolitane

- DQDB non ha avuto molto successo
- Espansione di Ethernet con 10GBASEER e 10GBASE-EW
- 3 criteri aggiuntivi vanno utilizzati nella progettazione:
  - Contenimento informazioni nelle tabelle di inoltro degli switch
  - Utilizzo di tutti i percorsi in una rete ridondata
  - Contenimento degli switch in cascata
  - Utilizzo VLAN (connessione di due LAN aziendali; utilizzo di una particolare applicazione)

Complementi di Reti e Sistemi R. Bolla, C. Nobile

3.88