

## Politecnico di Torino

### Esami di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere

#### I<sup>a</sup> Sessione - Anno 1997

##### Ramo Telecomunicazioni - Tema n.2

Si consideri un sistema di reti locali interconnesse tramite *bridge*.

Ogni rete locale (o LAN - *local area network*) è basata su di un mezzo trasmissivo condiviso: le unità dati (o pacchetti) trasmesse nella rete locale vengono ricevute da tutte le stazioni ad essa collegate.

Le stazioni della rete locale trasmettono unità dati sul mezzo condiviso seguendo un protocollo di accesso multiplo (per esempio CSMA/CD, *token ring*, o DQDB). Ogni unità dati contiene nella sua intestazione l'indirizzo della stazione (o delle stazioni) cui i dati sono destinati, oltre all'indirizzo della stazione che ha trasmesso i dati.

Il *bridge* è un dispositivo collegato a due o più reti locali, dalle quali riceve tutte le unità dati che su di esse vengono trasmesse. Esso può ritrasmettere una unità dati ricevuta da una rete locale su una o più delle altre reti locali cui è connesso.

Il compito del *bridge* è quello di ritrasmettere verso la loro destinazione solo quelle unità dati per le quali il percorso tra la sorgente e la destinazione passa attraverso il *bridge* stesso. Per fare questo il *bridge* ispeziona i campi di indirizzamento nella intestazione delle unità dati, eventualmente costruendo in modo automatico delle sue tabelle di instradamento.

1. Discutere vantaggi e svantaggi dell'utilizzo di *bridge* nelle reti locali. Si contrapponga in particolare il caso in cui un certo numero  $N$  di stazioni sono interconnesse da un unico mezzo trasmissivo condiviso con il caso in cui le  $N$  stazioni sono ripartite in due o più gruppi, ognuno servito da un mezzo trasmissivo condiviso, interconnessi tra di loro tramite dei *bridge*.
2. Descrivere schematicamente una possibile realizzazione di un *bridge*, sia dal punto di vista delle componenti *hardware*, sia dal punto di vista delle procedure *software* necessarie per il suo corretto funzionamento.
3. Si supponga un funzionamento ideale sia per i protocolli d'accesso, sia per i *bridge*: i protocolli d'accesso coordinano le stazioni in modo che le unità dati vengano trasmesse esattamente nell'ordine di arrivo (quindi le LAN si comportano come dei moltiplicatori statistici), senza alcuna perdita di capacità trasmissiva per il coordinamento dell'accesso, e i *bridge* effettuano in un tempo trascurabile una esatta scelta sulla ritrasmissione delle unità dati (solo quei pacchetti che devono essere ritrasmessi verso la destinazione vengono accodati per l'accesso alla LAN opportuna).

Si considerino tre topologie di LAN interconnesse:

**lin3** : tre reti locali sono collegate in modo lineare (o “in serie”), cioè la prima LAN è collegata attraverso un primo *bridge* ad una seconda LAN, che è pure collegata con un secondo *bridge* ad una terza LAN;

**star4** : è simile a LIN3, ma una quarta LAN è collegata alla seconda LAN; quest’ultima funge quindi da dorsale, e ad essa sono collegate “a stella” tre LAN attraverso altrettanti *bridge*;

**lin4** : è simile a LIN3, ma una quarta LAN è collegata in serie alla terza LAN.

Supponendo che ogni mezzo trasmissivo abbia una capacità (cioè una velocità di ricezione/trasmisione) di  $C$  bit/s, e che ad ogni LAN siano collegate lo stesso numero di stazioni, che generano mediamente la stessa quantità di unità dati per unità di tempo, indirizzando le unità dati in modo equiprobabile ad una qualsiasi altra stazione nel sistema di LAN interconnesse, calcolare per le tre topologie la quantità massima di informazione (o *throughput* massimo, in bit/s) che può essere trasmessa sul sistema di LAN interconnesse. Si confronti in particolare il *throughput* massimo della topologia LIN4 con quello della STAR4, notando che i due sistemi comprendono lo stesso numero di LAN. Il maggior *throughput* ottenuto per una delle due topologie ha dei costi in termini di ritardi?

4. Nelle condizioni di cui al punto 3), quindi per un funzionamento ideale dei protocolli d’accesso e dei *bridge*, generalizzare il risultato sul *throughput* massimo ottenuto al punto 3) per topologie lineari e a stella con un numero  $L$  generico di LAN interconnesse in serie e a stella. Ricavare e commentare il risultato limite per  $L \rightarrow \infty$ .
5. Sempre nelle condizioni di cui al punto 3), si consideri ora il caso della topologia STAR4, nella quale però la capacità  $C_d$  della LAN centrale (la dorsale) sia  $k$  ( $k$  numero reale) volte quella delle LAN periferiche  $C_p$ , con il vincolo che la capacità complessiva del sistema interconnesso sia  $C_d + 3C_p = 4C$ . Supponendo che non ci siano stazioni connesse alla LAN dorsale, trovare il valore di  $k$  che consente il massimo *throughput* per la topologia STAR4. Generalizzare il risultato per una topologia a stella con  $L$  LAN, tra le quali una dorsale  $k$  volte più veloce delle altre  $(L - 1)$  LAN, con una capacità trasmissiva complessiva pari a  $LC$ .
6. Costruire un modello a rete di code (eventualmente con più classi di clienti) per la topologia STAR4, atto a calcolare ritardi dei pacchetti e traffico smaltito dal sistema. Quali ipotesi devono essere introdotte perché tale modello ammetta una soluzione in forma prodotta? Mostrare come sia possibile utilizzare lo stesso approccio per topologie arbitrarie di LAN interconnesse. Commentare l’impatto di tali ipotesi sull’analisi di prestazioni di un sistema reale.