

# Commutazione di circuito e segnalazione

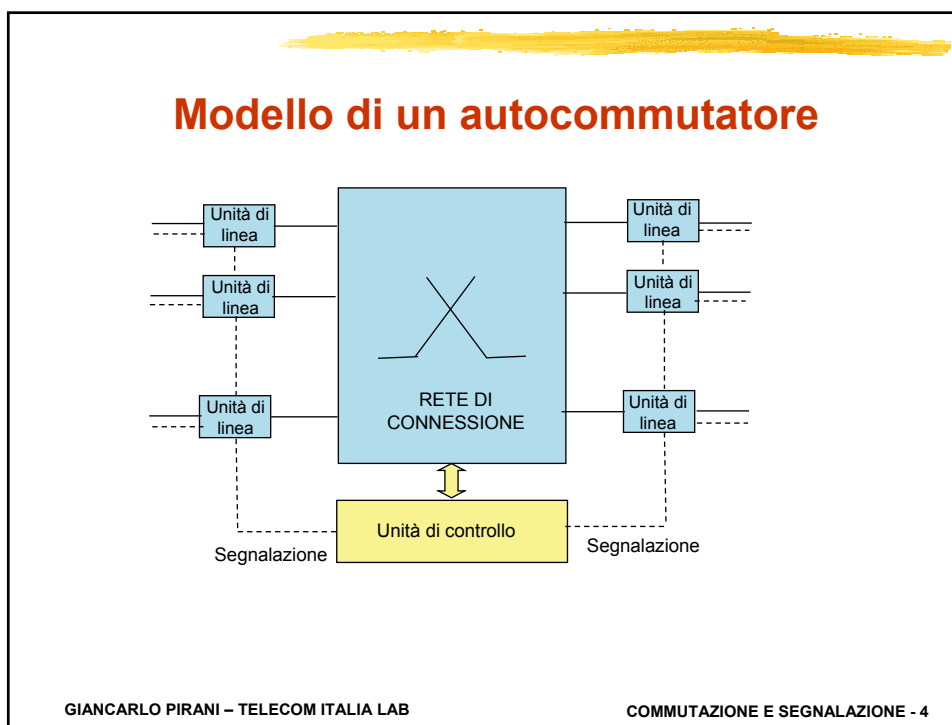
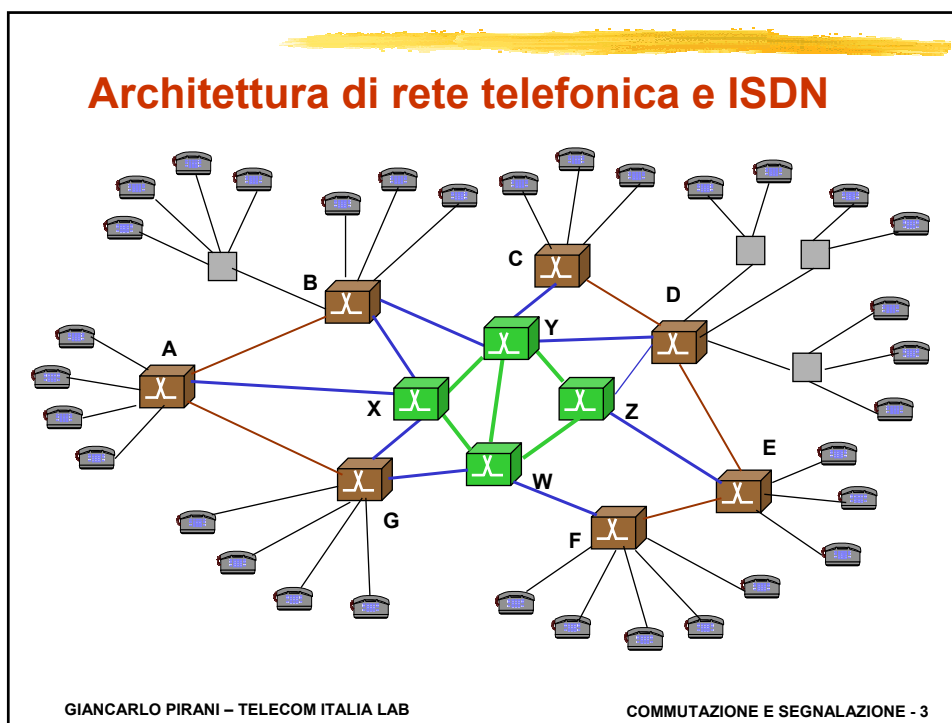
Gruppo Reti TLC

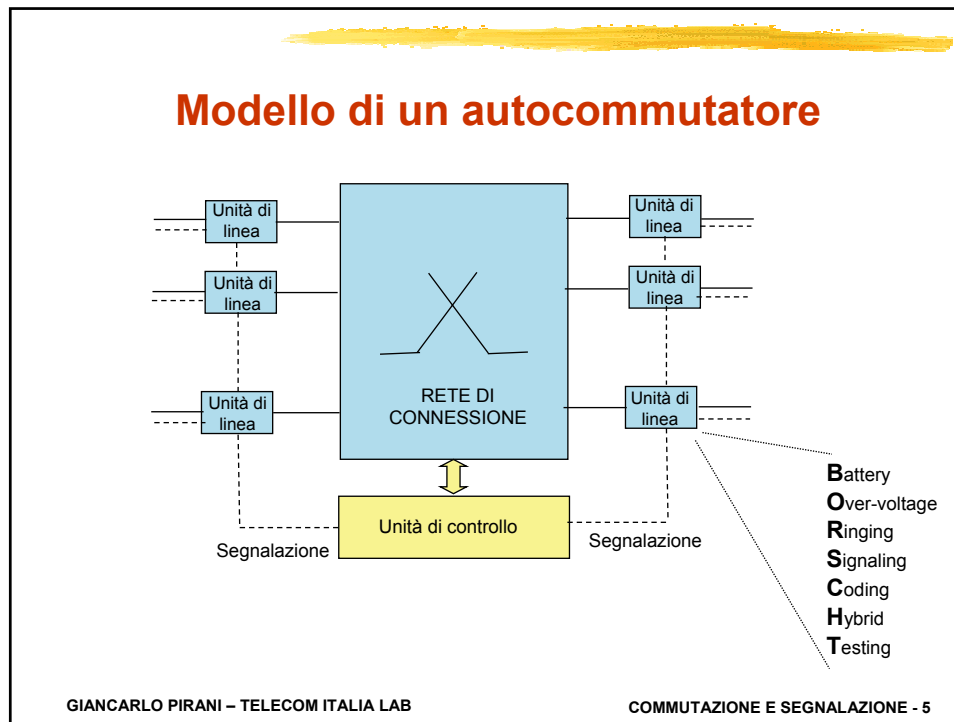
[giancarlo.pirani@telecomitalia.it](mailto:giancarlo.pirani@telecomitalia.it)

<http://www.telematica.polito.it/>

## La commutazione

- La commutazione trasferisce ogni unità informativa che arriva su un canale entrante su un canale uscente
  - La **commutazione di circuito** opera esclusivamente con **banda assegnata**:
    - instaurazione (le risorse trasmissive richieste dal servizio sono riservate nella rete)
    - scambio dell'informazione (vengono trasferite le unità informative seguendo la via di rete tracciata durante la fase di instaurazione)
    - svincolo (le risorse trasmissive vengono rilasciate)
  - Nella **commutazione di pacchetto** l'informazione viene spezzata in una serie di blocchi (pacchetti) di lunghezza opportuna, ognuno dei quali viene dotato di una **intestazione** o **header** che reca tra l'altro l'indicazione della destinazione
- La banda non viene riservata, ma i pacchetti attendono il loro turno prima di essere inviati (mettendosi in coda in un buffer)
- Servizio **connection – oriented**
  - Servizio **connectionless**





## Criteri di classificazione

- La classificazione delle reti di connessione può essere effettuata in base a vari parametri caratteristici:
  - Modalità di trasmissione
    - Simplex
    - Duplex
  - Possibilità di instaurazione dei percorsi interni
    - Reti ad accessibilità completa
    - Reti ad accessibilità limitata
  - Modalità realizzative
    - Divisione di spazio
    - Divisione di tempo
  - Dimensione
    - Reti di concentrazione
    - Reti di distribuzione
    - Reti di espansione
  - Prestazioni
    - Reti bloccanti
    - Reti non bloccanti
    - Reti ri-arrangiabili

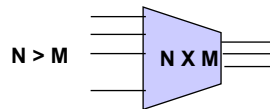
GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 7

## Classificazione in base alle dimensioni

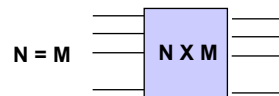
### • RETI DI CONCENTRAZIONE

Il numero delle terminazioni di ingresso è maggiore di quello delle terminazioni di uscita



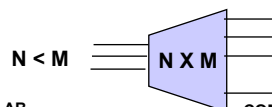
### • RETI DI DISTRIBUZIONE

Il numero delle terminazioni di ingresso è uguale a quello delle terminazioni di uscita



### • RETI DI ESPANSIONE

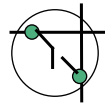
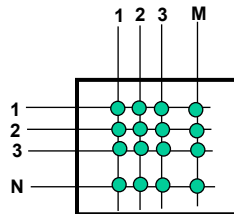
Il numero delle terminazioni di ingresso è minore di quello delle terminazioni di uscita



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 8

## Reti a divisione di spazio



Punto di incrocio  
Crosspoint

La connessione tra una terminazione di ingresso e una terminazione di uscita si effettua tramite la chiusura di un punto di incrocio

Il numero massimo di collegamenti effettuabili è  $d = \min(N, M)$

Il numero di punti di incrocio è  $I = N \times M$

Una matrice Crossbar è a piena accessibilità e non bloccante

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 9

## Classificazioni delle reti di connessione

### • In base alla possibilità di instaurazione dei percorsi interni:

#### • RETI AD ACCESSIBILITÀ COMPLETA

- Esiste almeno un percorso interno tra una qualsiasi terminazione di ingresso e qualsiasi terminazione di uscita

#### • RETI AD ACCESSIBILITÀ LIMITATA

- Una terminazione di ingresso può essere connessa, tramite un percorso interno, solo ad un sottoinsieme delle terminazioni di uscita

### • In base alle prestazioni:

#### • RETI BLOCCANTI

- La possibilità di instaurare una connessione tra una terminazione di ingresso e una di uscita entrambe libere è subordinata allo stato della rete

#### • RETI NON BLOCCANTI

- È sempre possibile instaurare una connessione tra una terminazione di ingresso e una di uscita entrambe libere qualunque sia lo stato della rete

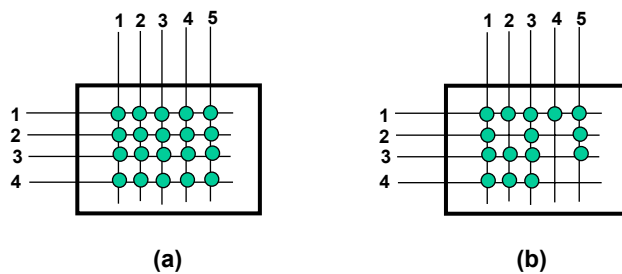
#### • RETI RIARRANGIABILI

- È possibile instaurare una connessione tra una terminazione di ingresso di ingresso e una di uscita entrambe libere tramite, eventualmente, una riconfigurazione delle connessioni già instaurate (Algoritmo di re-instradamento)

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 10

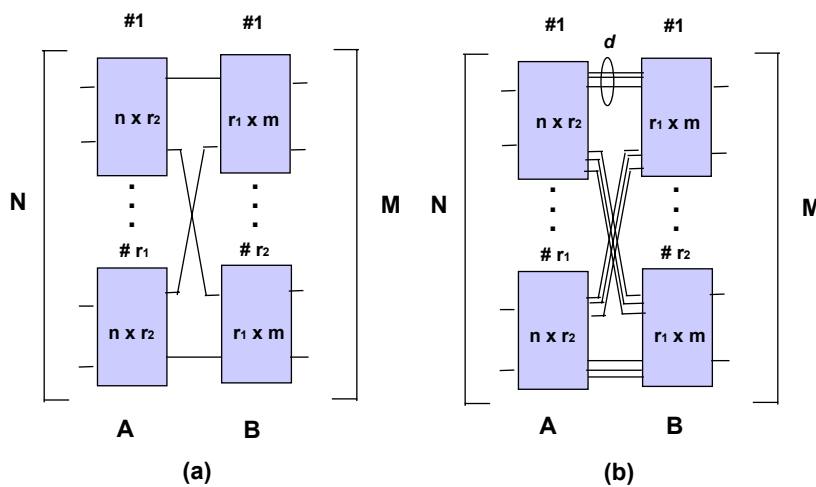
## Reti ad accessibilità completa e limitata



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 11

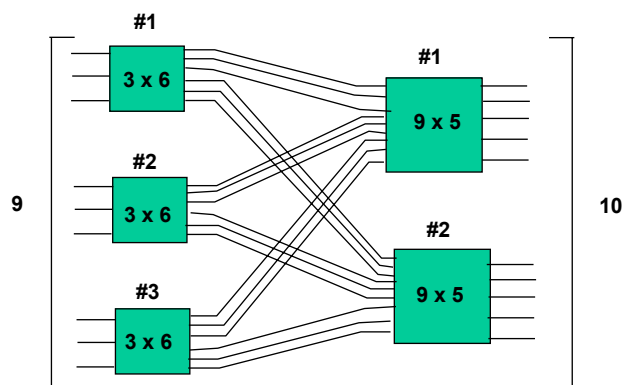
## Rete a due stadi



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 12

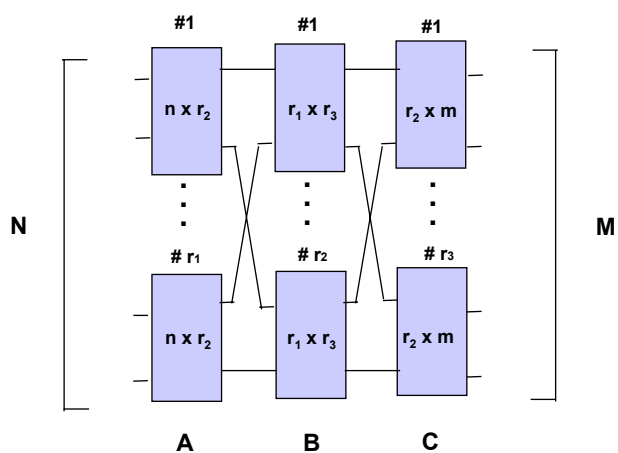
## Esempio di rete a due stadi non bloccante



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 13

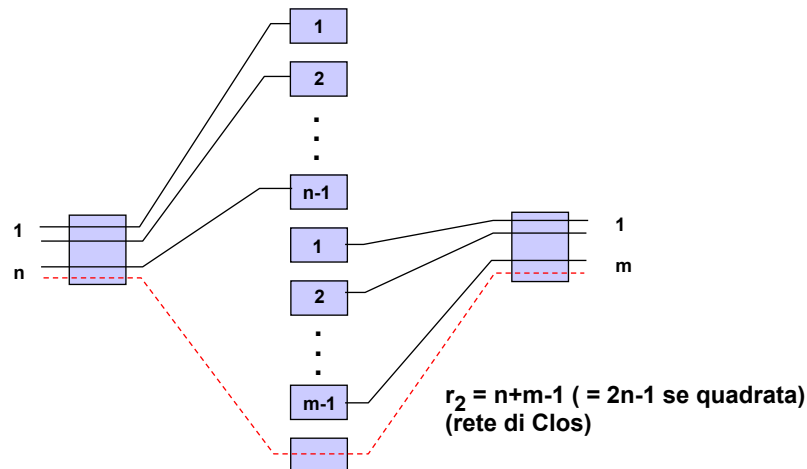
## Stadi di una rete di connessione



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 14

## Dimostrazione della condizione di non - blocco



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 15

## Dimostrazione della condizione di non – blocco (2)

Per individuare il numero di matrici  $r_2$  dello stadio intermedio che rendono la rete non bloccante facciamo riferimento allo stato di rete che costituisce il caso più sfavorevole, rappresentato in Figura:

la connessione che si vuole instaurare è tra un ingresso della matrice generica A del primo stadio e un'uscita della matrice generica C del terzo stadio.

Il caso peggiore è quello in cui gli altri  $n-1$  ingressi della matrice A e le altre  $m-1$  uscite della matrice C sono già impegnati in  $n-1$  più  $m-1$  connessioni distinte, instaurate in modo da attraversare matrici del secondo stadio tutte diverse: il numero totale di queste matrici impegnate è dunque  $n-1 + m-1 = n+m-2$ .

Per instaurare la nuova connessione deve essere disponibile un'altra matrice nel secondo stadio che è raggiungibile per definizione dalla coppia ingresso-uscita in questione.

Ne consegue che la condizione di non blocco di questa rete è data da

$$r_2 = n-1+m-1+1 = n+m-1$$

che nel caso di rete quadrata ( $N = M$ ) con  $n = m$ , e quindi  $r_1 = r_3$ , diventa

$$r_2 = 2n-1$$

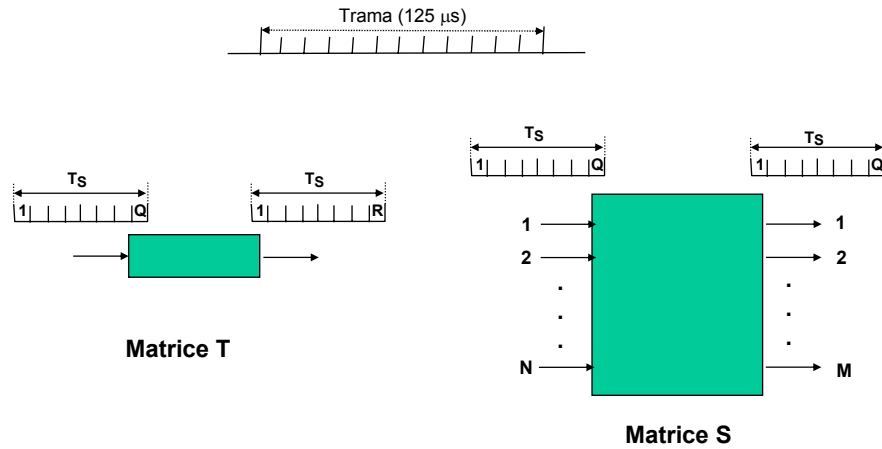
GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 16



## Reti di connessione a divisione di tempo

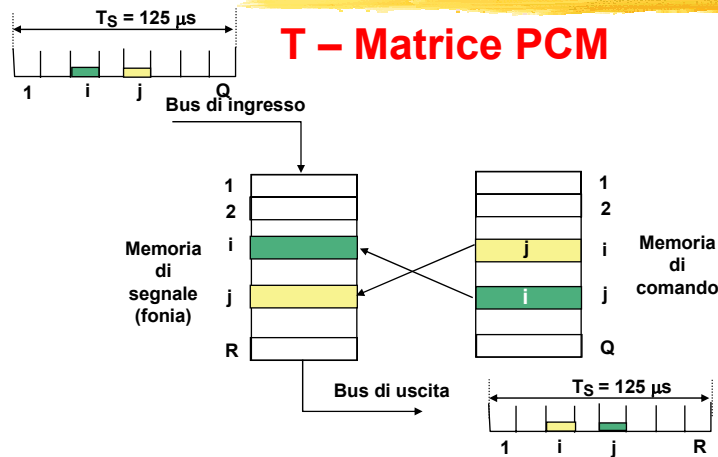
- Gli ingressi e le uscite sono linee a divisione di tempo con capacità suddivisa in slot organizzati in trame



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 17

## T – Matrice PCM



Una T – Matrice – PCM trasferisce il contenuto di un qualsiasi intervallo di canale della linea entrante in qualsiasi intervallo di canale della linea di uscita.

Una T – Matrice – PCM è non bloccante e introduce un ritardo di commutazione ( $\leq 125 \mu\text{s}$ )

Il funzionamento può essere:

- Scrittura sequenziale, lettura casuale
- Scrittura casuale, lettura sequenziale

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 18

## T- Matrice - PCM

- Scrittura sequenziale – Lettura casuale

Memoria di fonìa =  $8 Q$  bit

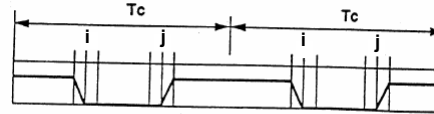
Memoria di comando =  $R \lceil \log_2 (Q+1) \rceil$

- Scrittura casuale – Lettura sequenziale

Memoria di fonìa =  $8 R$  bit

Memoria di comando =  $Q \lceil \log_2 (R+1) \rceil$

- Ciclo di memoria



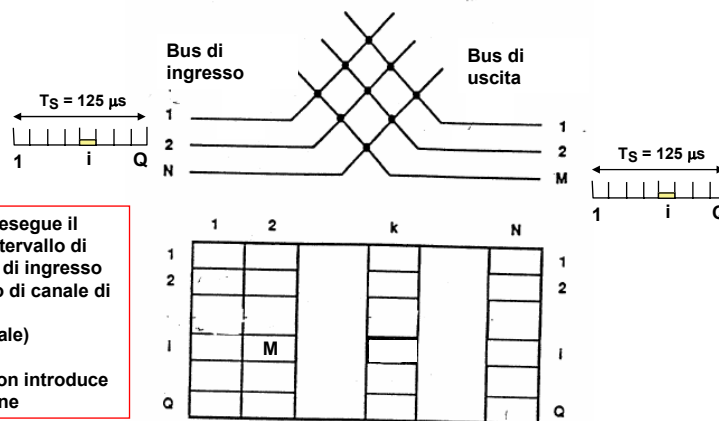
- la durata di un ciclo di memoria è pari a a quello di un intervallo di canale ( $T_c/Q$ ).

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALEZIONE - 19

## Matrice di commutazione spaziale a divisione di tempo

### S – Matrice - DT

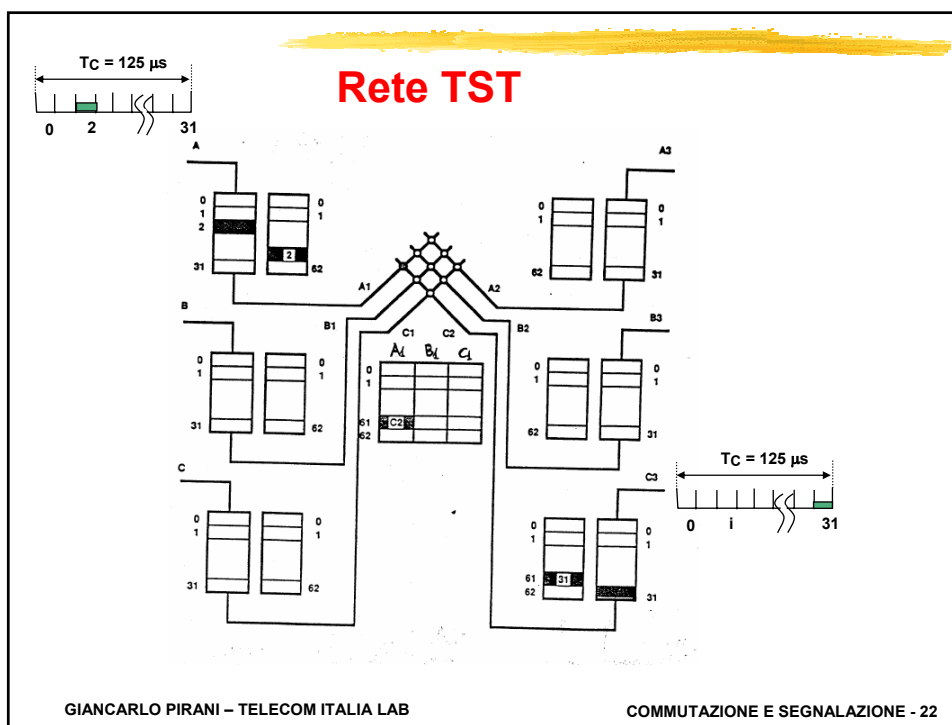
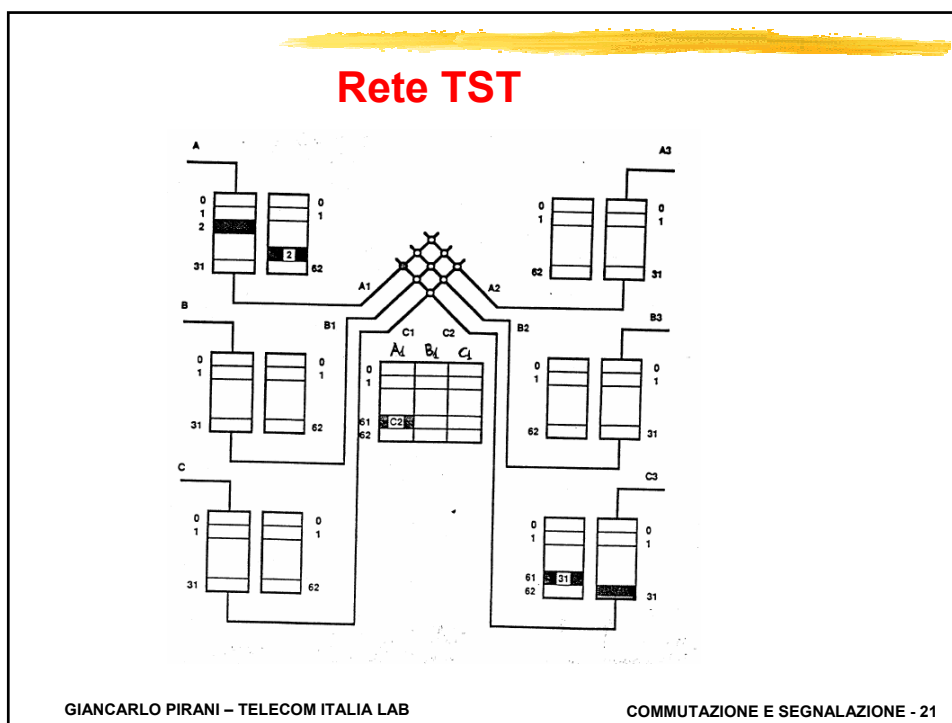


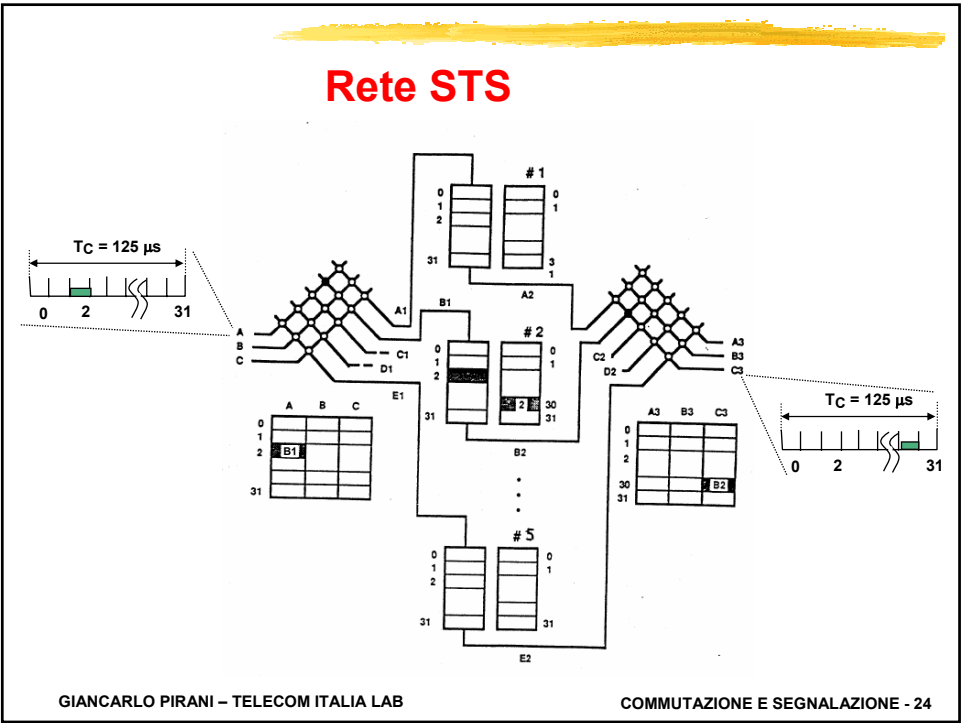
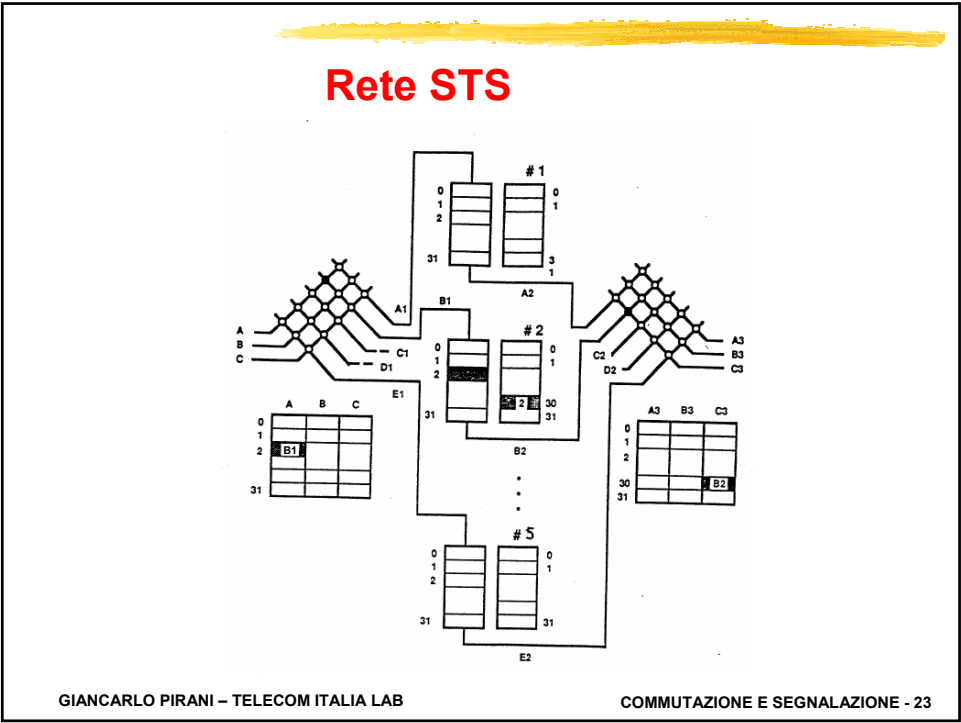
Una S – Matrice – DT esegue il trasferimento di un intervallo di canale di uno dei bus di ingresso nello stesso intervallo di canale di uno dei bus di uscita (commutazione spaziale)

La S – Matrice – DT non introduce ritardi di commutazione

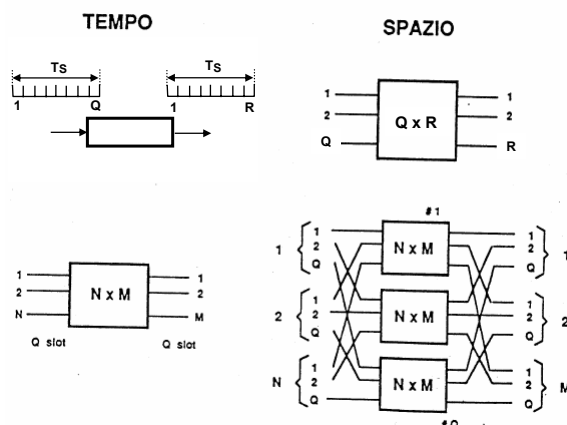
GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALEZIONE - 20





## Equivalenza spazio - temporale

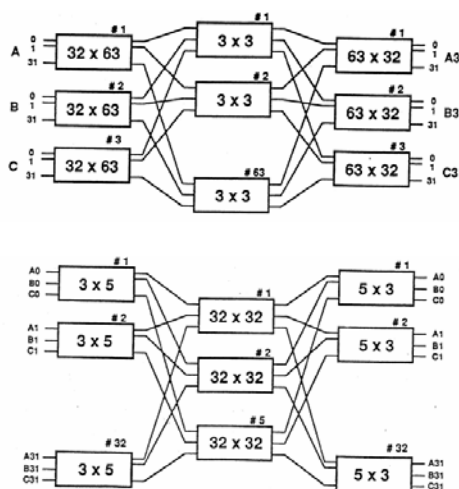


Tutte le matrici di tipo temporale hanno un loro modello spaziale equivalente

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 25

## Equivalenza spazio – temporale (2)



Rete TST

Rete STS

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

COMMUTAZIONE E SEGNALAZIONE - 26

