



Modi di trasferimento nelle Reti di Telecomunicazione

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

1



Risorse

Per il trasferimento delle informazioni la rete di telecomunicazione ha bisogno di risorse di

Trasferimento

- per il trasporto delle informazioni

Elaborazione

- per il controllo della rete

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

2



TNG

Risorse

Le risorse di rete possono essere
indivise

- assegnate in modo permanente a una attività

condivise

- utilizzabili da più attività (in tempi distinti)

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

3

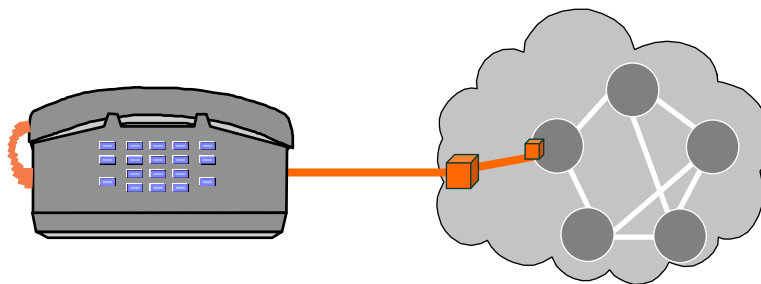


TNG

Risorse indivise – Esempio

Risorse indivise nella rete telefonica

- doppino d'utente
- attacco d'utente



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

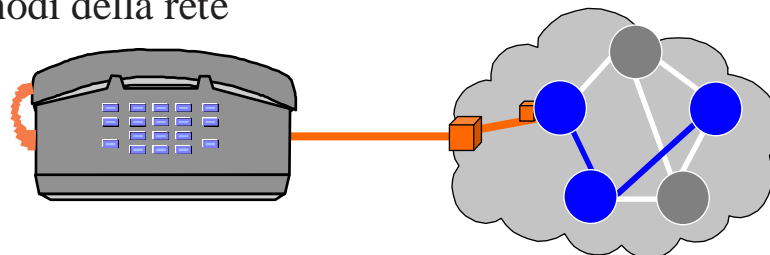
4

**TNG**

Risorse condivise – Esempio

Risorse condivise nella rete telefonica

- linee di giunzione
- processori per il trattamento di chiamata
- nodi della rete



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

5

**TNG**

Multiplazione ed accesso multiplo

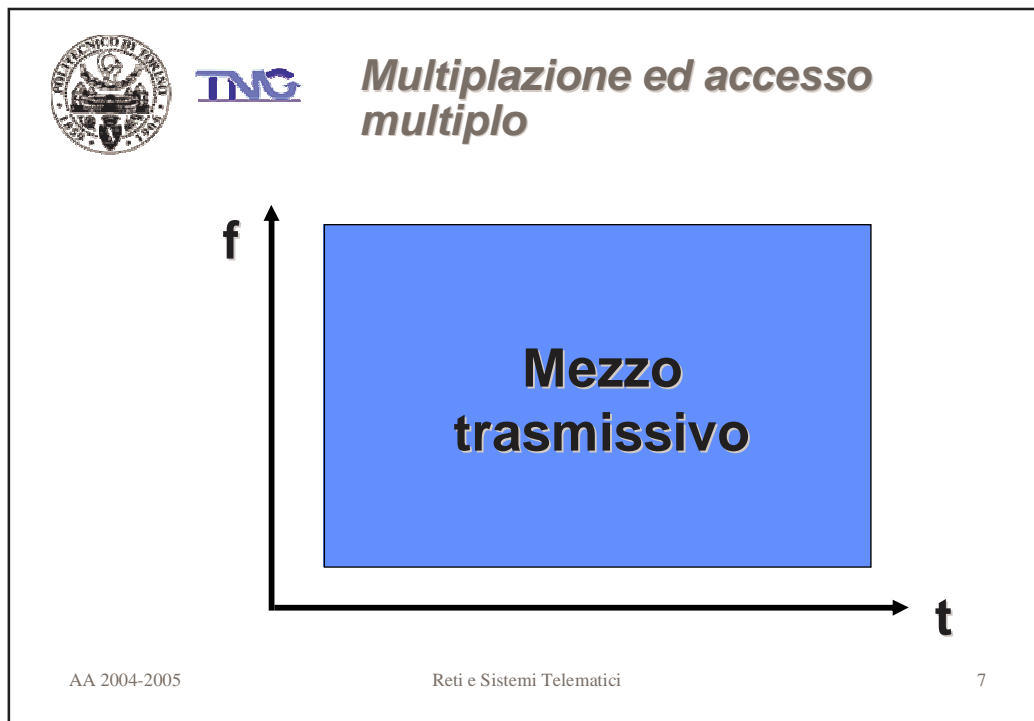
Condivisione di un mezzo trasmissivo fra diversi flussi di informazione

- Multiplazione
 - se tutti i flussi sono disponibili in un unico punto
- Accesso multiplo
 - se i flussi accedono al canale da punti differenti

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

6



The diagram shows a coordinate system with a vertical axis labeled f (frequency) and a horizontal axis labeled t (time). A large blue rectangle is centered in the first quadrant, representing the transmission medium. The text "Mezzo trasmissivo" is written inside the rectangle. In the top left corner, there is a circular logo of the University of Turin and the TNG logo. The title "Moltiplicazione ed accesso multiplo" is written in the top right corner.

Per eseguire queste funzioni possiamo utilizzare

- Frequenza (FDM - FDMA)
- Tempo (TDM - TDMA)
- Codici (CDM - CDMA)

AA 2004-2005 Reti e Sistemi Telematici 8



TNG

Frequenza (FDM - FDMA)

La separazione tra i flussi è ottenuta usando *bande di frequenza* diverse

- Servono bande di guardia per evitare interferenze fra i vari flussi

AA 2004-2005

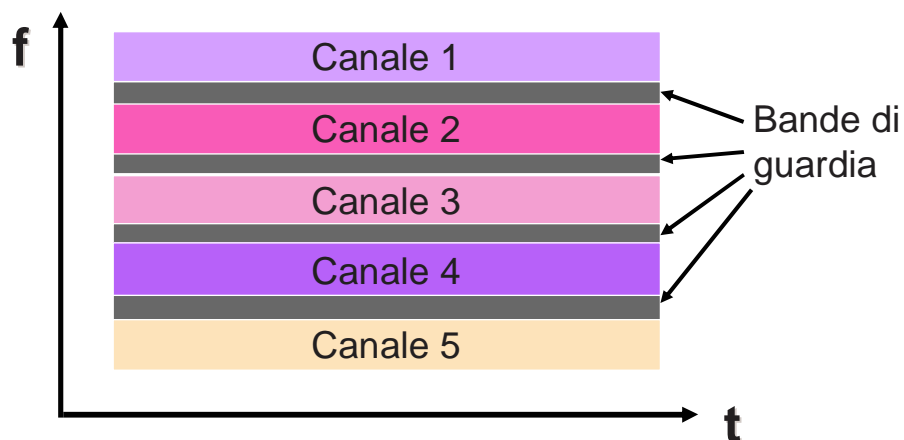
Reti e Sistemi Telematici

9



TNG

Frequenza (FDM - FDMA)



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

10



TNG

Tempo (TDM - TDMA)

La separazione tra i flussi è ottenuta usando *intervalli di tempo* diversi

- Servono trame temporali che si ripetono periodicamente per accomodare tutti i flussi
- Servono tempi di guardia fra i vari intervalli per evitare interferenze fra i flussi

AA 2004-2005

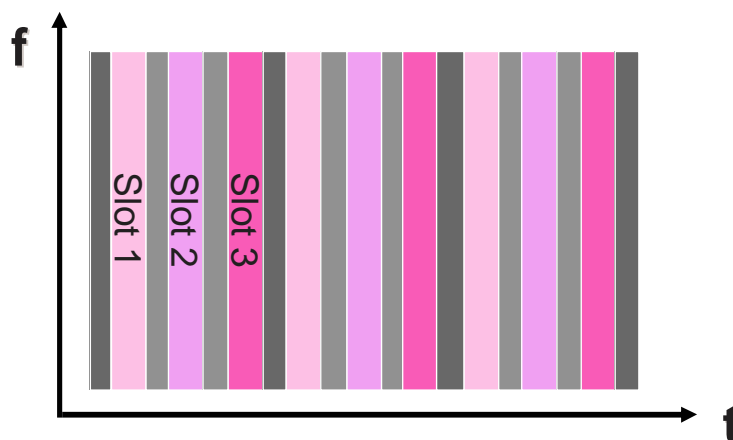
Reti e Sistemi Telematici

11



TNG

Tempo (TDM - TDMA)



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

12



TNG

Codice (CDMA)

La separazione tra i flussi è ottenuta usando *codici* diversi

- Servono codici riconoscibili univocamente o quasi-univocamente

AA 2004-2005

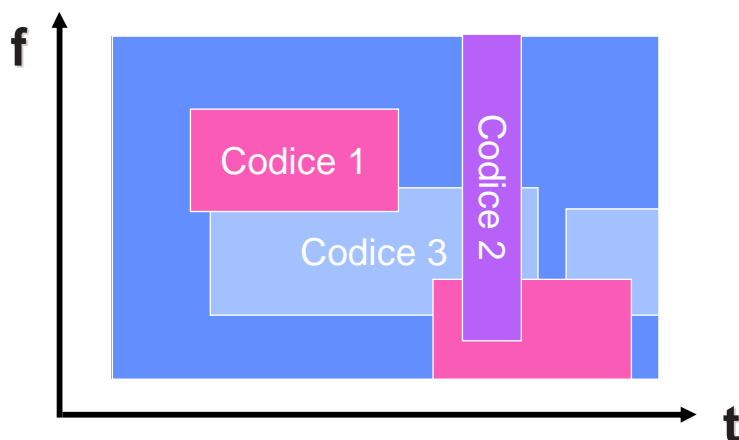
Reti e Sistemi Telematici

13



TNG

Codice (CDMA)



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

14



Commutazione

Condivisione di un nodo tra diversi flussi di informazione \Rightarrow Commutazione di *circuito*

- se i flussi sono continui (telefonia)

pacchetto o cella

- se i flussi sono intermittenti (trasmissione dati)



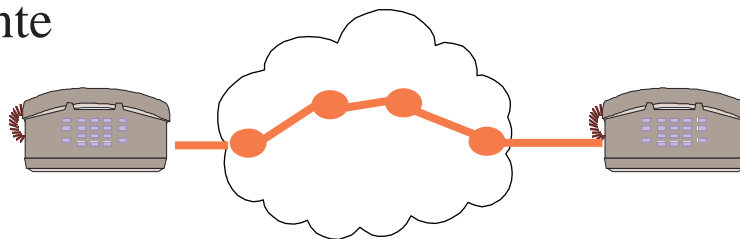
Commutazione - CCITT

Processo di interconnessione di unità funzionali, canali di trasmissione o circuiti di telecomunicazione per il tempo necessario per il trasferimento di segnali

**TNG**

Commutazione di circuito

La rete usa le risorse disponibili per allocare un circuito a ogni richiesta di servizio. Un circuito costituisce un collegamento fisico tra i due terminali di utente



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

17

**TNG**

Commutazione di circuito

Il circuito è di uso esclusivo dei due utenti per tutta la durata della comunicazione

Le risorse sono rilasciate solo al termine della comunicazione, su indicazione degli utenti

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

18



Commutazione di circuito

Richiede tre fasi

- impegno
- trasferimento dati
- svincolo

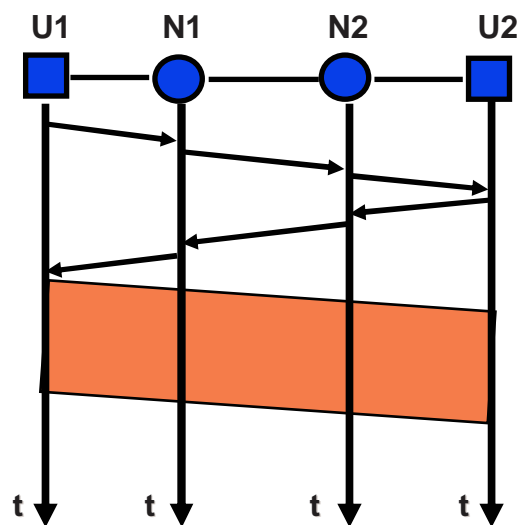
AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

19



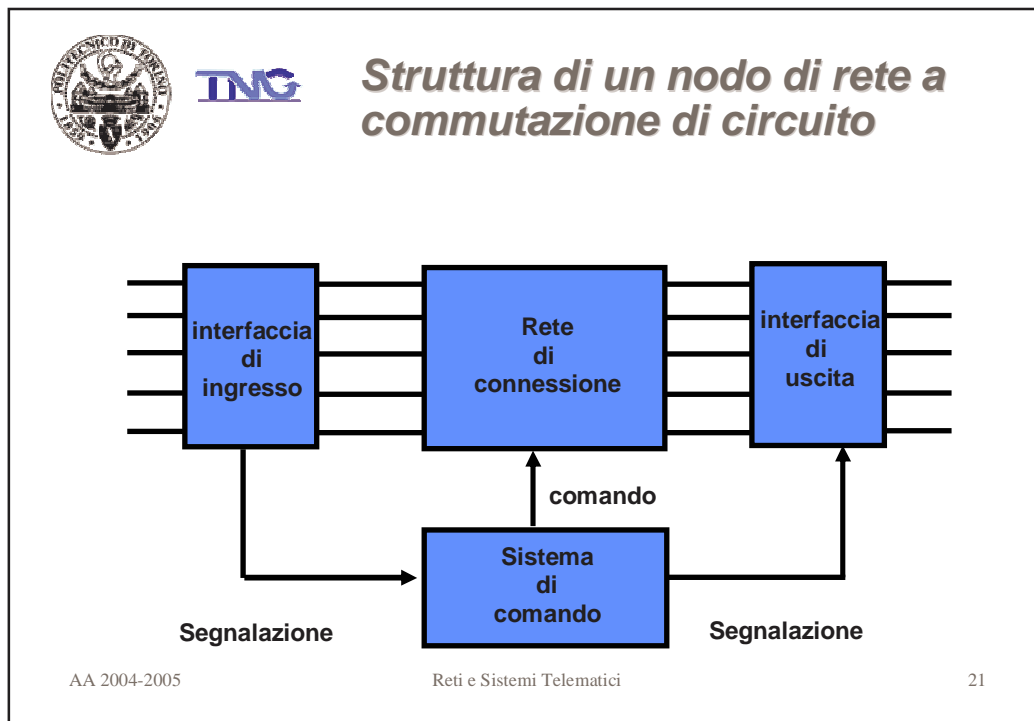
Commutazione di circuito



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

20



 **TNG** *Commutazione di circuito*

Vantaggi

- ritardi di trasferimento costanti
- trasparenza del circuito rispetto a formato, velocità, protocolli

AA 2004-2005 Reti e Sistemi Telematici 22



Commutazione di circuito

Svantaggi

- risorse dedicate a una comunicazione
- efficienza buona solo per sorgenti non intermittenti
- nessuna conversione di formati, velocità, protocolli
- tariffazione in base al tempo di esistenza del circuito

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

23



Commutazione di pacchetto

Non si allocano risorse per l'uso esclusivo di due o più utenti.

- Studiata espressamente per sorgenti intermittenti.
- Funzionamento analogo al sistema postale

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

24



Commutazione di pacchetto

Funzionamento analogo al sistema postale



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

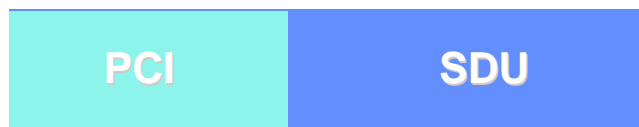
25



Protocol Data Unit (PDU)

Si usano unità dati che comprendono informazione di utente e di controllo

- PDU = Protocol Data Unit
- PCI = Protocol Control Information
- SDU = Service Data Unit



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

26



TNG

Store and Forward

Le unità dati vengono consegnate alla rete dove ogni nodo

- memorizza il pacchetto
- elabora il pacchetto e determina il canale su cui inoltrarlo
- mette il pacchetto in coda per la trasmissione sul canale

AA 2004-2005

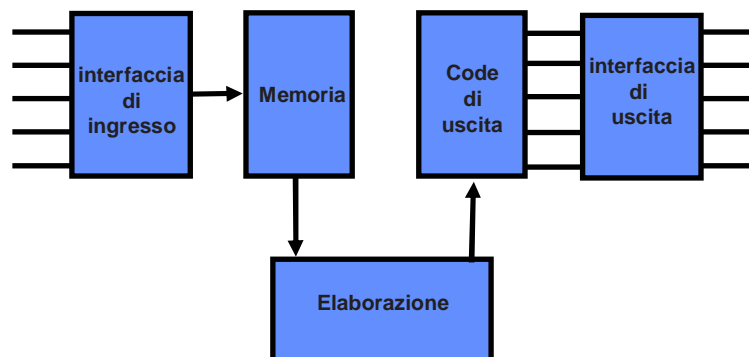
Reti e Sistemi Telematici

27



TNG

Struttura di un nodo di rete a commutazione di pacchetto



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

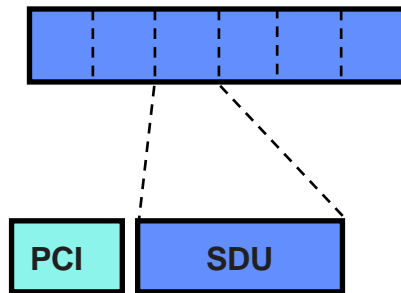
28



TNG

Segmentazione

L'informazione di utente può dover essere frazionata in molti pacchetti



AA 2004-2005

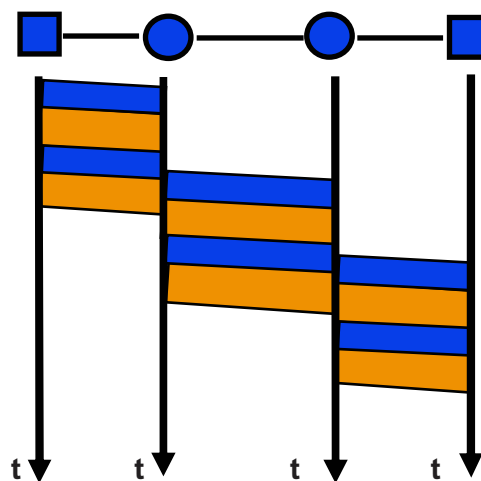
Reti e Sistemi Telematici

29



TNG

Trasferimento a pacchetto



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

30



Lunghezza dei pacchetti

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

31



Lunghezza dei pacchetti

La lunghezza dei pacchetti è determinata da

- parallelizzazione
 - pacchetti brevi favoriscono la trasmissione in parallelo su canali diversi di pacchetti di una stessa comunicazione

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

32



Lunghezza dei pacchetti

La lunghezza dei pacchetti è determinata da

- ritardo di pacchettizzazione
 - pacchetti brevi riducono il ritardo di pacchettizzazione

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

33



Lunghezza dei pacchetti

La lunghezza dei pacchetti è determinata da

- percentuale di informazione di controllo
 - pacchetti lunghi riducono la percentuale di informazione di controllo

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

34



Efficienza di pacchettizzazione

PCI di dimensione p bit

SDU di dimensione s bit

La frazione di informazione di controllo è

$$\eta_p = \frac{p}{s + p}$$

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

35



Lunghezza dei pacchetti

La lunghezza dei pacchetti è determinata da

- probabilità di errore
 - pacchetti corti riducono la probabilità di errore

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

36



Probabilità di errore

Pacchetti di n bit

Canale con errori indipendenti e probabilità di errore sub bit pari a p

La probabilità che un pacchetto sia corretto è pari a

$$(1 - p)^n$$

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

37



Commutazione di pacchetto - Vantaggi

Utilizzazione efficiente delle risorse anche in presenza di traffico intermittente

Possibilità di controllo di correttezza lungo il percorso

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

38



Commutazione di pacchetto - Vantaggi

Possibilità di conversioni di velocità,
formati, protocolli

Tariffazione in funzione del traffico
trasMESSO

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

39



Commutazione di pacchetto - Svantaggi

Elaborazione di ogni pacchetto in ogni
nodo

Ritardo di trasferimento variabile

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

40



Servizi in reti a pacchetto

Datagram (senza connessione)

- Ogni pacchetto viaggia nella rete in modo indipendente da tutti gli altri pacchetti del flusso

Circuito virtuale (con connessione)

- Ogni pacchetto viaggia nella rete seguendo lo stesso percorso di tutti gli altri pacchetti del flusso