

# Vincenzo Eramo

## Servizi di Rete

## Risorse condivise

- Modalità di assegnazione di risorse
  - **Statica**
    - Pre-assegnazione Individuale (PI)
  - **Dinamica**
    - Assegnazione a domanda (AD)
    - Pre-assegnazione collettiva (PC)
- Tipologia di contese
  - **pre-assegnazione** (in PI e PC)
  - **utilizzo** (in AD, PC)
- Modalità di risoluzione delle contese
  - **a perdita**
  - **a ritardo**

## Servizi di Rete (SR)

- Forniscono la possibilità di trasferire informazioni tra due punti di accesso alla rete coinvolgendo solo **potenzialità di rete**
- Indici Prestazionali
  - **Integrità Informativa**
  - **Grado di Trasparenza Temporale**
  - **Grado di flessibilità di accesso**
    - ☐ Caratterizza l'adattabilità del SR a trattare flussi informativi aventi *bit-rate* e *burstness* diverse e mantenere alto il rendimento di utilizzazione delle risorse di rete
- La base per la fornitura di un SR è un Modo di Trasferimento
- **Modo di trasferimento**
  - E' la modalità operativa per trasferire informazioni attraverso la rete
  - E' caratterizzato da una strategia di assegnazione delle risorse

## Prestazione di un Servizio di Rete e strategia di assegnazione delle risorse

Parametro Prestazionale	Sensibilità
<b>Grado di Flessibilità di accesso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alla <i>strategia di assegnazione</i></li> <li>• <b>Diminuisce</b> per <i>pre-assegnazione individuale</i></li> <li>• <b>Aumenta</b> per <i>assegnazione a domanda</i> o per <i>pre-assegnazione collettiva</i></li> </ul>
<b>Grado di Integrità Informativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al modo di <i>risoluzione delle contese di utilizzazione</i></li> <li>• <b>Diminuisce</b> per contese risolte a <b>perdita</b></li> <li>• <b>Aumenta</b> per contese risolte a <b>ritardo</b></li> </ul>
<b>Grado di Trasparenza temporale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al modo di <i>risoluzione delle contese di utilizzazione</i></li> <li>• <b>Diminuisce</b> per contese risolte a <b>ritardo</b></li> <li>• <b>Aumenta</b> per contese risolte a <b>perdita</b></li> </ul>

## Modi di un Servizio di Rete

### ➤ Servizio di rete **con connessione**

- E' previsto l'instaurazione di un **percorso da estremo a estremo** tra gli utenti del servizio
- Modi
  - con connessione fisica**: le risorse di rete sono assegnate in accordo ad una strategia di **pre-assegnazione individuale**
  - con connessione logica**: le risorse di rete sono assegnate in accordo ad una strategia di **pre-assegnazione collettiva**

### ➤ Servizio di rete **senza connessione**

- La comunicazione si svolge **senza l'instaurazione preventiva di un percorso di rete**
- Le risorse di rete sono assegnate in accordo ad una strategia di **assegnazione a domanda**

## Modi di un Servizio di Rete e Assegnazione delle risorse

MODO DI SERVIZIO	STRATEGIA DI ASSEGNAZIONE
con connessione fisica	<i>Pre-assegnazione individuale</i>
con connessione virtuale	<i>Pre-assegnazione collettiva</i>
senza connessione	<i>Assegnazione a domanda</i>



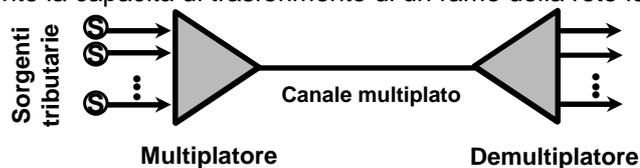
## Le componenti di un Modo di Trasferimento

- La funzione di **multiplazione**
- La funzione di **commutazione**
- L'**architettura protocollare**



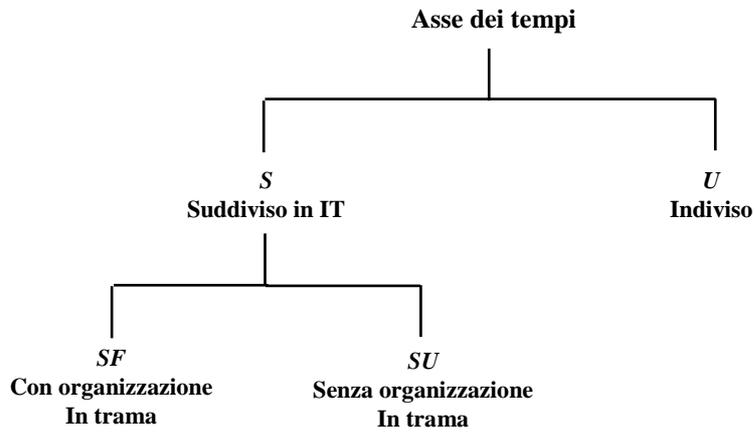
## Lo Schema di Multiplazione

- Definisce il modo secondo cui i **segmenti informativi** condividono logicamente la capacità di trasferimento di un ramo della rete logica



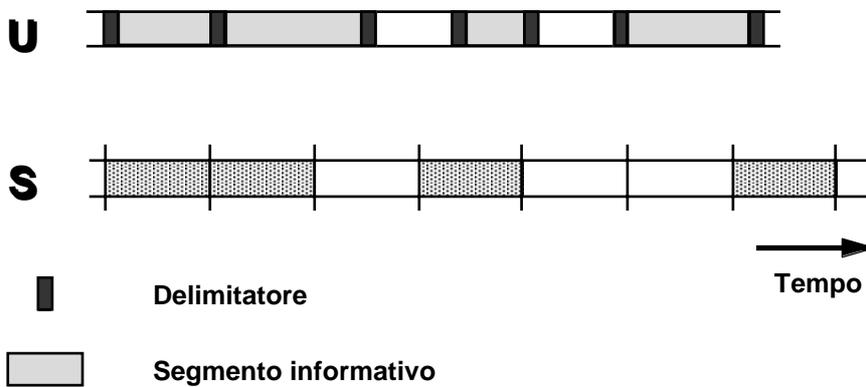
- **Funzioni del demoltiplicatore**
  - **Identificazione (delimitazione):** identificare i segmenti informativi emessi da ogni sorgente tributaria
  - **Indirizzamento:** riconoscere quale sia il collettore a cui ogni segmento deve essere inoltrato
- La schema di multiplazione maggiormente utilizzato è quello **TDM (Time Division Multiplexing)**
- Criteri di classificazione
  - Gestione dell'asse dei tempi
  - Strategia di assegnazione delle risorse

## Gestione dell'asse dei tempi (1)

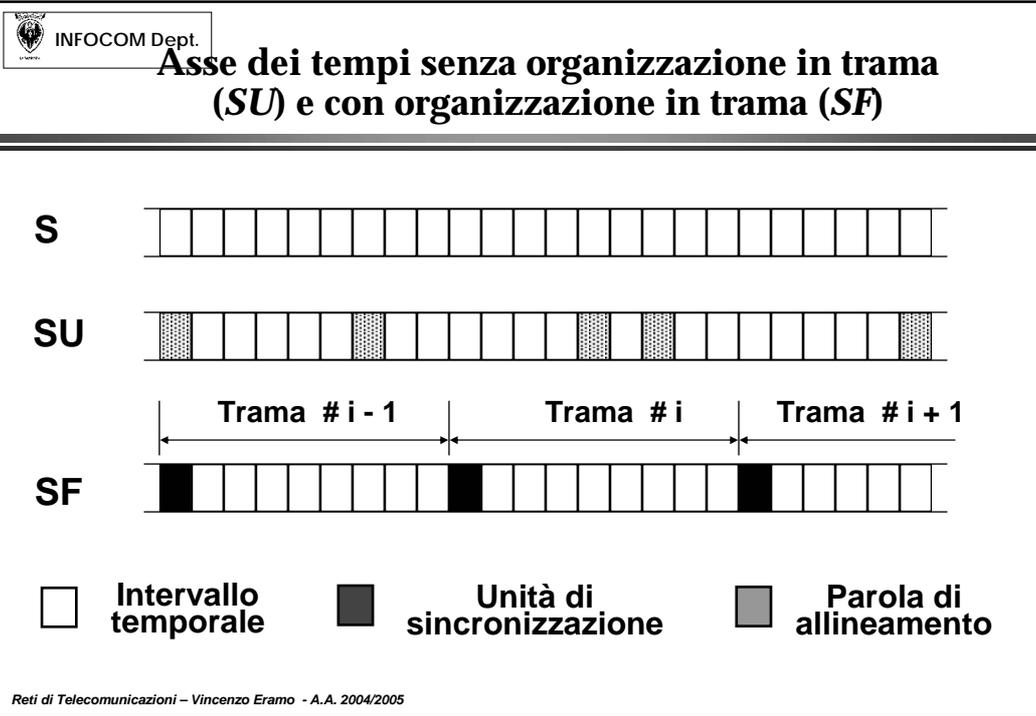


Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Asse dei tempi indiviso (U) e suddiviso in intervalli temporali (S)



Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



INFOCOM Dept.

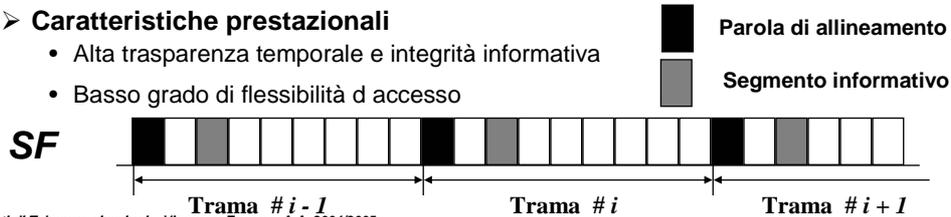
### Alternative di attuazione di uno schema di Multiplazione

	Assegnazione delle risorse (Capacità multiplata)	Gestione dei tempi
<b>Multiplazione statica</b>	Statica (Pre-assegnazione individuale)	Modalità SF
<b>Multiplazione dinamica</b>	Dinamica (pre-assegnazione collettiva o Assegnazione a domanda)	Modalità U Modalità SU Modalità SF

Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Multiploazione Statica

- La strategia di assegnazione delle risorse è **statica (pre-assegnazione individuale)**
  - Comporta solo contese di **pre-assegnazione**
  - In generale la risoluzione delle contese è effettuata con meccanismi a perdita
- La gestione dell'asse dei tempi è in modalità **SF**
- I segmenti informativi sono **implicitamente identificati (delimitati) e indirizzati** per mezzo della loro posizione all'interno della trama
- La non necessità di un indirizzamento esplicito giustifica la denominazione di **multiploazione senza etichetta**
- La **periodicità nel trasferimento** delle unità informativa giustifica la denominazione di **multiploazione a divisione di tempo sincrona**
- **Caratteristiche prestazionali**
  - Alta trasparenza temporale e integrità informativa
  - Basso grado di flessibilità d'accesso



Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Tipi di multiploazione

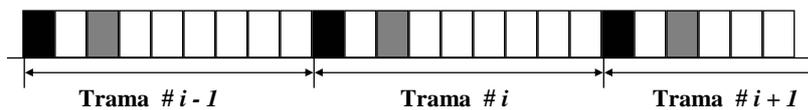
- **Multiploazione di base**
  - A ciascuna comunicazione è assegnato un singolo Intervallo temporale (IT) di una trama
- **Sovra-multiploazione**
  - A ciascuna comunicazione sono assegnati più IT di una trama
- **Sotto-multiploazione**
  - **A trama singola**
    - A ciascuna comunicazione è assegnato un numero di bit di un IT
  - **A multitrama**
    - E' una multiploazione di base o sovra-multiploazione effettuate su una **multi-trama**

Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Moltiplicazione di base

- Valutazione della capacità di trasferimento  $C_s$  (bit/s) assegnata a ciascuna comunicazione
- Parametri di sistema
  - $L_s$  ≡ lunghezza in bit di un IT
  - $L_f$  ≡ lunghezza in bit di una trama
  - $C_s$  ≡ Capacità in bit/s di un sub-canale
  - $C_m$  ≡ Capacità in bit/s del canale moltiplicato

$$C_s = \frac{L_s}{L_f} C_m$$

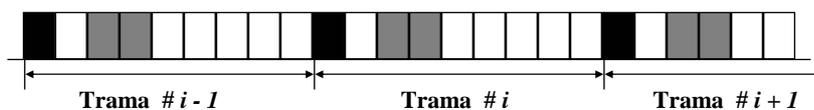


Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Sovra-moltiplicazione

- Valutazione della capacità di trasferimento  $C_{sm}$  (bit/s) assegnata a ciascuna comunicazione
- Parametri di sistema
  - $L_s$  ≡ lunghezza in bit di un IT
  - $L_f$  ≡ lunghezza in bit di una trama
  - $C_s$  ≡ Capacità in bit/s di un sub-canale
  - $C_m$  ≡ Capacità in bit/s del canale moltiplicato
  - $M$  ≡ Numero di IT di una trama assegnati alla comunicazione

$$C_{sm} = M \frac{L_s}{L_f} C_m = M C_s$$



$M=2$

Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

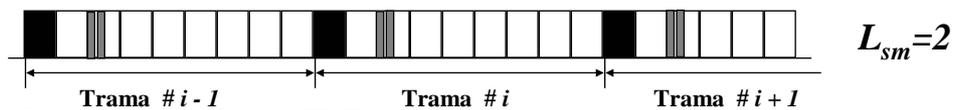
## Sotto-moltiplicazione a trama singola

➤ Valutazione della capacità di trasferimento  $C_{sm}$  (bit/s) assegnata a ciascuna comunicazione

➤ Parametri di sistema

- $L_s$  ≡ lunghezza in bit di un IT
- $L_f$  ≡ lunghezza in bit di una trama
- $C_s$  ≡ Capacità in bit/s di un sub-canale
- $C_m$  ≡ Capacità in bit/s del canale moltiplicato
- $L_{sm}$  ≡ Numero di bit dell'IT assegnati alla comunicazione

$$C_{sm} = \frac{L_{sm}}{L_f} C_m = \frac{L_{sm}}{L_s} C_s$$



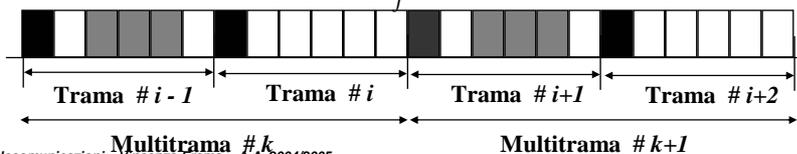
## Sotto-moltiplicazione a multitrama

➤ Valutazione della capacità di trasferimento  $C_{sm}$  (bit/s) assegnata a ciascuna comunicazione

➤ Parametri di sistema

- $L_s$  ≡ lunghezza in bit di un IT
- $L_f$  ≡ lunghezza in bit di una trama
- $C_s$  ≡ Capacità in bit/s di un sub-canale
- $C_m$  ≡ Capacità in bit/s del canale moltiplicato
- $K$  ≡ Numero di trame componenti la **multitrama**
- $H$  ≡ Numeri di I.T. di una multitrama assegnati ad una comunicazione

$$C_{sm} = \frac{HL_s}{KL_f} C_m = \frac{H}{K} C_s$$

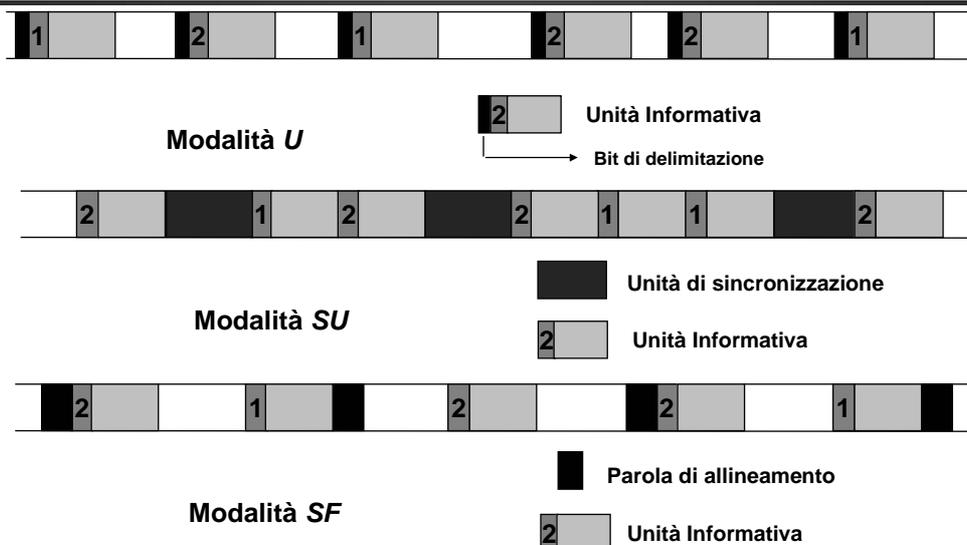


## Multiplazione Dinamica (1)

- La strategia di assegnazione delle risorse è **dinamica (pre-assegnazione collettiva o a domanda)**
  - Comporta solo contese di **utilizzo** se la strategia adottata è a domanda
  - In aggiunta possono verificarsi contese di pre-assegnazione nel caso di strategia a pre-assegnazione collettiva
  - In generale la risoluzione delle contese di utilizzazione è effettuata con meccanismi a perdita/ritardo
  - In generale la risoluzione delle contese di pre-assegnazione è effettuata con meccanismi a perdita
- La gestione dell'asse dei tempi può essere in alternativa in modalità **U, SU, SF**
- I segmenti informativi sono **implicitamente identificati (delimitati)** nelle modalità **SU** e **SF** mentre lo devono essere **esplicitamente** nella modalità **U**
- I segmenti informativi devono essere **esplicitamente indirizzati** per mezzo di una **etichetta**
  - Il **segmento informativo** e l'**etichetta** costituiscono l'**Unità informativa**
- La necessità di un indirizzamento esplicito giustifica la denominazione di **multiplazione con etichetta**
- La **non periodicità nel trasferimento** delle unità informativa giustifica la denominazione di **multiplazione a divisione di tempo asincrona**

Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Multiplazione Dinamica (2)



Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Multiplazione Dinamica (caratteristiche prestazionali)

- Dipendono dalla modalità di risoluzione delle **contese di utilizzazione**
  - Meccanismo puramente a ritardo
    - Il grado di trasparenza subisce un peggioramento, in quanto il tempo di sosta di una unità informativa nel buffer di multiplazione è una quantità variabile aleatoriamente
    - Il grado di integrità informativa non subisce variazioni legate all'operazione di multiplazione
  - Meccanismo puramente a perdita
    - Il grado di trasparenza temporale non subisce deterioramenti
    - Il grado di integrità informativa subisce un peggioramento, in quanto si scartano le unità informative che incontrano contese
- Il grado di flessibilità di accesso è il massimo possibile

## Funzione di commutazione

- Definisce il modo secondo cui un qualunque ingresso del nodo (ramo d'ingresso) viene associato logicamente con una qualunque uscita (ramo d'uscita)
- Componenti
  - **Instradamento**
    - E' una funzione **decisionale**
    - Ha lo scopo di stabilire il ramo d'uscita verso cui deve essere instradato un segmento informativo che perviene ad un ramo d'ingresso
  - **Attraversamento**
    - E' una funzione **attuativa**
    - Ha lo scopo di trasferire, attraverso il nodo, il segmento informativo da un ramo d'ingresso ad uno di uscita

## Modi di attraversamento di un nodo

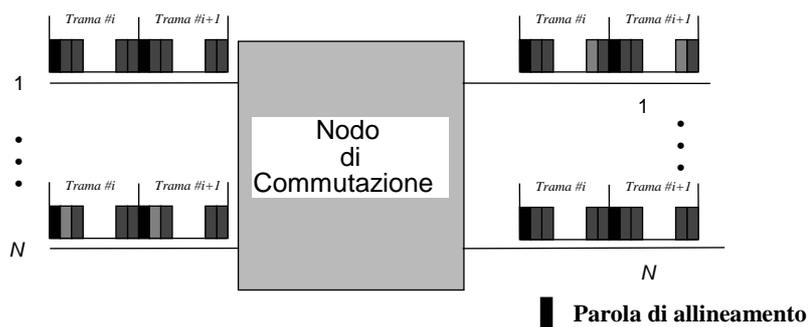
### ➤ Diretto

- I flussi informativi all'ingresso e all'uscita del nodo sono **multiplati staticamente**
- Il processo interno ingresso-uscita è **temporalmente trasparente**

### ➤ Ad immagazzinamento e rilancio

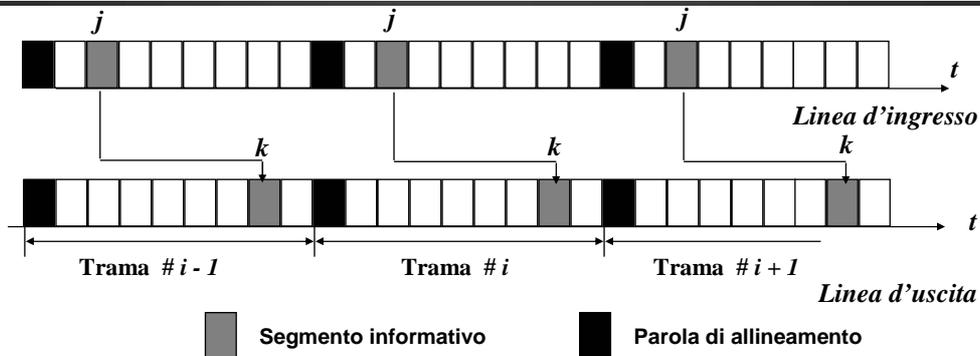
- I flussi all'ingresso e all'uscita del nodo sono **multiplati dinamicamente**
- Ogni Unità Informativa attraversante il nodo viene completamente memorizzata prima di essere rilanciata verso l'uscita

## Attraversamento diretto di un nodo (1)



- La funzione di instradamento consiste nel trasferire il contenuto di un intervallo temporale di una trama relativa ad una linea entrante nel contenuto di un altro intervallo temporale di una trama relativa ad una linea uscente
- Il **ritardo di attraversamento** è **costante** per i segmenti informativi appartenenti ad una stessa comunicazione

## Attraversamento diretto di un nodo (2)

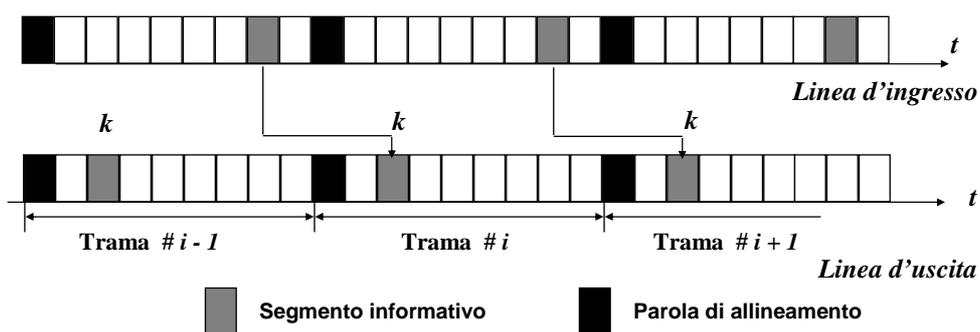


Valutazione del Ritardo nel caso  $j \leq k$

$$D = (k-j)T_{I.T.}$$

$T_{I.T.} \equiv$  Durata dell'Intervallo Temporale

## Attraversamento diretto di un nodo (3)

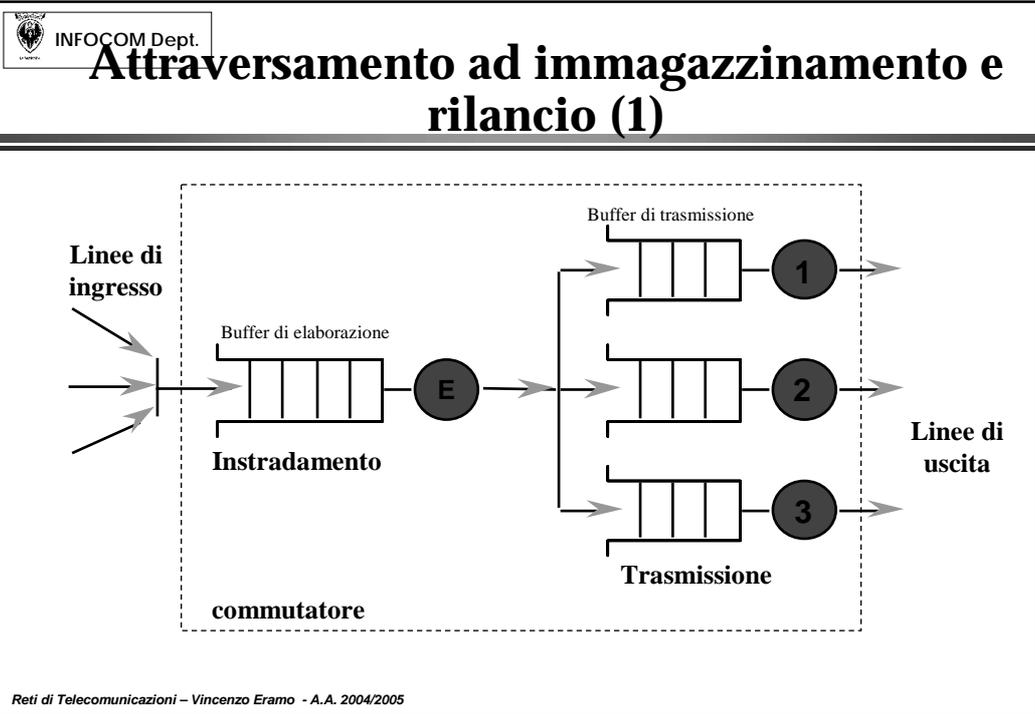


Valutazione del Ritardo nel caso  $j > k$

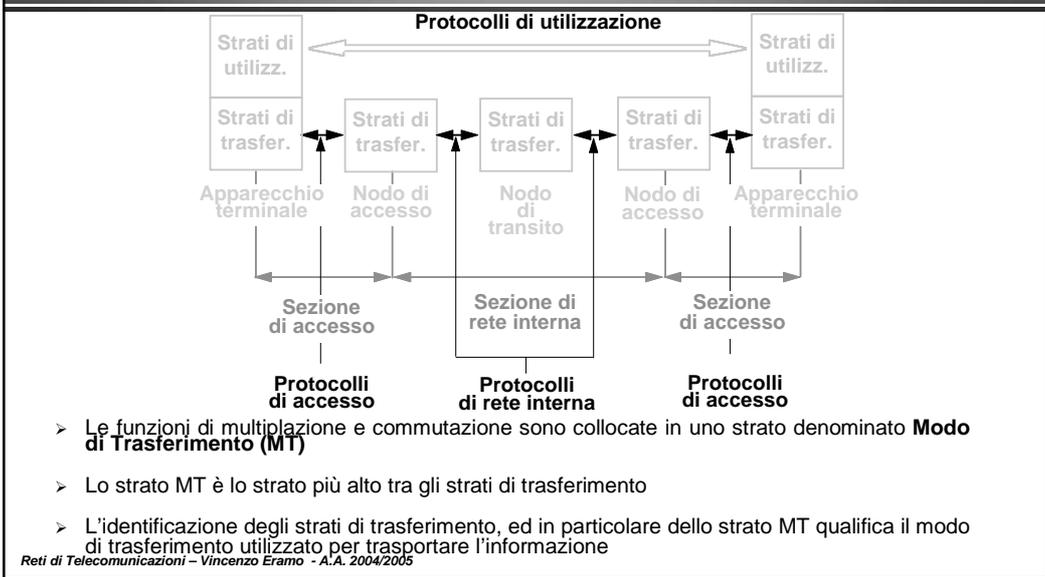
$$D = [N_{I.T.} - (j-k)]T_{I.T.}$$

$T_{I.T.} \equiv$  Durata dell'Intervallo Temporale

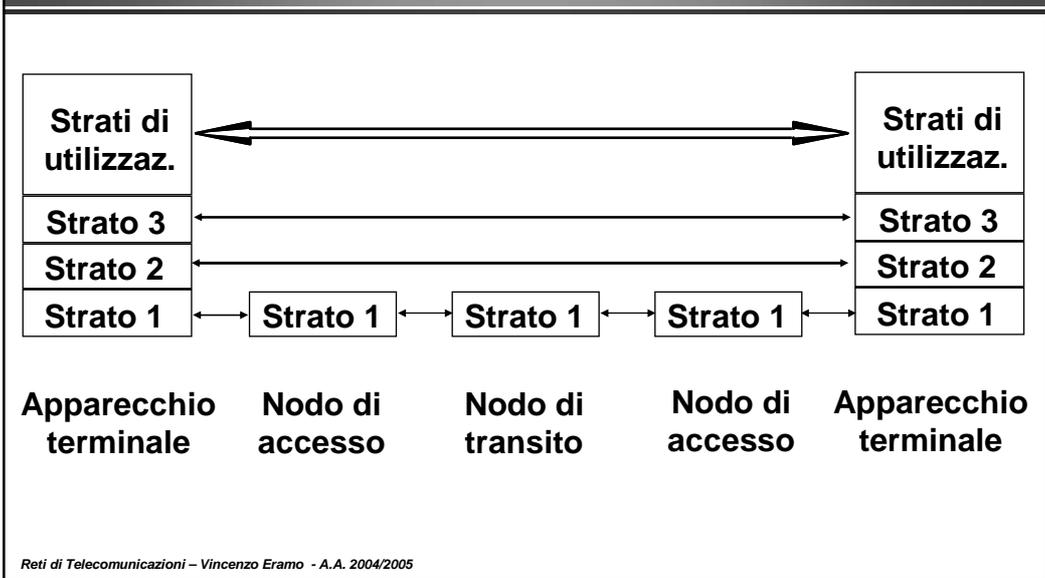
$N_{I.T.} \equiv$  Numero di Intervalli Temporali per trama



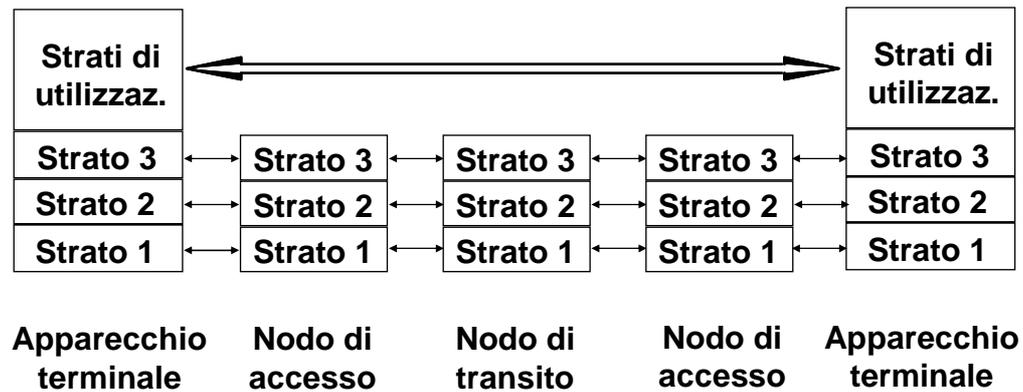
# Architettura Protocollore



# Esempi di Architetture Protocollore (1)



## Esempi di Architetture Protocolлари (2)



Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

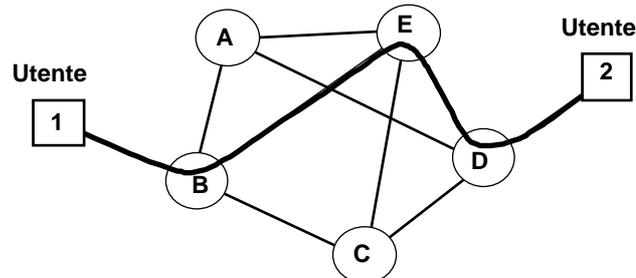
## Servizio di Rete a circuito (1)

- E' un Servizio di Rete con connessione fisica
- Il Modo di Trasferimento è caratterizzato da:
  - Una funzione di moltiplicazione **statica**
  - Una funzione di commutazione con **attraversamento diretto**
  - Una architettura protocollare con **strato MT coincidente con lo strato 1 (fisico)**

Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Servizio di Rete a circuito (2)

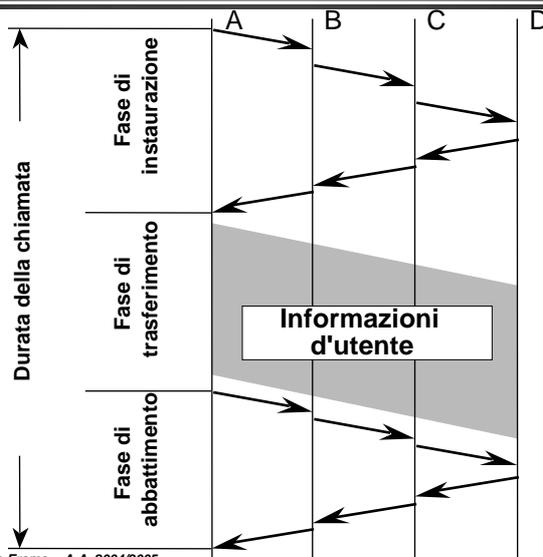
- Mette a disposizione degli utenti della rete un **circuito fisico** che rimane ad essi **dedicato** per tutta la durata della comunicazione



- La comunicazione (**chiamata**) evolve in accordo a tre fasi:
  - **Instaurazione**: fase di creazione del circuito fisico attraverso lo scambio di messaggi di segnalazione tra utenti e apparati di rete
  - **Trasferimento**: fase in cui avviene lo scambio di informazioni tra gli utenti impegnati gli utenti
  - **Abbattimento**: fase in cui vengono rilasciate le risorse (fisiche) di rete precedentemente agli utenti

Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

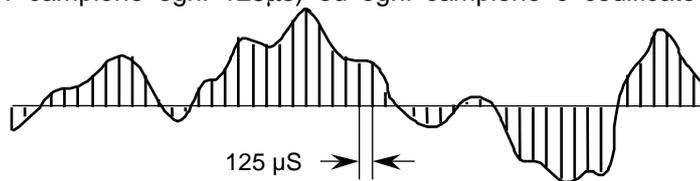
## Servizio di Rete a circuito (3)



Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Il trasporto del segnale fonico nella PSTN

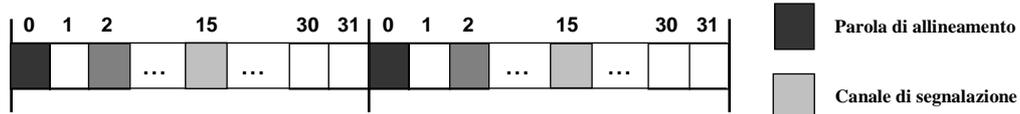
- Il segnale fonico è campionato a frequenza uguale a 8kHz (8000 campioni al secondo, 1 campione ogni 125μs) ed ogni campione è codificato con 8bit



- Ogni campione è inserito in un IT di una trama (**trama PCM**) di durata 125 μs e composta di 32 IT

### Parametri di sistema

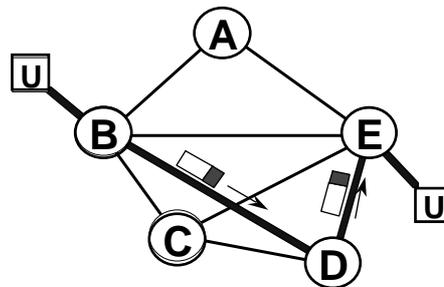
- $L_s$  = lunghezza in bit di un IT = **8bit**
- $C_s$  = Capacità in bit/s di un sub-canale = **64kb/s**
- $L_m$  = lunghezza in bit di una trama = **256bit**
- $C_m$  = Capacità in bit/s del canale moltiplicato = **2.048b/s**



Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Servizio di Rete a pacchetto (Chiamata Virtuale) (1)

- E' un Servizio di Rete con connessione logica
- Il Modo di Trasferimento è caratterizzato da:
  - Una funzione di moltiplicazione **dinamica (pre-assegnazione collettiva)**
  - Una funzione di commutazione con **attraversamento ad immagazzinamento e rilancio**
  - Una architettura protocollare con **strato MT coincidente con lo strato-3**



Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

UNIVERSITÀ  
INFOCOM Dept.

## Servizio di Rete a pacchetto (Chiamata Virtuale) (2)

➤ L'evoluzione della comunicazione (**chiamata**) evolve in accordo a tre fasi

- fase di instaurazione
- fase di trasferimento
- fase di abbattimento

The diagram illustrates the evolution of a packet communication call through three phases: establishment, transfer, and termination. It tracks signaling and information packets across four nodes (A, B, C, D) over time.

- Phase of establishment (Fase di instaurazione):** A signaling packet is sent from node A to node B, then to C, and finally to D.
- Phase of transfer (Fase di trasferimento dell'informazione):** Information packets (labeled 1, 2, 3, 4) are sent from node A to B, then to C, and finally to D.
- Phase of termination (Fase di abbattimento):** A signaling packet is sent from node D back to C, then to B, and finally to A.

Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

UNIVERSITÀ  
INFOCOM Dept.

## Servizio di Rete a pacchetto (Chiamata Virtuale) (3)

➤ Procedure attuate nella fase di instaurazione

- Identificazione del percorso di rete che i pacchetti seguiranno in rete (**funzione di instradamento**)
- Accertamento della possibilità di instaurare la connessione in accordo ad un criterio di pre-assegnazione (**funzione di Controllo di Accettazione di Chiamata**)
  - banda media
  - banda di picco
- Assegnazione **Logica** delle risorse di rete
- Assegnamento di **identificatori** della chiamata che saranno trasportato da tutti i pacchetti appartenenti alla chiamata

Intestazione

Campo informativo

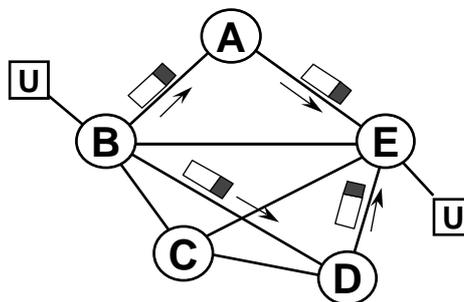
**Formato dell'unità informativa**

↑  
Identificatore di chiamata

Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Servizio di Rete a pacchetto (Datagramma) (1)

- E' un Servizio di Rete senza connessione
- Il Modo di Trasferimento è caratterizzato da:
  - Una funzione di multiplazione **dinamica (assegnazione a domanda)**
  - Una funzione di commutazione con **attraversamento ad immagazzinamento e rilancio**
  - Una architettura protocollare con **strato MT coincidente con lo strato 3**



Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Servizio di Rete a pacchetto (Datagramma) (2)

- Il trasferimento dei pacchetti avviene senza accertare preventivamente la disponibilità dell'utente chiamato all'effettuazione dello scambio informativo
- Non esistono le fasi di instaurazione e di abbattimento di una chiamata
  - Nell'intestazione del pacchetto occorrerà riportare l'indirizzo di destinazione del destinatario
- Ogni pacchetto è gestito dalla rete **indipendentemente** dagli altri anche se fanno parte della stessa comunicazione
  - I pacchetti di una stessa comunicazione possono seguire percorsi di rete differenti



Formato dell'unità informativa

Indirizzo del destinatario

Reti di Telecomunicazioni – Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

## Confronto tra Servizi di Rete

	Circuito	Pacchetto Chiamata Virtuale	Pacchetto Datagramma
Tipologia del Servizio	Con connessione Fisica	Con connessione Logica	Senza connessione
Assegnazione delle risorse	Pre-ass. individuale	Pre-ass. collettiva	A domanda
Risoluzione delle contese	O. alla perdita per la preassegnazione	O. alla perdita per la preass. O. al ritardo per la utilizzazione	O. al ritardo per la utilizzazione
Trasparenza temporale	Alta	Intermedia	Bassa
Integrità informativa	Alta	Intermedia	Bassa
Grado di Flessibilità di accesso	Bassa (Alta per CBR)	Intermedia	Alta