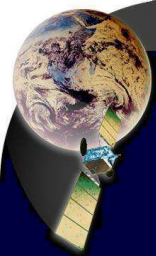




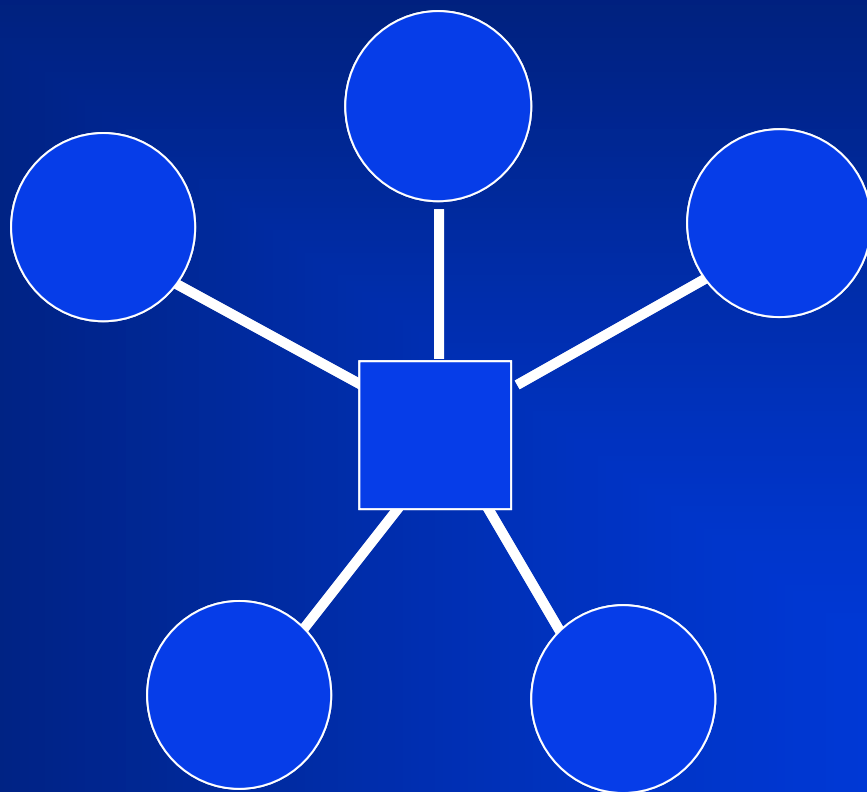
Fondamenti di Reti di TLC

Prof. F. De Rango
Università della Calabria

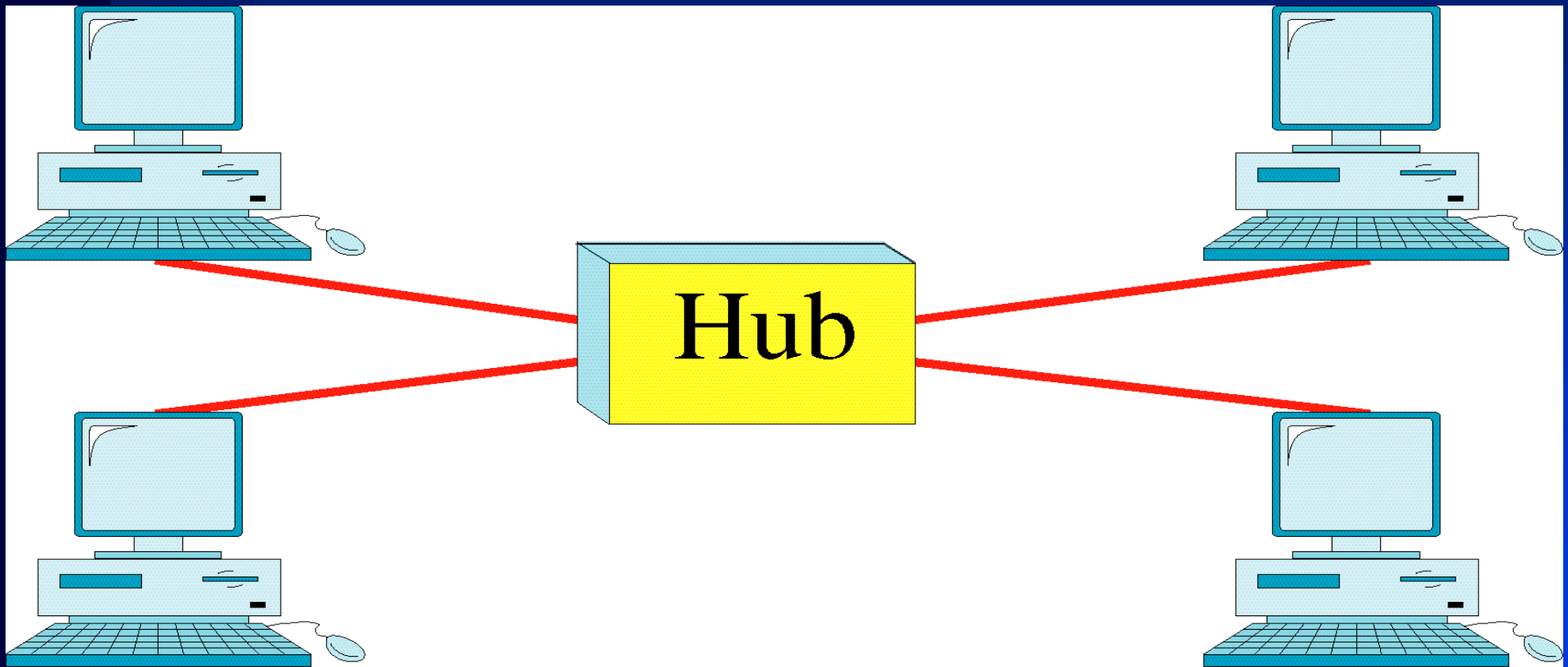
A.A. 2017-2018

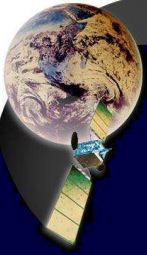


Topologia a stella

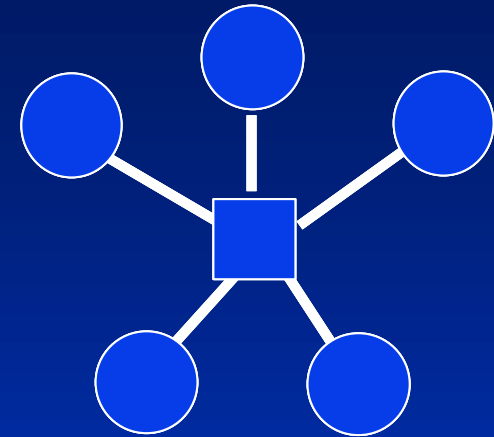


Stella





$$C=N$$

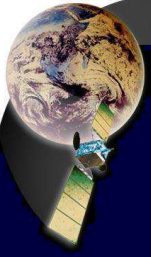


Svantaggio: vulnerabilità ai guasti del nodo centrale (attivo o passivo)

Vantaggi: - basso numero di canali
- commutazione semplice dal punto di vista dei nodi (tutto il traffico va al centro stella)

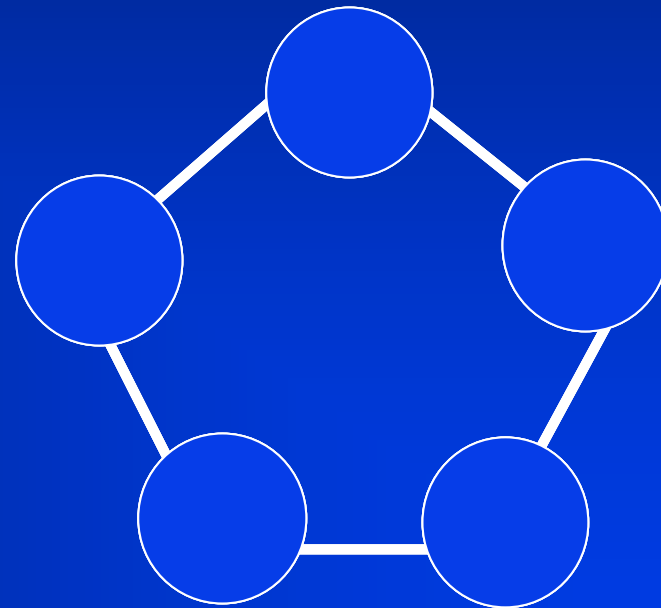
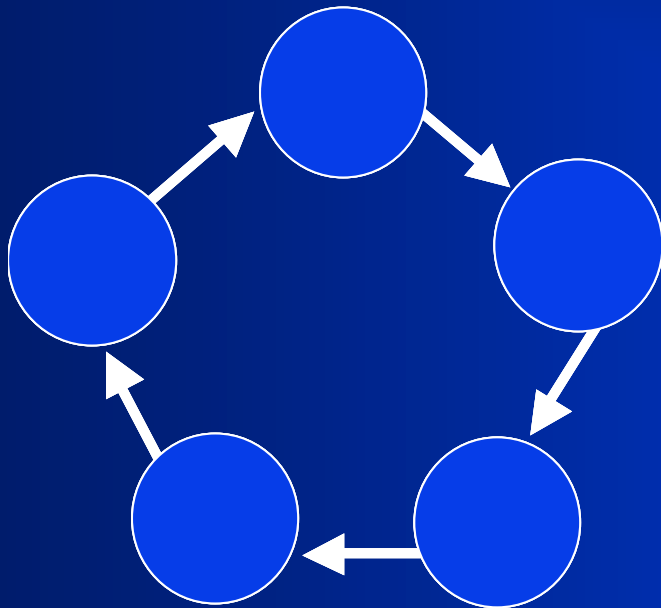
E' usata per ridurre i costi e semplificare la stesura dei canali

es. reti telefoniche tradizionali, reti radio e satellitari

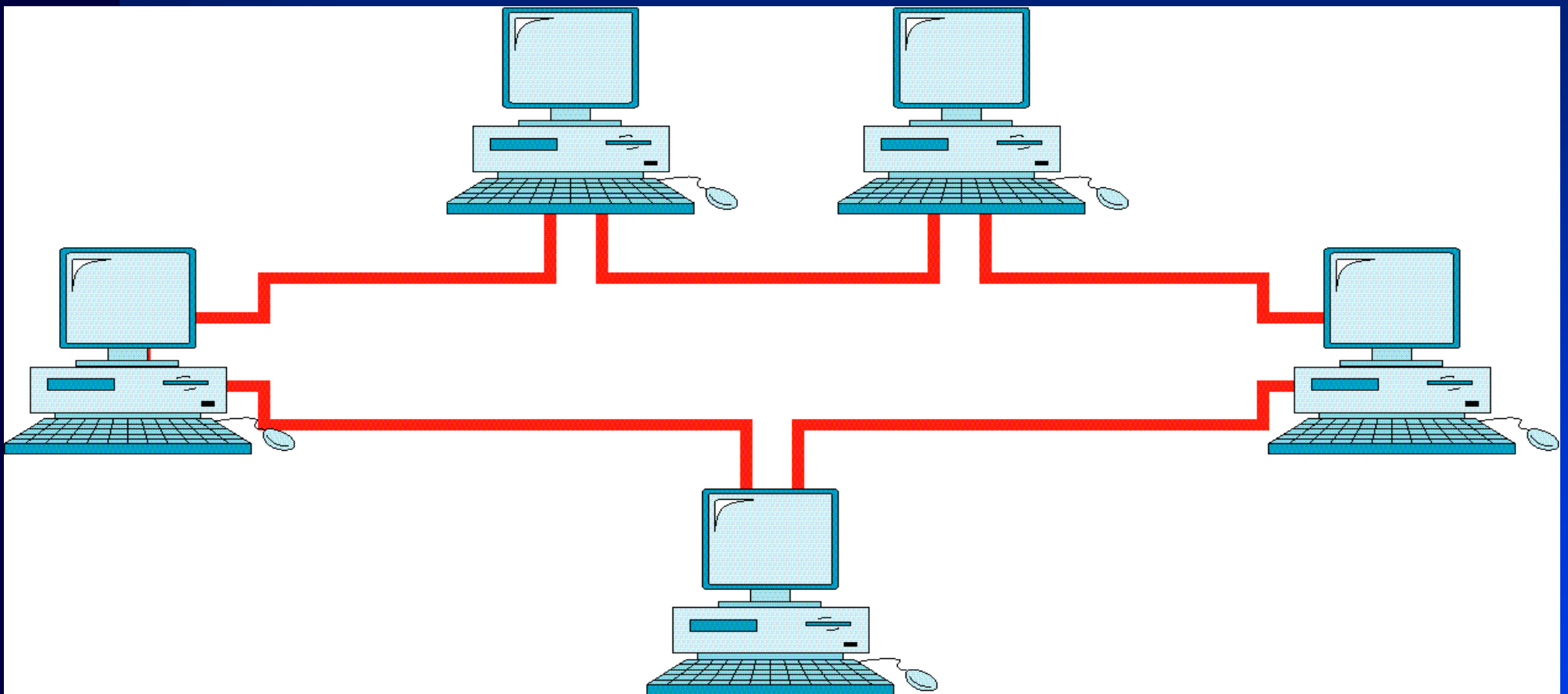


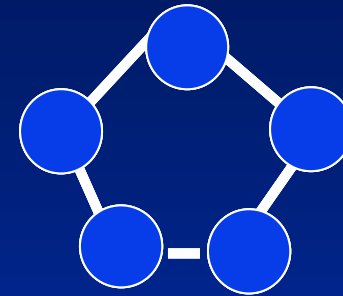
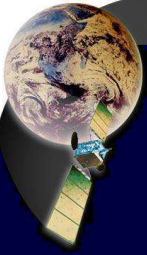
Topologia ad anello

Può essere unidirezionale o bidirezionale



Anello



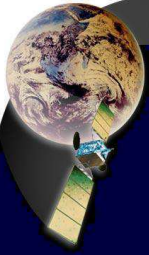


$$C = N$$

Svantaggio: vulnerabilità ai guasti (caso unidirezionale si interrompe la rete, caso bidirezionale si riconfigura)

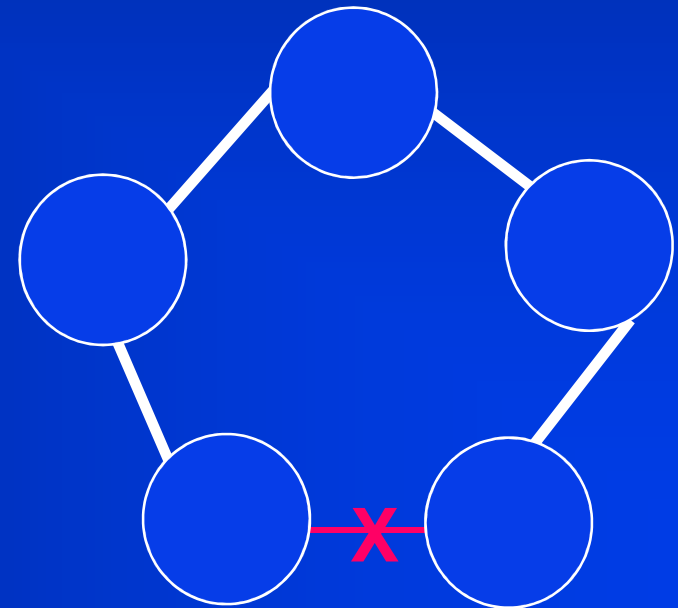
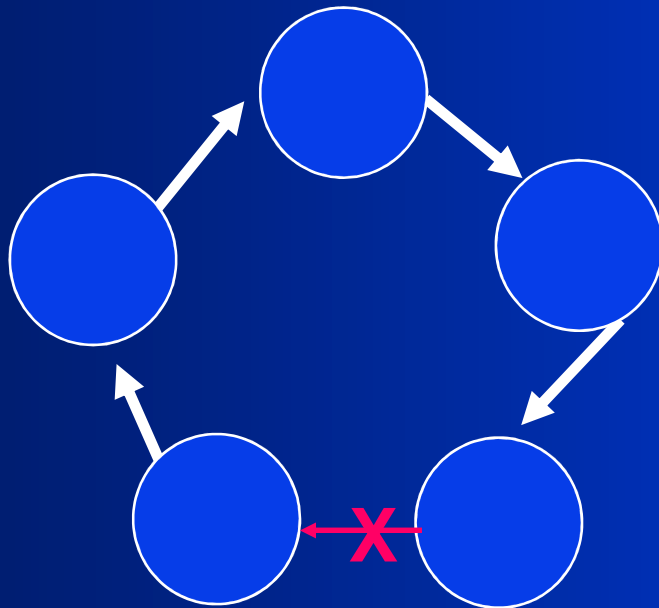
Vantaggio: commutazione semplice

Molto usata in reti locali e metropolitane



Topologia ad anello

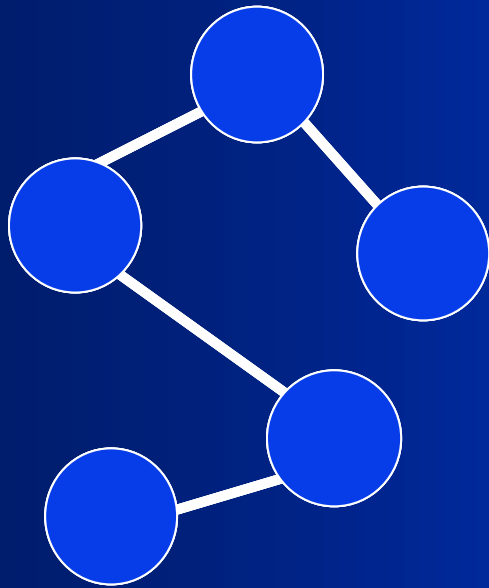
In caso di guasto l'anello bidirezionale assicura la sopravvivenza della rete (a capacità dimezzata): l'anello bidirezionale è la più semplice topologia che consente un instradamento alternativo in caso di guasto.



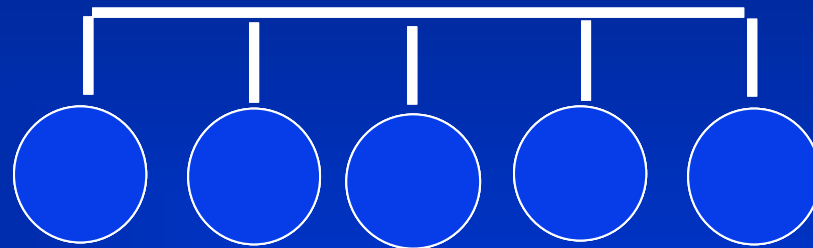


Topologia a bus

Il bus (broadcast) può essere attivo o passivo



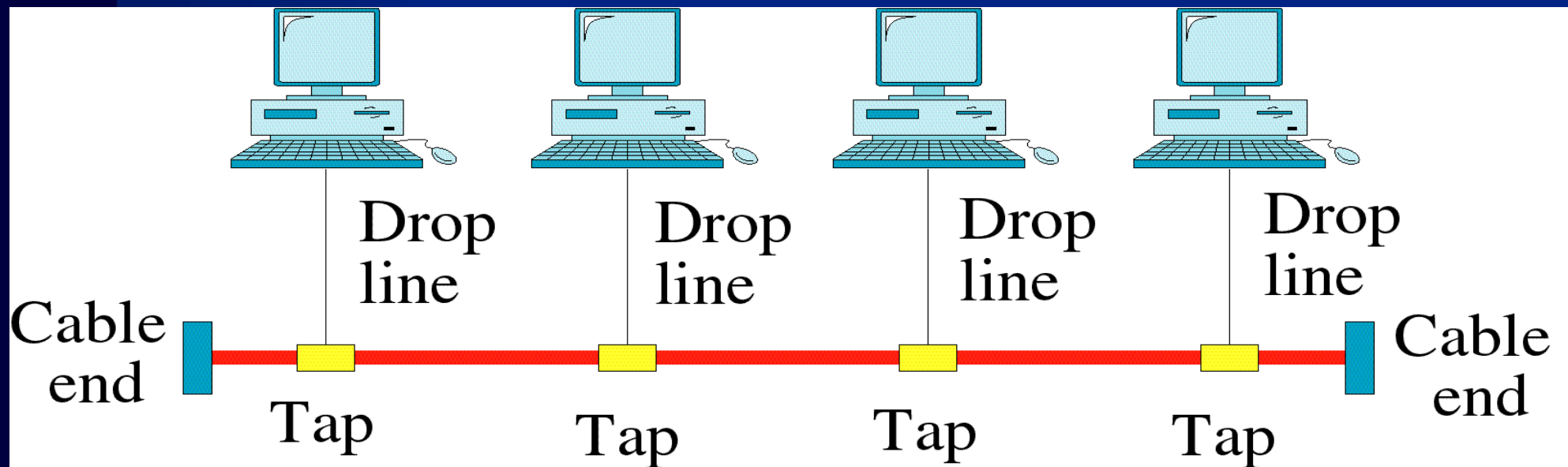
attivo

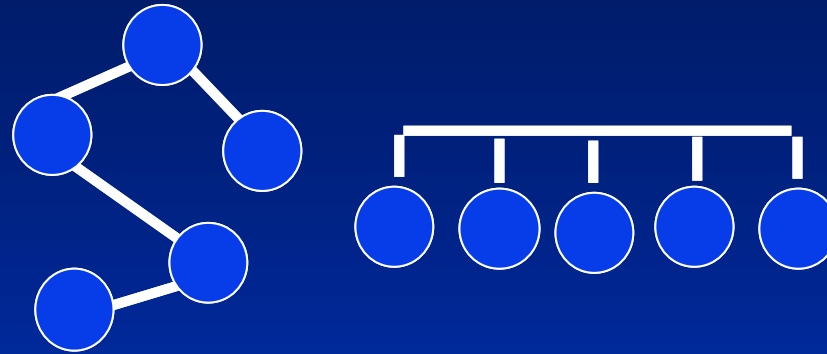


passivo



Bus



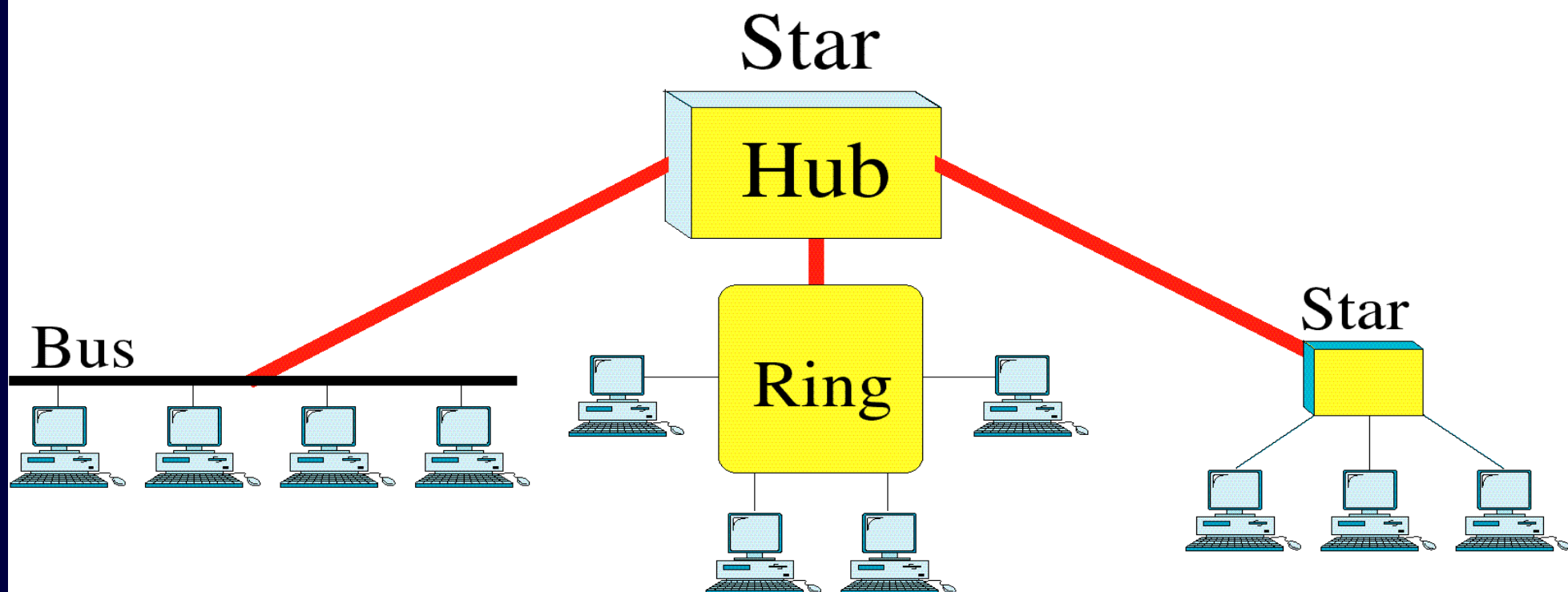


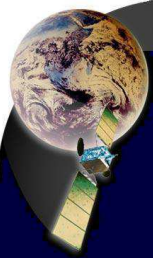
$C = N - 1$ per il bus attivo

$C = 1$ per il bus passivo

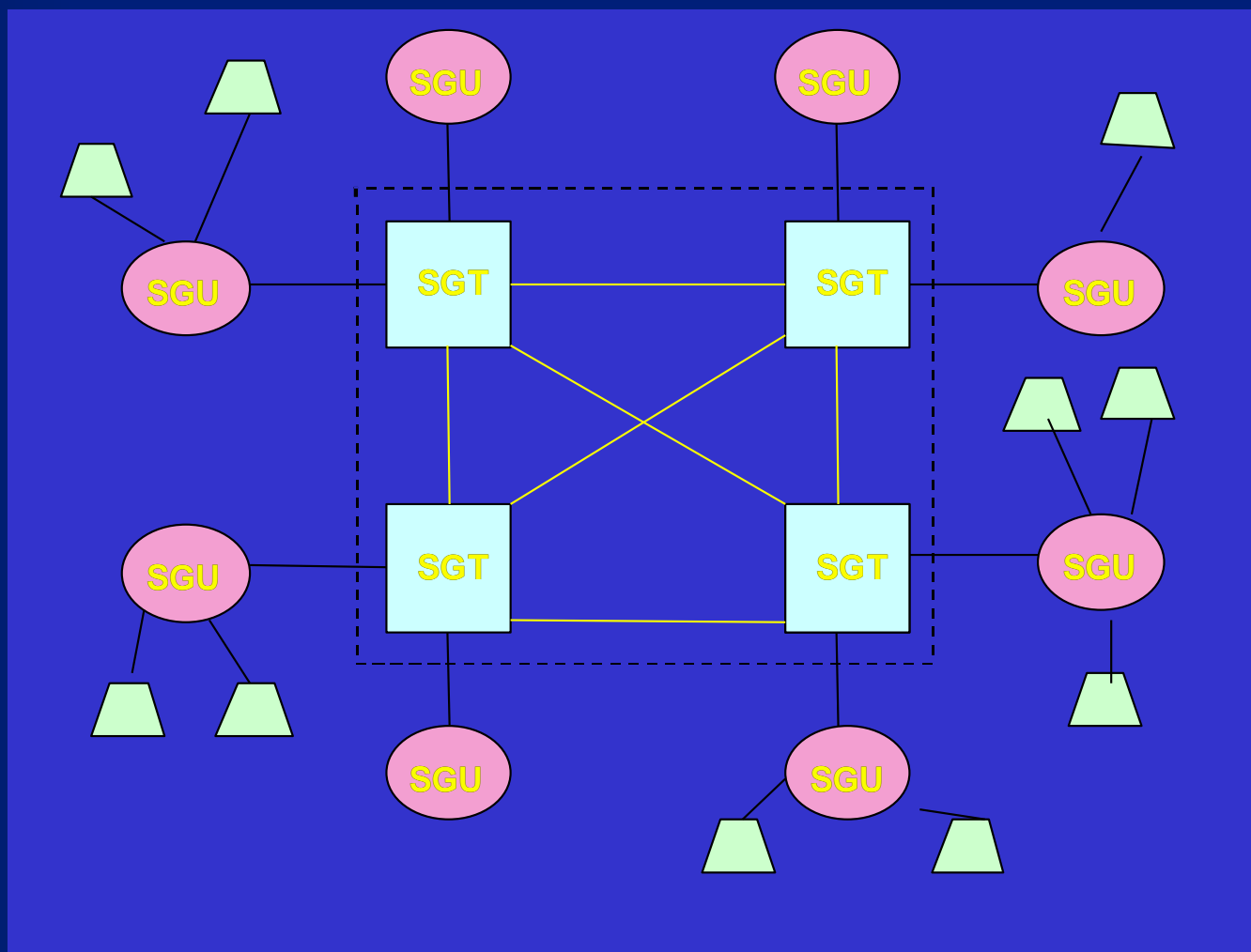
Molto usata in reti locali e metropolitane

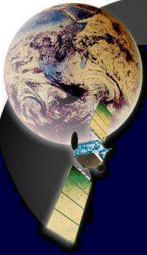
Ibrida





Topologia gerarchica

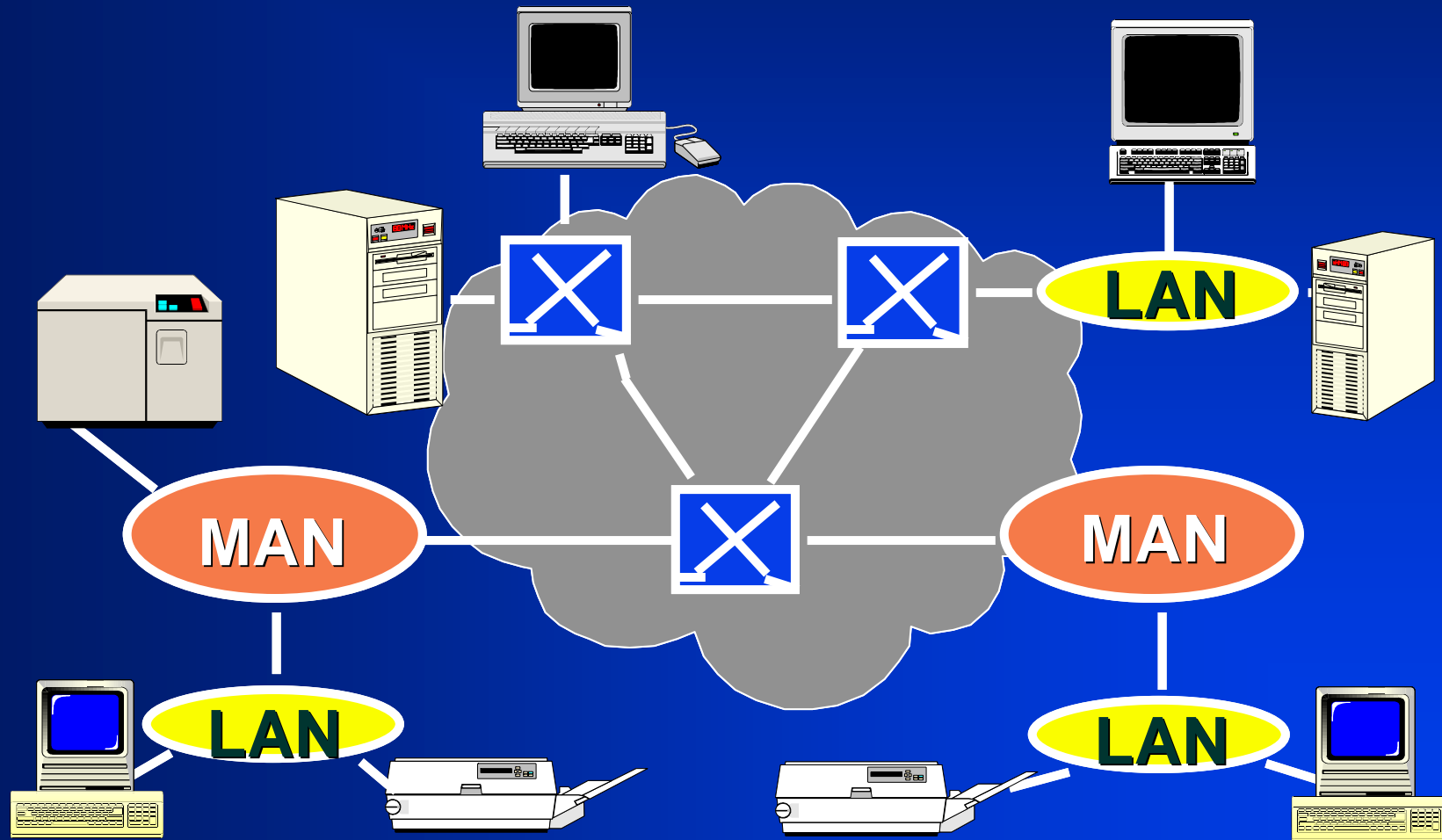




Struttura della rete fissa Telecom Italia

- **due livelli gerarchici: locale e di transito**
- **un autocommutatore numerico (ACN) locale (SGU) può coprire parte, uno, o più distretti**
- **ogni SGU è collegato ad una coppia di SGT (Stadio di Gruppo di Transito)**
- **le coppie di SGT con gli SGU collegati costituiscono un'Area Gateway**
- **ci sono 33 aree gateway**

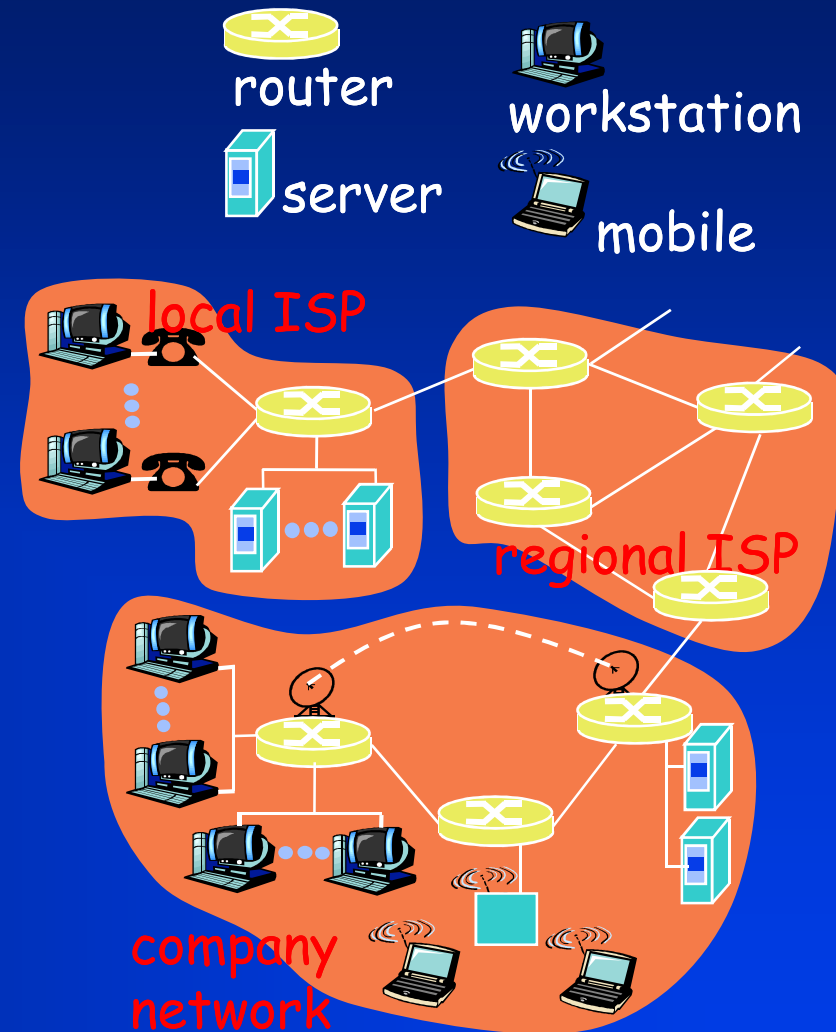
Topologia ad interconnessione





Internet

- ❖ **milioni di dispositivi di comunicazione connessi:**
host, end-system
 - pc workstation, server, ecc.
- che eseguono le
applicazioni di rete
- ❖ *link di comunicazione*
 - fibra, rame, radio, satellite
- ❖ **router:** inoltrano pacchetti dati attraverso la rete





Qualche definizione...

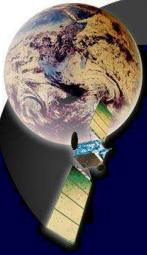
Elementi di rete

Servizi, sorgenti e segnali

Infrastruttura di rete



Funzioni di rete



CCITT

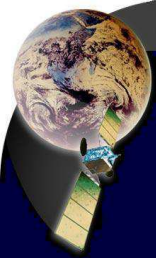
FUNZIONI in una rete di
telecomunicazioni:

**operazioni svolte all'interno della rete
al fine di offrire i servizi**

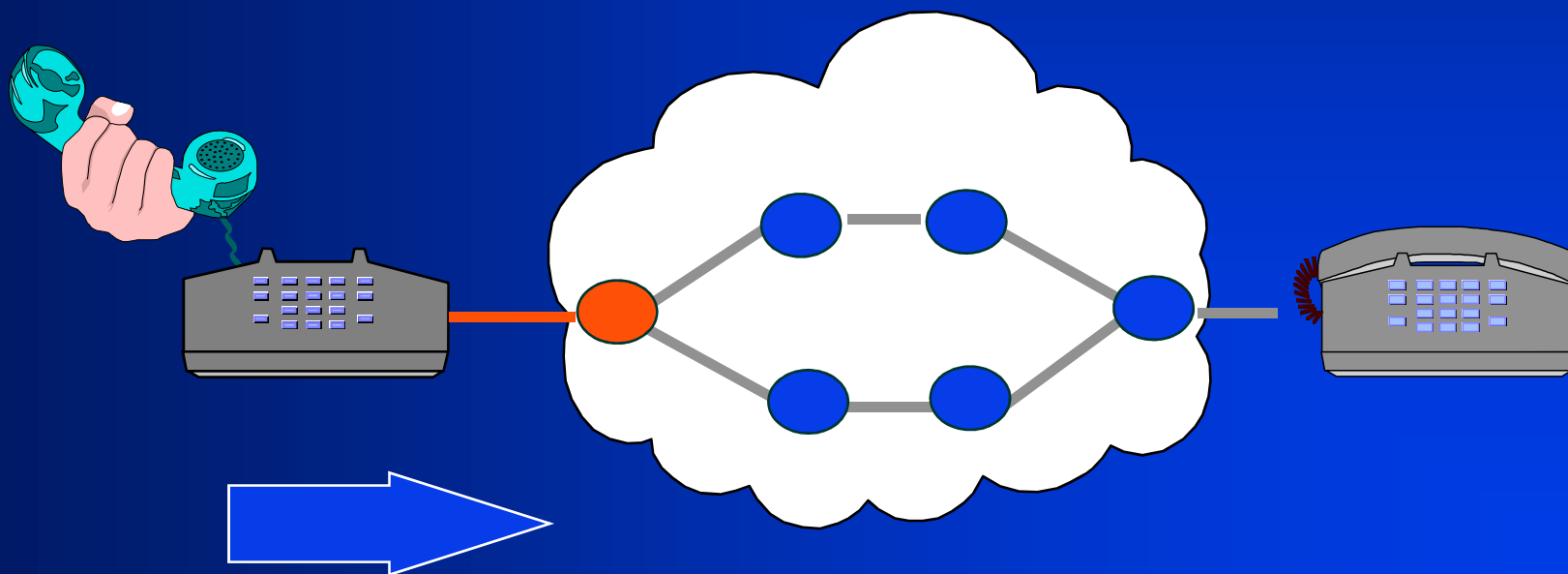


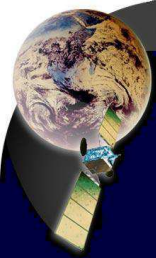
Funzioni di una rete di telecomunicazioni

- commutazione
- segnalazione
- trasmissione
- gestione

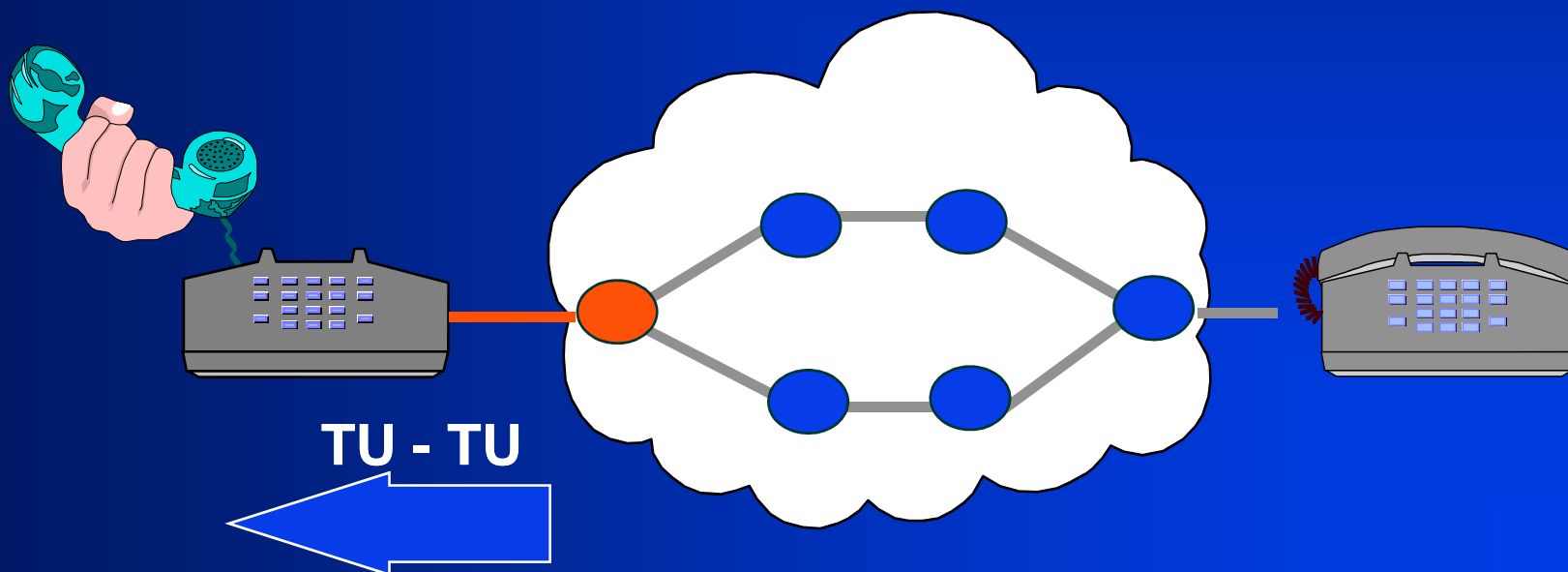


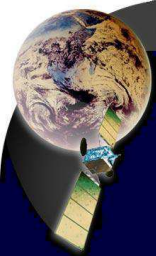
Sollevando il microtelefono si indica alla rete l'inizio di una procedura di chiamata



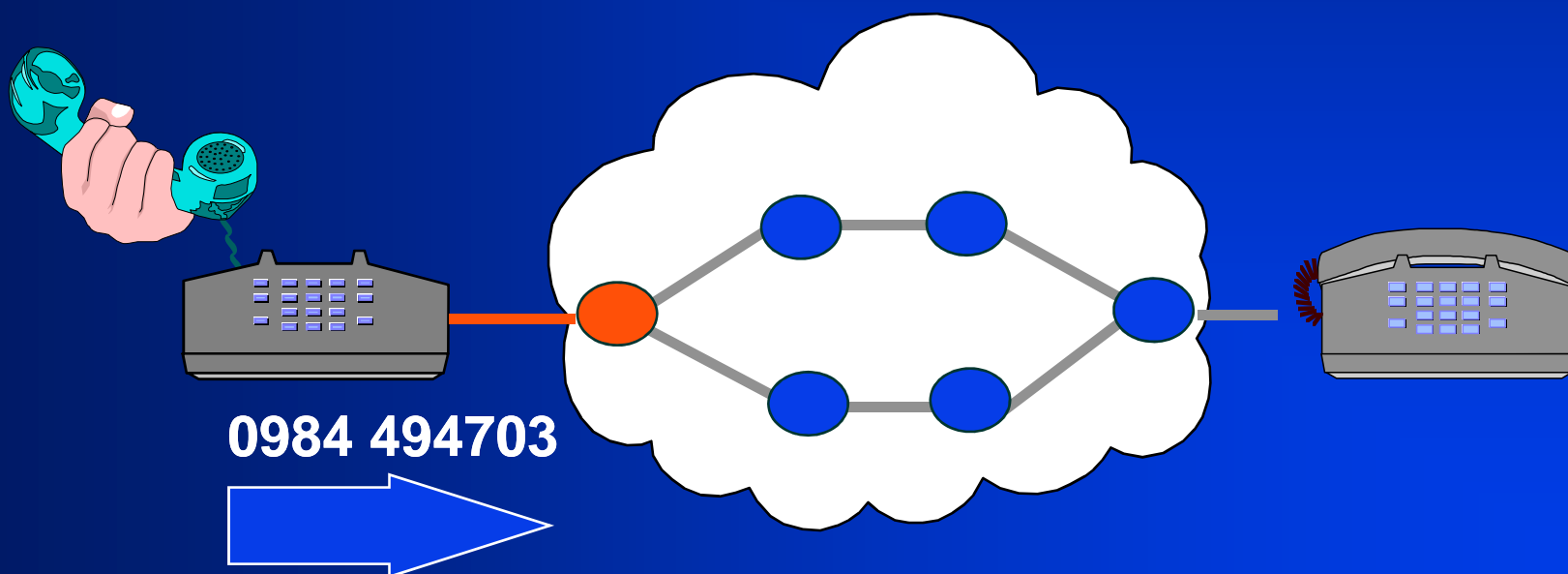


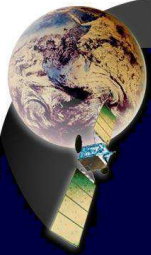
Bisogna poi attendere il tono di centrale





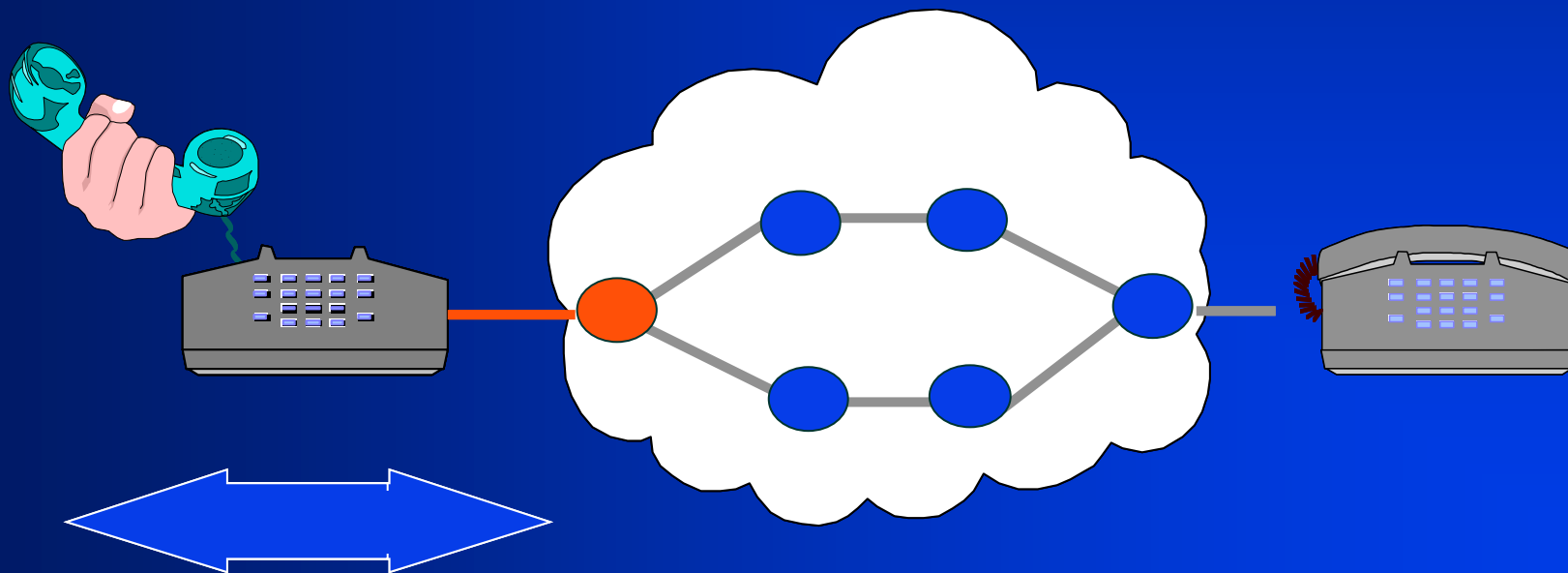
**Mediante il disco combinatore o la tastiera
si indica alla rete l'interlocutore desiderato**

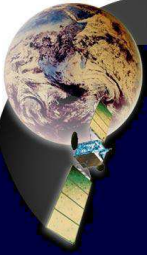




Il trasferimento delle informazioni di controllo tra utente e rete si chiama

SEGNALAZIONE D'UTENTE

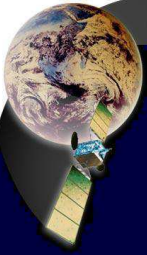




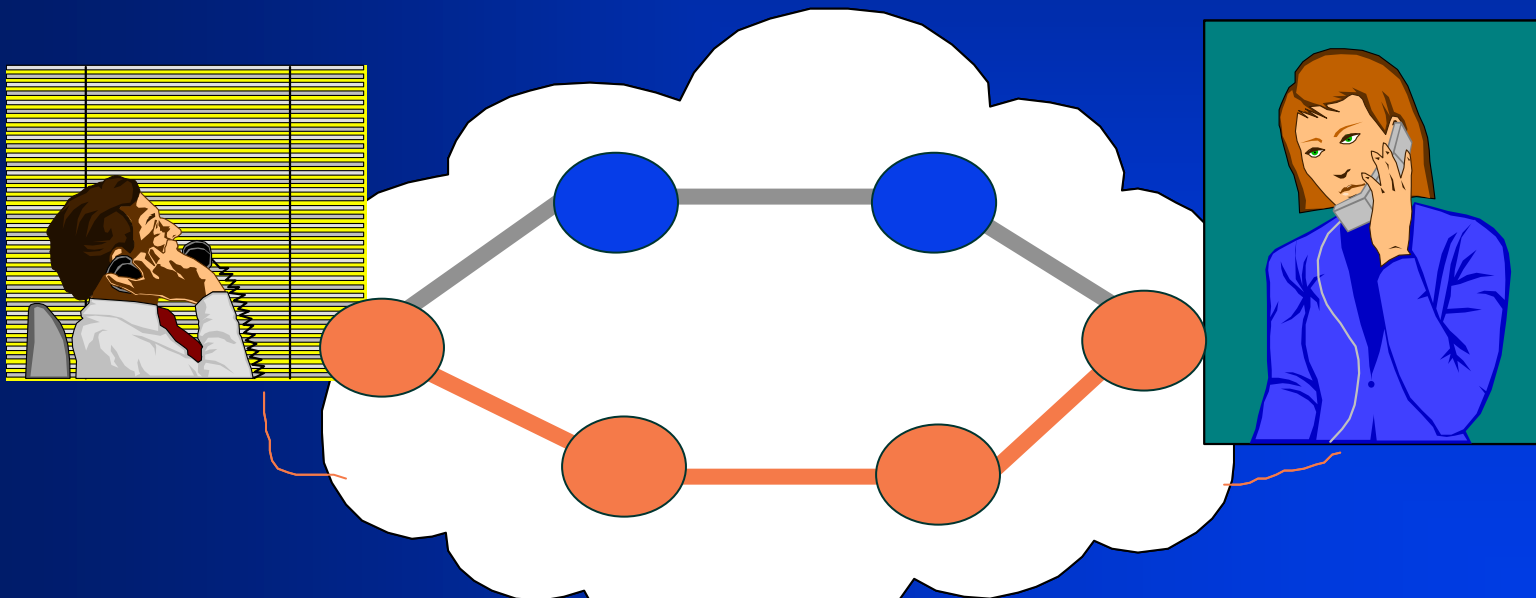
CCITT

Segnalazione:

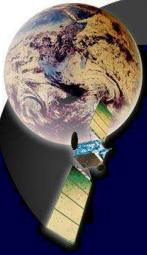
**lo scambio di informazioni che riguardano
l'apertura e il controllo di connessioni e la
gestione di una rete di telecomunicazione**



La rete individua le risorse necessarie per collegare i due utenti e stabilisce un circuito



COMMUTAZIONE



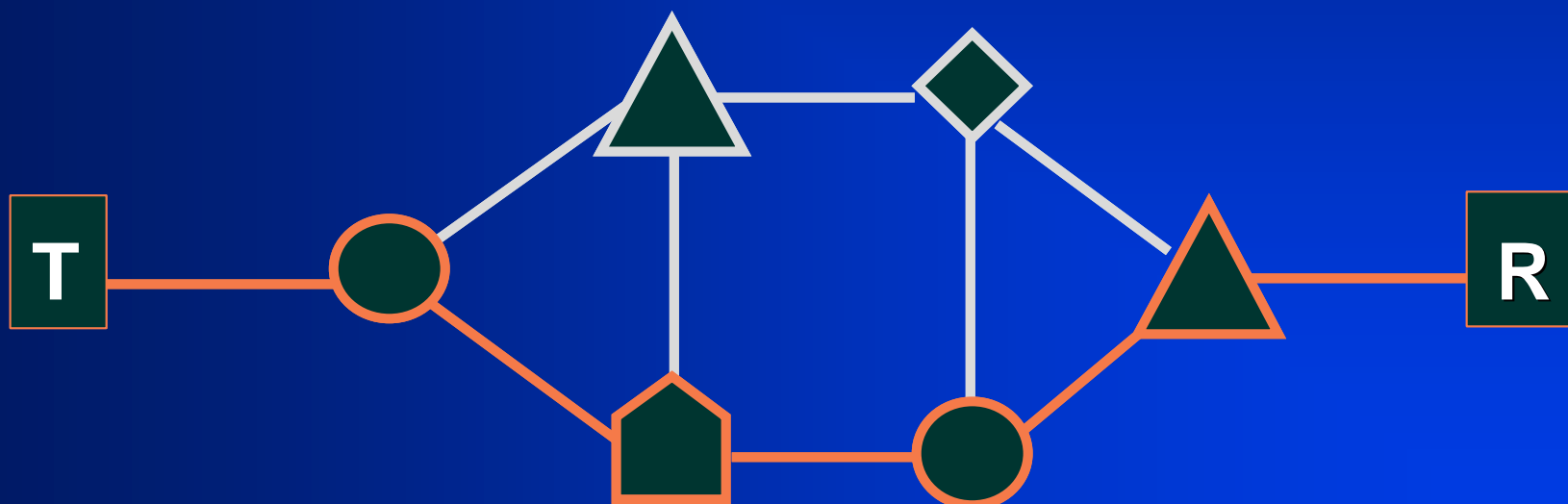
CCITT

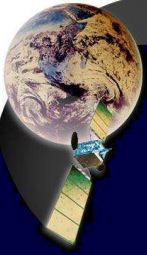
Commutazione:

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



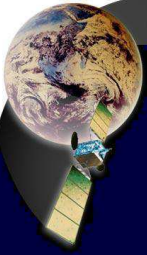
Il processo di **interconnessione di unità funzionali, canali di trasmissione o circuiti di telecomunicazione** per il tempo necessario al trasferimento di segnali





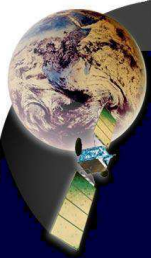
**La costruzione di un circuito richiede
scambio di informazioni di controllo
internamente alla rete**

SEGNALAZIONE DI RETE

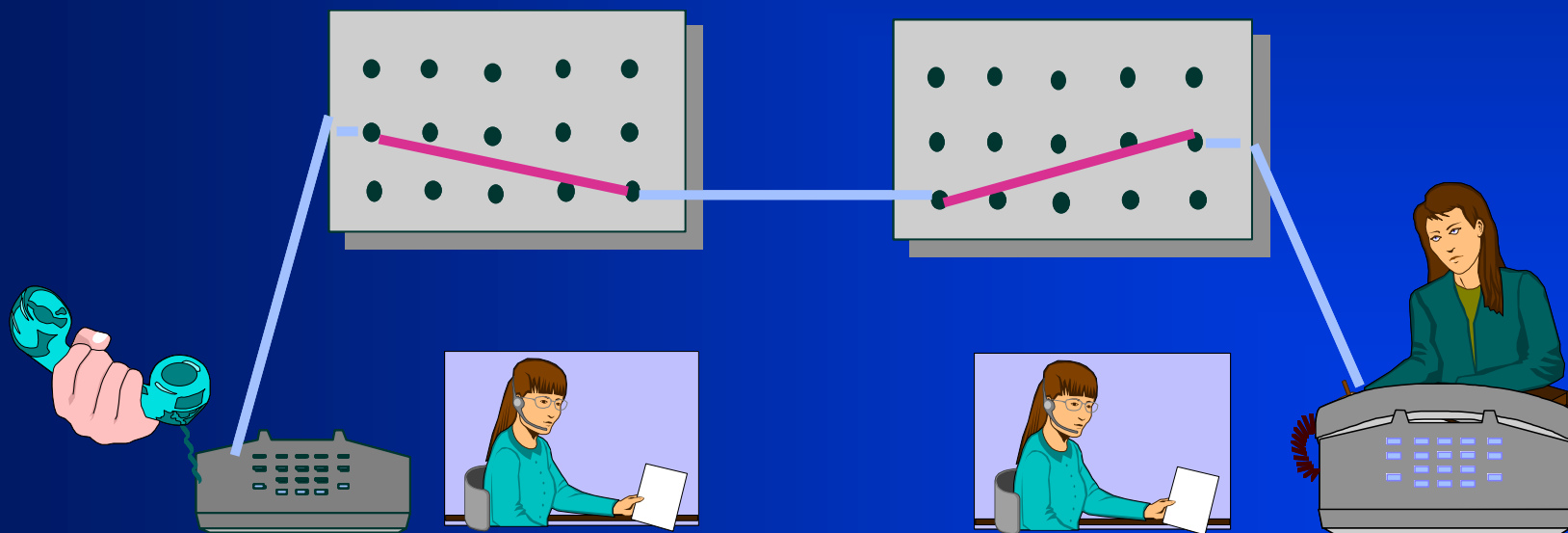


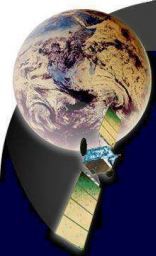
Abbiamo individuato due funzioni:

- **SEGNALAZIONE**
- **COMMUTAZIONE**

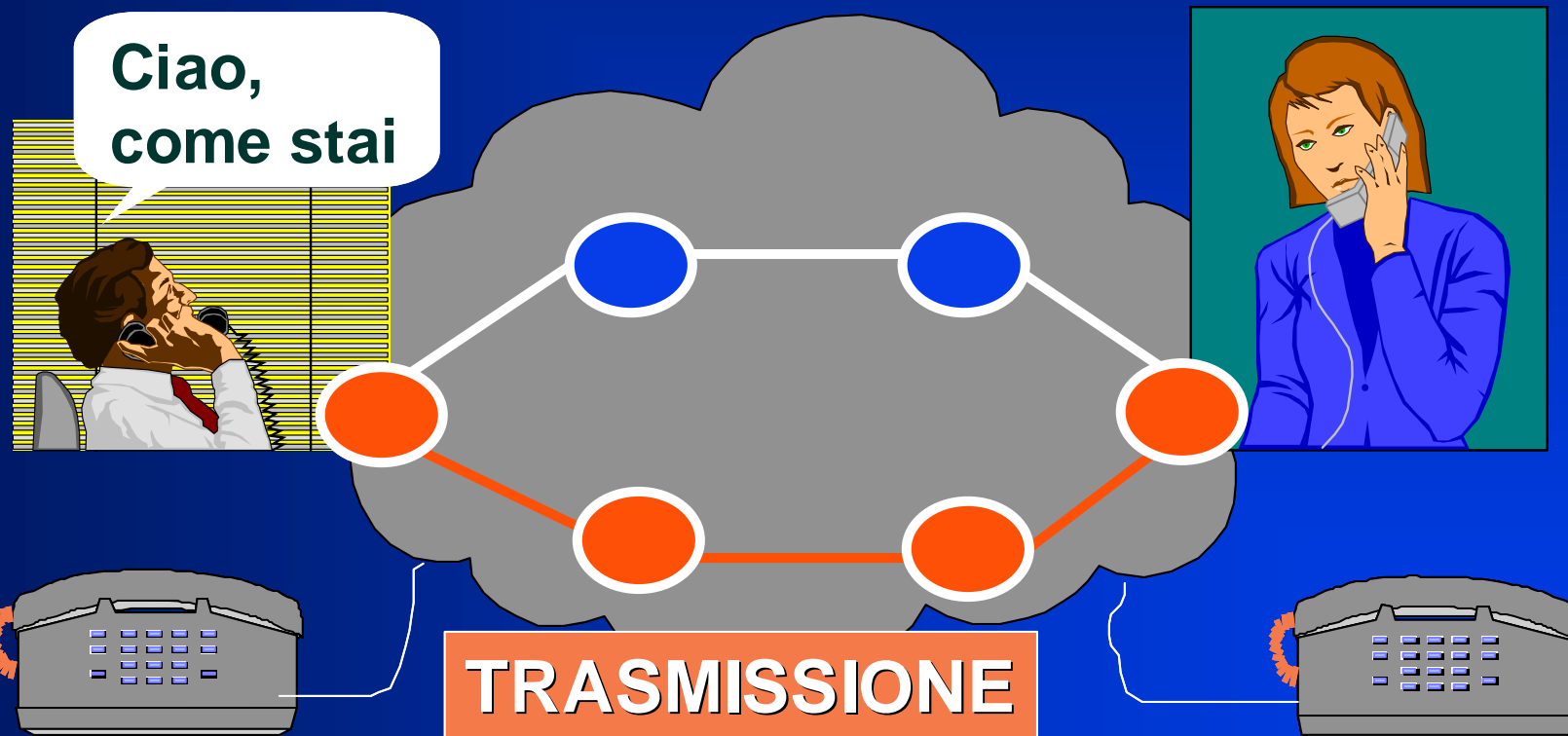


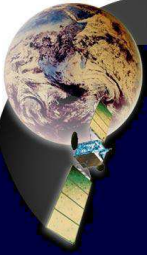
Agli albori della telefonia la segnalazione avveniva via voce e la commutazione era manuale





I due utenti possono comunicare

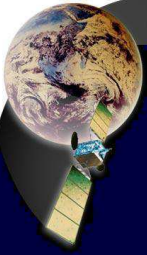




CCITT

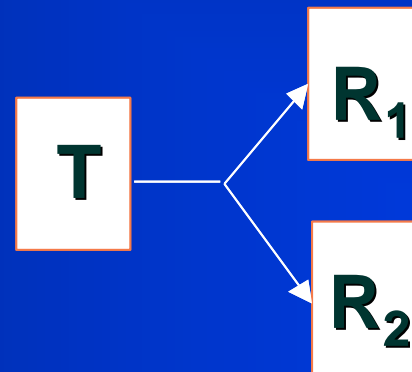
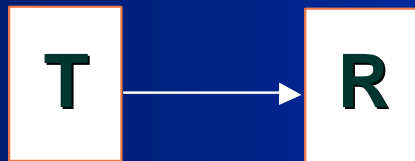
Trasmissione:

**il trasferimento di segnali da un punto
a uno o più altri punti**



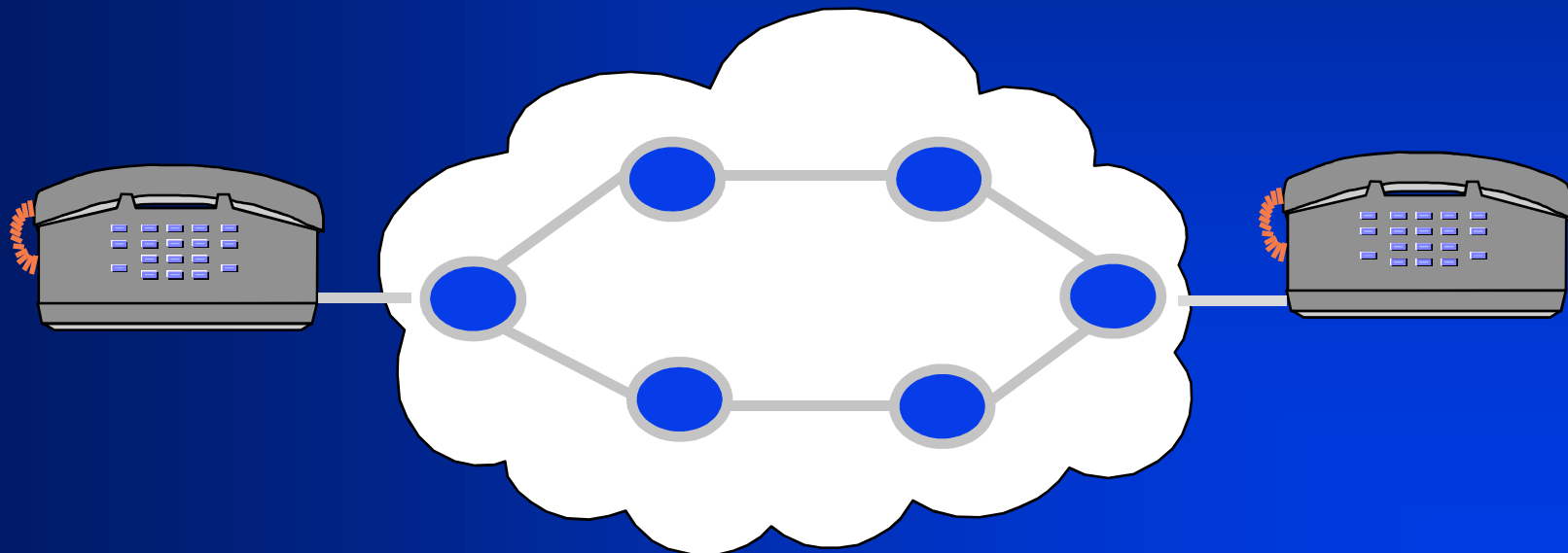
Trasmissione:

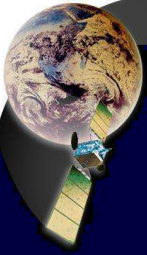
il trasferimento di segnali **da un punto
a uno o più altri punti**





**Al termine della conversazione il circuito
viene rilasciato**





Una rete di telecomunicazione cambia continuamente:

- **allacciamento nuovi utenti**
- **evoluzione tecnologica**
- **riconfigurazione per guasti**

un'altra funzione:

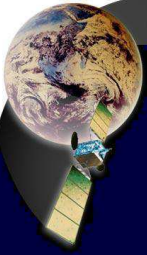
GESTIONE



Controllo e gestione di reti

Il Network Management normalmente consiste di diverse funzioni:

- ❖ **gestione della configurazione (Configuration Management)**
- ❖ **gestione delle prestazioni (Performance Management)**
- ❖ **gestione dei guasti (Fault Management)**
- ❖ **gestione della sicurezza (Security Management)**
- ❖ **gestione della tariffazione (Accounting Management)**



Funzioni in una rete di telecomunicazione:

- **SEGNALAZIONE**
- **COMMUTAZIONE**
- **TRASMISSIONE**
- **GESTIONE**



Qualche definizione...

Elementi di rete

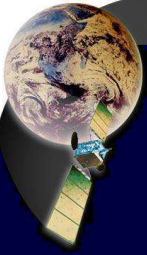
Servizi, sorgenti e segnali

Infrastruttura di rete

Funzioni di rete



la segnalazione



CCITT

Segnalazione:

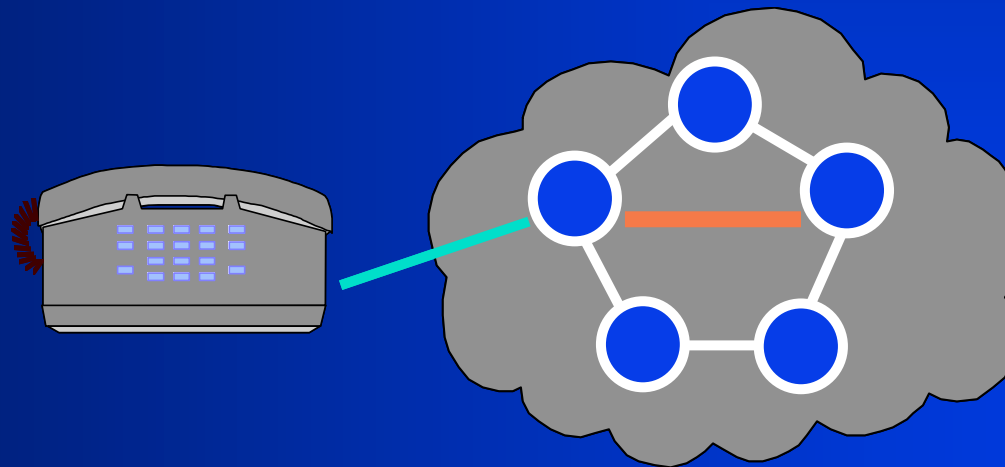
**lo scambio di informazioni che riguardano
l'apertura e il controllo di connessioni e la
gestione di una rete di telecomunicazione**



Tecniche di segnalazione

Si distinguono:

- **segnalazione di utente**
 - scambio di informazioni tra utente e nodo
- **segnalazione internodale**
 - scambio di informazioni tra nodi





Qualche definizione...

Elementi di rete

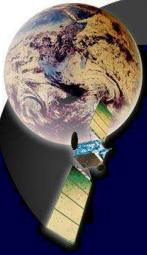
Servizi, sorgenti e segnali

Infrastruttura di rete

Funzioni di rete

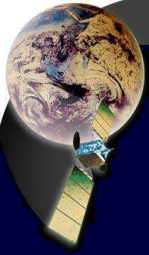


la commutazione

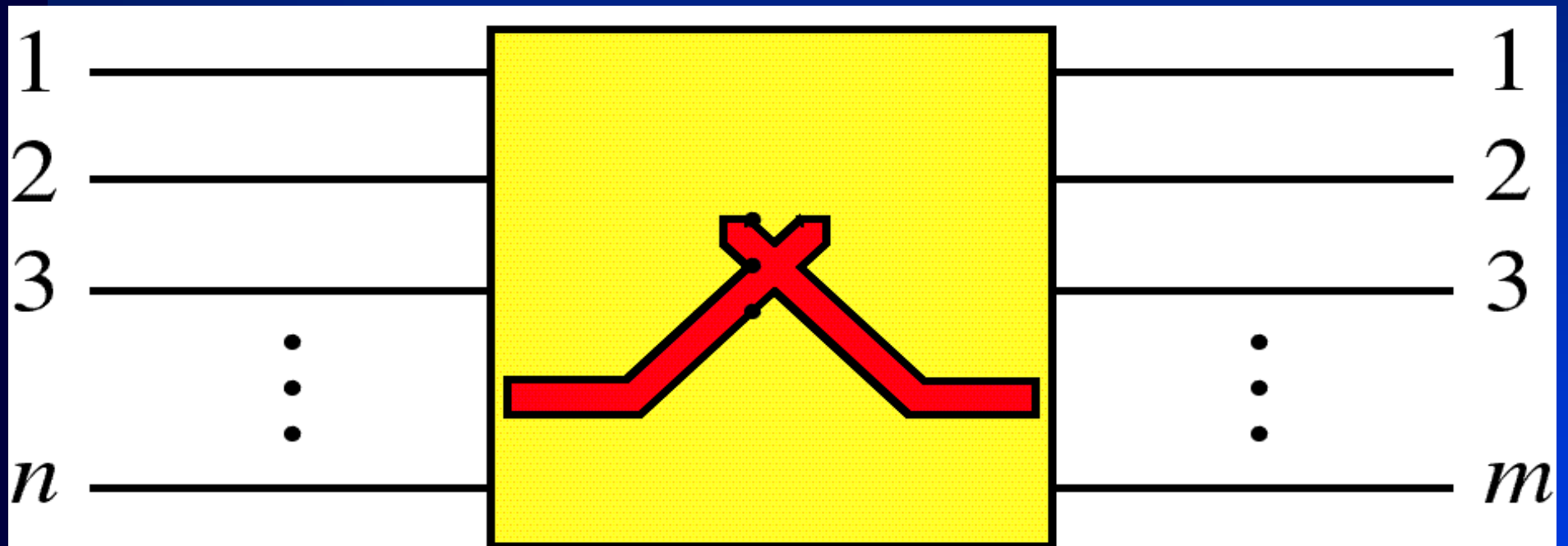


Instradamento e Commutazione

- ❖ **La funzione di commutazione (o switching o anche forwarding) va distinta dalla funzione di instradamento (o routing)**
- ❖ **instradamento:** decidere il percorso che deve essere seguito da un flusso informativo attraverso i nodi intermedi per giungere a destinazione
- ❖ **commutazione:** procedere all'inoltro del traffico sul percorso calcolato dal routing



Switching



- ❖ Trasferimento di un flusso informativo verso uno o più canali di uscita



Switching

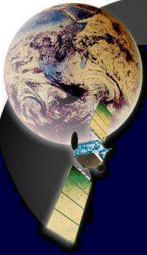
- ❖ Circuit Switching
- ❖ Packet Switching
- ❖ Message Switching



Tecniche di commutazione in reti numeriche

Commutazione

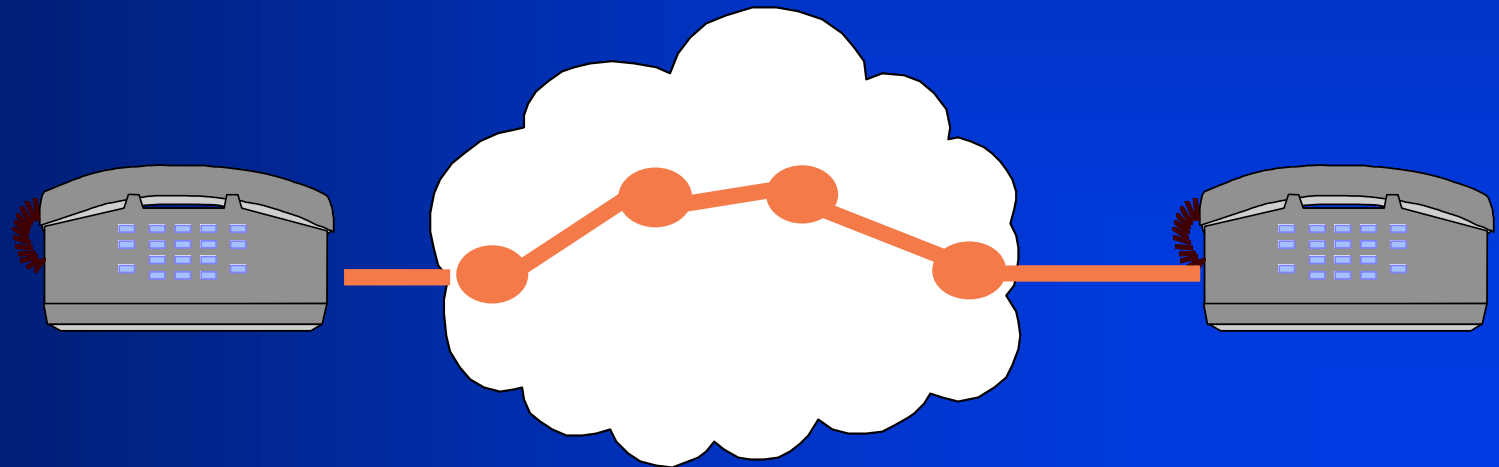
- **di circuito**
 - **nata con le reti telefoniche**
- **di pacchetto**
 - **nata con le reti di calcolatori**

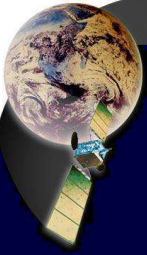


Commutazione di circuito:

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

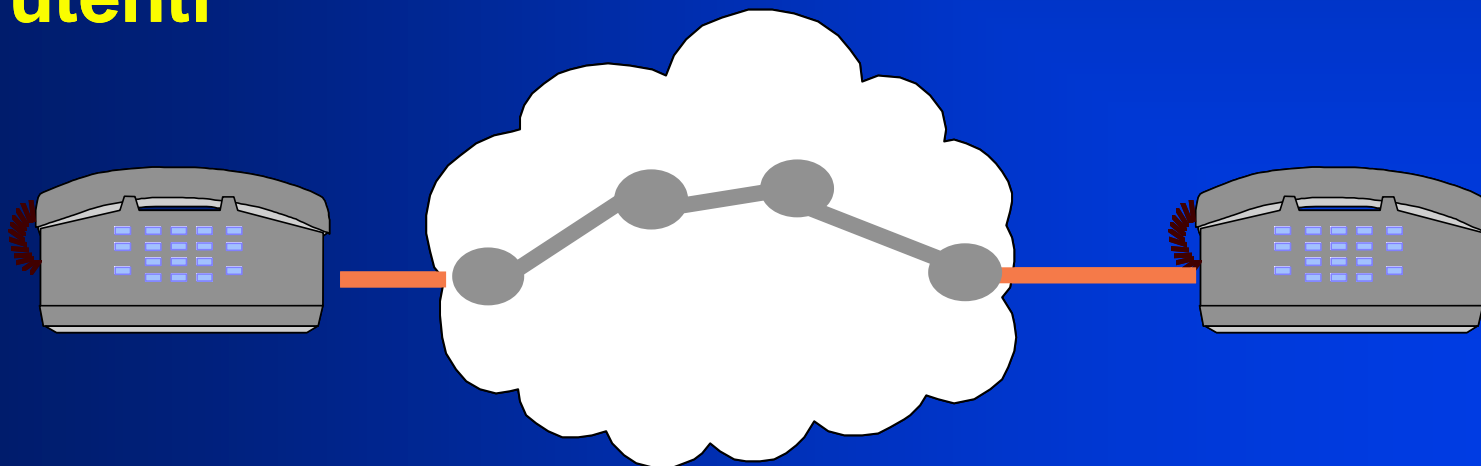


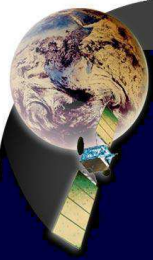


Commutazione di circuito

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



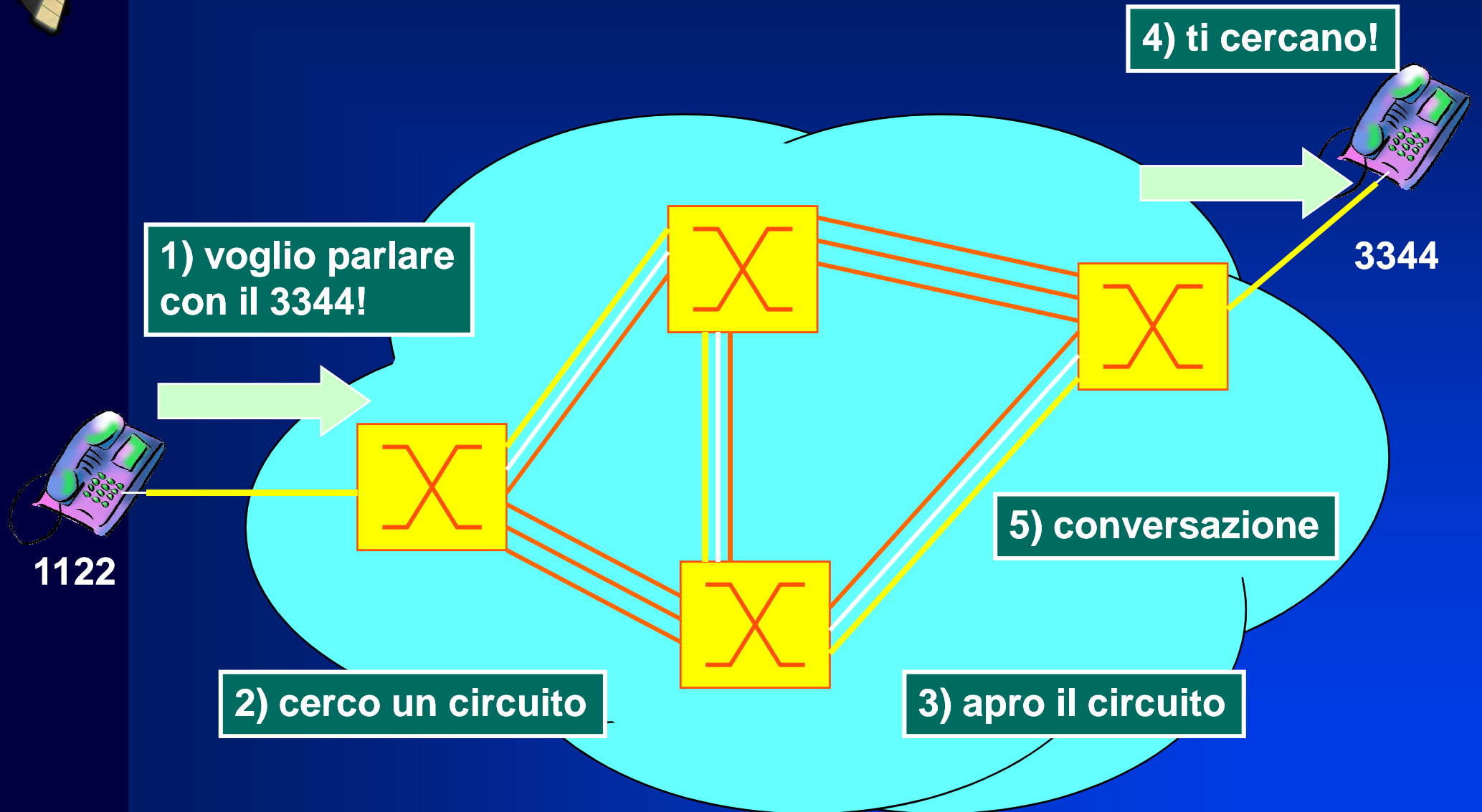
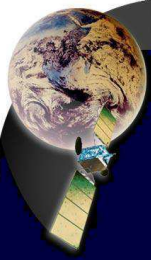


Commutazione di circuito

Tre fasi:

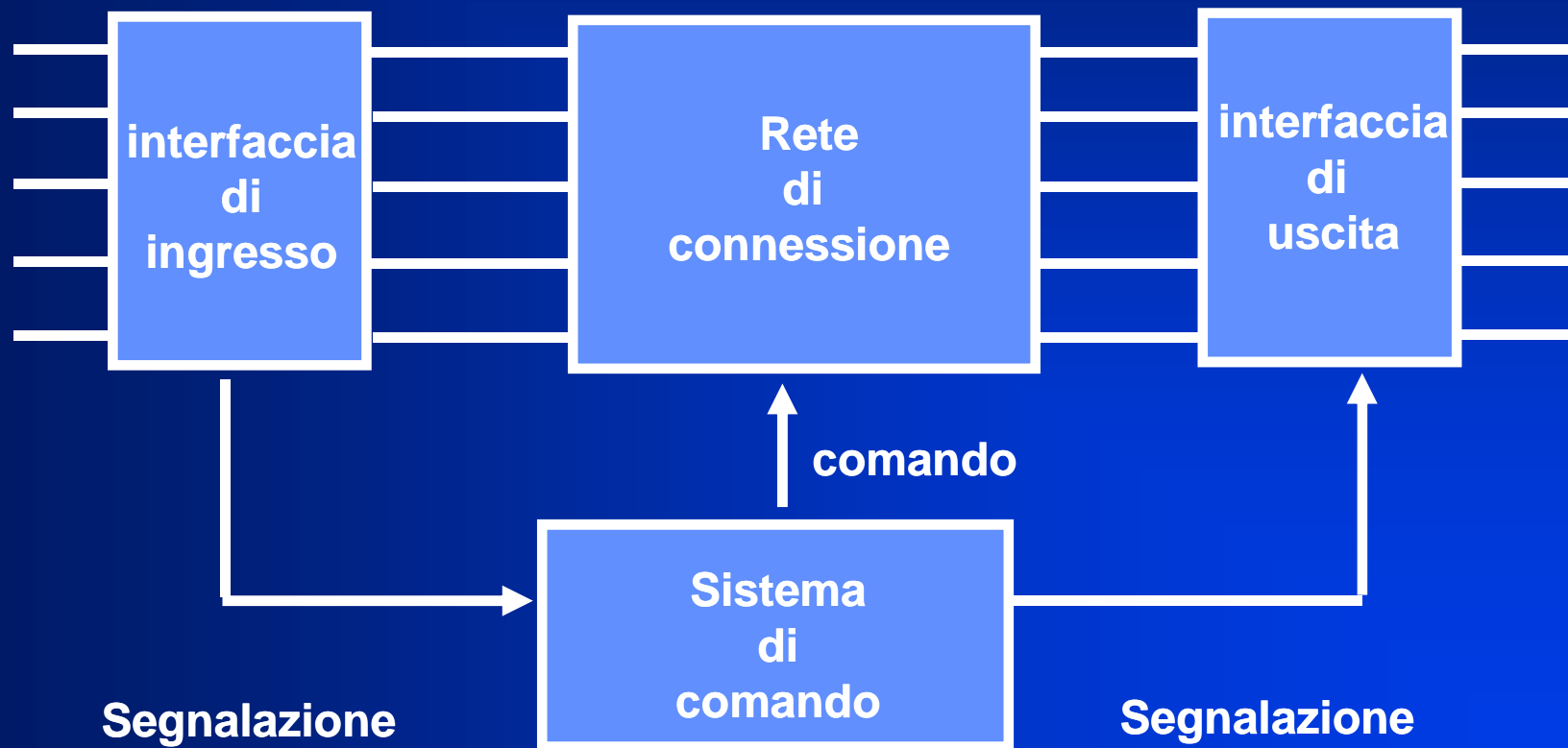
- **impegno**
- **trasferimento dati**
- **svincolo**

Commutazione di circuito





Struttura di nodo di rete a commutazione di circuito





Commutazione di circuito

Vantaggi:

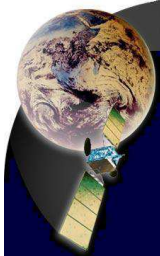
- ritardi di trasferimento costanti
- trasparenza del circuito (stessi formati, velocità, protocolli tra canali entranti e uscenti dal nodo di commutazione)
- bassi ritardi nell'attraversamento dei nodi



Commutazione di circuito

Svantaggi:

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



Commutazione di circuito

Calcolo dell'efficienza η :

$$\eta = D / (C + D + R)$$

- **C = tempo necessario per costruire il circuito**
(da frazioni di secondo a 5 s max,
poi occupato)
- **D = tempo impiegato per trasferire i dati**
- **R = tempo necessario per il rilascio del canale**
(da frazioni di secondo a 1 s)

Valore tipico $C+R=2s$



Commutazione di circuito

Nelle reti ad alta velocità la commutazione di circuito è sconsigliata per via della bassa efficienza

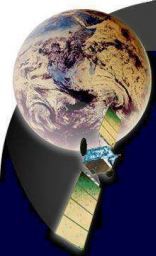
Esempio: si voglia trasmettere un file dati di piccole dimensioni, 1000 byte, su una rete con valore di $C+R = 2 \text{ s}$

**per avere un'efficienza $\eta=0,98$ si deve avere $D = 98 \text{ s}$
cioè una velocità di $(1000 \times 8)/98 = 81,6 \text{ bit/s}$ (bassissima!)**

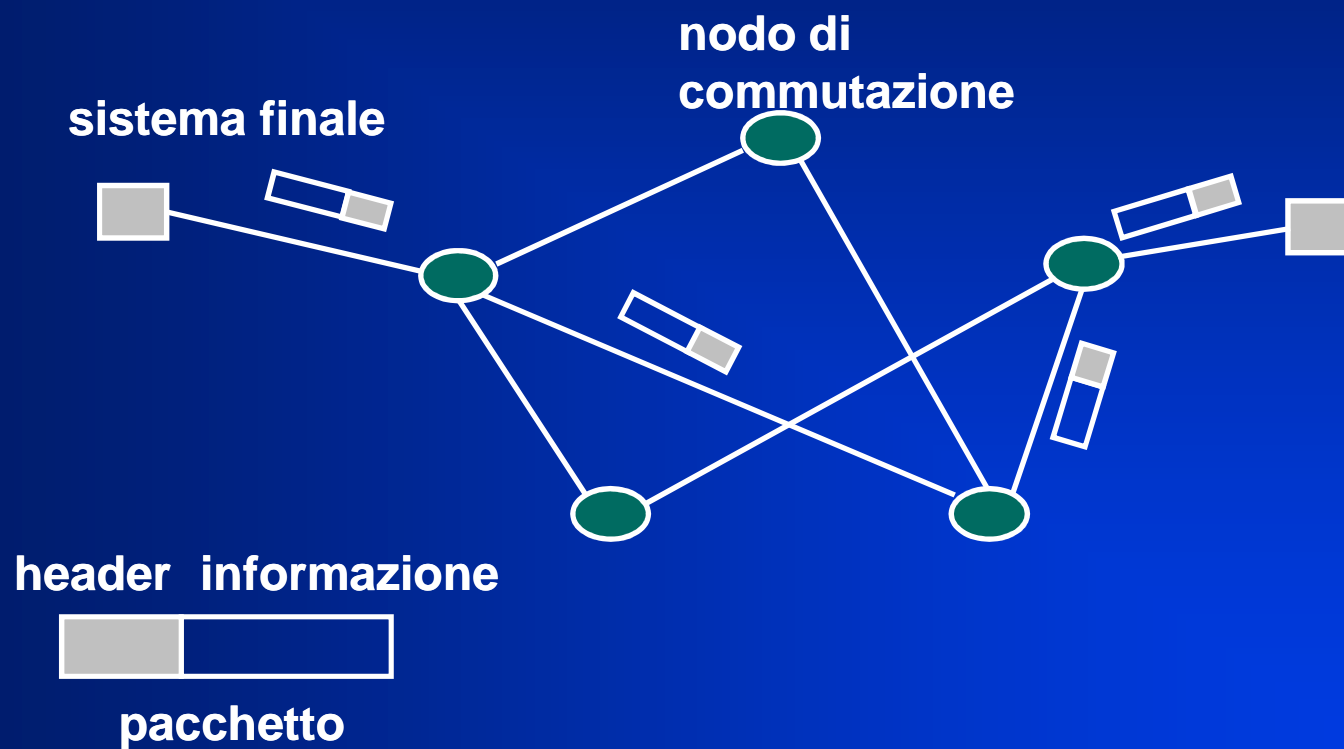
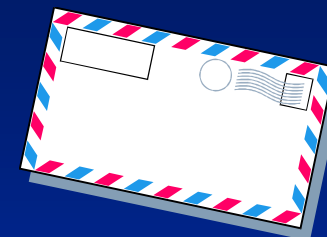
se scegliamo una velocità più ragionevole, es.

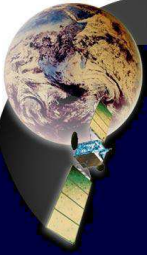
10 Kbit/s, l'efficienza si riduce a $\eta=0,286$

se poi scegliamo 10 Mbit/s l'efficienza diventa $\eta=0,0004$



Commutazione di pacchetto

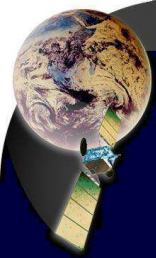




Commutazione di pacchetto:

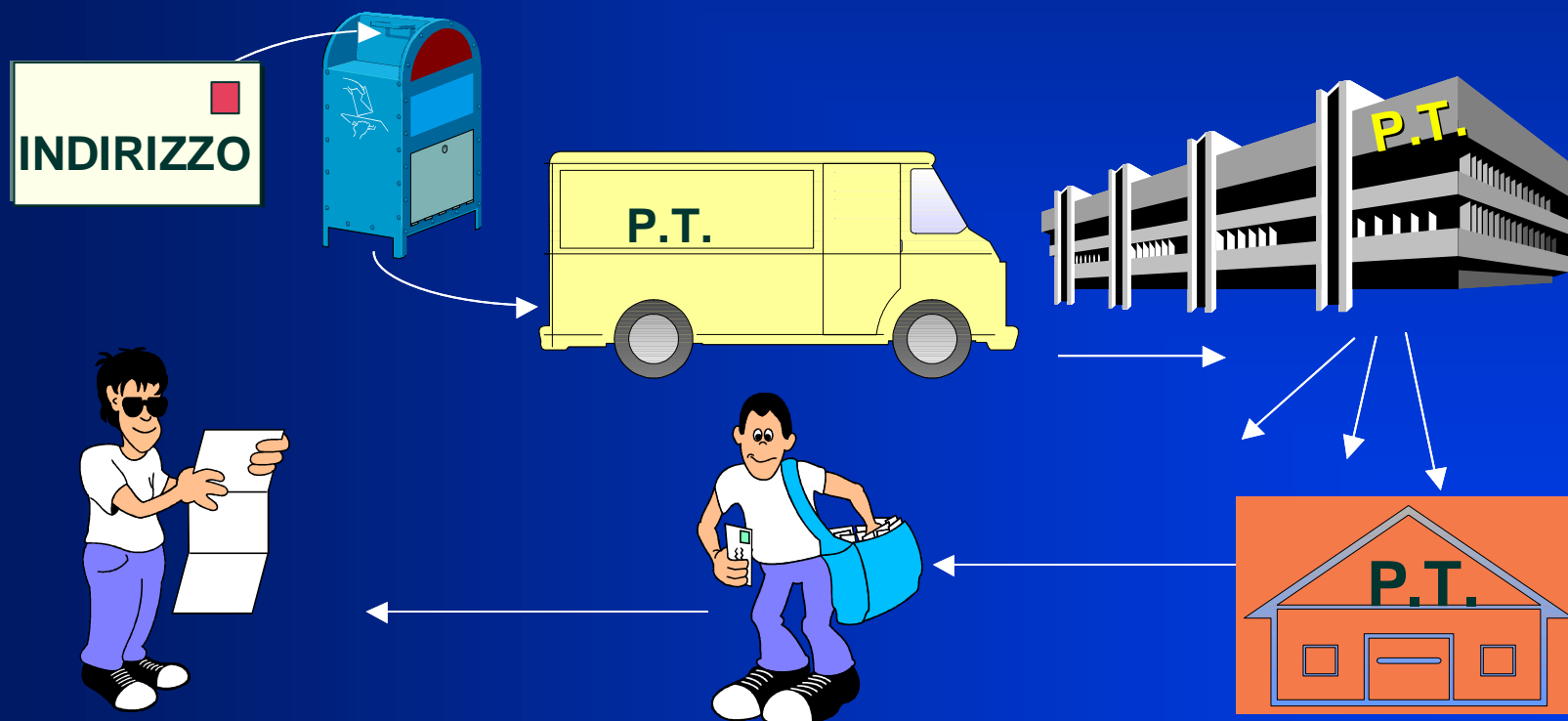
Non si allocano risorse per l'uso esclusivo di due o più utenti

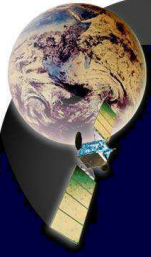
Studiata espressamente per sorgenti intermittenti (bursty)



Commutazione di pacchetto

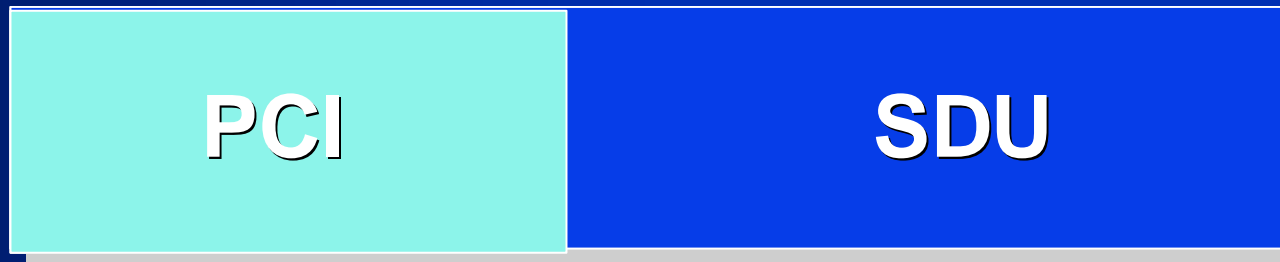
**Funzionamento analogo al sistema postale:
si utilizzano diversi mezzi per far arrivare
a destinazione una lettera**





Commutazione di pacchetto

L'informazione da trasferire è organizzata in **unità dati** che comprendono informazione di utente e di controllo

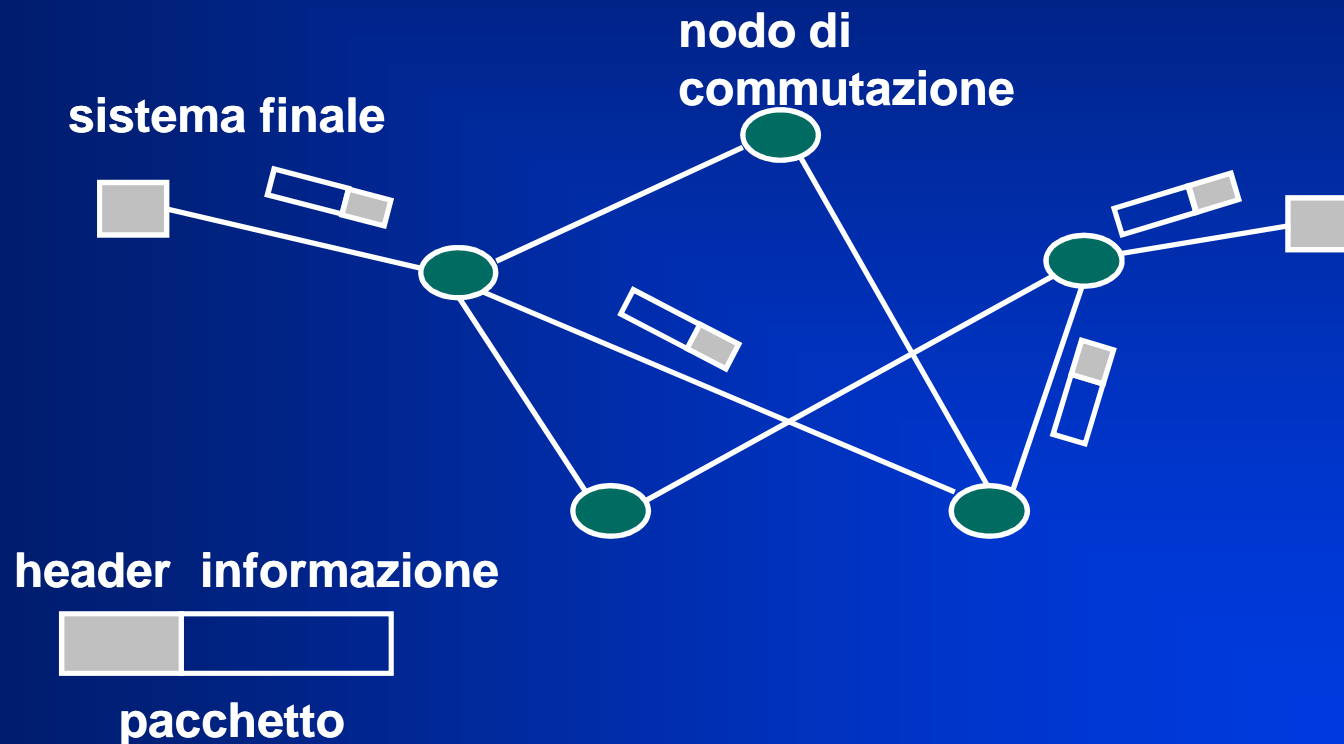
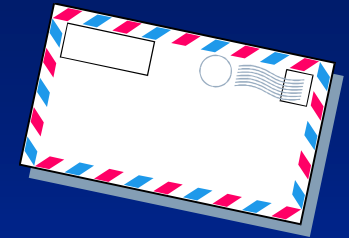


PCI = protocol control information
(informazione di controllo)

SDU = service data unit (informazione di
utente)



Commutazione di pacchetto

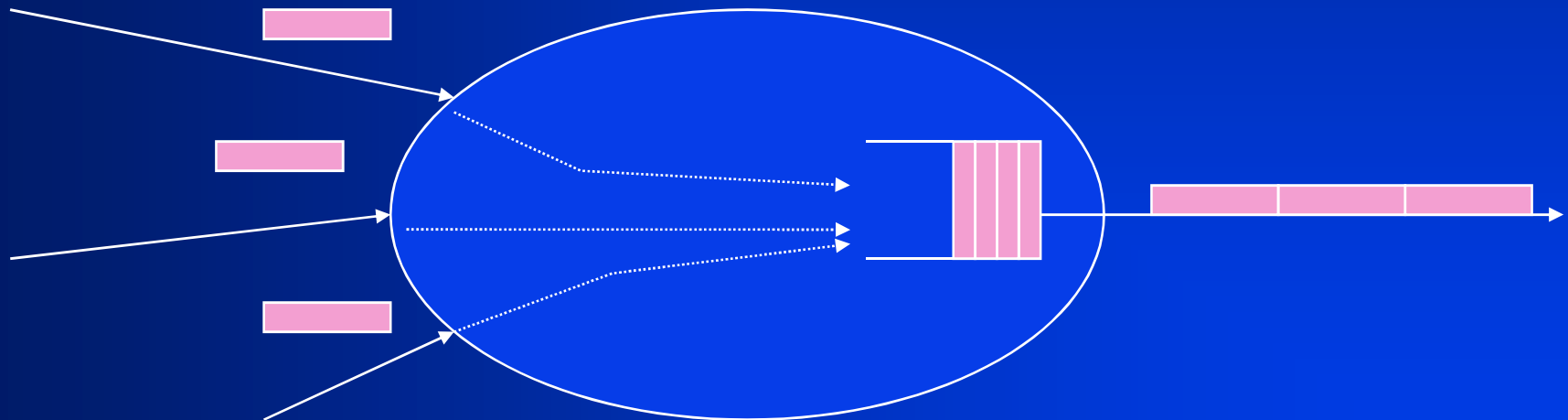


- ❖ **Instradamento sulla base dell'header del pacchetto e successiva commutazione verso i nodi d'uscita**



Buffer

- ❖ al momento della commutazione verso l'uscita il pacchetto può entrare in conflitto con altri pacchetti
- ❖ prima di essere trasmesso sul canale d'uscita il nodo può attendere in coda





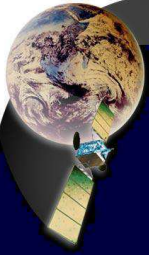
Store-and-forward

Le unità dati vengono consegnate alla rete

- **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**



funzionamento “store and forward”



Store-and-forward

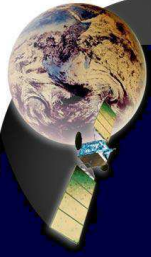
- occorre disporre dell'intestazione prima di poter effettuare l'instradamento
- l'instradamento richiede tempo
- occorre qualche forma di protezione da errori sull'intestazione
- le diverse capacità dei mezzi trasmissivi non vengono suddivise in canali uguali



Funzionamento non “store and forward”

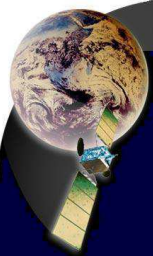
ogni nodo

- **memorizza i primi byte del pacchetto**
- **determina il canale su cui inoltrarlo**
- **inizia immediatamente la ritrasmissione del pacchetto senza attendere la completa ricezione**

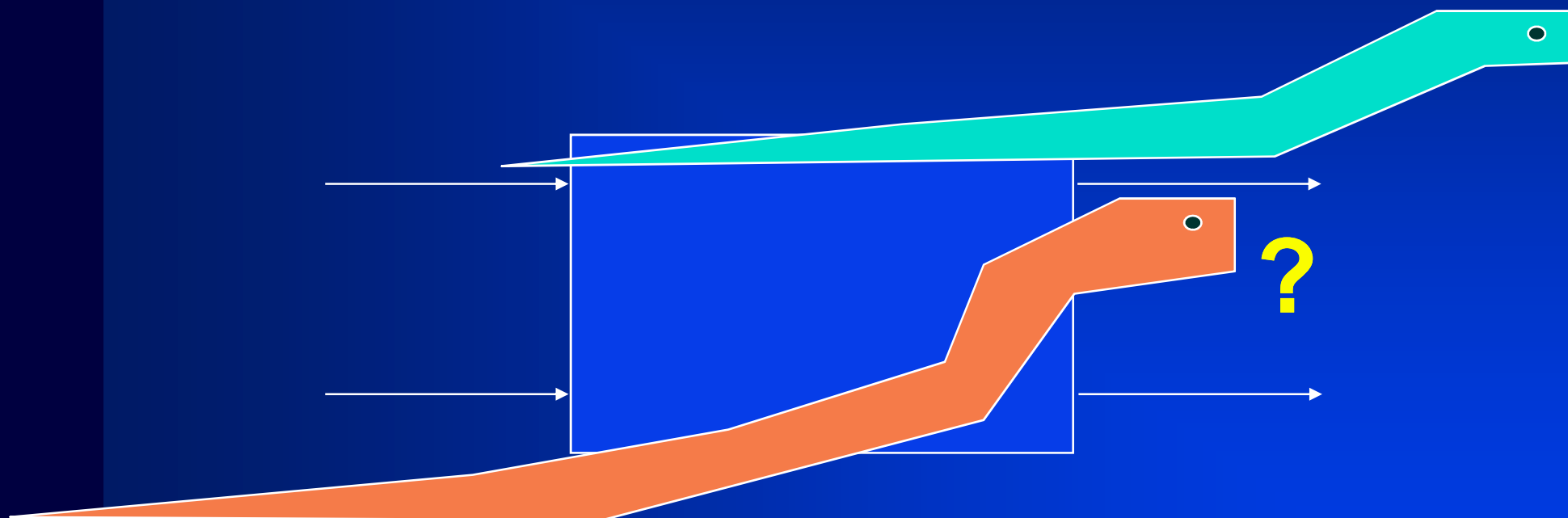


Funzionamento non “store and forward”

- **non sono possibili conversioni di formato e di velocità**
- **non sono possibili controlli d'errore**
- **diminuiscono le latenze nel nodo di commutazione**
- **uno stesso pacchetto può impegnare simultaneamente più nodi e più canali**



funzionamento non “store and forward”





funzionamento non “store and forward”

Il canale di uscita può essere occupato:

- **il pacchetto viene memorizzato nel nodo
(CUT-TROUGH routing)**



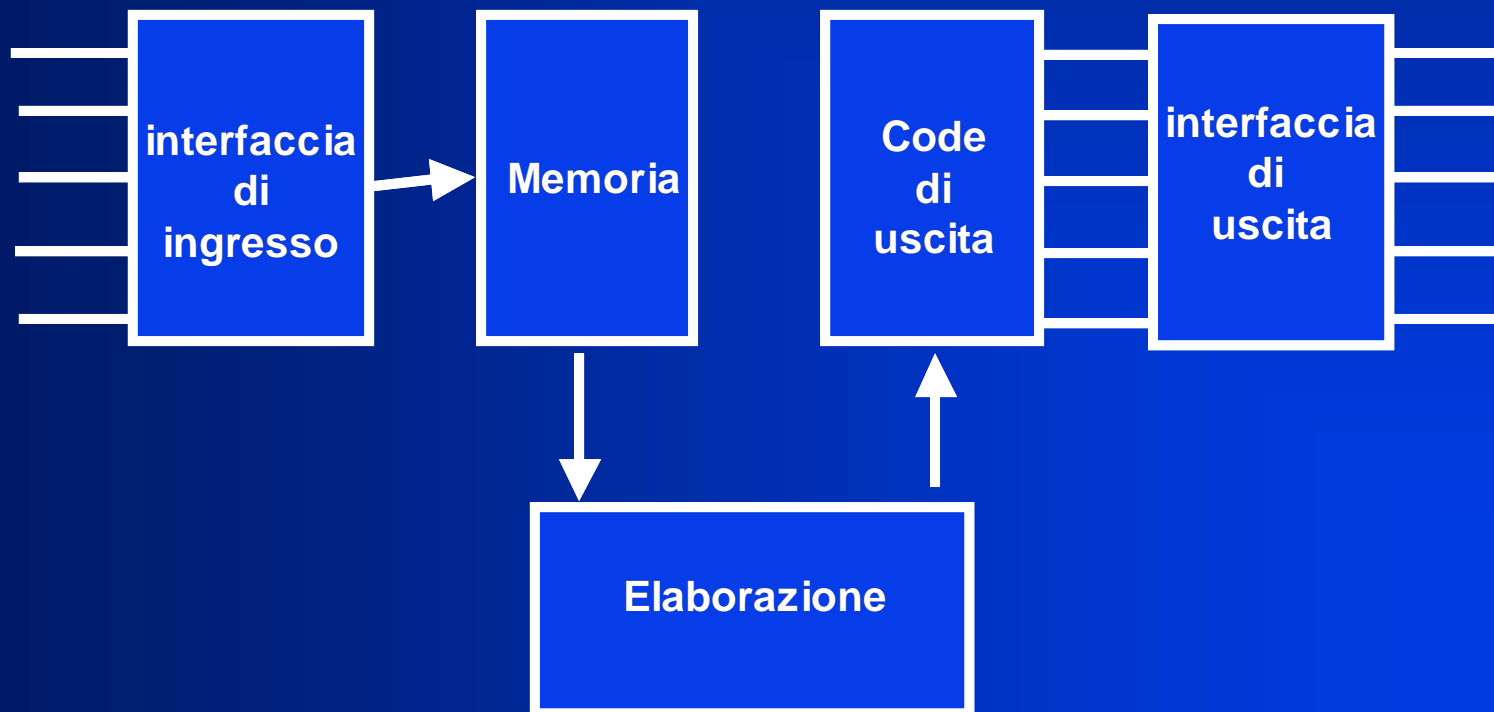
cut-through

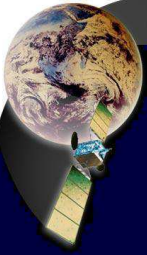
- simile allo store-and-forward
- perdite di pacchetti a fronte di congestione
- necessità di molta memoria nei nodi
- riduzione delle latenze solo con basso traffico



Commutazione di pacchetto

Struttura di un nodo di rete a commutazione di pacchetto

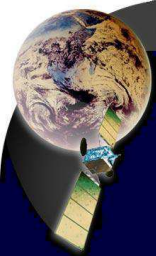




Commutatori a pacchetto

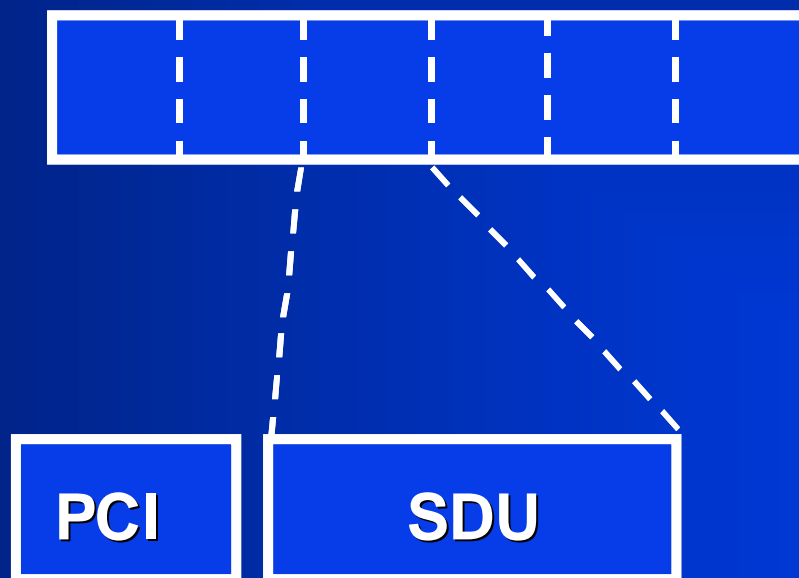
memorizzazione

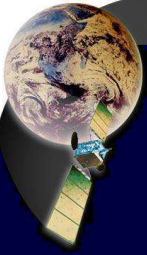
- **alle uscite**
- **agli ingressi**
- **mista**



Commutazione di pacchetto

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

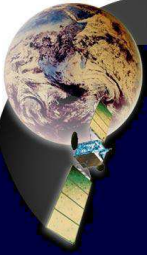




La lunghezza dei pacchetti è determinata da

- possibilità di parallelizzazione**

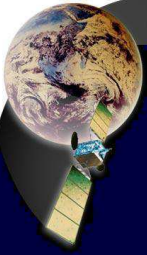
**pacchetti brevi favoriscono la trasmissione
in parallelo su canali diversi di pacchetti di
una stessa comunicazione**



La lunghezza dei pacchetti è determinata da

- possibilità di parallelizzazione
- ritardo di pacchettizzazione

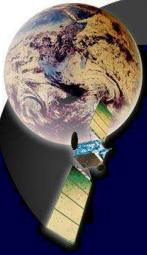
**pacchetti brevi riducono il ritardo di
pacchettizzazione**



La lunghezza dei pacchetti è determinata da

- possibilità di parallelizzazione
- ritardo di pacchettizzazione
- **percentuale di informazione di controllo**

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

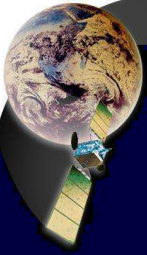


Pacchetti lunghi riducono la percentuale di informazione di controllo

- PCI di dimensione p bit
- SDU di dimensione s bit

frazione di informazione di controllo

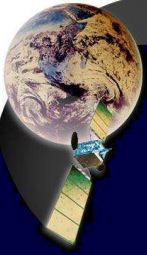
$$p / (s + p)$$



La lunghezza dei pacchetti è determinata da

- possibilità di parallelizzazione
- ritardo di pacchettizzazione
- percentuale di informazione di controllo
- **probabilità di errore**

pacchetti corti riducono la probabilità di errore



Pacchetti corti riducono la probabilità di errore

- **pacchetti di n bit**
- **canale con errori indipendenti**
- **probabilità di errore p**

probabilità che un pacchetto sia corretto

$$(1 - p)^n$$

**per $n \rightarrow \infty$ questa probabilità tende a zero,
qualsiasi sia il valore di p**