

Reti di Calcolatori:
Internet, Intranet e Mobile Computing
a.a. 2007/2008

<http://www.di.uniba.it/~lisi/courses/reti/reti0708.htm>

dott.ssa Francesca A. Lisi
lisi@di.uniba.it

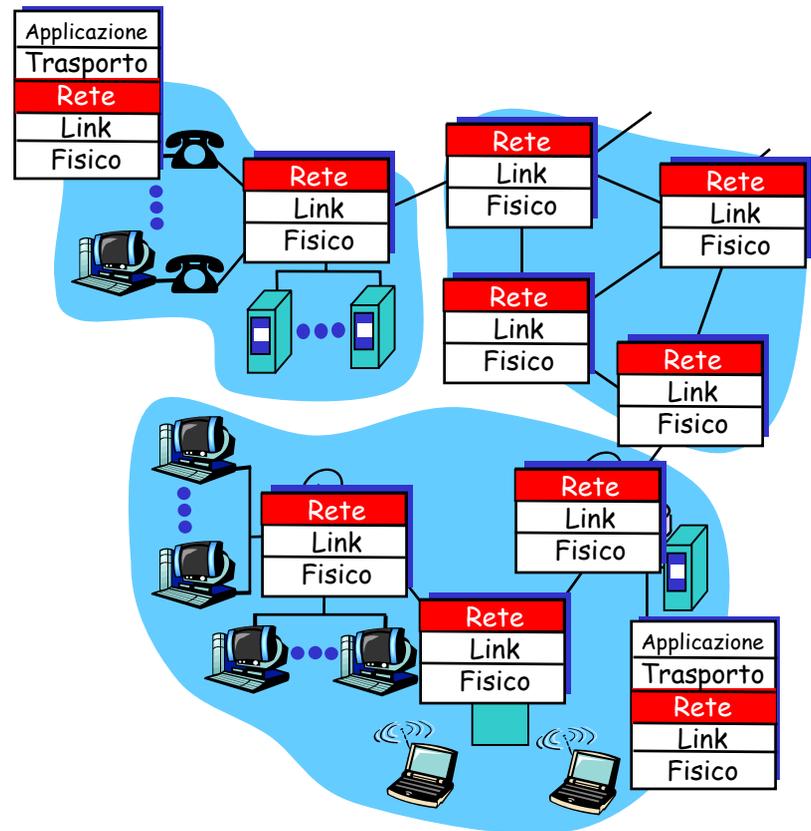
Orario di ricevimento: mercoledì ore 10-12

Sommario della lezione di oggi: Lo strato di rete (1/3)

- ❑ Servizi e protocolli dello strato di rete
- ❑ Reti a circuito virtuale vs reti a datagramma
- ❑ Struttura di un router
- ❑ Inoltro e indirizzamento in Internet: il protocollo IP
- ❑ Instradamento in Internet

Livello di rete

- ❑ Sul lato mittente, prende i segmenti dal livello di trasporto e li incapsula in datagrammi
- ❑ Sul lato destinatario, consegna i segmenti al livello di trasporto
- ❑ I protocolli del livello di rete sono presenti in *ogni* host e router
- ❑ Il router esamina i campi intestazione in tutti i datagrammi IP che lo attraversano

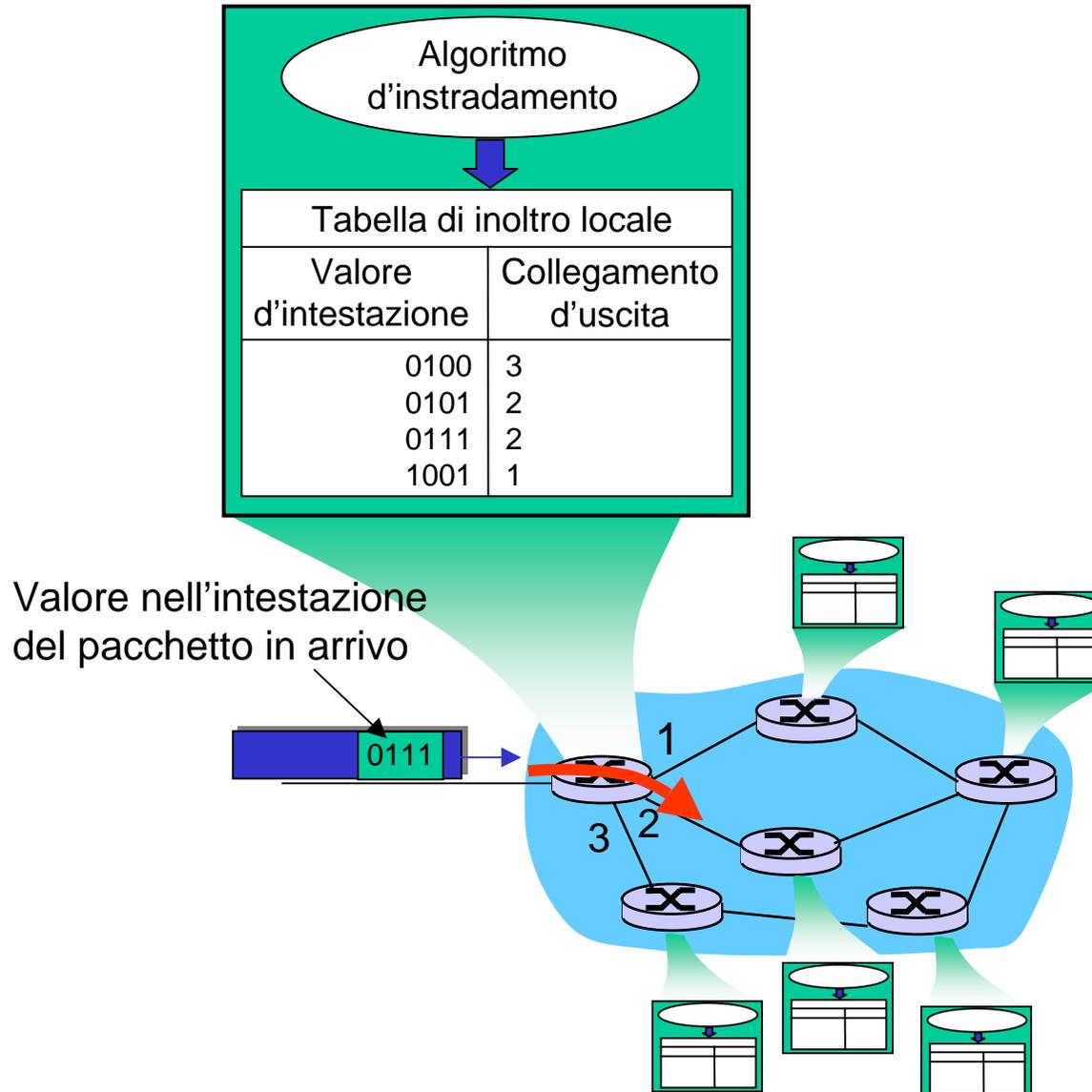


Funzioni chiave del livello di rete

- *Inoltro (forwarding)*: trasferisce i pacchetti dall'input di un router all'output del router appropriato
 - Analogia: processo di attraversamento di un determinato svincolo

- *Instradamento (routing)*: determina il percorso seguito dai pacchetti dall'origine alla destinazione mediante algoritmi di instradamento
 - Analogia: processo di pianificazione di un viaggio dall'origine alla destinazione

Funzioni chiave del livello di rete (cont.)



Funzioni chiave del livello di rete (cont.)

- ❑ L'**impostazione della chiamata** è la terza funzione importante in *qualche* architettura a livello di rete:
 - ATM, frame relay, X.25
- ❑ Prima che i datagrammi fluiscano, due host e i router stabiliscono una connessione virtuale
 - i router vengono coinvolti
- ❑ Servizio di connessione tra livello di trasporto e livello di rete:
 - **Rete**: tra due host
 - **Trasporto**: tra due processi

Modelli dei servizi di rete

D: Qual è il *modello di servizio* per il "canale" che trasporta i datagrammi dal mittente al destinatario?

Servizi per un singolo datagramma:

- Consegna garantita
- Consegna garantita con un ritardo inferiore a 40 msec

Servizi per un flusso di datagrammi:

- Consegna in ordine
- Minima ampiezza di banda garantita
- Restrizioni sul lasso di tempo tra la trasmissione di due pacchetti consecutivi

Modelli dei servizi di rete (cont.)

Architettura di rete	Modello di servizio	Garanzia?				Indicazione di congestione
		Banda	Consegna	Ordinamento	Temporizzazione	
Internet	best effort	nessuna	no	no	no	no
ATM	CBR	Tasso costante garantito	sì	sì	sì	Nessuna congestione
ATM	VBR		sì	sì	sì	Nessuna congestione
ATM	ABR	Minima garantita	no	sì	no	sì
ATM	UBR	nessuna	no	sì	no	no

Modelli dei servizi di rete: Circuiti virtuali

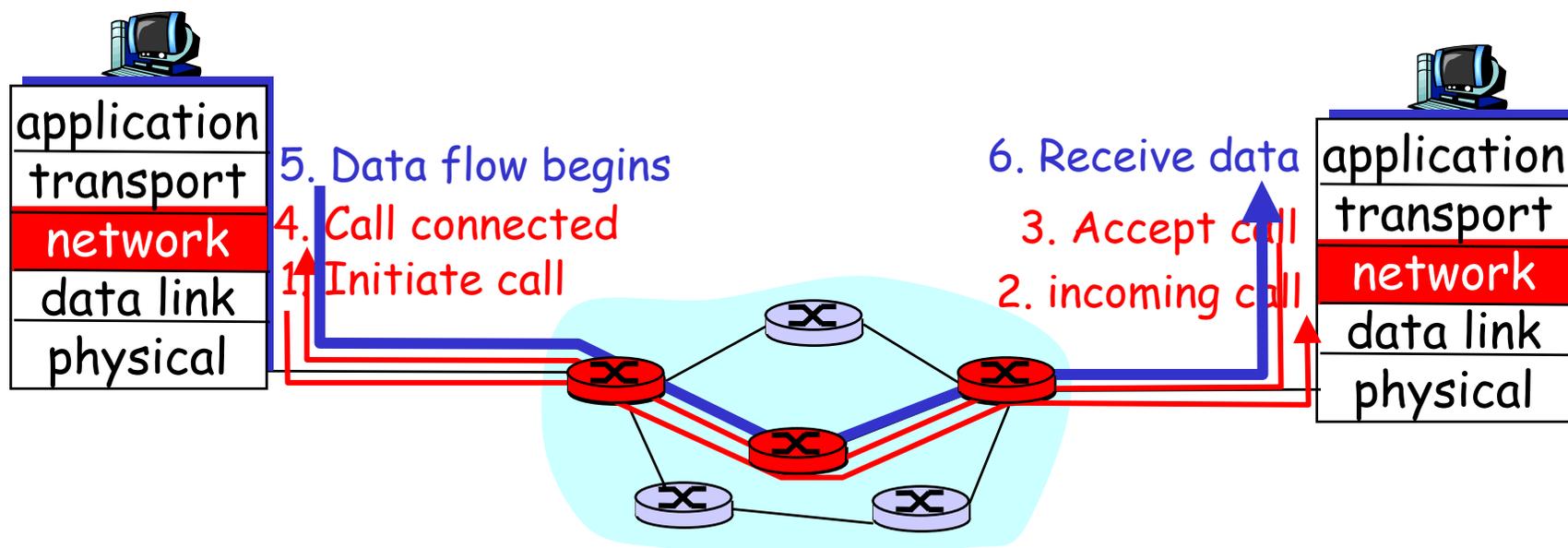
“percorso sorgente-a-destinazione si comporta molto come il circuito della rete telefonica”

- orientato alla prestazione
- azioni di rete lungo il percorso

- Impostazione di chiamata
- ogni pacchetto porta identificatore VC (non ID di host destinazione)
- *ogni* router sul percorso mantiene lo “stato” per ogni connessione in corso
 - connessione dello strato di trasporto coinvolgeva solo i due host
- risorse di link e router (bandwidth, buffer) possono essere *allocate* al VC (per ottenere prestazioni circuit-like)

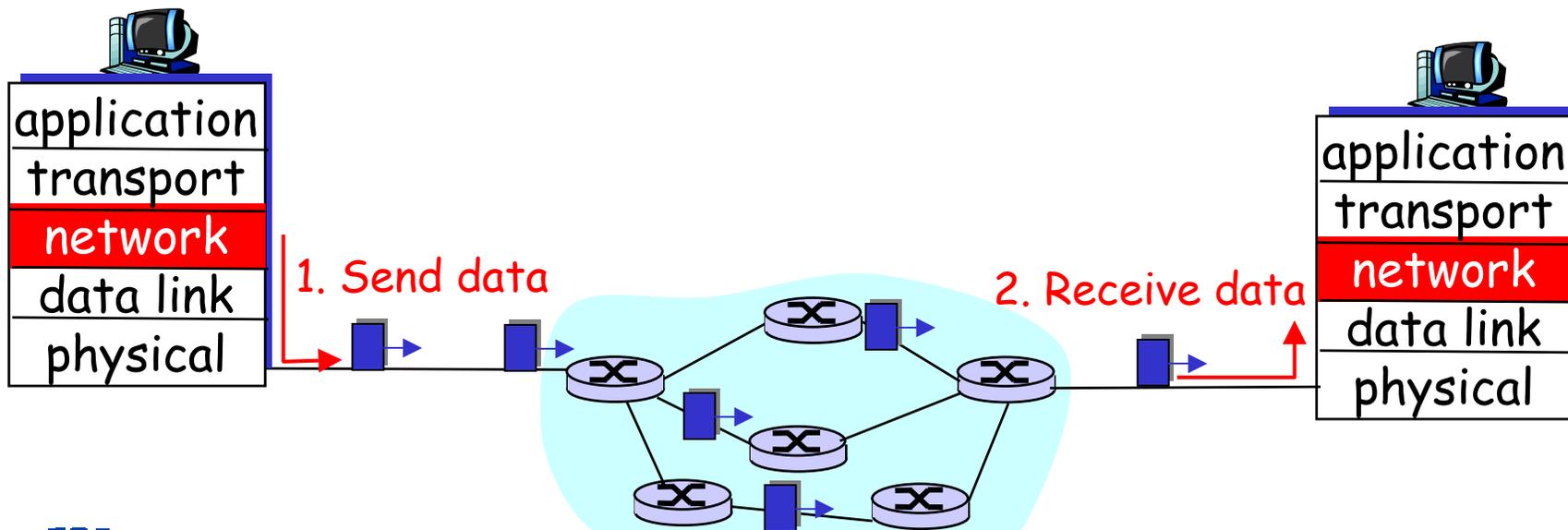
Modelli dei servizi di rete: Circuiti virtuali (cont.)

- ❑ I **protocolli di segnalazione** servono a impostare, mantenere e distruggere il VC
- ❑ usati nelle reti ATM, frame-relay, X.25
- ❑ non usati nella Internet di oggi



Modelli dei servizi di rete: Reti a datagramma

- Nessuna impostazione di chiamata a livello di rete
- router senza info stato delle connessioni end-to-end
 - nessun concetto di "connessione" a livello di rete
- pacchetti instradati usando ID di host destinazione
 - i pacchetti fra stessa coppia di sorgente-destinazione possono seguire percorsi diversi



Modelli dei servizi di rete: Reti a datagramma (cont.)

<u>Intervallo degli indirizzi di destinazione</u>	<u>Interfaccia</u>
da 11001000 00010111 00010000 00000000 a 11001000 00010111 00010111 11111111	0
da 11001000 00010111 00011000 00000000 a 11001000 00010111 00011000 11111111	1
da 11001000 00010111 00011001 00000000 a 11001000 00010111 00011111 11111111	2
altrimenti	3

Tabella di inoltro

Modelli dei servizi di rete: Reti a datagramma (cont.)

Corrispondenza di prefisso

Interfaccia

11001000	00010111	00010	0
11001000	00010111	00011000	1
11001000	00010111	00011	2
	altrimenti		3

Esempi:

con: 11001000 00010111 00010110 10100001

Qual è l'interfaccia?

con: 11001000 00010111 00011000 10101010

Qual è l'interfaccia?

Modelli dei servizi di rete: datagramma vs circuito virtuale

Internet

- ❑ dati scambiati fra computer
 - servizio "elastico", no temporizzazione rigorosa
- ❑ terminali "intelligenti" (calcolatori)
 - possono adattare, effettuale controllo, recupero dell'errore
 - semplicità all'interno, complessità ai "confini"
- ❑ molte tipologie di link
 - caratteristiche diverse
 - difficile servizio uniforme

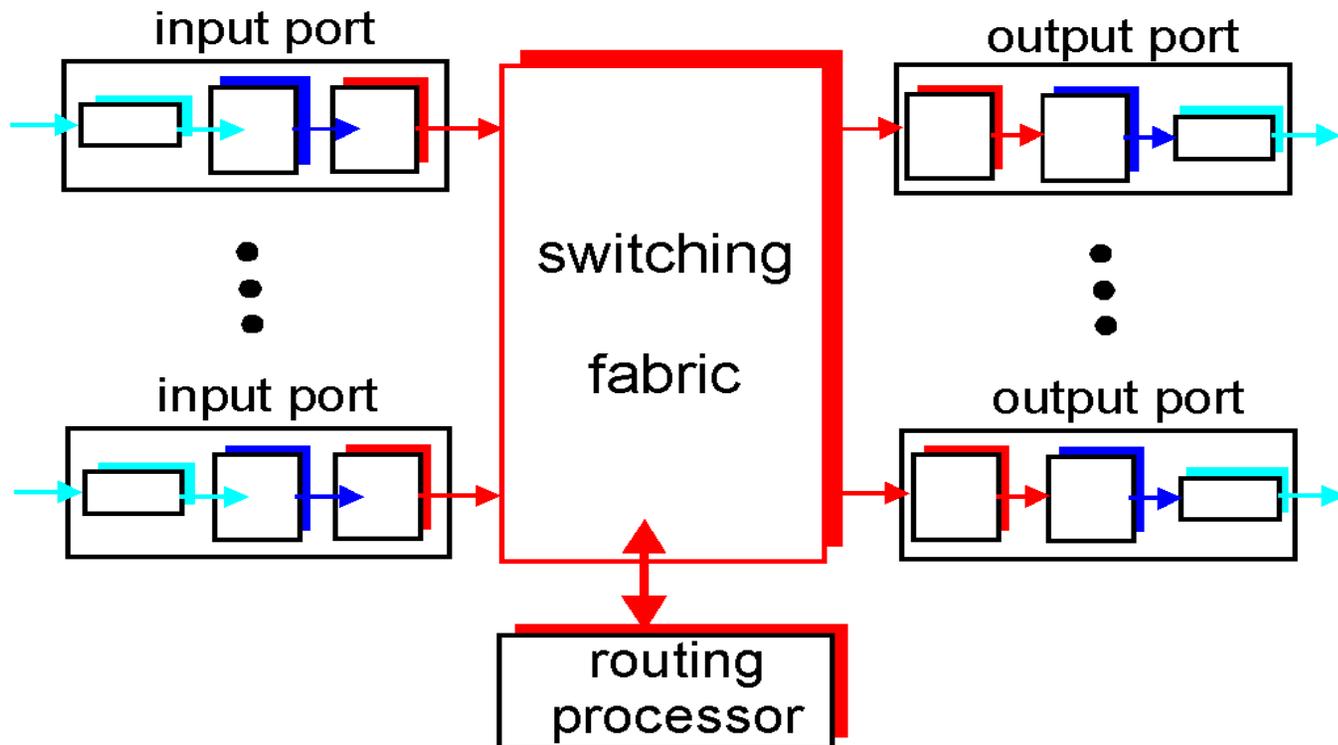
ATM

- ❑ evolutesi dalla telefonia
- ❑ conversazione umana:
 - requisiti stretti di temporizzazione ed affidabilità
 - bisogno di servizio garantito
- ❑ terminali "stupidi"
 - telefoni
 - complessità all'interno della rete

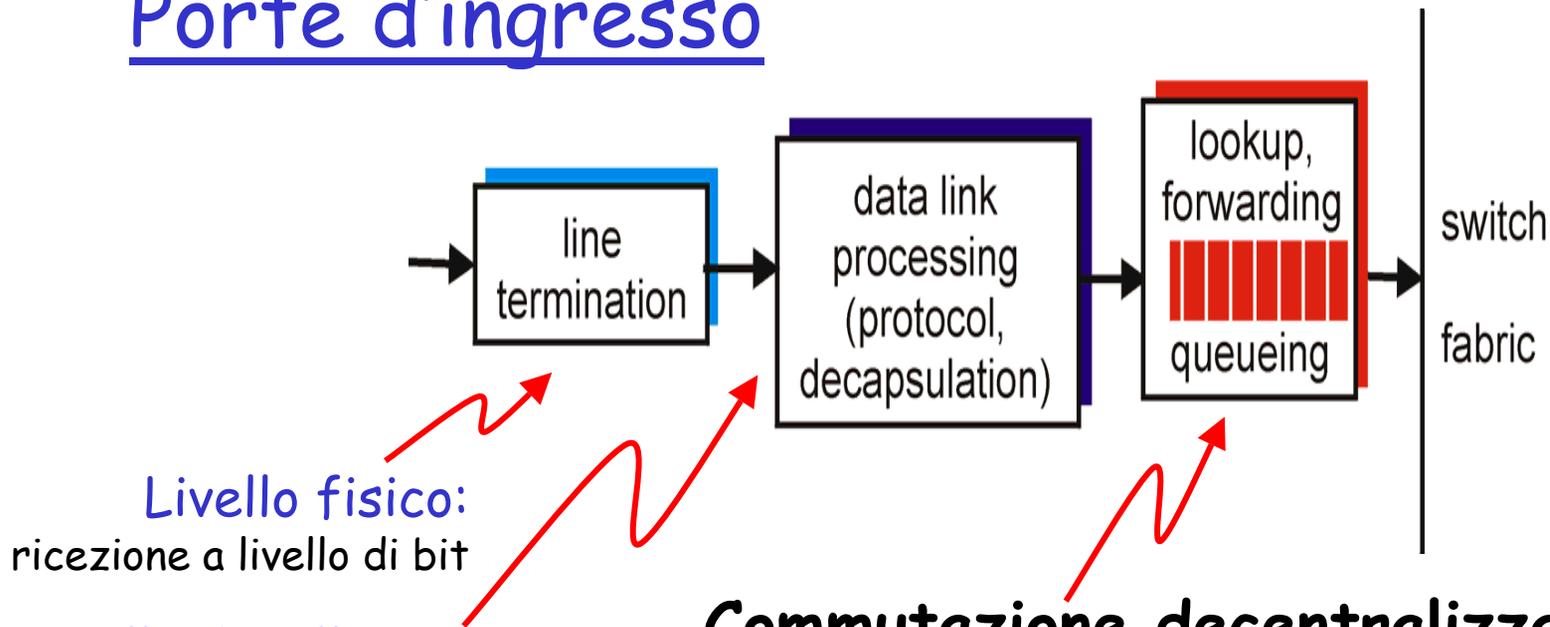
Architettura dei router

Due funzioni chiave:

- Far girare i protocolli/algoritmi d'*instradamento*
- Effettuare *inoltro* di datagrammi dai collegamenti in ingresso a quelli in uscita.



Architettura dei router: Porte d'ingresso



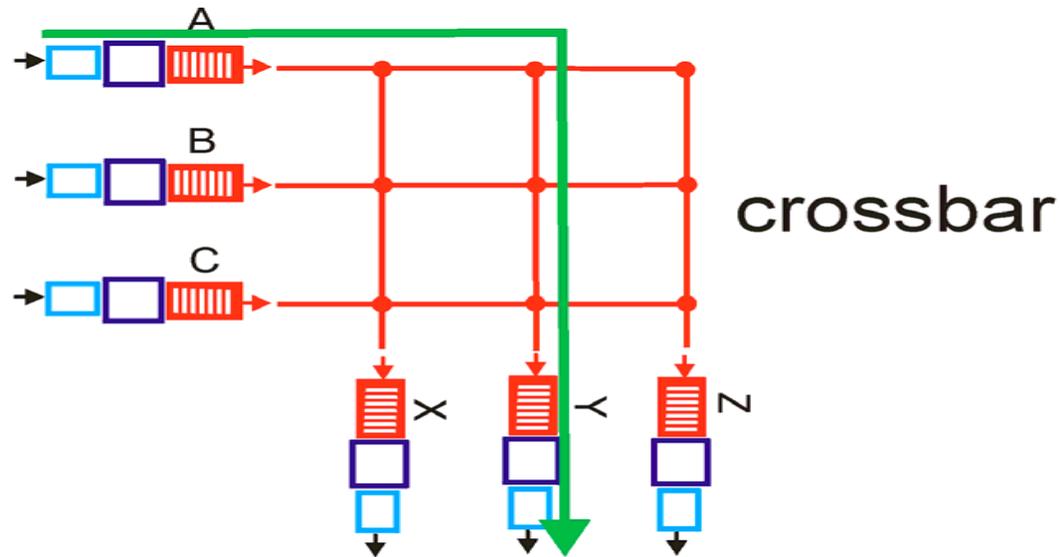
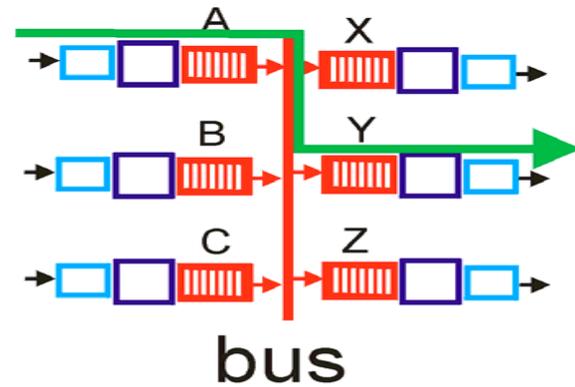
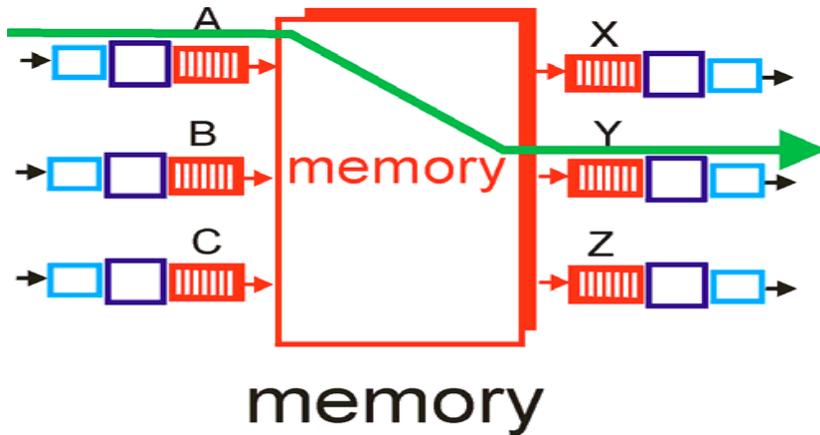
Livello fisico:
ricezione a livello di bit

Livello di collegamento:
Es. Ethernet
(vedi Capitolo 5)

Commutazione decentralizzata:

- ❑ Determina la porta d'uscita dei pacchetti utilizzando le informazioni della tabella d'inoltro
- ❑ Obiettivo: completare l'elaborazione allo stesso **tasso della linea**
- ❑ Accodamento: se il tasso di arrivo dei datagrammi è superiore a quello di inoltro

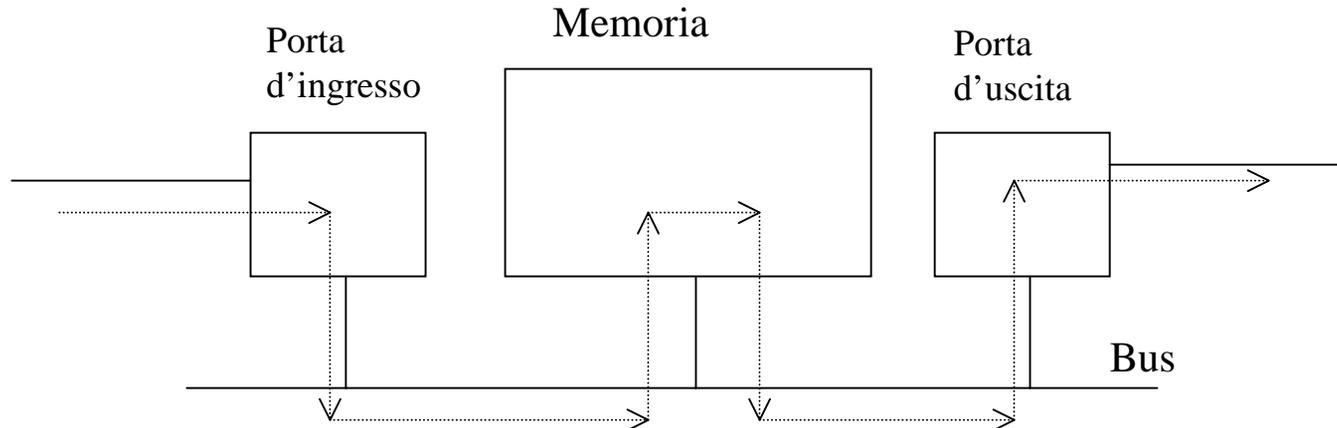
Architettura dei router: Tecniche di commutazione



Architettura dei router: Commutazione in memoria

Prima generazione di router:

- ❑ Erano tradizionali calcolatori e la commutazione era effettuata sotto il controllo diretto della CPU.
- ❑ Il pacchetto veniva copiato nella memoria del processore.
- ❑ I pacchetti venivano trasferiti dalle porte d'ingresso a quelle d'uscita con una frequenza totale inferiore a $B/2$.



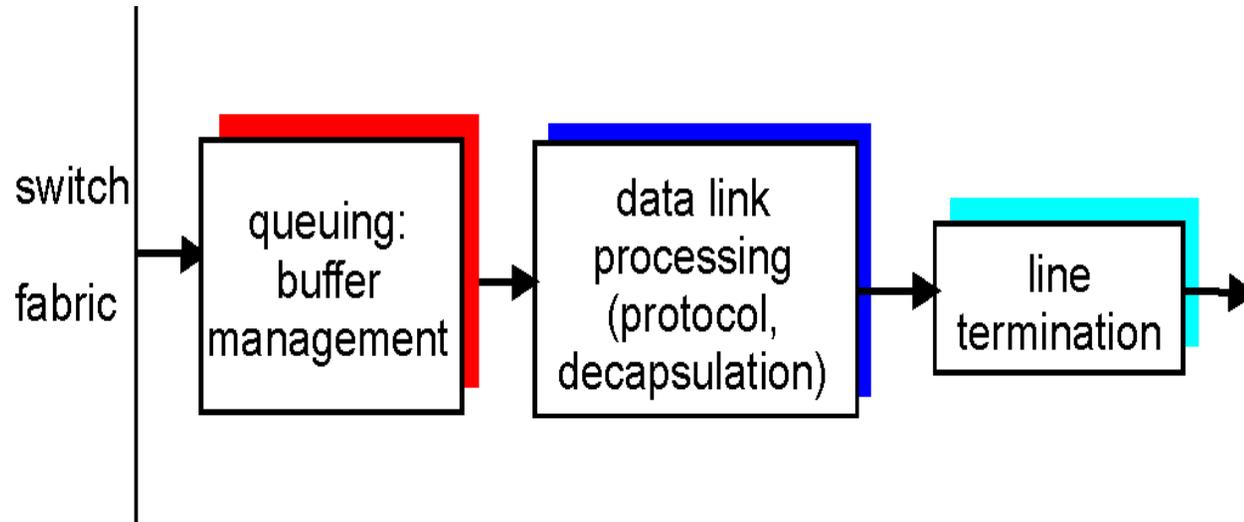
Architettura dei router: Commutazione tramite bus

- ❑ Le porte d'ingresso trasferiscono un pacchetto direttamente alle porte d'uscita su un bus condiviso.
- ❑ La larghezza di banda della commutazione è limitata da quella del bus.
- ❑ Cisco 1900 opera con bus da 1 Gbps: è sufficiente per router che operano in reti d'accesso o in quelle aziendali

Architettura dei router: Commutazione tramite crossbar

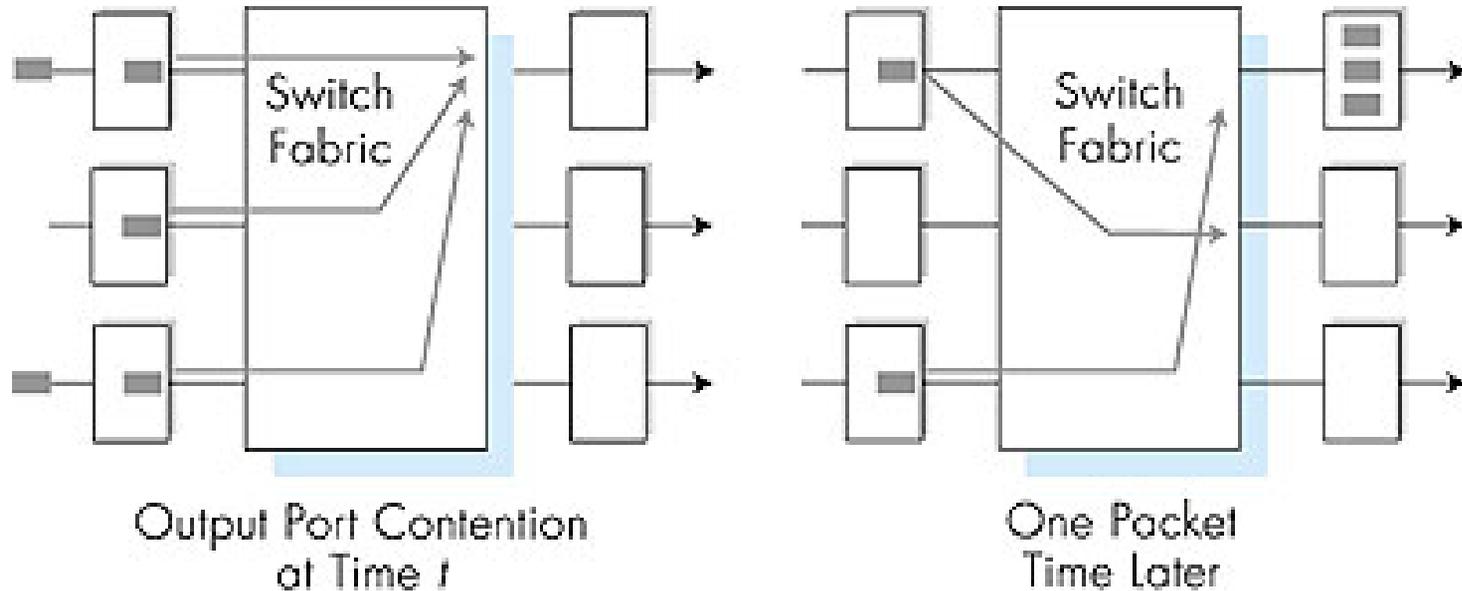
- ❑ Supera il limite di banda di un singolo bus condiviso.
- ❑ Tendenza attuale: frammentazione dei pacchetti IP a lunghezza variabile in celle di lunghezza fissa.
- ❑ Switch Cisco 12000: usano una rete d'interconnessione che raggiunge i 60 Gbps nella struttura di commutazione.

Architettura dei router: Porte d'uscita



- ❑ **Funzionalità di accodamento:** quando la struttura di commutazione consegna pacchetti alla porta d'uscita a una frequenza che supera quella del collegamento uscente.
- ❑ **Schedulatore di pacchetti:** stabilisce in quale ordine trasmettere i pacchetti accodati.

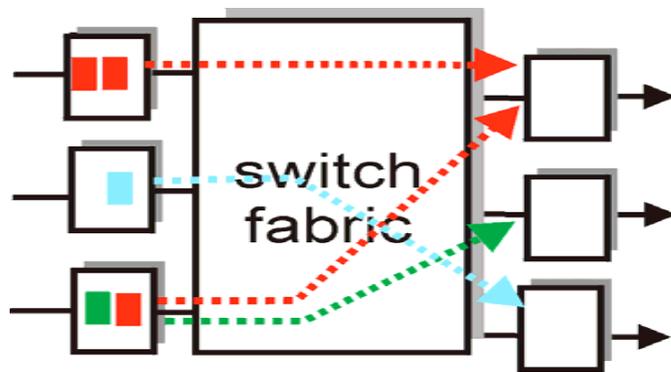
Architettura dei router: Dove si verifica l'accodamento?



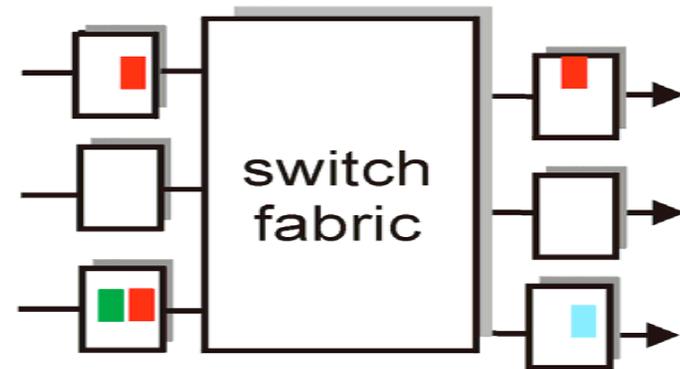
- ❑ Se la struttura di commutazione non è sufficientemente rapida nel trasferire i pacchetti, si può verificare un accodamento.
- ❑ Se le code diventano troppo lunghe, i buffer si possono saturare e quindi causare una *perdita di pacchetti!*

Architettura dei router: Dove si verifica l'accodamento?

- ❑ **Blocco in testa alla fila (HOL):** un pacchetto nella coda d'ingresso deve attendere il trasferimento (anche se la propria destinazione è libera) in quanto risulta bloccato da un altro pacchetto in testa alla fila.
- ❑ **Se le code diventano troppo lunghe, i buffer si possono saturare e quindi causare una perdita di pacchetti!**



output port contention
at time t - only one red
packet can be transferred



green packet
experiences HOL blocking

Sommario della prossima lezione: Lo strato di rete (2/3)

- ❑ Servizi e protocolli dello strato di rete
- ❑ Reti a circuito virtuale vs reti a datagramma
- ❑ Struttura di un router
- ❑ **Inoltro e indirizzamento in Internet: il protocollo IP**
- ❑ Instradamento in Internet