

Architetture degli switch ATM

Silvano GAI

Silvano.Gai@polito.it

<http://www.polito.it/~silvano>

Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
- In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

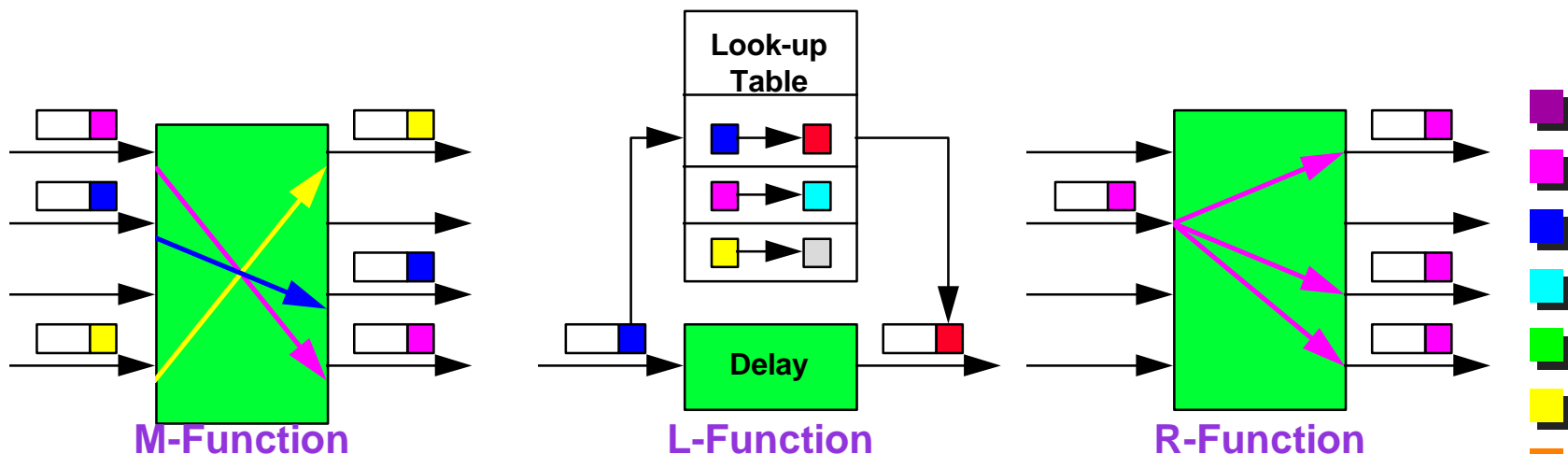
Sommario

- Architetture di commutazione ATM
- Switch con buffer in ingresso
- Switch con buffer in uscita
- Switch con buffer condiviso
- Trattamento del multicast/broadcast

**Un ringraziamento particolare a Davide Bergamasco
che ha contribuito alla realizzazione di questa
presentazione.**

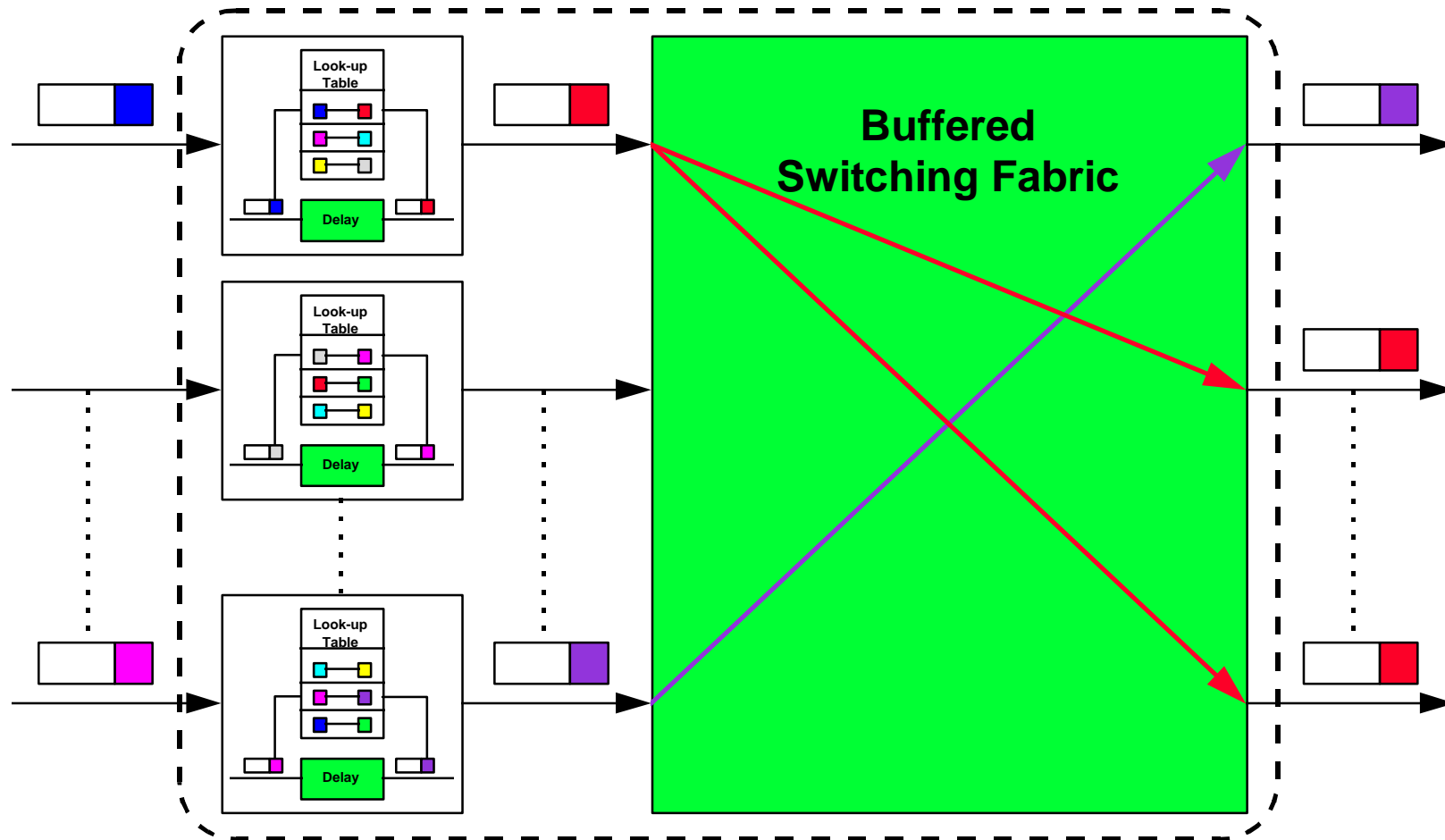
Architetture di Commutazione ATM

- Un nodo di commutazione ATM è un dispositivo che svolge fondamentalmente tre funzioni:
 - **Multiplex switching (M)**: spostamento fisico delle celle ATM da un link di ingresso ad un link di uscita;
 - **Label switching (L)**: sostituzione VC Id. (VPI/VCI) valido sul link di ingresso con quello valido sul link di uscita;
 - **Replication (R)**: generazione di copie multiple di una cella per le connessioni multicast.



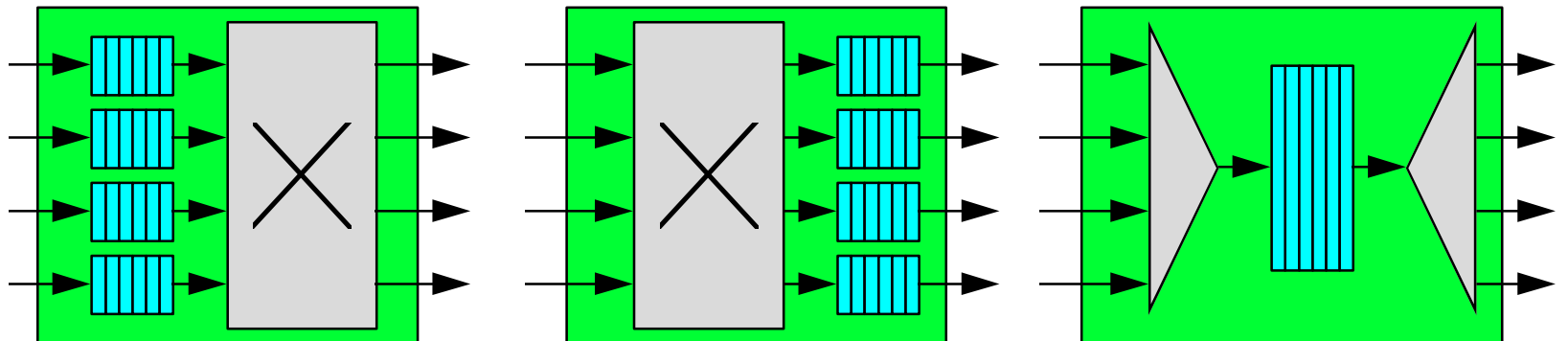
Architetture di Commutazione ATM

■ Putting all together ...



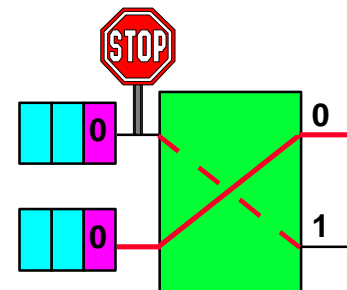
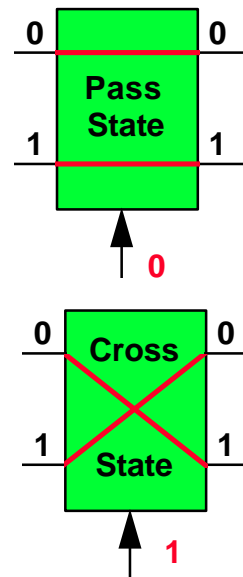
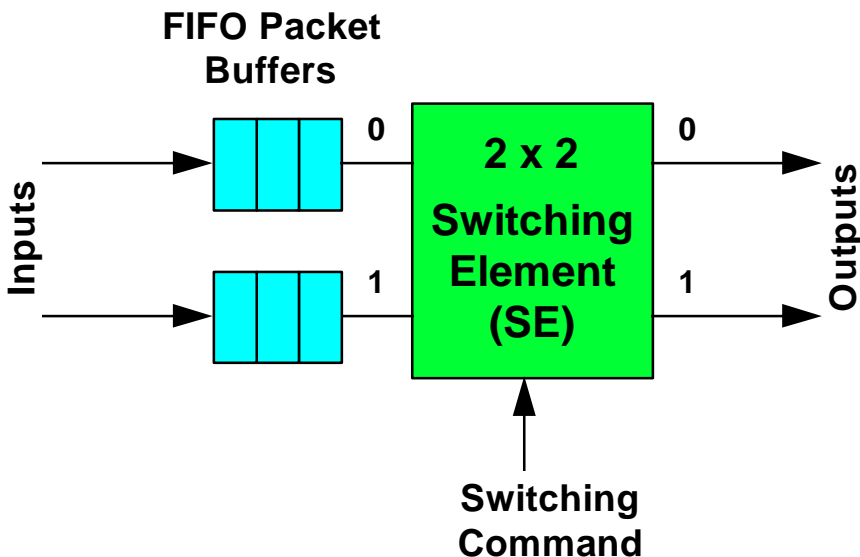
Architetture di Commutazione ATM

- Di solito la struttura di commutazione svolge le funzioni M e R sulla base di una **routing tag**, un campo anteposto ad ogni cella dalla funzione L che indica verso quale o quali porte questa deve essere instradata.
- I modelli architetturali adottati per la struttura di commutazione si differenziano in base alla posizione dei buffer:
 - buffer in **ingresso**;
 - buffer in **uscita**;
 - buffer **condiviso**.



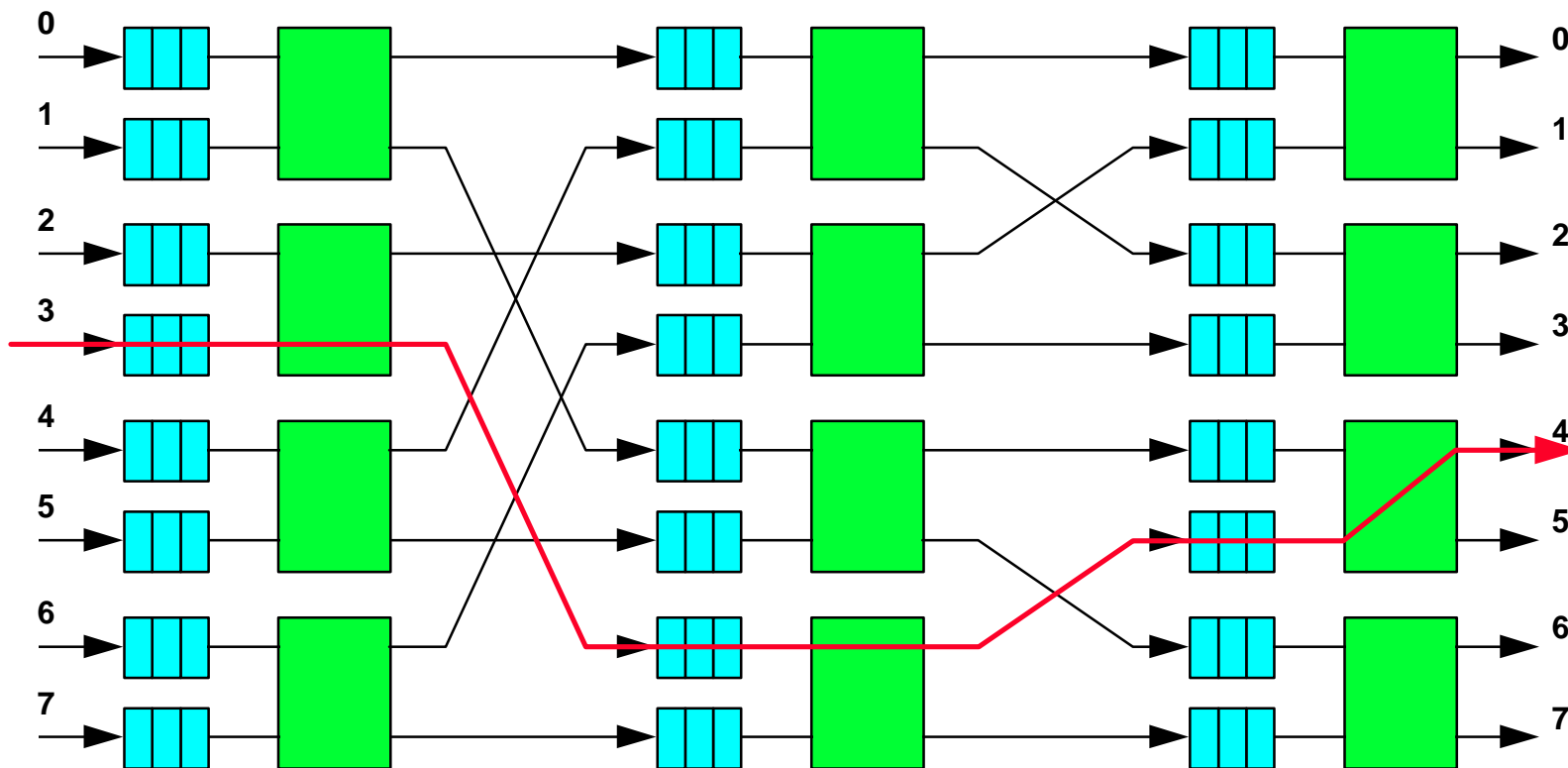
Switch con buffer in ingresso

- I cell switch con buffer in ingresso presentano tipicamente una architettura modulare, realizzata interconnettendo opportunamente elementi di commutazione 2 x 2 (**Switching Element, SE**).
- I buffer FIFO agli ingressi degli SE servono a memorizzare i pacchetti che non possono essere inviati alla porta di uscita desiderata a causa di una **contesa** con l'altra porta di ingresso.



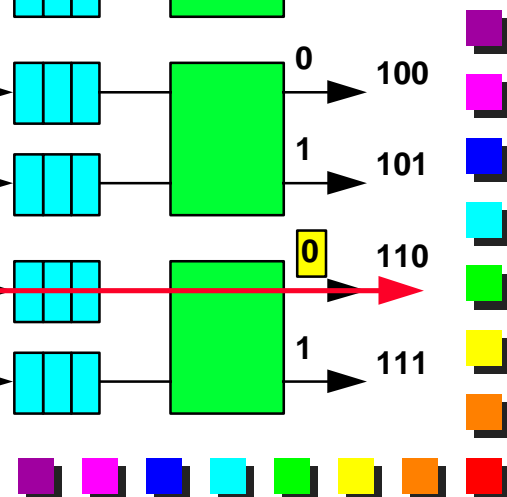
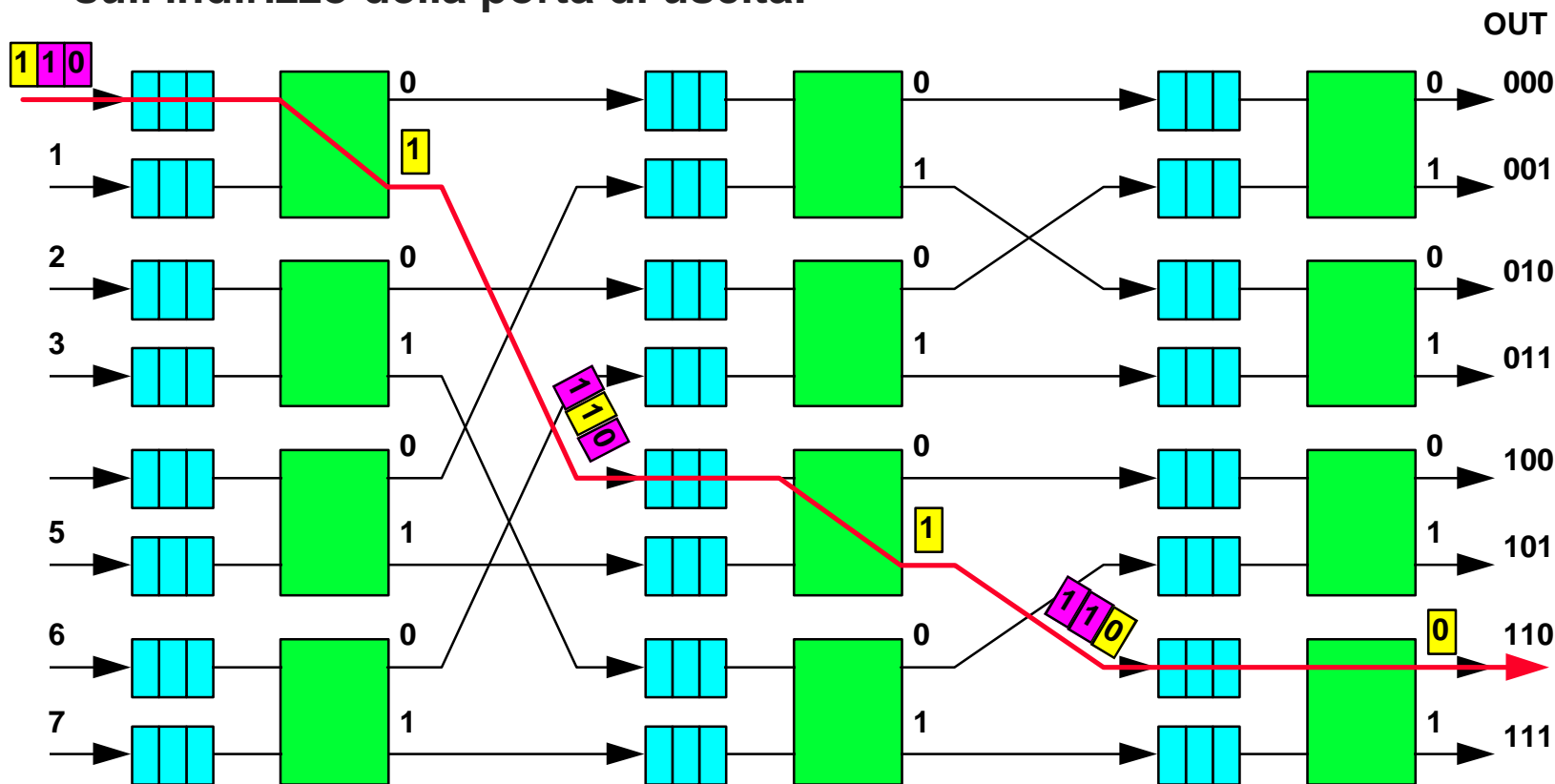
Switch con buffer in ingresso

- La rete di interconnessione tra SE, di solito una rete multistadio della famiglia **banyan**, è organizzata in modo che esista un **unico cammino** tra ogni coppia (ingresso, uscita). Ciò garantisce la consegna **ordinata** delle celle.



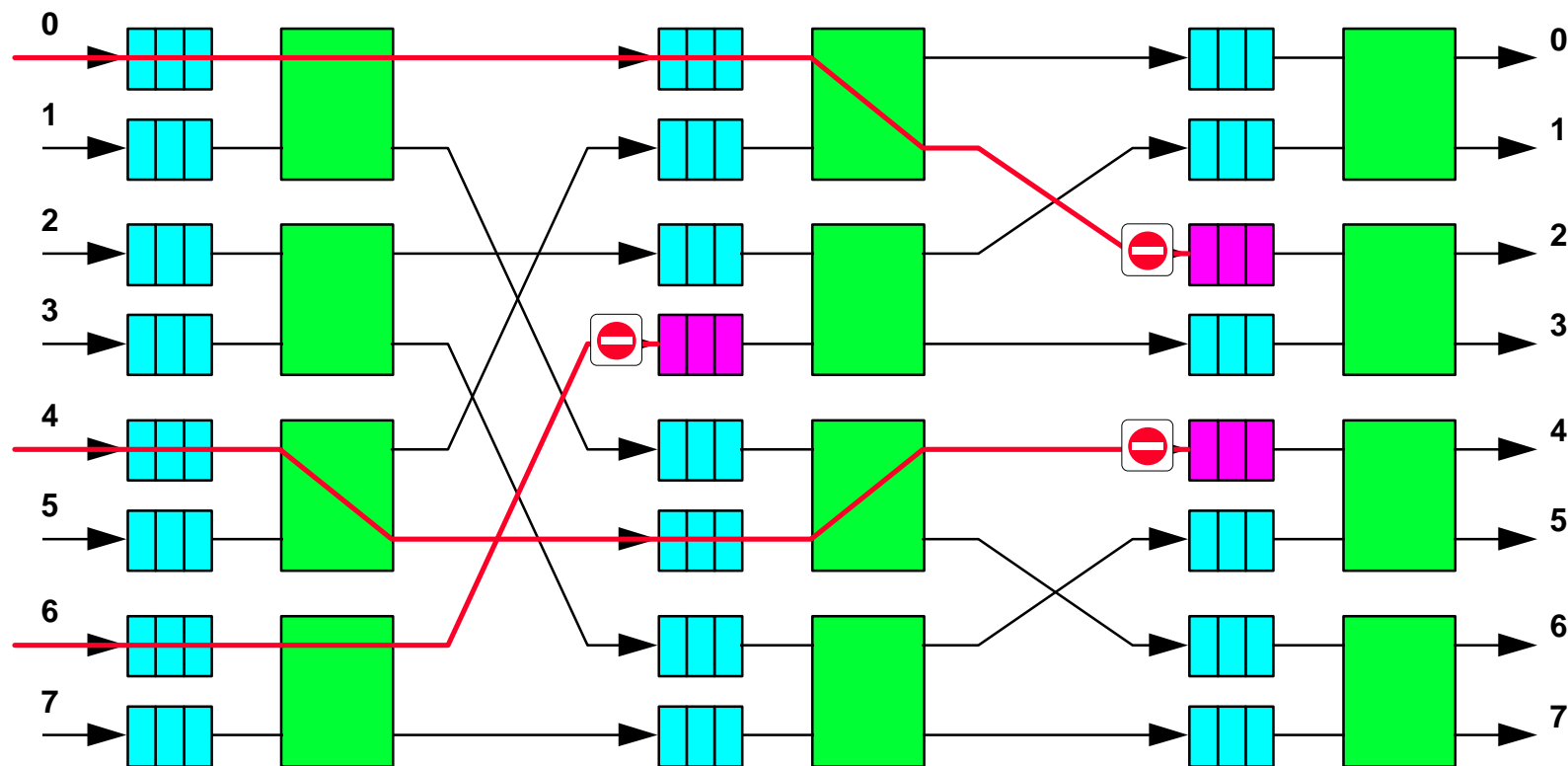
Switch con buffer in ingresso

- L'esistenza di un cammino unico tra ingressi ed uscite, rende inoltre le reti banyan **auto-instradanti**: ciascun SE è in grado di effettuare il routing delle celle autonomamente, basandosi unicamente sull'indirizzo della porta di uscita.



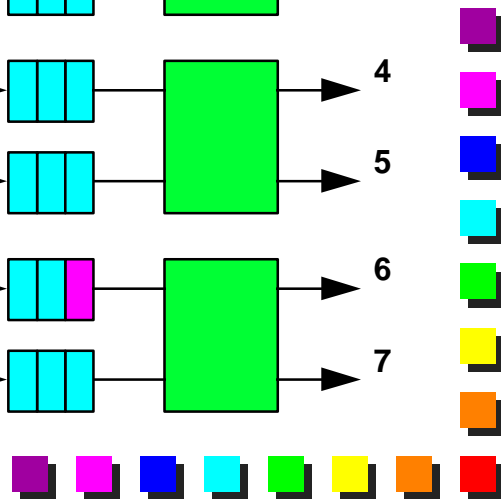
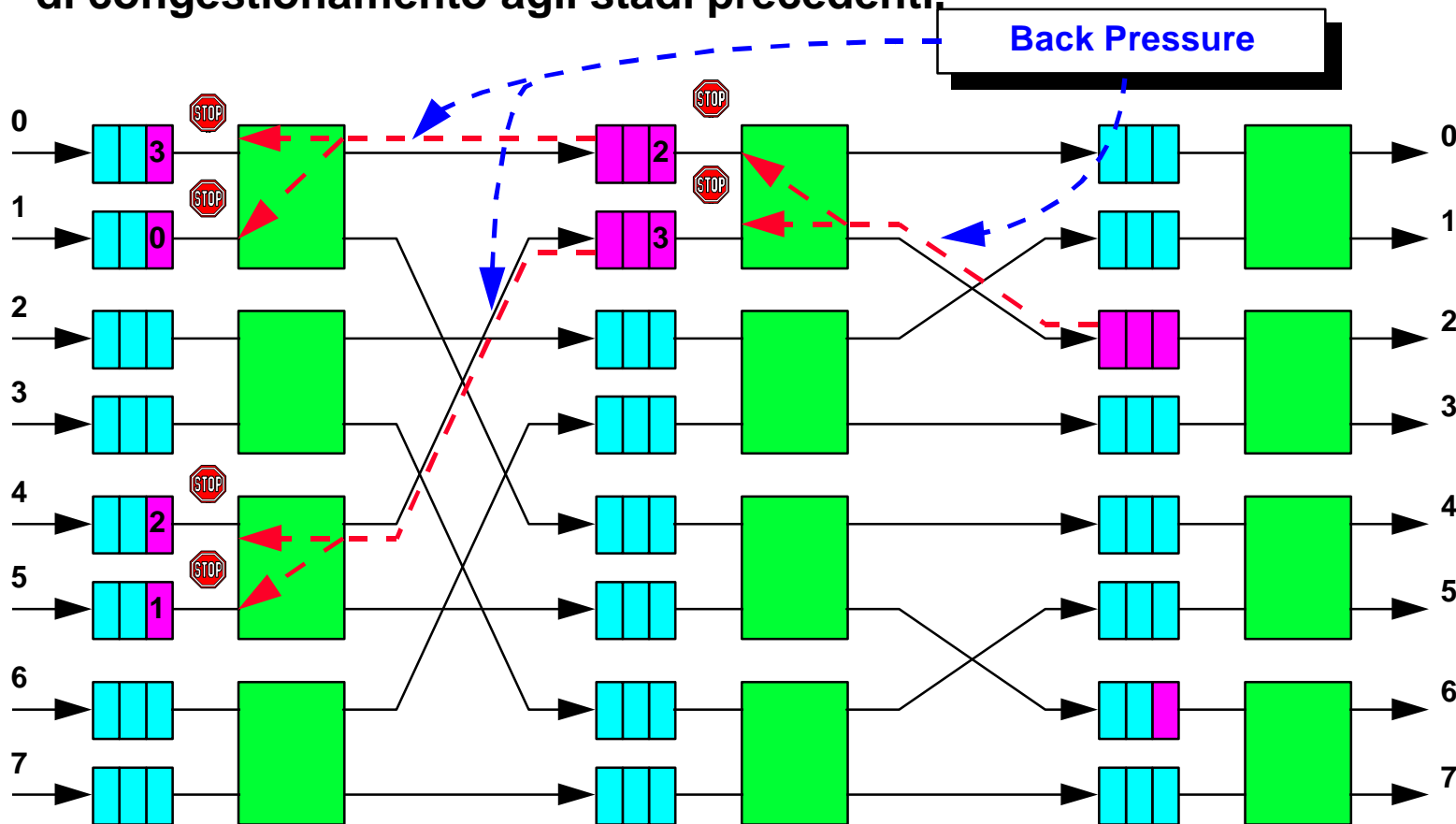
Switch con buffer in ingresso

- Siccome sia il tempo di arrivo delle celle allo switch sia il tempo di stazionamento nei buffer sono casuali, sussiste la possibilità di **overflow**, con una conseguente perdita di celle.



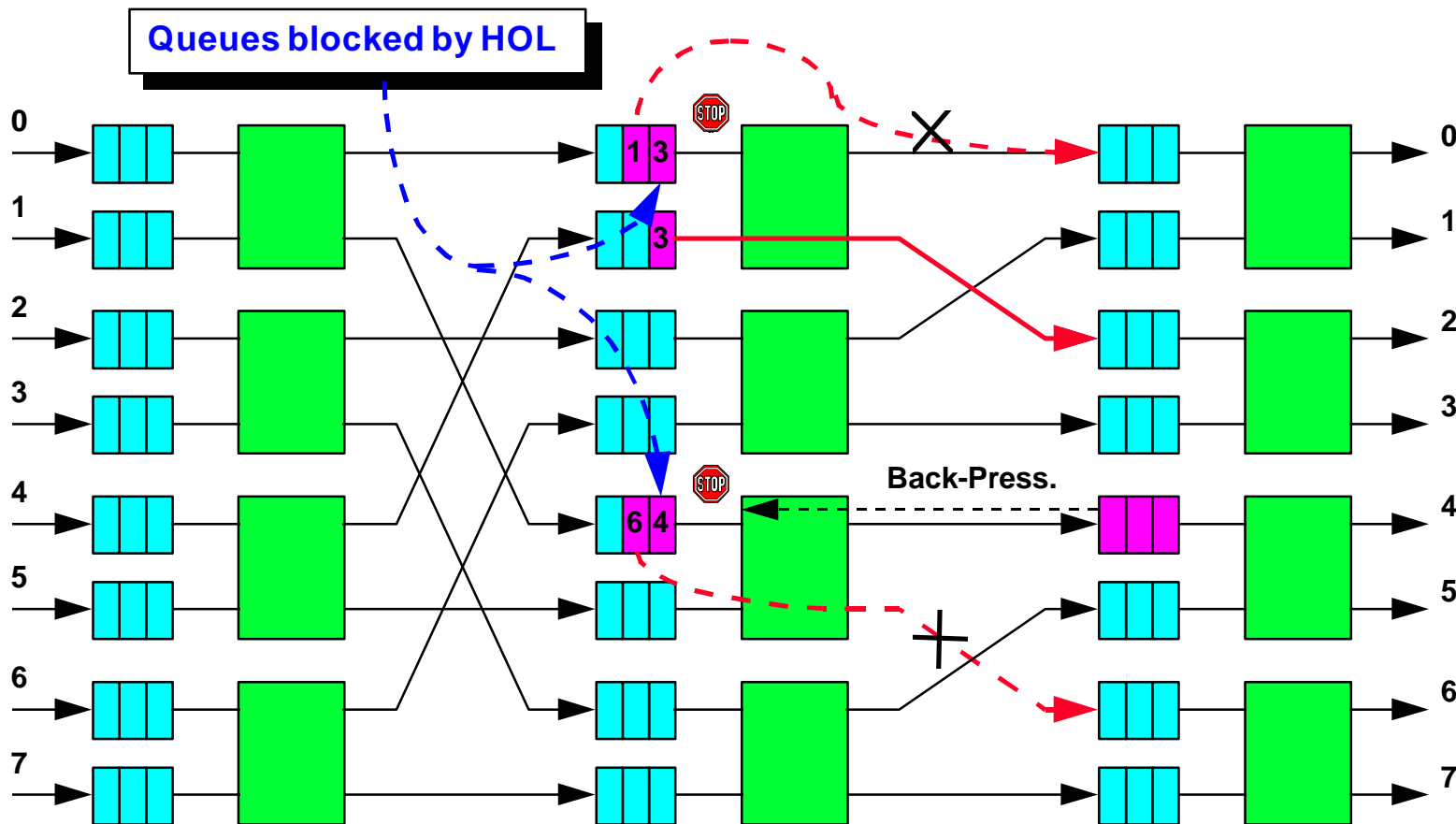
Switch con buffer in ingresso

- L'overflow dei buffer può essere evitato grazie al meccanismo di **Back Pressure**, che consente agli SE di segnalare una situazione di congestionamento agli stadi precedenti.



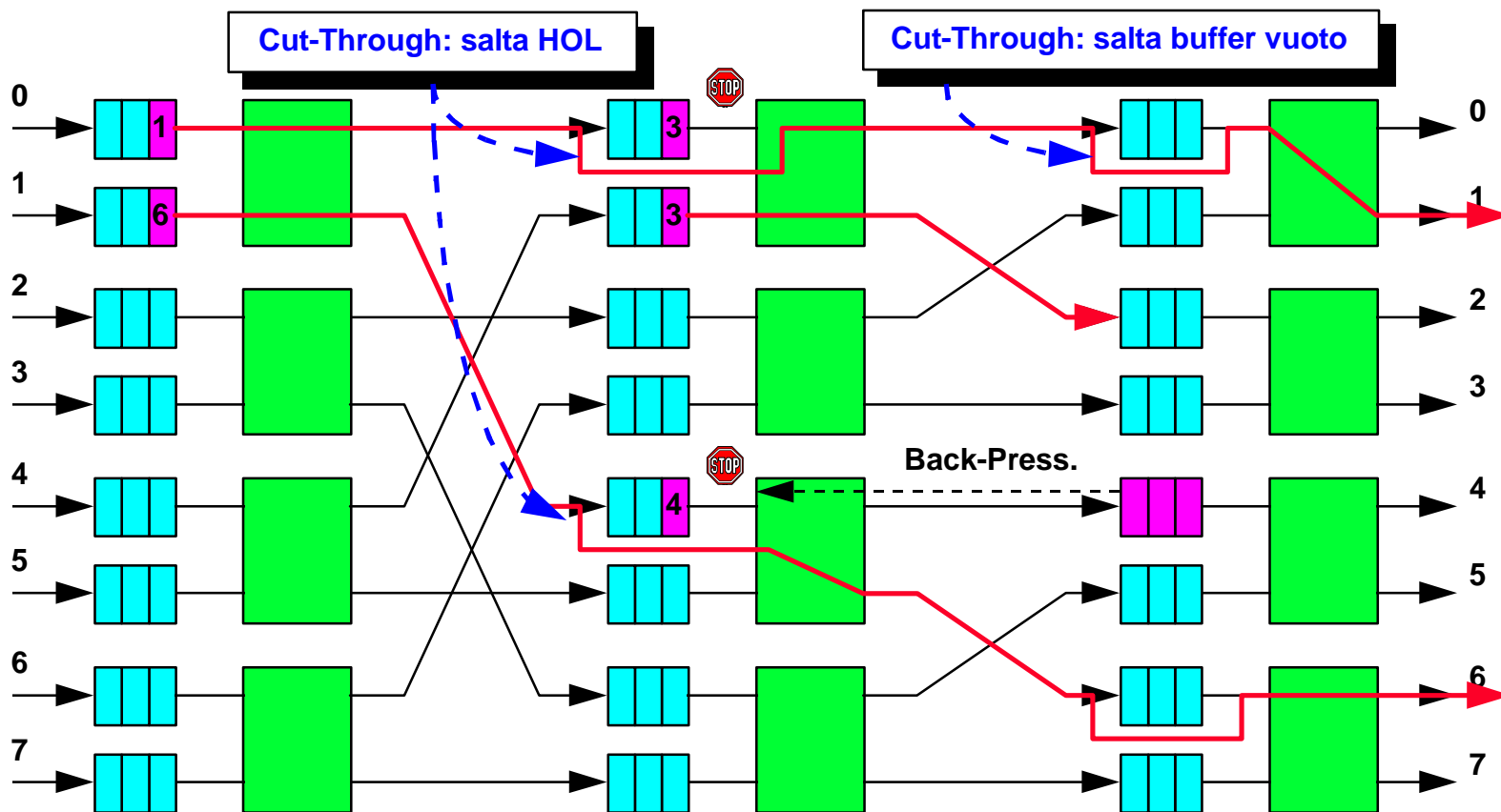
Switch con buffer in ingresso

- Negli switch con buffer in ingresso ha luogo un secondo fenomeno negativo, il cosiddetto **Head Of Line (HOL) blocking**.



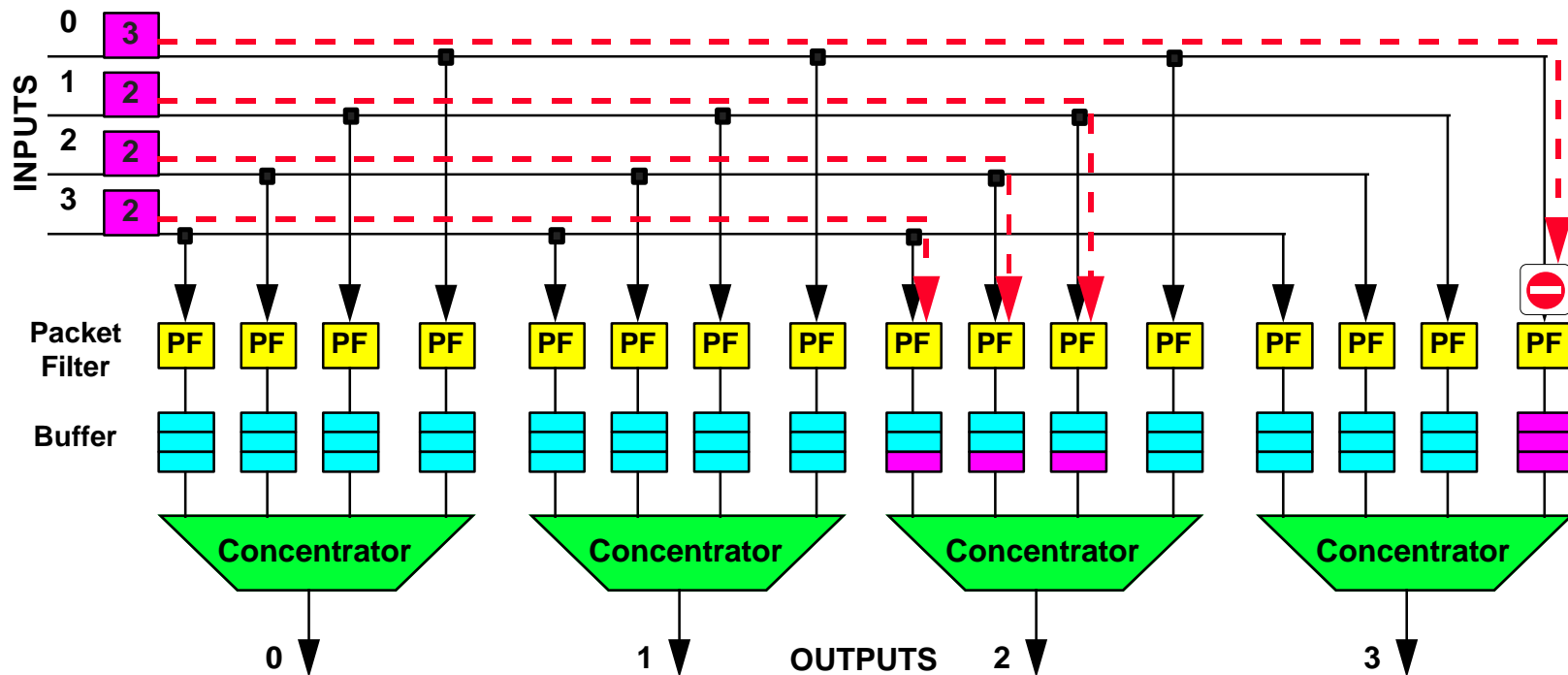
Switch con buffer in ingresso

- Lo HOL blocking può essere evitato in due modi:
 - Meccanismo di **Cut-Through**;
 - Mutamento architetturale: **buffer in uscita** oppure **buffer condiviso**.



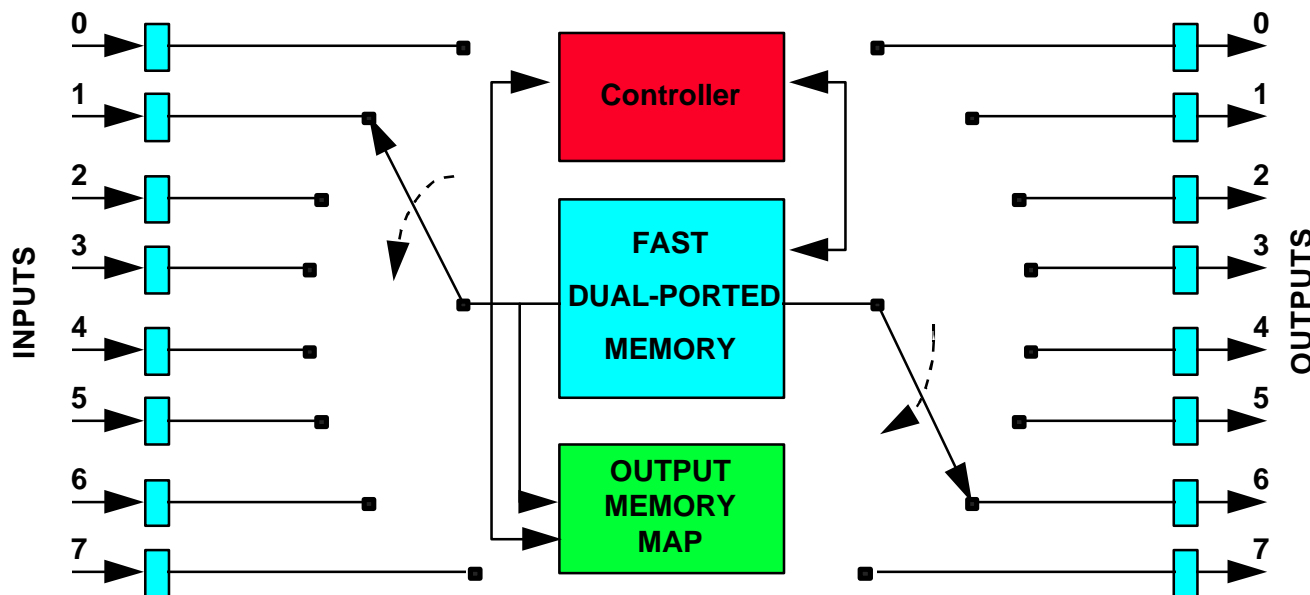
Switch con buffer in uscita

- Gli switch con buffer in uscita consentono la trasmissione simultanea di più celle verso la stessa uscita senza alcuna possibilità di contese o blocchi.
- Il rischio di overflow dei buffer, tuttavia, sussiste ugualmente.



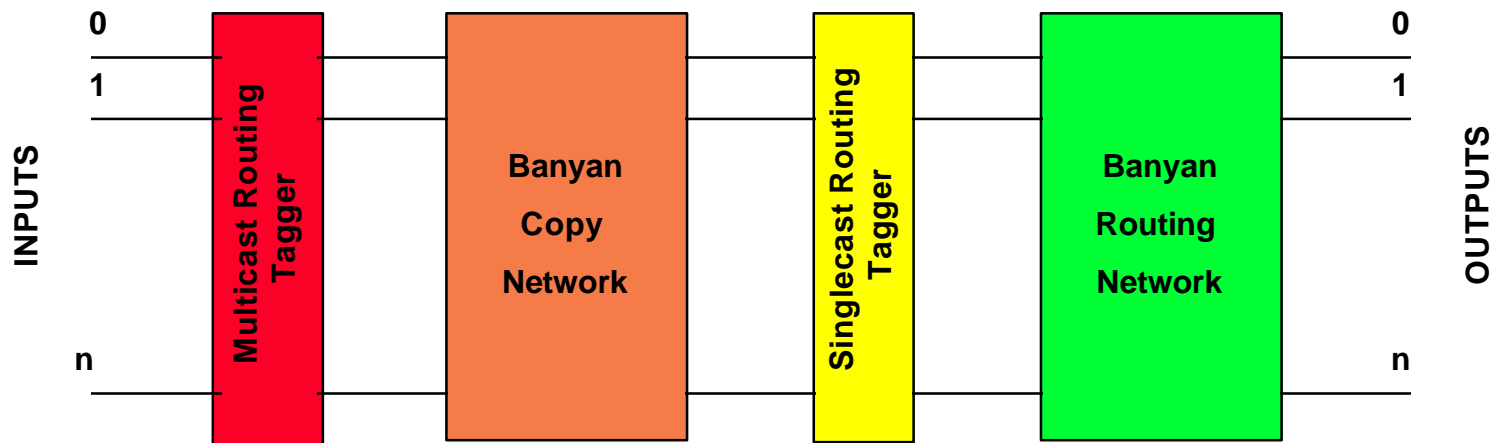
Switch con buffer condiviso

- Gli switch con **buffer condiviso** impiegano una memoria ad alta velocità partizionata in tante code logiche quante sono le uscite.
- Ad ogni ciclo il controller:
 - legge tutte le celle presenti sugli ingressi e li pone nelle code di destinazione;
 - preleva le celle dalla testa di ciascuna coda e li invia all'uscita corrispondente.
- L'overflow si verifica solo quando **l'intera** memoria è satura.

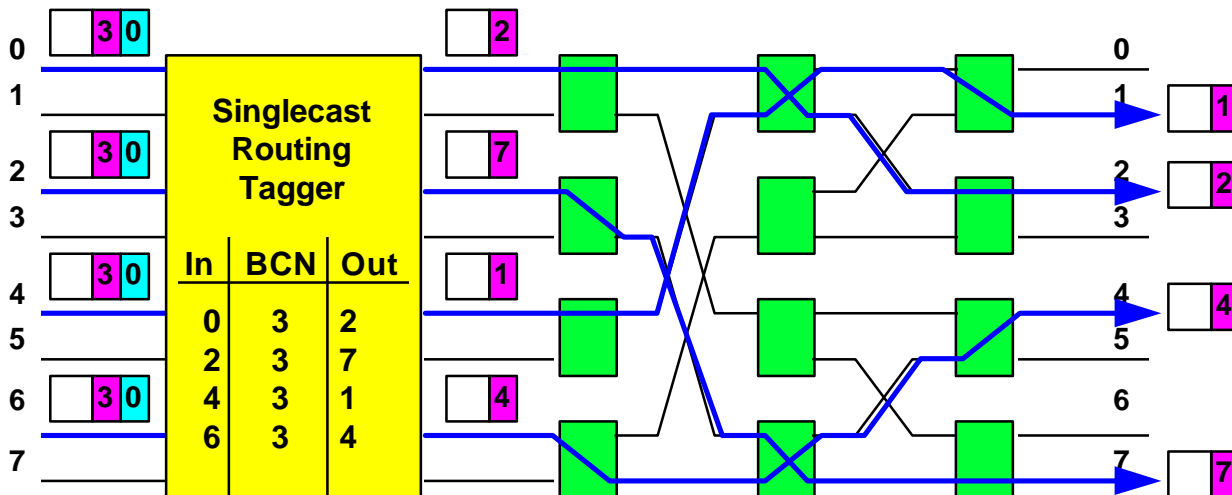
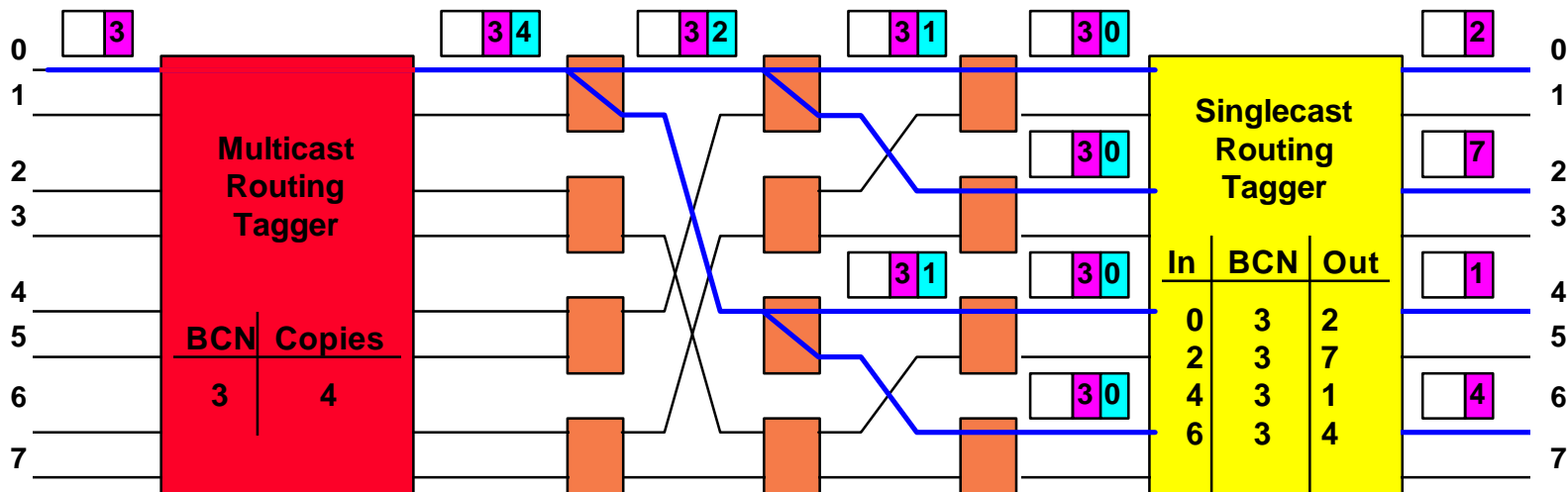


Multicasting

- Le reti banyan multistadio supportano l'invio di celle in multi-cast con un elevato costo in termini di complessità. Occorre:
 - attribuire alle celle multicast una routing tag particolare, il **Broadcast Channel Number (BCN)**, ed un campo che indica il numero di copie da effettuare;
 - replicare le celle mediante una rete di Copia;
 - attribuire alle celle replicate una nuova routing tag per l'inoltro verso la porta di destinazione effettiva;
 - instradare infine le celle mediante una normale rete banyan.

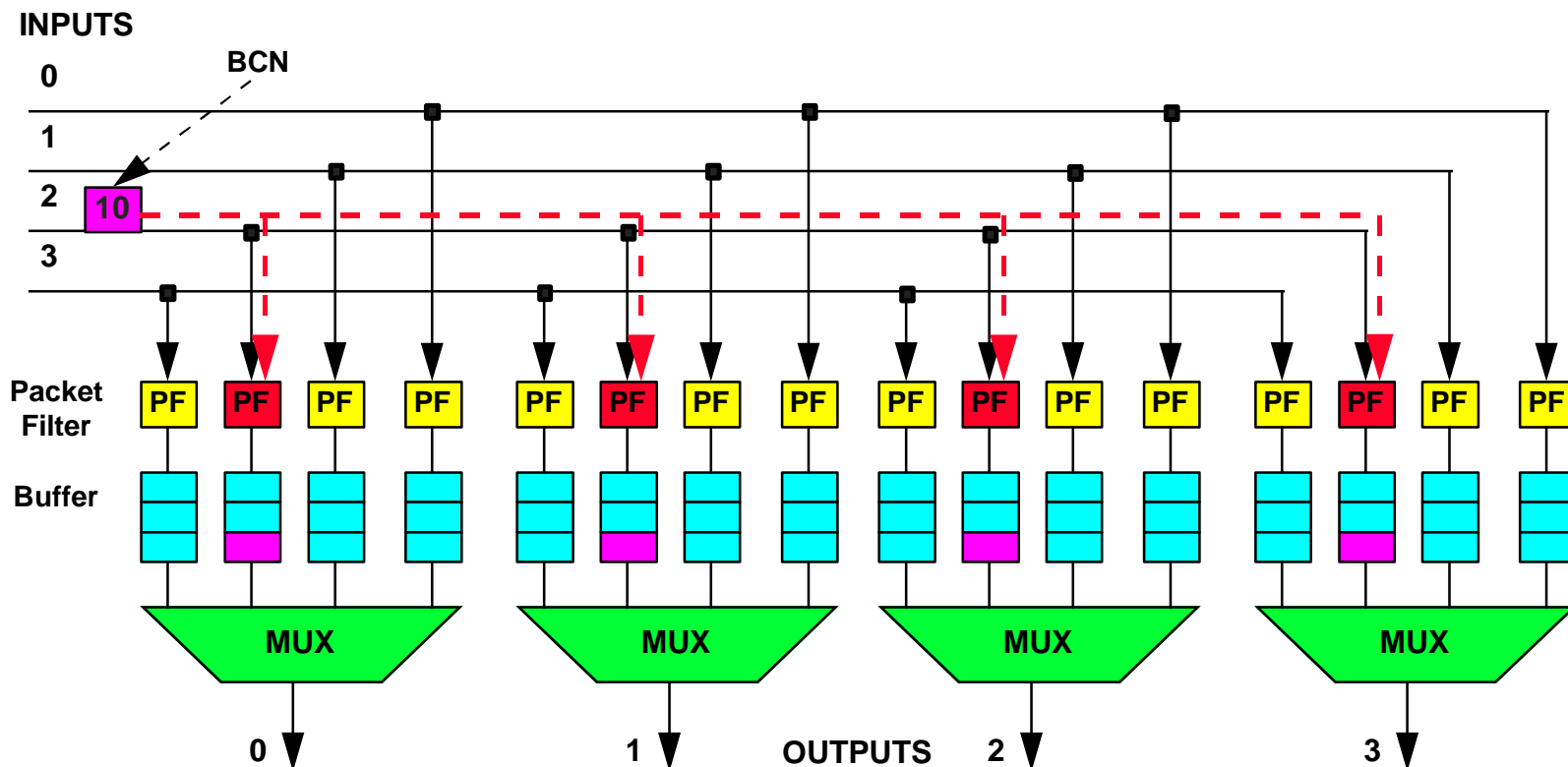


Multicasting



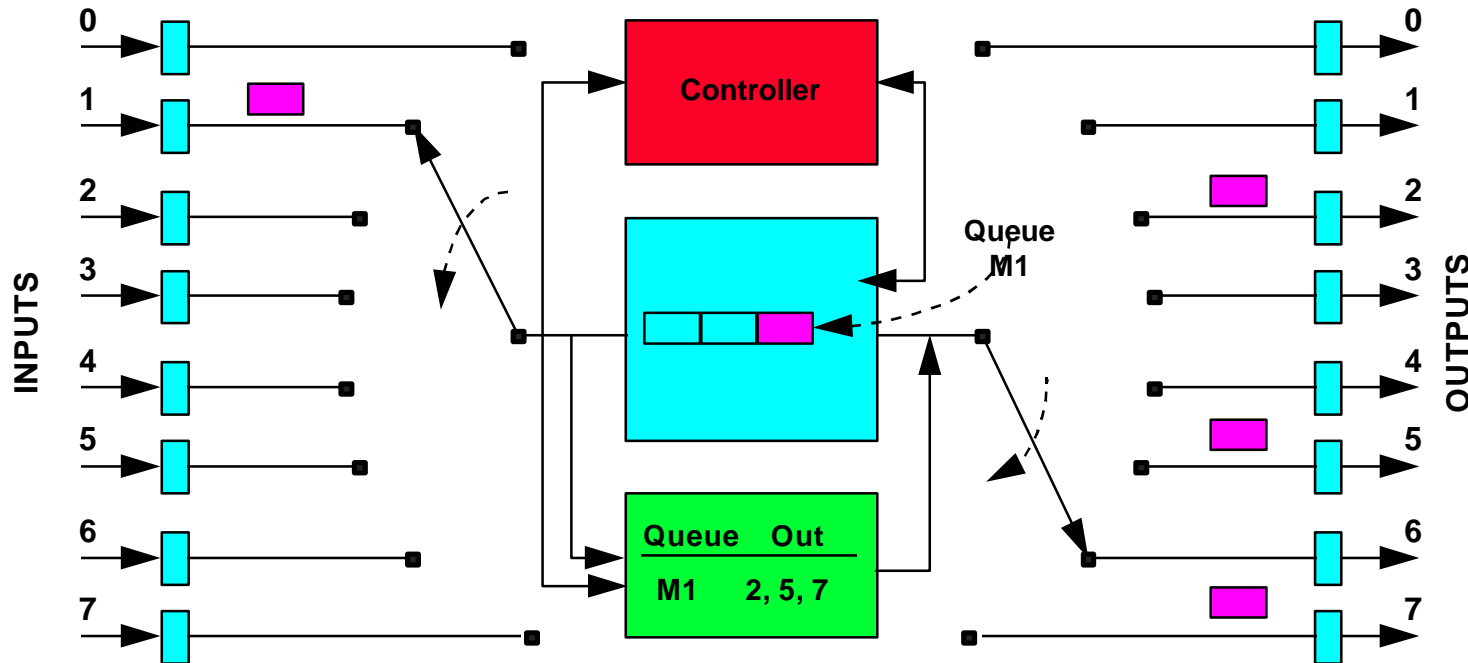
Multicasting

- Negli switch con buffer in uscita, il multicasting è gestito in modo estremamente naturale: è sufficiente programmare i PF delle porte interessate in modo da consentire il passaggio delle celle recanti una routing tag corrispondente al BCN.



Multicasting

- Anche negli switch con buffer condiviso il multicasting risulta estremamente semplice da realizzare; è sufficiente:
 - creare nel buffer una coda per ogni destinazione multicast;
 - programmare il controller in modo che esegua la copia di una cella appartenente ad una coda multicast sulle uscite ad essa corrispondenti.



Architetture di Commutazione ATM

■ Confronto tra le varie soluzioni

Architettura	Vantaggi	Svantaggi
Buffer in Ingresso	<ul style="list-style-type: none"> • Autoinstradamento; • Semplicita' realizzativa; • Ottima Scalabilita'. 	<ul style="list-style-type: none"> • HOL blocking (eliminabile); • Elevato tempo di attraversamento (proporzionale al numero di stadi); • Elevata complessita' per supportare il multicasting.
Buffer in Uscita	<ul style="list-style-type: none"> • Assenza di HOL block. • Supporto nativo per il multicasting; • Basso tempo di attraversamento; 	<ul style="list-style-type: none"> • Complessita' elevata; • Scarsa scalabilita' in funzione del numero di porte;
Buffer condiviso	<ul style="list-style-type: none"> • Assenza di HOL bloc.; • Supporto nativo per il multicasting; • Basso tempo di attraversamento; 	<ul style="list-style-type: none"> • Complessita' elevata; • Scarsa scalabilita' in funzione del numero di porte; • Richiede memorie ad elevate prestazioni.