

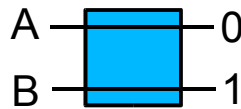
Trigger and DAQ in Particle Physics Experiments

Inviare le risposte a Pier.Giorgio.Innocenti@cern.ch entro domenica 31 agosto 2008.

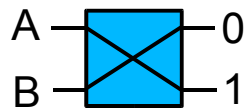
A – Commutazione

Si costruiscono reti di commutazione MIN (Multistage Interconnection Networks) usando *switches* elementari unidirezionali 2 x 2 che possono trovarsi solo in due stati (*unicast*):

$\{A \Rightarrow 0, B \Rightarrow 1\}$
direct (through) connection



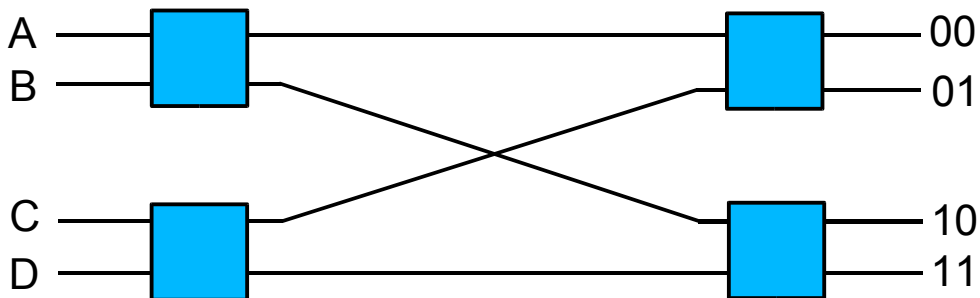
$\{A \Rightarrow 1, B \Rightarrow 0\}$
cross connection



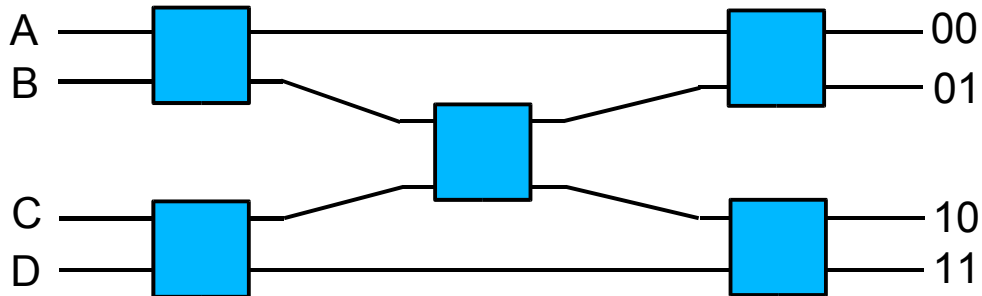
Le connessioni da A e da B simultaneamente a "0" ovvero da A e da B simultaneamente a "1" e le connessioni (*broadcast*) da A simultaneamente a "0" e a "1" e da B simultaneamente a "0" e a "1" non sono possibili.

Analizzare le tre configurazioni seguenti:

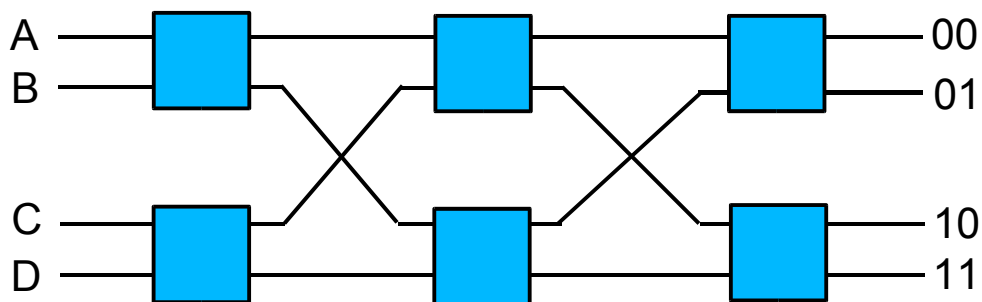
I - Configurazione tipica di MIN costruiti in modo ricorsivo.



II - Configurazione che corrisponde a circuiti elementari facilmente realizzabili con *directional couplers* in *switches* ottici.



III - Configurazione di una rete di Clos.



A1 - Quando è richiesta **una sola connessione** tra ingressi e uscite verificare per le tre configurazioni che precedono se da ogni ingresso si può raggiungere ogni uscita. In quali casi esiste più di una "strada" per realizzare la stessa connessione tra ingresso e uscita?

A2 - Quando sono richieste **due connessioni** tra ingressi e uscite verificare per le tre configurazioni se è possibile stabilire simultaneamente le connessioni $A \Rightarrow 00$ e $B \Rightarrow 01$.

A3 = Quando sono richieste **quattro connessioni** tra ingressi e uscite verificare per le tre configurazioni se è possibile stabilire le connessioni

$A \Rightarrow 00$, $B \Rightarrow 01$, $C \Rightarrow 10$ e $D \Rightarrow 11$

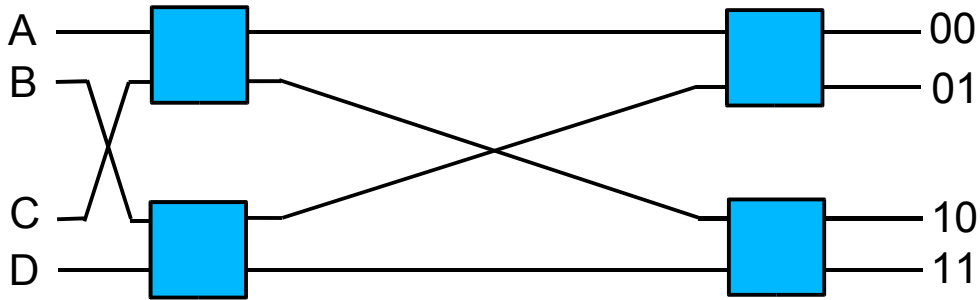
e le permutazioni circolari

$A \Rightarrow 01$, $B \Rightarrow 10$, $C \Rightarrow 11$ e $D \Rightarrow 00$

$A \Rightarrow 10$, $B \Rightarrow 11$, $C \Rightarrow 00$ e $D \Rightarrow 01$

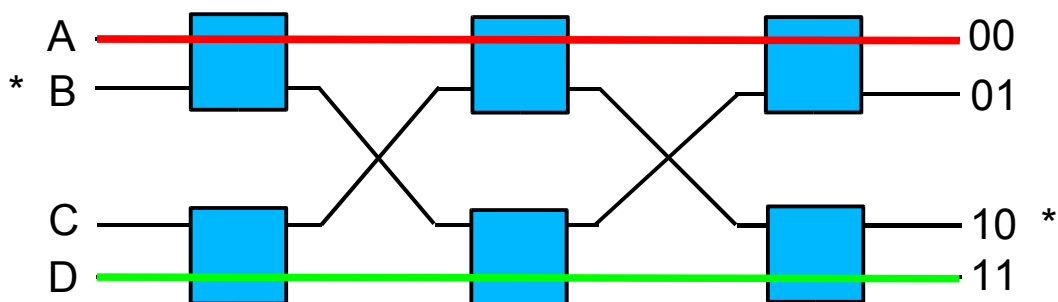
$A \Rightarrow 11$, $B \Rightarrow 00$, $C \Rightarrow 01$ e $D \Rightarrow 10$.

A4 - Ripetere la prova precedente (A3) sul circuito modificato come in figura , ove gli ingressi A, B, C e D sono connessi sequenzialmente prima alle porte superiori degli *switches* della prima colonna ed in seguito alle porte inferiori.



Cambiando l'ordine degli ingressi si è eseguita una permutazione sugli indirizzi di uscita: descrivere le proprietà di questa permutazione.

A5 – La configurazione **III** è una rete di Clos *rearrangeably non-blocking*. Le due connessioni $A \Rightarrow 00$ e $D \Rightarrow 11$ sono attive e si vuol stabilire una terza connessione $B \Rightarrow 10$, tra un ingresso e un'uscita entrambi liberi.



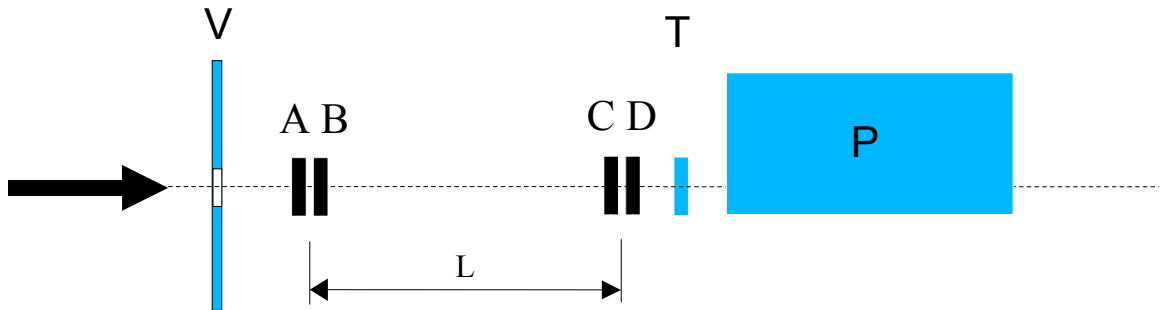
Indicare due possibili *rearrangements* per permettere $B \Rightarrow 10$.

B - Test Beam

In un fascio di *test* si vuole conoscere le risposta in tempo in diverse regioni di un rivelatore **P**, montato su una tavola micrometrica che permette di spostarlo nel piano normale alla direzione del fascio.

Quattro piani di camere a fili (MWPC), raggruppati due a due, determinano la posizione e la direzione delle particelle incidenti (**A**, fili verticali, e **B**, fili orizzontali; **C**, fili verticali, e **D**, fili orizzontali). Ciascuno dei piani di queste camere produce un FastOR ed i fili sono letti in seguito per registrare la misura.

L'odoscopio è completato da un contatore a scintillazione con buco di veto **V** e da un contatore a scintillazione **T** di fronte a **P**.



Le particelle (relativistiche) del fascio sono poco numerose, quindi niente tempo morto, *pile-up* o coincidenze accidentali; possono considerarsi perpendicolari ai piani delle camere a filo.

In quanto segue ignorare il contatore di veto **V**.

B1 – Disegnare lo schema logico delle coincidenze tra **A**, **B**, **C** e **D** per triggerare su una particella appartenente al fascio di cui si conoscono direzione e posizione.

B2 – Qual'è la larghezza (*width*) minima che devono avere gli impulsi di FastOR per non perdere efficienza nella coincidenza?

(Impulsi FastOR perfettamente rettangolari, inverso della velocità di drift saturata a 20 ns/mm, distanza tra i fili 2 mm, MWPC efficienti al 100%)

B3 – Calcolare (analiticamente o per simulazione), o descrivere con argomenti plausibili, la forma della distribuzione temporale (densità di probabilità) degli impulsi della **coincidenza quadrupla** tra **A**, **B**, **C** e **D**.

B4 – Il contatore **T** ha un'ottima risoluzione temporale ed è usato per indicare con precisione il tempo di arrivo delle particelle sul rivelatore **P** e quindi misurare la risposta in tempo di **P**. **T** è rapido (ritardo inferiore a 3 ns, tempo di salita inferiore a 1 ns), sottile e efficiente al 100%.

Il segnale di **T** determina lo START di un TDC (time to digital converter) che è fermato (STOP) dal segnale di **P** (se il rivelatore **P** non è efficiente al 100% qualche volta manca lo STOP e il TDC conta fino a fondo scala!).

Aggiungere **T** nella logica di coincidenza con **A**, **B**, **C** e **D** e usare la **coincidenza quintupla** come START per assicurarsi che il TDC parte solo quando una particella del fascio ha una traiettoria misurabile dalle MWPC. Può essere necessario ritardare il segnale di **P**.

B5 – Mostrare come i segnali di A, B, C, D, T e P e dei circuiti di coincidenza, ciascuno con ritardo (*delay*) e larghezza (*width*) appropriati, appaiono in funzione del tempo (*timing diagram*).

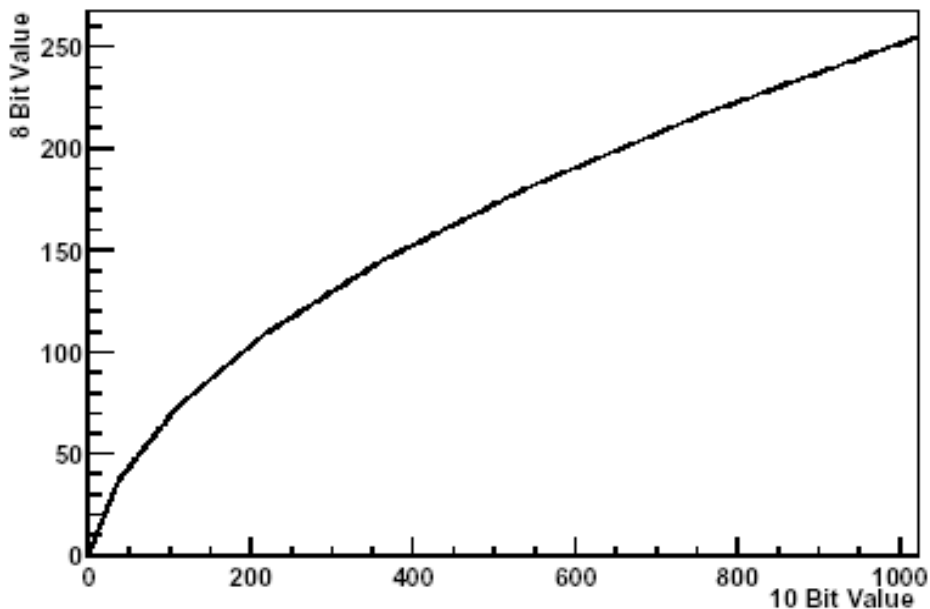
Nota:

La lettura della posizione nelle camere a fili e in P e dell'informazione fornita dal TDC, per esempio in CAMAC, non fa parte di questo esercizio che si limita soltanto alla logica rapida.

C – Compressione (*lossy*) della scala di un ADC

Un ADC rapido (*flash ADC*) ha un *range* di 10 bits. L'errore di ogni misura eseguita dall'ADC è al massimo di un *bit*. Precisamente, il valore misurato è l'intero per difetto della quantità che si vuol misurare: gli errori di misura non sono gaussiani.

La scala dei valori registrati dall'ADC è compressa da 10 a 8 *bits* come in figura.



La precisione di compressione e decompressione è limitata dalla qualità del grafico. Una descrizione più accurata si potrebbe ottenere con una *look-up table*, o con una funzione, o alcune funzioni raccordate fra di loro.

Per i calcoli che seguono assumere che non c'è compressione tra 0 e 35.

Le misure ottenute con l'ADC consistono tipicamente di *clusters* di 5 valori contigui con la forma rappresentata in figura. La quantità che si vuole conoscere è la somma (potrebbe essere un'energia) di tutte le ampiezze in un *cluster*.

Calcolare l'errore assoluto () e relativo ()/ della somma per due misure il cui valore centrale nel *cluster* prima della compressione sia per l'una 100 e per l'altra 1000:

C1 - quando non si applica compressione;

C2 - dopo compressione-decompressione.

