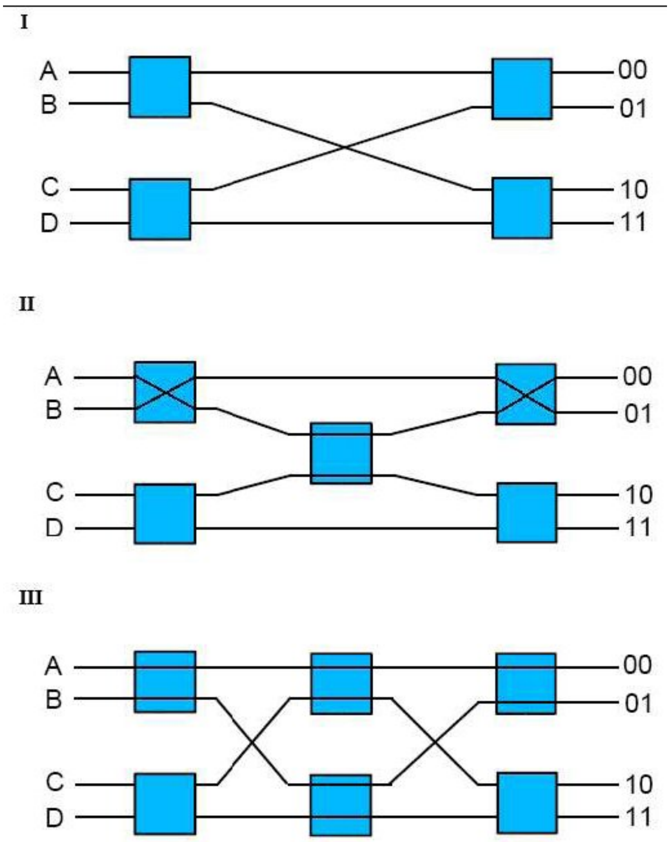
Marco Musich

Esercizi d'esame per il corso di Trigger & DAQ

A-Commutazione

- **A1)**
  - In tutti i casi si possono fare connessioni tra ingresso e uscita. Esiste più di una strada nei seguenti casi:
    - ***Configurazione I*** – **MAI**
    - ***Configurazione II*** - {A→{00,01}},{B→{00,01}},{C→{10,01}},{D→{00,01}}
    - ***Configurazione III*** – **SEMPRE**
- **A2)**
  - Verifica delle connessioni simultanee: {A→00},{B→01}



- **A3)**
  - Tabella di commutazione:

Configurazione di switch	*I*	*II*	*III*
{A→00},{B→01},{C→10},{D→11}	No	Si	Si
{A→01},{B→10},{C→11},{D→00}	Si	Si	Si
{A→10},{B→11},{C→00},{D→01}	No	No	Si
{A→11},{B→00},{C→01},{D→10}	Si	Si	Si

- **A4)**
  - Tabella di commutazione:

Configurazione di switch	***A4***
{A→00},{B→01},{C→10},{D→11}	**Si**
{A→01},{B→10},{C→11},{D→00}	**Si**
{A→10},{B→11},{C→00},{D→01}	**Si**
{A→11},{B→00},{C→01},{D→10}	**Si**

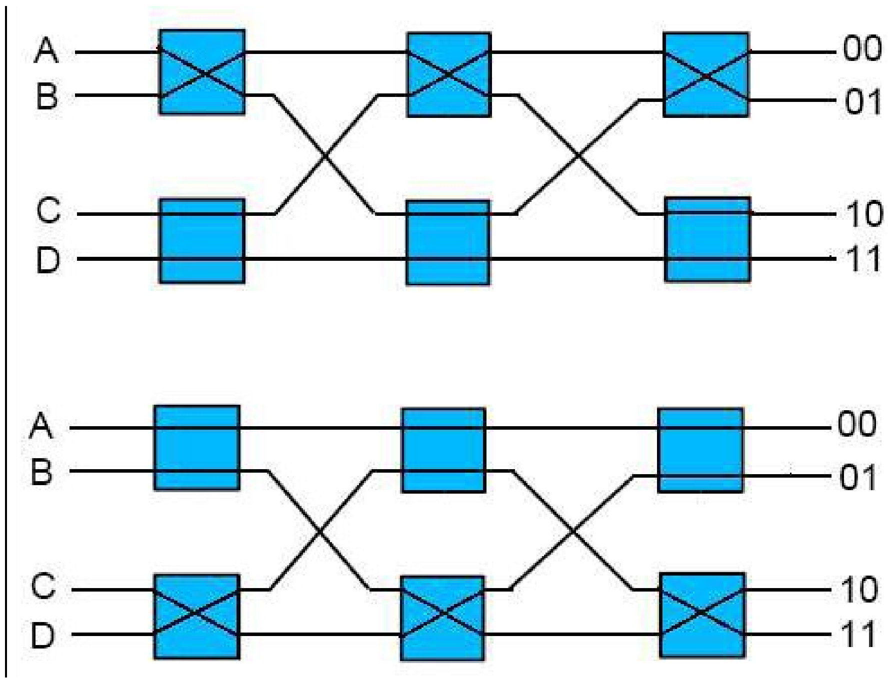
Questa rete non permette a due ingressi collegati ad un unico switch di andare a 2 uscite collegate ad un unico switch.

Cambiando l'orine degli ingressi la permutazione equivalente è la seguente:

{A→00},{C→10},{B→01},{D→11}
{A→01},{C→11},{B→10},{D→00}
{A→10},{C→00},{B→11},{D→01}
{A→11},{C→01},{B→00},{D→10}

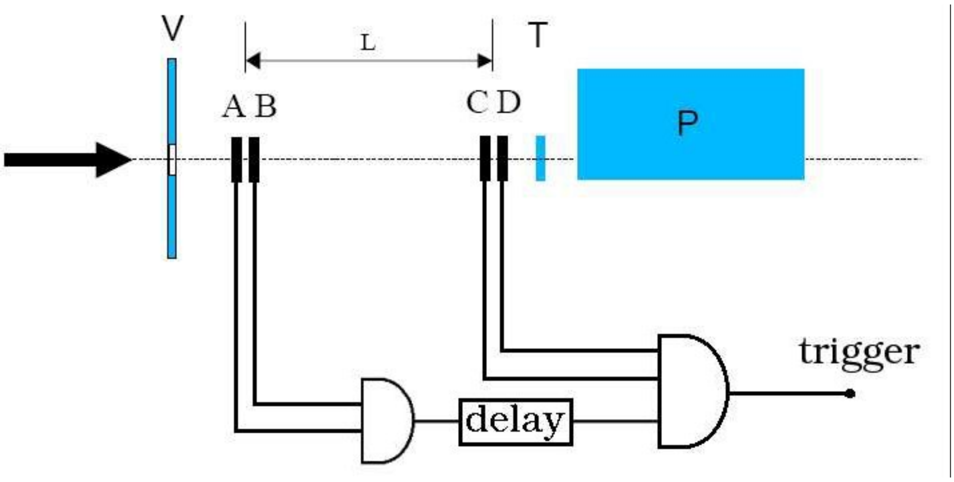
A5)

Nella configurazione **III**, 2 modi per avere {A→00},{B→10},{C→01},{D→11}:



B-Test Beam

- **B1**
  - La configurazione logica di Trigger per il Test Beam è la seguente:



- **B2)**
  Per calcolare la larghezza minima che deve avere l'impulso dobbiamo considerare il caso in cui il fascio passa esattamente a metà tra i fili, quindi ad una distanza di 1mm da essi. $\Delta t = 20$ ns/mm * 1 mm = 20 ns.

- **B3)**
  Se i singoli segnali hanno una densità di probabilità uniforme in un intervallo temporale tra 0 e T, la distribuzione cumulativa è:
  - **0 per x < 0**
  - **x/T per 0 < x < T**
  - **0 per x > T**

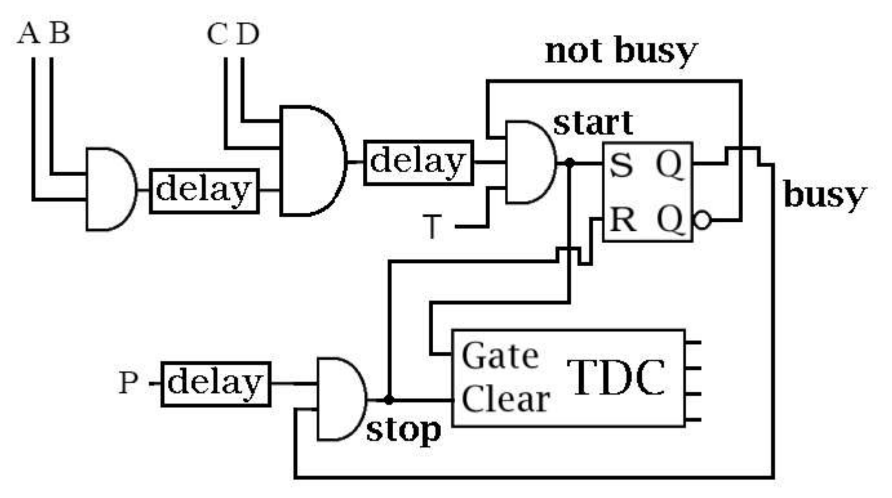
  nell'intervallo 0 < x < T, la distribuzione cumulativa dell'AND dei 4 segnali è:

$$\boxed{\mathbf{P_{AND} = (x/T)^4}}$$

  Passiamo ora alla densità di probabilità, che da la forma del segnale:

$$\boxed{\mathbf{dP_{AND}/dx = 4x^3/T^4}}$$

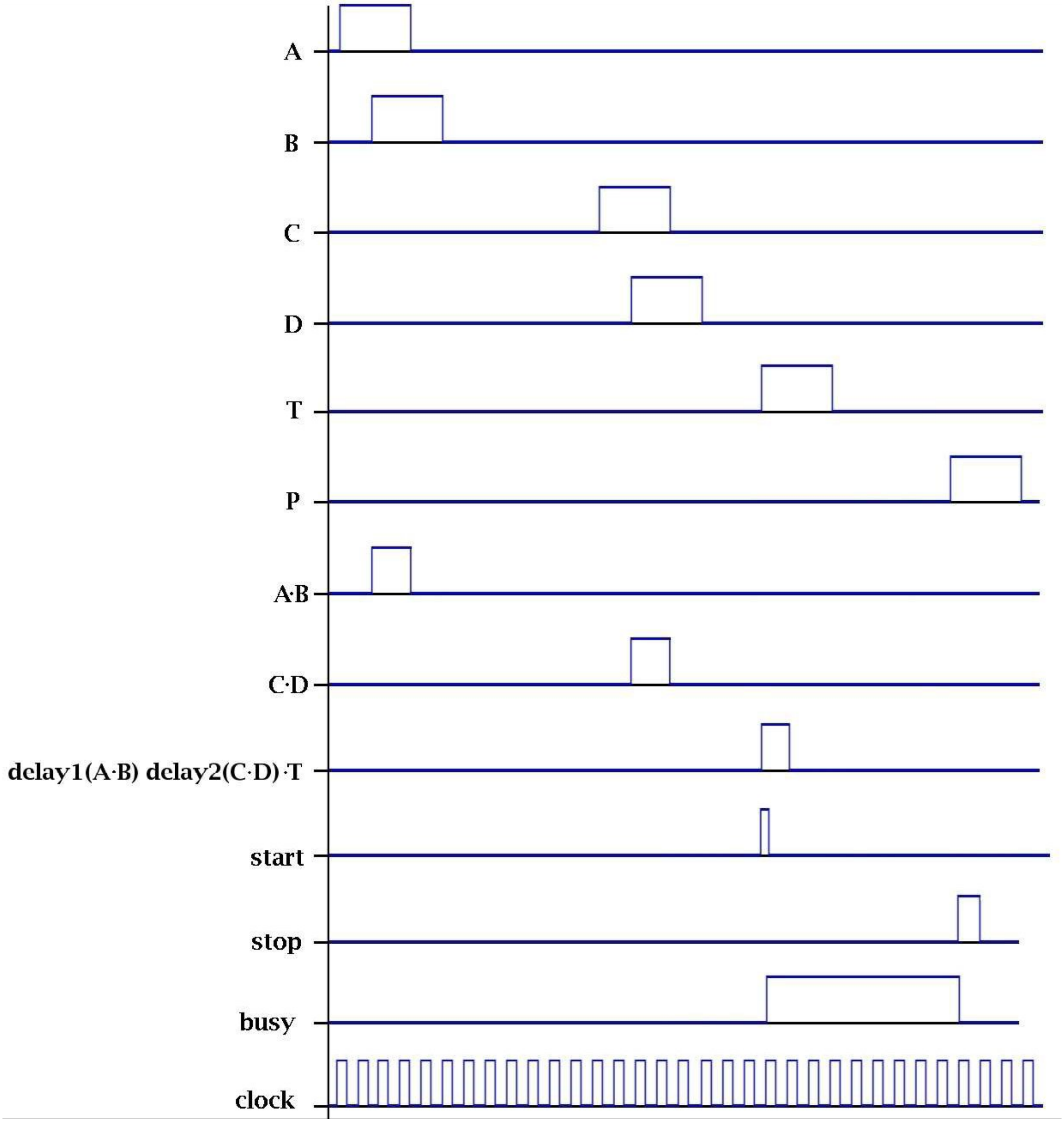
- **B4)**



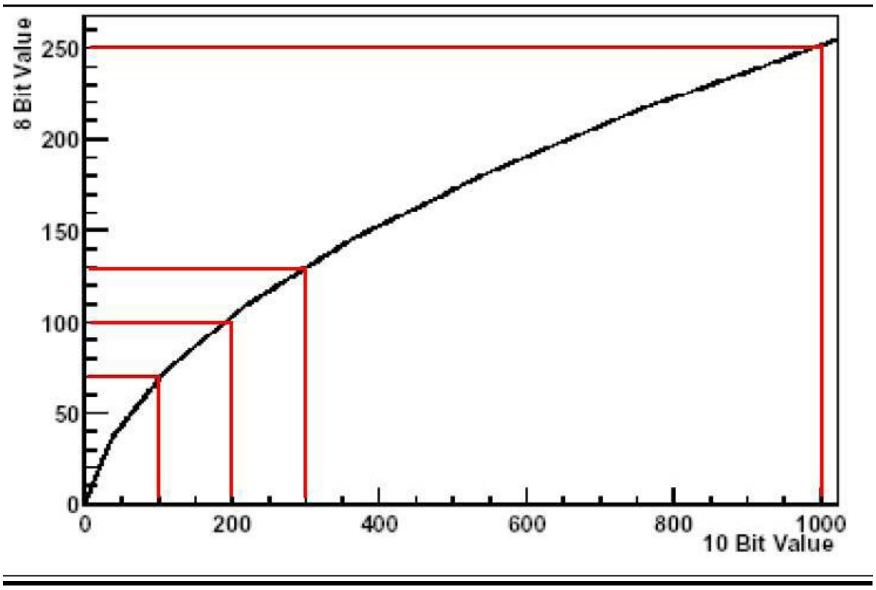
- **B5)**

Se il fascio è perpendicolare al piano e i i piani di camere a fili sono uguali, la differenza temporale trai segnali A e B è la stessa dei segnali C e D.
La differenza tra i segnali **AND**(A,B) e **AND**(C,D) è dovuto al tempo necessario per percorrere la distanza *L* dal fascio, quindi per far coincidere questi segnali bisogna mettere un delay dopo **AND**(A,B).
Il segnale di start e stop avviano e resettano il TDC, il segnale di clock va sul TDC e sul flip-flop S-R.

Timing Diagram dei segnali coinvolti nel test-beam



B-Compressione della scala ADC



Una misura fatta con un flash ADC produce un numero intero N, approssimato per difetto: il valore di attesa di una tale misura è E(x) = N + ½ e la varianza è pari ad un 1/12 siccome la densità di probabilità p(x) di misurare un certo N è uniforme e di larghezza un bit.
Quando non c'è compressione abbiamo 5 misure indipendenti con varianza 1/12 ciascuna.

La varianza σ^2 della somma di funzioni aleatorie non correlate $\Sigma = \Sigma_i p_i(x)$ è la somma delle varianze delle funzioni invidiali ($\sigma^2_p = e_i^2$) cioè:

$$\boxed{\Delta^2(\Sigma) = \Sigma_i \sigma_i^{\ 2} = \Sigma\, e_i^{\ 2}}$$

- **C1) Senza compressione**

  - Caso A (valore centrale 100)
    Valore totale $\mathbf{\Sigma}$ = = 100 + 2 * 30 + 2 * 20 = 200
    Errore assoluto $\mathbf{\Delta} = \sqrt{(5/12)} \sim 0.645$
    Errore relativo $\mathbf{\Delta/\Sigma} = \sqrt{(5/12)}\ /200 \sim 0.31$ %

$$\boxed{\begin{array}{l} (\ \Sigma = \Sigma_i\, a_i\ )\ \ a_i \text{ valori centrali} \\ (\ \Delta = \sqrt{\ \Sigma_i\, e_i^2})\ \text{errore abs} \end{array}}$$

    Caso B (valore centrale 1000)
    Valore totale $\mathbf{\Sigma}$ = 1000 + 2 * 300 + 2 * 200 = 2000
    Errore assoluto $\mathbf{\Delta} = \sqrt{(5/12)} \sim 0.645$
    Errore relativo $\mathbf{\Delta/\Sigma} = \sqrt{(5/12)}\ /2000 \sim 0.032$ %

- **C2) Con compressione e decompressione**

Quando si va incontro al processo di compressione-decompressione non c'è più corrispondenza biunivoca tra il valore d'origine e il valore finale.
Partendo dal numero in 10 bits N se il rapporto di compressione locale è R si ottiene un numero in 10 bits N*R compreso tra M e M+1.

Facendo il percorso inverso e ipotizzando che M+ ½ sia il valore di partenza a 8 bits più attendibile si ottengono più valori di N (a 10 bits) possibili compresi nell'intervallo compreso fra M*R e (M+1)*R.

Questo intervallo determina la varianza, facendo l'ipotesi che la densità di probabilità P(N) sia uniforme.

- Caso A (valore centrale 100)
  La compressione porta i valori centrali a: 100→60; 30→30; 20→20;
  Per trovare l'errore nel processo compressione - decompressione bisogna fare il rapporto tra il valore a 10 bits e il valore a 8 bits e arrotondare per eccesso:
  Per la prima misura il processo di compressione – decompressione raddoppia l'errore (2 bits). La varianza della distribuzione uniforme di ampiezza 2 vale 1/3.
  Per le restanti misure rimane l'errore rimane invariato 1/12.
  Errore assoluto $\boldsymbol{\Delta} = \sqrt{[(1 + 1 + 4 + 1 +1)/12]} = \sqrt{3}/4 \sim 0.866$
  Errore relativo $\boldsymbol{\Delta/\Sigma} = (\sqrt{3}/4)/200 = 0.43\ \%$

  Caso B (valore centrale 1000)
  Compressione: 1000→250; 300→130; 200→100;
  Facendo il rapporto tra il valore a 10bit e 8bit e arrotondando per eccesso si ottiene:
  Per il valore 100 l'errore è raddoppiato (2 bits), per 300 triplicato (3 bits), per 1000 quadruplicato (4 bits).
  Errore assoluto $\boldsymbol{\Delta} = \sqrt{[(16 + 9 * 2 + 4 * 2)/12]} = \sqrt{7/2} \sim 1.871$
  Errore relativo $\boldsymbol{\Delta/\Sigma} = \sqrt{(7/2)}/2000 = 0.009\ \%$