

Generalità sugli oscilloscopi digitali

Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

Gli oscilloscopi digitali

- struttura generale
- visualizzazione
- campionamento

Torino, 28-May-02

1

Generalità sugli oscilloscopi digitali

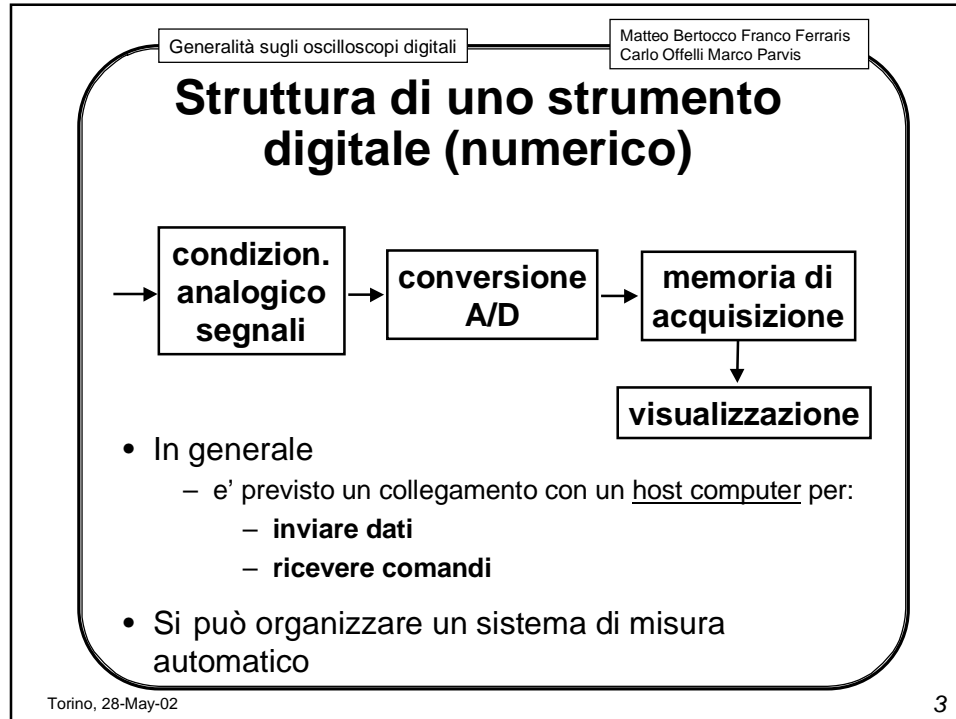
Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

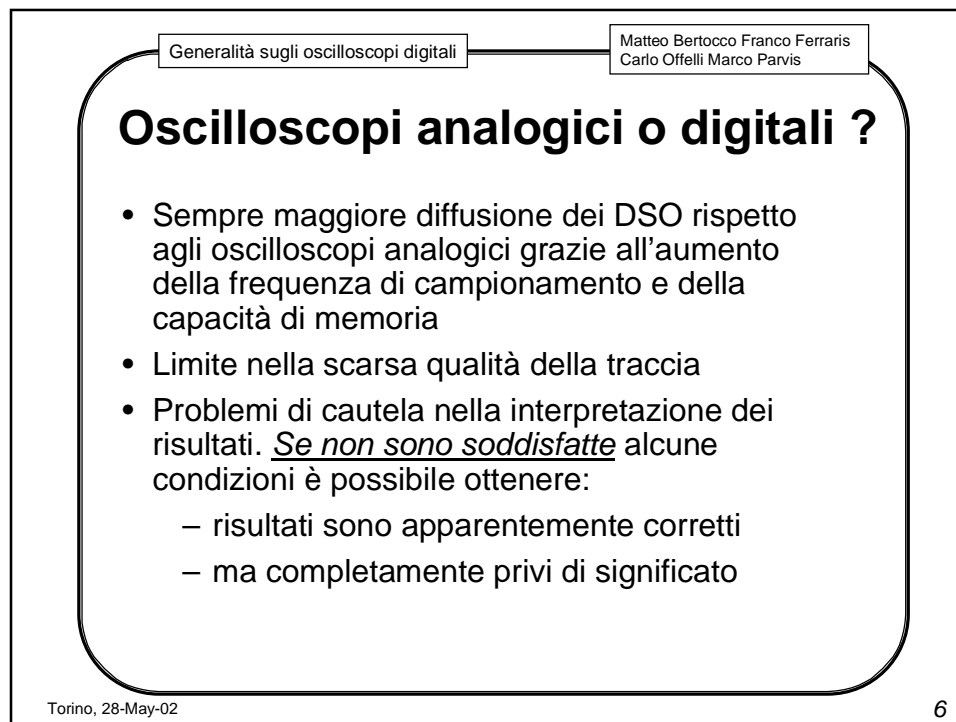
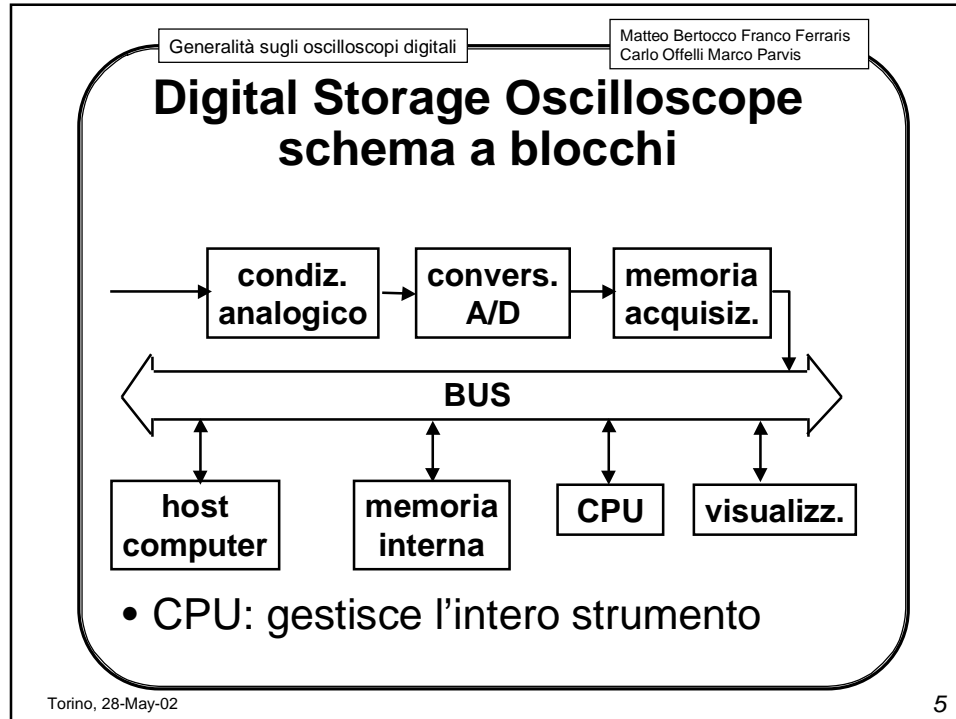
Testi consigliati

- C. Offelli - Strumentazione elettronica - Edizioni Libreria Progetto - Padova - 1991
- G. Costanzini, U. Garnelli - Strumentazione e misure elettroniche - Zanichelli - Bologna
- C. Offelli, D. Petri - Lezioni di strumentazione elettronica - CittàStudiEdizioni - Milano - 1994

Torino, 28-May-02

2



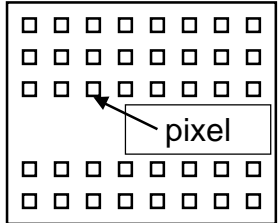


Generalità sugli oscilloscopi digitali

Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

Schermo (display) di un DSO

- I DSO impiegano tubi raster come i calcolatori e i televisori
- Lo schermo è una matrice di N_y righe per N_x colonne



Ogni Pixel è un'areola molto piccola di sostanze che eccitate da un fascio di elettroni di adeguata energia diventano luminose

Torino, 28-May-02

7

Generalità sugli oscilloscopi digitali

Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

Visualizzazione della traccia

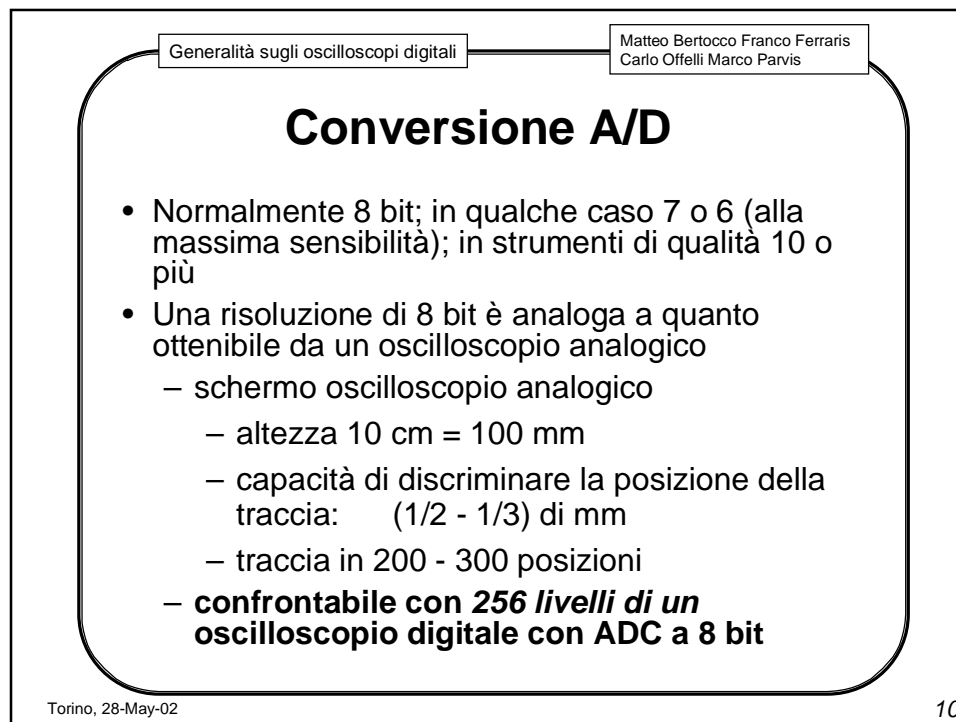
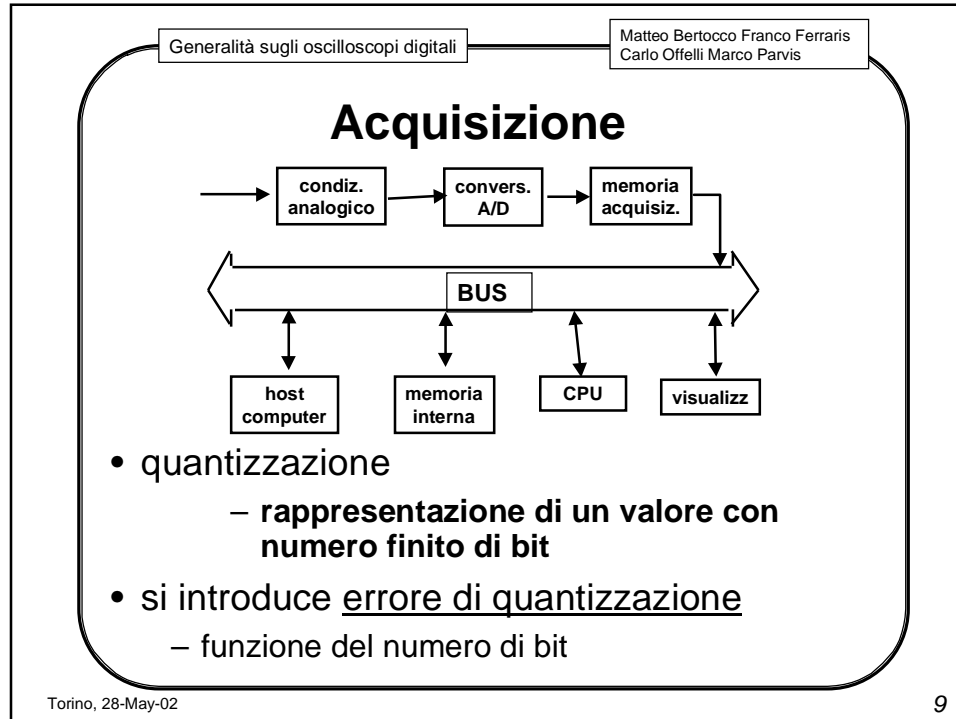
Due fasi distinte:

- Acquisizione dei campioni
- Visualizzazione della traccia per punti o con linee che collegano i punti

Il calcolo delle linee è demandato alla CPU

Torino, 28-May-02

8



Generalità sugli oscilloscopi digitali

Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

Campionamento

Si trasforma un **segnale analogico** in una **sequenza di campioni**

$$x(t) \longrightarrow x[nT_c]$$

T_c = periodo di campionamento
 F_c = frequenza di campionamento $F_c = 1/T_c$

Torino, 28-May-02

11

Generalità sugli oscilloscopi digitali

Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

Campionamento

- Segnale campionato, o sequenza: è definito solo negli istanti di campionamento nT_c ($-\infty < n < +\infty$)
- Vale il Teorema di Shannon
 - se il segnale è limitato in banda, cioè con trasformata di Fourier $X(f) = 0$ per $f > B$
 - e se $F_c > 2B$
 - allora il campionamento non introduce perdita di informazione

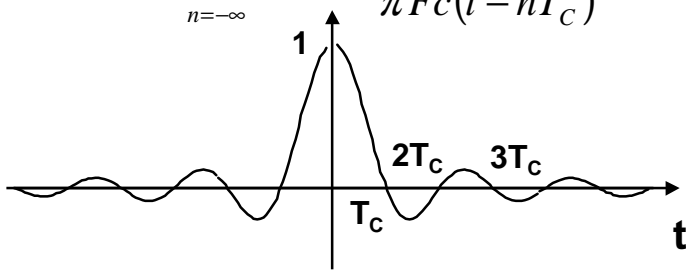
Torino, 28-May-02

12

Generalità sugli oscilloscopi digitali
Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

Campionamento

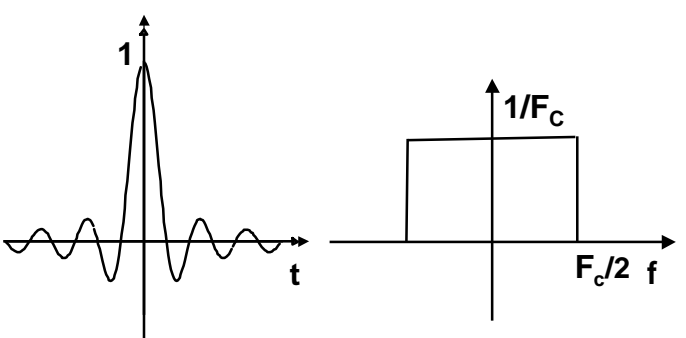
- formula di ricostruzione
 - dai campioni si può risalire al segnale tempo - continuo impiegando una formula di pesatura 'sinc'

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x[nT] \frac{\sin \pi F_c(t - nT_c)}{\pi F_c(t - nT_c)}$$


Torino, 28-May-02
13

Generalità sugli oscilloscopi digitali
Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

Campionamento



- **funzione sinc**
 può essere interpretata come un filtro **passa-basso ideale**

Torino, 28-May-02
14

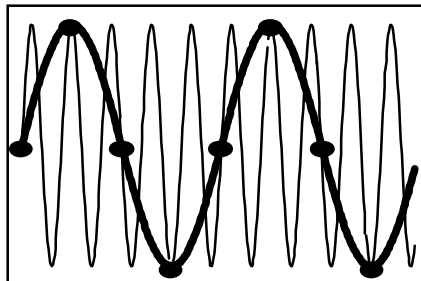
Ricostruzione nel tempo

- i nuclei sinc sono centrati negli istanti di campionamento, ognuno con ampiezza funzione del valore del campione
- è necessario conoscere una infinità di campioni, sia passati sia futuri rispetto al generico istante t
- la formula ha interesse teorico; in pratica è necessario introdurre qualche approssimazione



Fenomeno dell'aliasing

Non soddisfare la condizione $F_c > 2B$ fa perdere informazione alla sequenza generando il fenomeno dell'aliasing



Intuitivamente: per evitare di attribuire i campioni disponibili ad un altro segnale è necessario aumentare la frequenza di campionamento

Aliasing nel dominio della frequenza

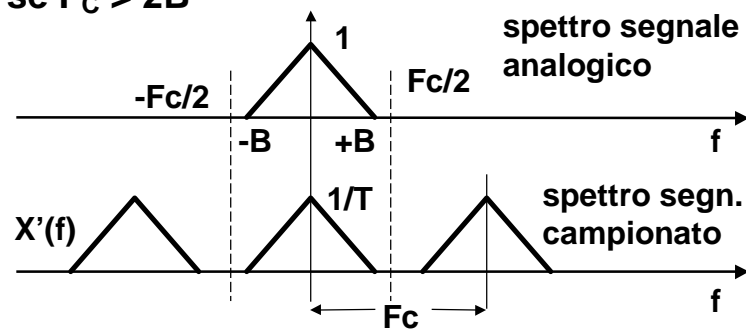
- operazione di campionamento

introduce una
periodicizzazione
dello spettro del segnale

con periodo pari a F_C

aliasing: dominio della frequenza

se $F_C > 2B$



- ogni periodo dello spettro periodicizzato, a meno di una traslazione, è uguale allo spettro di partenza

Generalità sugli oscilloscopi digitali

Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

aliasing: dominio della frequenza

$F_c < 2B$

- lo spettro periodicizzato differisce da quello di partenza
 - la ricostruzione dà luogo a un segnale diverso da quello originario

Torino, 28-May-02 19

Generalità sugli oscilloscopi digitali

Matteo Bertocco Franco Ferraris
Carlo Offelli Marco Parvis

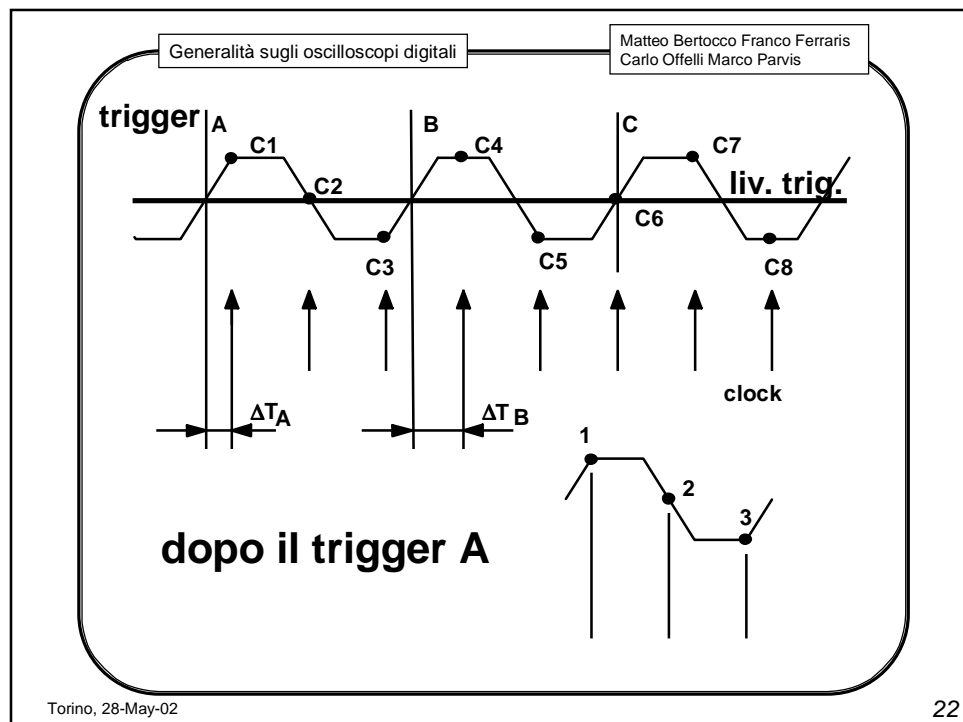
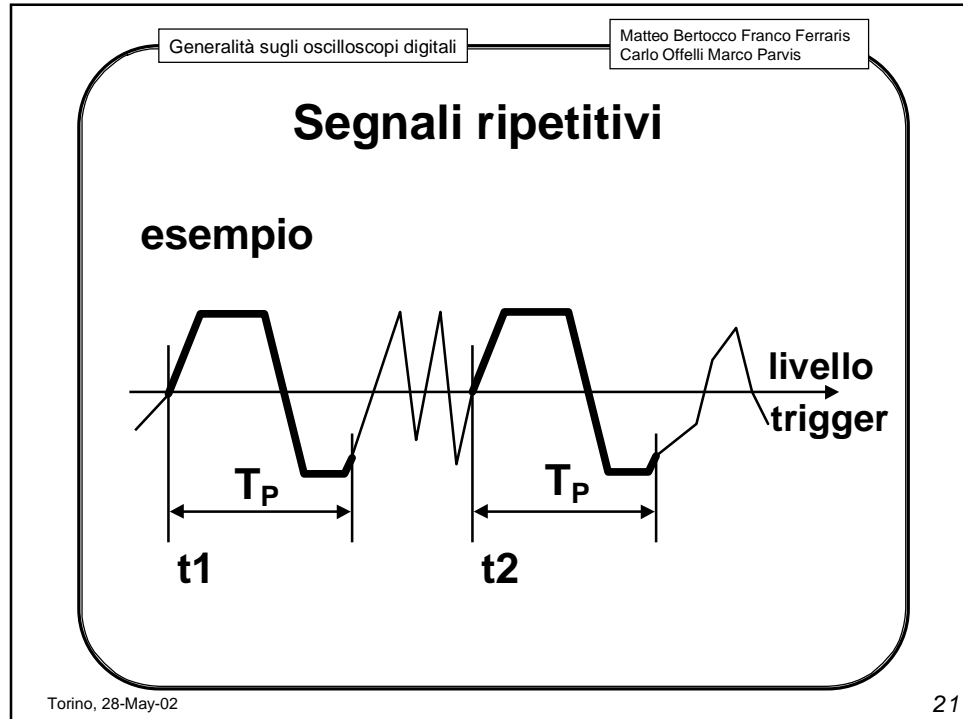
Quindi ...

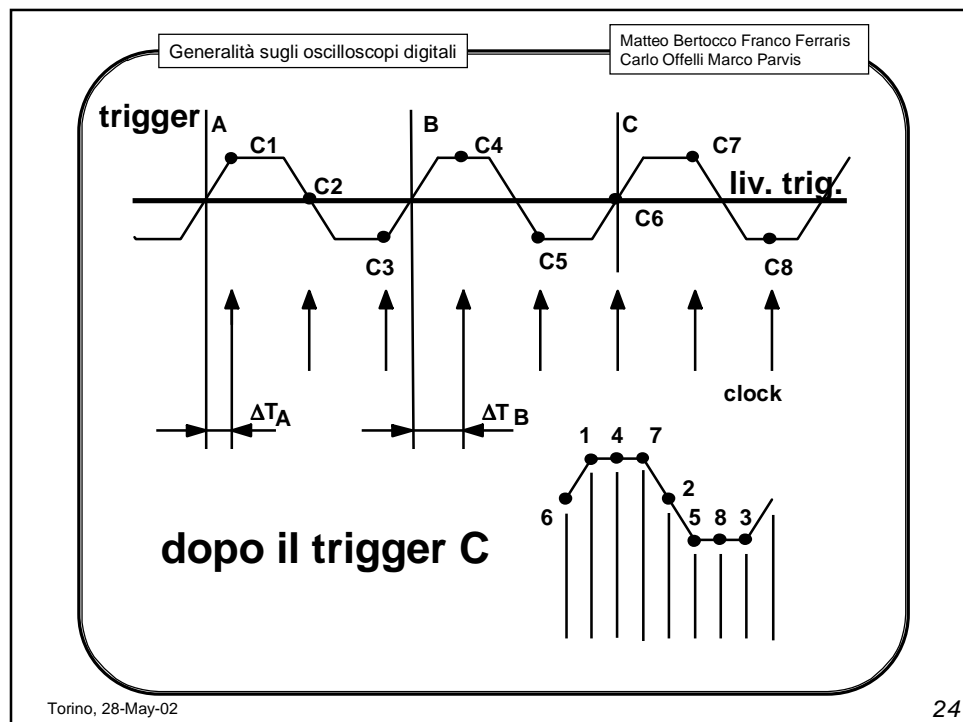
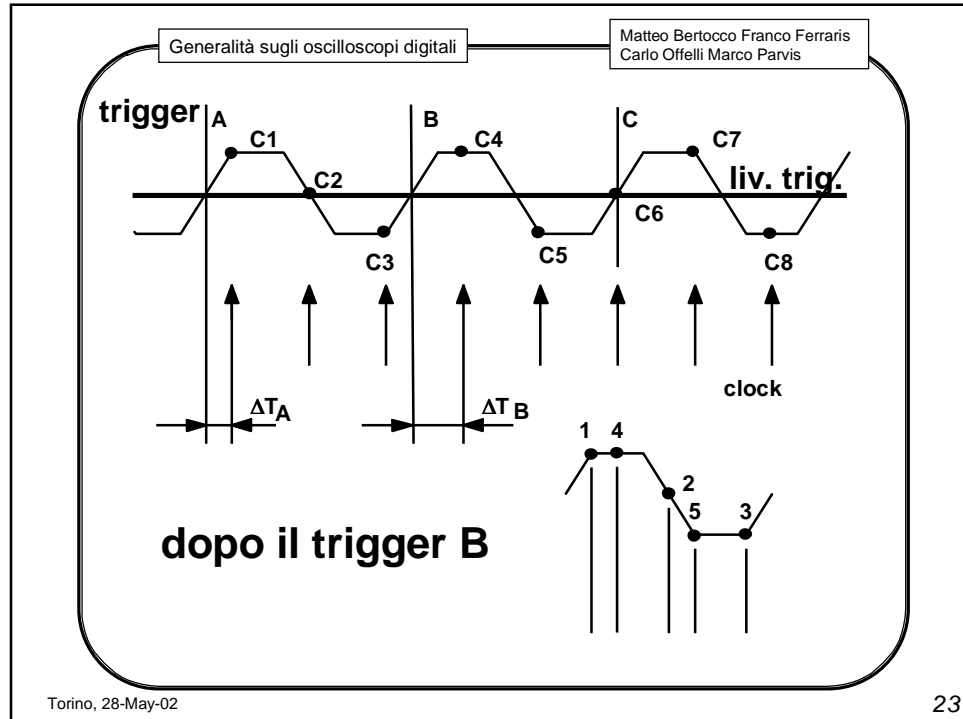
- Non è **in generale** possibile osservare segnali con contenuto in frequenza superiore a $F_c / 2$
- La massima frequenza di campionamento di un oscilloscopio è un parametro fondamentale nella definizione del costo dello strumento

Però ...

- Se i segnali sono ripetitivi (gli oscilloscopi analogici lavorano solo con segnali ripetitivi !!) si può ricorrere al
‘campionamento in tempo equivalente’
- Il segnale viene ricostruito prendendo ‘opportunamente’ alcuni campioni da ogni spazzolata

Torino, 28-May-02 20





Sequential sampling

- Il convertitore viene comandato per campionare il segnale con ritardi crescenti rispetto all'istante di trigger
- Si 'baratta' velocità di campionamento con il tempo di attesa prima di avere il risultato
- Può essere realizzato anche con campionamento casuale (random sampling)
- Sul pannello si ha un'indicazione è del tipo
 - 'one-shot' (real time) da usare per segnali transitori
 - 'normal' (con banda passante maggiore) impiegabile solo con segnali periodici, o ripetitivi

Doppia base tempi e doppia traccia

- Non esiste una vera doppia base tempi: i problemi sono risolti dalla possibilità di impostare a piacere ritardi (o anticipi !) del trigger (post-trigger e pre-trigger)
- La doppia (quadrupla) traccia si ottiene semplicemente campionando più canali (con più ADC o con un multiplexer)

Altri comandi dei DSO

- Opzioni di visualizzazione (significative solo per segnali ripetitivi)
 - Average: media di più tracce
 - Peak o Envelope: mostra massimo e minimo per una serie di tracce
 - Cumulative: mostra tutte le tracce senza cancellare lo schermo
- Opzioni di 'misura' (Da usare con grande cautela)
 - FFT
 - Cursori DV e DT
 - Misure automatiche di Tempo di salita, Frequenza, periodo, Sfasamento,