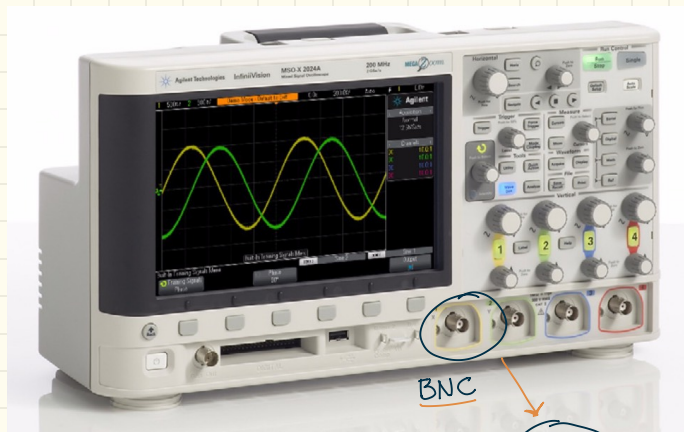


OSCILLOSCOPIO NUMERICO



Siccome dopo aver prelevato i dati questi vengono convertiti in digitale ed immagazzinati, possiamo anche **processare i dati prima di visualizzarli**.

L'operazione fondamentale che facciamo con l'oscilloscopio è la seguente: **dividiamo il momento in cui preleviamo i dati da quello in cui li visualizziamo**. Quello che vediamo è qualcosa che è già avvenuto.

È importante notare che le manopole riportate sul disegno dell'oscilloscopio sono colorate in modo da evidenziare la loro funzione sullo schema.

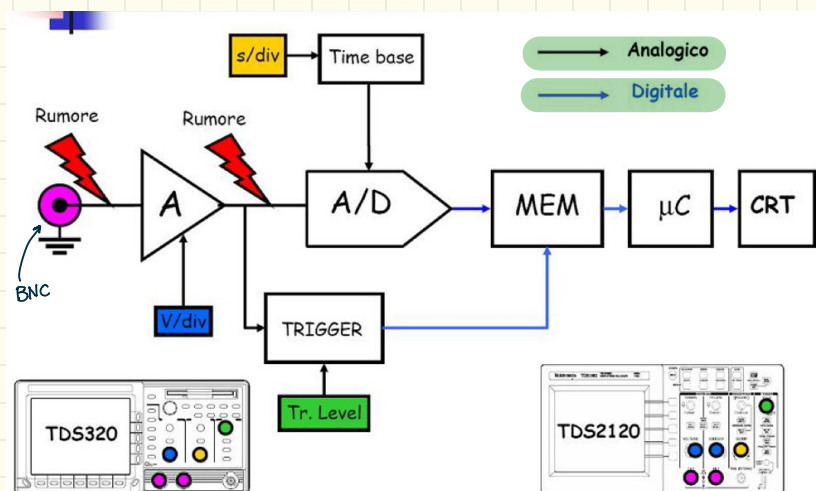
Possiamo prelevare un valore analogico (da una scheda di sviluppo ad esempio) che viene poi **convertito in digitale e visualizzato sul display**.

L'oscilloscopio serve a **catturare una porzione di segnale** da un tempo T1 ad un tempo T2.

È basato su tutte le architetture viste finora.

Cosa guardare quando si acquista un oscilloscopio

- **frequenza di campionamento**: maggiore è questo valore, e più segnali posso analizzare.
- **profondità di memoria**: dopo aver acquisito i dati questi vengono memorizzati. Maggiore è la memoria e più dati posso immagazzinare. Se la frequenza di campionamento è elevata i dati saranno maggiori, e quindi serve più memoria.
- **Quanti segnali si possono osservare contemporaneamente**: solitamente abbiamo 2-4 canali. Ogni canale ha la sua manopola ed un colore identificativo.
- **refresh dello schermo e la sua qualità**
- **modalità di trigger**: la tecnica che ci permette di visualizzare il segnale sullo schermo.



Il comando V/div

Questo oscilloscopio ha **due canali**. Abbiamo una manopola chiamata **Volt/Divisione (V/div)** che ci permette di **cambiare il guadagno dell'amplificatore**, e quindi possiamo aumentare o diminuire la traccia sullo schermo.

Abbiamo v/div perché **lo schermo è diviso da una matrice: ha righe orizzontali e colonne verticali**. Girando la manopola **aumentiamo la distanza tra le righe orizzontali, amplificando il segnale**.

Il comando s/div

Il valore "time base" è controllato da un comando chiamato "secondi a divisione": le colonne verticali indicano gli **intervalli temporali**. Possiamo aumentare e diminuire la distanza tra le linee verticali, in modo da "vedere più tempo" o meno.

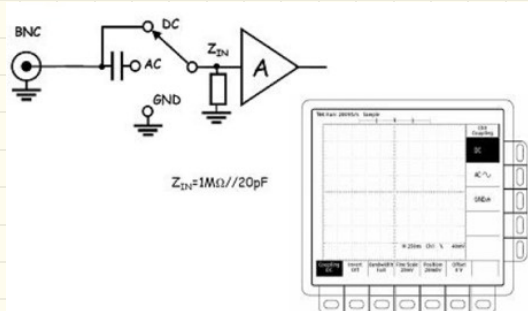
Il comando Trigger Level

Permette di analizzare il segnale analogico in ingresso ed in base ai nostri comandi **opera sulla memoria digitale**.

Il blocco trigger riceve un segnale analogico e produce un segnale numerico. In uscita abbiamo quindi un comando che **agisce in memoria**: dice alla memoria quali dati immagazzinare e quali no.

Questo perché la nostra memoria **è finita** mentre il segnale analogico ovviamente non ha un inizio ed una fine. Una volta che la memoria si satura, non possiamo smettere di campionare e fermarci.

CONDIZIONAMENTO ANALOGICO



Possiamo selezionare una modalità tramite una manopola.

Come calibrare l'oscilloscopio

Posizioniamo la manopola su **ground**, e quindi vedremo una linea continua. Ci basterà spostare l'immagine (con i comandi della macchina) finché la linea continua non si troverà sull'asse delle ascisse (ovvero zero).

Dopo aver fatto questo possiamo spostare la manopola su AC o DC. In ingresso abbiamo un'impedenza **molto grande**.

Accoppiamento in DC

Abbiamo in ingresso un condensatore; questo permette il passaggio **solo alla parte dinamica del segnale**. Questo ci è utile perché nella corrente continua ci sono solitamente delle **piccole variazioni**, che non sarebbero visibili se rappresentassimo **tutto** il segnale (tutta la sua ampiezza).

BANDA

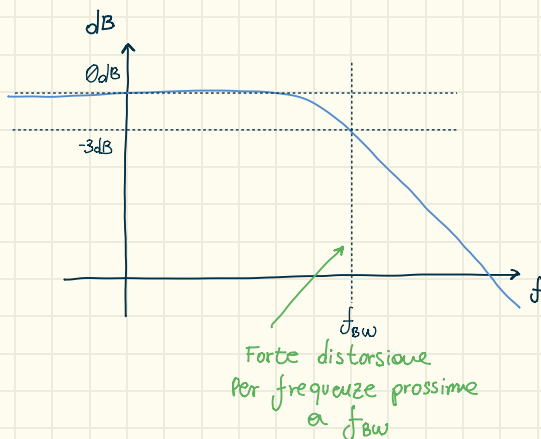
Abbiamo detto che il convertitore può campionare segnali fino alla metà della sua frequenza di campionamento (teorema del campionamento). Quindi potremmo dire che se abbiamo un convertitore ad 1GHz possiamo campionare a 500MHz. Questo in realtà **non è detto**.

Mentre il campionatore lavora a 1GHz, non è detto che **tutti i componenti in mezzo lavorino a quella frequenza**.

Banda passante: è la regione dello spettro di frequenza dove l'effetto di distorsione introdotto dallo strumento è trascurabile.

Possiamo anche *forzare* un segnale nella banda, ma poi non riusciamo a vedere il segnale originale.

Banda passante

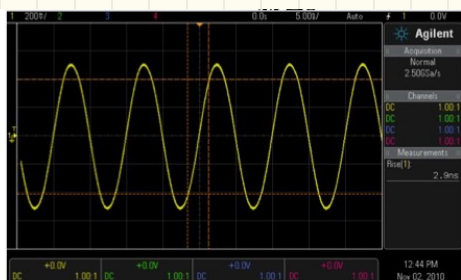


È l'intervallo entro cui il segnale si attenua di 3dB:

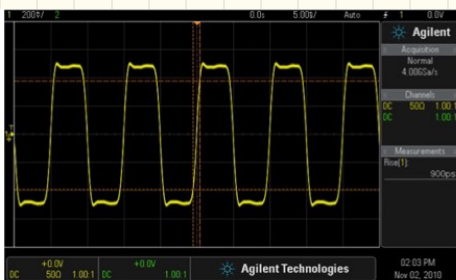
$$20 \log(f_{bw}) = -3dB$$

$$\Rightarrow \log(f_{bw}) = -\frac{3}{20} dB \Rightarrow f_{bw} = 0.71 \%$$

Solo ~70% del segnale passa!



Risposta tramite un oscilloscopio con larghezza di banda di 100-MHz

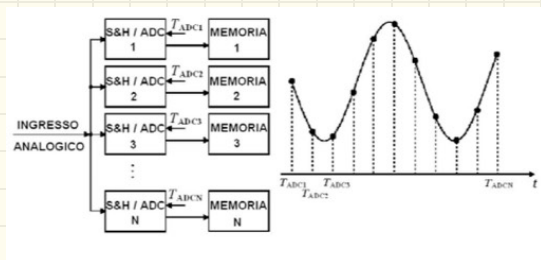


Risposta tramite un oscilloscopio con larghezza di banda di 500-MHz

Se la banda dell'oscilloscopio **non è sufficientemente larga**, non riusciamo a visualizzare correttamente alcuni segnali.

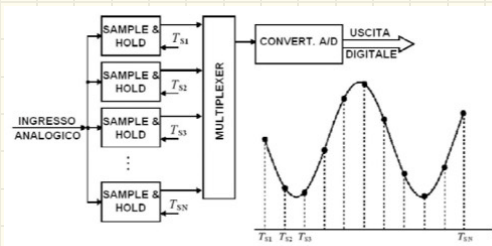
Se avessimo un'onda quadra, che (tramite trasformata di Fourier) è composta da tante armoniche ad altissima frequenza (**sono le armoniche ad alta frequenza che creano gli spigoli del segnale**) non riusciremmo a visualizzarla correttamente con una banda di 100MHz, perché **le frequenze più alte vengono tagliate**.

CONFIGURAZIONE 1



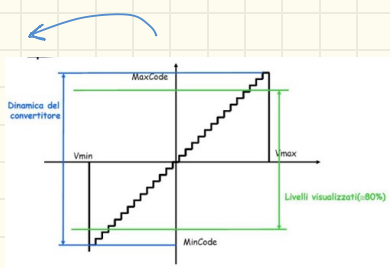
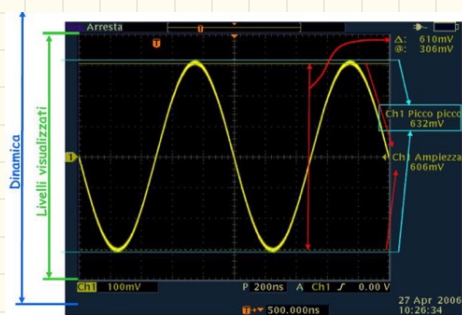
Abbiamo N convertitori a cui l'unico ingresso invia dei dati.

CONFIGURAZIONE 2



Abbiamo N sample & hold ma **un solo convertitore** a cui l'unico segnale arriva tramite un multiplexer.

BENE!

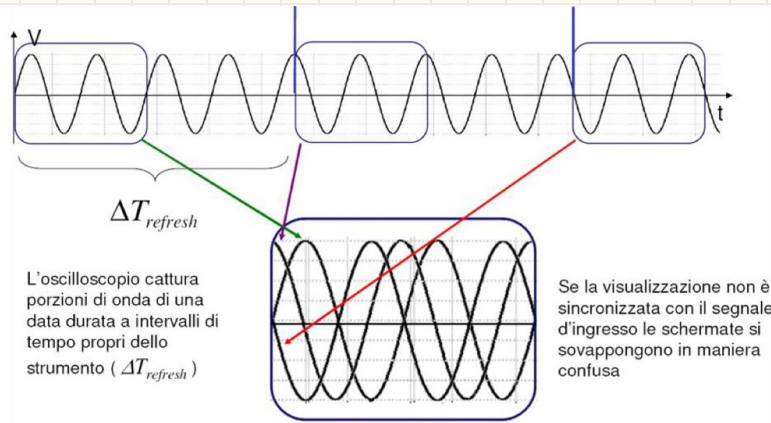


Se visualizziamo il segnale con un'ampiezza non abbastanza grande **non utilizziamo tutti i livelli a nostra disposizione!** È quindi sempre bene fare un **condizionamento iniziale** in modo da utilizzare tutti i livelli disponibili.

MALE!



TRIGGER



È importante sincronizzare tra loro le acquisizioni. Per fare ciò abbiamo bisogno di un **trigger**. Possiamo misurare il segnale **ogni volta che avviene un evento**, come ad esempio il segnale che supera una certa soglia od una certa pendenza.

Siccome il trigger riceve un input analogico ma poi **controlla la memoria**, grazie ad esso **salviamo i dati solo se il segnale ha una certa caratteristica**.

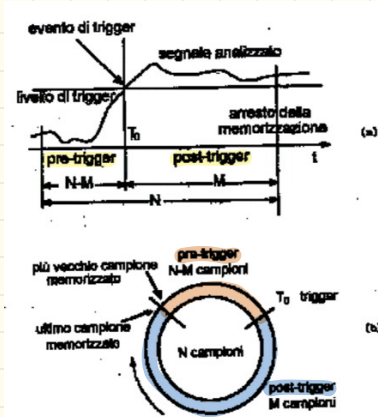
Di conseguenza grazie al trigger sullo schermo vediamo sempre lo stesso segnale, anche se lo stesso non è!

Sorgente: il canale di input dove cercare il segnale.

Livello: ampiezza che deve essere raggiunta dal segnale in fase di salita o di discesa.

Pendenza: il trigger scatta se l'ampiezza del segnale sta aumentando (salita) o diminuendo (discesa)

MEMORIA CIRCOLARE



Siccome l'oscilloscopio memorizza i dati in maniera numerica, e la memoria è di tipo **circolare**, ovvero una volta finita la memoria, i nuovi dati vanno a sovrascrivere **il dato più vecchio in memoria**. Quando si attiva un trigger, abbiamo memorizzato in memoria sia dati **post-trigger** sia dati **pre-trigger**: questo vuol dire che **possiamo vedere anche cosa è accaduto poco prima del trigger**.

Grazie al trigger possiamo anche **shiftare la finestra temporale** che andiamo a visualizzare.