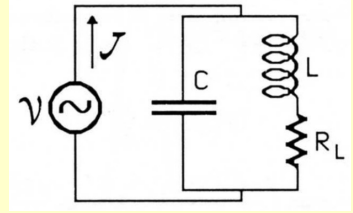


# Fattore di merito



Applicando la definizione del fattore di merito si ricava

$$Q_{0P} = \omega_R \frac{L}{R_L} \left( 1 + R_L \sqrt{\frac{C}{L}} \right) = Q_0 \left( 1 - \frac{1}{Q_0^2} \right)^{1/2} \left( 1 + \frac{1}{Q_0} \right)$$

$$Z = \frac{R_L + j\omega L}{1 + j\omega C(R_L + j\omega L)}$$

e quindi per valori alti di  $Q_0$  si ha  $Q_{0P} \approx Q_0$

L'impedenza del circuito alla risonanza vale

$$Z_p = R_L \frac{1 + j \frac{\omega_R L}{R_L}}{1 - \omega_R^2 C L + j \omega_R C R_L} = \frac{R_L}{1 - \omega_R^2 C L} = R_L Q_0^2 = \frac{1}{R_L} \frac{L}{C}$$

tutta reale (come atteso da definizione) ma non al massimo valore

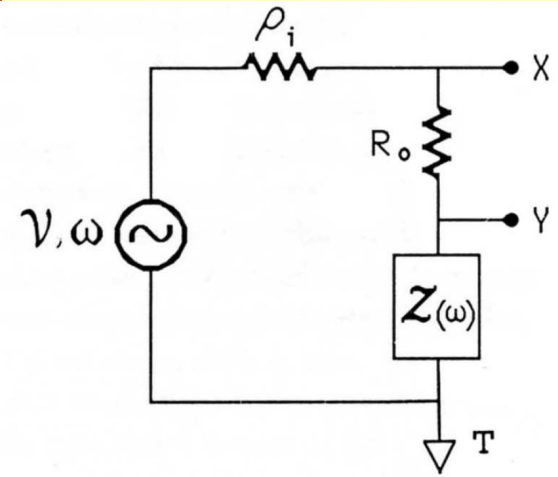
Le correnti che scorrono nei due rami del parallelo sono, indicando con  $J$  quella fornita dal generatore,

$$J_{L0} = J^* Z_{C0} / (Z_{C0} + R_L + Z_{L0}) \approx -j J Q_0 \quad \text{e} \quad J_{C0} \approx j J Q_0$$

ovvero in modulo  $Q_0$  volte quella entrante e sfasate rispetto ad essa di circa  $\pm \pi/2$ , dando luogo al continuo rimbalzo tra energia elettrostatica e magnetica e a cadute (massime) di tensione che questa volta non si compensano ma producono l'innalzamento della tensione ai capi del parallelo (applicazione a ricezione di onde radio)

# Misura della frequenza di risonanza

Nel circuito accanto  
 $Z(\omega)$  rappresenta un circuito risonante  
 $v, \omega$  generatore di tensione con ampiezza e  
frequenza variabili  
 $\rho_i$  resistenza interna del generatore  
 $R_0$  resistore puro



Le tensioni  $V_{XT} = v_x$  e  $V_{YT} = v_y$   
sono legate dalla relazione

$$v_y = v_x \frac{Z(\omega)}{R_0 + Z(\omega)}$$

Inviando le tensioni  $v_x$  e  $v_y$  ai canali x e y dell'oscillografo, la traccia sul monitor è caratterizzata da

$$\begin{cases} x = x_0 \cos \omega t \\ y = y_0 \cos(\omega t + \varphi) \end{cases} \longrightarrow \frac{y^2}{y_0^2} + \frac{x^2}{x_0^2} - \frac{2xy}{x_0 y_0} \cos \varphi = \sin^2 \varphi$$

equazione di un'ellisse che degenera in un segmento di retta di pendenza  $y_0/x_0$  quando  $\varphi = 0$  (risonanza).

# OSCILLOSCOPIO

L'oscilloscopio permette di visualizzare l'andamento di un segnale elettrico nel tempo oppure la relazione temporale tra due segnali elettrici: consente quindi misure qualitative e quantitative di differenze di potenziale e di intervalli di tempo (*es. periodo di oscillazione del segnale in ingresso*).

Questi strumenti di misura elettronici si possono dividere in due gruppi principali: **Analogici e Digitali**.

In laboratorio sono disponibili sia oscilloscopi analogici che digitali.

**Banda passante** → intervallo di frequenze osservabili

Può andare da  $\nu = 0$  fino a  $\left\{ \begin{array}{ll} \nu \approx 250 \text{ MHz} & \text{per oscilloscopi analogici} \\ \nu \approx 1 \text{ GHz} & \text{per oscilloscopi digitali} \end{array} \right.$

# OSCILLOSCOPIO ANALOGICO



Gli oscilloscopi analogici lavorano applicando direttamente la tensione da misurare ad un raggio elettronico che colpisce e illumina lo schermo a fosfori. La tensione deflette il raggio in senso verticale, in proporzione alla sua ampiezza, fornendo una rappresentazione immediata della forma d'onda.

# OSCILLOSCOPIO DIGITALE



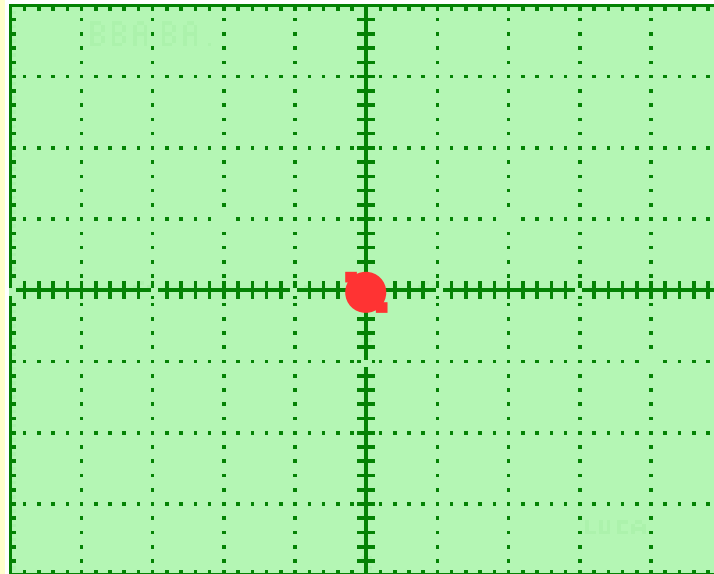
L'oscilloscopio digitale campiona la forma d'onda e utilizza un convertitore analogico-digitale (CAD) per trasformare la tensione da misurare in informazioni digitali, informazioni che vengono successivamente utilizzate per ricostruire la forma d'onda sullo schermo, normalmente a cristalli liquidi (LCD).

In laboratorio sono disponibili sia oscilloscopi analogici che digitali.

# Oscilloscopi Analogici

## Deflessione sullo schermo

### CASO 1: ddp in ingresso nulla



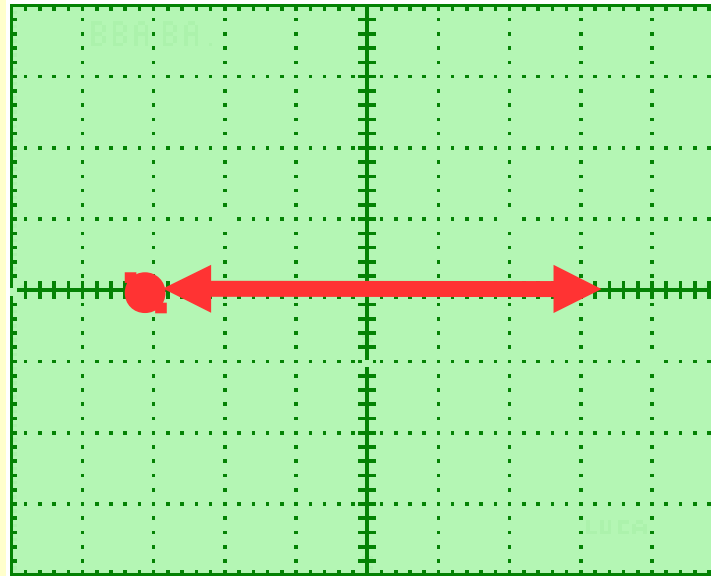
- Al centro dello schermo si determina un puntino luminoso, detto spot.

## Deflessione orizzontale

### CASO 2: ddp in ingresso nulla

Quando sull'asse orizzontale si applica una ddp costante, lo spot luminoso viene spostato orizzontalmente da sinistra verso destra.

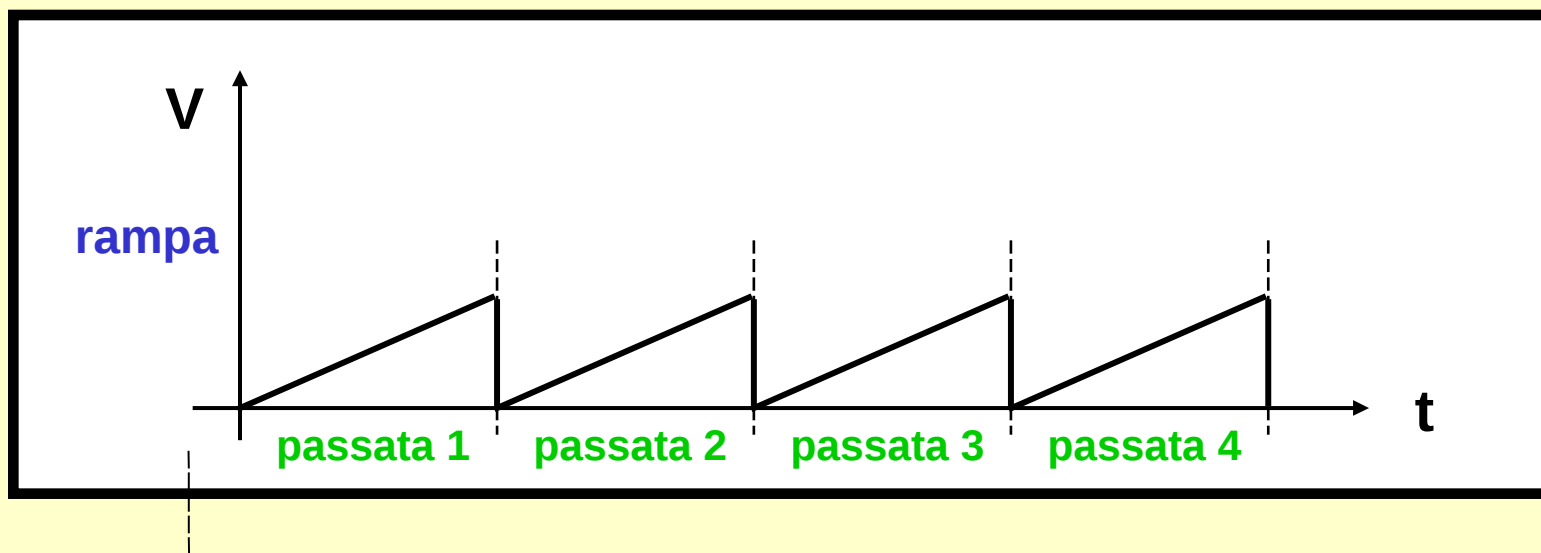
La deflessione visualizzata sullo schermo è proporzionale alla ddp applicata.



Nel normale utilizzo il puntino luminoso si muove verso destra a velocità costante fino a raggiungere l'estremo dello schermo. Ritorna poi rapidamente nel punto di partenza e inizia una nuova scansione.

Applicando una rampa di tensione (dente di sega) alla deflessione orizzontale, il punto luminoso farà una scansione ripetuta dello schermo.

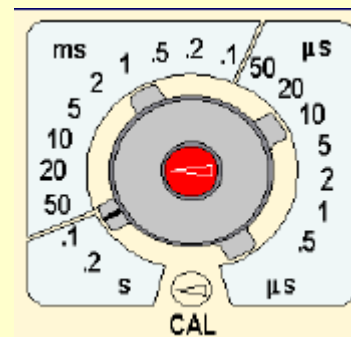
La velocità con cui si muove il punto luminoso sull'asse x è inversamente proporzionale al periodo del segnale di rampa; questo significa che il tempo in cui il punto luminoso percorre l'asse x corrisponde al periodo del segnale.



Per questo motivo, l'asse x è detto anche ASSE DEI TEMPI.

Per questo asse esiste un selettore che imposta la base temporale ossia quanto tempo vale una divisione dello schermo.

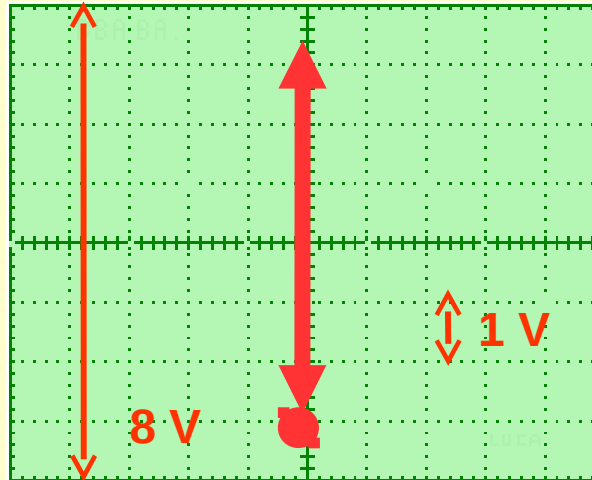
Ognuna di queste "passate" si chiama scansione.



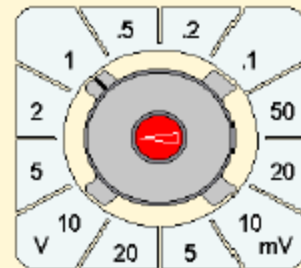


# Deflessione verticale

L'applicazione di una ddp non nulla in ingresso produce la deflessione verticale dello spot luminoso



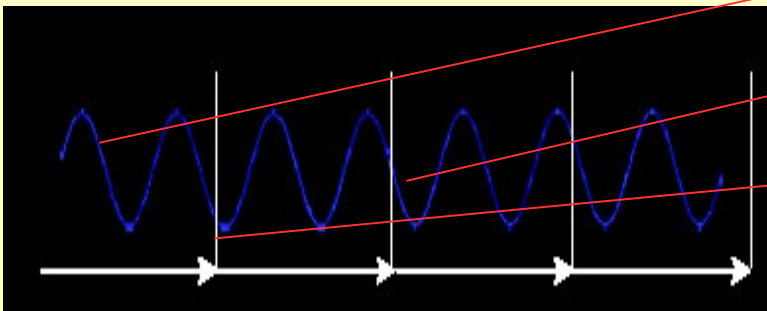
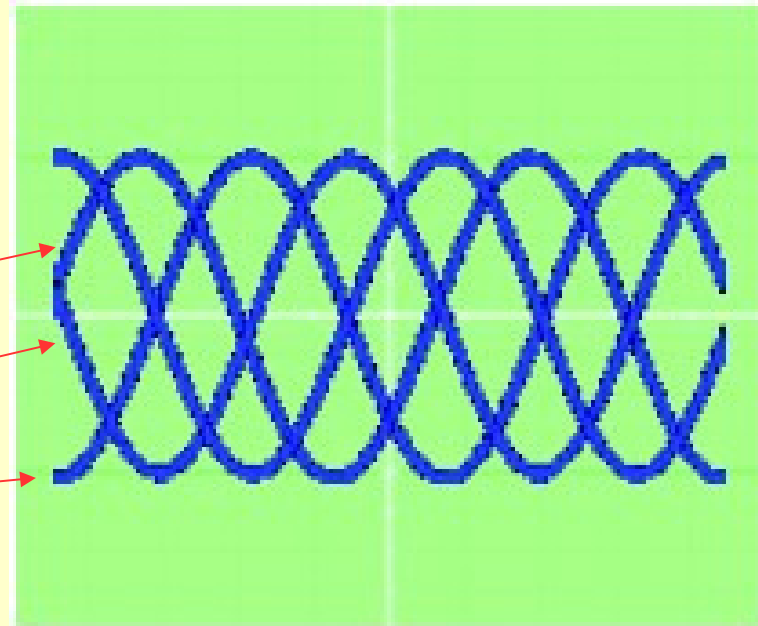
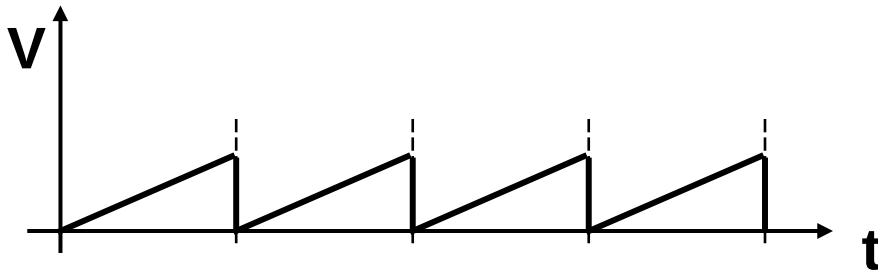
Segnale sinusoidale visualizzato sullo schermo: il puntino luminoso si muove di moto armonico. Questo segnale passa attraverso un amplificatore a guadagno regolabile tramite un apposito selettore che imposta il valore in Y di ogni divisione.



# Deflessioni verticale e orizzontale

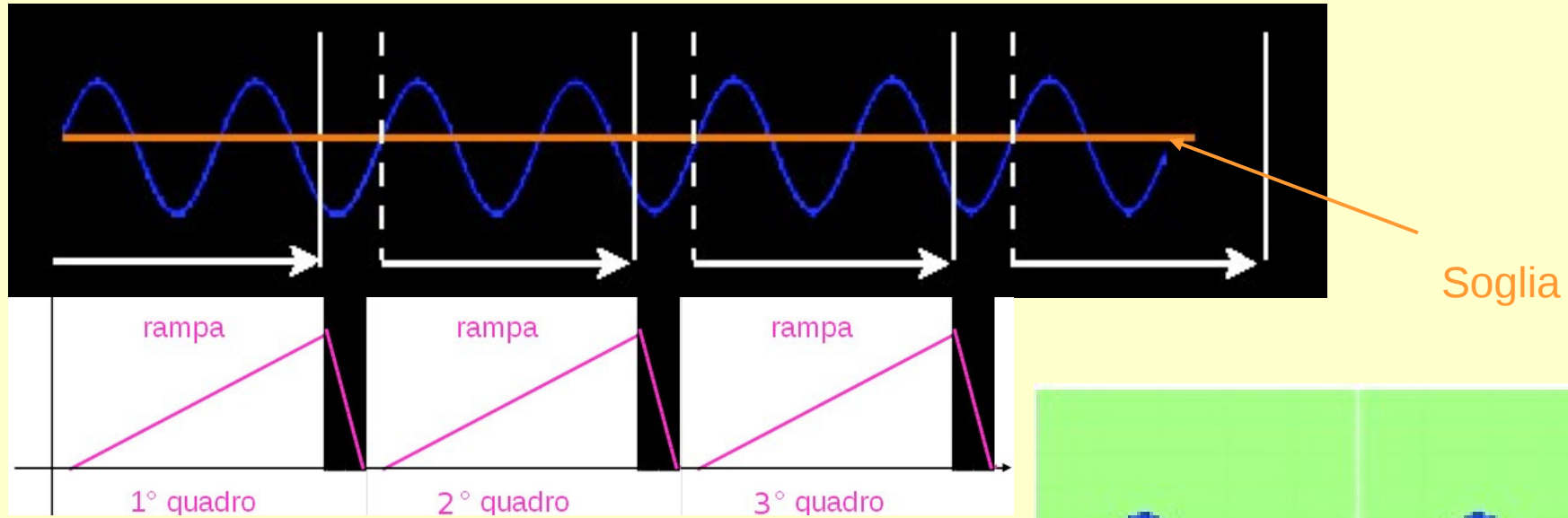
## COMBINAZIONE DEI DUE MOTI

Supponiamo che siano attivi: sulla deflessione orizzontale il segnale a dente di sega (*riferimento temporale*) e sulla deflessione verticale un segnale sinusoidale. Si avrà che il segnale sull'oscilloscopio sarà una combinazione di un moto uniforme sull'asse  $x$  e di un moto armonico (cioè periodico) sull'asse  $y$ . Questo dovrebbe permettere di visualizzare l'andamento del segnale in funzione del tempo e di misurarne il periodo. Ma.....

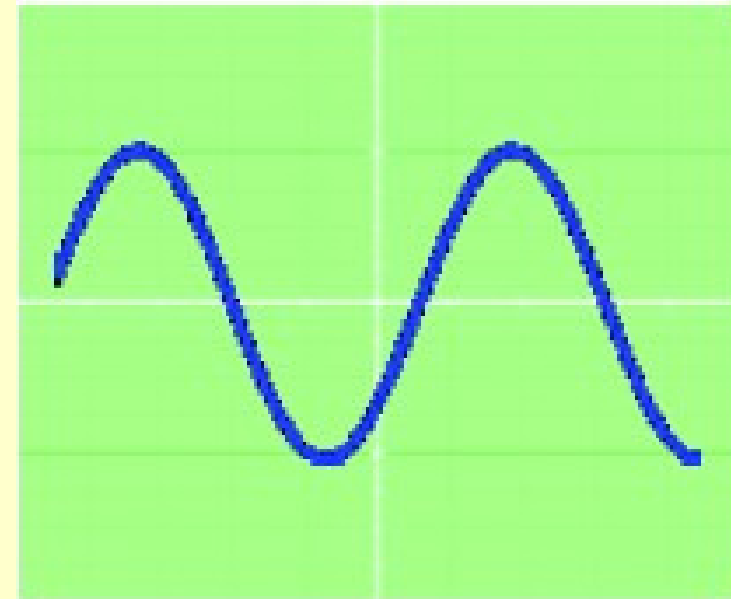


# Trigger

Il trigger determina, grazie ad un comparatore, l'inizio della scansione orizzontale in corrispondenza dell'attraversamento da parte del segnale in ingresso di una tensione di soglia impostabile dall'utente.



La scansione successiva inizia solo quando il segnale attraversa la tensione di soglia. In questa situazione si dice che il trigger è **agganciato** al segnale, o che il segnale è **triggerato** e si riesce ad avere una figura stabile sullo schermo



display

controllo del  
segnale verticale  
(input)

controllo del  
segnale orizzontale

controllo  
del trigger



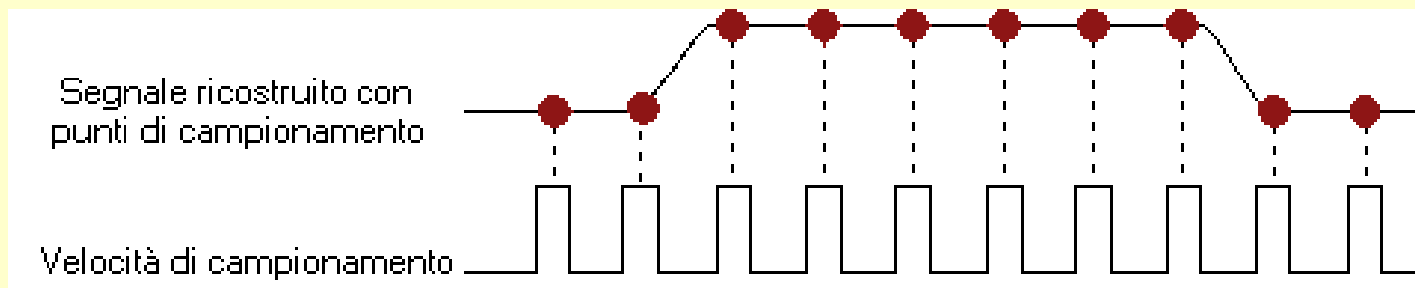
controllo del  
display

input  
esterno

trigger  
esterno

# Oscilloscopio Digitale

Possiede un sistema addizionale di processo dei dati che permette di immagazzinare il segnale in memorie di tipo digitale (**RAM**). Il segnale in ingresso subisce una conversione analogica/digitale (A/D) tramite un **campionamento**. La massima velocità di tale operazione (detta velocità di campionamento e indicata in campioni al secondo, ad es. 2 gigasample/s) determina la bontà di risoluzione dello strumento.



Il segnale viene quindi convertito in una sequenza di parole binarie, successivamente memorizzate nella memoria RAM. Da questa le si prelevano quando si desidera analizzare il segnale e le si inviano a un circuito di riconversione digitale/analogico (D/A) e da qui all'asse Y dello schermo dell'oscilloscopio.

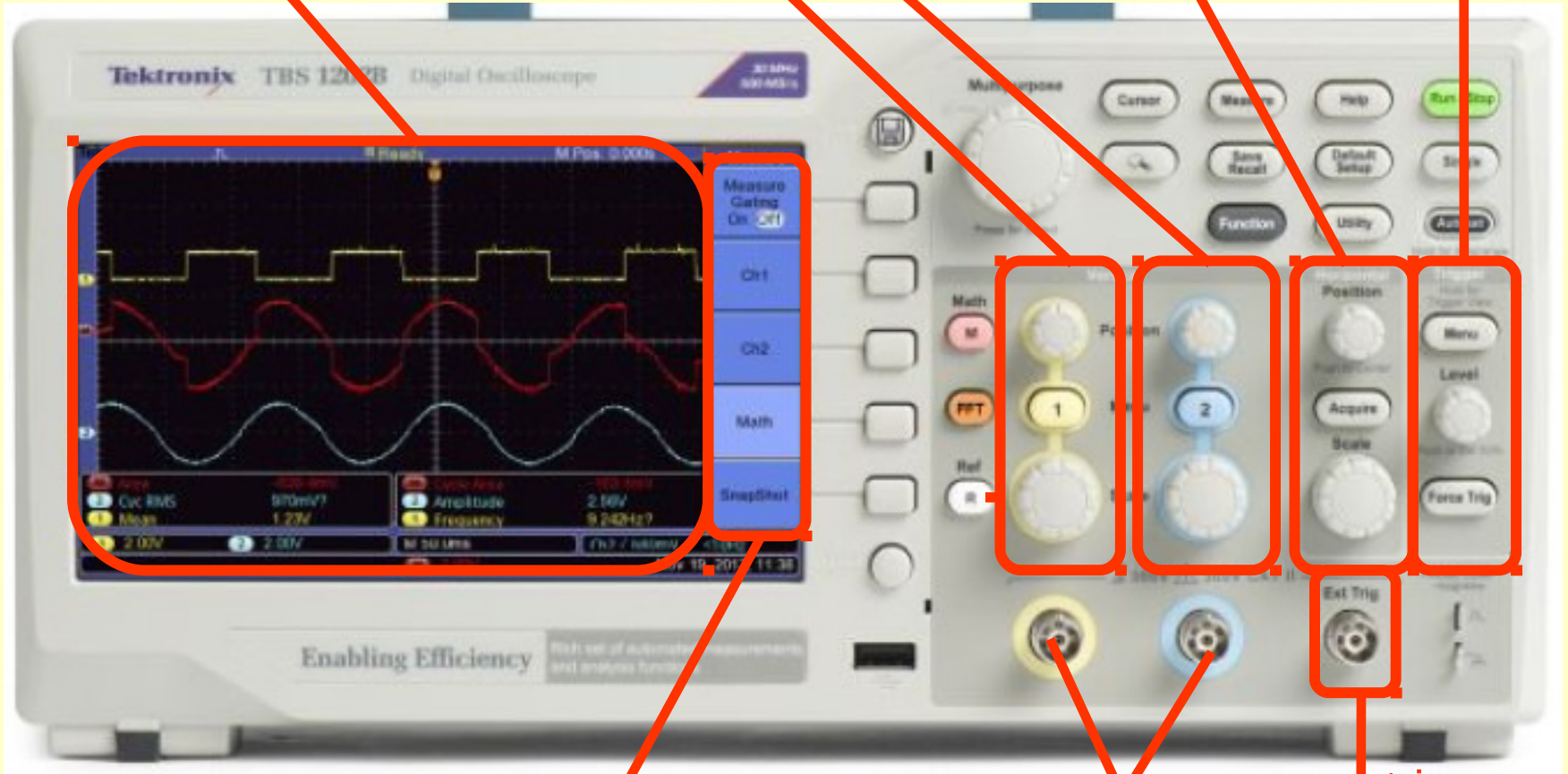
Lo schermo è normalmente del tipo a cristalli liquidi (LCD), cristalli che vengono eccitati puntualmente tramite una tecnologia di transistor a pellicola sottile (TFT).

display

controllo del  
segnale verticale  
(input)

controllo del  
segnale orizzontale

controllo  
del trigger



menu dei  
comandi

input  
esterno

trigger  
esterno