

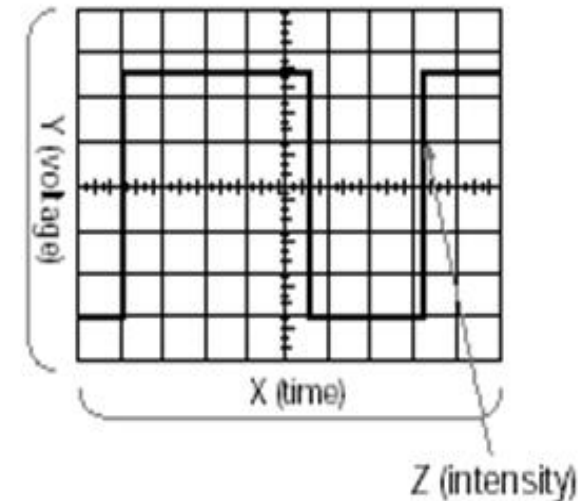
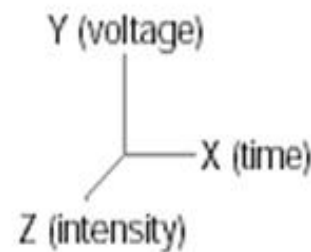


L'oscilloscopio consente di **visualizzare forme d'onda** e più in generale è un dispositivo che visualizza una qualunque funzione di 2 variabili. Per fare ciò esse devono essere o essere trasformate in tensioni elettriche.

Nell'uso più comune l'oscilloscopio visualizza sullo schermo l'andamento in funzione nel tempo (asse X) di una tensione elettrica (asse Y). A volte l'intensità del display è detta asse Z.

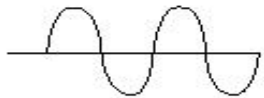
Il grafico rappresentato sullo schermo dell'oscilloscopio consente di effettuare misure e di fornire molteplici informazioni su:

- Forma del segnale
- **Tensioni (\Rightarrow correnti): si può misurare la differenza tra tensione massima e minima ovvero l'escursione picco-picco del segnale**
- Periodi delle forme d'onda (\Rightarrow frequenze)
- Differenze temporali ΔT legate a differenze di fase $\Delta \Phi$
- Si possono individuare la presenza di disturbi e rumore, la presenza di una componente continua o di una alternata sovrapposte in un segnale

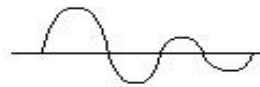




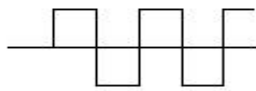
Generatore di forme d'onda



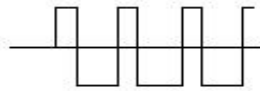
Sine Wave



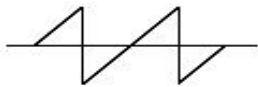
Damped Sine Wave



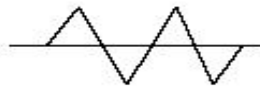
Square Wave



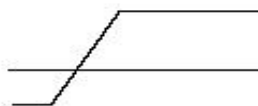
Rectangular Wave



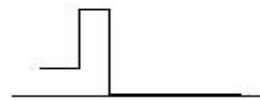
Sawtooth Wave



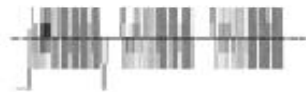
Triangle Wave



Step



Pulse



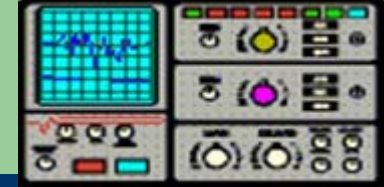
Complex

Forme d'onda: è una rappresentazione grafica di un segnale, per es. un segnale che si ripete periodicamente nel tempo. In questo caso, il ciclo è la porzione di segnale che si ripete nel tempo. Le onde sinusoidali sono fondamentali in quanto la gran parte dei segnali sono costituiti da una sovrapposizione di onde sinusoidali. Si utilizzerà un generatore di onde sinusoidali, triangolari, quadre, ... selezionabili mediante tasti vicino ai quali è indicato il tipo di onda. E' dotato di tasti per variare la scala della frequenza del segnale che può essere ulteriormente variata in modo fine con una manopola. In laboratorio quelli della WAVETEK consentono di variare la frequenza tra circa 3 mHz e 5 MHz.

Sono dotati di una manopola per variare l'ampiezza di un segnale di offset continuo (CC) che si può sovrapporre a quello alternato. Hanno 2 uscite con impedenza di da 50 Ω e 600 Ω (useremo quella da 50 Ω)

Esperienza n. 8 Uso dell'oscilloscopio analogico

Generatore di forme d'onda

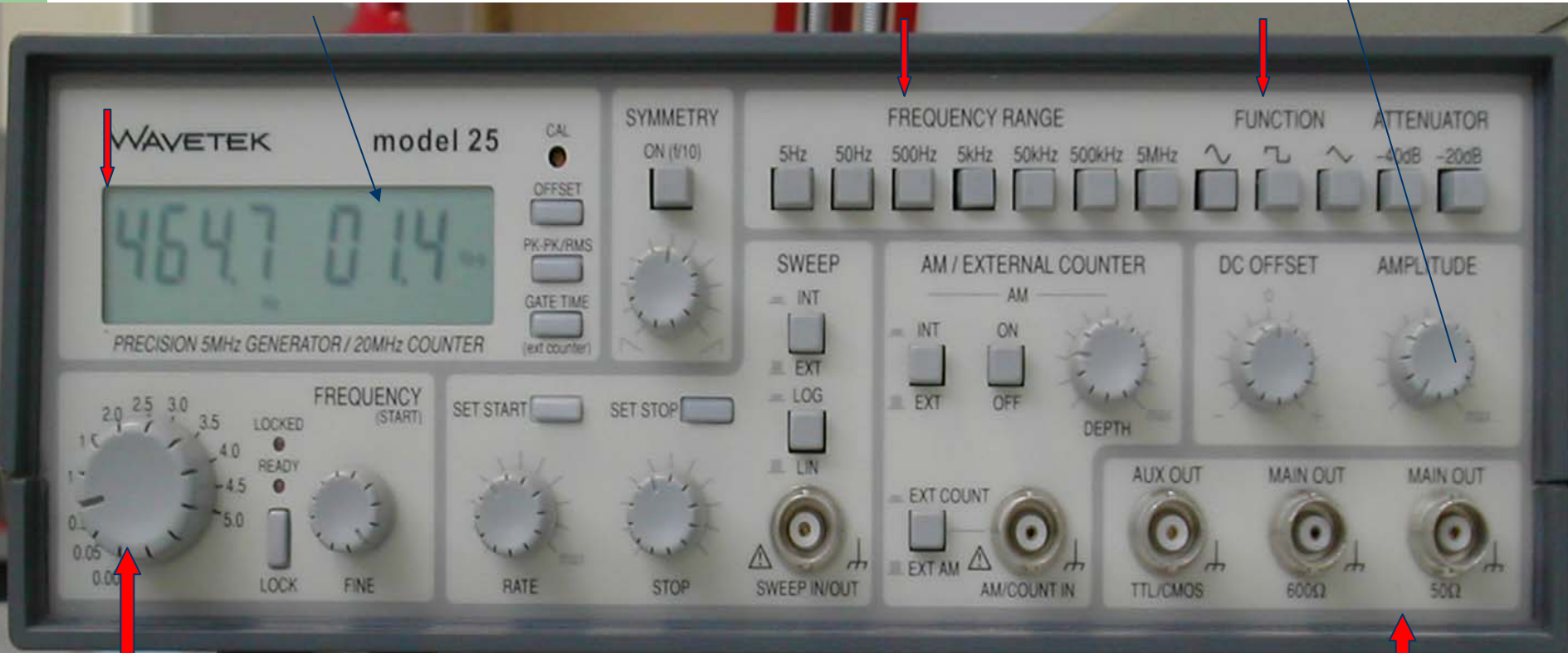


Display frequenza e valore offset

Selezione fondo scala della frequenza del segnale

Manopola per variare ampiezza segnale

Selezione forme d'onda



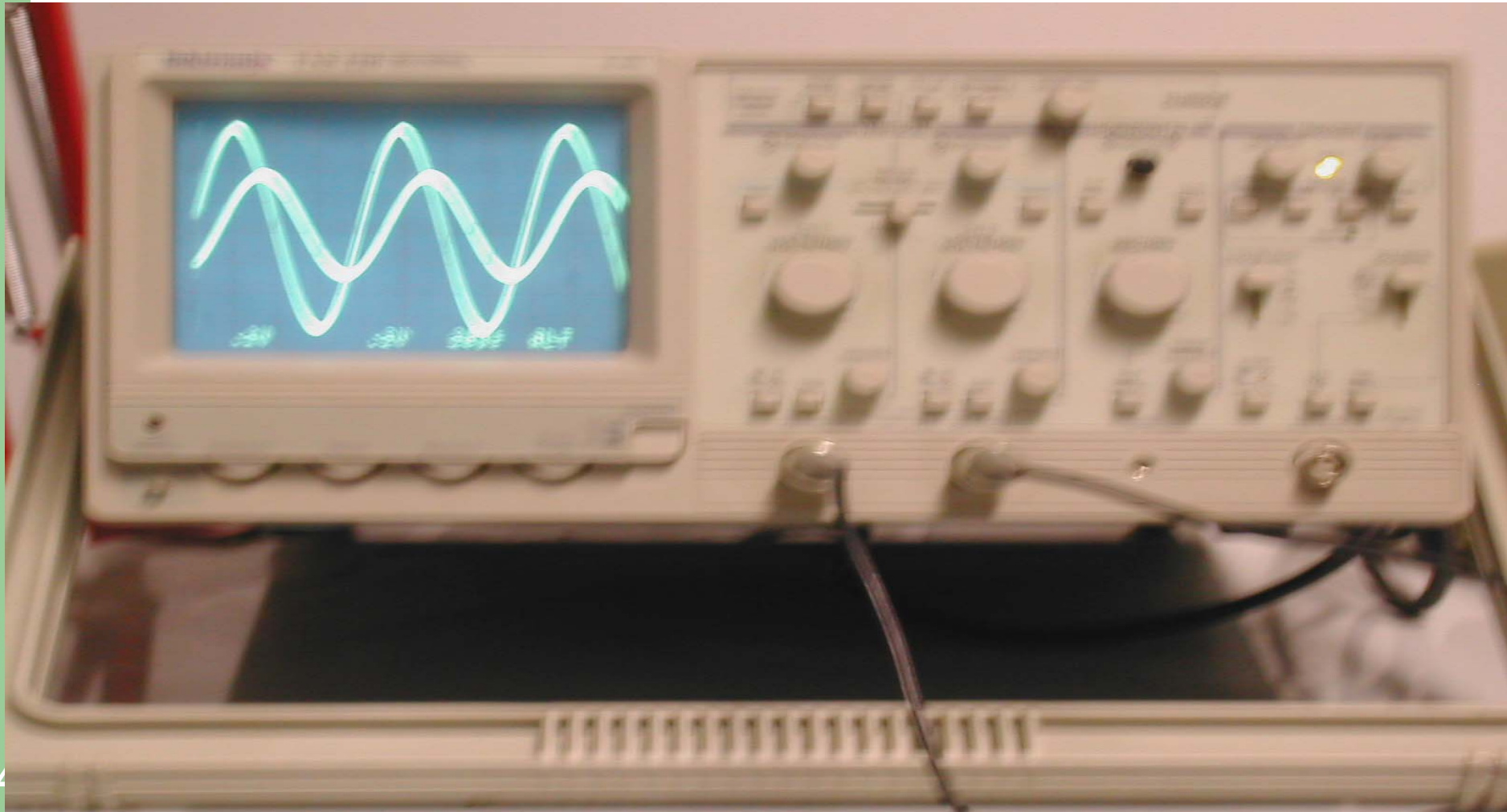
Manopola per variare la frequenza

Uscite da 50 e 600 Ω

Esperienza n. 8 Uso dell'oscilloscopio analogico



Un normale oscilloscopio consente la visione di segnali fino al più 100 MHz (per es. i Tektronix in laboratorio sono da 20MHz). I più moderni arrivano a GHz. Il prezzo di mercato di un oscilloscopio fino a 50 MHz è dell'ordine di 500€



Esperienza n. 8 Uso dell'oscilloscopio analogico



L'impedenza di ingresso degli oscilloscopi è di $1\text{ M}\Omega$ per frequenze $\leq 1\text{ kHz}$. Per frequenze superiori comincia a diventare importante la capacità di ingresso dell'oscilloscopio (35 pF per quelli in laboratorio) in parallelo a quella delle sonde (100 pF) e quindi diminuisce.



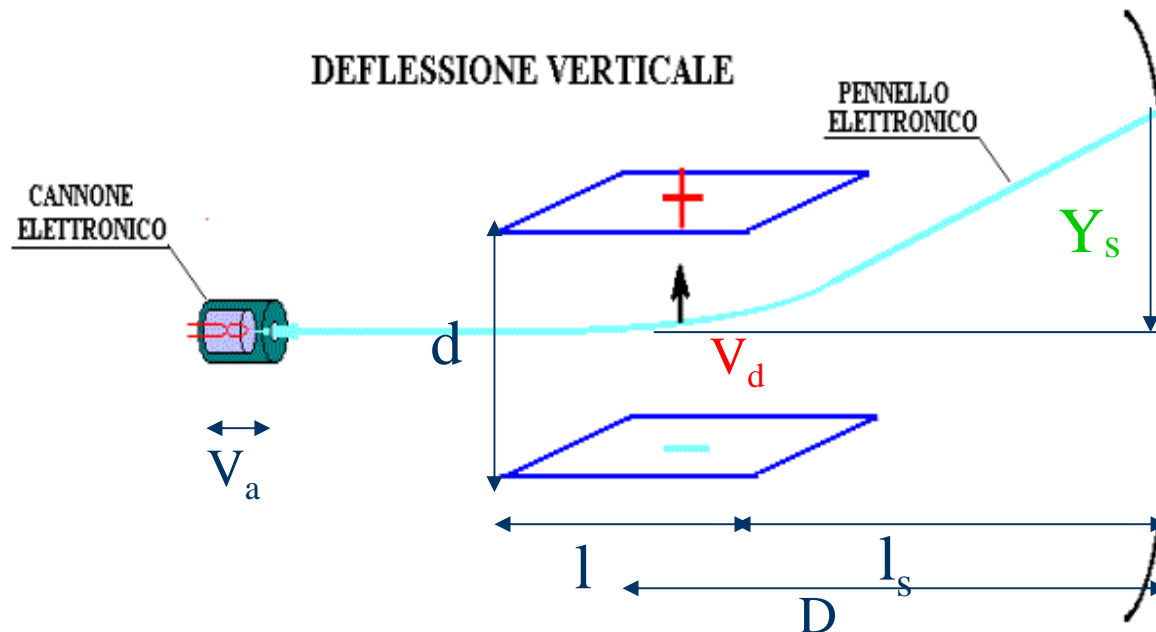


Gli oscilloscopi si suddividono in 2 categorie: **digitali ed analogici**.

Quelli **analogici** utilizzano direttamente tensioni variabili, quelli **digitali** lavorano con numeri binari che rappresentano campioni di tensioni.

Gli oscilloscopi utilizzati nel laboratorio del II anno sono analogici.

L'oscilloscopio analogico funziona applicando direttamente la tensione del segnale che si vuole misurare a placche di deflessione orizzontali che agiscono su un fascio di elettroni che viene visualizzato incidendo su uno schermo fosforescente

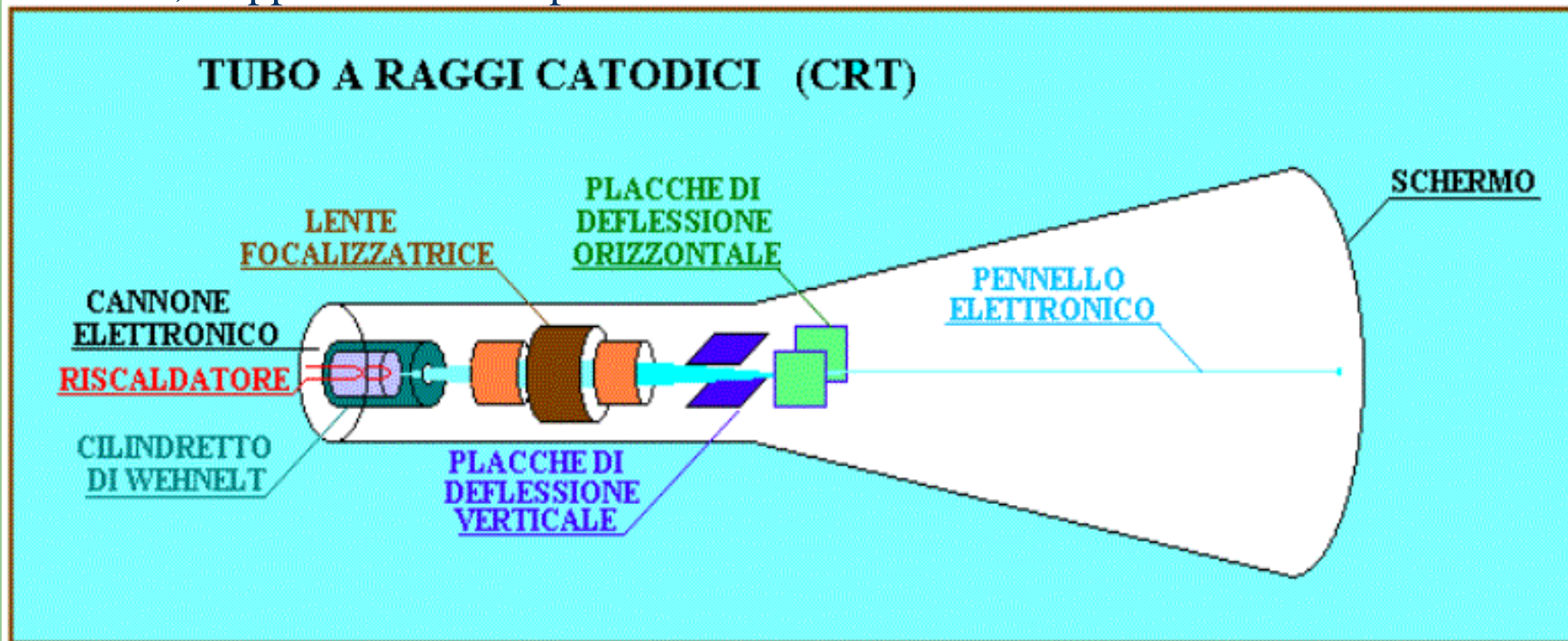


$$V_d = (2V_a d) / (lD) Y_s$$

con $D = l/2 + l_s$



L'elemento principale è il **tubo a raggi catodici** nel quale è fatto il vuoto spinto in cui si muove un fascio di elettroni generato per effetto termoelettrico nel cannone elettronico. Il pennello elettronico dopo essere stato focalizzato da un sistema di lenti elettrostatiche, attraversa delle **placche di deflessione verticali ed orizzontali** e raggiunge uno schermo fluorescente su cui è visualizzato da uno spot luminoso. Tra il catodo, che corrisponde al cannone elettronico, e l'anodo posizionato verso lo schermo, è applicata una d.d.p. di circa 15 kV in continua.

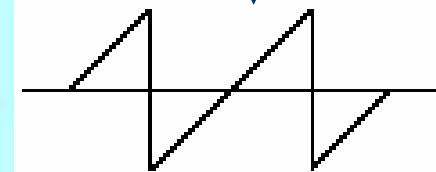
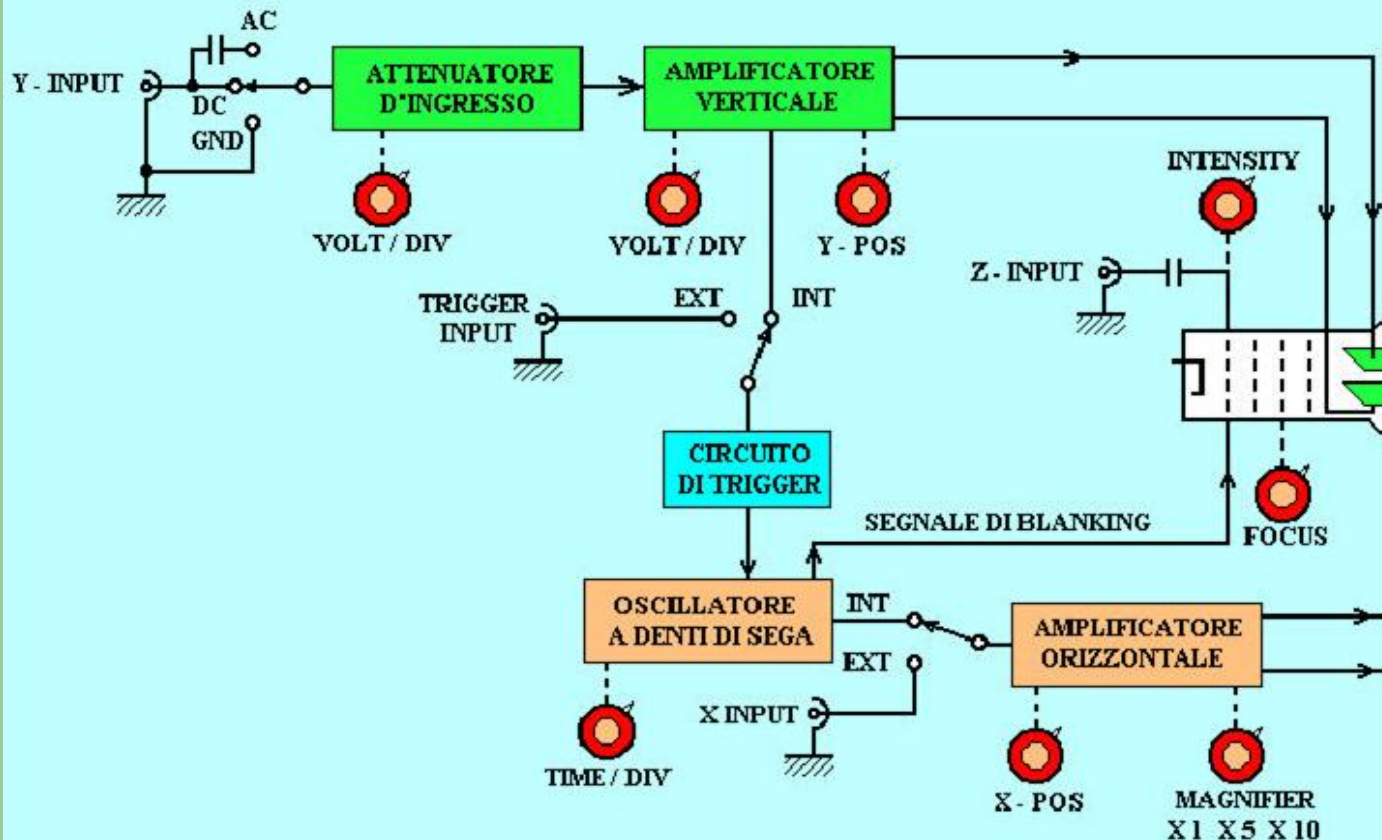


Esperienza n. 8 Uso dell'oscilloscopio analogico



Applicando alle **placche di deflessione orizzontale un segnale elettrico a dente di sega**, il pennello elettronico viene deviato da sinistra a destra e, una volta arrivato all'estrema destra, ritorna rapidamente a capo e così via, determinando sullo schermo l'immagine di una riga luminosa orizzontale.

SCHEMA A BLOCCHI DELL'OSCILLOSCOPIO





Il segnale da esaminare è applicato all'ingresso Y e un deviatore permette di scegliere fra 3 opzioni:

- **DC** per una connessione diretta che consente la visione del segnale integralmente;
- **AC** per una connessione tramite condensatore che consente di vedere soltanto la componente alternata
- **GND** per la verifica del livello di riferimento di massa (non c'è sugli oscilloscopi Philips ma si può utilizzare la posizione **"REF"** della sonda);

La manopola **VOLT/DIV** regola a scatti la posizione di un attenuatore e il guadagno dell'amplificatore verticale (non muovere **MAI** la manopola **VARIABLE** che è usata per calibrazioni). Un'altra manopola, **Y-POS**, anch'essa agente sull'amplificatore verticale, regola il livello di riferimento verticale del segnale sullo schermo.

La frequenza dell'**OSCILLATORE A DENTE DI SEGA**, applicata alle placche di deflessione orizzontale, è regolata a scatti, da una manopola **TIME/DIV** che consente di visualizzare segnali di diversa frequenza.

La posizione orizzontale del segnale sullo schermo è regolata da una manopola **X-POS**



Il circuito di **TRIGGER** svolge il compito di sincronizzare il dente di sega con il segnale d'ingresso consentendo di avere una immagine ferma sullo schermo e permettendo la scelta dell'istante d'inizio dell'immagine.

La manopola **INTENSITY** agisce sul potenziale del cannone elettronico fino a interdire il pennello elettronico che riducendosi di intensità rende meno luminoso lo schermo o viceversa.

La manopola **FOCUS** agisce invece sul potenziale della lente elettrostatica consentendo una migliore messa a fuoco dell'immagine sullo schermo.

La formazione dell'immagine sullo schermo è dovuta all'applicazione del segnale all'amplificatore verticale mentre il dente di sega deflette il pennello in orizzontale.

Quanto detto è riferito ad un solo canale dell'oscilloscopio. Per gli oscilloscopi a più canali il cannone elettronico è unico e alternativamente determina due tracce sullo schermo descrivendone prima una e poi l'altra senza che l'occhio, per la rapidità con cui ciò avviene, se ne possa accorgere. Mediante la manopola **MODE** o **TRACE** si può visualizzare solo un canale (**CH1** o **CH2**, **A** o **B**), **BOTH** o **A&B** consente di visualizzare entrambe, **ADD** (+ fa la somma, - la differenza dei canali)



In modo **ALTERNATE** viene visualizzata alternativamente una scansione di un canale e poi dell'altro (per segnali ad alta frequenza).

In modo **CHOPPED** nella stessa scansione viene visualizzato un segmento di traccia di un canale e un segmento dell'altro velocemente e alternativamente (per segnali a bassa frequenza)

XY consente di visualizzare CH2 su asse y (CH1 è sull'asse x)

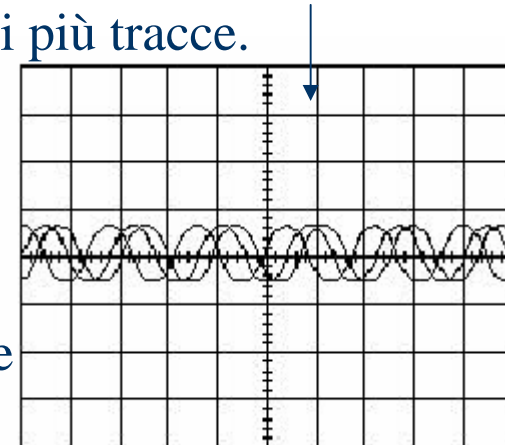
TRIGGER LEVEL: la traccia corrispondente ad una forma d'onda non sincronizzata col livello di trigger appare come sovrapposizione confusa di più tracce.

Si seleziona il **TRIGGER SOURCE** (sorgente del trigger):
CH1 o CH2 (generalmente si sceglie il canale con ampiezza maggiore per regolare il TRIGGER LEVEL).

TRIGGER MODE (modo del trigger):

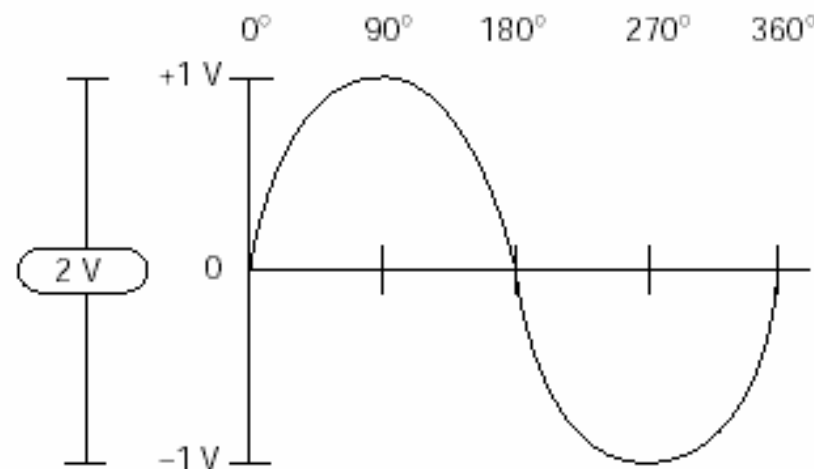
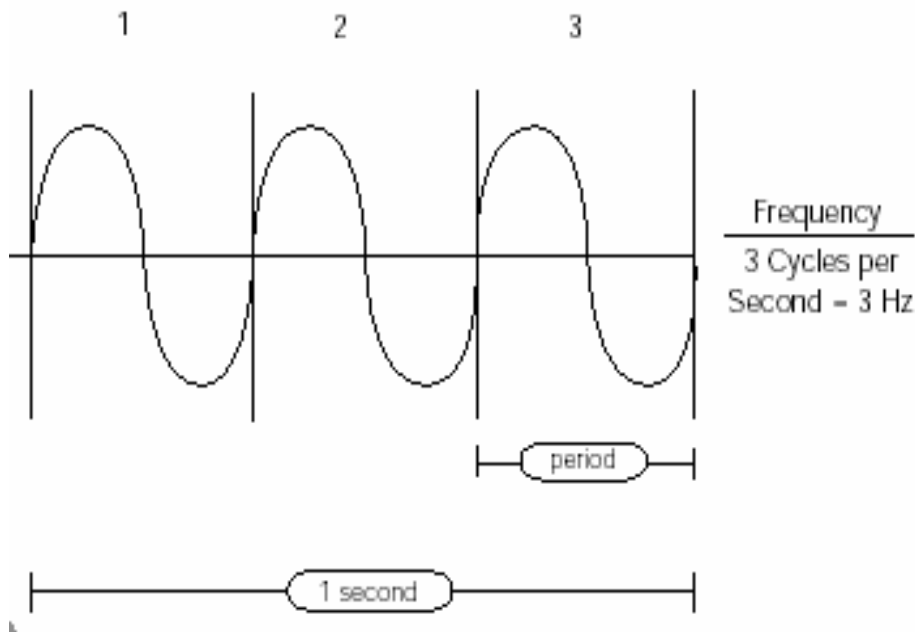
- **AUTO**: la scansione della traccia parte automaticamente anche se la forma d'onda non è presente
- **NORM**: la scansione parte solo quando la forma d'onda è perfettamente sincronizzata ("triggerata")

SLOPE (pendenza): seleziona su quale fronte (salita o discesa) triggerare la forma d'onda





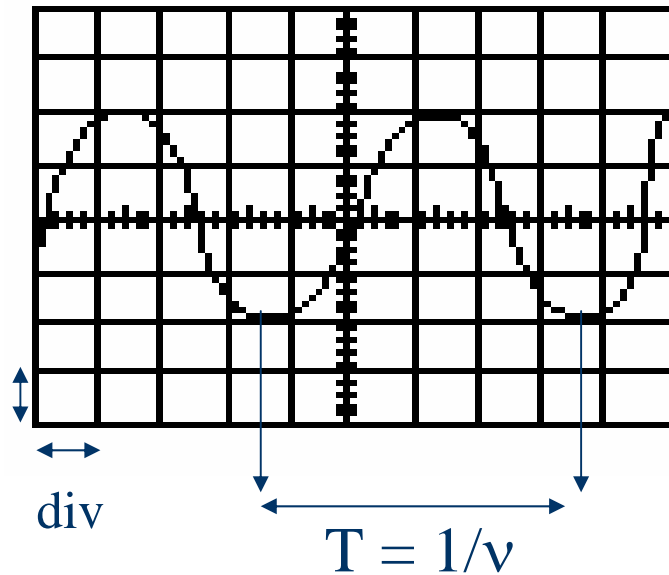
Misure di forme d'onda con l'oscilloscopio:



Un segnale che si ripete ciclicamente ha una **frequenza ν** che si misura in Hz ovvero il **numero di cicli/s**. Un segnale che si ripete è inoltre caratterizzato da un **periodo T** = tempo necessario affinché il **segnale completi un ciclo**. Si ha: $T = 1/\nu$.
12 Il **periodo si misura lungo l'asse X**.

L'ampiezza è la tensione tra 2 punti di un circuito. Generalmente per **ampiezza si intende la massima tensione rispetto a tensione nulla (massa)**. Spesso però quando non si conosce lo zero della tensione conviene misurare la **tensione picco-picco e dividere per 2**.

La forma d'onda mostrata ha ampiezza di 1 V e tensione picco-picco di 2 V



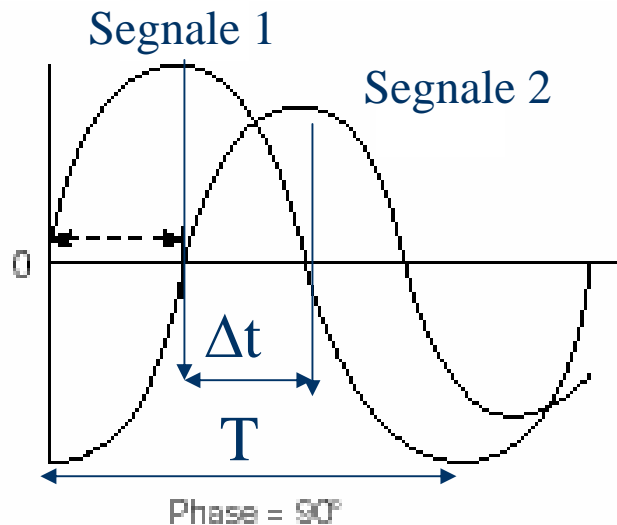
Misura di tensioni e periodi

Misure di fase: quando si usa un oscilloscopio a **doppia traccia** si può misurare lo sfasamento tra 2 segnali (per es. la tensione sinusoidale in ingresso ed in uscita in un circuito).

Ciò che in realtà si misura è Δt

$$\Rightarrow \Delta\Phi(\text{rad}) = 2\pi \Delta t/T$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi(\text{gradi}) = 360^\circ \Delta t/T$$



Il segnale 2 è in ritardo rispetto al segnale 1 di 90°

Il pannello dei comandi



Il pannello frontale di un oscilloscopio è suddiviso in 3 settori principali:



VERTICAL, HORIZONTAL e TRIGGER.

Poiché useremo oscilloscopi a **DOPPIA TRACCIA** per il settore VERTICAL ci saranno i comandi per i 2 canali (per es. CH1 o A per tensione di ingresso e CH2 o B per tensione di uscita in un circuito)

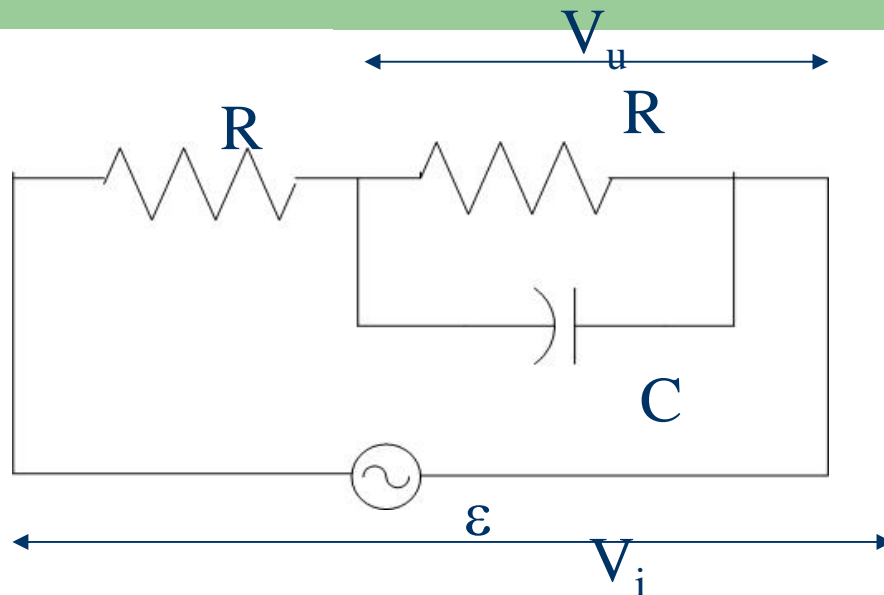
Gli aggiustamenti basilari per l'osservazione di un segnale sono:

- **l'attenuazione o amplificazione** di un segnale si regola con la manopola **VOLT/DIV** (la scala indica il valore corrispondente a 1 divisione verticale)

Per gli oscilloscopi Tektronix il numero

corrispondente alla scala è indicato sul display, per gli altri si legge sulla manopola.

- La manopola **SEC/DIV** controlla l'intervallo di tempo rappresentato da una divisione dell'asse X



Dato il circuito in figura, lo si alimenti col generatore di onde sinusoidali. Si vari la frequenza da valori bassi (~ 50 Hz) a quelli elevati (~ 5 MHz) osservando attraverso l'oscilloscopio il segnale in ingresso e quello in uscita.

Il circuito è collegato all'oscilloscopio mediante delle **sonde o probe**: esse sono

dotate di un divisore di tensione che nella posizione " **$\times 10$** " serve a ridurre il segnale di un fattore 10 in modo da poter misurare valori di tensione in ingresso all'oscilloscopio più elevati che nella posizione " **$\times 1$** ". Posizionandole su " **$\times 1$** " il segnale in ingresso non viene alterato. Se sono su "**REF**" il segnale viene azzerato.

Esercitarsi nelle misure di ampiezza e di sfasamento tra ingresso ed uscita.

Si osserverà il seguente comportamento del circuito: per basse frequenze il condensatore si comporterà come un circuito aperto e la rete sarà equivalente ad un partitore di tensione che avendo 2 resistenze uguali suddivide in 2 parti circa uguali la tensione di ingresso. Aumentando la frequenza si osserverà che l'uscita viene parecchio attenuata rispetto all'ingresso ed è inoltre sfasata.