

# MISURE CON L'OSCILLOSCOPIO

## PREDISPOSIZIONE DELL'OSCILLOSCOPIO PER MISURE D'AMPIEZZA

Per effettuare misure di ampiezza con l'oscilloscopio è possibile procedere secondo i seguenti passi.

1. Si procede innanzitutto alla predisposizione del livello di riferimento di zero sullo schermo. Per effettuare questa operazione si pone il selettore di ingresso sulla posizione GND e la modalità di *trigger* automatica. A questo punto sullo schermo appare una linea orizzontale, che può essere traslata in senso verticale, fino a farla collimare con la linea centrale del reticolo, mediante il comando *Vert. Pos.* del canale di ingresso prescelto. Alla linea centrale viene in questo modo assegnata la tensione di riferimento zero.
2. Si deve poi operare sul controllo di intensità e focalizzazione del fascio affinché la linea appaia sufficientemente luminosa e ben focalizzata. Un eccesso di intensità luminosa può infatti portare ad un danneggiamento dei fosfori, mentre una traccia poco nitida pone un limite all'accuratezza della misura, come sarà evidente in seguito.
3. Quindi è necessario stabilire se la tensione da misurare è continua oppure variabile nel tempo (ma sempre di tipo periodico). Nel primo caso è necessario predisporre un accoppiamento di tipo DC nella sezione verticale dell'oscilloscopio. Nel secondo caso è invece possibile utilizzare anche l'accoppiamento AC, particolarmente utile per eliminare una eventuale componente continua sovrapposta alla componente variabile del segnale. In questo caso è però necessario assicurarsi che la frequenza del segnale sia convenientemente più elevata di quella del filtro passa alto dell'accoppiamento AC, in modo da evitare grossolane alterazioni del segnale di misura.

4. Nel caso di componente continua da misurare, è necessario predisporre il *trigger* nella modalità automatica e non è richiesta la regolazione del livello di *trigger*. Nel caso di segnale variabile, è possibile utilizzare anche la modalità normale, preferibile nel caso di segnali a bassa frequenza, ed è necessario regolare il livello del *trigger* in modo da sincronizzare la base dei tempi con il segnale di misura. In questo caso è opportuno regolare il livello di *trigger* in modo che esso cada nel tratto a maggior pendenza del segnale di ingresso, così da aumentare l'insensibilità dell'istante di scatto al rumore additivo di ampiezza inevitabilmente presente sul segnale. A questo proposito è opportuno utilizzare la sezione di filtri di ingresso del *trigger*, per limitare la banda passante di questa sezione allo stretto necessario.
5. Ci si deve assicurare che il comando di attenuazione di ingresso abbia il potenziometro di attenuazione variabile nella posizione di esclusione, ovvero che l'attenuazione introdotta corrisponda solamente a quella indicata dal commutatore a scatti, espressa in volt/divisione.

visualizzare

completamente sullo schermo almeno un periodo della forma d'onda

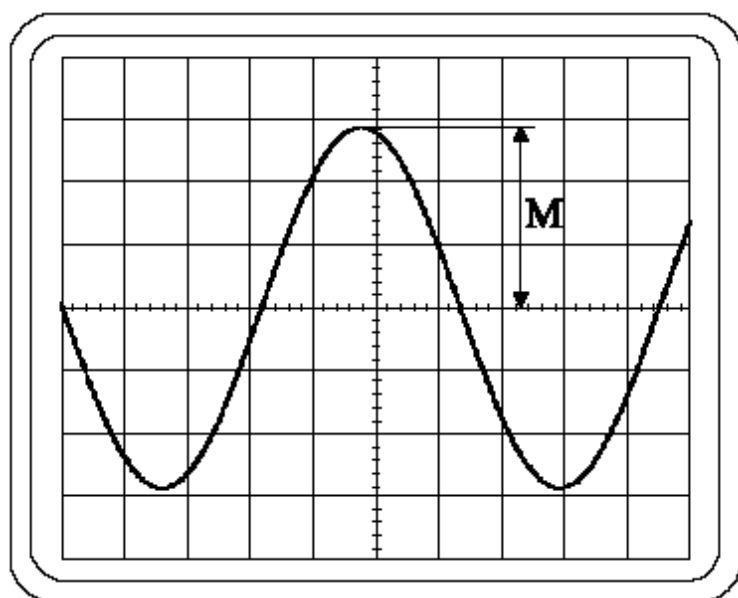


Figura 9.3.1 Misura di ampiezza di una tensione sinusoidale con uno oscilloscopio.

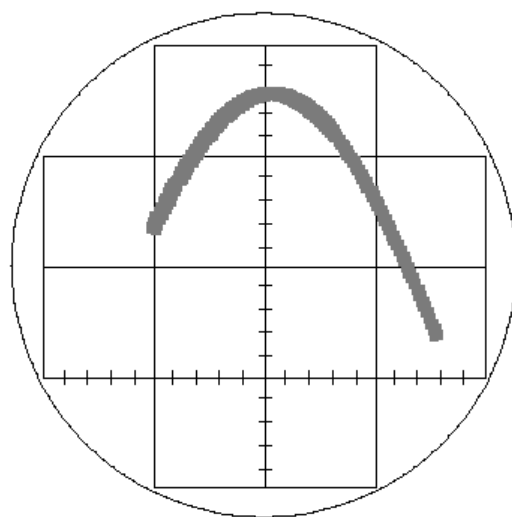


Figura 9.3.2 Particolare espanso della coincidenza tra la traccia del segnale ed una riga del reticolo: lo spessore della traccia costituisce un limite nella capacità di apprezzare la coincidenza.

## MISURE DI TEMPO E PERIODO/FREQUENZA

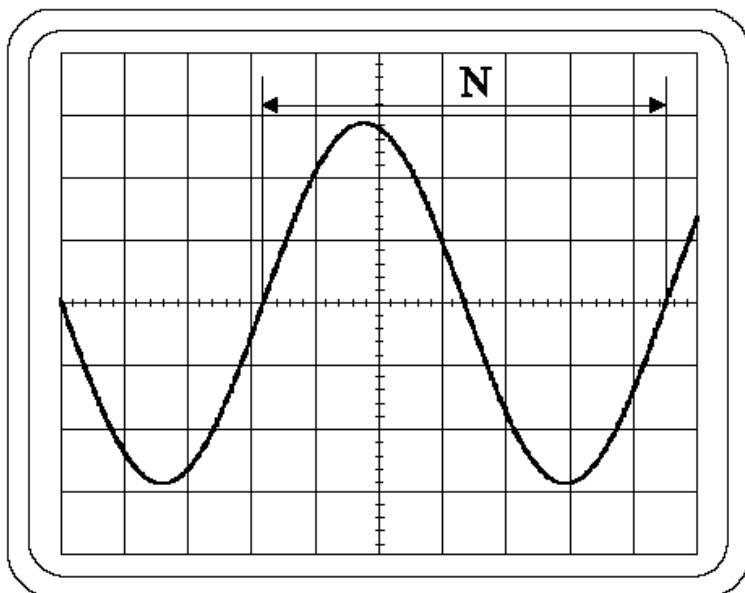


Figura 9.3.4 Rappresentazione di una tensione sinusoidale sullo schermo di uno oscilloscopio per la misura di periodo.

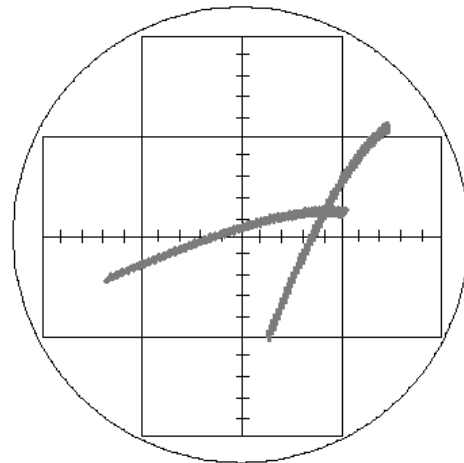


Figura 9.3.3 A una maggiore pendenza del segnale in corrispondenza della linea di riferimento orizzontale, corrisponde una migliore valutazione della ascissa del punto di intersezione.

## MISURE DI TEMPO DI SALITA

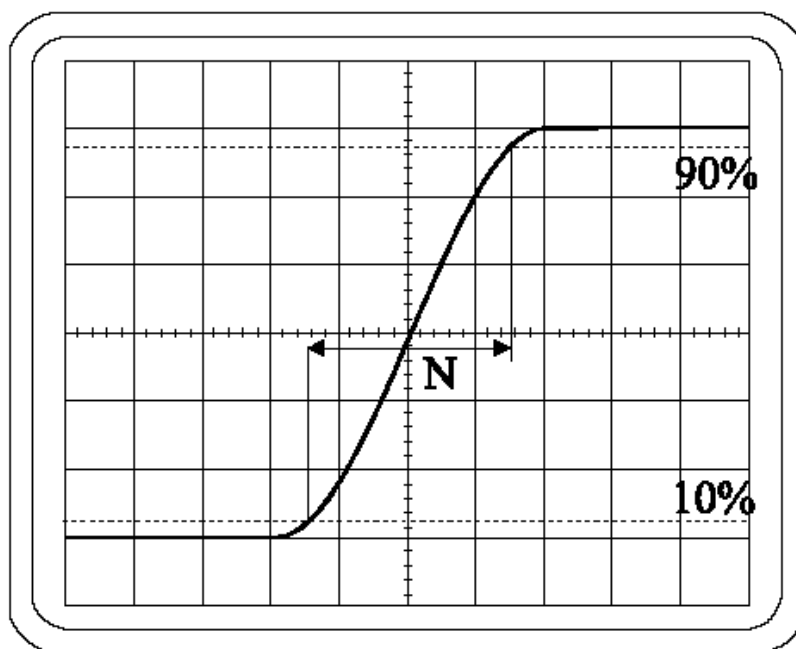


Figura 9.3.5 Utilizzo delle linee del reticolo per la misura del tempo di salita di un segnale a gradino.

$$t_{sm} = \sqrt{t_{ss}^2 + t_{so}^2}$$

$$t_{ss} = \sqrt{t_{sm}^2 - t_{so}^2}$$

## FIGURE DI LISSAJOUS

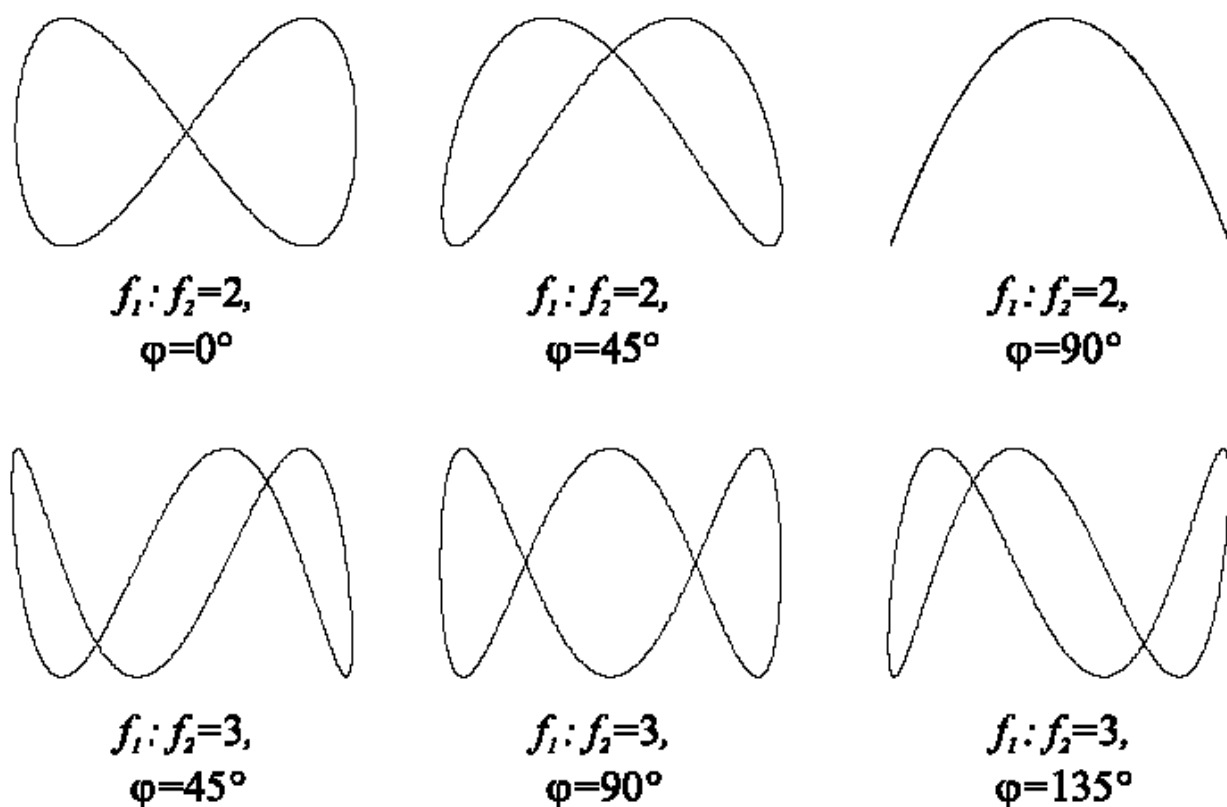


Figura 9.3.7 Figura di Lissajous prodotta da due segnali sinusoidali per differenti rapporti di frequenza e sfasamenti relativi.

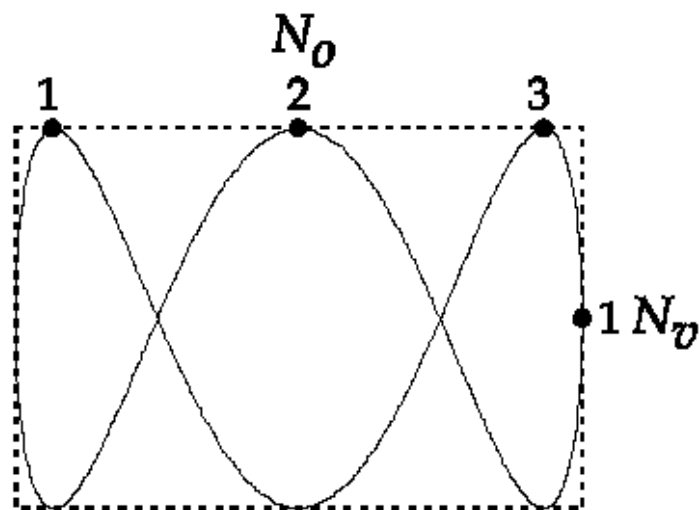


Figura 9.3.8 Determinazione del rapporto di frequenza tra due segnali mediante il conteggio del numero dei punti di tangenza. In questo caso  $N_O = 3$  e  $N_V = 1$ : il rapporto è quindi pari a  $N_O/N_V = 3$ .

## OSCILLOSCOPIO COME CARATTERISTIGRAFO E MISURA DELLA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO

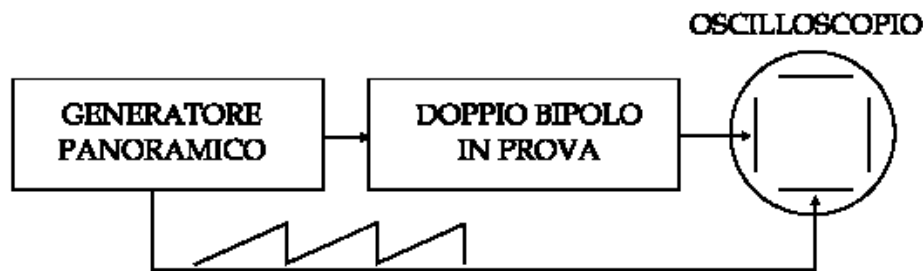


Figura 9.3.10 Schema semplificato per la visualizzazione della variazione della risposta in frequenza caratteristica di un doppio bipolo in prova. La tensione, supposta in questo caso variabile linearmente nel tempo, che produce la variazione (vibrazione) del segnale erogato dal generatore panoramico, viene inviata al sistema di deflessione orizzontale dell'oscilloscopio. Al sistema di deflessione verticale, viene invece inviato il segnale presente in uscita dal doppio bipolo.

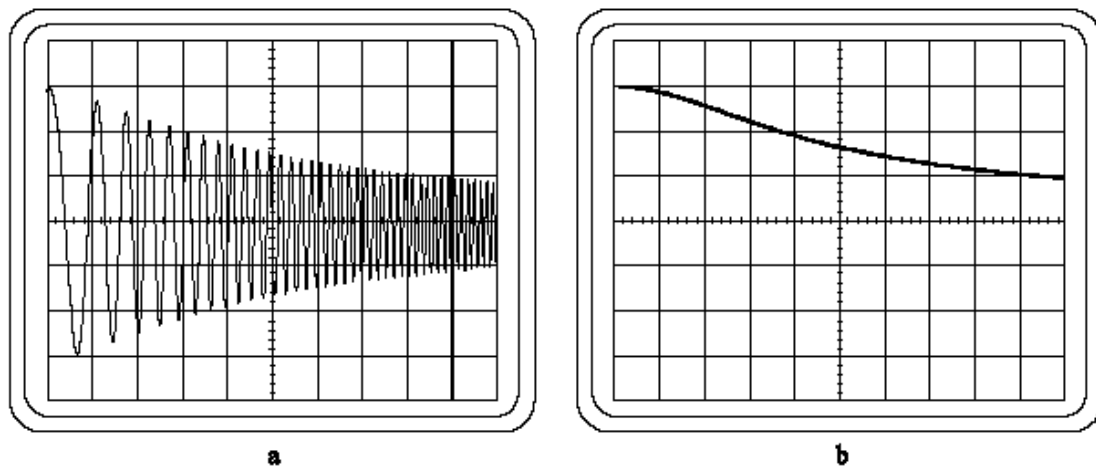


Figura 9.3.11 Rappresentazione sullo schermo dell'oscilloscopio del segnale in uscita a un filtro passa basso eccitato da un segnale vobulato, utilizzando la tensione di modulazione per pilotare l'asse orizzontale. Nel primo caso, il segnale in uscita dal filtro viene applicato direttamente all'ingresso dell'oscilloscopio, mentre nel secondo caso viene utilizzato un rivelatore di picco per migliorare la rappresentazione.

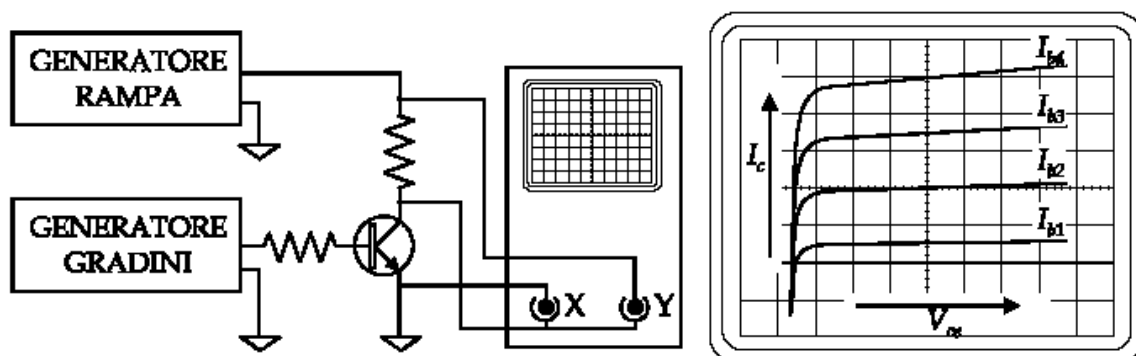


Figura 9.3.12 Schema di principio di un circuito per la misura diretta delle caratteristiche di un transistor ed esempio della rappresentazione sullo schermo dell'oscilloscopio della famiglia di curve caratteristiche  $I_C$ - $V_{CE}$  al variare della corrente di base ( $I_{b1} < I_{b2} < I_{b3} < I_{b4}$ ).

## MISURE DI SFASAMENTO

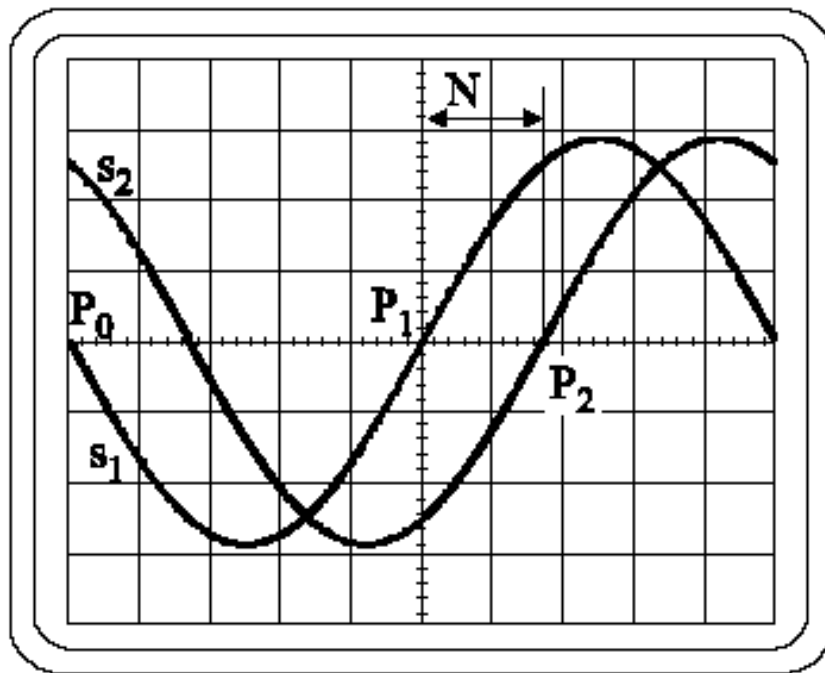


Figura 9.3.13 Misura di sfasamento tra due segnali sinusoidali.

$$\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} \quad [\text{rad}]$$

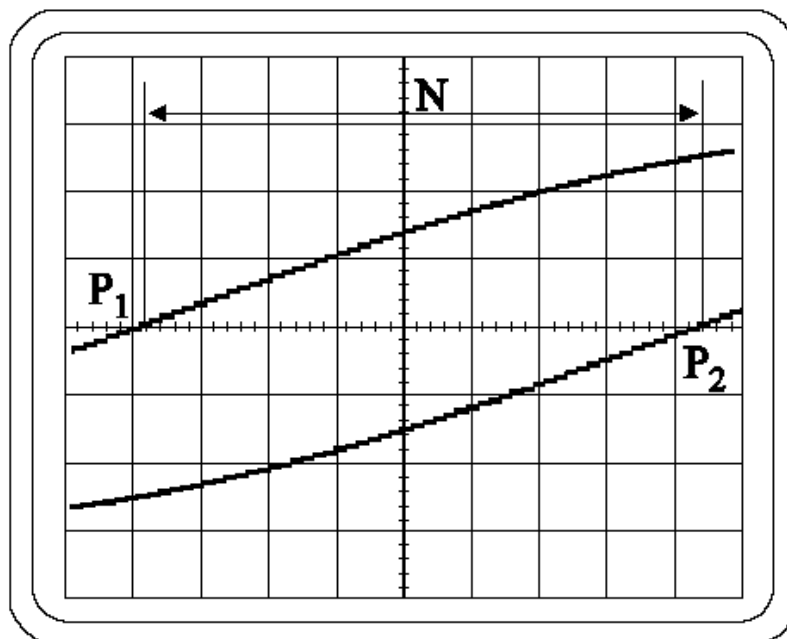


Figura 9.3.14 Una maggior espansione del tratto  $P_1P_2$  determina una migliore risoluzione nella misura.

### **MARKER(S) PER MISURE DI $\Delta T$ (OD e OA) E $\Delta V$ (solo OD)**

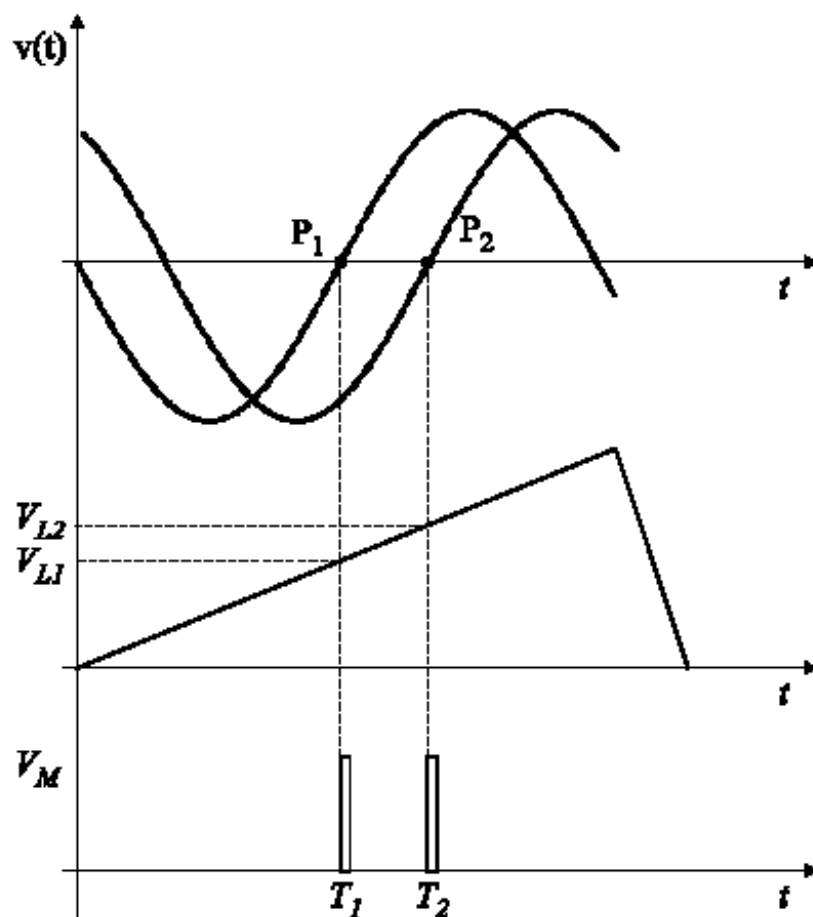


Figura 9.3.17 Schema semplificato del funzionamento dei *markers*. Gli impulsi emessi in coincidenza della uguaglianza tra i livelli di tensione regolabili  $V_L$  e la rampa principale, determinano una maggior luminosità dei punti  $P_1$  e  $P_2$ . Attraverso un contatore elettronico interno allo strumento viene misurato l'intervallo di tempo tra l'istante  $T_1$  e l'istante  $T_2$ .



## AMPLIFICATORE VERTICALE PER TRACCIA MULTIPLA

Gli ingressi dell'oscilloscopio sono di tipo sbilanciato (cioè hanno un terminale connesso a massa). Un singolo ingresso può non essere adatto per misure di tipo differenziale.

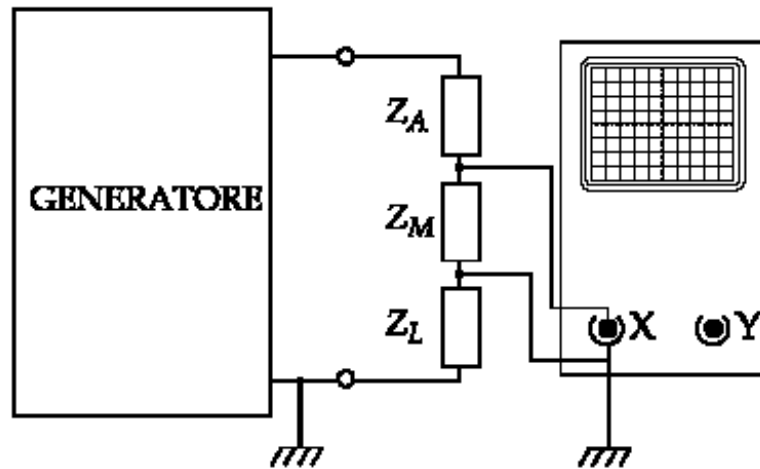


Figura 9.3.18 Gli ingressi sbilanciati dei canali di amplificazione verticale dell'oscilloscopio e la connessione elettrica interna di un loro morsetto alla terra della rete elettrica di distribuzione dell'energia elettrica può portare a problemi di misura quando nel circuito di misura siano presenti altri dispositivi dotati di connessione a terra.

L'impedenza  $Z_M$  non ha alcun estremo connesso a massa.

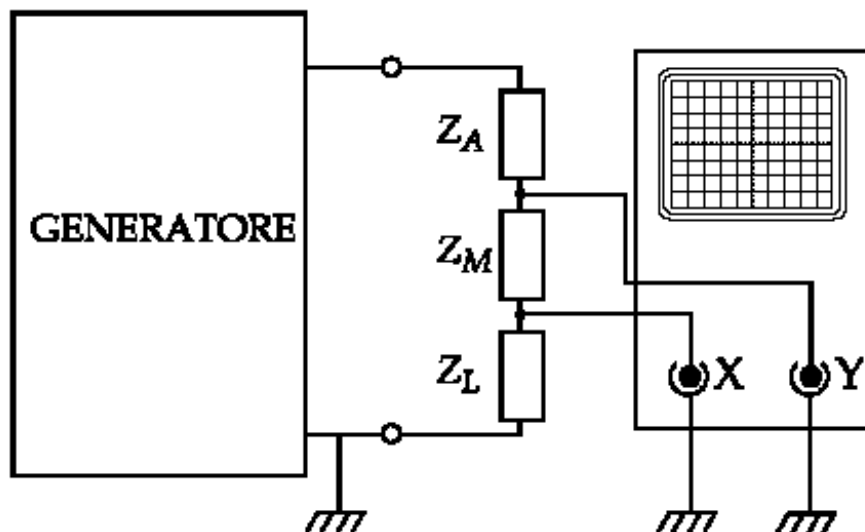


Figura 9.3.19 Collegando entrambi gli ingressi verticali dell'oscilloscopio ai morsetti dell'impedenza  $Z_M$  e visualizzando sullo schermo la tensione  $V_Y - V_X$ , si ottiene una corretta misura della caduta di tensione sull'impedenza.

Per misurare la tensione  $V_M$  senza alterare le condizioni di funzionamento (impedenze e punti di massa) del circuito sotto misura uso entrambi gli ingressi dell'oscilloscopio e ne eseguo la differenza.