

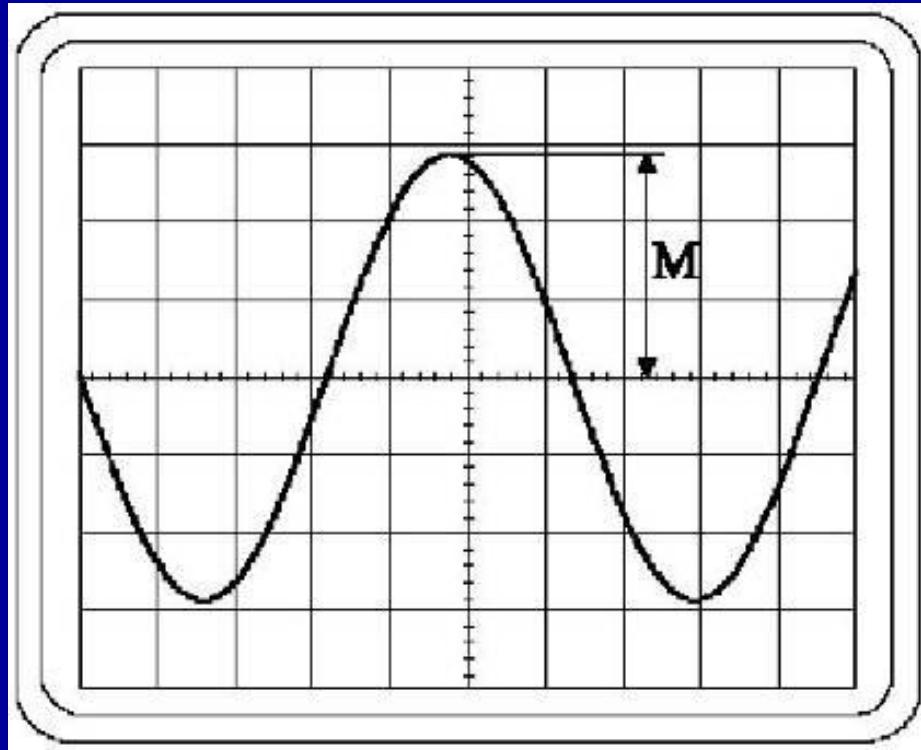
MISURE CON L'OSCILLOSCOPIO



prof. Cesare Svelto

Misure di ampiezza

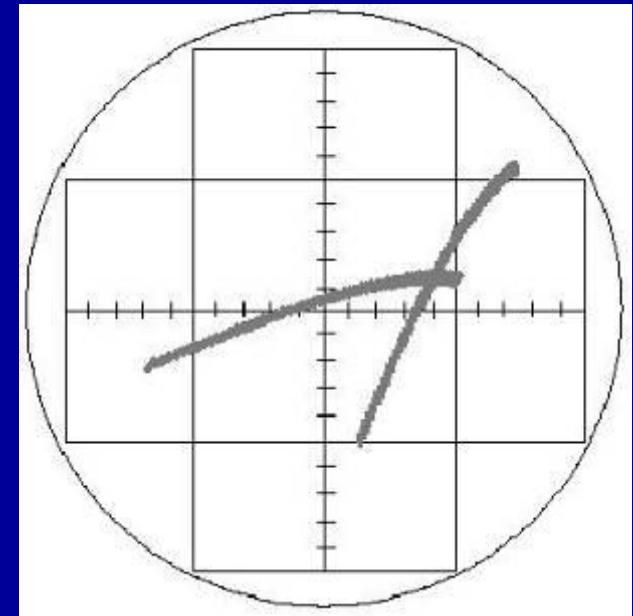
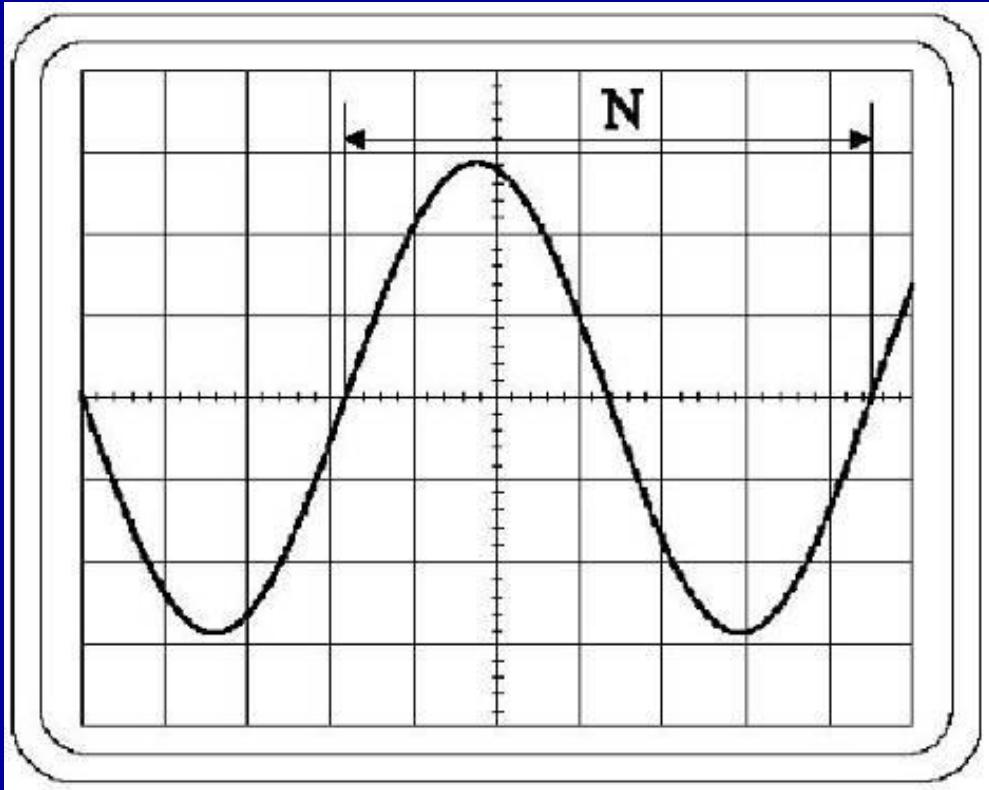
Visualizzare a schermo almeno un periodo della forma d'onda



$$V_p = M A_Y$$

La lettura dell'ampiezza (di picco o picco-picco) può anche essere effettuata ricorrendo ai *marker orizzontali* [solo DSO] oppure impiegando le **misure automatizzate** di ampiezza (picco, picco-picco, rms, media, varianza, dev. st., etc.)

Misure di tempo e periodo/frequenza

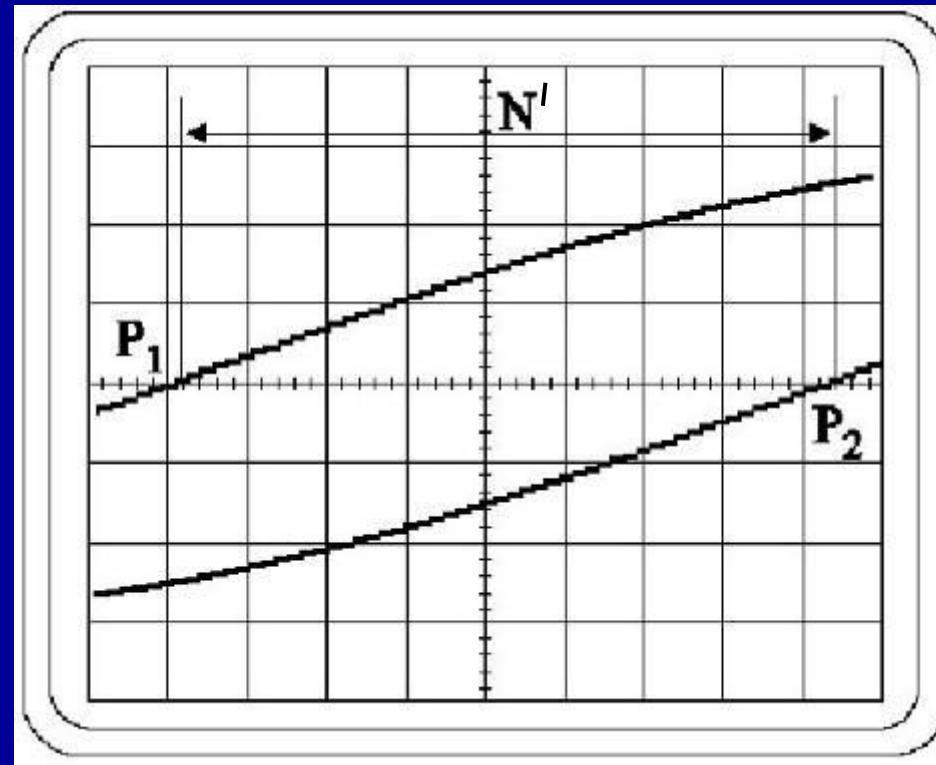
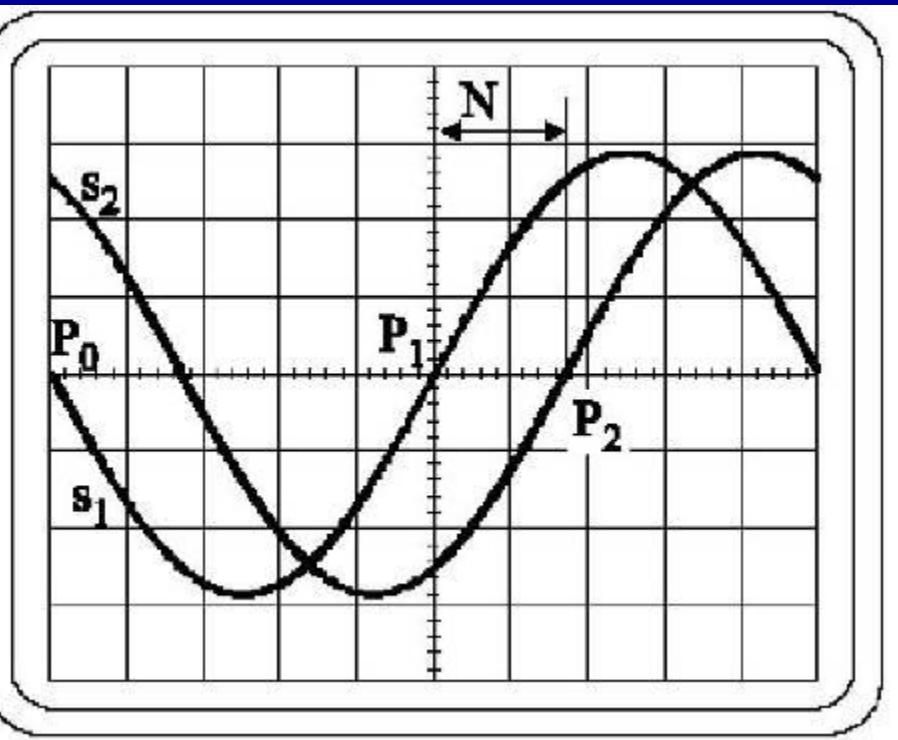


$$T = N A_x$$

Maggior pendenza del segnale
→ migliore valutazione ascissa
del punto di attraversamento
(aiuta anche una traccia sottile)

Si possono anche usare i *marker* verticali [sia OA che DSO] o le misure automatizzate di tempo/frequenza (periodo T , frequenza f , ritardo Δt , sfasamento $\Delta\phi$, *time jitter*, etc.)

Misure di sfasamento



Misura di sfasamento tra 2 segnali sinusoidali (isofrequenziali)

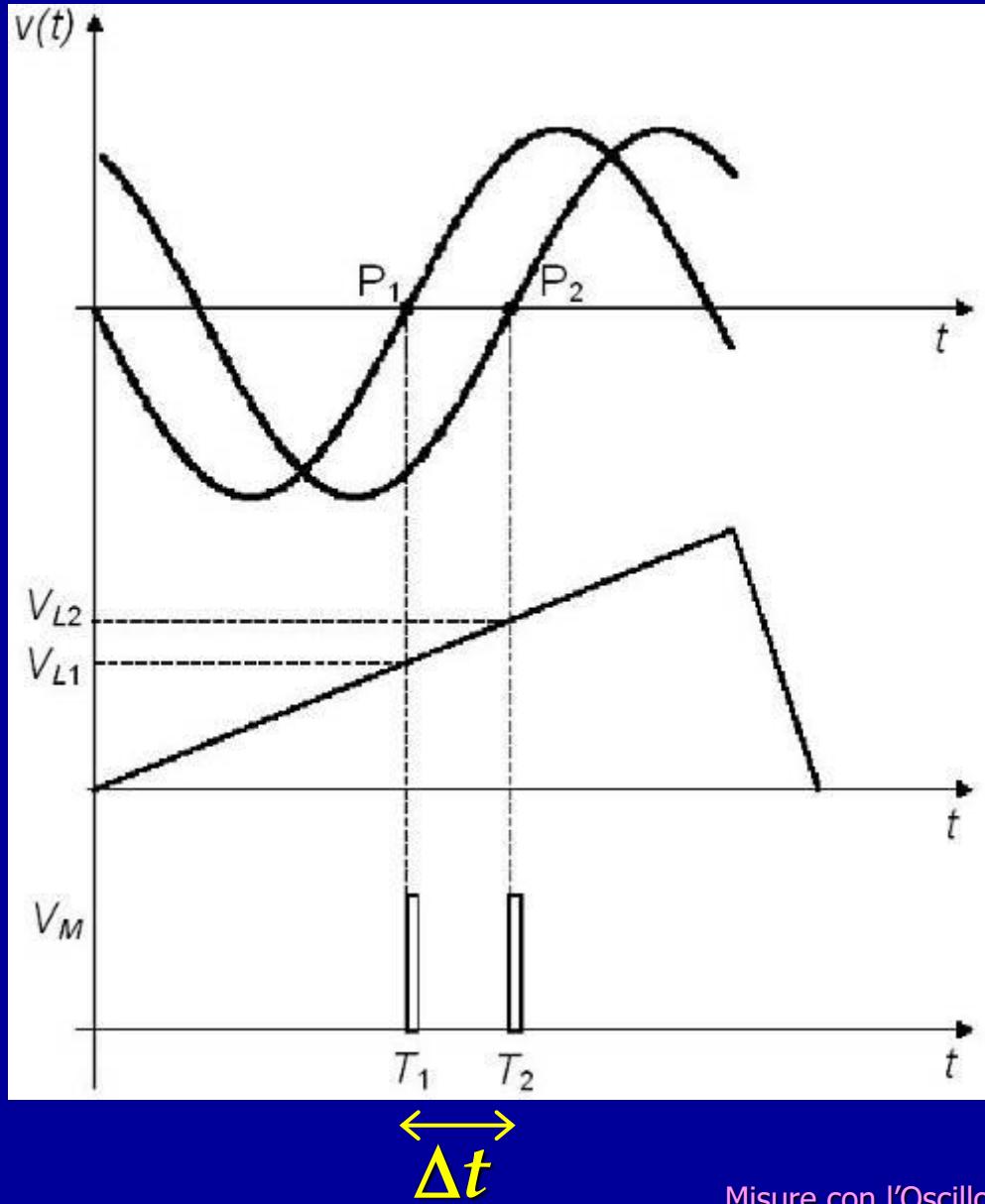
$$\Delta\phi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} \quad [\text{rad}]$$

$$\text{con } \Delta t (P_2 - P_1) = N A_x$$

Una maggiore espansione del tratto P_1P_2 determina una migliore risoluzione della misura

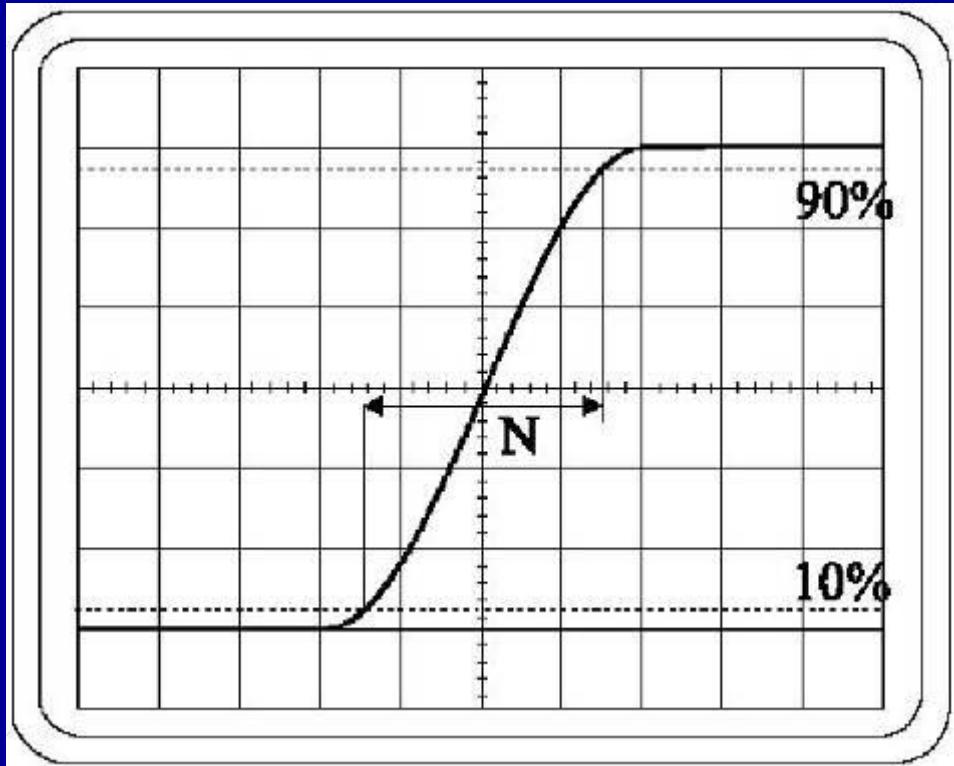
(ZOOM 5x ☺ ... ma come?)

Marker(s) per misure di ΔT



OA: schema semplificato del funzionamento dei **marker(s)**
Gli impulsi V_M , emessi in coincidenza della uguaglianza tra i livelli di tensione regolabili $V_{L(1,2)}$ e la rampa principale, determinano una **maggior luminosità dei punti P_1 e P_2**
Attraverso un **contatore elettronico** interno allo strumento viene misurato con precisione l'**intervallo di tempo tra l'istante T_1 e T_2**

Misure di tempo di salita



impostare da 0% a 100% della salita sulle 6 (o 5) div. centrali

7^a div. da basso

Utilizzo delle linee del reticolo per la **misura del tempo di salita** di un segnale a gradino

1^a div. da basso

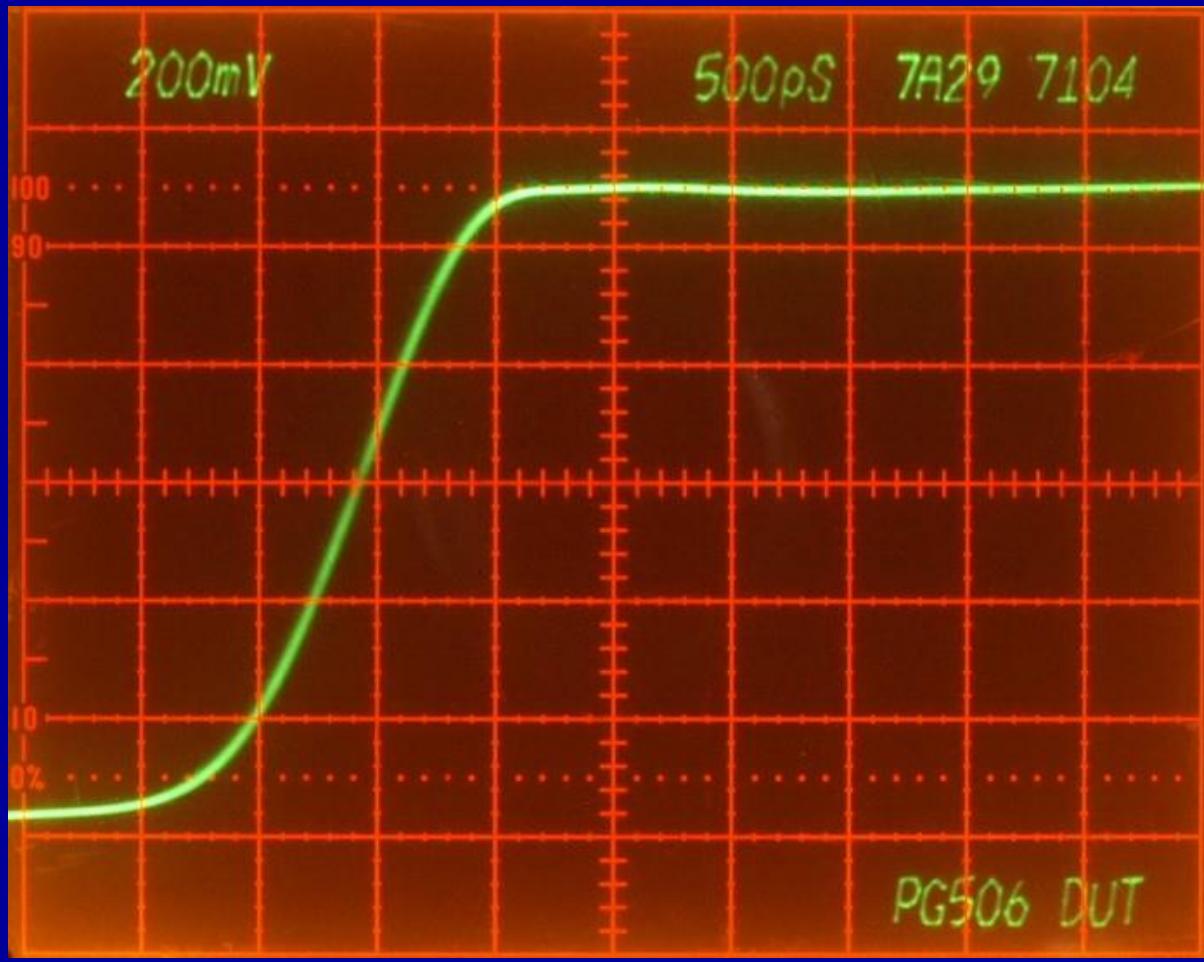
$$t_{sm} = \sqrt{t_{ss}^2 + t_{so}^2}$$

composizione quadratica dei tempi di salita

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

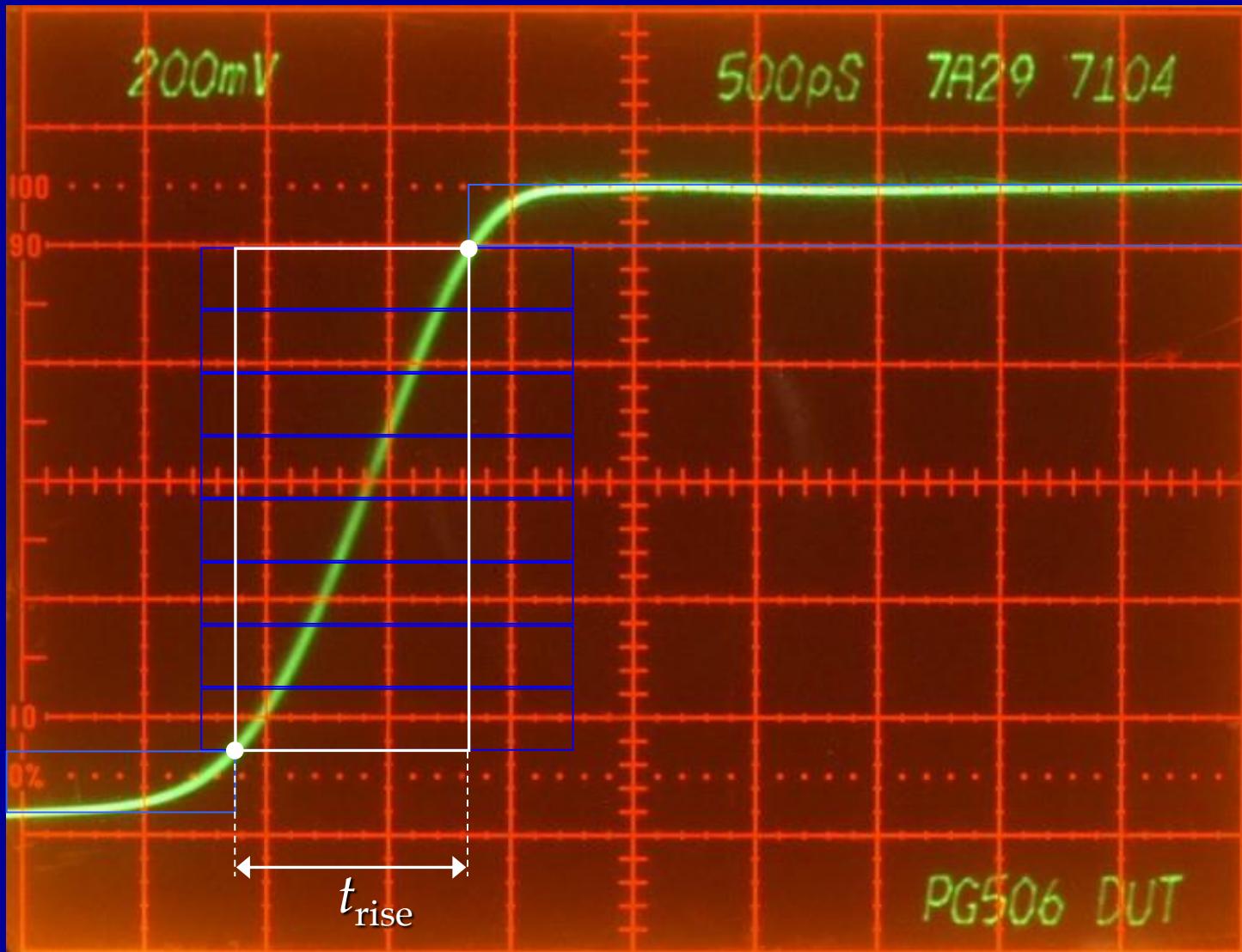
con $t_{so} \approx 0.35/B$

Misure di tempo di salita (esempio)



Esempio di misura (*non benfatta*) di un breve tempo di salita. Come si vede in Fig., contando le sottodivisioni X tra il 10% e il 90% del gradino di tensione si può misurare il tempo $t_{\text{rise}} \approx 9.5 \times 0.2 \text{ DIV} \times 500 \text{ ps}$ $t_{\text{rise}} \approx 900 \text{ ps} \approx 1 \text{ ns}$ a cui corrisponde una banda $f_{\text{MAX}} \approx 390 \text{ MHz} \approx 350 \text{ MHz}$ (prob. anche limitata dal segnale dato che l'oscilloscopio ha 1 GHz di banda!)

Misure di tempo di salita (esempio)



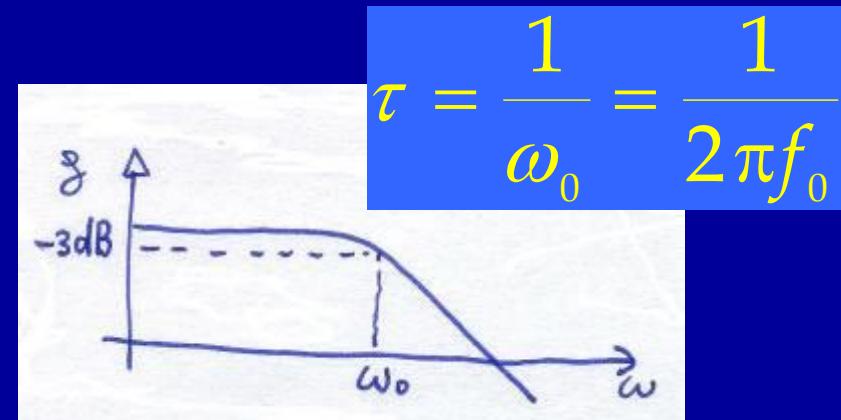
$$t_{rise} \approx 9.5 \times 0.2 \text{ DIV} = 1.8 \text{ DIV}$$

Misure con l'Oscilloscopio

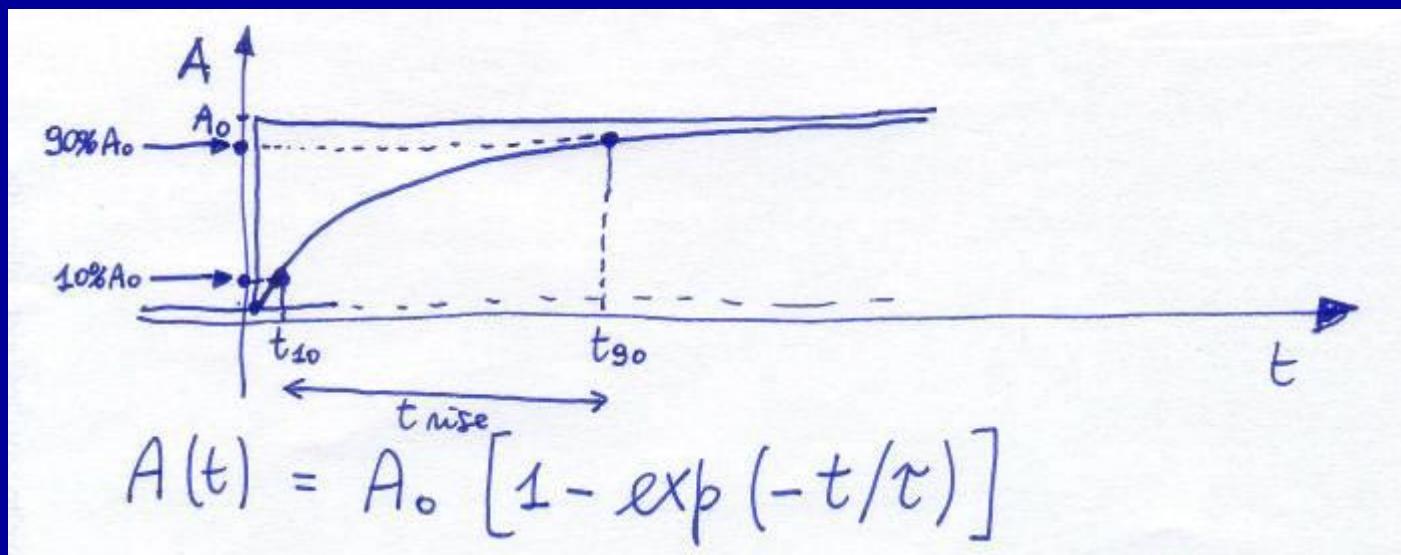
Sistema a singolo polo dominante

Risposta in frequenza

$$g(s) = \frac{1}{1 + s\tau} = \frac{1}{1 + j\omega/\omega_0}$$



Evoluzione nel tempo della risposta al gradino



Sistema a singolo polo dominante

$$\frac{A(t)}{A_0} = 10\% = [1 - \exp(-t_{10}/\tau)]$$

$$\frac{A(t)}{A_0} = 90\% = [1 - \exp(-t_{90}/\tau)]$$

e dunque:

$$\exp(-t_{10}/\tau) = 0.9$$

$$\exp(-t_{90}/\tau) = 0.1$$

Facendo prima il \ln e poi la differenza:

$$-t_{10}/\tau + t_{90}/\tau = \ln(0.9/0.1)$$

così da ottenere:

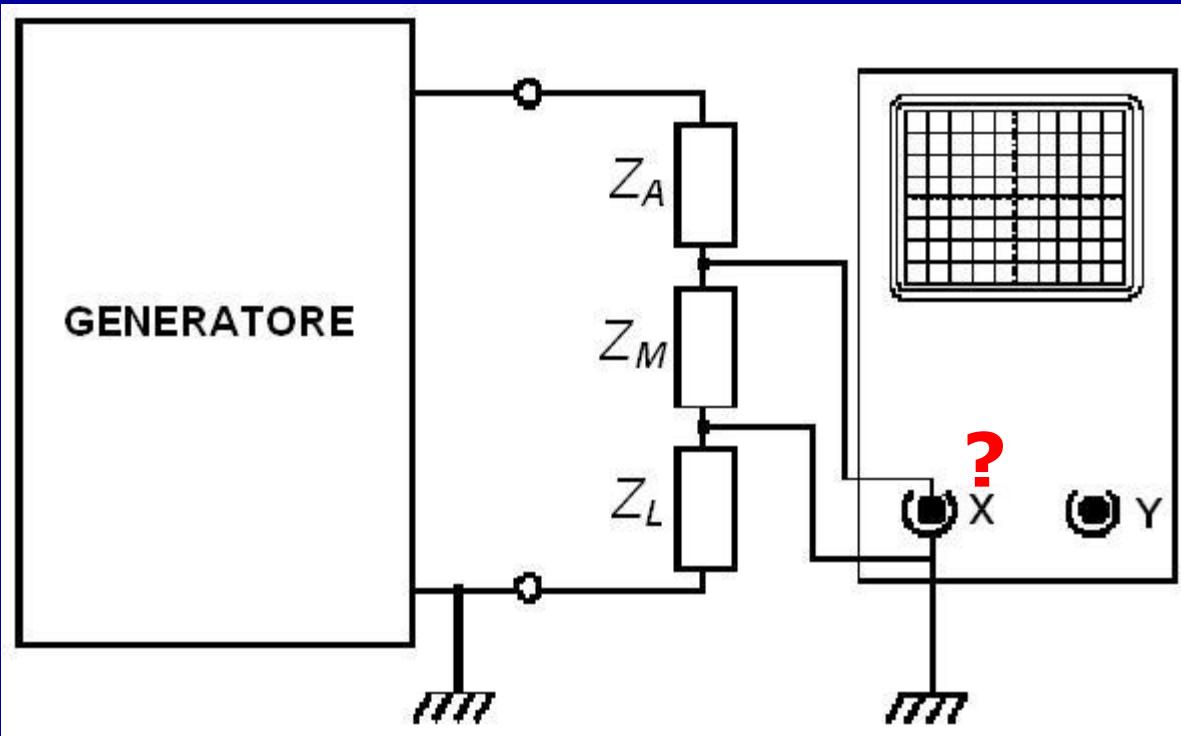
$$t_{\text{rise}} = t_{90} - t_{10} = (\ln 9)\tau \cong 2.2\tau$$

e infine... $t_{\text{rise}} \cong 0.35/B$

$$t_{\text{rise}} = t_{90} - t_{10}$$

$$B = f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\tau} \cong \frac{2.2}{2\pi} \cdot \frac{1}{t_{\text{rise}}} \cong \frac{0.35}{t_{\text{rise}}}$$

Misure differenziali (1/2)

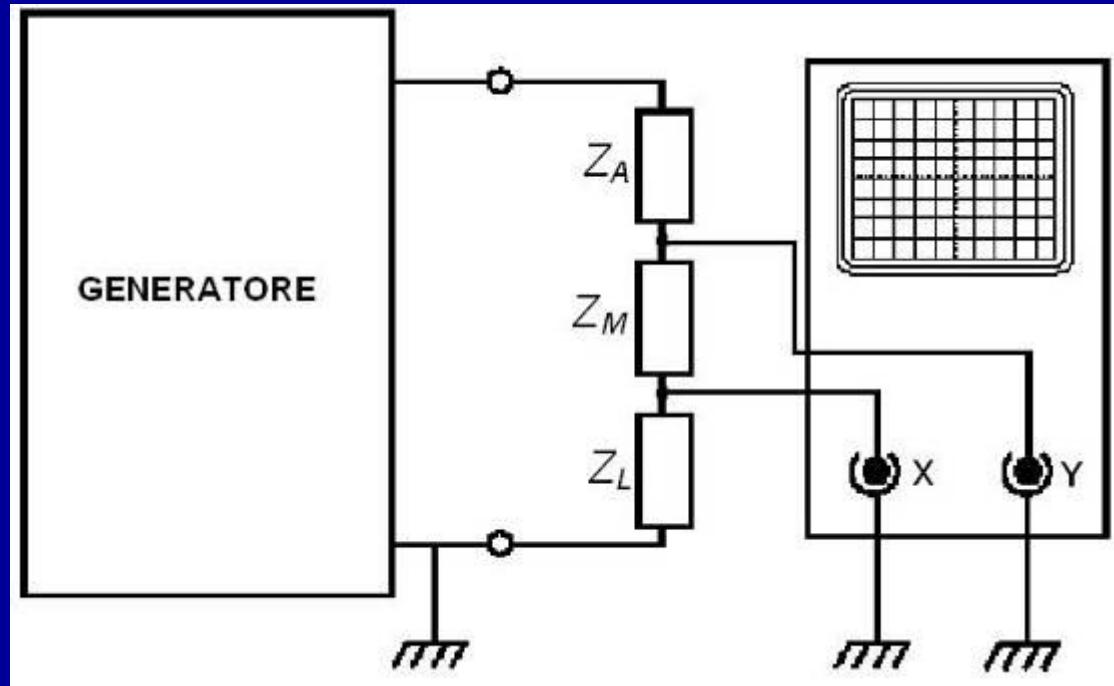


Gli **ingressi** dell'oscilloscopio sono **di tipo sbilanciato** (hanno un terminale connesso a massa). Un singolo ingresso non è adatto a misure di tipo differenziale (se il potenziale di rif. non è la massa)

Gli ingressi sbilanciati dei canali di amplificazione verticale dell'oscilloscopio e la connessione elettrica del morsetto di riferimento alla terra della rete elettrica di alimentazione possono portare a **problemi di misura** quando nel circuito sotto misura sono presenti altri dispositivi dotati di connessione a terra. **L'oscilloscopio cortocircuita a massa il nodo inferiore di Z_M !!**

Misure differenziali (2/2)

L'impedenza Z_M non ha alcun estremo connesso a massa

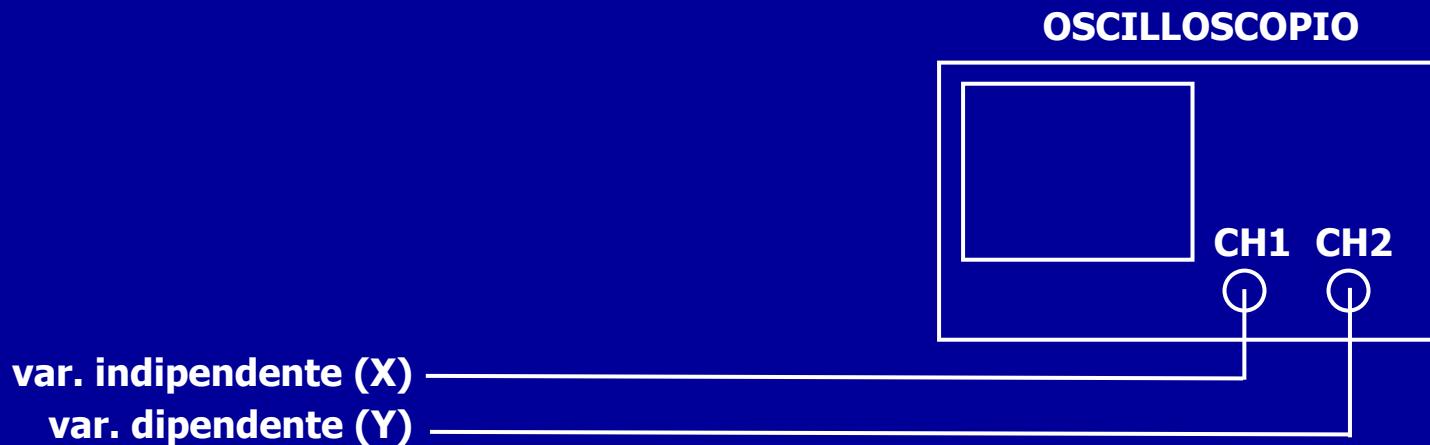


Collegando i due ingressi dell'oscilloscopio ai due morsetti dell'impedenza Z_M e visualizzando sullo schermo la **tensione differenza ($V_Y - V_X$)**, si ottiene una corretta misura della caduta di tensione sull'impedenza

Per misurare la tensione V_M senza alterare il funzionamento del circuito sotto misura (impedenze e punti di massa), si impiegano entrambi gli ingressi dell'oscilloscopio e si visualizza la loro differenza (oppure si usa una **sonda differenziale**)

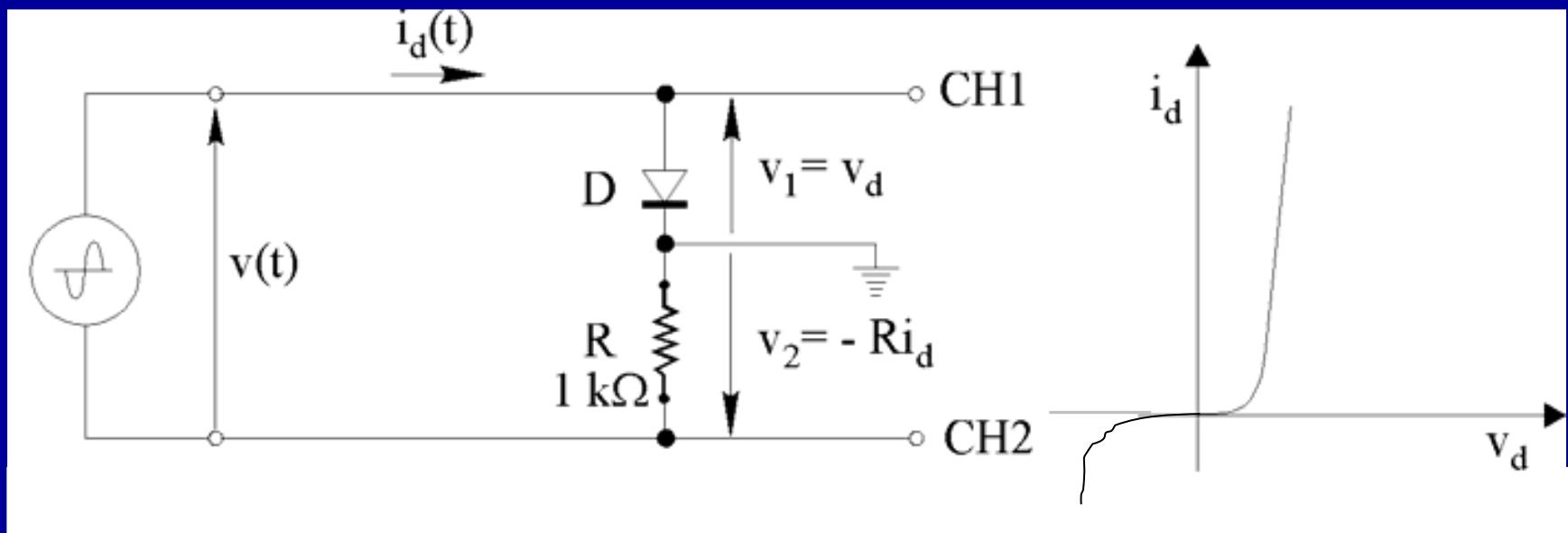
Modalità X-Y

La modalità di visualizzazione X-Y applica i due segnali presenti agli ingressi CH1 e CH2, rispettivamente, alle placche di deflessione orizzontale e verticale. Pertanto la sezione di *trigger* viene esclusa



Tale modalità consente la **visualizzazione di un segnale (V_Y su CH2)** in funzione di un altro segnale (V_X su CH1) e dunque di osservare la **caratteristica V_Y vs. V_X** di una grandezza fisica in funzione dell'altra. Una tipica applicazione è costituita dal rilievo delle funzioni **caratteristiche corrente-tensione (I-V)** di componenti o dispositivi

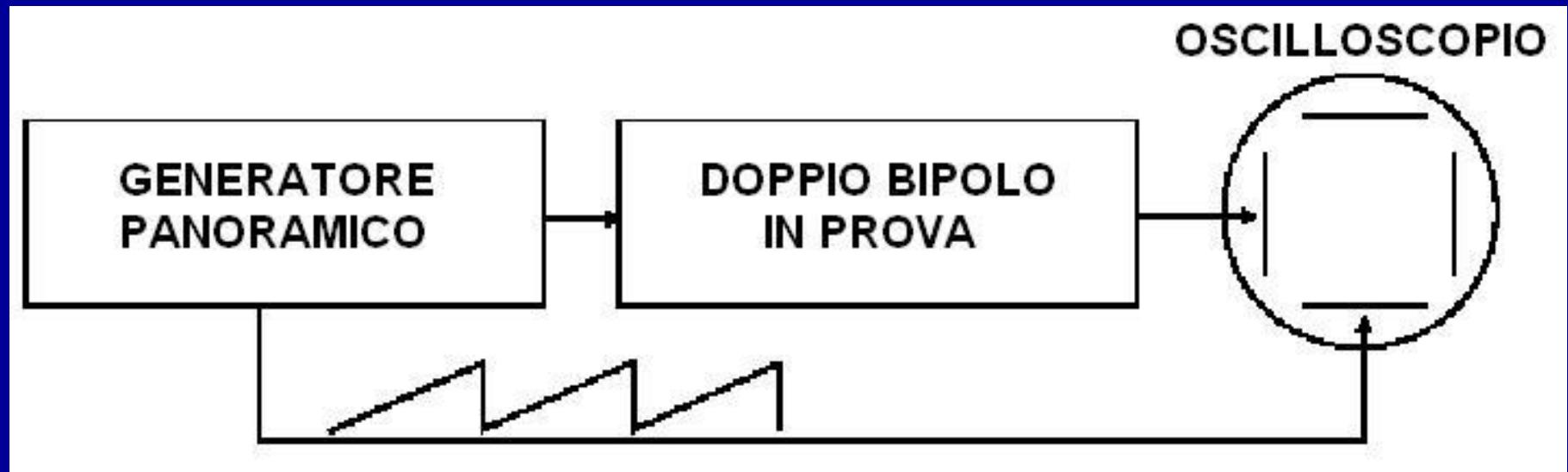
Misura della caratt. I-V di un diodo



Misura, mediante oscilloscopio in modalità X-Y, della caratteristica corrente-tensione (I-V) di un diodo a semiconduttore

Per osservare una traccia stabile, occorre “ripetere nel tempo” (con una ‘rapida’ rampa di tensione) la d.d.p. applicata ai capi del diodo

Misura funzione di trasferimento (1/2)

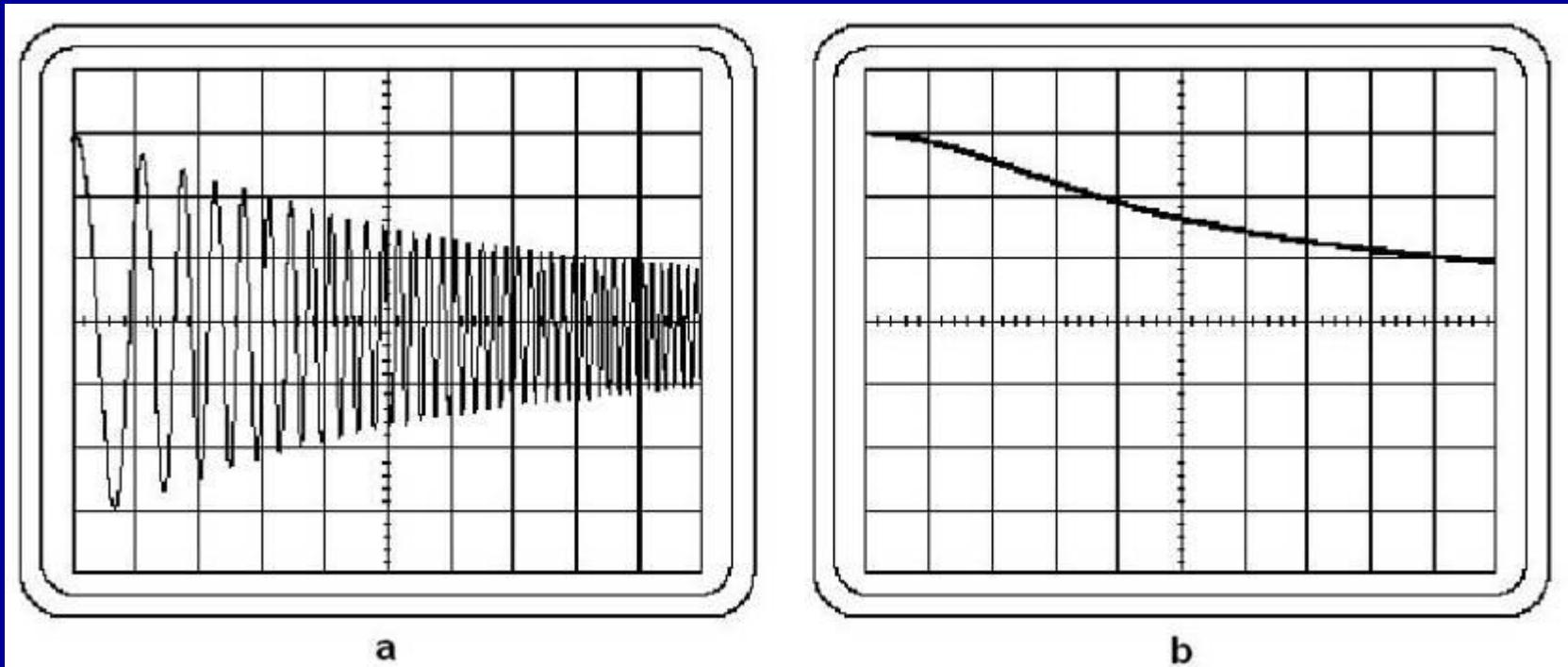


Schema semplificato per la **misura**/visualizzazione **della risposta in frequenza di un doppio bipolo** in prova.

La rampa di tensione, che produce la variazione in frequenza (vibrazione) del segnale sinusoidale erogato dal generatore panoramico, viene inviata anche al sistema di deflessione orizzontale (canale X) dell'oscilloscopio.

Al sistema di deflessione verticale (canale Y), viene invece inviato il segnale sinusoidale in uscita dal doppio bipolo.

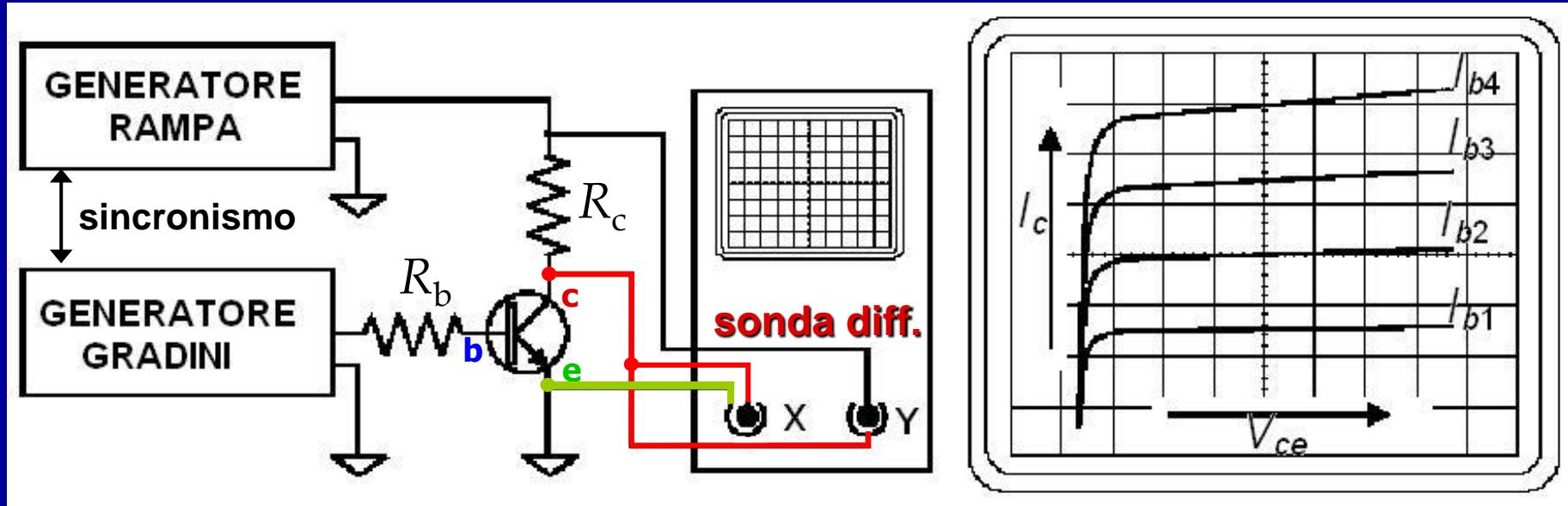
Misura funzione di trasferimento (2/2)



Rappresentazione sullo schermo dell'oscilloscopio del **segnale misurato in uscita da un filtro passa basso**, eccitato da un segnale vibrulato (e.g. VCO), utilizzando la tensione/frequenza di vibrulazione 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 visualizzazione delle ampiezze trasmesse

Misura caratt. I-V di un transistor



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 ($I_{b1} < I_{b2} < I_{b3} < I_{b4}$)

si osservi che $V_Y = R_c I_c \propto I_c$ e $V_X = V_{ce}$

Figure di Lissajous (1/2)

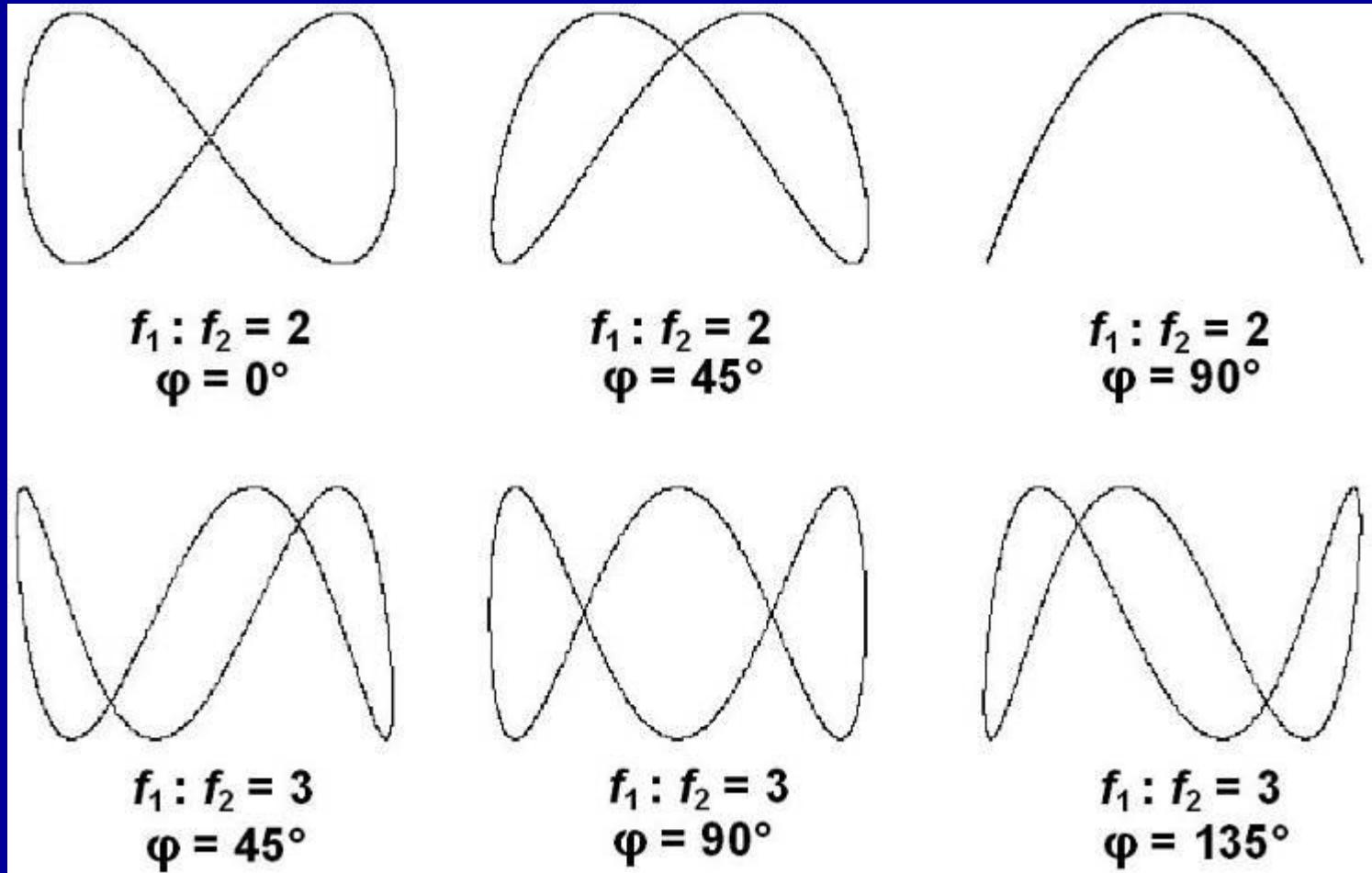
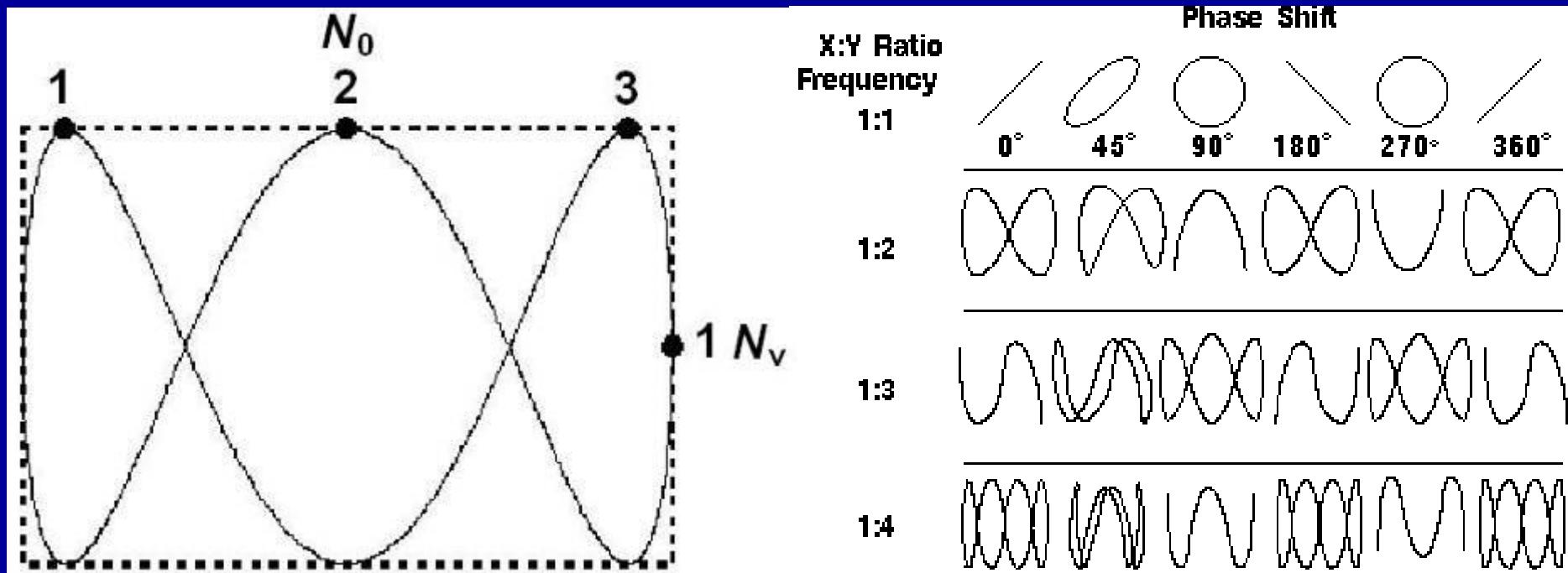


Figure di Lissajous: prodotte da due segnali sinusoidali (in **modalità X-Y**) con differenti frequenze e sfasamenti

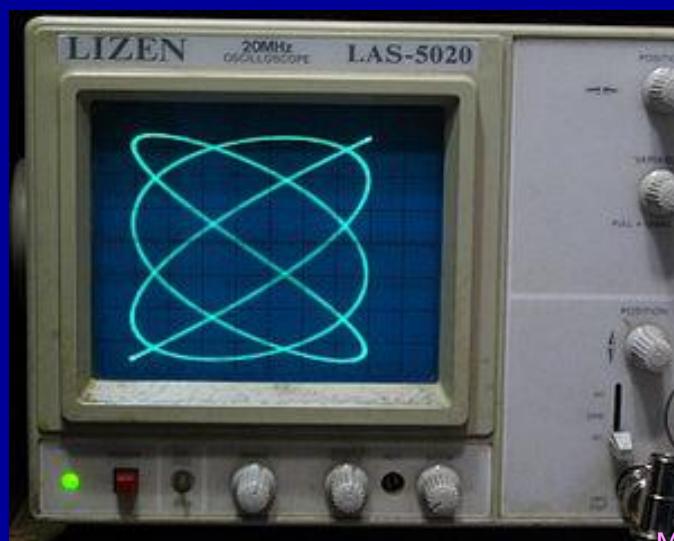
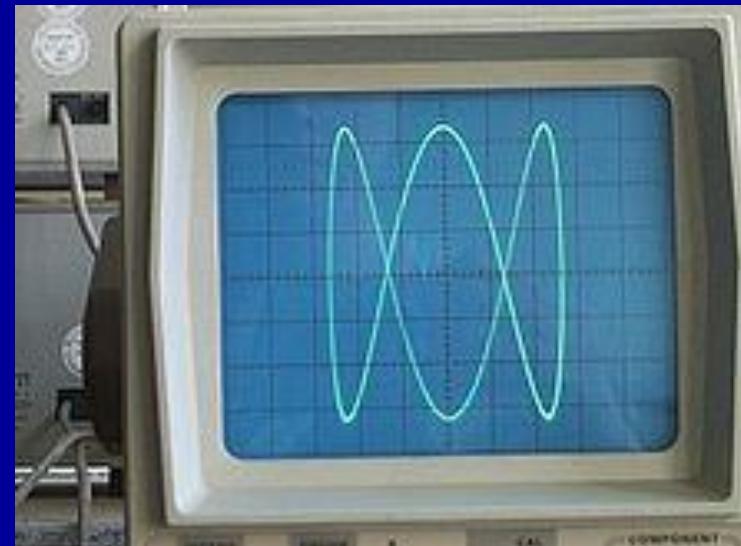
Figure di Lissajous (2/2)

Figure di Lissajous per due sinusoidi di pari ampiezza, al variare del rapporto di frequenza e dello sfasamento delle due onde



Misura 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 di frequenza è quindi pari a $N_O / N_V = 3$

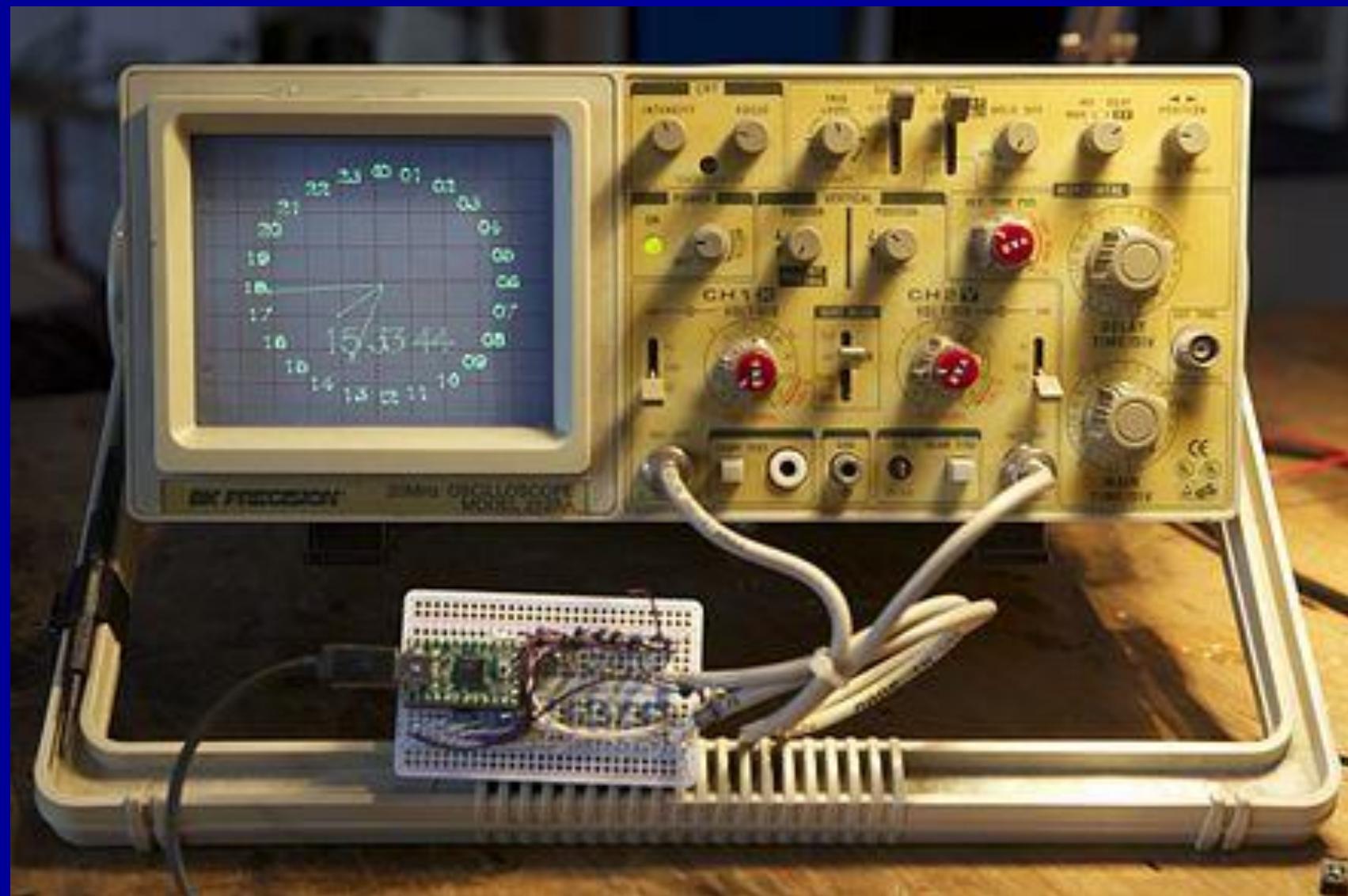
Esempi di figure di Lissajous



Misure con l'Oscilloscopio

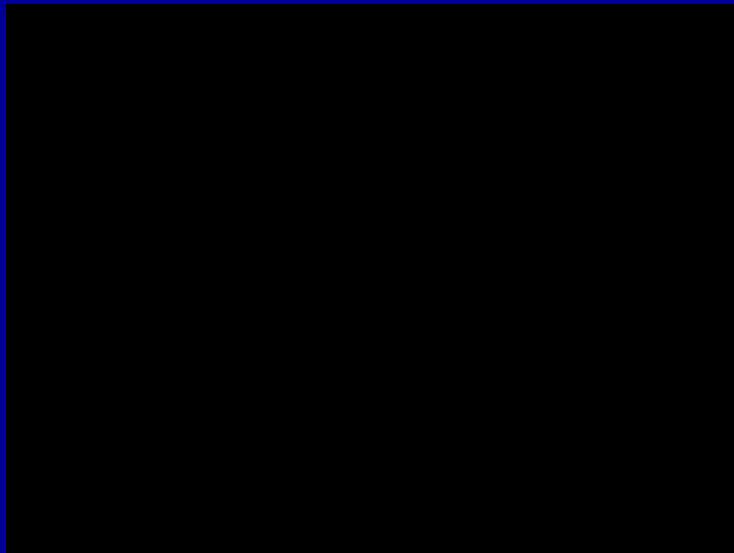
20/22 [16(6)]

Esempio Oscillo-PLOTTER X-Y

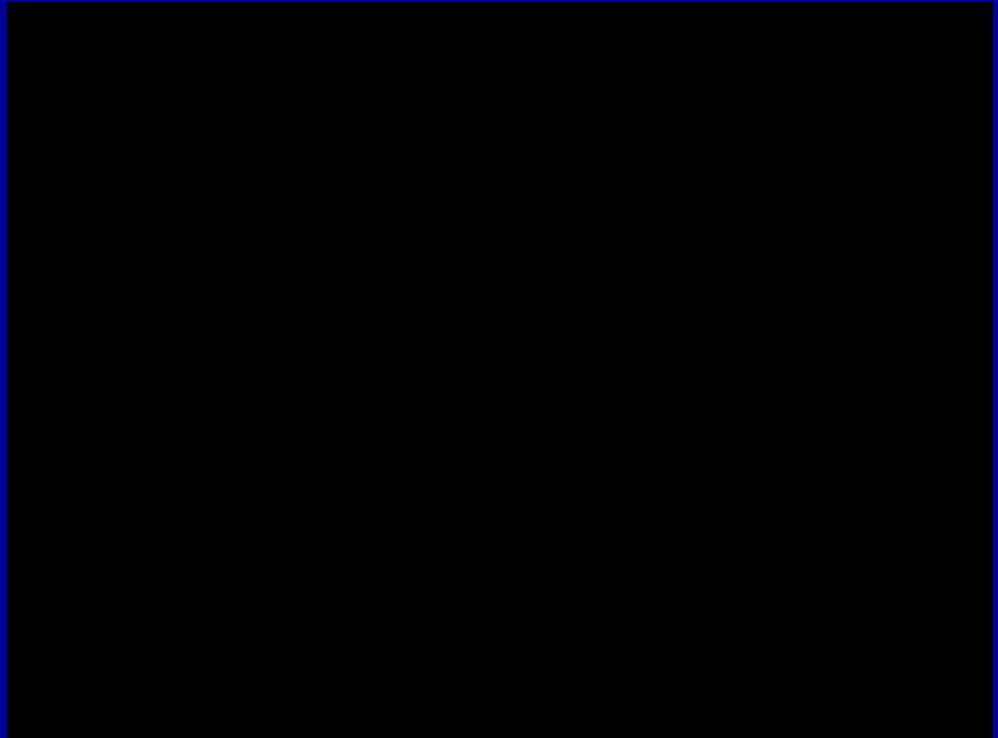


Oscillo-“QUAKE” in modalità X-Y

Quake on oscilloscope



Quake on an oscilloscope_better quality - HD



Video procurati dallo studente **Simone Mosciatti**