

2) Incertezza di lettura: normalmente si dichiara $\frac{1}{2}$ tacca o $\frac{1}{4}$ di tacca. Bisogna evitare l'errore di parallasse. In alcuni strumenti c'è il trucco nello specchietto.

3) Conco strumentali: non è errore, ma un fenomeno che altera il sistema misurato o influenza le letture di altri strumenti.

Gli oscilloscopi analogici

L'oscilloscopio nasce come strumento di visualizzazione. La dicitura ha un'incertezza 1-2%.

Gli oscilloscopi digitali hanno soppiantato gli analogici nelle fasce alte - rimane l'oscilloscopio analogico nelle apparecchiature a fasce basse. (perché i digitali costano troppo: dai 1000€ in su). Funzionano in 2 modalità:

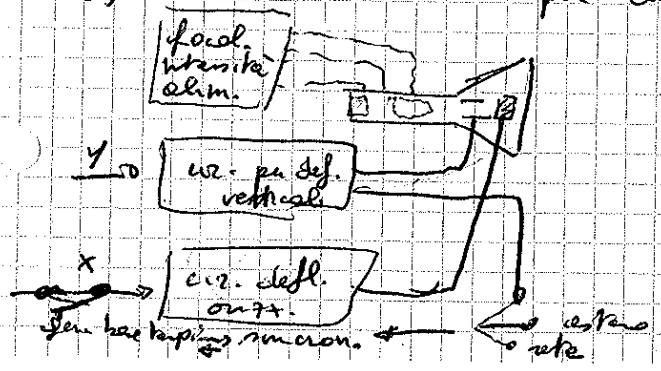
1) Modalità x,y: date 2 giunzioni tensioni e' possibile rappresentare sullo schermo l'andamento delle curve $V_y = f(V_x)$ su due assi tra loro ortogonali.

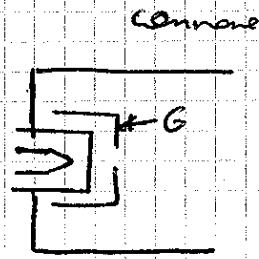
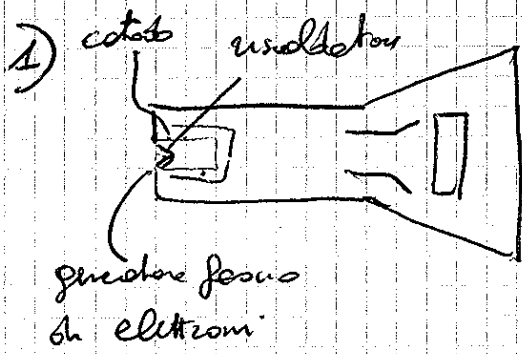
2) Utilizzano più comune: se V_x è proporzionale al tempo si ottiene l'andamento temporale $V_y = f(t)$. Funzionano in BASE DEI TEMPI

Ogni intervallo visto sull'oscilloscopio è detto scandata. Si parla anche di area 2: c'è la possibilità di modulare un segnale di aguzzo sull'intensità del fascio elettronico.

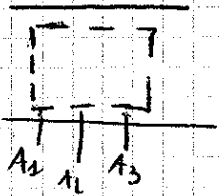
L'oscilloscopio è formato da 3 blocchi:

- 1) tubo a raggi catodici: lungo me 40 cm di cm. Dimensione della schermo 10 x 8 cm. Ci sono due coppie di placchette di deflessione tra loro ortogonali.
- 2) circuiti elettronici per deflessione verticale (asse y)
- 3) circuiti elettronici per deflessione orizzontale (asse x)





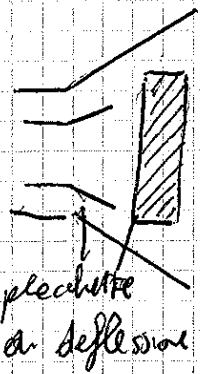
si varia il potenziale della griglia di controllo rispetto al catodo C per variare l'intensità del fascio (è un potenziometro)



Anodi: accelerano gli elettroni e focalizzano il fascio.

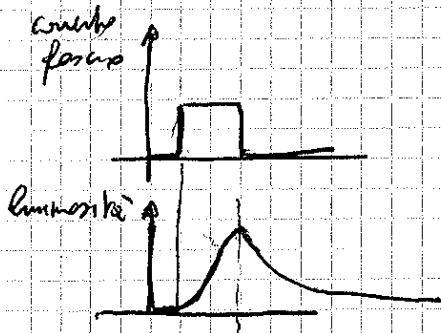
Tra anodo e catodo c'è un AV di qualche migliaia di volt.

Il cannone è attivo. Naturalmente l'anodo ha potenziale 0, mentre il catodo è negativo.

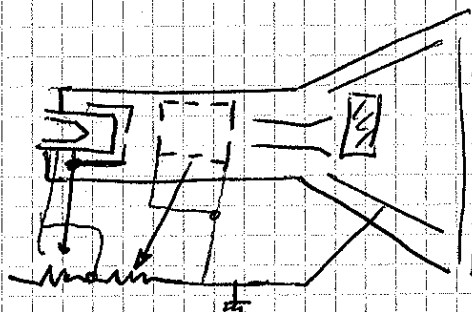
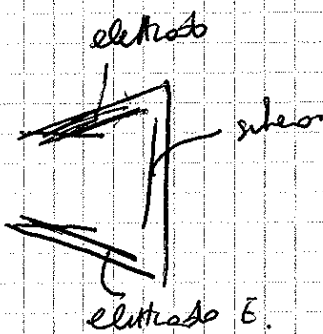


Prima anodo le plechette y e poi x

gli elettroni del fascio colpiscono delle sostanze (e barie di fosforo) disposte sulle pareti interne dello schermo, causando l'emissione di luce



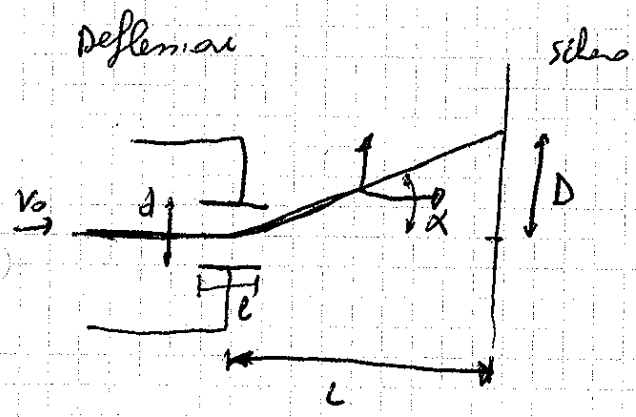
fascio di elettroni = corrente elettrica puntata e ne compie un percorso di ritorno. Si sfrutta il fascio dell'emissione secondaria. (il fosforo emette anche un certo numero di elettroni oltre ai fotoni).



efficienza del fosforo: rapporto tra energia ^{cinetica} ~~termica~~ generata ed energia del fascio elettronico di eccitazione. Di solito inferiore al 10%

- anche energia riflessata in calore. I fosfori sono pessimi conduttori. Dopo un po' la fosfora si impigrisce. Se si supera una certa temperatura si bruciano i fosfori e perdono la caratteristica di emettere fotoni.

Se oltre le bruciature dei fosfori muovendo il raggio o diminuendo l'intensità.



$$D = L \tan \alpha = \frac{e \cdot L}{2 \cdot d} \frac{V_y}{V_0}$$

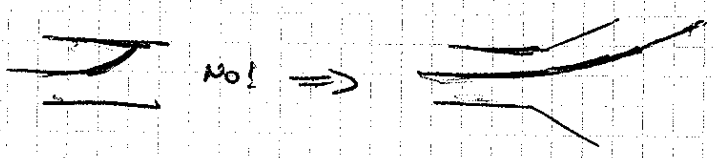
velocità elettrone

Sensibilità di deflessione $S_y = \frac{D}{V_y} = \frac{e \cdot L}{2 \cdot d \cdot V_0} \left[\frac{\text{mm}}{\text{V}} \right]$

$e \approx 3 \text{ cm}$ $L \approx 40 \text{ cm}$ $d \approx 1 \text{ cm}$ $V_0 \approx 30 \text{ kV}$

$S_y^{-1} \approx 5 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$

Allungo le placchette e diminuisco d



Diminuisco la velocità V_0 : elettroni lenti (ne fosfori poco eccitati, quindi poco cinetici).

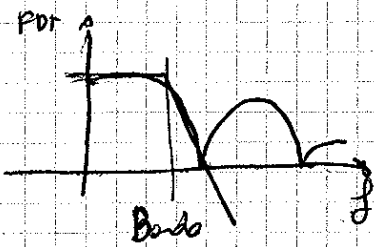
Soluzioni di compromesso. Puntare a destra e poi si accelera con erede di post accelerazione.

Si usano spruzzi di grafite, o guglie di alluminio inchiollate.

Comportamento dinamico: V_y variabile nel tempo - Esempio V_y variabile a frequenza f

$f \ll \frac{1}{e} \sqrt{\frac{2eV_0}{m}}$ placchette corte e V_0 elevata

funzione di trasferimento
 F.T. è del tipo $\left| \frac{pmx}{x} \right|$



Nonché si approssima con 1 solo polo



Chiamasi Banda in tubo a raggi catodici la frequenza di attenuazione di 3dB e la banda il segnale che ne è base freq.

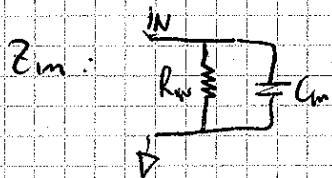
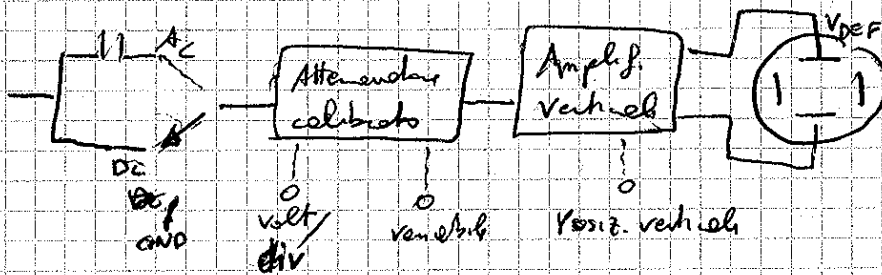
La banda dell'oscilloscopio coincide con la banda del tubo a raggi catodici.

La banda è indicata sul pannello anteriore.

Se si supera la banda si attenua il segnale e si ha una rotazione di fase 45° a frequenza di base ω più in là.

BLOCCO CONDIZIONAMENTO VERTICALE

Nonché $S_y \approx 0,2 \pm 1 \text{ mV}$



$R_{m} = 1 \text{ M}\Omega \pm 1\%$
 $C_{m} = 10 \div 60 \text{ pF}$

Volt/Div: cambiamento di scala in base al Volt al cm che si vede sullo schermo (è calibrato)

Ventile: viene usato solo in casi particolari.

Posiz. vert. cal.: spostare lo zero del segnale

AC: togliere la base frequenza

GND: cortocircuito.

Il componente dell'oscilloscopio è quello Z_m .

Velocità tipica coeff. deflessione (V/div)

5 2 1 0,5 0,2 0,1 0,05 0,02 0,01

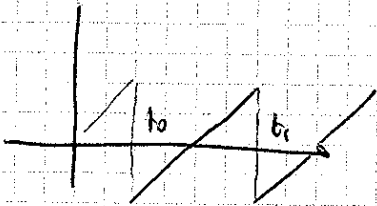
Bande passante 3dB, normale è fornita le minime tensioni applicabili.

C'è una relazione tra banda passante e tempo di risposta al gradino

Si dimostra che $t_s = \frac{0,35}{B_w}$ [s] B_w : banda in Hz

t_s è il tempo di salita: è il tempo tra il 10% e il 90% del valore finale

Deflessioni orizzontali

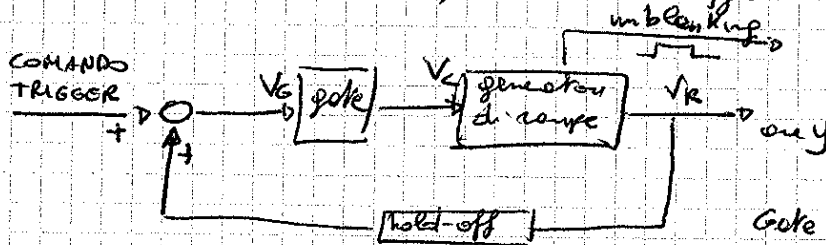


Per avere un'unica traccia è sufficiente che il pannello elettronico quando V_y : - assume valore prefissato.

- le derivata sempre dello stesso segno.

Quando il segnale d'ingresso raggiunge i valori prefissati viene generato un impulso di trigger che comanda la partenza della rampa V_x .

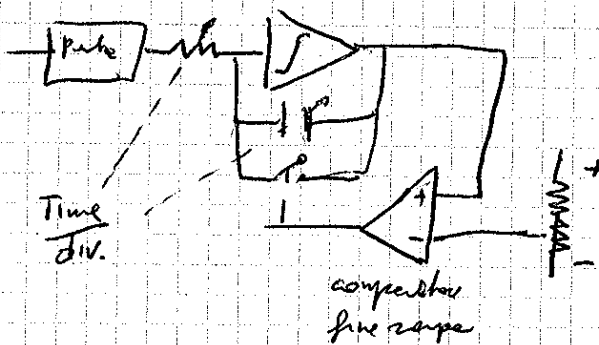
Circolo di bias dei tempi: parte il pannello al margine sx, mentre il pannello durante il ritorno, attende il trigger e genera la rampa V_x



Gate:
 NORMAL:
 AUTO: se non c'è trigger aspetta e dopo un po' da una traccia
 SINGLE: 1 sola ripetizione

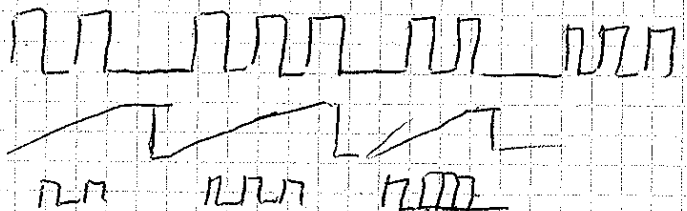
il gate è un comparatore con isteresi:

il generatore di rampa è un integratore

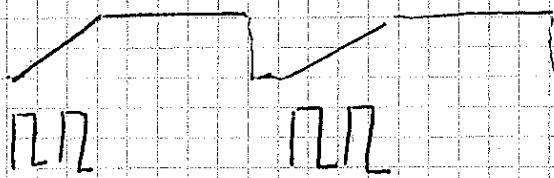


Blocco di hold-off.

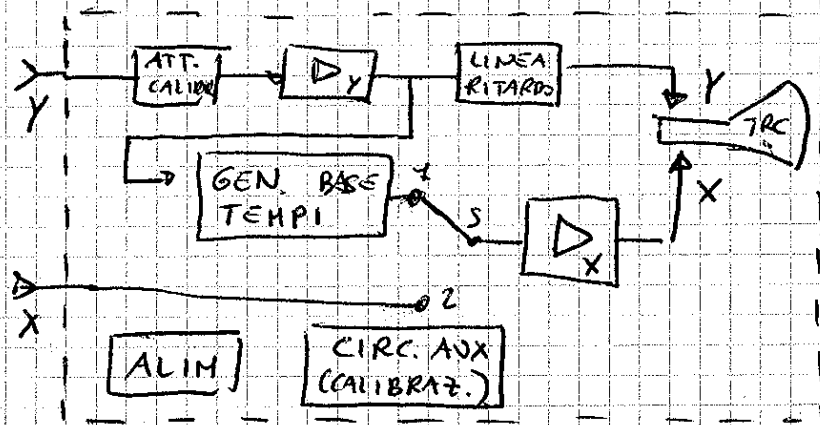
evita il gate se trigger.



con hold-off



Schema e blocchi: OSCILLOSCOPIO BASE



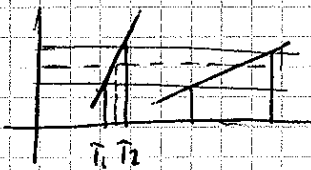
Due tipi di circuiti completano l'oscilloscopio analogico

- base tempi ritardata
- doppia traccia.

Base tempi ritardata: non trattata - Base Serie e 2 scopi:

- analizzare con maggiore dettaglio una porzione della traccia

(E' meglio vedere con punto mira trigger quando il segnale ha deviate alta. Infatti, il comparatore del trigger scatta quando la deviazione di tensione e' minore di un certo valore).



L'istante di trigger e' una fonte di incertezza

Noi vediamo la zona donde piu' spesso (gitterato).
Piu' pendente e' bene, piu' gittero e' peggiore

Le base tempi ritardate non sono piu' usate perche' l'oscilloscopio digitale risolve istantaneamente il problema.

- eseguire misure di intervalli di tempo e accurate (ordine del permille)

Oscilloscopio a tracce multiple

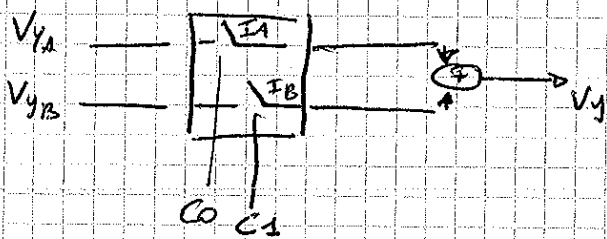
L'estremo sinistro dello schema e' l'istante di trigger (anche in quello base).

Si nota visualizzazione una doppia traccia (o quadrupla).

Limitazioni sulle tracce.

Soluzioni: - doppio campione (costosissimi, ed esso non si ferma più). (6)

- unico fascetto e lo si attribuisce nel tempo ad una traccia o all'altra.



Chiuso alternativamente A e B.

Metodo ALTERNATE:

- una spazzolata chiusa IA e aperta IB

- spazzolata successiva chiusa IB e aperta IA

Attenuatori calibrati a monte. Amplificatore a guadagno fisso può essere a valle.

Su quale segnale faccio il trigger? 2 possibilità

1) Trigger sul canale A, mentre B non è triggerato. (Se i due segnali sono ad uguale frequenza posso eseguire misure di fase). Se non sono di stessa frequenza B scorre.

2) Trigger su entrambi i segnali alternativamente, e tracce sono sincronizzate (non posso avere relazioni di fase).

Se i segnali sono anti si ha il rischio di vedere una traccia e poi l'altra.

METODO di Chopped

commuto dell'uno all'altro un certo numero di volte all'interno delle stesse spazzolate.

Dipende da un unico segnale di trigger e commuta le relazioni di fase

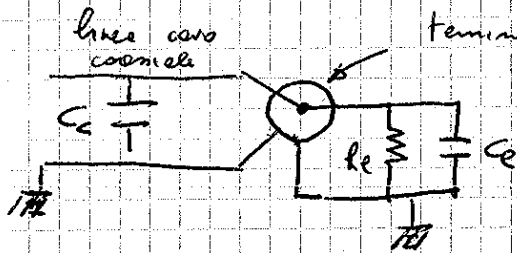
Non è garantito il sincronismo di entrambe le tracce.

Va benissimo per segnali anti, se aumente la frequenza vedo i trattini.

Ogni volta che si commuta viene aperto il fascetto

DUAL SWEEP: canale A traccia principale con portatore intensificato
 canale B: espansione delle porzioni intensificate

SONDE



In generale $C_c \gg C_e$
 l'oscilloscopio è in grado di misurare tensioni solo rispetto a terra.

Se l'oscilloscopio ha come ingenti delle bocche non misura soltanto rispetto a terra (ma anche le tensioni fluttuanti).

Alte frequenze: bande max 500 MHz, tipica 50-100 MHz.

Con segnali sopra i 100 MHz l'effetto capacitivo rompe il circuito e si ha l'effetto della riflessione del segnale. Bisogna fare in modo che l'impedenza sia costante per tutto il percorso del segnale (cioè entrare in nodi).

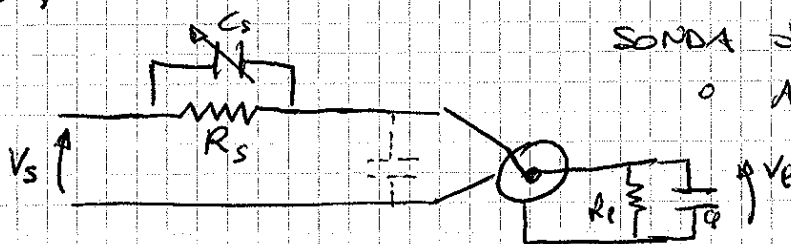
Valore impedenza tipica: 50 Ω (ambito scientifico)
 75 Ω (segnale televisivo)

circuiti a 50 Ω

la retta capacitiva varia con la frequenza. Si ha una rotazione di fase e una distorsione del segnale visualizzato

Bisogna inserire un circuito di compensazione. Una

SONDA di COMPENSAZIONE
 o ATTENUATRICE



$$C_p = C_e + C_c$$

$$V_e = \frac{\frac{R_e}{j\omega R_e C_p + 1}}{\frac{R}{1 + j\omega R_s C_s} + \frac{R_e}{1 + j\omega R_e C_p}} V_s$$

Se $R_e C_p = R_s C_s$ $V_e = V_s \frac{R_e}{R_s + R_e}$ Questo legame non dipende dalla lunghezza.

$R_s = 2 R_e \Rightarrow$ attenuazione pari a 10.

In pratica per compensare una sonda bisogna soddisfare la relazione: $R_c C_p = R_s C_s$ (17)

Come faccio a garantire quella relazione? Si manda con segnali d'ingreso un'onda quadra. Se sull'oscilloscopio vedo un'onda quadra è compensata, altrimenti devo modificare la compensazione. Come si fa? Si prende la sonda compensata. Si collega ad un generatore a fase d'onda Σ e agisce sul condensatore C_s . Tra i cranti Aux dell'oscilloscopio c'è un generatore a fase d'onda quadra.

Per alte frequenze si dimostra che le impedenze ottimali sono dell'ordine dei 50Ω .

VOLTMETRI NUMERICI (numerici, digitali).

Fotografano la tensione ad un certo istante e restituiscono il valore numerico su un voltmetro digitale.

Ha 2 funzioni distinte:

- campionatore
- convertitore A/D

Non ci interessa come mettere insieme ~~due~~ campionature.

Numeri al posto dell'indice:

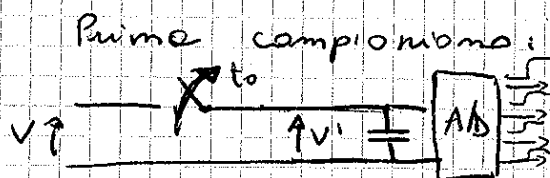
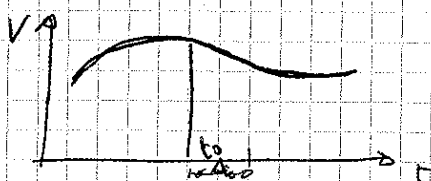
- non ci sono errori nelle letture (posso dare lo strumento in mano a chiunque)
- lo strumento può essere letto anche al buio.
- non ci sono parti in movimento (no attriti)
- oggetto più robusto
- lo strumento elettromeccanico ha tempi di risposta dell'ordine del secondo, quello digitale ha tempi di risposta del ms, μs .

Diffetti:

- il costruttore tende a dare molte cifre
- tende a non dare l'informazione sull'evoluzione della grandezza.
- non permette la lettura a colpo d'occhio

Lo strumento base è un voltmetro.

Convertitore A/D



Valore costante di V'