

## Sonde

L'oscilloscopio meccanico per le funzioni misura dell'oscilloscopio, è l'interfaccia con le segnali in ingresso

Le sonde più comuni possono operare in due modalità: 1x e 10x

nella sonda 10x il segnale in ingresso viene attenuato di 10 volte  $\Rightarrow$  poi verrà amplificato dall'oscilloscopio,

• È un cavo coassiale



conduttore interno ed esterno

consente due punti di vista elettromagnetico

quindi è importante configurare

il tipo di sonda che stiamo utilizzando

sull'oscilloscopio

• Una loro curvatura potrebbe provocare un effetto fietto

$\rightarrow$  si sostituiscono molto robuste per evitare che ci accada

• Una sonda è modellata da una resistenza posta in parallelo ad un condensatore

$\sim$  introduce un effetto fietto passivo

È necessario per questo una compensazione per far in modo che il rapporto di

attenuazione rimanga lo stesso per ogni frequenza del segnale

$\rightarrow$  quindi per ridurre gli effetti di fietto passivo

vediamo come si presenta l'ingresso di un'oscilloscopio con un modello circuitale



$V_{in}$   $\leftarrow$  tensione in ingresso dell'oscilloscopio

$$R_{in} \approx 1\text{M}\Omega$$

$$C_{in} \approx 20 \div 30\text{pF}$$

A causa dell'effetto capacitivo, l'impedenza  $Z_{in}$  dell'oscilloscopio

decade o decresce dalla frequenza del segnale  $\omega = 2\pi f$

Quindi vogliamo far in modo che l'impedenza vista dal segnale sia elevata, in modo che da un emettitore

non venga dissipata troppa potenza

l'impedenza è inversamente

proporzionale alla frequenza del segnale

$$Z_{in} = \frac{R_{in} \cdot \frac{1}{j\omega C_{in}}}{R_{in} + \frac{1}{j\omega C_{in}}} = \frac{R_{in}}{1 + j\omega R_{in} C_{in}} = \frac{R_{in}}{1 + j\omega \tau_{in}}$$

Per ovviare a questo problema dell'impedenza in ingresso limitata, si adoperano sonde attenuatrici compensate

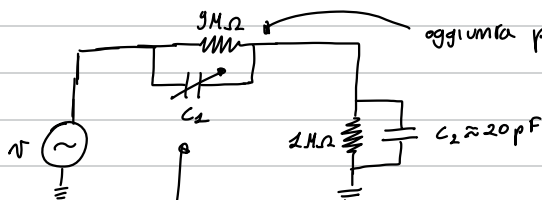
tipicamente 10x

$\rightarrow$  risolvono il problema della dipendenza di  $Z_{in}$  con  $\omega$  e inoltre permettono di attenuare

il segnale in ingresso per proteggere il dispositivo

Lo schema equivalente dell'oscilloscopio con la sonda 10x può essere rappresentato

con una resistenza in parallelo ad un condensatore in serie allo schema dell'oscilloscopio



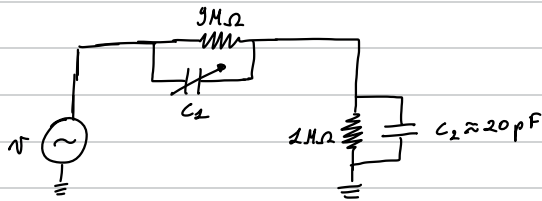
aggiunta per attenuare il segnale  $\rightarrow$  aumenta l'impedenza in ingresso

Trimmer

$\rightarrow$  ha la possibilità di modificare il valore della capacità  $\rightarrow$  mi permette di evitare l'attenuazione

dovuta all'effetto fietto passivo dovuto ai componenti reattivi

Dobbiamo fare in modo che le guadagno sia indipendente dalla frequenza del segnale  $\omega$



L'attenuazione deve essere indipendente da  $\omega$

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\frac{R_1}{1 + j\omega R_1 C_1} + \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2}}{\frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2}}$$

La condizione per annullare l'effetto della frequenza del segnale sulla attenuazione, quindi per rendere la  $\omega$  del denominatore e

$$R_2 C_2 = R_1 C_1$$

Dei parametri di questa equazione posso modificare  $C_1$  facendo in modo che

$$C_1 = \frac{R_2 C_2}{R_1}$$

Per verificare che la sonda sia compensata

→ sono possibili certe condizioni non ideali:

ovvero per  $R_1 C_1 > R_2 C_2$  sovracompenrazione  
 o per  $R_1 C_1 < R_2 C_2$  sottocompenrazione

$$\begin{aligned} \frac{\frac{R_1}{1 + j\omega R_1 C_1} + \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2}}{\frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2}} &= \frac{\frac{Z_1 + Z_2}{Z_2}}{\frac{Z_2}{Z_2}} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} = \frac{Z_1}{Z_2} + 1 = \\ &= 1 + \frac{\frac{R_1}{1 + j\omega R_1 C_1}}{\frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2}} = 1 + \frac{R_1}{R_2} \left( \frac{1 + j\omega R_2 C_2}{1 + j\omega R_1 C_1} \right) \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\frac{1 + j\omega R_2 C_2}{1 + j\omega R_1 C_1} = 1 \Rightarrow \cancel{1 + j\omega R_2 C_2} = \cancel{1 + j\omega R_1 C_1}$$

$$R_2 C_2 = R_1 C_1$$

Possiamo visualizzare tale fenomeno sull'oscilloscopio utilizzando un onda quadrata come ingresso generata dall'oscilloscopio stesso

ONDA QUADRA è regolare perfetto perché il suo spettro contiene infinite componenti frequenziali.

ONDA QUADRA  
IN INGRESSO →

SOVRA COMPENSAZIONE →

SOTTOCOMPENSAZIONE →

