

Sonda compensata

Questa serie di esperienze richiede un generatore di segnali a frequenza variabile e con fronti di salita ripidi. Usate i generatori di funzioni Tabor, Wavetek, o altro disponibile (*non* la schedina apposita per le esercitazioni).

Sonda “standard” dell’oscilloscopio

Dovete misurare l’uscita di un generatore ad *onda quadra* con frequenza variabile e con impedenza di uscita di $1\text{ k}\Omega$. I generatori normalmente hanno impedenza di $50\ \Omega$, ma potete inserire un resistore esteno in serie.

Provate a misurare il tempo di salita all’oscilloscopio, prima con un semplice cavo coassiale e poi con una sonda compensata. Che tipo di effetto “malefico” ha il cavo coassiale e in quali condizioni si manifesta? Che vantaggio c’è ad usare la sonda compensata?

Capacità dei cavi

Pensate di trovarvi in un ambiente industriale e di dover misurare l’uscita di un sensore lontano dall’oscilloscopio, per cui avete bisogno di 50 m di cavo coassiale. Invece di usare un cavo, ne simulate l’effetto con un condensatore da 4.7 nF , come in figura 1.

Con l’onda quadra, misurate il tempo di salita e confrontate il risultato con la stima teorica. Spendete qualche istante — o qualche rapido tentativo — a decidere quale è la

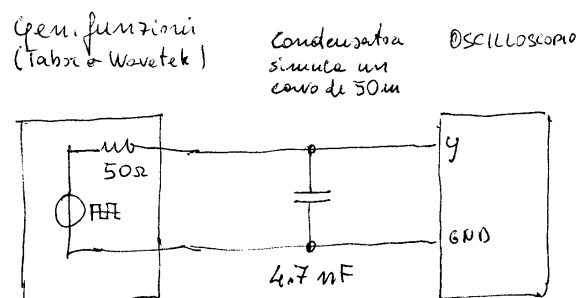


Figure 1: Una capacità di 4.7 nF simula un cavo coassiale di 50 m circa.

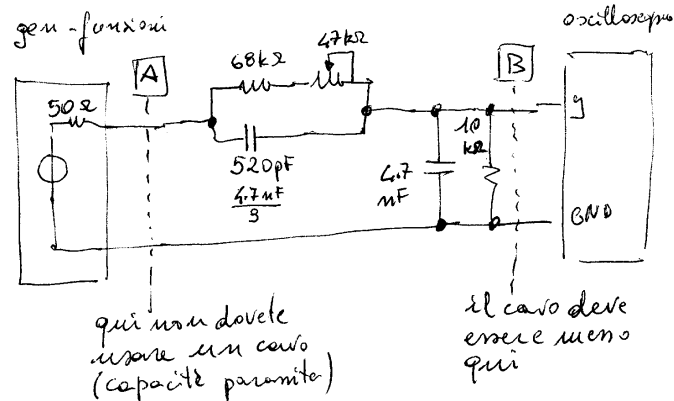


Figure 2: Compensazione della capacità di 4.7 nF all'ingresso dell'oscilloscopio. Sarebbe agire su una *capacità variabile*, invece che su una resistenza; solo per esigenze pratiche del laboratorio è stata usata una resistenza variabile.

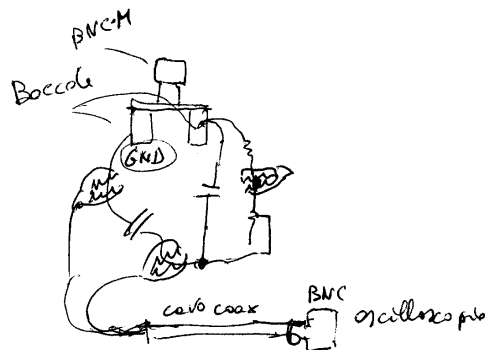


Figure 3: Montaggio "in aria", per ridurre al minimo le capacità parassite all'uscita del generatore.

frequenza che meglio consente di evidenziare l'effetto della capacità.

Compensazione della capacità del cavo

Decidete ora di compensare la capacità del cavo (ovvero i 4.7 nF . . .), quindi usate il circuito di figura 2. Regolando il potenziometro, potete compensare il partitore.

Attenzione alla disposizione dei cavi di collegamento, nella sezione A la capacità parassita interagisce con la resistenza del generatore, mentre nel punto B è in parallelo ad una capacità assai maggiore. Dovete quindi cavarvela montando i componenti "in aria", aiutandovi con bocce e coccodrilli. La figura 3 dà un'idea di una disposizione possibile.

In alternativa, potete usare la configurazione di figura 4, che presenta però il difetto di una grande area compresa tra i cavi, che cattura rumore dai campi magnetici a bassa frequenza.

Quale che sia la disposizione scelta, tarate l'attenuatore compensato visualizzando un'onda quadra. Quale è la frequenza più opportuna? Se non vi viene in mente niente, cercate idee a

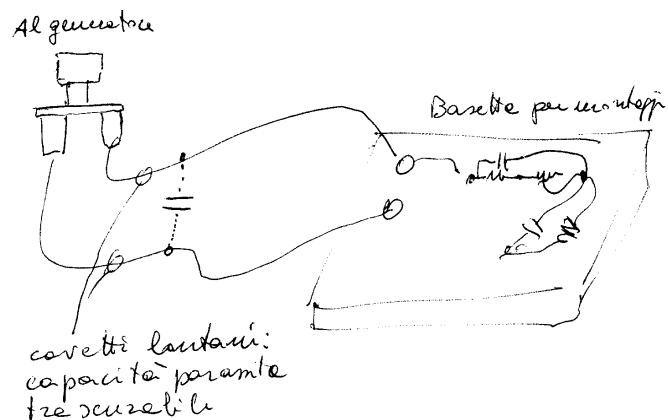


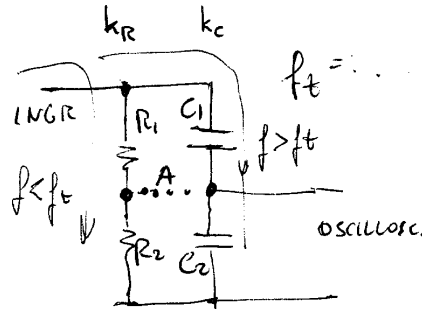
Figure 4: Montaggio “in aria”, per ridurre al minimo le capacità parassite all’uscita del generatore.

pagina 4.

Misurate il tempo di salita del generatore, e verificate se il risultato è coerente con la capacità equivalente che risulta dalla compensazione. Molti generatori non sono adatti a pilotare carichi capacitivi, e per questo producono una oscillazione sovrapposta all’esponenziale che dovete misurare; questo rende solo un po’ più difficile la misurazione, ma non la impedisce.

Attenuatore compensato 1:100

Provate un attenuatore 1:100, in modo da ridurre ulteriormente la capacità in parallelo al generatore. E’ opportuno sostituire la resistenza di 10 k Ω in parallelo all’oscilloscopio con 1 k Ω , così potete usare lo stesso potenziometro di prima.



Considerate due attenuatori, con rapporto V_u/V_i pari a k_c e k_R . Entrambi i fattori di attenuazione sono reali e indipendenti da f . Quindi il

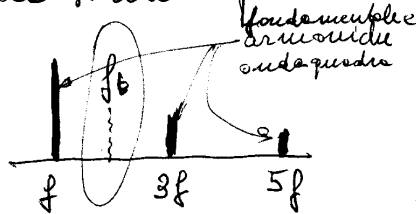
Collegamento A (foto sopra) non altera il circuito perché non è percorso da corrente (le tensioni agli estremi sarebbero comunque le stesse)

$f < f_t$, la corrente passa nei resistori,
 $f > f_t$ la corrente passa nei condensatori.

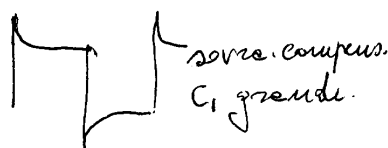
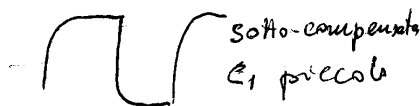
Se $k_R = k_c$, la sonda è compensata.

Se la sonda NON è compensata:

- $f \ll f_t$, tutte le armoniche (negative) dell'onda quadra passano nelle resistenze, all'uscita si ha ancora un'onda quadra.
- $f \gg f_t$, come sopra, ma le armoniche passano nei condensatori
- quindi il fatto di V_i vedere un'onda quadra non è sufficiente a garantire che la sonda funzioni bene ($k_R \neq k_c \rightarrow$ errori di misura)



Per calibrare la sonda (\rightarrow garantire $k_c = k_R$) esiste la distorsione dell'onda quadra come rivelatore.



Con ragionamento euristico, potete scegliere f in modo tale che la fondamentale passi in R_1, R_2 , e le armoniche in C_1, C_2 .

Con lo squilibrio $k_R \neq k_c$ ha il massimo effetto sulla forma d'onda. (metà potenza in ogni portatore)