Esperimentazioni di Fisica III

1 Strumentazione e circuiti RC

Relazione Gruppo ....

1.1 Misura di R_{out} del generatore di forme d'onda e del generatore di impulsi

Si faccia riferimento alla figura 1

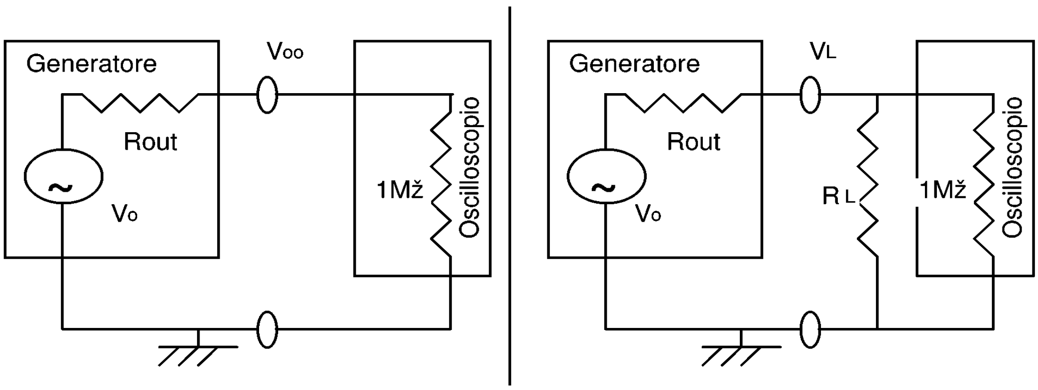

Figura 1:

I valori aspettati per R_{out} sono compresi fra 10 e 200 Ω. Per il generatore di impulsi usare la massima tensione di uscita.

Operazioni da compiere per una misura di R_{out} (per tutte le misure di tensione utilizzare l'oscilloscopio, cercando di minimizzare l'errore di lettura):

(a) Misurare la tensione V_{oo} all'uscita del generatore, come mostrato nella parte sinistra della figura 1. Poiché l'impedenza dell'oscilloscopio è $1M\Omega \gg R_{out}$, si ha $V_{oo} \approx V_o$, cioè la caduta di tensione su R_{out} è trascurabile.

(b) Inserita una resistenza di carico $R_L \ll 1M\Omega$ (parte destra della figura), misurare la tensione V_L all'uscita del generatore. In questo caso si ha:

$$V_L \approx V_o \frac{R_L}{R_L + R_{out}}$$

(c) Da (a) e (b) si ricava: $R_{out} = R_L(V_o/V_L - 1) = R_L(V_{oo}/V_L - 1)$.

Riempire poi la tabella mostrata nel seguito, dove con Δ si è indicato l'errore sulla variabile corrispondente:

	$R_L \pm \Delta$	$V_{oo} \pm \Delta$	$V_L \pm \Delta$	$R_{out} \pm \Delta$
generatore di forme d'onda				
generatore d'impulsi				

(d) Riportate qui di seguito la formula adoperata per il calcolo dell'errore percentuale su R_{out} in funzione di V_{oo}, V_L e R_L e degli errori su tali variabili.

Come conviene scegliere la resistenza R_L da inserire nel circuito perché la precisione della misura sia buona? Che cosa succede e come cambia la precisione della misura se $R_{out} \gg R_L$ oppure $R_{out} \ll R_L$? Per rispondere a queste domande non avete bisogno di cercare il minimo dell'errore relativo su R_{out}. Rispondete analizzando l'andamento dell'errore percentuale nei casi limite richiesti.

(e) Supponete di aver misurato V_{oo} e V_L sullo stesso canale dell'oscilloscopio considerando come errore solo la risoluzione dello schermo (cioè la Δ corrispondente alla tacca o mezza tacca della scala del monitor dell'oscillocopio). Scoprite poi che sul canale che avete utilizzato per compiere la misura c'è un errore di calibrazione dell'ordine del 10%. Come cambia la vostra stima dell'errore su R_{out} ?

(f) Come cambia la valutazione dell'errore sulla misura di R_{out} se invece avete misurato V_{oo} e V_{out} con due canali diversi dell'oscilloscopio e scoprite che hanno una differenza di calibrazione l'uno rispetto all'altro dell'ordine del 10% ?

(g) Perché è sbagliato calcolare l'errore su $R_{out} = R_L(V_o - V_L)/V_L$ come:

$$(\Delta R_{out}/R_{out})^2 = (\Delta R_L/R_L)^2 + (\Delta(V_{oo} - V_L)/(V_{oo} - V_L))^2 + (\Delta V_L/V_L)^2$$

(h) In quali condizioni il funzionamento del generatore di tensione si discosta apprezzabilmente da quello di un generatore ideale?

1.2 Circuito Integratore

(a) Facendo uso di un condensatore (C) ed una resistenza (R), montate un circuito che funzioni come integratore per segnali in ingresso aventi frequenze $f >$ 50 KHz. Disegnate qui di seguito lo schema del circuito e specificate nella

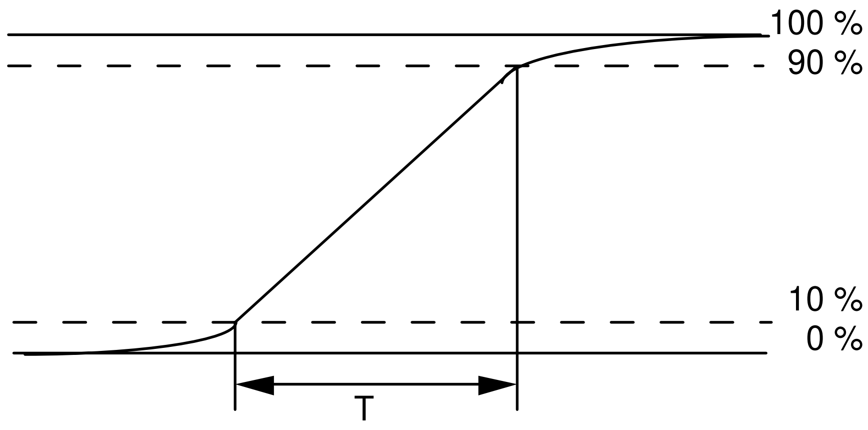

Figura 2:

tabella i valori di R e C che avete scelto. Calcolate e riportate nella medesima tabella la costante di tempo $\tau = RC$ del circuito e la frequenza di taglio $f_0 = 1/2\pi RC$.

$R \pm \Delta$	$C \pm \Delta$	$f_0 \pm \Delta$	$\tau \pm \Delta$

(b) Misurate il tempo di salita T di V_{out} per una tensione d'ingresso V_{in} a gradino (vedi figura 2) (T=tempo impiegato da $V_{out}(t)$ per passare dal 10% al 90% del suo valore finale come mostrato in figura 2). Ricavate $\tau' = T/2.20$ e confrontatelo con il valore aspettato $\tau' = RC$ calcolato al punto a).

$T =$ $\pm$

$\tau' \equiv T/2.20 =$ $\pm$

c'è accordo ? : *SI* *NO*

Per effettuare facilmente questa misura agire sulla manopola CAL dell'oscilloscopio (coassiale alla manopola VOLTS/DIV) fino a portare i livelli di partenza e di arrivo del segnale in corrispondenza delle righe contrassegnate con 0% e 100%. In queste condizioni il tempo di salita è facilmente misurato come mostrato in figura 2. Come avete stimato l'errore su T?

ATTENZIONE: alla fine di questa misura RIPORTARE NELLO STATO NORMALE LA SCALA VERTICALE DELL'OSCILLOSCOPIO, altrimenti le misure successive risulteranno scalibrate.

(c) Misurate l'andamento in funzione della frequenza di:

$$A = \frac{|V_{out}|}{|V_{in}|}$$

$$\Phi = \text{ sfasamento fra } V_{in} \text{ e } V_{out}$$

(Prendere per V_{in} un segnale sinusoidale di modulo fissato, variandone poi la frequenza f. Per ogni frequenza misurare A e Φ, visualizzando sull'oscilloscopio contemporaneamente V_{out} e V_{in})

Allegare a questa relazione la tabella delle misure fatte con l'oscilloscopio per: f, V_{in} , V_{out}, Δt, A e Φ, dove Δt è il ritardo temporale tra V_{out} e V_{in} (bastano poche misure ben distribuite in frequenza in modo che si osservi la forma della risposta). Confrontare le misure di A e Φ con le funzioni aspettate:

$$A = \frac{1}{\sqrt{1 + f^2/f_0^2}}$$

e:

$$\Phi = -\arctan(f/f_0)$$

dove f_0 è la frequenza di taglio.

Allegare su carta millimetrata i grafici di A e Φ in funzione di f. Poiché f varia di molti ordini di grandezza $(1 - 10^6 Hz)$, è bene usare una scala logaritmica per l'asse x.

Ricavate dal grafico la frequenza di taglio del circuito f' (cioè la frequenza per cui $A = 1/\sqrt{2}$) e confrontatela con f_0.

Come avete stimato gli errori su f_0 ed f'?

(d) In quale regione di frequenze il circuito si comporta come integratore ? In quale regione di frequenze il filtro non attenua il segnale ?

(e) Verificate il comportamento del circuito come integratore utilizzando un segnale di input sinusoidale. Disegnate qui sotto ció che vedete all'oscilloscopio utilizzando per V_{in} e V_{out} la stessa scala temporale.

(f) Utilizzate ora in input un segnale quadrato e verificate che l'output ne è l'integrale. Quale condizione deve essere soddisfatta tra il periodo dell'onda quadra T e il tempo τ affinché il circuito RC si comporti come integratore? Disegnare qui sotto ció che si osserva all'oscilloscopio, cioè i due segnali $V_{in}(t)$ e $V_{out}(t)$ sulla stessa scala temporale:

1.3 Circuito Derivatore

(a) Facendo uso di un condensatore (C) ed una resistenza (R), montate un circuito che funzioni come derivatore per segnali di input di frequenze $f \leq 50$ KHz. Disegnate qui di seguito lo schema del circuito e specificate i valori di R e C che avete scelto. Calcolate la costante di tempo τ del circuito e la frequenza di taglio f_0.

$R = \qquad \pm$

$C =$ $\pm$

$\tau = RC =$ $\pm$

$f_0 =$ $\pm$

(b) Mandate in input un segnale sinusoidale V_{in} di modulo fissato. Variando la frequenza di V_{in}, misurare il valore della frequenza f' per cui $A = 1/\sqrt{2}$ e confrontare il valore misurato con f_0 ricavato al punto a).

$f' =$ $\pm$

C'è accordo con il valore atteso?

Come avete stimato l'errore in questo caso?

(c) Verificare che per $f \ll f_0$, $A = f/f_0$

(d) In quale regione di frequenze il circuito si comporta come derivatore? In quale regione di frequenze il filtro non attenua il segnale?

e) Verificate il comportamento del circuito come derivatore utlizzando un segnale di input sinusoidale. Disegnate qui sotto ció che vedete all'oscilloscopio utilizzando per V_{in} e V_{out} la stessa scala temporale.

(f) Utilizzate ora in input un segnale triangolare e verificate che l'output sia la derivata di questo. Disegnate qui sotto ció che si osserva all'oscilloscopio, cioè i due segnali $V_{in}(t)$ e $V_{out}(t)$ sulla stessa scala temporale:

(g) Quanto valgono Z_{in} e Z_{out} del circuito integratore e derivatore? Considerate i casi peggiori.

Integratore:

	$f \ll f_0$	$f \approx f_0$	$f \gg f_0$
Z_{in}			
Z_{out}			

Derivatore:

	$f \ll f_0$	$f \approx f_0$	$f \gg f_0$
Z_{in}			
Z_{out}			

(h) La resistenza R_{out} dell'oscilloscopio modifica V_{out} del vostro circuito? Modifica la frequenza di taglio ?

Durante l'esperienza in ogni caso in cui la misura non è compatibile con il valore aspettato, aggiungere delle osservazioni per tentare di spiegare la discrepanza.

Per la propagazione degli errori su di una quantitá $f(x_i)$, funzione di altre x_i, misurate con errori scorrelati $\delta(x_i)$, usare la formula di propagazione:

$$\delta f = \sqrt{\sum \left[\frac{\partial f}{\partial x_i}\delta x_i\right]^2}$$

Si ricorda inoltre che è meglio non fare misure a frequenze troppo basse o troppo alte. A frequenze troppo basse diventa difficile l'uso dell'oscilloscopio. A frequenze troppo alte le capacitá ed induttanze parassite perturbano in modo non trascurabile il funzionamento del circuito.