

Laboratorio di Segnali e Sistemi — Canale III

Familiarizzazione con gli strumenti

Pacchiarotti Dario, Speranza Andrea, Umassi Michele

October 24, 2018

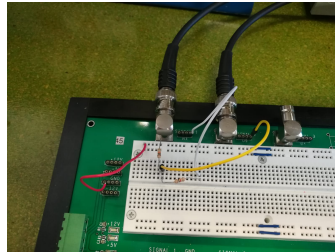
1 Obiettivi e strumentazione

Lo scopo dell'esperienza è prendere confidenza con il nuovo apparato strumentale. Questo è costituito di una basetta, un generatore di corrente continua, uno di segnali e due apparecchi per la lettura e l'elaborazione di questi: un multimetro ed un oscilloscopio digitale.

1.1 Uso e funzionamento della basetta

Per prendere mano con gli strumenti, costruiamo un circuito "banale" costituito da soli resistori. Il partitore di tensione che ne risulta ci permette di confrontare i valori aspettati delle tensioni con quelli che osserviamo (con oscilloscopio e multimetro). Possiamo così renderci conto anche delle perturbazioni indotte dalle caratteristiche dei componenti. In tutti i circuiti ognuno di questi, cavi e generatori inclusi, hanno una impedenza interna (resistiva, capacitiva, induttiva) non trascurabile per certi tipi di segnali. In questa sezione, più avanti, ci concentriamo solo su quelli della basetta.

Iniziamo misurando le resistenze $R_1 = 0.9991 \pm 0.0001 \text{ k}\Omega$ ed $R_2 = 9.9211 \pm 0.0001 \text{ k}\Omega$ con il multimetro e montandole come in figura. ()



Attaccato il generatore di segnali (onde sinusoidali), misuriamo la tensione di R_2 (rispetto alla massa) con oscilloscopio (Osc) e multimetro (Mul). Conoscendo $v_{i_{osc}} = 3.016 \pm 0.005 \text{ V}$ e $v_{i_{mult}} = 2.924 \pm 0.001 \text{ V}$ (ampiezza del segnale sinusoidale presi con entrambi gli strumenti), possiamo calcolare il valore di $A = \frac{v_o}{v_i}$ con entrambi i metodi, dove v_o è la tensione del polo di R_2 rispetto massa. Riportiamo i risultati:

—	$v_R \text{ (V)}$	A
Oscilloscopio	2.763 ± 0.001	0.915 ± 0.001
Multimetro	2.651 ± 0.005	0.906 ± 0.005

1.2 Studio di un circuito RC passa-alto

Montiamo sulla basetta un circuito RC passa-alto come in figura, sostituendo ad R_1 un condensatore. —FIGURA— Ci interessa avere una frequenza di taglio dell'ordine di 10-100 kHz: per costruirlo, cioè per scegliere adeguatamente i componenti circuitali R e C, dobbiamo tenere conto di alcuni fattori perturbativi quali la resistenza di uscita del generatore di funzioni, l'impedenza d'ingresso dell'oscilloscopio e la capacità parassita della basetta, in modo tale che non interferiscano con le nostre misure. Avendo provato varie configurazioni di C ed R, abbiamo convenuto che per valori molto piccoli di C (inferiori ai $10^{10} F$), l'influenza della basetta è non banale. Infatti, il valore atteso della frequenza di taglio non è stato osservato in nessuna misura (è stato riscontrato in frequenze $10^6 Hz$, un intervallo fuori la portata degli strumenti). I componenti finali sono dunque $C = 4.699 \pm 0.001 nF$ ed $R = 9.950 \pm 0.001 k\Omega$. Trascuriamo la resistenza del generatore in quanto $50\Omega \ll R$, e calcoliamo $\nu_T = \frac{1}{2\pi RC} = 3.404 kHz$. Per verificare questo valore, cerchiamo intorno a questa frequenza delle tensioni tali che $\frac{v_o(t)}{v_i(t)} = 2^{-\frac{1}{2}}$ (o A subisce un'attenuazione di 3dB). Troviamo $\nu_T = 3.517 kHz$, coerentemente con quanto aspettato.

Passiamo allo studio della funzione di trasferimento in funzione della frequenza del segnale sinusoidale con cui alimentiamo il circuito. Cuiuiamo quindi i diagrammi di Bode.

$$\sim R_C$$

Da questo esempio dovrebbe quindi essere chiaro che lo stato del transistor dipende in modo articolato dal complesso dei parametri circuitali, e da β_F . Se si desidera che il transistor sia nella regione attiva occorre assicurarsi che

$$V_{CE} = V_{CC} - \beta_F(V_{CC} - V_{BE}) \frac{R_C}{R_B} \gg V_{CE_{sat}}$$

Molto approssimativamente questo significa che dobbiamo avere $\beta_F R_C < R_B$ se vogliamo che il transistor sia in regione attiva, l'opposto se invece vogliamo che il transistor sia in saturazione.

Evidenziamo l'andamento asintotico e il comportamento intorno la frequenza di taglio del circuito. Sapendo che questo è il valore per cui l'intensità del segnale diminuisce di 3dB dal valore asintotico, possiamo stimare $\nu_T \sim 3.2 kHz$

1.3 Diodo al silicio

Procediamo allo studio della curva caratteristica (v_i) di un diodo. Montiamo questo in serie ad una resistenza $R = 0.9991 \pm 0.0001 k\Omega$ ed il generatore di corrente continua (figura). Come sappiamo, la tensione di output sull'oscilloscopio rimane 0 fino a che il diodo non è in conduzione. Aumentando V_i si nota un aumento lineare della tensione a partire da $V_i \sim 0.6V$. Da questo punto in poi, il diodo si ripartisce la tensione con il generatore (ed i cavi, che trascuriamo). Per calcolare la corrente che scorre nel diodo usiamo la formula

$$I_D = \frac{V_i - V_D}{R}$$

I dati sono riportati nella seguente tabella:

V_i (V)	V_D (V)	I_D (mA)
0.6	0.53	0.08
1.2	0.60	0.60
1.9	0.63	1.41
3.0	0.68	2.58
4.0	0.70	3.67
4.9	0.71	4.66
7.5	0.73	7.55
9.0	0.74	9.18
15.0	0.78	15.80

La scelta della resistenza è così poco appropriata. Questa è troppo alta in quanto la curva caratteristica risulta essere una retta. $1k\Omega$ è abbastanza per farci osservare l'approssimazione lineare del diodo. Per ottenere l'andamento "esponenziale" classico avremmo dovuto scegliere $R \sim 200 - 10\Omega$