



Esercitazione 13 (Turno B)

Brognoli Roberto, Garbi Luca, Libardi Gabriele

Issue: 1

Date: September 11, 2020

University of Trento
Department of Physics
Via Sommarive 14, 38123
Povo (TN), Italy

Introduzione

L'obiettivo di quest'esperienza è lo studio, prima teorico poi sperimentale, di un circuito analogico. Verranno determinate le funzioni di trasferimento nello spazio delle frequenze e dei tempi; la previsione teorica della prima di queste verrà poi confrontata con risultati sperimentali. Dopodiché il circuito verrà collegato ad una porta XOR per esaminarne un'utile applicazione.

1 Setup

1.1 Materiali

- Generatore di funzione d'onda *Rigol DG1022* (impedenza nominale in uscita $R_s = 50 \Omega$);
- multimetro digitale (DMM) *Agilent 34410A*;
- oscilloscopio *Agilent DSOX2002A*;
- cavi coassiali BNC-banana e BNC-BNC;
- resistori e capacitori vari;
- 1 op-amp ua741;
- 2 integrati LM311;
- 1 integrato 74xx86 (4 XOR gates).

2 Descrizione e discussione dei risultati

L'analisi dei dati è suddivisa in due sotto sezioni: nella prima parte verrà esaminato un circuito analogico mentre nella seconda verrà illustrata una sua possibile applicazione. Non viene riportata una sezione per la conclusione in quanto i risultati vengono già esaminati e commentati in questa sezione.

2.1 Analisi di un circuito

Consideriamo il circuito in figura (1) e calcoliamo la funzione di trasferimento teorica. Utilizzando il teorema di Millman possiamo scrivere

$$V_+ = \frac{V_{in} sC}{sC + 1/R},$$

$$V_- = \frac{V_{in} + V_{out}}{2}.$$

Siccome consideriamo il caso di un Op-Amp ideale in cui abbiamo feedback negativo, poniamo $V_+ = V_-$. Eliminando V_+ dalle equazioni precedenti ed esplicitando il rapporto tra la tensione in uscita e quella in entrata otteniamo

$$\tilde{G}(s) = \frac{sRC - 1}{sRC + 1}$$

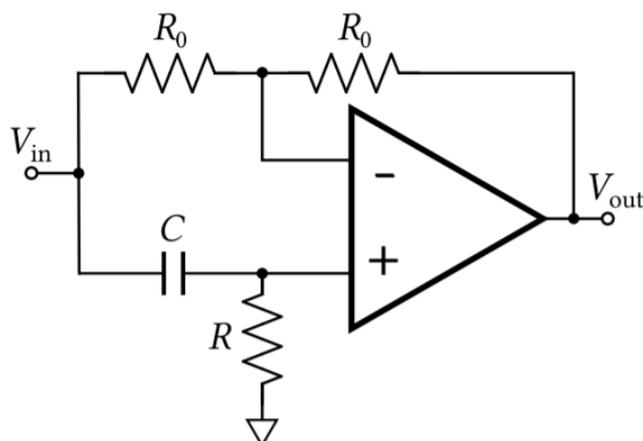


Figure 1: Circuito analogico.

Ponendo $s = i\omega$:

$$\tilde{G}(\omega) = \frac{1 + i\omega RC}{-1 + i\omega RC} \quad (1)$$

Dall'espressione precedente possiamo calcolare il modulo della funzione di trasferimento e vedere che esso è sempre uguale a 1. Utilizziamo una resistenza $R = 20 \text{ k}\Omega$ e $C = 10 \text{ nF}$; in figura (2) rappresentiamo in rosso il modulo e la fase di $\tilde{G}(\omega)$ teorici mentre in blu i dati sperimentali. Come segnale in ingresso viene utilizzata una sinusoide di frequenza $f = 1 \text{ kHz}$ ed ampiezza picco-picco 5 V . Il circuito ha un guadagno pari a 1 mentre la fase

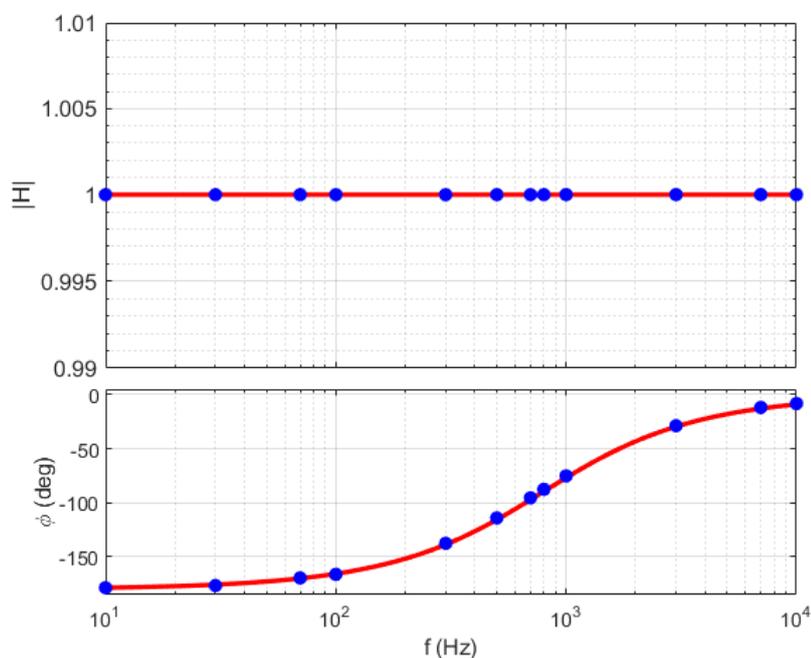


Figure 2: Modulo e fase della funzione di trasferimento.

cambia; per questo esso è detto *sfasatore*. Notiamo che facendo cambiare la resistenza R cambia la fase di $\tilde{G}(\omega)$, pari a $\phi = \arctg\left(\frac{2\omega RC}{1 - (\omega RC)^2}\right)$, mentre il modulo rimane lo stesso (essendo sempre pari a 1 indipendentemente dai valori dei componenti utilizzati).

Possiamo poi antitrasformare la funzione $\tilde{G}(s)$ per ottenerla nello spazio dei tempi:

$$G(t) = \delta(t) - 2 \frac{\delta(t)}{RC} e^{t/RC} .$$

2.2 Applicazione del circuito

Successivamente inviamo il segnale in ingresso e quello in uscita agli ingressi non-invertenti di altrettanti comparatori LM311 aventi gli ingressi invertenti a massa e le uscite configurate come nell'*Esercitazione 11*. Connettiamo quindi le uscite dei comparatori ad una XOR e osserviamo cosa succede all'uscita della porta XOR. Il segnale in uscita è un'onda quadra il cui duty-cycle varia al variare della resistenza.

Valutiamo poi se il nostro circuito possa essere utilizzato come *monostabile* ovvero un circuito digitale che genera in uscita un impulso di durata fissata in corrispondenza della transizione rising-edge o, alternativamente, falling-edge del segnale in ingresso. Il nostro circuito non fa parte di questa categoria poiché facendo variare la frequenza del segnale in ingresso il duty-cycle varia.