Esame di "Elettronica T2" del 18-7-2018

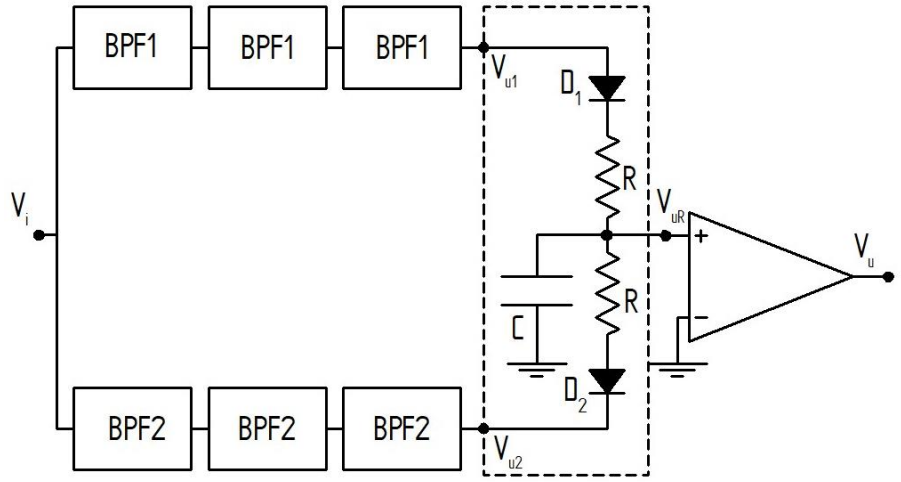

Figura 1

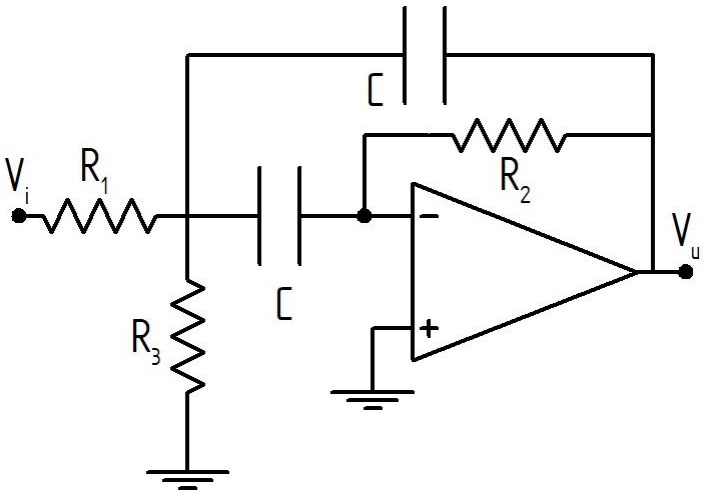

Figura 2

I parte

Nel circuito di Fig. 1 è rappresentato un possibile schema di demodulatore per segnali BFSK (Binary Frequency Shift Keying). Il segnale d'ingresso è sinusoidale con ampiezza costante ed ha frequenza $f = f_1$ oppure $f = f_2$ a seconda del valore del bit trasmesso, dove $f_1 = 2100$ Hz e $f_2 = 2270$ Hz. I blocchi BPF1 e BPF2 sono del filtri passa-banda aventi curve di risposta molto selettive centrate rispettivamente sulle frequenze f_1 ed f_2. Il blocco compreso nel rettangolo tratteggiato è un raddrizzatore e fornisce in uscita una tensione V_{uR} avente valor medio dipendente dal valore del bit trasmesso. Il comparatore finale trasforma infine V_{uR} nella tensione d'uscita V_u binaria.

Sapendo che ciascuno dei blocchi BPF1 e BPF2 è realizzato secondo lo schema di Fig. 2, dove l'opamp è ideale:

1) determinare la funzione di trasferimento $H(s)$ del circuito di Fig. 2;

2) sapendo che C = 5 nF, calcolare i valori di R_1, R_2 ed R_3 tali che siano soddisfatte le seguenti specifiche per il filtro BPF1: frequenza di picco $f_1 = 2100$ Hz, guadagno di picco in modulo pari a 2.5, fattore Q dei poli pari

a 8 (si ricorda che Q è quel parametro che compare al denominatore di una funzione di trasferimento del II ordine scritta in forma normale: $H(s) = \frac{sk}{s^2+s\frac{\omega_0}{Q}+\omega_0^2}$);

3) Calcolare l'ampiezza della risposta $V_{u1}(t)$ (cioè dell'uscita del canale composto dai tre filtri BPF1 in cascata) a due segnali d'ingresso di ampiezza unitaria e di frequenza rispettivamente $f = f_1$ ed $f = f_2$. Sapendo poi che il blocco BPF2 ha lo stesso guadagno di picco e lo stesso Q di BPF1, ma frequenza di picco $f = f_2 =$ 2270 Hz, ripetere il calcolo per la risposta $V_{u2}(t)$, cioè del canale formato dai tre filtri BPF2 in cascata, agli stessi segnali d'ingresso.

Si consideri adesso il blocco raddrizzatore, in cui i diodi sono descritti dal modello a soglia con tensione di **soglia nulla** ($V_\gamma = 0$). Inoltre, per semplicità, si considerino le tensioni d'ingresso del raddrizzatore $V_{u1}(t)$ e $V_{u2}(t)$ di forma rettangolare, anziché sinusoidali.

4) Assumendo che $V_{u1}(t)$ sia un'onda quadra di periodo T con ampiezza positiva $+V_M$ per $0 < t < T/2$ e $-V_M$ per $T/2 < t < T$, e $V_{u2}(t) \equiv 0$, determinare l'espressione della tensione d'uscita $V_{uR}(t)$ per $0 < t < T$ (primo periodo) partendo dalla condizione iniziale $V_{uR}(0) = 0$ e disegnare la forma d'onda risultante (occorre identificare le regioni di funzionamento dei due diodi in ogni semiperiodo, scrivere la corrispondente equazione differenziale, risolverla e tracciare qualitativamente la forma d'onda risultante).

5) Che cosa cambia rispetto al punto precedente se si pone $V_{u2}(t)$ onda quadra $\pm V_M$ e $V_{u1}(t) \equiv 0$?

II parte

6) Nel circuito di Fig. 1si ritiene opportuno sostituire il comparatore indicato con uno dotato di isteresi, per migliorare l'immunità ai disturbi. Le specifiche del comparatore con isteresi sono le seguenti: **comparatore con isteresi di tipo invertente, resistenza d'ingresso infinita, tensioni di soglia ± 0.5 V**. Utilizzando un opamp ideale con tensioni di saturazione ± 5 V e delle resistenze, si identifichi uno schema opportuno, lo si disegni e si dimensionino le resistenze in modo da ottenere le specifiche date.

7) Si vuole ora utilizzare il filtro BPF1, la cui funzione di trasferimento $H(s)$ è stata determinata al punto 1 e i cui parametri sono stati calcolati al punto 2, come filtro selettivo lineare per fare un oscillatore quasi-sinusoidale. Si disegni un possibile schema dell'oscillatore completo, si calcoli la frequenza d'oscillazione e si dimensionino opportunamente i valori dei componenti introdotti.