<u>ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI</u>

1) Un filtro passa-banda con frequenze di taglio a 20 Hz e 20 kHz e guadagno 200 in banda passante è costituito da 2 filtri passa-alto e passa-basso del primo ordine in cascata.

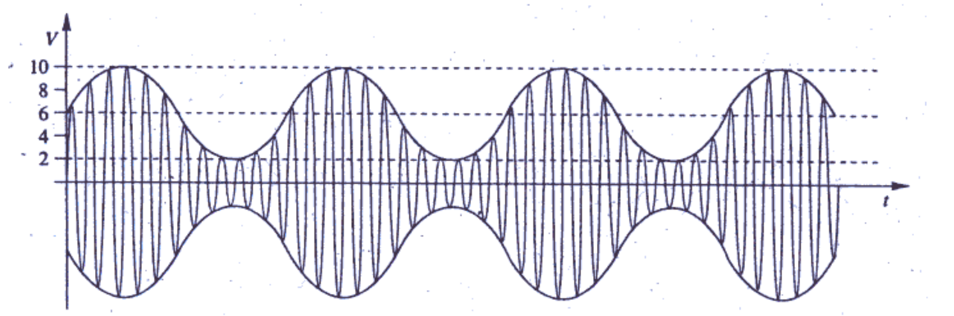
a) Rappresentare lo schema elettrico del filtro passa-banda
b) determinare la funzione di trasferimento complessiva
c) scrivere le espressioni che legano le frequenze di taglio ai parametri del circuito
d) scrivere l'espressione che lega il guadagno in banda passante ai parametri circuitali

(NOTA : è accettabile anche la soluzione con un solo stadio)

2) Cosa stabilisce il teorema del campionamento di Shannon?
Indicato con forma triangolare lo spettro del segnale originario, rappresentare lo spettro del segnale campionato (campionamento ideale) nel caso in cui siano rispettate le prescrizioni del teorema di Shannon e nel caso opposto, evidenziandone le conseguenze.

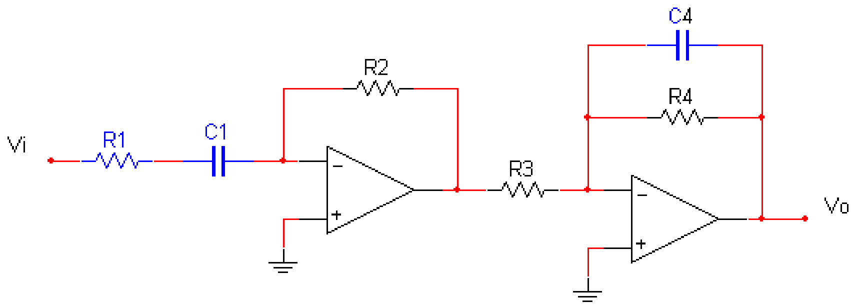
3) Relativamente al segnale in figura

a. determinare l'indice di modulazione
b. lo spettro di ampiezza del segnale AM
c. la potenza utile (associata ad una banda laterale) di un segnale AM con indice di modulazione 0,8 irradiato con potenza complessiva di 100W



SOLUZIONE

1a)



1b)

$$F(s)=\frac{v_0}{v_i}=(-\frac{Z_2}{Z_1})\cdot(-\frac{Z_4}{Z_3})$$ con $$\begin{cases} Z_1=R_1+\frac{1}{sC_1}=\frac{1+sR_1C_1}{sC_1} \\ Z_2=R_2 \\ Z_3=R_3 \\ Z_4=\frac{R_4\cdot\frac{1}{sC_4}}{R_4+\frac{1}{sC_4}}=\frac{R_4}{1+sR_4C_4} \end{cases}$$

$$F(s)=\frac{sR_2\frac{R_4}{R_3}C_1}{(1+sR_1C_1)\cdot(1+sR_4C_4)}$$

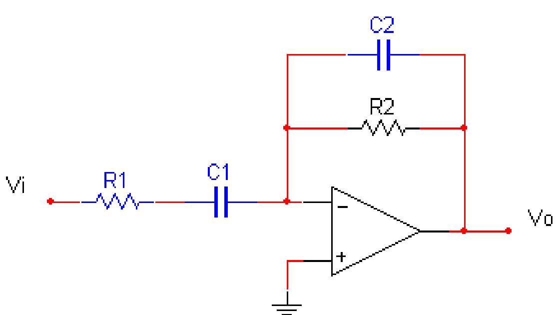
1c)

$$f_L=\frac{1}{2\pi R_1C_1} \qquad f_H=\frac{1}{2\pi R_4C_4}$$

1d) in banda passante C_1 è un corto circuito, mentre C_4 è un circuito aperto

$$A_V=\frac{R_2R_4}{R_1R_3}$$

Soluzione alternativa

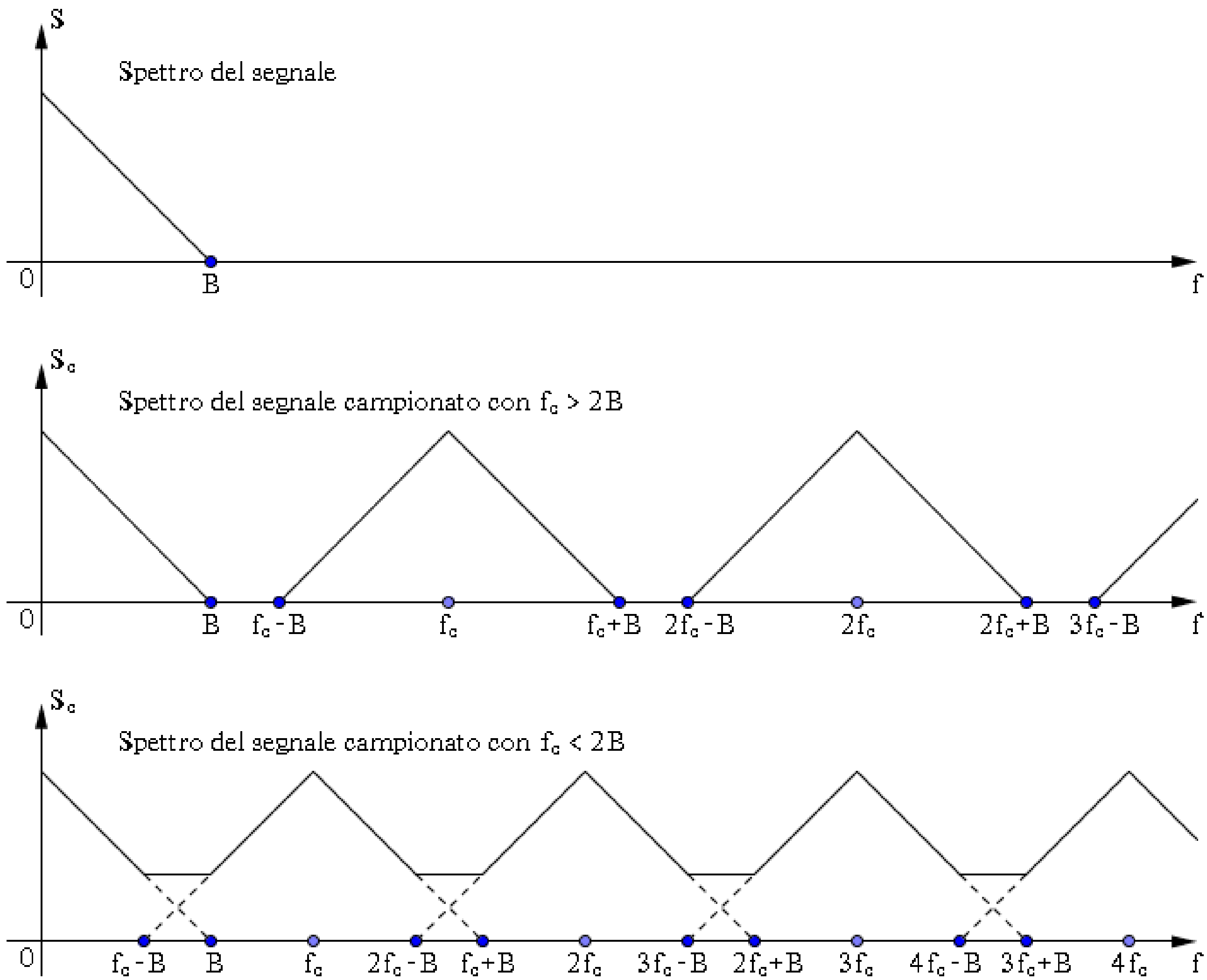


$$F(s)=-\frac{Z_2}{Z_1}=-\frac{sR_2C_1}{(1+sR_1C_1)\cdot(1+sR_2C_2)}$$

$$f_L=\frac{1}{2\pi R_1C_1} \qquad f_H=\frac{1}{2\pi R_2C_2} \qquad A_V=-\frac{R_2}{R_1}$$

2) Il teorema di Shannon sul campionamento definisce la minima frequenza (f_c) necessaria a campionare un segnale a banda limitata (B) per non perdere informazione e consentire la corretta ricostruzione del segnale; cioè deve essere

$$f_c \geq 2B$$



Nel primo caso lo spettro del segnale originario è separato dall'immagine più vicina e può essere recuperato filtrando i campioni con un passa-basso con frequenza di taglio compresa tra B e f_c - B che elimina le componenti a frequenza superiore a B.

Nel secondo caso lo spettro del segnale originario e la prima immagine si sovrappongono parzialmente: il contenuto di frequenza, e quindi la forma del segnale, risulta alterato irrimediabilmente e pertanto non può essere ricostruito (si verifica il fenomeno di aliasing).

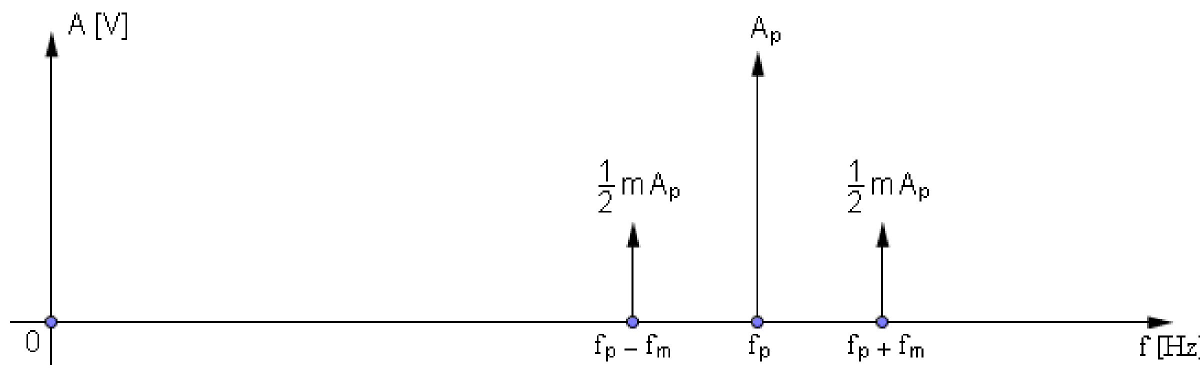
3a)

$$\begin{cases} V_{\min} = A_p(1-m) = 2 \\ V_{\max} = A_p(1+m) = 10 \end{cases} \quad \rightarrow \quad m = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}} = \frac{8}{12} = 67\ \%$$

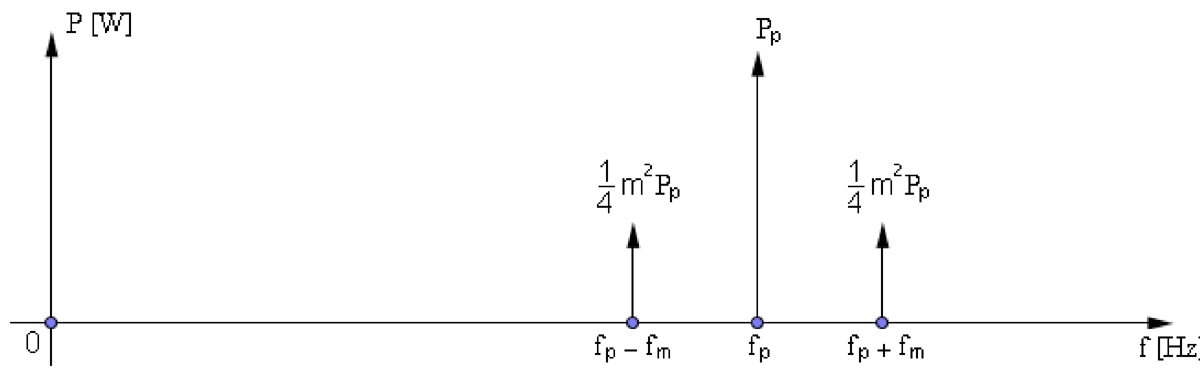
oppure

$$\begin{cases} A_p = 6 \\ A_p(1+m) = 10 \end{cases} \quad \rightarrow \quad 6m = 4 \quad \rightarrow \quad m = 67\ \%$$

3b) spettro delle ampiezze del segnale modulato



3c) lo spettro di potenza del segnale modulato è proporzionale al quadrato delle ampiezze



La potenza totale del segnale modulato è

$$P_T = (1 + \frac{1}{2}m^2)P_P$$

da cui si ricava la potenza della portante

$$P_P = \frac{P_T}{1 + \frac{1}{2}m^2} = \frac{100}{1 + \frac{1}{2}0{,}8^2} = 75{,}76\ W$$

La potenza associata a ciascuna componente laterale è

$$P_{LS} = P_{LI} = \frac{1}{4}m^2 P_P = \frac{1}{4}0{,}8^2 \cdot 75{,}76 = 12{,}12\ W \quad \textit{oppure} \quad P_{LS} = P_{LI} = \frac{P_T - P_P}{2}$$