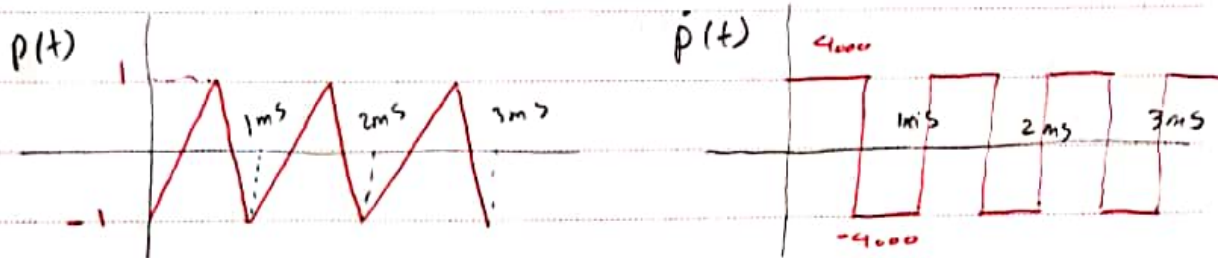


سیستم های فایبراتی - تمرین سری ۵ - علی بدالهی - 400102233

سوال ۱

1. $v(t) = A \cos(2\pi f_c t + \frac{\pi}{2} p(t))$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} (2\pi f_c t + \frac{\pi}{2} p(t)) = f_c + \frac{1}{4} \dot{p}(t)$$

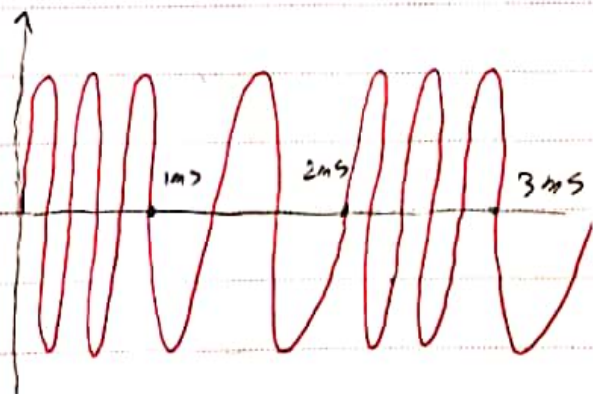


2. فرکانس به صورت مشابه بین $f_c + 1000$ و $f_c - 1000$ تغییر می کند.

$$f_c + 1000 = 101 \text{ kHz}$$

$$f_c - 1000 = 99 \text{ kHz}$$

شکل تقریبی و با اغراق رسم شده است. در واقع تغییر فرکانس رخ داده بسیار کوچک است.



3. $f(t) = f_c + \frac{1}{4} \dot{p}(t) = f_c + f_{\Delta} m(t)$

$$\rightarrow f_{\Delta} m(t) = \frac{1}{4} \dot{p}(t) \rightarrow \left| \frac{1}{4} \dot{p}(t) \right| \leq 1000$$

$$|m(t)| \leq 1, \quad |f_{\Delta} m(t)| \leq 1000 \rightarrow f_{\Delta} = 1000$$

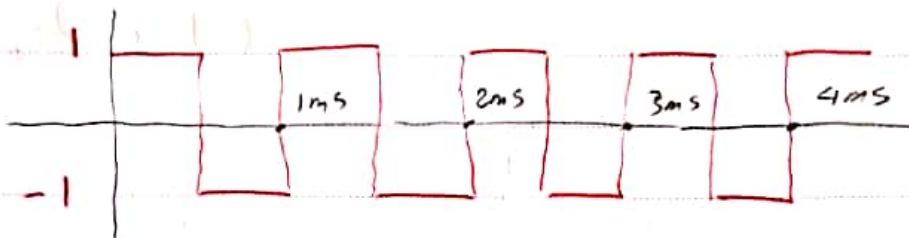
Dr

Subject: _____

Date: _____

$$\rightarrow m(t) = \frac{1}{4000} \dot{p}(t)$$

سوال ۱ - (۱۰)



4.

$$m(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{j2\pi n f_0 t}$$

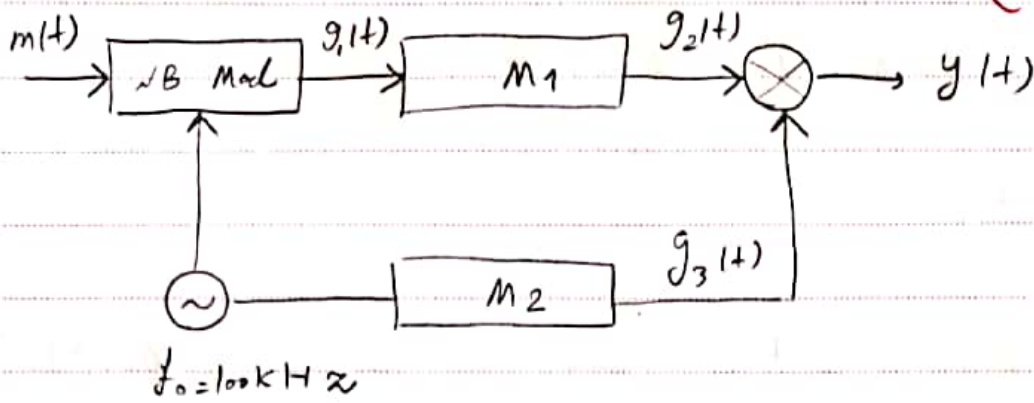
$$f_0 = \frac{1}{T} = 1 \text{ kHz}$$

3 جمله اول از سری فوريه را در نظر می گیریم: $W = 3 \text{ kHz}$

$$\beta = \frac{1000}{3000} = \frac{1}{3}$$

$$B_{FM} = 2 \left(1 + \frac{1}{3} \right) 3000 = 2 \left(\frac{4}{3} \right) 3000 = 8 \text{ kHz}$$

سؤال (2)



(2.1)

$$g_1(t) = A \cos(2\pi f_0 t + \phi(t))$$

$$g_2(t) = A \cos(2\pi M_1 f_0 t + M_1 \phi(t))$$

$$g_3(t) = A \cos(2\pi M_2 f_0 t)$$

$$y(t) = g_2(t)g_3(t) = A^2 \cos(2\pi M_1 f_0 t + M_1 \phi(t)) \cos(2\pi M_2 f_0 t)$$

$$\rightarrow y(t) = \frac{A^2}{2} \left[\cos(2\pi (M_1 + M_2) f_0 t + M_1 \phi(t)) + \cos(2\pi (M_1 - M_2) f_0 t + M_1 \phi(t)) \right]$$

$$|m(t)| \leq 1 \rightarrow A_m = 1 \quad \beta = \frac{A_m f_\Delta}{f_m} \Rightarrow 0.1 = \frac{1 \times f_\Delta}{10 \text{ kHz}}$$

$$\rightarrow f_\Delta = 1 \frac{\text{kHz}}{\sqrt{}}$$

$$\rightarrow (11) M_1 = 70 \rightarrow M_1 = 70$$

$$1. (M_1 + M_2) f_0 = f_c \rightarrow M_1 + M_2 = 1200 \rightarrow M_2 = 1130$$

سوال 2 - ادامه

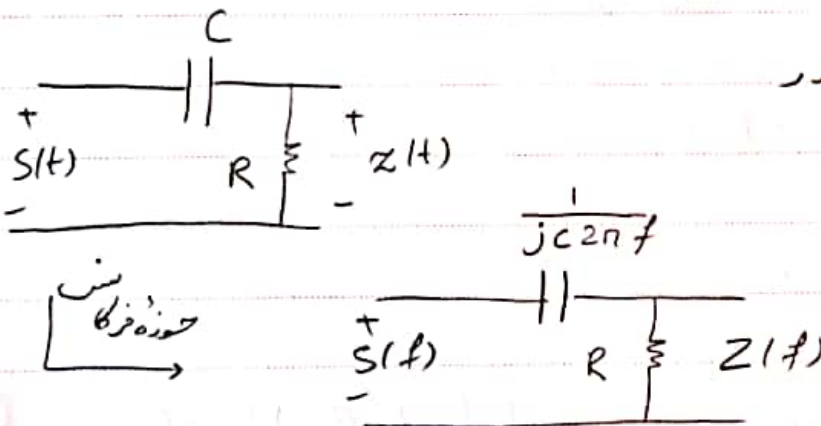
$$2. |M_1 - M_2| f_0 = f_c \rightarrow |M_1 - M_2| = 1200$$

$$\rightarrow M_2 = 1270$$

$$3. (M_1 + M_2) \Delta f_0 = 2 \text{ Hz} \rightarrow \Delta f_0 = \frac{2}{1200} \approx 0.00167$$

سوال 4

فیلتر پایین‌گذر



$$Z(f) = \frac{R S(f)}{R + \frac{1}{j2\pi f C}} \xrightarrow{R \ll \frac{1}{j2\pi f C}} Z(f) = \frac{R}{\frac{1}{j2\pi f C}} S(f)$$

$$\rightarrow Z(f) = (RC) j2\pi f S(f)$$

پس در واقع فیلتر مثل یک مشتق‌گیر رفتار می‌کند

$$z(t) = RC \frac{d}{dt} s(t) \rightarrow z(t) = -2\pi A_c (RC) (f_c + k_f m(t)) \sin(\theta(t))$$

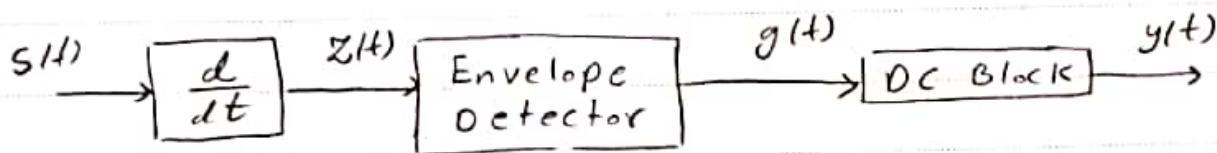
$$\theta(t) = 2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau$$

چون $f_c \gg k_f |m(t)|$ و $f_c + k_f m(t)$ همواره مثبت است پس از

سوال 4- ادا به عبور از Envelope Detector خواهیم داشت:

$$y(t) = 2\pi A_c R C (f_c + k_f m(t))$$

سوال 5



$$z(t) = \frac{dz(t)}{dt} = \underbrace{\frac{da(t)}{dt}}_{z_I} \cos(2\pi f_c t + \phi(t)) - \underbrace{a(t) \left(2\pi f_c + \frac{d\phi(t)}{dt} \right)}_{z_Q} \sin(2\pi f_c t + \phi(t))$$

$$\rightarrow g(t) = \sqrt{z_I^2 + z_Q^2} = \sqrt{\left(\frac{da(t)}{dt} \right)^2 + a^2(t) \left(2\pi f_c + \frac{d\phi(t)}{dt} \right)^2}$$

$$\rightarrow g(t) = a(t) \sqrt{\left(\frac{1}{a(t)} \frac{da(t)}{dt} \right)^2 + \left(2\pi f_c + \frac{d\phi(t)}{dt} \right)^2}$$

تصییرات $a(t)$ از $\phi(t)$ گذر است؛ اگر f_c هم به اندازه کافی بزرگ باشد:

$$\left| \frac{1}{a(t)} \frac{da(t)}{dt} \right| \ll f_c \quad , \quad \left| \frac{1}{a(t)} \frac{da(t)}{dt} \right| \ll \left| \frac{d\phi(t)}{dt} \right|$$

$$\left| \frac{1}{a(t)} \frac{da(t)}{dt} \right| \ll \left| 2\pi f_c + \frac{d\phi(t)}{dt} \right|$$

$$\rightarrow g(t) = a(t) \left(2\pi f_c + \frac{d\phi(t)}{dt} \right)$$

* چون فرکانس a

$$\rightarrow y(t) = a(t) \frac{d\phi(t)}{dt} = 2\pi k_f a(t) m(t)$$

کم است پس از عبور از DC حذف می شود

1.

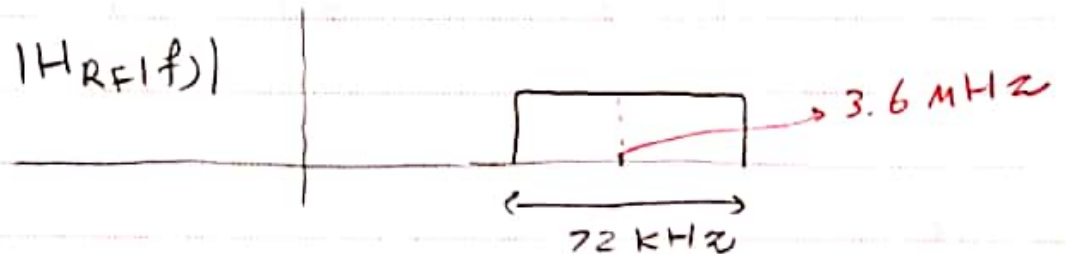
$$H_{RF} : f = f_c, B = 0.02 f_c$$

$$\rightarrow 3.57 \text{ MHz} \leq f \leq 3.63 \text{ MHz}$$

$$71.4 \text{ kHz} \leq B \leq 72.6 \text{ kHz}$$

اگر وسط بانڈہ را دیگر
بکسریم :

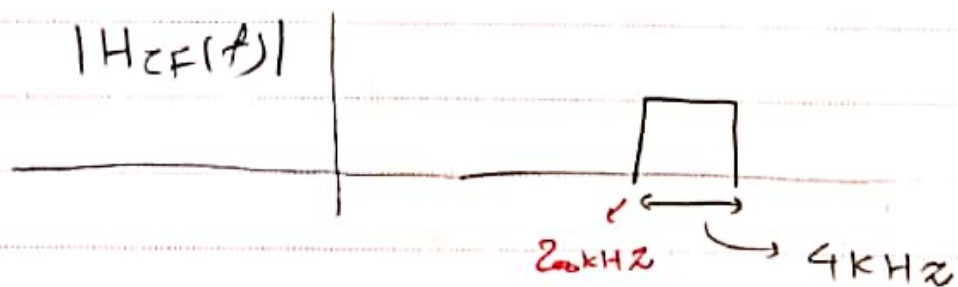
$$f = 3.6 \text{ MHz}, B = 72 \text{ kHz}$$



$H_{IF} :$

وسیلہ : $W = 4 \text{ kHz} \rightarrow B = 4 \text{ kHz}$

$$\frac{B}{f_c} = 0.02 \rightarrow f_{IF} = 20 \text{ kHz}$$

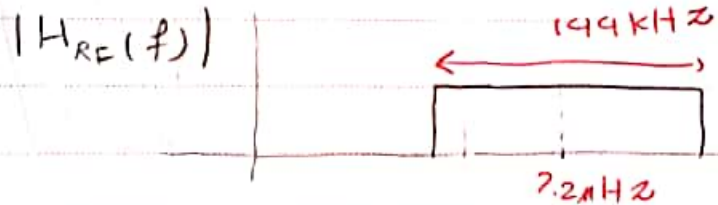


$$2. H_{RF} : f = f_c, B = 0.02 f_c$$

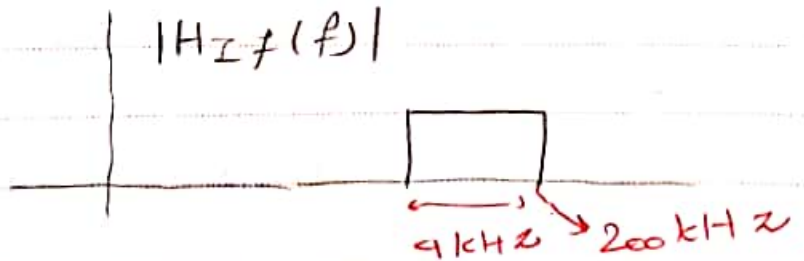
$$7.14 \text{ MHz} \leq f \leq 7.26 \text{ MHz} \rightarrow 142.8 \text{ kHz} \leq B \leq 145.2 \text{ kHz}$$

سوال 6 - ادامه

ارتباط باند انتقال
بند 6 : $f_c = 7.2 \text{ MHz} \rightarrow B = 144 \text{ kHz}$



H_{ZF} : LSSB سلیول، $\omega = 4 \text{ kHz} \rightarrow B = 4 \text{ kHz}$
 $\rightarrow f_{ZF} = 200 \text{ kHz}$



PAPCO

(سوال 7)

1. a) $f_{IF} + f_c = f_{L0}$

$$\min(f_{L0}) = 50 \text{ MHz} + 0.455 \text{ MHz} = 50.455 \text{ MHz}$$

$$\max(f_{L0}) = 100 \text{ MHz} + 0.455 \text{ MHz} = 100.455 \text{ MHz}$$

$$50.455 \text{ MHz} \leq f_{L0} \leq 100.455 \text{ MHz}$$

b) $B_T \leq B_{RF} \leq 2 f_{IF} \rightarrow 10 \text{ kHz} \leq B_{RF} \leq 910 \text{ kHz}$

2.

a) $f_{L02} = f_{IF1} + f_{IF2} = 1.455 \text{ MHz}$

b) $B_T \leq B_{IF1} \leq 2 f_{IF2} \rightarrow 10 \text{ kHz} \leq B_{IF1} \leq 910 \text{ kHz}$

c) $f_{IF1} + f_c = f_{L01}$

$$\min(f_{L01}) = 50 \text{ MHz} + 1 \text{ MHz} = 51 \text{ MHz}$$

$$\max(f_{L01}) = 100 \text{ MHz} + 1 \text{ MHz} = 101 \text{ MHz}$$

$$51 \text{ MHz} \leq f_{L01} \leq 101 \text{ MHz}$$

d) $B_T \leq B_{RF} \leq 2 f_{IF1} \rightarrow 10 \text{ kHz} \leq B_{RF} \leq 2 \text{ MHz}$

$$B_{RF(\max)} = 2 \text{ MHz}$$

سؤال 7 - اداءه

e)

(فیلتر IF قسمت اول): $Q_{IF1} = \frac{455 \text{ kHz}}{10 \text{ kHz}} = 45.5$

(فیلتر IF قسمت دوم): $Q_{IF2-1} = \frac{1 \text{ MHz}}{10 \text{ kHz}} = 100$

بهترین حالت: $Q_{IF2-1} = \frac{1 \text{ MHz}}{910 \text{ kHz}} = 1.0989$

(فیلتر IF قسمت دوم): $Q_{IF2-2} = \frac{455 \text{ kHz}}{10 \text{ kHz}} = 45.5$

$Q_{IF2-1} < Q_{IF1} = Q_{IF2-2}$

f) $Q_{RF1} = \frac{f_c}{B_{RF1}} \rightarrow$ بهترین حالت: $\frac{f_c}{10 \text{ kHz}}$

بهترین حالت: $\frac{f_c}{910 \text{ kHz}}$

$Q_{RF2} = \frac{f_c}{B_{RF2}} \rightarrow$ بهترین حالت: $\frac{f_c}{10 \text{ kHz}}$

بهترین حالت: $\frac{f_c}{2 \text{ MHz}}$

$Q_{RF2} < Q_{RF1}$