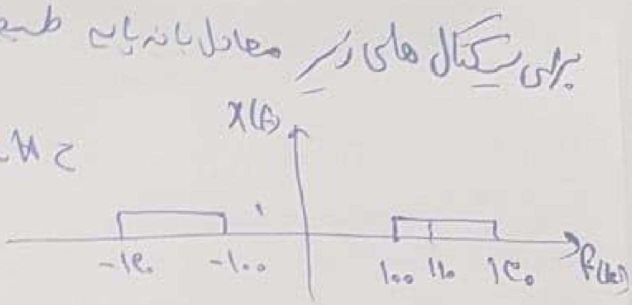
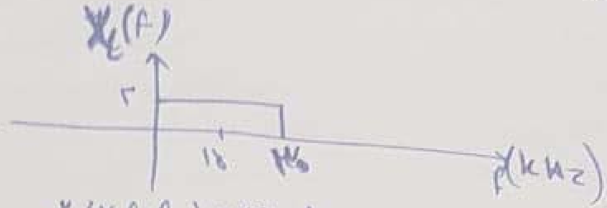
برای سیگنال های زیر معادل باند پایه طیف و زمان و میانگذر را بیابید

$$X(f)=\begin{cases}1 & 100\,kHz<|f|<120\,kHz\\ 0 & o.w.\end{cases}$$



$f_c = 100\,kHz$



$2U(f+f_c)X(f+f_c)$ $\qquad \Pi\left(\frac{f-10k}{20\,kHz}\right)$

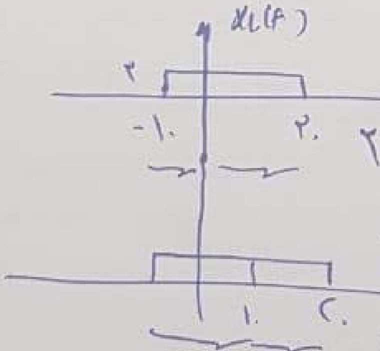
$$X_l(f)=2\,\Pi\left(\frac{f-10k}{20k}\right)\rightarrow x_l(t)=2\times 20000\,\mathrm{sinc}(20000\,t)\,e^{j2\pi 10000t}$$

$$x_l(t)=x_i(t)+jx_q(t)=\underbrace{2\times 20000\,\mathrm{sinc}\,20000t\,\cos 2\pi\times 10000t}_{x_i(t)}+j\,\underbrace{2\times 20000\,\mathrm{sinc}\,20000t\,\sin 2\pi 10000t}_{x_q(t)}$$

$$x(t)=Re\{x_l(t)\,e^{j2\pi f_c t}\}=Re\left[(x_i(t)+jx_q(t))(\cos 2\pi f_c t+j\sin 2\pi f_c t)\right]$$

$$=x_i(t)\cos 2\pi f_c t-x_q(t)\sin 2\pi f_c t$$

$f_c = 110\,kHz$



$$2\Pi\left(\frac{f+5}{10}\right)+2\Pi\left(\frac{f-10}{20}\right)$$

$$2\Pi\left(\frac{f}{20}\right)+2\Pi\left(\frac{f-15}{10}\right)$$

$$x_l(t)=2\times 10000\,\mathrm{sinc}\,10000t\,\underbrace{e^{-j2\pi 5000t}}_{\cos-j\sin}+2\times 20000\,\mathrm{sinc}\,20000t\,\underbrace{e^{j2\pi 10000t}}_{\cos+j\sin}$$

$$=x_i(t)+jx_q(t)$$

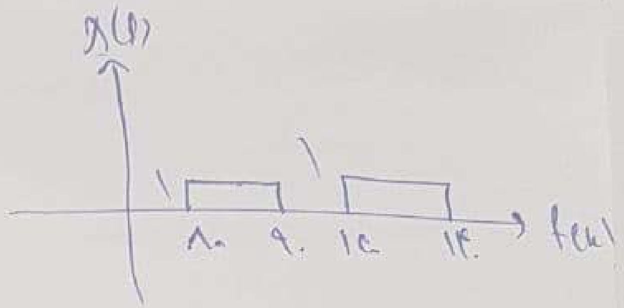
$$=2\times 10000\,\mathrm{sinc}\,10000t\cos 2\pi\times 5000t+2\times 20000\,\mathrm{sinc}\,20000t\cos 2\pi\times 10000t$$

$$+j\left(-2\times 10000\,\mathrm{sinc}\,10000t\sin 2\pi\times 5000t+2\times 20000\,\mathrm{sinc}\,20000t\sin 2\pi\times 10000t\right)$$

$$x(t)=Re\{x_l(t)\,e^{j2\pi f_c t}\}=x_i(t)\cos 2\pi f_c t-x_q(t)\sin 2\pi f_c t$$

15

$$X(f)=\begin{cases}1 & 80\,kHz<|f|<90\,kHz\\ 1 & 120\,kHz<|f|<140\,kHz\\ 0 & \text{o.w.}\end{cases}$$



$f_c=100$

$$2\Pi\left(\frac{f+15}{10}\right)+2\Pi\left(\frac{f-25}{10}\right)$$

برای سیگنال‌های پیام زیر طیف AM استاندارد را رسم کنید $f_c=10\,kHz$

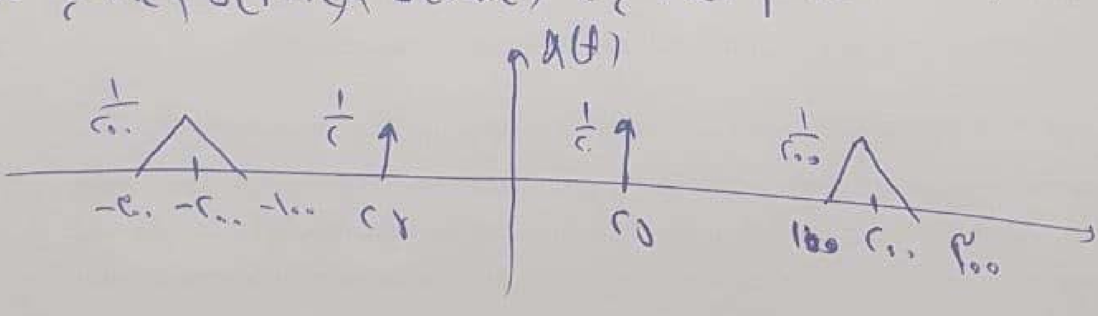
$x(t)=\cos 50\pi t+\operatorname{sinc}^2(100t)\cos 400\pi t \rightarrow \frac{1}{100}\Lambda\left(\frac{f}{100}\right)$

$$X(f)=\frac{1}{2}\left(\delta(f-25)+\delta(f+25)\right)+\frac{1}{2}\left\{\frac{1}{100}\Lambda\left(\frac{f-200}{100}\right)+\frac{1}{100}\Lambda\left(\frac{f+200}{100}\right)\right\}$$

$X_c(f)=\ ?$

$x_c(t)=A_c\{1+\mu x(t)\}\cos 2\pi f_c t$

$$X_c(f)=\frac{1}{2}A_c\{\delta(f-f_c)+\delta(f+f_c)\}+\frac{1}{2}A_c\mu\{X(f-f_c)+X(f+f_c)\}$$

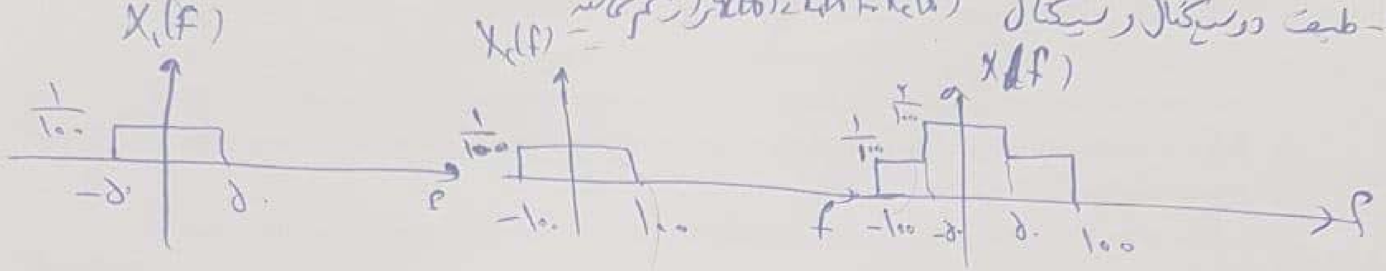


دو سیگنال زیر قرار است همزمان ارسال شوند

$x_1(t) = \mathrm{sinc}\,100t$

$x_2(t) = 2\,\mathrm{sinc}\,200t$

۱- طیف دو سیگنال و سیگنال $x(t) = x_1(t) + x_2(t)$ را رسم نمایید



۲- سیگنال $z_1(t) = x_1(t)\cos\omega_1 t$ را ایجاد و سپس $x(t) = z_1(t) + x_2(t)$ را تولید می‌کنیم و سیگنال $x(t)$ را به صورت AM استاندارد مدوله و ارسال می‌کنیم

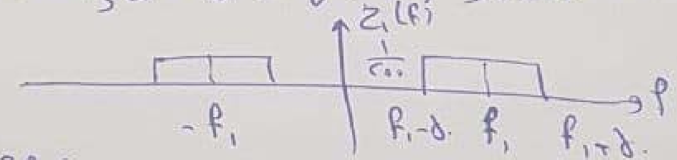
$x_c(t) = A_c\{1 + \mu x(t)\}\cos\omega_c t$

اگر $\omega_1 \ll \omega_c$ به ازای چه مقادیری از ω_1 طیف z_1 و x_2 همپوشانی ندارند

طیف $x_c(t)$ را برای $\omega_1 = 4000\pi$ و $\omega_c = 50000\pi$ رسم و پهنای باند را بیابید

برای $\omega_c = 50000\pi$ مقدار ω_1 برای حداقل شدن پهنای باند را بیابید

$z_1(t) = x_1(t)\cos\omega_1 t$



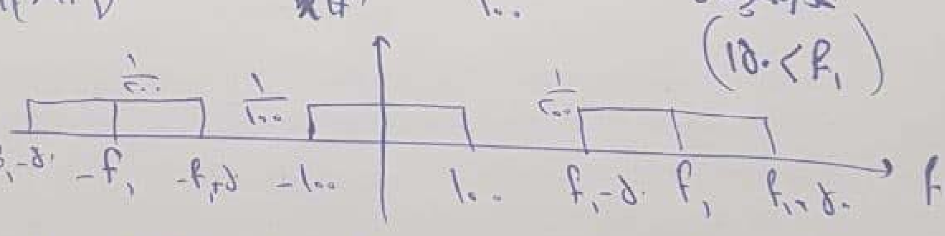
$Z_1(f) = \frac{1}{2}X_1(f-f_1) + \frac{1}{2}X_1(f+f_1)$

عدم همپوشانی

$(150 < f_1)$

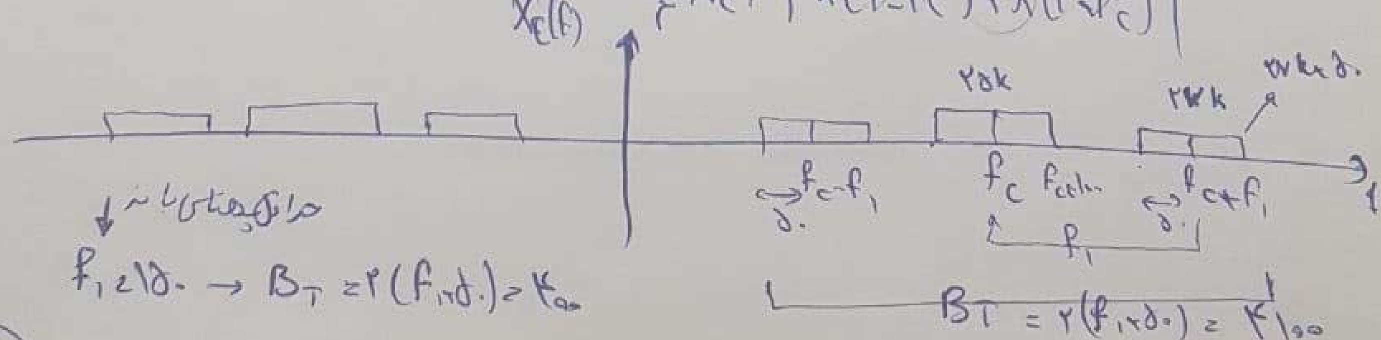
$x(t) = x_2(t) + z_1(t)$

$W = (f_1 + 50)$



$$x_c(t) = A_c\{1+\mu x(t)\}\cos\omega_c t \rightarrow X_c(f) = \frac{1}{2}A_c\{\delta(f+f_c) + \delta(f-f_c)\}$$

$$+ \frac{1}{2}A_c\mu\{X(f-f_c) + X(f+f_c)\}$$



حداقل پهنای باند

$f_1 = 150 \rightarrow B_T = 2(f_1+50) = 400$

$B_T = 2(f_1+50) = 4100$

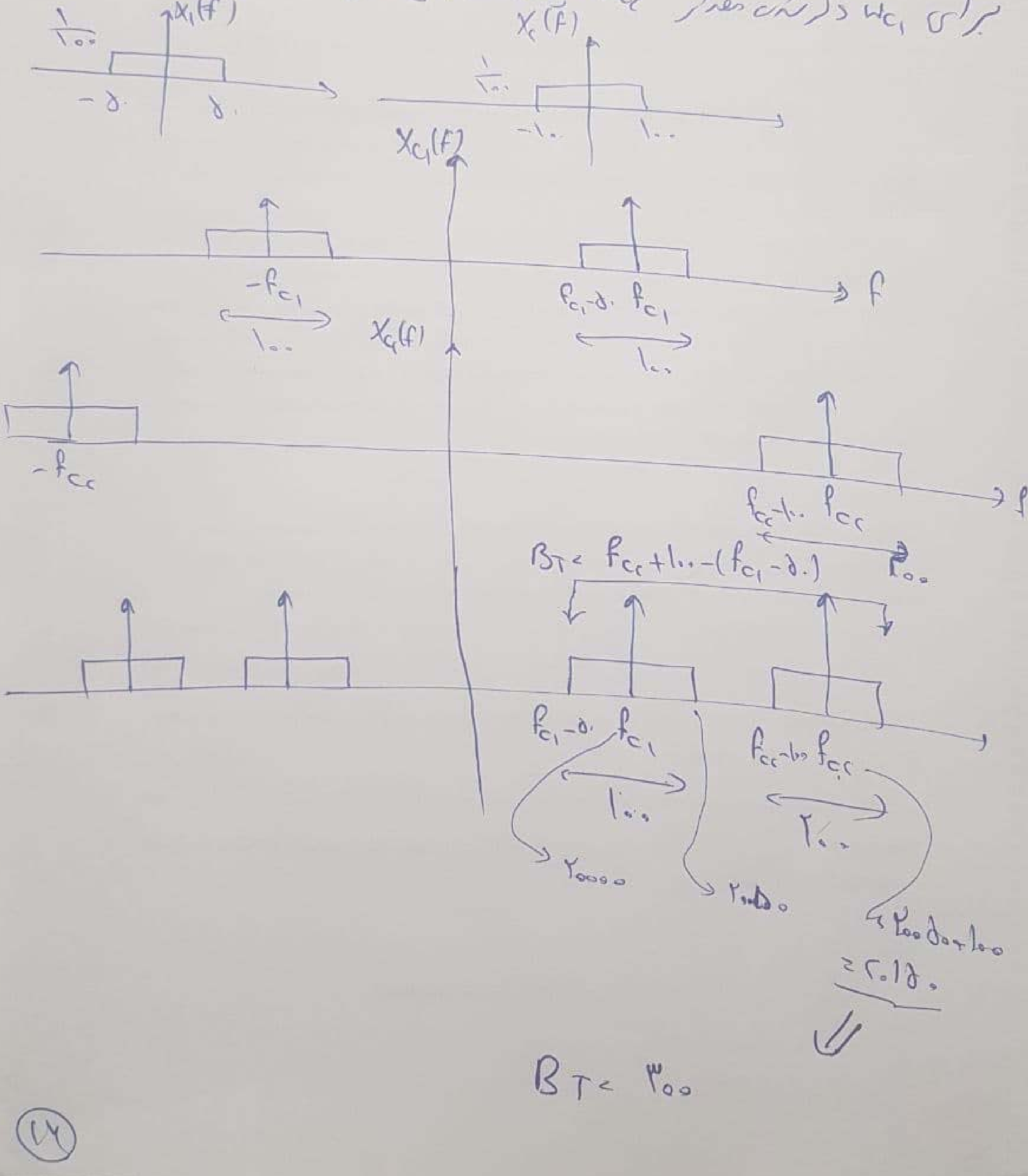
(c) ابتدا دو سیگنال AM استاندارد با w_{c_1} و w_{c_2} ایجاد می‌کنیم

$x_{c_1}(t) = A_c[1+\mu x_1(t)]\cos w_{c_1}t$ && $x_{c_2}(t) = A_c[1+\mu x_2(t)]\cos w_{c_2}t$

سپس $x_c(t) = x_{c_1}(t) + x_{c_2}(t)$ را ارسال می‌کنیم

برای $w_{c_1} = 2\pi \times 20000$ و $w_{c_2} = 2\pi \times 20\ldots$ طیف سیگنال را رسم و پهنای باند را بیابید

برای w_{c_1} دیگر شده مقدار w_{c_2} چقدر باشد که پهنای باند حداقل شود؟



$B_T = 300$

سیگنال $m(t)$ با توان $S_x = 1$ به صورت AM استاندارد مدوله می شود
برای اینکه $S_T = 100$ وات باشد و ۲۵ درصد توان ارسالی صرف ارسال پیام شود
مقادیر μ و A_c را بیابید

$$S_T = \frac{1}{2} A_c^2 \{1 + \mu^2 S_x\} = \underbrace{\frac{1}{2} A_c^2}_{\substack{\text{حامل} \\ 0.75 S_T}} + \underbrace{\frac{1}{2} A_c^2 \mu^2 S_x}_{\substack{\text{پیام} \\ 0.25 S_T}}$$

$$\frac{1}{2} A_c^2 = 0.75 \times 100 = 75 \rightarrow A_c = \sqrt{150}$$

$$\underbrace{\frac{1}{2} A_c^2}_{75} \mu^2 \underbrace{S_x}_{1} = 0.25 \times 100 = 25 \rightarrow \mu^2 = \frac{1}{3} \rightarrow \mu = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

فرض کنید فرستنده ای با $S_T = 100$ یک سیگنال DSB با $S_x = 0.1$ را ارسال می کند
حال اگر فرستنده پیام را با $S_x = 0.5$ و مدولاسیون AM استاندارد ارسال کند به نحوی که
۲۵٪ توان ارسالی صرف ارسال پیام شود و دامنه نسبت به DSB تغییر نکند
توان S_T چقدر خواهد بود؟

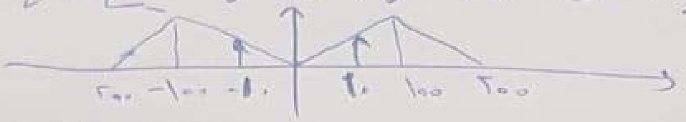
$$S_T^{DSB} = \frac{1}{2} A_{c_{DSB}}^2 S_x = 100 \rightarrow A_{c_{DSB}} = \sqrt{2000}$$

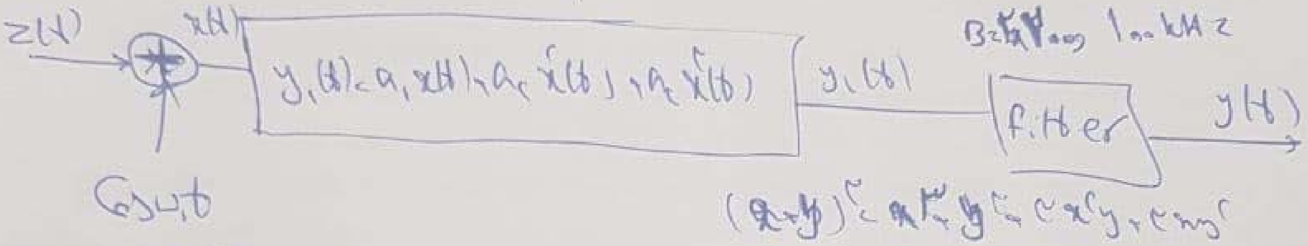
$$S_T^{AM} = ? = \underbrace{\frac{1}{2} A_c^2}_{0.75} + \underbrace{\frac{1}{2} A_c^2 \mu^2 S_x}_{0.25}$$

$$0.75 S_T = \frac{1}{2} A_c^2 = 1000 \rightarrow S_T = \frac{4000}{3}$$

می خواهیم سیگنال $z(t)=\cos 20\pi t+\mathrm{sinc}^2 100t+\cos 200\pi t$ را با استفاده از سیستم زیر به صورت مدولاسیون AM استاندارد ارسال کنیم

مرکز فرکانس مرکزی و پهنای باند فیلتر همچنین مقدار ω_1 برای $f_c=100\,kHz$ را تعیین کنید. مقادیر a_1 و a_2 و a_3 را به گونه‌ای تعیین کنید که $A_c=10$ و $\mu=\frac{3}{4}$





$(x+y)^3=x^3+y^3+3x^2y+3xy^2$

$x(t)=z(t)+\cos\omega_1 t$

$y_1(t)=a_1x(t)+a_2x^2(t)+a_3x^3(t)$

$=a_1(z(t)+\cos\omega_1 t)+a_2(z(t)+\cos\omega_1 t)^2+a_3(z(t)+\cos\omega_1 t)^3$

$=a_1z(t)+a_1\cos\omega_1 t+a_2z^2(t)+\frac{a_2}{2}+\frac{a_2}{2}\cos2\omega_1 t+2a_2z(t)\cos\omega_1 t$

$+a_3z^3(t)+\frac{3a_3}{4}\cos\omega_1 t+\frac{a_3}{4}\cos3\omega_1 t+3a_3z^2(t)\cos\omega_1 t$

$+\frac{3a_3z(t)}{2}+\frac{3a_3}{2}z(t)\cos2\omega_1 t$

0 → فرکانس حول صفر

f_1: $a_1\cos\omega_1 t$ $\boxed{2a_2z(t)\cos\omega_1 t}$ $\frac{3a_3}{4}\cos\omega_1 t$ $\cancel{3a_3z^2(t)\cos\omega_1 t}$ ✓

$2f_1$: $\frac{a_2}{2}\cos2\omega_1 t$ $\frac{3a_3}{2}z(t)\cos2\omega_1 t$

$3f_1$: $\frac{a_3}{4}\cos3\omega_1 t$ X

$\frac{a_2}{2}\cos2\omega_1 t+\frac{3a_3}{2}z(t)\cos2\omega_1 t=\underbrace{\frac{a_2}{2}}_{A_c}\{1+\underbrace{\frac{3a_3}{a_2}}_{\mu}z(t)\}\cos\underbrace{2\omega_1 t}_{f_c=2f_1}$

(۱۸) $A_c=10\rightarrow\frac{a_2}{2}=10\rightarrow a_2=20$ $\frac{3a_3}{a_2}=\frac{3}{4}\rightarrow a_3=5$ $f_c=2f_1=100\,kHz$

$f_1=50\,kHz$