# مخابرات

## (بخش پنجم)

## استاد صافی

www.mohandesyar.com

محاسبه SNR برای مدولاسیون DSB+C :

ورودی دمدولاتور : $A_R(1+\mu x(t))\cos\omega_c t + n_i(t)\cos\omega_c t + n_q(t)\sin\omega_c t$

خروجی دمدولاتور : $A_R(1+\mu x(t)) + n_i(t) \xrightarrow{\text{حذف DC}} A_R\mu x(t) + n_i(t)$

$$SNR_D = \frac{A_R^2\mu^2 S_x}{2\eta W}$$

$$x_r(t) = A_R(1+\mu x(t))\cos\omega_c t \Rightarrow S_R = \frac{A_R^2}{2} + \frac{A_R^2\mu^2 S_x}{2} = \frac{A_R^2}{2}(1+\mu^2 S_x)$$

$$SNR_D = \frac{A_R^2\mu^2 S_x}{\frac{A_R^2}{2}(1+\mu^2 S_x)} \cdot \frac{S_R}{2\eta W} = \frac{\mu^2 S_x}{1+\mu^2 S_x}\gamma$$

$S_x = 1 \longrightarrow \frac{\mu^2}{1+\mu^2}\gamma \simeq \gamma$

نتیجه: چون $\mu \ll 1$ پس $\frac{\mu^2}{1+\mu^2}$ تقریبا برابر یک است و لذا SNR تضعیف نمی‌شود.

SSB

محاسبه SNR برای مدولاسیون SSB :

$$x_c(t) = \frac{A_c}{2}x(t)\cos\omega_c t \pm \frac{A_c}{2}\hat{x}(t)\sin\omega_c t$$

ورودی دمدولاتور : $\frac{1}{2}A_R x(t)\cos\omega_c t + \frac{1}{2}A_R\hat{x}(t)\sin\omega_c t + n_i(t)\cos\omega_c t + n_q(t)\sin\omega_c t$

خروجی دمدولاتور : $\frac{1}{2}A_R x(t) + n_i(t)$

$$SNR_D = \frac{\frac{1}{4}A_R^2 S_x}{\eta W}$$

$$x_r(t) = \frac{1}{2}A_R x(t)\cos\omega_c t + \frac{1}{2}A_R\hat{x}(t)\sin\omega_c t$$

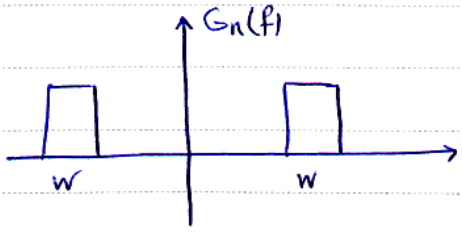
$$S_R = \overline{\frac{1}{4}A_R^2 x^2(t)\cos^2\omega_c t} + \overline{\frac{1}{4}A_R^2\hat{x}^2(t)\sin^2\omega_c t} \qquad \overline{\hat{x}^2(t)} = S_x$$

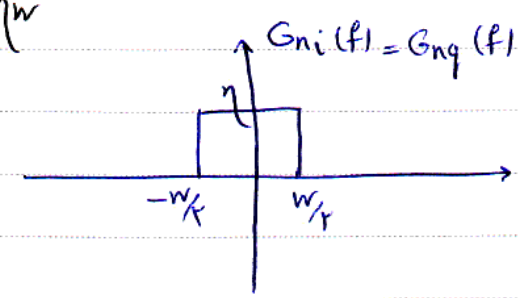


www.mohandesyar.com

* برای محاسبه SNR خروجی دمدولاتور AM برای DSB+C ، الگوریتم

$$S_R = \frac{1}{4} A_R^2 S_x \Rightarrow SNR_D = \frac{S_R}{\eta W} = \gamma$$




محاسبه SNR برای مدولاسیون AM :

ورودی دمدلاتور : $A_R(1+\mu x(t))\cos\omega_c t + n_i(t)\cos\omega_c t + n_q(t)\sin\omega_c t$

$A_n(t)\left(\cos(\omega_c t + \phi_n(t))\right)$

$$= \left(A_R(1+\mu x(t)) + n_i(t)\right)\cos\omega_c t + n_q(t)\sin\omega_c t$$

$$= \sqrt{\left[A_R(1+\mu x(t)) + n_i(t)\right]^2 + n_q^2(t)}\ \cos\left(\omega_c t + tg^{-1}\frac{n_q(t)}{A_R(1+\mu x(t)) + n_i(t)}\right)$$

از رابطه ی : $a\cos\omega t + b\sin\omega t = \sqrt{a^2+b^2}\cos\left(\omega t + tg^{-1}\frac{b}{a}\right)$

خروجی دمدلاتور : $A(t) = \sqrt{\left(A_R(1+\mu x(t)) + n_i(t)\right)^2 + n_q^2(t)} =$

(آشکارساز پوش)

$$\left[A_R^2(1+\mu x(t))^2 + n_i^2(t) + 2A_R(1+\mu x(t))n_i(t) + n_q^2(t)\right]^{1/2} =$$

$$\left[A_R^2(1+\mu x(t))^2 + 2A_R(1+\mu x(t))n_i(t) + A_n^2(t)\right]^{1/2} \quad (*) =$$

$$A_R(1+\mu x(t))\left[1 + \frac{2n_i(t)}{A_R(1+\mu x(t))} + \frac{A_n^2(t)}{A_R^2(1+\mu x(t))^2}\right]^{1/2}$$

با فرض $SNR_R \gg 1$ :

$$\longrightarrow A_R(1+\mu x(t))\left(1 + \frac{n_i(t)}{A_R(1+\mu x(t))}\right) = A_R(1+\mu x(t)) + n_i(t)$$

$SNR$ در خروجی دمدلاتور

$SNR$ در ورودی دمدلاتور

$(1+\varepsilon)^{1/2} \simeq 1 + \frac{1}{2}\varepsilon$



www.mohandesyar.com

حذف Dc $\longrightarrow A_R M x(t) + n_i(t)$

$$\Rightarrow SNR = \frac{A_R^2 M^2 S_x}{2\eta W}$$

$$x_2(t) = A_R\left(1+\mu x(t)\right)\cos\omega_c t \Rightarrow S_R = \frac{A_R^2}{2} + \frac{A_R^2}{2}\mu^2 S_x$$

$$x_2(t) = A_R\cos\omega_c t + A_R \mu x(t)\cos\omega_c t$$

$$SNR = \frac{\mu^2 S_x}{1+\mu^2 S_x}\gamma$$

نتیجه:

حال با فرض $SNR_R \ll 1$ عبارت (*) تبدیل می‌شود به:

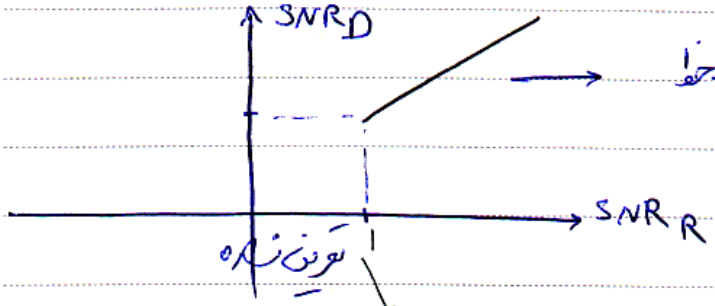
$$(*) \Rightarrow A_n(t)\left[\frac{A_R^2\left(1+\mu x(t)\right)^2}{A_n^2(t)} + \frac{2A_R\left(1+\mu x(t)\right)n_i(t)}{A_n^2(t)} + 1\right]^{1/2} \sim$$

$A_n(t)\cos\phi_n(t)$

$$A_n(t)\left[1 + \frac{A_R\left(1+\mu x(t)\right)n_i(t)}{A_n^2(t)}\right] = A_n(t) + A_R\left(1+\mu x(t)\right)\cos\phi_n(t)$$

حذف Dc $\longrightarrow A_n(t) + A_R \mu x(t)\cos\phi_n(t)$

سیگنال کاملاً ازبین رفته، $SNR$ تعیین شده است در تحلیل دمدولاتور AM ، اثر آستانه‌ای وجود دارد




$$\text{شیب} = \frac{2\mu^2 S_x}{1+\mu^2 S_x}$$

$SNR_D$ تعیین نشده است $\leftarrow$ $SNR_R \ll 1$ زمانیکه

یعنی شکل تبدیل



www.mohandesyar.com

جزوه ۵-۳

Object: ۵۳ $A_R(1+\mu x(t))\cos\omega_c t + A_n(t)\cos(\omega_c t + \phi_n(t))$

Month. Date. ( )

$A_R^2(1+\mu^2 S_x)$

$SNR_R = \frac{A_R^2(1+\mu^2 S_x)}{2\eta W}$ $\quad SNR_D = \frac{\mu^2 S_x}{1+\mu^2 S_x}\frac{SR}{\eta W}$

$SNR_D$ ، $SNR_R$ حضرتی از هم هستند این دو تا عدد ثابت است (بیشتر خطا عوارض)

هرچه $\mu$ ↑ بهتر است تا جایی که $\mu$ به یک برسد بهتر است، $1 \geq \mu \geq 0$ بین $\mu=1$ بهترین حالت است ⇐

هرچه $SNR_R$ ↑ بهتر است ⇐

سوال امتحانی) مثلاً در مدولاسیون AM اگر میخواهیم پهنای باند W داریم پهنای باند $2W$ است

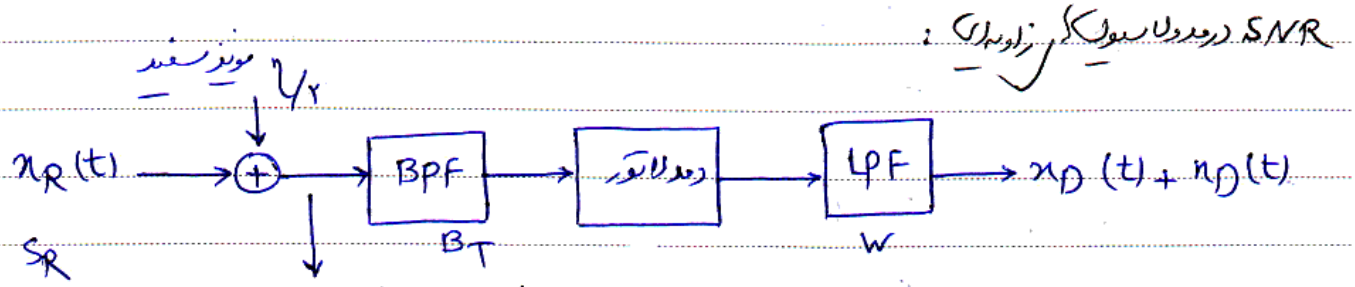
آنجا حتماً SNR را حساب کنید! (باید کلیه مراحل نوشته شود نه فقط جواب آخر را بنویسیم)

نویز سفید چیست؟ نویز حرارتی چه خصوصیتی دارد؟



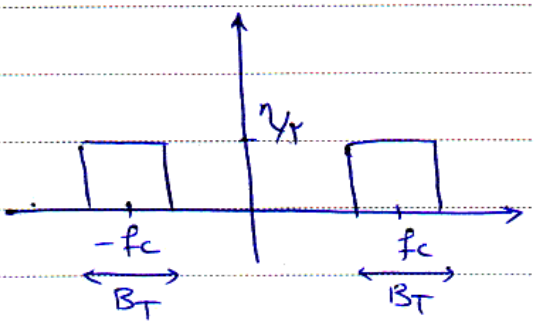
www.mohandesyar.com

SNR دمدولاسیون کاهنده زاویه‌ای :



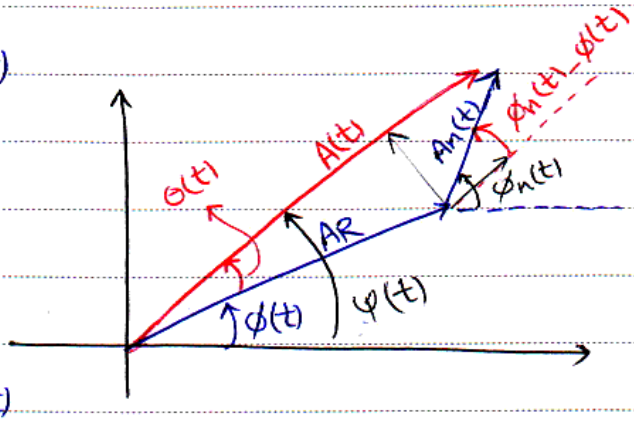

$$x_R = A_R \cos\left(\omega_c t + \phi(t)\right) \Longrightarrow S_R = \frac{A_R^2}{2}$$

$$SNR_R = \frac{S_R}{N_R} = \frac{A_R^2/2}{\eta B_T} = \frac{A_R^2}{2\eta B_T}$$




ورودی دمدولاتور : $A_R \cos\left(\omega_c t + \phi(t)\right) + \underbrace{A_n(t)\cos\left(\omega_c t + \phi_n(t)\right)}_{n_i(t)\cos\omega_c t + n_q(t)\sin\omega_c t}$

$A\cos\left(\omega_c t + \phi(t)\right) \longrightarrow$ دمدولاتور FM $\longrightarrow \phi(t)$




$$\psi(t) = \underbrace{\phi(t)}_{\text{مطلوب}} + \underbrace{\theta(t)}_{\text{نامطلوب}} = \phi_\Delta x(t) + \underbrace{\theta(t)}_{\text{نویز}}$$

$$\theta(t) = tg^{-1}\frac{A_n(t)\sin\left(\phi_n(t) - \phi(t)\right)}{A_R + A_n(t)\cos\left(\phi_n(t) - \phi(t)\right)}$$

یعنی $SNR_R \gg 1 \Rightarrow A_R \gg A_n(t) \Longrightarrow \theta(t) \simeq tg^{-1}\frac{A_n(t)\sin\left(\phi_n(t) - \phi(t)\right)}{A_R}$ (1)



www.mohandesyar.com

② $\theta_1(t) \triangleq tg^{-1} \dfrac{A_n(t)\sin\phi_n(t)}{A_R}$

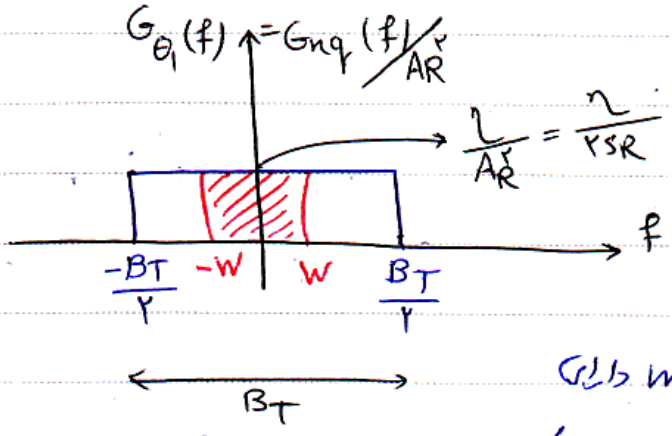
$\Downarrow$

$\theta_1(t) \simeq \dfrac{A_n(t)\sin\phi_n(t)}{A_R}$

①،② $\Rightarrow$ تابع خودهمبستگی یکسان دارند (طیف توان یکسان دارند)

$tgx \simeq x$

$x \ll 1$




سوال امتحانی: مثلاً در مدولاسیون AM

اگر مشتری‌ای می‌خواهد به جای پهنای باند $W$ دارای پهنای باند $2W$ است که معمولاً SNR را حساب کند؟

(باید تمام مراحل نوشته شود و نقطه‌چین آخر نوشته شود)

نویز سفید چیست؟ نویز حرارتی چه خصوصیتی دارد؟

(ادامه‌ی درس)

$$N_D = \int_{-W}^{W} G_{\theta_1}(f)\,df = \frac{\eta W}{SR}$$

$$S_D = \phi_\Delta^2 S_x$$

$$\Rightarrow SNR_D = \frac{\phi_\Delta^2 S_x}{\frac{\eta W}{SR}}$$

$$\Rightarrow \boxed{SNR_D = \phi_\Delta^2 S_x \gamma}$$

نتیجه) بدون افزایش توان ارسالی و فقط با افزایش $\phi_\Delta$، می‌توان SNR را افزایش داد بسیار خوب است.



www.mohandesyar.com

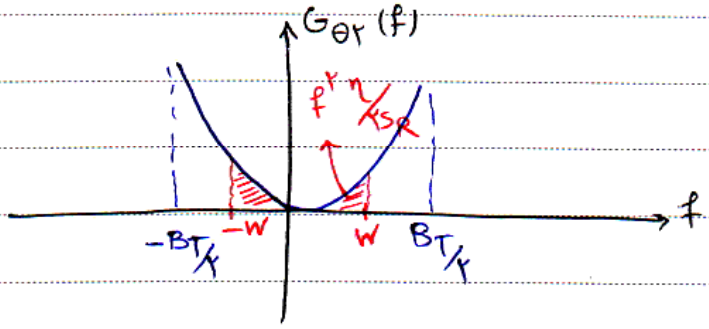
$A\cos(\omega_c t + \phi(t)) \rightarrow$ [دمدولاتور PM] $\rightarrow$ [$\frac{1}{2\pi}\, d/dt$] $\rightarrow x(t)$ : FM در

خروجی دمدولاتور PM : $2\pi f_\Delta \int x(t)dt + \theta_1(t)$

خروجی سوئیچ : $f_\Delta x(t) + \frac{1}{2\pi}\theta_1'(t)$ $\theta_2(t)$

$$\theta_2(t) = \frac{1}{2\pi}\frac{d\theta_1(t)}{dt} \xrightarrow{F} \theta_2(f) = \frac{j2\pi f}{2\pi}\theta_1(f) = jf\,\theta_1(f)$$

$$G_{\theta_2}(f) = |\theta_2(f)|^2 = f^2|\theta_1(f)|^2 = f^2 G_{\theta_1}(f)$$




$$N_D = \int_{-W}^{W} \frac{f^2\eta}{2SR}df = \frac{\eta}{2SR}\left(\frac{W^3}{3} + \frac{W^3}{3}\right) = \frac{\eta W^3}{3SR}$$

$$S_D = f_\Delta^2 S_x \Rightarrow SNR = \frac{f_\Delta^2 S_x}{\frac{\eta W^3}{3SR}} = \frac{3 f_\Delta^2 S_x S_R}{\eta W^3} = 3\frac{f_\Delta^2}{W^2}S_x\frac{S_R}{\eta W}$$

$$= 3D^2 S_x \gamma$$

نتیجه) در دمدولاسیون گیرنده‌ای با افزایش ضریب انحراف فاز ($\phi_\Delta$) و ضریب انحراف بزرگ (D) و بدون افزایش توان ارسالی می‌توان SNR را افزایش داد ولی با افزایش $\phi_\Delta$ و D نهایی باند ارسال نیز بیشتر می‌شود و باند باریس



www.mohandesyar.com

نیاز باند و SNR خروجی حالت بهینه‌ای را انتخاب کرد.

mehdi_safi@yahoo.com



www.mohandesyar.com

(حل تمرین)

اعوجاج حفظی

تمرین ۳-۲-۷ و ۳-۲-۹ حل شده است.

تمرین ۳-۲-۸ ، ۳-۲-۱۰ تکلیف

فصل ۳ کتاب

اعوجاج غیرخطی :

$x(t) = A\cos\omega_0 t$ $\quad x(t) \rightarrow$ [سیستم غیرخطی] $\rightarrow y(t)$ $\quad$ ۳-۲-۱۱

$\cos^4$ حفظ شیم!

$y(t) = 2x(t) - 3x^3(t)$

اعوجاج هارمونیک دوم و سوم؟

$y(t) = 2(A\cos\omega_0 t) - 3(A^3\cos^3\omega_0 t)$

$= 2A\cos\omega_0 t - 3A^3\left(\frac{\cos 3\omega_0 t + 3\cos\omega_0 t}{4}\right) = \underbrace{\left(2A - \frac{9}{4}A^3\right)}_{\text{مطلوب}}\cos\omega_0 t - \underbrace{\frac{3}{4}A^3\cos 3\omega_0 t}_{\text{نامطلوب}}$

اعوجاج هارمونیک دوم $= 0$ $\quad$ اعوجاج هارمونیک سوم $= \left|\frac{\frac{3}{4}A^3}{2A - \frac{9}{4}A^3}\right| \times 100\%$ $\quad = \frac{\text{دامنه‌ی هارمونیک نامطلوب}}{\text{دامنه‌ی هارمونیک مطلوب}}$

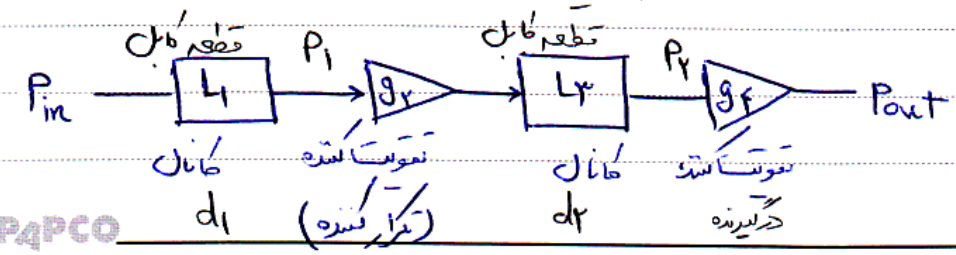
← تقریبی خوبی نیست ولی هرچه دامنه کوچک‌تر باشد درست‌تر است.

$A = 1$ : $\frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{4}} \times 100\% = 300\%$

$A = 2$ : $\frac{\frac{3}{4} \times 8}{\left|4 - \frac{9}{4} \times 8\right|} \times 100\% = 43\%$

۳-۲-۱۲ عهده خودمان (مشابه همین روی اعوجاج هارمونیک دوم هم داریم.)

۳-۳-۱




P4PCO



www.mohandesyar.com

توان ورودی $P_{in} = 0.5\ W$ — طول کل مسیر $d = 50\ km = d_1 + d_2$

ضریب تضعیف $\alpha = 2\ \frac{dB}{km}$

$d_1, d_2, g_2, g_4 = ?$ — $P_{out} = 50\ mW$

توان ورودی هر تقویت کننده $= 20\ MW = P_1 = P_2$ — $P_1, P_2 \geq 20\ MW$

از dB استفاده می‌کنیم راحت‌تر است.

$P_{in\,dB} = 10 \log 0.5 = -3$

$P_{1\,dB} = 10 \log (20 \times 10^{-6}) = -47$

$P_{in\,dB} - L_{1\,dB} = P_{1\,dB} \Rightarrow L_{1\,dB} = -3 + 47 = 44\ dB$

$P_{out\,dB_W} = 10 \log \frac{(50 \times 10^{-3})\ W}{1\ W} = -13$

$P_{out\,dB_m} = 10 \log \frac{50\ mW}{1\ mW} = 10 \log 50 = 17$

$\Rightarrow \alpha d_1 = 44\ dB \Rightarrow d_1 \leq 22\ km$

حداکثر $d_1 = 22\ km$ می‌تواند باشد تا $P_1, P_2 = 20\ MW$ هنوز بیشتر از $20\ MW$ باشد.

$d_1 \triangleq 22\ km \Rightarrow d_2 = 28\ km$

$P_{1\,dB} + g_{2\,dB} - L_{2\,dB} = P_{2\,dB} \Rightarrow g_{2\,dB} = L_{2\,dB} = \alpha d_2 = 56\ dB$

$g_2 = 10^{5.6} = 398107$

$g_4 = \frac{P_{out}}{P_2} = \frac{50\ m}{20\ \mu} = 2500$

$P_{2\,dB} + g_{4\,dB} = P_{out\,dB}$

۲-۳-۳

۳-۳-۴

۴-۳-۴ ← مسائل مربوط به این عنوان حل داده شده است.

۵-۳-۴



www.mohandesyar.com

فصل چهارم کتاب

۴-۱-۱

سیگنال میانگذر ← حول حول $f_c$ است میانگذر است.

اگر Sin داریم بهتر است Cos تبدیل کنیم.

$V_{bp}(t) = V_1(t)\cos\omega_c t + V_2(t)\cos(\omega_c t + \alpha)$

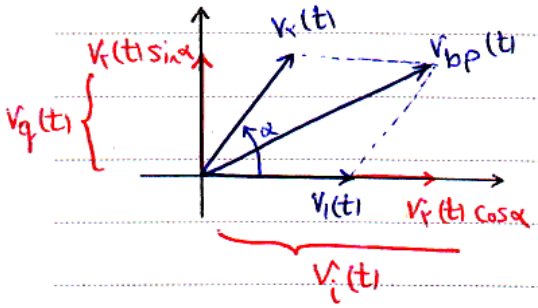
اندازه: $V_1(t)$ ، $\phi = 0$ نار

اندازه: $V_2(t)$ ، $\phi = \alpha$ نار

الف) $V_i(t)$ ، $V_q(t)$ ، $A(t)$ ، $\phi(t) = ?$

ب) $\phi$ ، $A$ ، $\left|\frac{V_2}{V_1}\right| \ll 1$ فرض ← ساده شود؟

نمودار برداری اجزاء جمع؟




مولفه جمع نار $V_i(t) = V_1(t) + V_2(t)\cos\alpha$

مولفه ربعی $V_q(t) = 0 + V_2(t)\sin\alpha$

$$A(t) = \sqrt{V_i^2(t) + V_q^2(t)} = \sqrt{\left(V_1^2(t) + 2V_1(t)V_2(t)\cos\alpha + V_2^2(t)\cos^2\alpha\right) + V_2^2(t)\sin^2\alpha}$$

$$= \sqrt{V_1^2(t) + 2V_1(t)V_2(t)\cos\alpha + V_2^2(t)}$$

$$\phi(t) = \tan^{-1}\frac{V_q(t)}{V_i(t)}$$

$$\phi(t) = \tan^{-1}\frac{V_2(t)\sin\alpha}{V_1(t) + V_2(t)\cos\alpha}$$

ب) $A(t) = V_1(t)\sqrt{1 + 2\frac{V_2(t)}{V_1(t)}\cos\alpha + \left(\frac{V_2(t)}{V_1(t)}\right)^2} \Rightarrow A(t) \simeq V_1(t)$

$$\phi(t) = \frac{\frac{V_2(t)}{V_1(t)}\sin\alpha}{1 + \frac{V_2(t)}{V_1(t)}\cos\alpha} \simeq 0$$

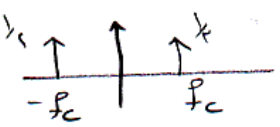
۴-۲-۱
۴-۲-۲
۴-۲-۳
۴-۲-۴
۴-۲-۵
۴-۲-۶
۴-۲-۷
۴-۲-۸
۴-۲-۹
۴-۲-۱۰

۴-۱-۲
۴-۱-۳
۴-۱-۴
۴-۱-۵
۴-۱-۶



www.mohandesyar.com

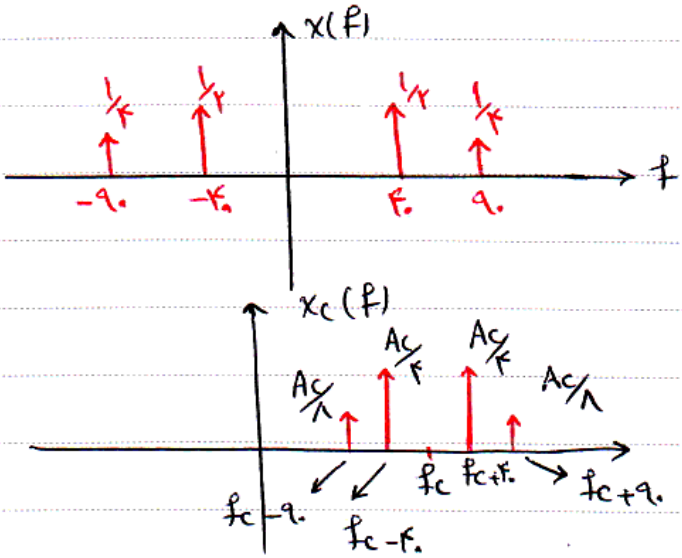
$$\cos 2\pi f_c t \xrightarrow{F} \frac{1}{2}\left[\delta(f+f_c) + \delta(f-f_c)\right]$$






۴

۱۱_۲_۴ سیگنال $x(t) = \cos 2\pi 40t + \frac{1}{2}\cos 2\pi 90t$ به صورت DSB ارسال شده است.




صفحه کاسی ؟

۴_۳_۱ تعریف

۲_۳_۴ $x_c(t) = aK^2\left(v(t) + A\cos\omega_c t\right)^2 - b\left(v(t) - A\cos\omega_c t\right)^2$

$(v(t) = x(t))$ DSB داشته باشیم. مدولاسیون، مدولاسیون k حقیقی باشد آنگاه مدولاتور

$$(aK^2 - b)v^2(t) + 2(aK^2 + b)A\,v(t)\cos\omega_c t + (aK^2 - b)A^2\underbrace{\cos^2\omega_c t}_{\frac{1+\cos 2\omega_c t}{2}}$$

$aK^2 - b = 0 \rightarrow K = \sqrt{\frac{b}{a}}$ $\Rightarrow$ DSB مدولاسیون

---

۳_۳_۴ $K = \sqrt{\frac{b}{a}}$ حقیقی باشد آنگاه AM داشته باشیم. $v(t)$ ،K ؟

$v(t) = 1 + \mu x(t)$

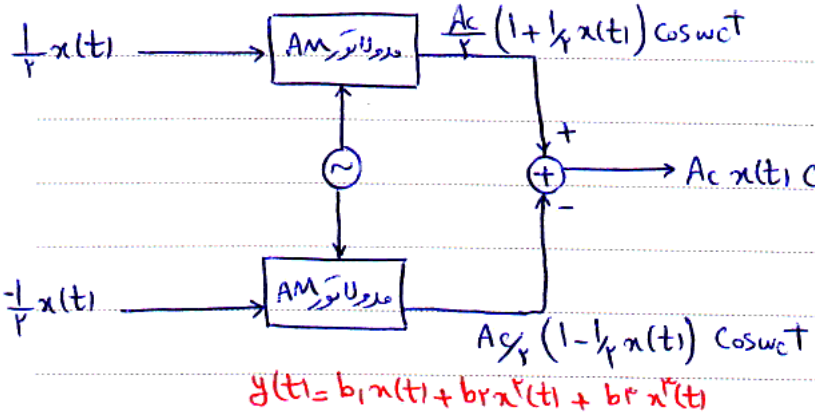
۴_۳_۴ و ۵_۳_۴

۴_۳_۶ اسطالین

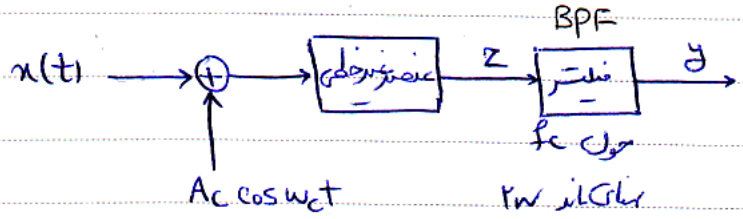


www.mohandesyar.com

$y(t) = a_1 x(t) + a_2 x^2(t) + a_3 x^3(t)$




$y(t) = b_1 x(t) + b_2 x^2(t) + b_3 x^3(t)$




---

$$z_1(t) = a_1\left(\frac{x(t)}{2} + A_c\cos w_c t\right) + a_2\left(\frac{x(t)}{2} + A_c\cos w_c t\right)^2 + a_3\left(\frac{x(t)}{2} + A_c\cos w_c t\right)^3$$

$$= a_1\frac{x(t)}{2} + a_1 A_c\cos w_c t + a_2\frac{x^2(t)}{4} + a_2 A_c^2\cos^2 w_c t +$$

$y_1(t)$

$$2A_c\frac{a_2}{2}x(t)\cos w_c t + a_3\frac{x^3(t)}{8} + 2a_3 A_c\frac{x^2(t)}{4}\cos w_c t$$

$$+3a_3 A_c^2\frac{x(t)}{2}\cos^2 w_c t + a_3 A_c^3\cos^3 w_c t$$

$$a_3 A_c^3\frac{\cos 3w_c t + 3\cos w_c t}{4}$$

$$y_2(t) = b_1 A_c\cos w_c t - 2A_c\frac{b_2}{2}x(t)\cos w_c t + 2b_2 A_c\frac{x^2(t)}{4}\cos w_c t +$$

$$b_3\frac{3A_c^3}{4}\cos w_c t$$

---

در یک عضو غیرخطی:

$$V_{out} = a_1 V_{in} + a_2 V_{in}^2 + a_3 V_{in}^3$$

مدولاتور AM:

$$V_{out} = b_1 V_{in} + b_2 V_{in}^2 + b_3 V_{in}^3$$

سیگنال خروجی شکل روبرو را بیابید.

مدولاتورهای AM غیرخطی رسم شده

فیلتر میان‌گذر ایده‌آل است که فرکانس‌های حول و حوش $f_c$ را عبور می‌دهد.



www.mohandesyar.com

$$y_1(t) - y_2(t) = \left(a_1 A_c + \frac{3a_3 A_c^3}{4} - b_1 A_c - \frac{3 b_3 A_c^3}{4}\right)\cos w_c t$$

$$+ \left(2 A_c \frac{a_2}{2} + 2 A_c \frac{b_2}{2}\right) x(t) \cos w_c t$$

$$+ \left(3 a_3 \frac{A_c}{4} - 3 b_3 \frac{A_c}{4}\right) x^2(t) \cos w_c t$$

برای مدولاسیون DSB: $\begin{cases} a_3 = b_3 \\ a_1 = b_1 \end{cases}$

$$\hat{x}(f) = \begin{cases} j x(f) & f < 0 \\ 0 & f = 0 \\ -j x(f) & f > 0 \end{cases} = -j x(f) \begin{cases} -1 & f < 0 \\ 0 & f = 0 \\ 1 & f > 0 \end{cases} = -j\, x(f)\, \mathrm{Sign}(f)$$

۴-۴-۲ صفر مدولاسیون سیگنال SSB را به دست آورید.

$$x_c(t) = \frac{1}{2} A_c \left(x(t)\cos w_c t \pm \hat{x}(t) \sin w_c t\right)$$

$$x_c(f) = \frac{1}{4} A_c \left(x(f - f_c) + x(f + f_c) \pm j\left[-j x(f + f_c)\,\mathrm{Sign}(f + f_c) + j x(f - f_c)\,\mathrm{Sign}(f - f_c)\right]\right)$$

* $\sin w_c t \xrightarrow{F} \frac{j}{2}\left(\delta(f + f_c) - \delta(f - f_c)\right)$ (یادآوری)

$$\cos(w_c t + \phi) \xrightarrow{F} \frac{1}{2}\left[e^{j\phi}\delta(f - f_c) + e^{-j\phi}\delta(f + f_c)\right]$$

$$\cos\left(w_c t - \frac{\pi}{2}\right) \xrightarrow{F} \frac{1}{2}\left[-j\,\delta(f - f_c) + j\,\delta(f + f_c)\right]$$

ادامه: $X_c(f) = \frac{1}{4} A_c \left(x(f - f_c)\left[1 \mp \mathrm{Sign}(f - f_c)\right] + x(f + f_c)\left[1 \pm \mathrm{Sign}(f + f_c)\right]\right)$

۴-۴-۳

۴-۴-۴

۴-۴-۵

۴-۴-۶



www.mohandesyar.com

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* خروجی ضرب کننده ها برای مدولاسیون SSB (یا LSSB و USSB) خواست اینطوری بدست آورده و فیلترش میکنیم.

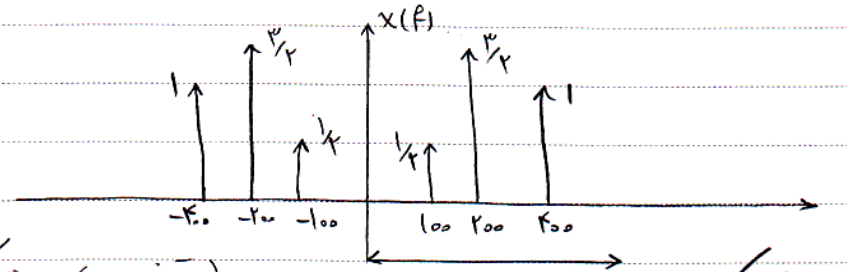
۷-۴-۴ سیگنال چند آهنگ $x(t)=\cos 2\pi 100t + 3\cos 2\pi 200t + 2\cos 2\pi 400t$

اگر مدولاسیون LSSB با ظرفیت حامل $f_c=10\,kHZ$ داشته باشیم:

۱) طیف فرکانسی را رسم کنید؟

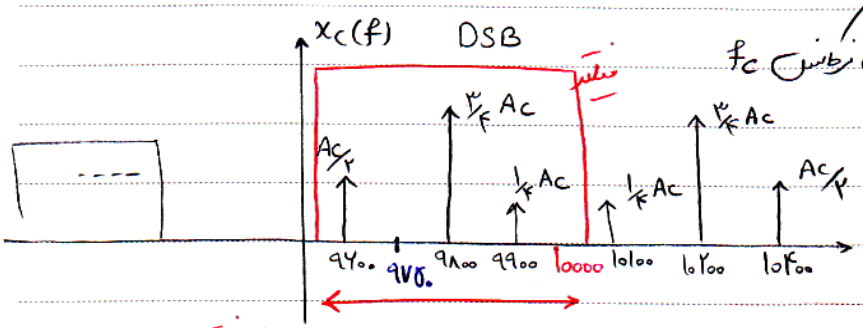
۲) توان ارسالی ($S_T$) و پهنای باند ($B_T$) را محاسبه کنید؟

$$x(f)=\frac{1}{2}\left(\delta(f-100)+\delta(f+100)+3\delta(f-200)+3\delta(f+200)+2\delta(f-400)+2\delta(f+400)\right)$$




$W=500$ (توان ۴۵۰ هم در نظر گرفت)

برای LSSB ابتدا DSB را رسم کرده و فیلترش میکنیم:




در $\frac{1}{2}Ac$ ضرب شده و حول $f_c$

برای تبدیل DSB به LSSB یک فیلتر حول $f_c-\frac{W}{2}$ و ظرفیت فرکانسی $10000-250$

پهنای باند W: 500

پهنای باند ارسالی: 400

$$x_c(t)=Ac\left[\cos(2\pi 9900t)+\frac{3}{2}\cos(2\pi 9800t)+\frac{1}{2}\cos(2\pi 9900t)\right]$$

توان ارسالی: $\frac{1}{2}Ac^2\left(1+\frac{9}{4}+\frac{1}{4}\right)=\frac{7}{4}Ac^2$

۸-۴-۴

۹-۴-۴

۱۰-۴-۴

۴-۵-۴

۴-۶-۴

PqPCO



www.mohandesyar.com

* هرگاه $x_c(t)$ را دیدیم و روش را خواستند نمودار فنوری را رسم کرده، مولفه‌های هم‌فاز و تربیعی را به دست آورده و سپس از رابطه‌ی $A(t)=\sqrt{V_i^2(t)+V_q^2(t)}$ روش را حساب می‌کنیم.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$x_c(t)=A_c\cos\omega_c t+\frac{1}{2}aA_mA_c\cos\left[(\omega_c+\omega_m)t\right]+\frac{1}{2}(1-a)A_mA_c\cos\left[(\omega_c-\omega_m)t\right]$$

(1) (2) (3) حوزه‌ی $\omega-a-f$

الف) عبارت $a$ را به ازای $a=0$ و $a=\pm 1$ در رابطه‌ی $x_c(t)$ جای‌گذاری کرده و ادامه‌ی حل را بنویسید. (یعنی روش را حساب کنید؟)

ب) $a=?$ به ازای کدام مقدار $a$ بیشترین اعوجاج؟ و کمترین اعوجاج؟

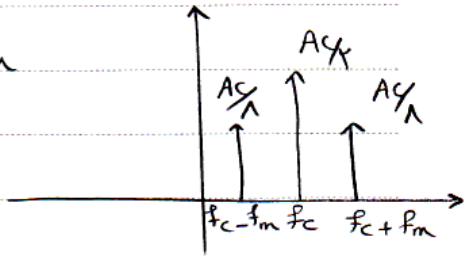
$(0\le a\le 1)$

$a=0$ : نشان دهید به ازای $a=\pm 1$ و $a=0$ چه بدون سیمی است؟ (۱۳-۴-۴)

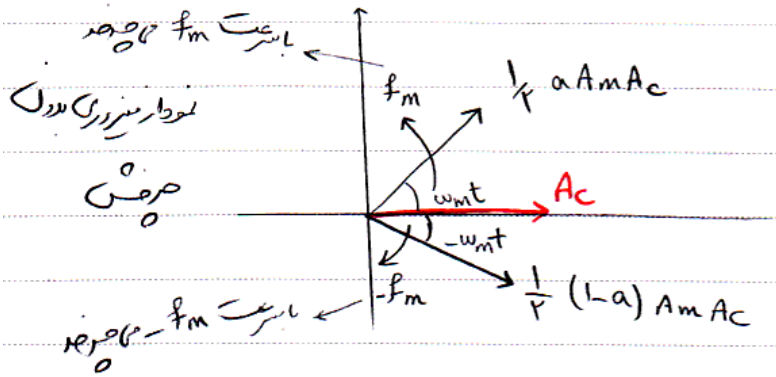
$a=0$ $\quad x_c(t)=A_c\left[\cos\omega_c t+\frac{1}{4}A_m\cos(\omega_c-\omega_m)t+\frac{1}{4}A_m\cos(\omega_c+\omega_m)t\right]$

هیچ مدولاسیونی نیست.

$a=+1$ : $A_M$




$a=-1$ ⟶ هیچ حوزی نیست




$a-a-f$ :

مولفه‌ی هم‌فاز $x_{ci}(t)=A_c+\frac{1}{2}aA_mA_c\cos\omega_m t+\frac{1}{2}(1-a)A_mA_c\cos(-\omega_m t)$

مولفه‌ی تربیعی $x_{cq}(t)=\frac{1}{2}aA_mA_c\sin\omega_m t+\frac{1}{2}(1-a)A_mA_c\sin(-\omega_m t)$



www.mohandesyar.com

$$A(t) = \sqrt{x_{ci}^2(t) + x_{cq}^2(t)} =$$

$$\sqrt{\left(A_c + \frac{1}{2} A_m A_c \cos\omega_m t\right)^2 + \left(\frac{-1}{2} A_m A_c \sin\omega_m t + a A_m A_c \sin\omega_m t\right)^2}$$

$$= A_c \sqrt{1 + A_m \cos\omega_m t + \left(\frac{1}{4} A_m^2 \cos^2\omega_m t + \frac{1}{4} A_m^2 \sin^2\omega_m t\right) - A_m^2 \sin^2\omega_m t + a^2 A_m^2 \sin^2\omega_m t}$$

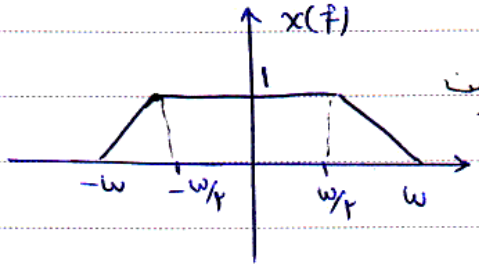
$\frac{1}{4} A_m^2$

$$= A_m^2 \cos^2\omega_m t$$

برای حذف $a$ عبارات دوم، سوم و پنجم را با هم جمع می‌کنیم.

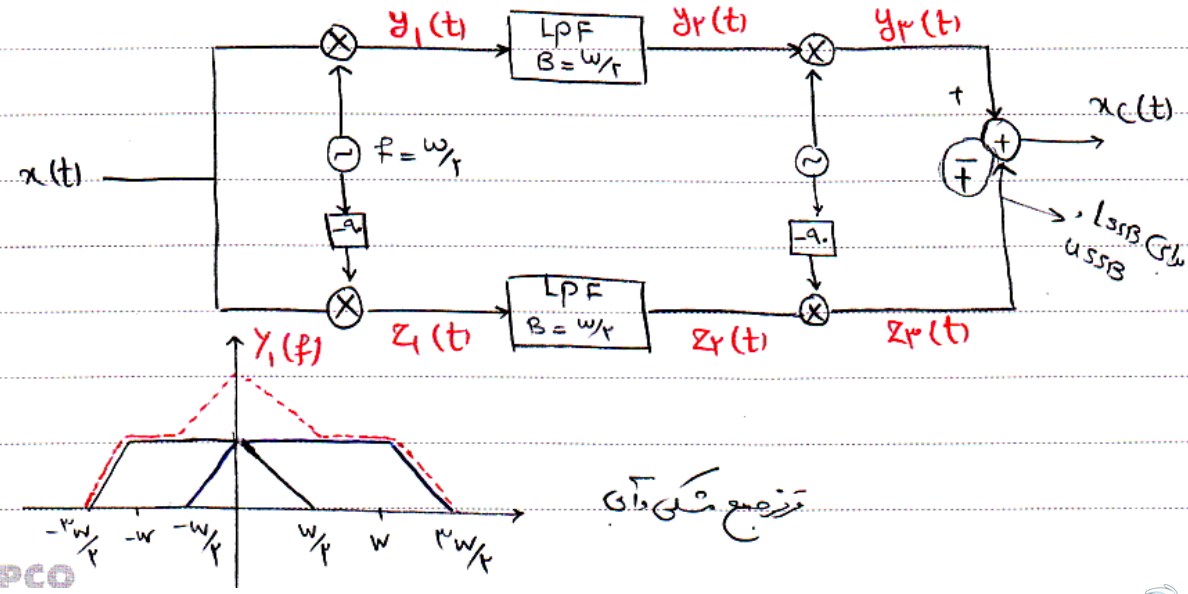
$$f(a) = A_m \cos\omega_m t + a^2 A_m^2 \sin^2\omega_m t \qquad (f(a))$$

$0 \le a \le 1$ $\quad a=0 \Rightarrow f(a): \min$ $\quad a=1 \Rightarrow f(a): \max$




ب) تعیین $X_c(f)$ در مدولاتور SSB با استفاده از

مدولاتور SSB روش

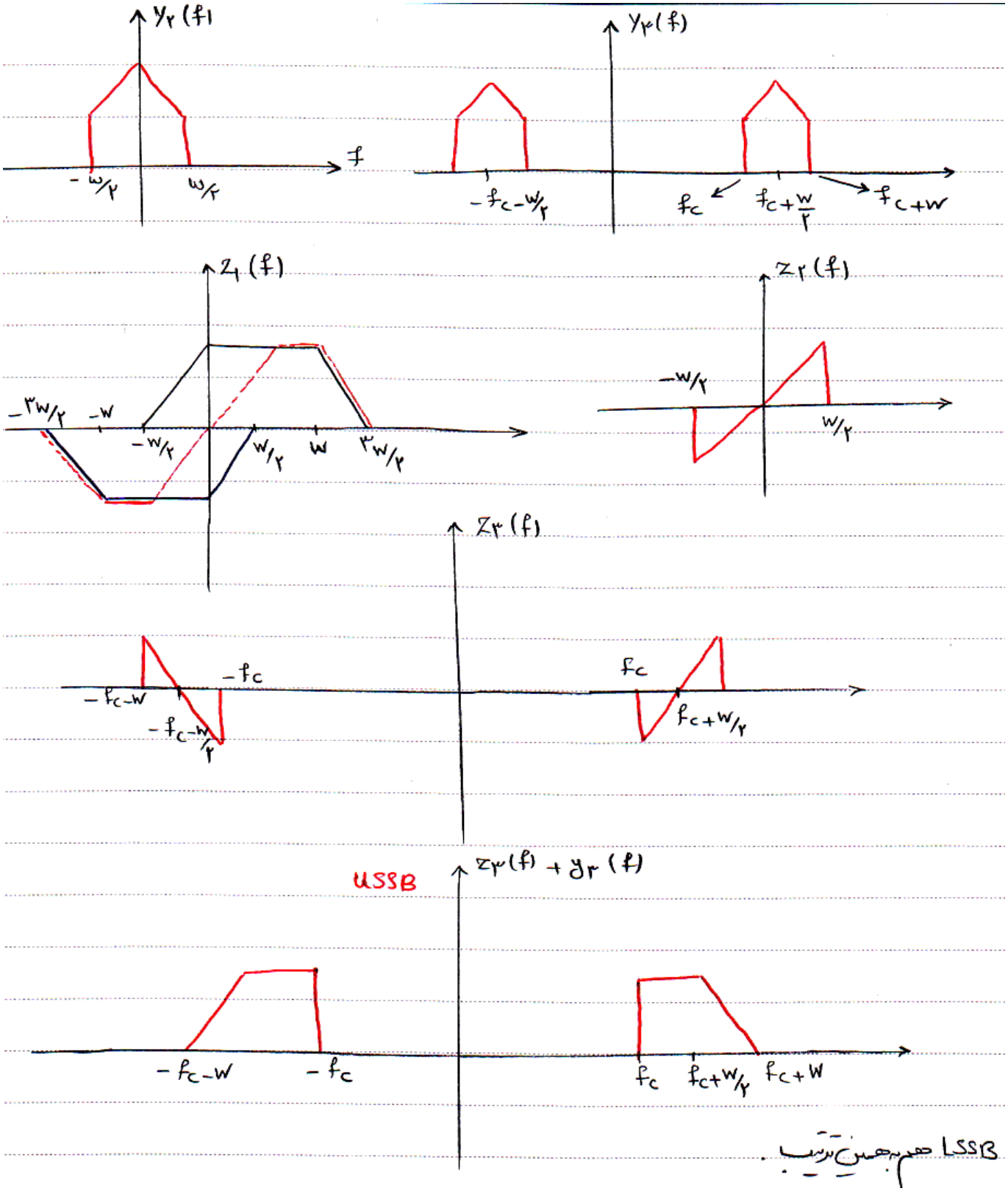



توزیع شکل دار

PAPCO



www.mohandesyar.com




LSSB هم به همین ترتیب.

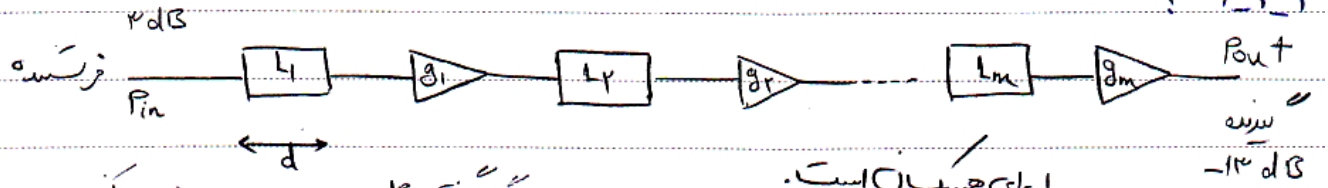


www.mohandesyar.com

Year. Month. Date. ( )

برای m تقویت‌کننده ۱+m مدار طراحی.

۳-۳-۳ :




فرض است $dB_m$ بدهی $P$ برحسب $dB_m$ حساب شود.

d برای همه یکسان است.

$md = 500\ km \qquad \alpha = 0.4\ \frac{dB}{km} \qquad g_{i\,dB_{max}} = 30\ dB$

$i = 1 \rightarrow m$

آیا $dB_m$ توان است یا برحسب $dB_m$ حساب شود؟

$g = ? \qquad m = ? \qquad P_{in} = 4W \Rightarrow$

$$P_{in_{dB}} = 10 \log 4 = 6$$

$$P_{out} = 50mW \Rightarrow P_{out\,dB} = -13$$

$$6 + (-L_1 + g_1)m = -13 \longrightarrow 6 + (-\alpha d_1 + g_1)m = -13$$

$$\Rightarrow \boxed{6 - 0.4\,(md_1) + mg_1 = -13} \quad * \longrightarrow 6 - 140 + 30m = -13$$

$md_1 = 500\ km$, $g_1 = 30$

$$\Rightarrow m = \frac{144}{30} = 4.8$$

صحیح نیست $\boxed{m \triangleq 5}$ $\Leftarrow m = 4.8$

$$* \quad 6 - 140 + 5g_1 = -13 \rightarrow g_1 = \frac{144}{5} = 28.8\ dB$$



www.mohandesyar.com

Subject:
Year. Month. Date. ( )

برای پایان ترم

مباحث :

فصل ۵ :

۵_۱ همه ۵_۱_۹ مهم (امتحانی) ۵_۱_۱۰, ۱۱, ۱۲, ۱۳, ۱۴ مهم تر
۵_۱_۵ خوبه

۵_۲ (آسان و حاضر)
۵_۲_۱
۵_۲_۲
۵_۲_۳
۵_۲_۴
۵_۲_۷
۵_۲_۱۰
۵_۲_۱۱

۵_۳ (بزنگاه)
۵_۳_۱
۵_۳_۶
۵_۳_۷
۵_۳_۸
۵_۳_۹
۵_۳_۱۰

فصل ۷ : ۷_۱ تا آخر نمونه‌های با احتمال شمردن

۷_۱_۱
۷_۱_۲
۷_۱_۳
۷_۱_۴
۷_۱_۵
۷_۱_۶

فصل ۸ : ۸_۲ , ۸_۳ , ۸_۴ (فقط pdf کاوسر)

همش سر خر مطالبی بخوانیم (توزیع دوجمله‌ای، پواسن، احتمال دوبدو و ... نیستند)

۸_۱ از این سوال نمی‌آید ولی نیاز نقیه سوالات است.



www.mohandesyar.com

فصل ۹ : ۹_۱ همه به جز ۲ تا ۳ تای آخر

در سوالات استاتیک با تقاطع = استاتیک WSS عبدالله

۹_۱_۱ ← ۹_۱_۱۱

۹_۲ همه به جز مطالبی که نخواندیم. (تا سر رهجم نهی و مدول سیگنال)

* آنهایی که نیاز به تبدیل موجه شکل دارد لازم نیست مثل تبدیل موجه Sinc و ...

فقط تبدیل موجه های ساده مثل cos و ... لازم است.

۹_۳ نویز سفید و فیلتر شده (زیاد لازم نیست) حتماً سوال نمی‌آید، در ۹_۱۴ از آن استفاده می‌شود.

۹_۴ همش

۹_۴_۱ ← ۹_۴_۱۰

* وسکنسد نمی‌باره، سوالاتی که شکل موج موجه و می‌خواد تبدیل موجه بکشد نمیاره.

فصل ۱۰ ۱۰_۱

۱۰_۲

۱۰_۳ ← در امتحان نمی‌آید

۱۰_۱_۱ ← ۱۰_۱_۶

۱۰_۲ ← همه سوالات هست (مدولاسیون VSB در این نمود نمی‌آید)



www.mohandesyar.com

در سایه سار اندیشه ، بی هیچ چشم داشت زمینی

عهد بسته ایم آسمانی شویم .

در این محفل علمی با ما همراه باشید.

**زمان : همین حالا تا همیشه**

**مکان : تارنمای برق ایران ؛ www.tbi-net.com**

**رسیده ایم پر از رنج راه تا دریا**

**خوشا یکی شدن رودها خوشا دریا**

**نه ما نه من نه تو ، او نقطه سرانجام است**

**بیا که بی من و تو ما شویم و ما دریا**

**من و تو چشمه باران ابر او بودیم**

**از ابتدا دریا بود و انتها دریا**

www.mohandesyar.com