

پیام $m(t)$

$\hat{m}(t)$

پیام‌های مخفی شده
آنالوگ
دیجیتال

دیجیتال

آنالوگ

سیستم مخفی‌سازی
آنالوگ
دیجیتال

جزایر مخفی‌سازی دیجیتال

$\{x_1, x_2, \dots, x_M\}$ سلا $\{0, 1\}$
در هر T ثانیه سیمبلی از یک مجموعه خاص ارسال می‌شود

(۱) قیمت ارزان در قیاس با کارایی بالا

(۲) اعطای پذیرش برای سازگاری با شرایط مختلف

(۳) اختصاصی کردن (محرمانه کردن) پیام‌ها

(۴) کنترل نویز و بازتابی سگنال

(۵) امکان کنترل خطا (تشخیص و تصحیح خطا)

(۶) امکان ترکیب انواع داده‌ها با هم

دو محدودیت در سیستم‌های مخفی‌سازی:

(۱) توان سگنال

(۲) پهنای باند

$\frac{S}{N}$ این نسبت باید بالا باشد. SNR

Signal to Noise Ratio

توان متوسط سگنال پیام S

توان متوسط سگنال نویز N

ظرفیت کانال نویسی: سائون ابارت نمود که اگر نویز کانالی نویسی جمع شوند باید به ظرفیت کانال به صورت زیر خواهد شد:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad \text{bit/sec}$$

پهنای باند کانال B $\rightarrow$ SNR

چند تئوری مهم در مخابرات :

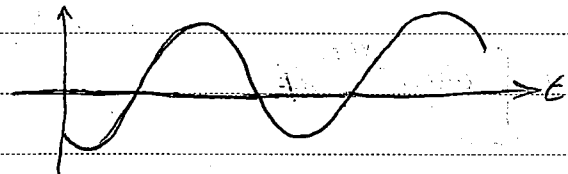
تئوری مودولاسیون

تحلیل فوریه

تئوری آنتن سازی

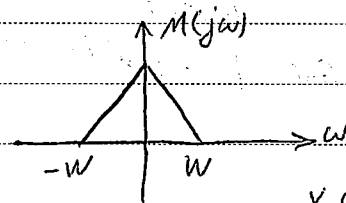
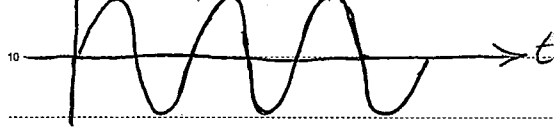
تئوری احتمال

۵ $m(t)$



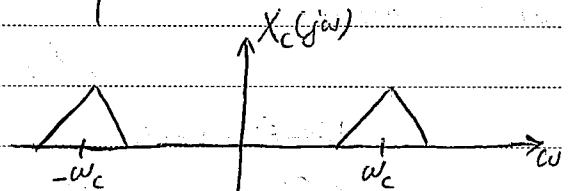
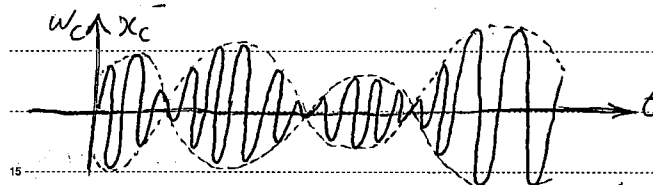
مثال : فرض کنید بخواهیم سیگنال $m(t)$ را مدوله کنیم

۱۰ $C(t)$



سیگنال تک فرکانس

$$x_c(t) = m(t) \cdot C(t)$$



مدولاسیون

سهولت در انتشار سیگنال - تخصیص فرکانس - مالتی پلکس کردن - کاهش تداخل و نویز

شروع جلسه

سیگنال ها و سیستم های عین :

اگر $g(t)$ یک سیگنال عین در نظر بگیریم

$$\langle g(t) \rangle = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} g(t) dt$$

متوسط سیگنال

$$\langle g(t) \rangle = \frac{1}{T_0} \int_{T_0} g(t) dt \quad \text{اگر } g(t) \text{ پریودیک باشد (با پریود } T_0 \text{)}$$

توان سیگنال

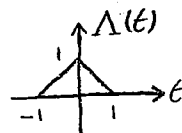
$$|g(t)|^2 = \text{توان لحظی}$$

$$S_g = \langle |g(t)|^2 \rangle = \text{متوسط توان}$$

Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. _____ () <

$$\Lambda(t) \xleftrightarrow{F} \text{Sinc}^2 f$$



$$E_g = \int_{-\infty}^{\infty} |g(t)|^2 dt$$

انرژی سیگنال

تعریف: اگر $S_g = 0$ و $E_g < \infty$ به سیگنال $g(t)$ سیگنال انرژی گوئیم و اگر $E_g = \infty$ و $S_g < \infty$ به سیگنال $g(t)$ سیگنال توان گوئیم

تبدیل فوری:

$$G(f) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) e^{-j2\pi f t} dt$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} G(f) e^{j2\pi f t} df$$

$$G(f) = |G(f)| e^{j\angle G(f)}$$

در حالت کلی یک کمیت مختلط است

$$G(0) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) dt$$

$$G^*(f) = G(-f)$$

اگر $g(t)$ حقیقی باشد $G(f)$ تباران حقیقی دارد

$$|G(-f)| = |G(f)|$$

$$\angle G(-f) = -\angle G(f)$$

برخی از خواص:

$$\alpha v(t) + \beta w(t) \xleftrightarrow{F} \alpha V(f) + \beta W(f)$$

$$v(t - t_0) \xleftrightarrow{F} e^{-j2\pi f t_0} V(f)$$

$$v(at) \xleftrightarrow{F} \frac{1}{|a|} V\left(\frac{f}{a}\right)$$

$$v(t) \xleftrightarrow{F} V(f)$$

$$v(t) \xleftrightarrow{F} V(-f)$$

دوبانی

$$\frac{d^n}{dt^n} v(t) \xleftrightarrow{F} (j2\pi f)^n V(f)$$

$$\int_{-\infty}^t v(\tau) d\tau \xleftrightarrow{F} \frac{V(f)}{j2\pi f} + \frac{V(0)}{f} \delta(f)$$

$$t^n v(t) \xleftrightarrow{F} \left(\frac{-1}{j2\pi}\right)^n \frac{d^n}{df^n} V(f)$$

$$v(t) * w(t) \xleftrightarrow{F} V(f) \cdot W(f)$$

$$v(t) \cdot w(t) \xleftrightarrow{F} V(f) * W(f)$$

$$v(t) e^{j2\pi f_c t} \xleftrightarrow{F} V(f - f_c)$$

✓ α > 0

$$e^{-\alpha t} u(t) \xleftrightarrow{F} \frac{1}{a + j\omega}$$

$$\frac{1}{t^2 + a^2} \xleftrightarrow{F} \frac{\pi}{a} e^{-a|\omega|}$$

خاصیات ضرب:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = \int_{-\infty}^{+0} \delta(t) dt = 1$$

$$v(t) * \delta(t) = v(t)$$

$$v(t) * \delta(t - t_0) = v(t - t_0)$$

$$v(t) \cdot \delta(t - t_0) = v(t_0) \delta(t - t_0)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} v(t) \delta(t - t_0) dt = v(t_0)$$

$$\int_{-\infty}^t \delta(\tau) d\tau = u(t)$$

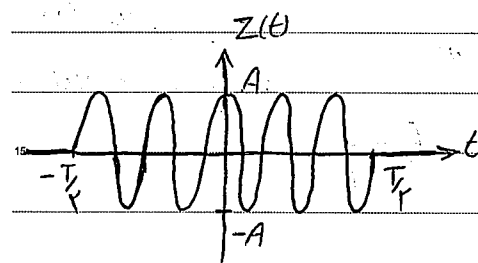
$$\frac{dv(t)}{dt} = \delta(t)$$

$$\delta(\alpha t) = \frac{1}{|\alpha|} \delta(t)$$

$$\begin{cases} \delta(t) \xleftrightarrow{F} 1 \\ 1 \xleftrightarrow{F} \delta(f) \end{cases}$$

$$Ae^{j2\pi f_c t} \xleftrightarrow{F} A\delta(f - f_c)$$

$$A \cos 2\pi f_c t \xleftrightarrow{F} \frac{A}{2} \delta(f - f_c) + \frac{A}{2} \delta(f + f_c)$$



نشان دهید: تبدیل فوری به RF را بدست آورید.

$$z(t) = x(t) \cdot y(t) = AT \underbrace{\left(\frac{t}{T}\right)}_{x(t)} \underbrace{\cos 2\pi f_c t}_{y(t)}$$

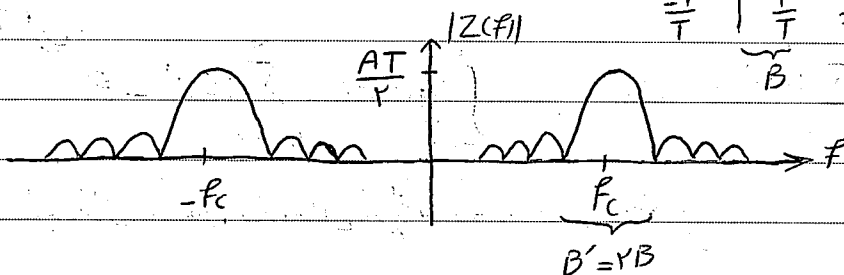
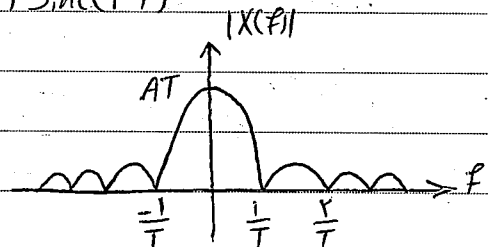
$$T(t) \xleftrightarrow{F} \text{Sinc}\left(\frac{\omega}{\omega_T}\right) = \text{Sinc} f$$

$$Z(f) = X(f) * Y(f)$$

$$X(f) = AT \text{Sinc}(fT)$$

$$Y(f) = \frac{1}{2} \delta(f - f_c) + \frac{1}{2} \delta(f + f_c)$$

$$Z(f) = \frac{AT}{2} (\text{Sinc}(f - f_c)T + \text{Sinc}(f + f_c)T)$$



$$A \sin 2\pi f_c t \xleftrightarrow{F} \frac{A}{2j} [\delta(f-f_c) - \delta(f+f_c)]$$

Page : (۶)

$$A \delta(t-t_d) \xleftrightarrow{F} A e^{-j2\pi f t_d}$$

Date :

Subject :

قضیه انرژی: (Rayleigh)

$$E_g = \int_{-\infty}^{\infty} |g(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} |G(f)|^2 df$$

اثبات: در حالت کلی اگر $g(t)$ و $h(t)$ دارای تبدیل فوریه $G(f)$ و $H(f)$ باشند،

$$\int_{-\infty}^{\infty} g(t) h^*(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \left(\int_{-\infty}^{\infty} H(f) e^{j2\pi f t} df \right)^* dt = \int_{-\infty}^{\infty} H^*(f) \left(\int_{-\infty}^{\infty} g(t) e^{-j2\pi f t} dt \right) df$$

$G(f)$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} G(f) H^*(f) df$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} |g(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} |G(f)|^2 df$$

در حالت خاص اگر $g(t) = h(t)$

بنابراین $|G(f)|^2$ را به عنوان چگالی طیف انرژی سیگنال $g(t)$ ماری فرکانس های مختلف نشان می دهیم.

سیگنال های پریودیک: اگر $g(t)$ پریودیک باشد،

$$c_n = \frac{1}{T_0} \int_{T_0} g(t) e^{-j2\pi f_n t} dt, \quad g(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{j2\pi f_n t}$$

$f_0 = \frac{1}{T_0}$

رابطه پارسوال توان سیگنال $S_g = P = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |c_n|^2$

توان متوسط $\langle |c_n e^{j2\pi f_n t}|^2 \rangle = |c_n|^2$

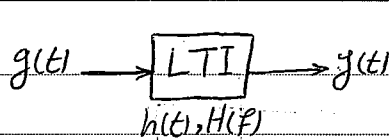
$$g(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{j2\pi f_n t} \xleftrightarrow{F} G(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n \delta(f - f_n)$$

چگالی طیف توان:

$$S_g(f) = \mathcal{P}_g(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |c_n|^2 \delta(f - f_n)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} S_g(f) df = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |c_n|^2 = P$$

سوال: چگالی طیف توان سیگنال های توان غیر پریودیک چگونه محاسبه می شود؟



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

$$y(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_{n,y} e^{j\pi n f_0 t}$$

$$c_{n,y} = c_n \times H(nf_0)$$

گنگنال توان $\Rightarrow \int_{-\infty}^{\infty} |g(t)|^2 dt = \infty$

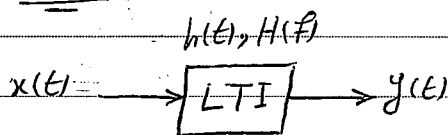
$$g_T(t) = \begin{cases} g(t) & |t| < T \\ 0 & |t| > T \end{cases}$$

$$E_{g_T} = \int_{-\infty}^{\infty} |g_T(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} |G_T(f)|^2 df$$

$$P_T = \frac{1}{T} \int_{-T}^T |g_T(t)|^2 dt = \dots \Rightarrow P = \int_{-\infty}^{\infty} S_g(f) df$$

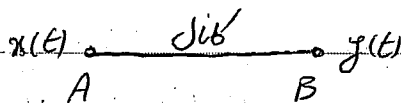
$$S_g(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{|G_T(f)|^2}{T}$$

شروع جلسه



عبور گنگنال از یک سیستم LTI :

$$y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau) x(t-\tau) d\tau$$



انتقال گنگنال : فرآیند جابجایی گنگنال از محلی به محل دیگر
از طریق گنگال $\leftarrow$ ایده آل : انتقال بدون اعوجاج

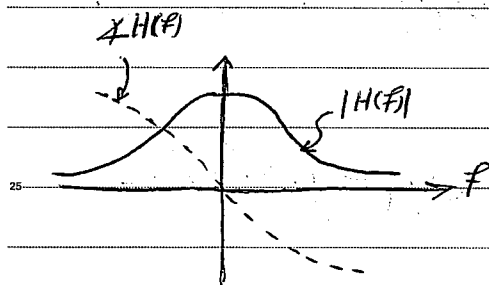
$$Y(f) = X(f) \cdot H(f)$$

فیلتر کردن گنگنال : تغییر در مولفه های فرکانسی گنگنال در اثر عبور از یک سیستم (فیلتر)

تذکره : اگر $x(t)$ یک گنگنال انرژی باشد $\Psi_x(f) = |X(f)|^2$ ، اگر $x(t)$ یک گنگنال توان باشد $S_x(f) = |X(f)|^2$

$$\Psi_y(f) = |Y(f)|^2 = \Psi_x(f) \cdot |H(f)|^2$$

$$S_y(f) = S_x(f) \cdot |H(f)|^2$$



گنگنای باند :
گنگنای باند گنگنی از باند فرکانسی میبند است که محدوده طیف
فرکانسی در آن محدوده قرار دارد.