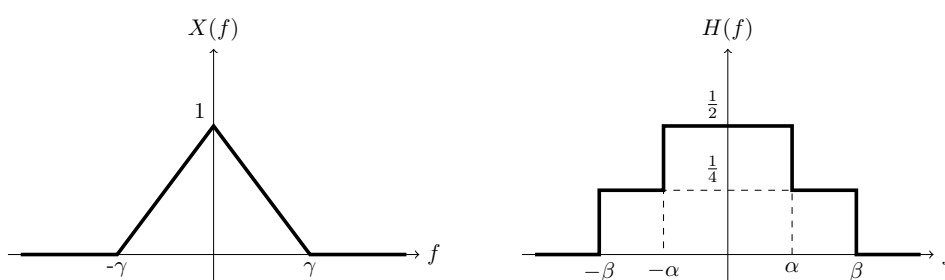


تمرینهای سری سوم اصول سیستم های مخابراتی - دانشگاه صنعتی قوچان

- ۱- سیگنال $x(t) = e^{-t}u(t)$ را در نظر بگیرید.
 الف) تابع خودهمبستگی $x(t)$ ، $R_x(\tau)$ ، را بدست آورید.
 ب) با استفاده از تابع خودهمبستگی، انرژی سیگنال را تعیین نمایید.
 ج) ESD سیگنال $x(t)$ را بدست آورده و نوع سیگنال را از نظر باند فرکانسی (میانی یا پایه) مشخص نمایید.
 ۲- سیگنال $x(t) = A \cos(2\pi f_s t)$ وارد کانالی با پاسخ ضربه حقیقی و با پاسخ فرکانسی که برای $f \geq 0$ به صورت $H(f) = \sqrt{1 - \frac{f}{f_s}} \Pi(\frac{f-f_s}{f_s})$ توصیف شده است می شود.
 الف) PSD خروجی و تابع خودهمبستگی خروجی، $R_y(\tau)$ ، را بدست آورید.
 ب) آیا رابطه سیگنال توان (انرژی) با PSD (ESD) آن یک به یک است؟ به اختصار توضیح دهید.
 ۳- سیگنال $x(t) = \text{sinc}(10t)$ وارد سیستمی LTI با پاسخ فرکانسی $H(f) = 3\Pi(\frac{f}{4})e^{-j4\pi f}$ شده است و خروجی را $y(t)$ نامیده ایم. مطلوبست تعیین:
 الف) انرژی سیگنال $x(t)$
 ب) چگالی طیف انرژی $x(t)$
 ج) چگالی طیف انرژی $y(t)$
 د) $y(t)$
 ۴- پاسخ فرکانسی یک کانال به صورت $H_c(f) = \Pi(\frac{f}{\gamma}) + \Pi(\frac{f}{\beta})$ است. پاسخ فرکانسی ترازگر و پاسخ ضربه مربوطه را برای این کانال بدست آورده و آنها را رسم کنید.
 ۵- سیگنال $x(t)$ و کانال با پاسخ فرکانسی $h(t)$ که طیفهای آنها در شکل زیر داده شده است را در نظر بگیرید.



- الف) به ازای چه محدوده ای از پارامتر γ (بر حسب α و β)، برای آشکارسازی صحیح سیگنال در گیرنده نیازی به اکولایزر نداریم؟
 ب) پاسخ فرکانسی اکولایزر را برای کانال داده شده رسم کرده و پاسخ ضربه آن را، $h_{eq}(t)$ ، تعیین نمایید.
 ج) به ازای چه محدوده ای از پارامتر γ ، حتی با استفاده از ترازگر، سیگنال خروجی نسخه اعوجاج یافته ای از سیگنال ارسالی است؟ چرا؟
 د) اگر $\gamma = \beta$ باشد، $y(t)$ را تعیین کنید.
 ۶- سیگنال $g(t) = C \cos(2\pi f_s t + \theta_s)$ را در نظر بگیرید.
 الف) نشان دهید داریم:

$$R_g(\tau) = \frac{C^2}{4} \cos 2\pi f_s \tau$$

$$S_g(f) = \frac{C^2}{4} [\delta(f - f_s) + \delta(f + f_s)]$$

- ب) در حالت کلی نشان دهید اگر $y(t)$ سیگنالی متناوب دارای نمایش سری فوری به صورت زیر باشد

$$y(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(2\pi n f_s t + \theta_n)$$

داریم:

$$\mathcal{R}_y(\tau) = C_0^2 + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} C_n^2 \cos 2\pi n f_0 \tau$$

$$S_g(f) = C_0^2 \delta(f) + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} C_n^2 [\delta(f - n f_0) + \delta(f + n f_0)]$$

۷- برای سیگنالهای داده شده زیر، چگالی طیفی توان و خودهمبستگی را تعیین نمایید.

(الف) $v(t) = A_0 + A_1 \sin(\omega_0 t + \phi)$

(ب) $v(t) = A_1 \cos(\omega_0 t + \phi) + A_2 \sin(2\omega_0 t + \phi)$

۸- خودهمبستگی $v(t) = Au(t)$ را بدست آورده و سپس با استفاده از آن توان سیگنال و چگالی طیفی را بیابید.

۹- الف) نشان دهید:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \text{sinc}^2\left(\frac{kt}{\pi}\right) dt = \frac{\pi}{k}$$

(ب) نشان دهید:

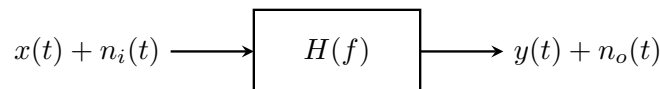
$$\int_{-\infty}^{\infty} \text{sinc}(2Bt - m) \text{sinc}(2Bt - n) dt = \begin{cases} 0, & m \neq n \\ \frac{1}{2B}, & m = n \end{cases}$$

راهنمایی: برای حالت $m = n$ از نتیجه بند الف استفاده کنید.

۱۰- در دیاگرام بلوکی شکل زیر نویز $n_i(t)$ دارای تابع خودهمبستگی $R_{n_i}(\tau) = \frac{N_0}{2} \delta(\tau)$ بوده که N_0 مقداری ثابت است و نمایش سری فوریه سیگنال ورودی به صورت $x(t) = \frac{1}{2} + \sum_{k=-\infty, k \neq 0}^{\infty} \frac{\sin(k\frac{\pi}{2})}{k\pi} e^{jk\frac{\pi}{2}\pi Bt}$ داده شده است. اگر $y(t)$ خروجی کانال LTI به ورودی $x(t)$ و $n_o(t)$ پاسخ کانال به نویز ورودی $n_i(t)$ باشد و داشته باشیم $H(f) = \frac{1}{2} \Pi(\frac{f}{2B})$ باشد،

(الف) مطلوبست تعیین $y(t)$ ، چگالی طیف توان $y(t)$ ، $R_y(\tau)$ ، و توان $y(t)$.

(ب) مطلوبست تعیین PSD نویز خروجی، تابع خودهمبستگی آن یا $R_{n_o}(\tau)$ ، و توان نویز خروجی.



۱۱- پاسخ فرکانسی کانالی به صورت $H(f) = e^{-(f-10)}u(f-10) + e^{f+10}u(-f-10) + \Pi(\frac{f}{2})$ داده شده است.

(الف) پاسخ فرکانسی کانال را رسم کنید.

(ب) پاسخ ضربه کانال را تعیین کنید.

(ج) یک سیگنال که این کانال را ایده آل ببیند (در حوزه زمان) مثال بزنید.

(د) پاسخ فرکانسی ترازگر این کانال را برای محدوده فرکانسی $|f| < 11$ رسم نمایید.

(ه) خروجی کانال فوق را به ورودی $x(t) = \cos(10\pi t) + 3e \sin(22\pi t + \frac{\pi}{6})$ بدست آورید.

۱۲- سیگنال $x(t) = \text{sinc}^2(6t) + \text{sinc}(6t)e^{j2\pi 13.97t}$ وارد کانالی LTI با پاسخ ضربه $h(t) = 20 \text{sinc}(20(t-3))$ شده است و خروجی را $y(t)$ نامیده ایم. مطلوبست تعیین:

(الف) چگالی طیف انرژی $x(t)$

(ب) انرژی سیگنال $x(t)$

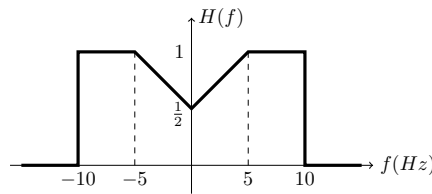
(ج) چگالی طیف انرژی $y(t)$

(د) خروجی $y(t)$

۱۳- پاسخ فرکانسی کانالی به صورت شکل زیر داده شده است.

(الف) پاسخ ضربه کانال را بدست آورید.

(ب) خروجی کانال فوق را به ورودی $x(t) = \cos 2\pi \times 2.5t$ بدست آورید. آیا ورودی فوق، کانال را ایده آل می بیند؟ چرا؟



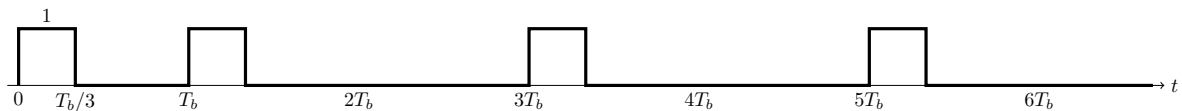
(ج) تابع خودهمبستگی سیگنال $x(t) = \cos \omega_c t$ را بدست آورید.

(د) چگالی طیف توان سیگنال $x(t) = \cos \omega_c t$ را بدست آورید.

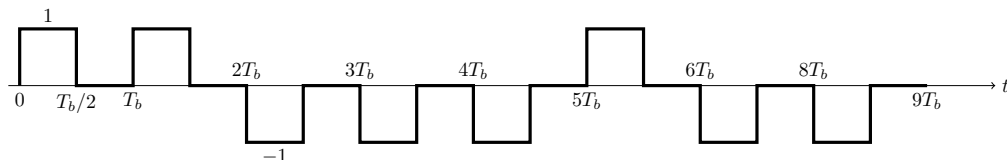
(هـ) پاسخ فرکانسی ترازگر (اکوالایزر) را برای کانال فوق و برای محدوده فرکانسی $|f| \leq 10$ تعیین نمایید.

۱۴- الف) با داشتن چگالی طیف یک سیگنال به چه درک مهمی از آن می رسم و چه استفاده هایی از آن می توان داشت؟ (ذکر یک مورد کاربرد با شرح مختصر آن کافیست.)

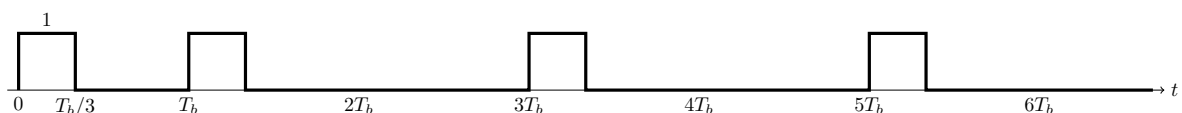
ب) چه تفاوتی بین فرآیند تعیین چگالی طیف سیگنالهای یقینی و آماری وجود دارد؟ (حداکثر در سه سطر)
 ۱۵- در یک سیستم مخابراتی دیجیتال برای ارسال هر بیت از پالسی با عمر T_b که در $\frac{T_b}{4}$ غیر صفر و در $\frac{3T_b}{4}$ باقی مانده صفر است استفاده می شود. نمونه ای از این سیگنال تصادفی به ازاء رشته بیت ۱۱۰۱۰۱۰ نشان داده شده است. با فرض آنکه احتمال وقوع بیتها برابر باشد مطلوبست تعیین تابع خودهمبستگی این سیگنال تصادفی، PSD آن، پهنای باند اشغالی (فاصله تا اولین گذر از صفر) و توان این سیگنال.



۱۶- در یک سیستم مخابراتی دیجیتال برای ارسال هر بیت از پالسی با عمر T_b که در $\frac{T_b}{4}$ غیر صفر و در $\frac{3T_b}{4}$ باقی مانده صفر است استفاده می شود. نمونه ای از این سیگنال تصادفی به ازاء رشته بیت ۱۱۰۰۰۱۰۰ نشان داده شده است. با فرض آنکه احتمال وقوع بیت ۱ برابر $\frac{1}{2}$ و احتمال وقوع بیت ۰ برابر $\frac{1}{2}$ باشد مطلوبست تعیین و رسم تابع خودهمبستگی این نوع سیگنال تصادفی.



۱۷- در یک سیستم مخابراتی دیجیتال برای ارسال هر بیت از پالسی با عمر T_b که در $\frac{T_b}{4}$ غیر صفر و در $\frac{3T_b}{4}$ باقی مانده صفر است استفاده می شود. نمونه ای از این سیگنال تصادفی به ازاء رشته بیت ۱۱۰۱۰۱۰ نشان داده شده است. با فرض آنکه احتمال وقوع بیتهای یک و صفر به ترتیب به صورت $Pr[1] = \frac{4}{5}$ و $Pr[0] = \frac{1}{5}$ باشد، مطلوبست تعیین تابع خودهمبستگی سیگنال فوق.



موفق باشید