

تمرینهای سری سوم اصول سیستم‌های مخابراتی - دانشگاه صنعتی قوچان

۱ - سیگنال $x(t) = e^{-t}u(t)$ را در نظر بگیرید.

الف) تابع خودهمبستگی $R_x(\tau) = x(t)x(t+\tau)$ 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 $x(t) = A \cos(2\pi f_0 t)$ وارد کانالی با پاسخ ضربه حقیقی و با پاسخ فرکانسی که برای $f \geq 0$ به صورت $H(f) = \sqrt{1 - \frac{f}{f_0}} \Pi\left(\frac{f-f_0}{f_0}\right)$ توصیف شده است می‌شود.

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 $H(f) = 3\Pi\left(\frac{f}{\pi}\right)e^{-j4\pi f}$ شده است و خروجی را $y(t)$ نامیده ایم. مطلوبست تعیین:

الف) انرژی سیگنال $x(t)$

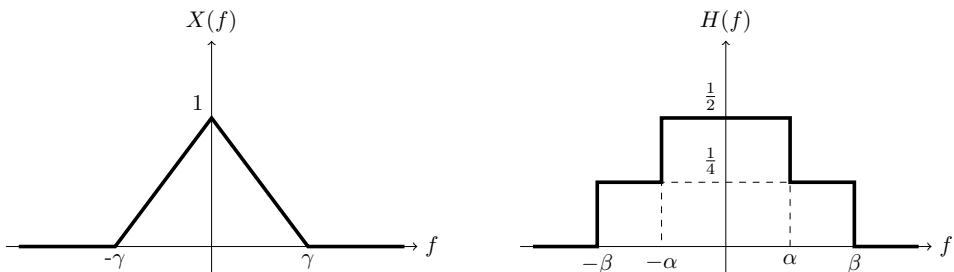
ب) چگالی طیف انرژی $x(t)$

ج) چگالی طیف انرژی $y(t)$

د) $y(t)$

۴ - پاسخ فرکانسی یک کانال به صورت $H_c(f) = \Pi\left(\frac{f}{f_0}\right) + \Pi\left(\frac{f-f_0}{f_0}\right)$ 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 محدوده‌ای 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 محدوده‌ای از پارامتر γ ، حتی با استفاده از ترازگر، سیگنال خروجی نسخه اعوجاج یافته‌ای از سیگنال ارسالی است؟ چرا؟

د) اگر $\beta = \gamma$ باشد، $y(t)$ را تعیین کنید.

۶ - سیگنال $g(t) = C \cos(2\pi f_0 t + \theta_0)$ را در نظر بگیرید.

الف) نشان دهید داریم:

$$\begin{aligned} R_g(\tau) &= \frac{C}{2} \cos 2\pi f_0 \tau \\ S_g(f) &= \frac{C}{2} [\delta(f - f_0) + \delta(f + f_0)] \end{aligned}$$

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

$$y(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(2\pi n f_0 t + \theta_n)$$

داریم:

$$\begin{aligned}\mathcal{R}_y(\tau) &= C_0 + \frac{1}{\tau} \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(2\pi n f_0 \tau) \\ S_g(f) &= C_0 \delta(f) + \frac{1}{\tau} \sum_{n=1}^{\infty} C_n [\delta(f - n f_0) + \delta(f + n f_0)]\end{aligned}$$

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:

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

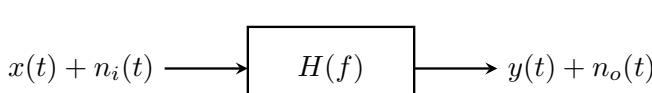
راهنمایی: برای حالت $m = n$ از نتیجه بند الف استفاده کنید.

۱۰- در دیاگرام بلوکی شکل زیر نویز $n_i(t) = \frac{N_0}{\tau} \delta(\tau)$ دارای تابع خودهمبستگی $R_{n_i}(\tau) = \frac{N_0}{\tau} \delta(\tau)$ بوده که N_0 مقداری ثابت است و نمایش سری فوريه سیگنال ورودی به صورت

$x(t) = \frac{1}{\tau} + \sum_{k=-\infty, k \neq 0}^{\infty} \frac{\sin(k \frac{\pi}{\tau})}{k \pi} e^{jk \frac{\pi}{\tau} \pi B t}$ داده شده است. اگر $y(t)$ خروجی کanal LTI به ورودی $x(t)$ ، و $n_o(t)$ پاسخ کanal به نویز ورودی $n_i(t)$ باشد و داشته باشیم $H(f) = \frac{1}{\tau} \Pi\left(\frac{f}{\pi B}\right)$ 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 کanalی به صورت $H(f) = e^{-(f-10)} u(f-10) + e^{f+10} u(-f-10) + \Pi\left(\frac{f}{2}\right)$ داده شده است.

الف) پاسخ فرکانسی کanal را رسم کنید.

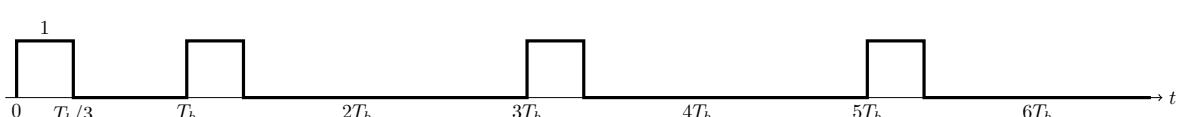
ب) پاسخ ضربه کanal را تعیین کنید.

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

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

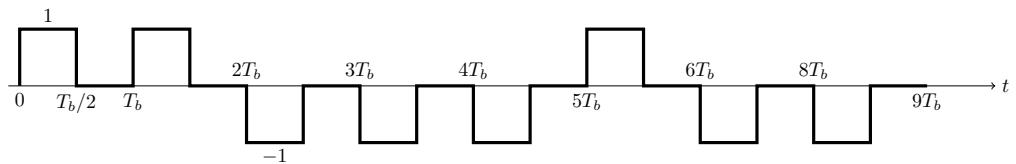
ه) خروجی کanal فوق را به ورودی $x(t) = \cos(10\pi t) + 3e \sin(22\pi t + \frac{\pi}{6})$ بدست آورید.

۱۲- در یک سیستم مخابراتی دیجیتال برای ارسال هر بیت از پالسی با عمر T_b که در $\frac{T_b}{3}$ غیر صفر و در 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، پهنهای باند اشغالی (فاصله تا اولین گذر از صفر) و توان این سیگنال.

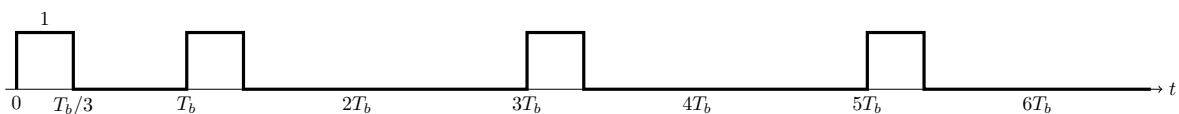


۱۳- در یک سیستم مخابراتی دیجیتال برای ارسال هر بیت از پالسی با عمر T_b که در $\frac{T_b}{3}$ غیر صفر و در باقی مانده صفر است استفاده می شود. نمونه ای از این سیگنال تصادفی به ازاء رشته بیت ۱۱۰۰۰۱۰۰ نشان

داده شده است. با فرض آنکه احتمال وقوع بیت ۱ برابر $\frac{1}{3}$ و احتمال وقوع بیت ۰ برابر $\frac{2}{3}$ باشد مطلوبست تعیین و رسم تابع خودهمبستگی این نوع سیگنال تصادفی.



۱۴ - در یک سیستم مخابراتی دیجیتال برای ارسال هر بیت از پالسی با عمر T_b که در $\frac{T_b}{3}$ غیر صفر و در باقی مانده صفر است استفاده می شود. نمونه ای از این سیگنال تصادفی به ازاء رشته بیت ۱۱۰۱۰۱۰۰۱۰ داده شده است. با فرض آنکه احتمال وقوع بیت‌های یک و صفر به ترتیب به صورت $Pr[۱] = \frac{4}{7}$ و $Pr[۰] = \frac{3}{7}$ باشد، مطلوبست تعیین تابع خودهمبستگی سیگنال فوق.



موفق باشید