



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

تمرین سری پنجم درس سیگنال‌ها و سیستم‌ها

توضیحات

- مهلت تحویل تا ساعت ۲۳:۵۹ روز چهارشنبه ۱۴۰۰/۱۰/۸ در نظر گرفته شده است و امکان تمدید وجود ندارد لذا با توجه به حجم تمرین برنامه ریزی مناسبی انجام دهید.
- پاسخ بخش تئوری را در یک فایل PDF با نام شماره دانشجویی خود و بخش عملی را با نام سوال (q1.m or q1.py, ...) در یک فایل ZIP با نام «HW5_StudentNumber.zip» در سایت درس بارگذاری کنید.
- پاسخ به تمرین‌ها باید به صورت انفرادی نوشته شود و در صورت مشاهده هرگونه تقلب نمره برای همه افراد صفر در نظر گرفته خواهد شد.
- در صورت داشتن هرگونه اشکال در تمرینات می‌توانید با rasoul.khazaei@gmail.com و mahshidrahmani2001@gmail.com در ارتباط باشید.

سوال ۱

نرخ نایکوئیست سیگنال‌های زیر را بدست آورید.

(آ) $x(t) = 1 + \cos(2000\pi t) + \sin(4000\pi t)$

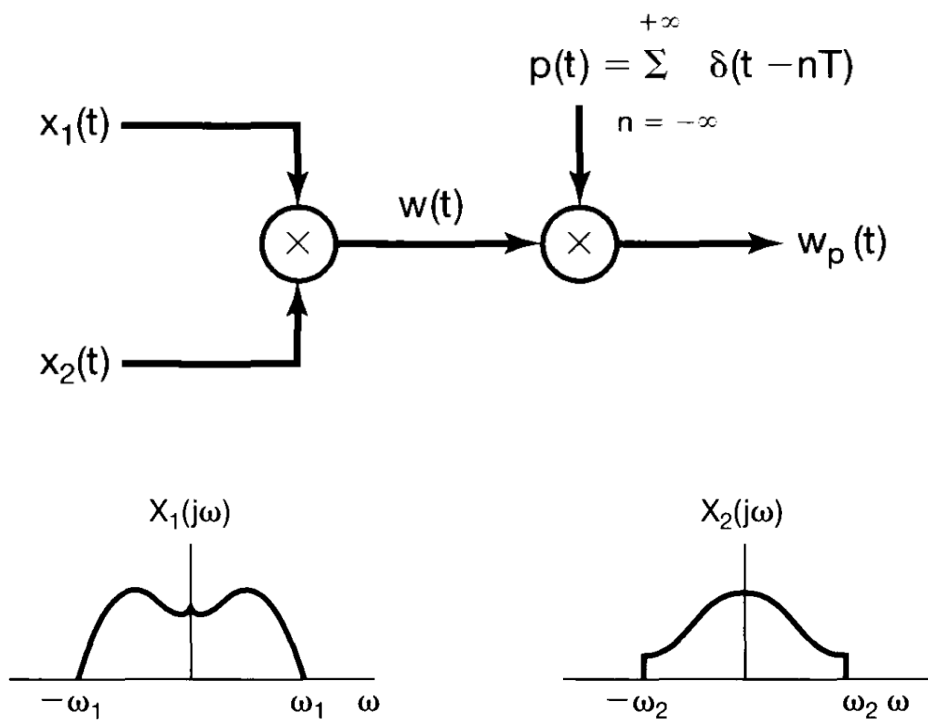
(ب) $\left(\frac{\sin(4000\pi t)}{\pi t} \right)$

(ج) $\frac{\sin(\omega_1)}{\pi t} \cos(\omega_2 t)$

(د) $x(t) = \begin{cases} 1, & \text{if } |t| < T \\ 0, & \text{if } |t| \geq T \end{cases}$

سوال ۲

سیستم زمان پیوسته زیر را در نظر بگیرید.



$$X_1(j\omega) = 0, |\omega| \geq |\omega_1|,$$

$$X_2(j\omega) = 0, |\omega| \geq |\omega_2|,$$

بیشترین دوره تناوب نمونه برداری T را بیابید به گونه ای که بتوان $w(t)$ را از روی $w_p(t)$ به وسیله یک فیلتر پایین گذر ایده‌آل بدست آورد.

سوال ۳

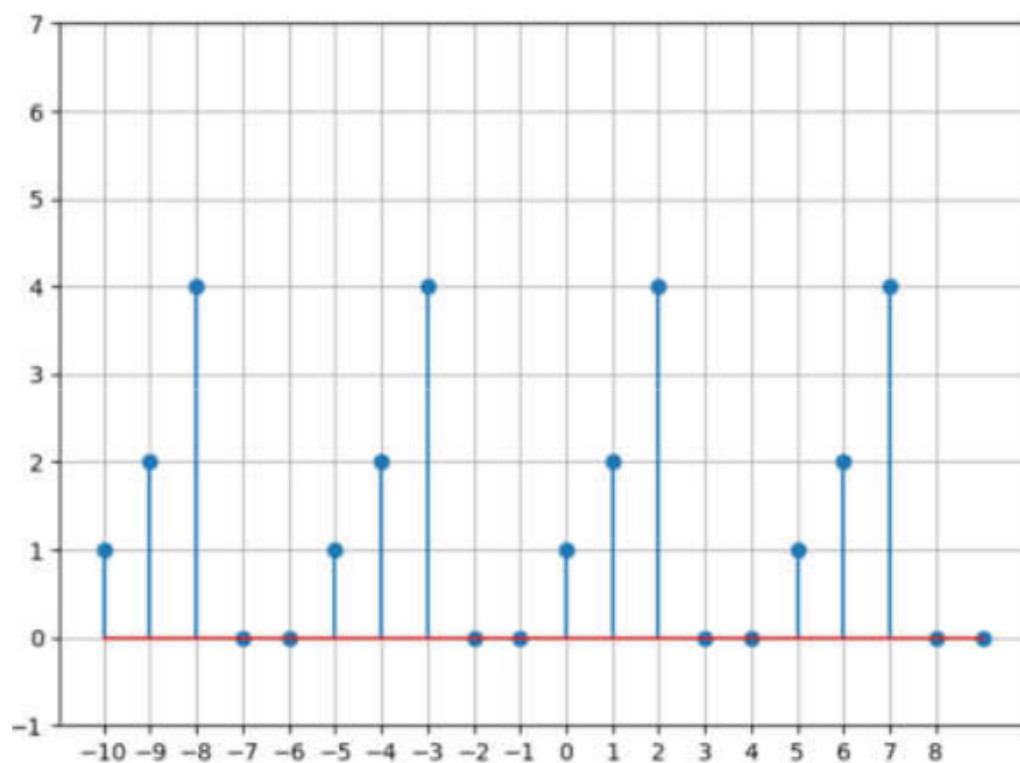
ضرایب سری فوریه را برای سیگنال‌های گسسته زیر بدست آورید.

(آ) $(-1)^n + \cos^2(\frac{\pi}{5}n + \frac{\pi}{4})$

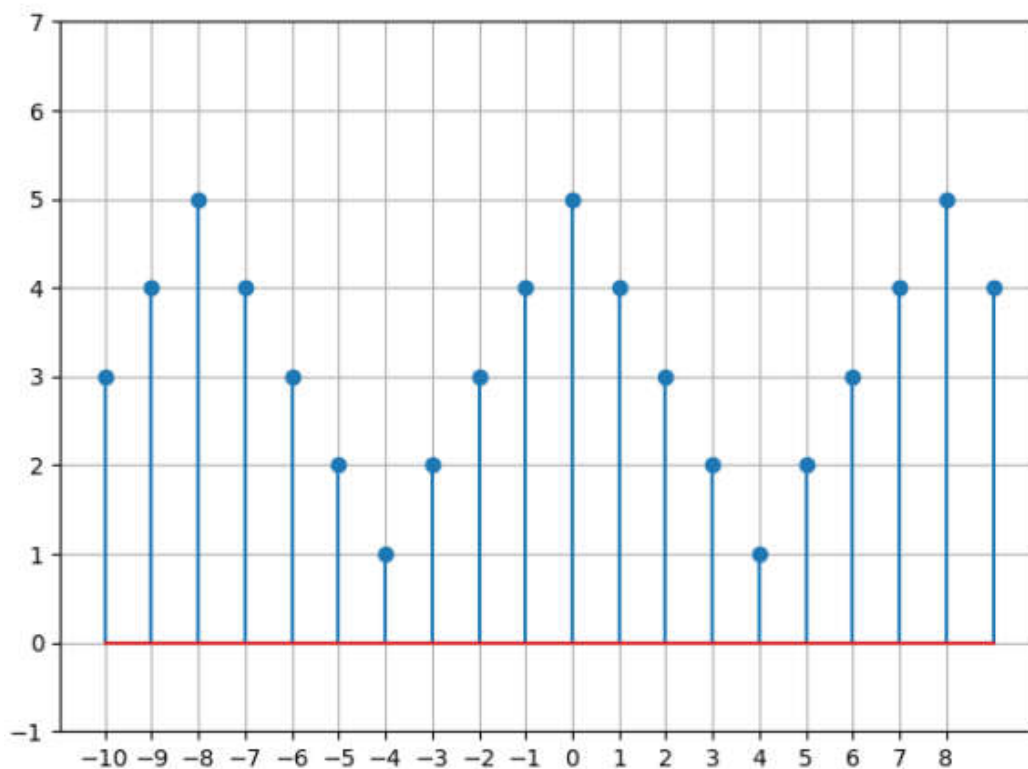
(ب) $x[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \{4\delta[n-4m] + 8\delta[n-1-4m]\}$

(ج) $2 + 3\cos(\frac{2\pi}{3}n) + \sin(\frac{\pi}{3}n)$

(د) .



(ه) .



سوال ۴

فرض کنید سیگنال $x[n]$ یک سیگنال حقیقی و فرد با دوره تناوب $N = 5$ و ضرایب سری فوریه a_k است. با داشتن

$$a_{11} = j, a_{13} = 3j, a_{17} = \frac{j}{2}$$

حاصل ضرایب $a_0, a_{-1}, a_{-2}, a_{-3}$ را بدست آورید.

سوال ۵

فرض کنید سیگنال $x[n]$ یک سیگنال متناوب با دوره تناوب N و ضرایب سری فوریه a_k است. در این صورت ضرایب سری فوریه را برای سیگنال های زیر برحسب a_k بدست آورید.

$$\sum_{r=-N}^{N} x[r]x[n+l-r] \bullet$$

$$x[n+1] - x[n] + x[n-2] \bullet$$

$$x^2[n] \bullet$$

سوال ۶

فرض کنید:

اگر سیگنال $w(t) = g(t) \sin(400\pi t)$ را از $x(t) = \cos(200\pi t) + 2 \sin(400\pi t)$ و $g(t) = x(t) \sin(400\pi t)$ باشد. یک فیلتر پایین گذر ایده‌ال با پهنای باند 400π و بهره باند عبور ۲ بگذرد سیگنال بدست آمده در خروجی فیلتر را بدست آورید.

سوال ۷

فرض کنید سیگنال پیام ما به صورت $m(t) = \cos(2\pi f_m t)$ سیگنال های DSB-AM(modulation index = a), Upper and lower sidebands آنها را تعیین کنید و طیف فرکانسی آنها را رسم کنید.

سوال ۸

سیگنال پیام به صورت $m(t) = \cos(2000\pi t) + 2 \sin(2000\pi t)$ است و دامنه و فرکانس سیگنال carrier برابر با $A_c = 10, f_c = 800kHz$

۱. LSSB-AM را در حوزه زمان بدست آورید.

۲. دامنه طیف فرکانسی بخش الف را تعیین کنید.

بخش عملی

سیگنال $m(t)$ به صورت زیر داده شده است.

$$m(t) = \begin{cases} \text{sinc}(100t), & \text{if } 0 \leq t \leq t_0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

که داریم: $c(t) = \cos(2\pi f_c t, f_c = 250\text{Hz})$ و $t_0 = 0.1$, سیگنال مدوله شده است.

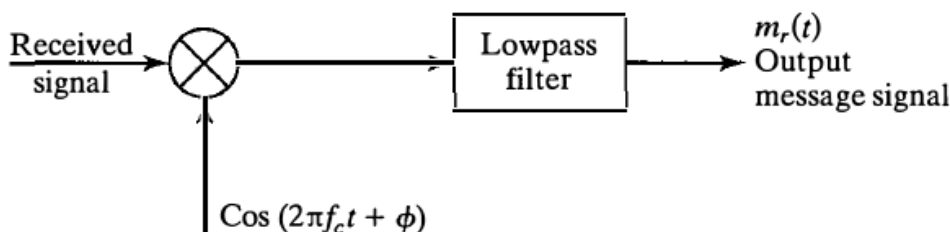
۱. Amplitude Modulation(DSB-AM).

۱. با فرض زمان نمونه برداری $t_s = 0.0001$ سیگنال های $m(t)$ و $u(t)$ را در بازه $[0, t_0]$ رسم کنید.

۲. $m(t)$ و $u(t)$ را در حوزه فرکانس رسم کنید.

۳. قسمت های قبل را با $t_0 = 0.4$ انجام دهید و نتیجه را استدلال کنید.

۴. با توجه به شکل ۱ سیگنال را دمدوله کنید. (در فیلتر پایین گذر $\text{frequency cutoff} = 100$)



شکل ۱:

۲. Amplitude Modulation(SSB-AM).

سیگنال مدوله شده در حالت زمان را می توان به صورت زیر نیز نوشت:

$$u(t) = A_c m(t) \cos(2\pi f_c t) \mp A_c \hat{m}(t) \sin(2\pi f_c t)$$

که در آن $\hat{m}(t)$ تبدیل هیلبرت سیگنال است و علامت مثبت برای LSSB و منفی برای USSB است.

۱. سیگنال $m(t)$ و $\hat{m}(t)$ و سیگنال مدوله شده با LSSB را رسم کنید.

۲. طیف فرکانسی $m(t)$ و سیگنال مدوله شده را رسم کنید.

۳. سیگنال را دمدوله و در حوزه زمان و فرکانس رسم کنید. (دمدولاسیون آن به صورت DSB خواهد بود)