به نام خدا
دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

سیگنال‌ها و سیستم‌ها

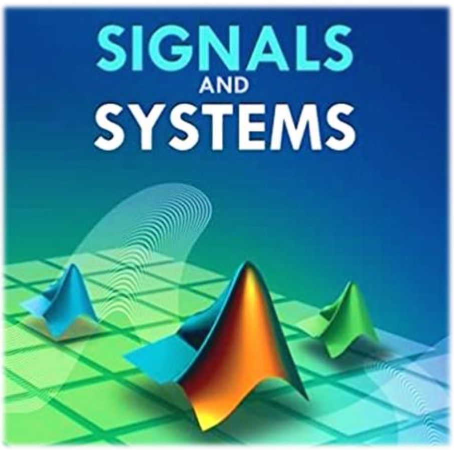
نیمسال دوم (00-99)

استاد: دکتر سعید اخوان

تمرین کامپیوتری سوم

محمدمهدی عبدالحسینی

810 198 434



Signals and Systems

فهرست مطالب

بخش اول :

تمرین شماره صفر :

❄ m-file مربوط به این قسمت با نام Ch1E0.m پیوست شده است.

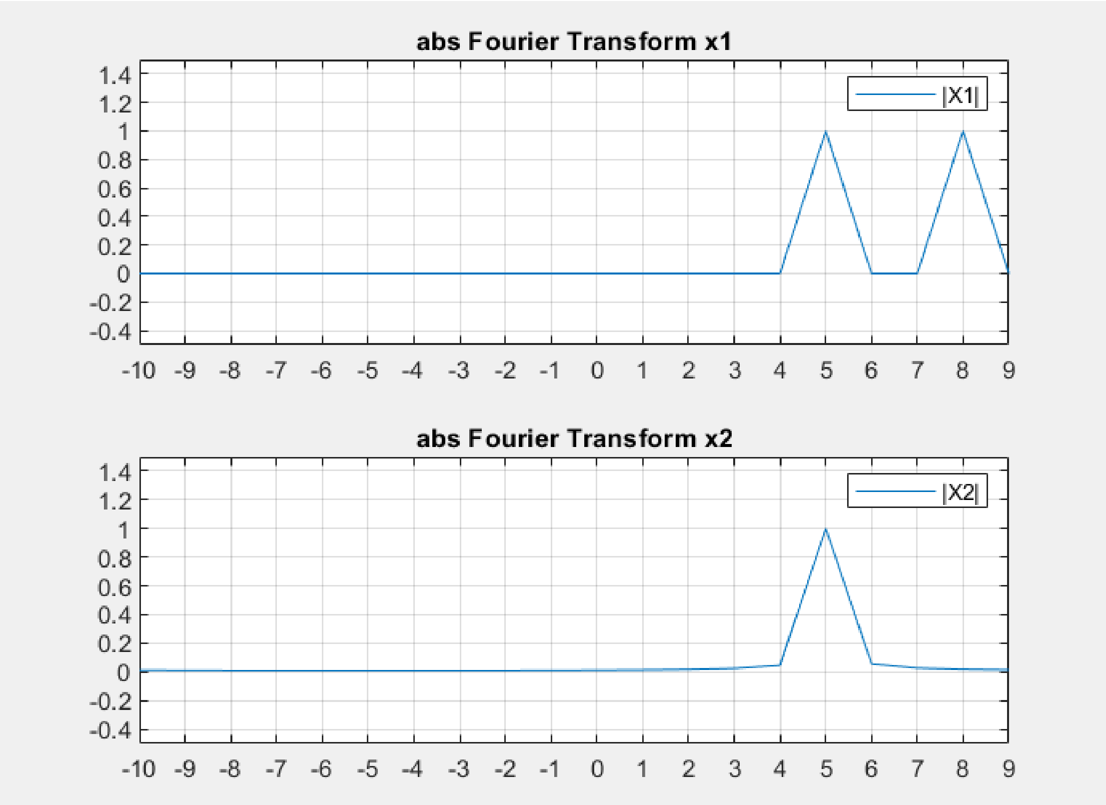
فرض کنید سیگنال‌های $x_1(t)$ و $x_2(t)$ هر کدام حاوی دو سیگنال تک تن بصورت زیر باشد :

$$x_1(t) = \exp(1j * 2\pi * 5 * t) + \exp(1j * 2\pi * 8 * t)$$

$$x_2(t) = \exp(1j * 2\pi * 5 * t) + exp(1j * 2\pi * 5.1 * t)$$

بازه ی زمانی سیگنال را از t_{start}=0 تا t_{end}=1 ثانیه در نظر بگیرید.

اندازه تبدیل فوریه این دو سیگنال بصورت زیر خواهد بود :



همانطور که انتظار داشتیم بدلیل آنکه رزولوشن فرکانسی سیگنال یعنی δf برابر با $1Hz$ میباشد ، تغییراتِ کوچکتر از آن در تبدیل فوریه ظاهر نمیشود. بنابراین در تبدیل فوریه سیگنال $x_2(t)$ تنها یک قله برای فرکانس $5Hz$ مشاهده میشود. بطور کلی میتوان گفت رزولوشن فرکانسی قدرت تفکیک پذیری فرکانسی را در تبدیل فوریه نشان می دهد.

CODE

کد استفاده شده برای این تمرین بصورت زیر میباشد :

```
fs = 20;
ts = 1/fs;

t_start = 0;
t_end = 1;
t = t_start : ts : t_end - ts;

T = t_end - t_start;
N = T/ts;
delta_f = 1/T;

x1 = exp(1j*2*pi*5*t) + exp(1j*2*pi*8*t);
y1 = fftshift(fft(x1));
x2 = exp(1j*2*pi*5*t) + exp(1j*2*pi*5.1*t);
y2 = fftshift(fft(x2));
f = -fs/2 : fs/N : fs/2 - fs/N;

figure
subplot(2,1,1)
y1new = y1/max(abs(y1));
plot(f, abs(y1new));
title('abs Fourier Transform x1')
set(gca,'xtick', -fs/2 : 1 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.2 : 3, 'ylim', [-0.5,1.5])
legend('|X1|')
grid on

subplot(2,1,2)
y2new = y2/max(abs(y2));
plot(f, abs(y2new));
title('abs Fourier Transform x2')
set(gca,'xtick', -fs/2 : 1 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.2 : 3, 'ylim', [-0.5,1.5])
legend('|X2|')
grid on
```

تمرین شماره اول :

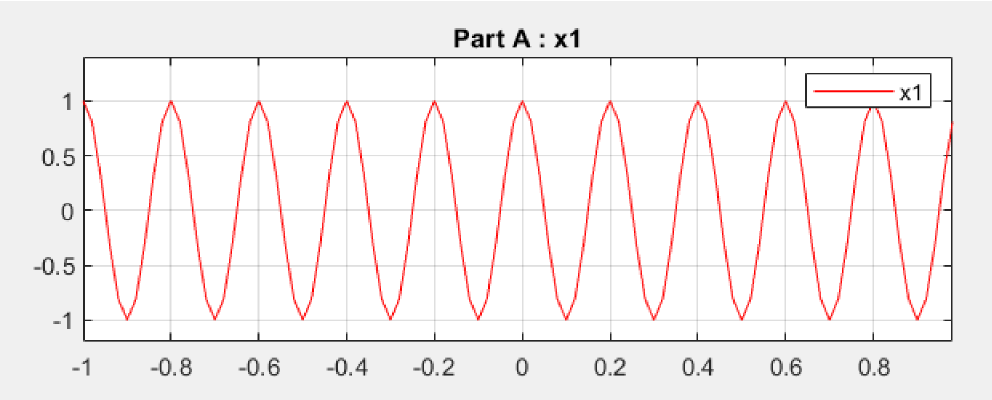
❄ m-file مربوط به این قسمت با نام Ch1E1.m پیوست شده است.

سیگنال $x_1(t)$ را بصورت زیر در نظر بگیرید :

$$x_1(t) = \cos(10\pi t)$$

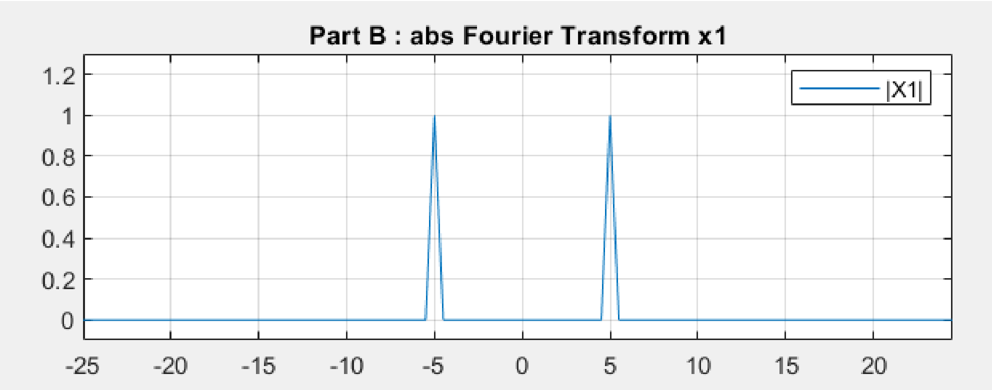
الف)

این سیگنال در حوزه‌ی زمان با در نظر گرفتن بازه‌ی زمانی $t_{start}=-1$ تا $t_{end}=1$ ثانیه و فرکانسِ نمونه‌برداری $fs=50\ Hz$ ، بصورت زیر رسم میشود :



ب)

اندازه تبدیل فوریه این سیگنال با همان مفروضات قسمت الف مطابق شکل زیر خواهد بود :



ج)

در این قسمت تبدیل فوریه پیوسته این سیگنال بصورت تئوری محاسبه میشود :

$$x_1(t) = \cos(10\pi t)$$

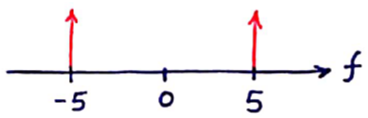
$$x_1(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} \hat{x}_1(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x_1(t) . e^{-j\omega t} dt$$

$$\rightarrow \cos(10\pi t) = \frac{1}{2} e^{j10\pi t} + \frac{1}{2} e^{-j10\pi t}$$

$$x_1(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} 2\pi \left(\frac{1}{2} \delta(\omega - 10\pi) + \frac{1}{2} \delta(\omega + 10\pi) \right)$$

$$\rightarrow \hat{x}_1(\omega) = \pi \delta(\omega - 10\pi) + \pi \delta(\omega + 10\pi)$$

$$\rightarrow \hat{x}_1(f) = \pi \delta(2\pi f - 10\pi) + \pi \delta(2\pi f + 10\pi)$$



همانطور که مشاهده میشود شکل کلی نتیجه بدست آمده با نتیجه قسمت ب تطابق دارد.

CODE

کد استفاده شده برای این تمرین بصورت زیر میباشد :

```
fs = 50;
ts = 1/fs;

t_start = -1;
t_end = 1;
t = t_start : ts : t_end - ts;

T = t_end - t_start;
N = T/ts;
delta_f = 1/T;

x1 = cos(10*pi*t);

figure
subplot(2,1,1)
plot(t, x1, 'r');
title('Part A : x1')
set(gca,'xtick', t_start : 0.2 : t_end, 'xlim', [t_start,t_end - ts])
set(gca,'ytick', -1 : 0.5 : 3, 'ylim', [-1.2,1.4])
legend('x1')
grid on

y1 = fftshift(fft(x1));
f = -fs/2 : fs/N : fs/2 - fs/N;

subplot(2,1,2)
y1new = y1/max(abs(y1));
plot(f, abs(y1new));
title('Part B : abs Fourier Transform x1')
set(gca,'xtick', -fs/2 : 5 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.2 : 3, 'ylim', [-0.1,1.3])
legend('|X1|')
grid on
```

تمرین شماره دوم :

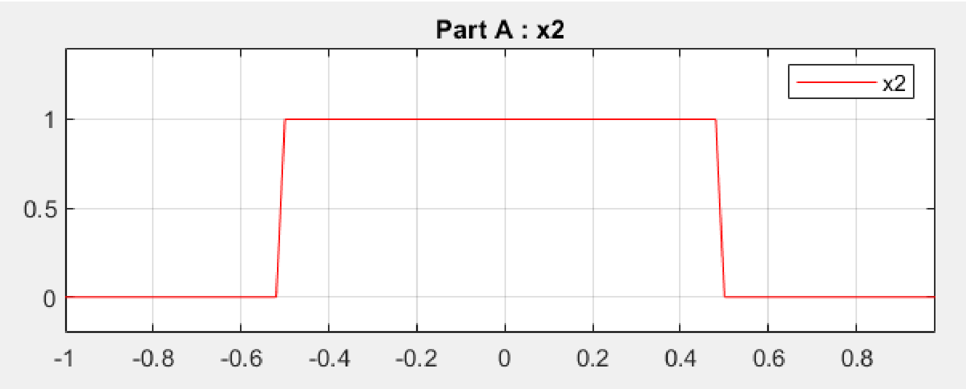
⁕ m-file مربوط به این قسمت با نام Ch1E2.m پیوست شده است.

سیگنال $x_2(t)$ را بصورت زیر در نظر بگیرید :

$$x_2(t) = \Pi(t)$$

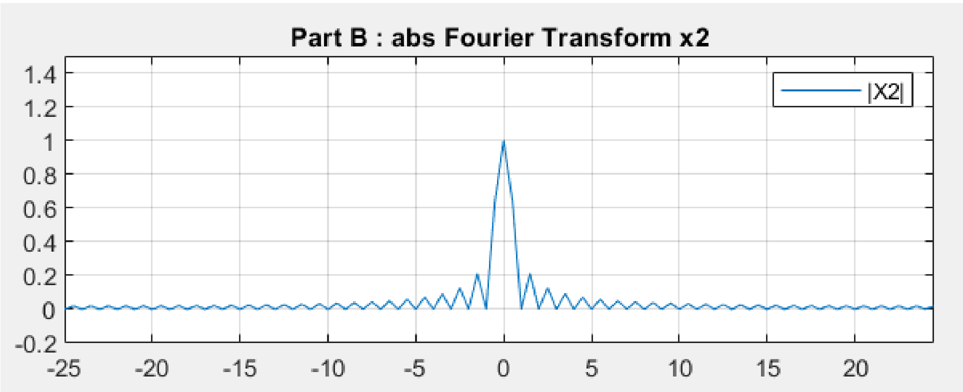
الف)

این سیگنال در حوزه‌ی زمان با در نظر گرفتن بازه‌ی زمانی $t_{start}=-1$ تا $t_{end}=1$ ثانیه و فرکانسِ نمونه‌برداری $fs=50\ Hz$ ، بصورت زیر رسم میشود :



ب)

اندازه تبدیل فوریه این سیگنال با همان مفروضات قسمت الف مطابق شکل زیر خواهد بود :

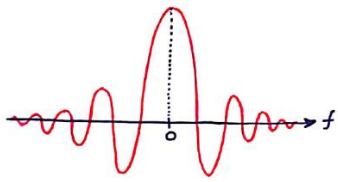


ج)

در این قسمت تبدیل فوریه پیوسته این سیگنال بصورت تئوری محاسبه میشود :

$$x_2(t) = \Pi(t) = \begin{cases} 1 & |t| \leq \frac{1}{2} \\ 0 & |t| > \frac{1}{2} \end{cases}$$

$$x_2(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} \operatorname{sinc}\left(\frac{w}{2\pi}\right) = \operatorname{sinc}(f)$$



همانطور که مشاهده میشود شکل کلی نتیجه بدست آمده با نتیجه قسمت ب تطابق دارد.

CODE

کد استفاده شده برای این تمرین بصورت زیر میباشد :

```
fs = 50;
ts = 1/fs;

t_start = -1;
t_end = 1;
t = t_start : ts : t_end - ts;

T = t_end - t_start;
N = T/ts;
delta_f = 1/T;

x2 = rectpuls(t);

figure
subplot(2,1,1)
plot(t, x2, 'r');
title('Part A : x2')
set(gca,'xtick', t_start : 0.2 : t_end, 'xlim', [t_start,t_end - ts])
set(gca,'ytick', -1 : 0.5 : 3, 'ylim', [-0.2,1.4])
legend('x2')
grid on

y2 = fftshift(fft(x2));
f = -fs/2 : fs/N : fs/2 - fs/N;

subplot(2,1,2)
y2new = y2/max(abs(y2));
plot(f, abs(y2new));
title('Part B : abs Fourier Transform x2')
set(gca,'xtick', -fs/2 : 5 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.2 : 3, 'ylim', [-0.2,1.5])
legend('|X2|')
grid on
```

تمرین شماره سوم :

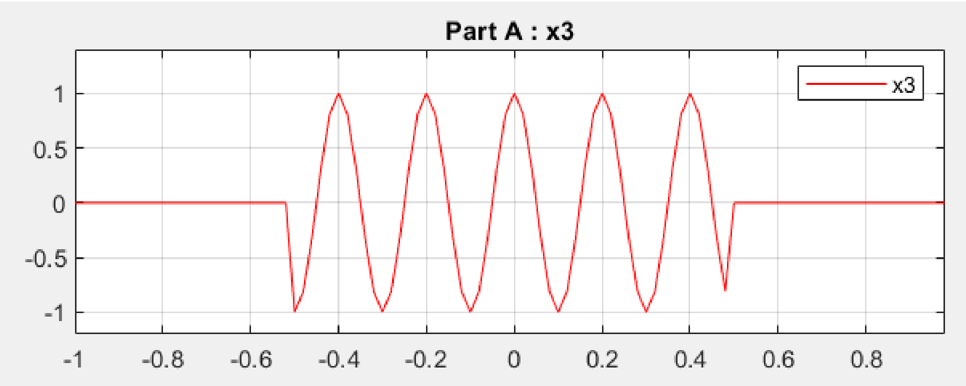
❄ m-file مربوط به این قسمت با نام Ch1E3.m پیوست شده است.

سیگنال $x_3(t)$ را بصورت زیر در نظر بگیرید :

$$x_3(t) = x_1(t)\ x_2(t) = \cos\,(10\ \pi t)\ \Pi(t)$$

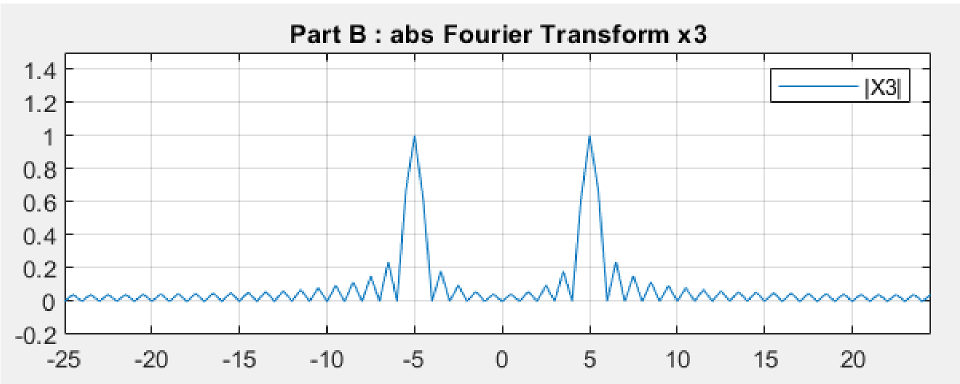
الف)

این سیگنال در حوزه‌ی زمان با در نظر گرفتن بازه‌ی زمانی $t_{start}=-1$ تا $t_{end}=1$ ثانیه و فرکانسِ نمونه‌برداری $fs=50\ Hz$ ، بصورت زیر رسم میشود :



ب)

اندازه تبدیل فوریه این سیگنال با همان مفروضات قسمت الف مطابق شکل زیر خواهد بود :

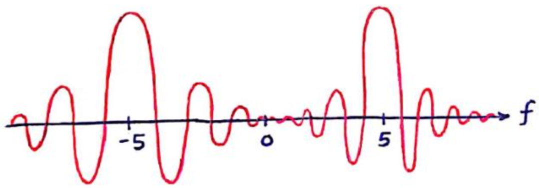


ج)

در این قسمت تبدیل فوریه پیوسته این سیگنال بصورت تئوری محاسبه میشود :

$$x_3(t) = x_1(t) \cdot x_2(t) = \cos(10\pi t)\,\Pi(t)$$

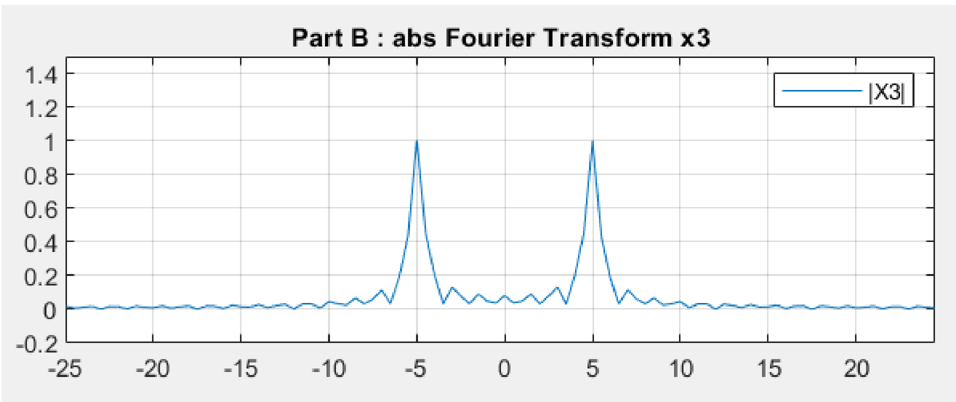
$$x_3(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} \hat{x}_1(w) * \hat{x}_2(w) = \pi\big(\mathrm{Sinc}(5)\,\delta(2\pi f - 10\pi) + \mathrm{Sinc}(-5)\,\delta(2\pi f + 10\pi)\big)$$



همانطور که مشاهده میشود شکل کلی نتیجه بدست آمده با نتیجه قسمت ب تطابق دارد.

❋ توجه داشته باشید هر چه طول پالس Π افزایش پیدا کند ، سیگنال $x_3(t)$ به سیگنال $x_1(t)$ شبیه تر خواهد شد و بنابراین دو ضربه در فرکانس های 5 و 5- هرتز بهتر نشان داده خواهند شد.

بطور مثال اگر طول پالس Π از 1 به 1.25 افزایش یابد ($x_2(t) = \Pi(8/10t)$) ، خروجی به شکل زیر خواهد شد :



CODE

کد استفاده شده برای این تمرین بصورت زیر میباشد :

```
fs = 50;
ts = 1/fs;

t_start = -1;
t_end = 1;
t = t_start : ts : t_end - ts;

T = t_end - t_start;
N = T/ts;
delta_f = 1/T;

x1 = cos(10*pi*t);
x2 = rectpuls(t);
x3 = x1.*x2;

figure
subplot(2,1,1)
plot(t, x3, 'r');
title('Part A : x3')
set(gca,'xtick', t_start : 0.2 : t_end, 'xlim', [t_start,t_end - ts])
set(gca,'ytick', -1 : 0.5 : 3, 'ylim', [-1.2,1.4])
legend('x3')
grid on

y3 = fftshift(fft(x3));
f = -fs/2 : fs/N : fs/2 - fs/N;

subplot(2,1,2)
y3new = y3/max(abs(y3));
plot(f, abs(y3new));
title('Part B : abs Fourier Transform x3')
set(gca,'xtick', -fs/2 : 5 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.2 : 3, 'ylim', [-0.2,1.5])
legend('|X3|')
grid on
```

تمرین شماره چهارم :

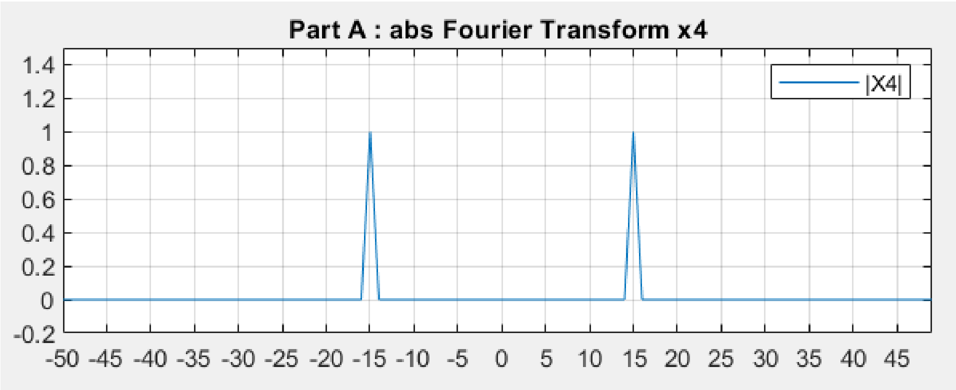
※ m-file مربوط به این قسمت با نام Ch1E4.m پیوست شده است.

سیگنال $x_4(t)$ را بصورت زیر در نظر بگیرید :

$$x_4(t) = \cos\left(30\,\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$$

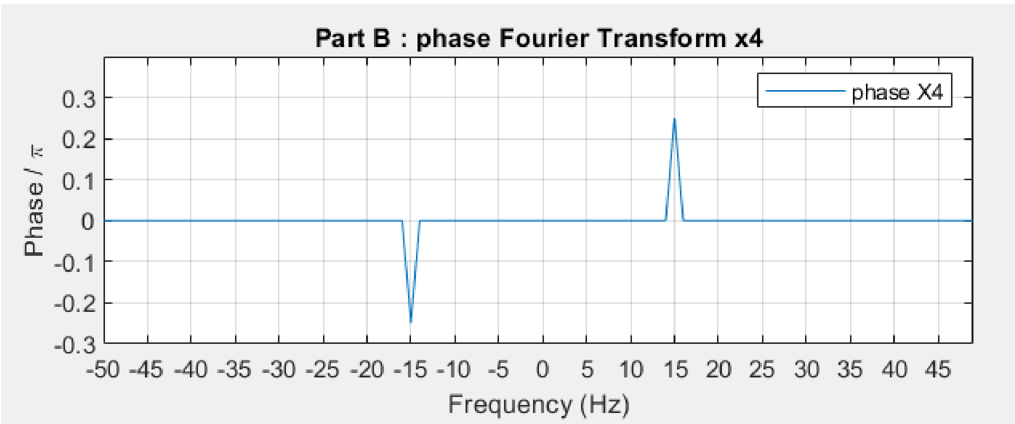
الف)

اندازه تبدیل فوریه این سیگنال با در نظر گرفتن بازه‌ی زمانی $t_{start}=0$ تا $t_{end}=1$ ثانیه و فرکانسِ نمونه‌برداری $fs=100\ Hz$ ، بصورت زیر رسم میشود :



ب)

فاز تبدیل فوریه این سیگنال با همان مفروضات قسمت الف مطابق شکل زیر خواهد بود :



ج)

در این قسمت تبدیل فوریه پیوسته این سیگنال بصورت تئوری محاسبه میشود :

$$x_4(t) = \cos\left(30\pi t + \frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{2} e^{j(30\pi t + \frac{\pi}{4})} + \frac{1}{2} e^{-j(30\pi t + \frac{\pi}{4})}$$

$$x_4(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} \hat{x}_4(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x_4(t)\, e^{-j\omega t}\, dt =$$

$$= \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{1}{2} e^{j30\pi t} e^{j\frac{\pi}{4}} + \frac{1}{2} e^{-j30\pi t} e^{-j\frac{\pi}{4}}\right) e^{-j\omega t}\, dt$$

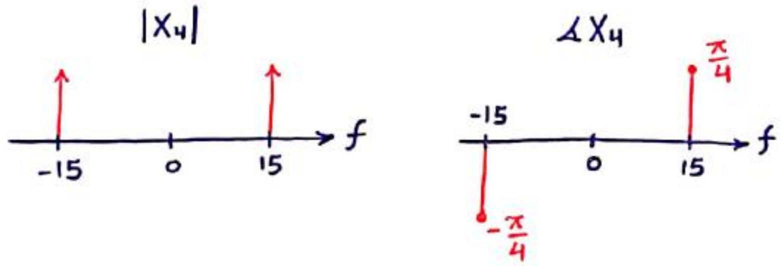
$$= \frac{1}{2} e^{j\frac{\pi}{4}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{j(30\pi - \omega)t}\, dt + \frac{1}{2} e^{-j\frac{\pi}{4}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-j(30\pi + \omega)t}\, dt$$

$$= \frac{1}{2} e^{j\frac{\pi}{4}} \times 2\pi\, \delta(30\pi - \omega) + \frac{1}{2} e^{-j\frac{\pi}{4}} \times 2\pi\, \delta(-30\pi - \omega)$$

$$= \frac{1}{2} e^{j\frac{\pi}{4}} \times 2\pi\, \delta(\omega - 30\pi) + \frac{1}{2} e^{-j\frac{\pi}{4}} \times 2\pi\, \delta(\omega + 30\pi)$$

$$\rightarrow \hat{x}_4(f) = e^{j\frac{\pi}{4}} \times \pi\, \delta(2\pi f - 30\pi) + e^{-j\frac{\pi}{4}} \times \pi\, \delta(2\pi f + 30\pi)$$

$\measuredangle \hat{x}_4(15) = \frac{\pi}{4}$ $\quad 15 \quad$ $\measuredangle \hat{x}_4(-15) = -\frac{\pi}{4}$ $\quad -15$



همانطور که مشاهده میشود شکل کلی نتیجه بدست آمده با نتیجه قسمت ب تطابق دارد.

CODE

کد استفاده شده برای این تمرین بصورت زیر میباشد :

```matlab

fs = 100;
ts = 1/fs;

t_start = 0;
t_end = 1;
t = t_start : ts : t_end - ts;

T = t_end - t_start;
N = T/ts;
delta_f = 1/T;

x4 = cos(30*pi*t + pi/4);

y4 = fftshift(fft(x4));
f = -fs/2 : fs/N : fs/2 - fs/N;

figure
subplot(2,1,1)
y4new = y4/max(abs(y4));
plot(f, abs(y4new));
title('Part A : abs Fourier Transform x4')
set(gca,'xtick', -fs/2 : 5 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.2 : 3, 'ylim', [-0.2,1.5])
legend('|X4|')
grid on

subplot(2,1,2)
tol = 1e-6;
y4(abs(y4) < tol) = 0;
theta = angle(y4);
plot(f,theta/pi)
title('Part B : phase Fourier Transform x4')
set(gca,'xtick', -fs/2 : 5 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.1 : 3, 'ylim', [-0.3,0.4])
legend('phase X4')
xlabel 'Frequency (Hz)'
ylabel 'Phase / \pi'
grid on
```

تمرین شماره پنجم :

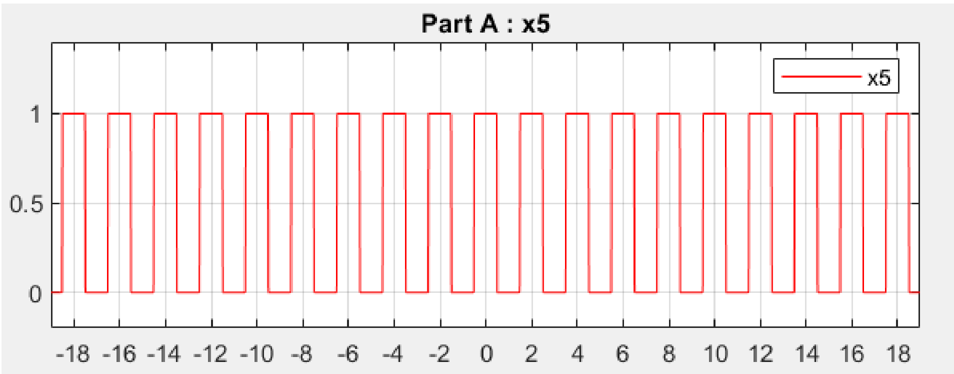
※ m-file مربوط به این قسمت با نام Ch1E5.m پیوست شده است.

سیگنال $x_5(t)$ را بصورت زیر در نظر بگیرید :

$$x_5(t) = \sum_{k=-9}^{9} \Pi(t-2k)$$

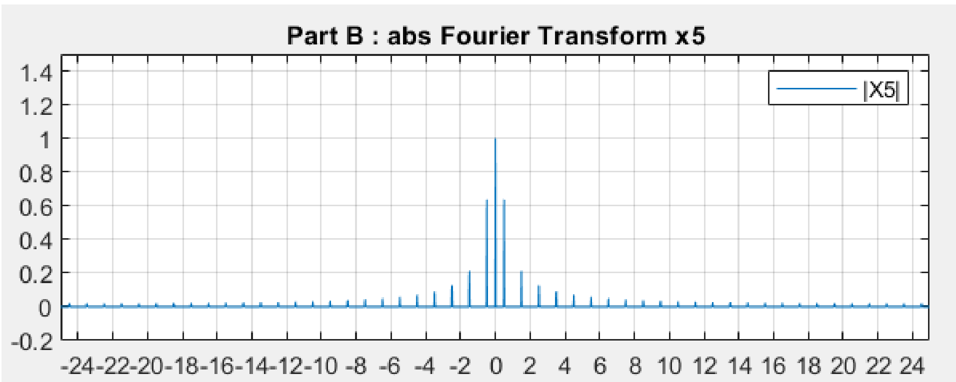
الف)

این سیگنال در حوزه‌ی زمان با در نظر گرفتن بازه‌ی زمانی t_{start}=-19 تا t_{end}=19 ثانیه و فرکانسِ نمونه‌برداری fs=50 Hz ، بصورت زیر رسم میشود :



ب)

اندازه تبدیل فوریه این سیگنال با همان مفروضات قسمت الف مطابق شکل زیر خواهد بود :



ج)

در این قسمت اثبات میشود که چرا تعدادی ضربه در خروجی مشاهده میکنیم :

$$x(t) = \sum_k a_k e^{j\omega_k t} \quad ; \quad x(t) = x(t+T)$$

تبدیل فوریه : $$\hat{x}(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\, e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{+\infty} \sum_k a_k e^{j\omega_k t} e^{-j\omega t} dt$$

$$= \sum_k a_k \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-j(\omega-\omega_k)t} dt = \sum_k 2\pi a_k \delta(\omega-\omega_k)$$

$$\rightarrow \hat{x}(f) = \sum_k 2\pi a_k \delta(2\pi f - 2\pi f_k)$$

همانطور که مشاهده میشود نتایج بدست آمده با آنچه در درس تحت عنوان "تبدیل فوریه سیگنال‌های متناوب" آموختیم ، تطابق دارد.

(ضربه‌هایی با فاصله یک ، البته به غیر از فرکانس صفر)

(عامل تآثیرگذار در فاصله ها در واقع همان فاصله گام‌های k میباشد.)

CODE

کد استفاده شده برای این تمرین بصورت زیر میباشد :

```
fs = 50;
ts = 1/fs;

t_start = -19;
t_end = 19;
t = t_start : ts : t_end - ts;

T = t_end - t_start;
N = T/ts;
delta_f = 1/T;

x5 = zeros;
for k = -9:1:9
    x5 = x5 + rectpuls(t-2*k);
end

figure
subplot(2,1,1)
plot(t, x5, 'r');
title('Part A : x5')
set(gca,'xtick', t_start - 1 : 2 : t_end, 'xlim', [t_start,t_end - ts])
set(gca,'ytick', -1 : 0.5 : 3, 'ylim', [-0.2,1.4])
legend('x5')
grid on

y5 = fftshift(fft(x5));
f = -fs/2 : fs/N : fs/2 - fs/N;

subplot(2,1,2)
y5new = y5/max(abs(y5));
plot(f, abs(y5new));
title('Part B : abs Fourier Transform x5')
set(gca,'xtick', -fs/2 - 1 : 2 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.2 : 3, 'ylim', [-0.2,1.5])
legend('|X5|')
grid on
```

بخش دوم :

تمرین شماره اول :

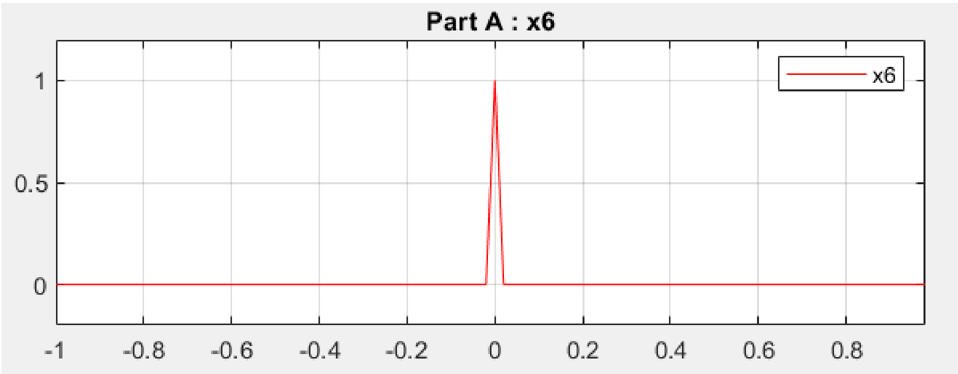
⁕ m-file مربوط به این قسمت با نام Ch2E1.m پیوست شده است.

سیگنال $x_6(t)$ را بصورت زیر در نظر بگیرید :

$$x_6(t) = \delta(t)$$

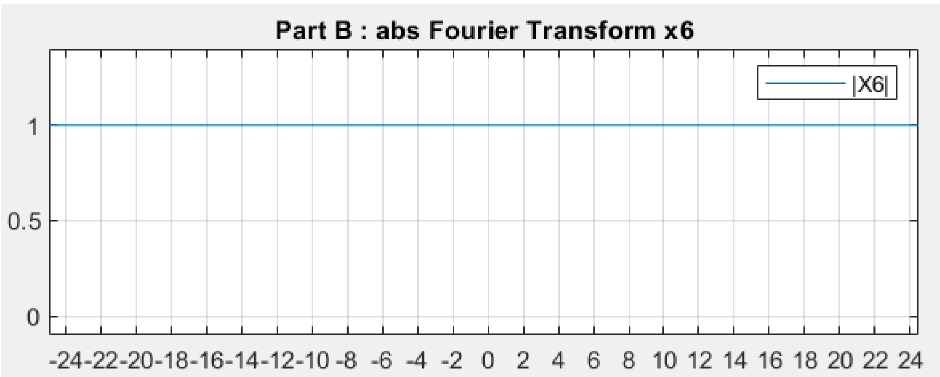
الف)

این سیگنال در حوزه‌ی زمان با در نظر گرفتن بازه‌ی زمانی t_{start}=-1 تا t_{end}=1 ثانیه و فرکانسِ نمونه‌برداری fs=50 Hz ، بصورت زیر رسم میشود :



ب)

اندازه تبدیل فوریه این سیگنال با همان مفروضات قسمت الف مطابق شکل زیر خواهد بود :



ج)

با توجه به مقدمه دوم ، بدلیل آنکه تغییرات سیگنال $x_6(t) = \delta(t)$ در حوزه زمان بسیار شدید میباشد ، متوجه میشویم که فرکانس‌های بالایی را شامل میشود ، بنابراین برای توصیف سیگنال در حوزه فرکانس به همه‌ی فرکانس‌ها از منفی بینهایت تا مثبت بینهایت نیاز داریم.

محاسبه‌ی تبدیل فوریه پیوسته این سیگنال بصورت تئوری :

$$x_6(t) = \delta(t)$$

$$x_6(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} \hat{x}_6(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x_6(t)\, e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t)\, e^{-j\omega t} dt = e^{0} = 1$$

CODE

کد استفاده شده برای این تمرین بصورت زیر میباشد :

```
fs = 50;
ts = 1/fs;

t_start = -1;
t_end = 1;
t = t_start : ts : t_end - ts;

T = t_end - t_start;
N = T/ts;
delta_f = 1/T;

x6 = dirac(t);

figure
subplot(2,1,1)
x6new = x6;
idx = x6 == Inf;          % find Inf
x6new(idx) = 1;           % set Inf to finite value
plot(t, x6new, 'r');
title('Part A : x6')
set(gca,'xtick', t_start - 1 : 0.2 : t_end, 'xlim', [t_start,t_end - ts])
set(gca,'ytick', 0 : 0.5 : 1, 'ylim', [-0.2,1.2])
legend('x6')
grid on

y6 = fftshift(fft(x6new));
f = -fs/2 : fs/N : fs/2 - fs/N;

subplot(2,1,2)
y6new = y6/max(abs(y6));
plot(f, abs(y6new));
title('Part B : abs Fourier Transform x6')
set(gca,'xtick', -fs/2 - 1 : 2 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.5 : 3, 'ylim', [-0.1,1.4])
legend('|X6|')
grid on
```

تمرین شماره دوم :

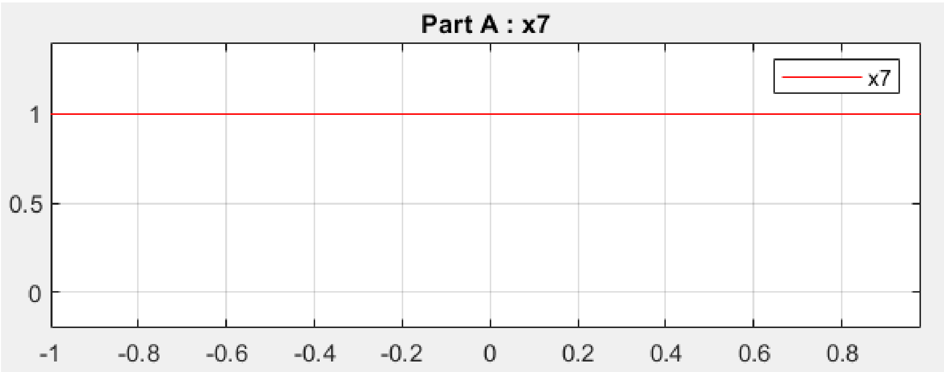
❄ m-file مربوط به این قسمت با نام Ch2E2.m پیوست شده است.

سیگنال $x_7(t)$ را بصورت زیر در نظر بگیرید :

$$x_7(t) = 1$$

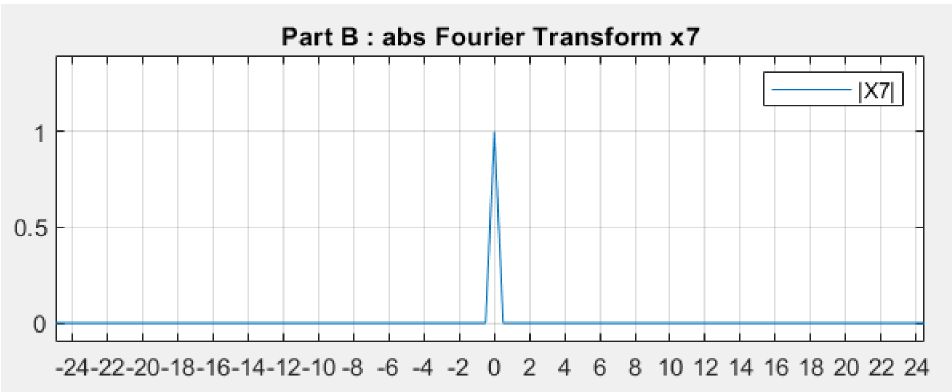
الف)

این سیگنال در حوزه‌ی زمان با در نظر گرفتن بازه‌ی زمانی t_{start}=-1 تا t_{end}=1 ثانیه و فرکانسِ نمونه‌برداری fs=50 Hz ، بصورت زیر رسم میشود :



ب)

اندازه تبدیل فوریه این سیگنال با همان مفروضات قسمت الف مطابق شکل زیر خواهد بود :



ج)

با توجه به مقدمه دوم ، بدلیل آنکه تغییرات سیگنال $x_7(t) = 1$ در حوزه زمان برابر با صفر میباشد ، میتوان گفت با فرکانس بسیار پایین قابل توصیف است ، بنابراین برای توصیف سیگنال در حوزه فرکانس تنها یک ضربه در فرکانس صفر کافیست. اما هر چقدر تغییرات سیگنال در حوزه زمان شدیدتر شود ما به فرکانس‌های بالاتری برای توصیف آن در حوزه فرکانس نیاز داریم.

محاسبه‌ی تبدیل فوریه پیوسته این سیگنال بصورت تئوری :

$$x_7(t) = 1 \quad : \quad x_7(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} \hat{x}_7(\omega)$$

$$\hat{x}_7(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x_7(t)\, e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-j\omega t} dt = 2\pi\,\delta(\omega)$$

$$\rightarrow \hat{x}_7(f) = 2\pi\,\delta(f)$$

CODE

کد استفاده شده برای این تمرین بصورت زیر میباشد :

```matlab

fs = 50;
ts = 1/fs;

t_start = -1;
t_end = 1;
t = t_start : ts : t_end - ts;

T = t_end - t_start;
N = T/ts;
delta_f = 1/T;

x7 = ones(N);

figure
subplot(2,1,1)
plot(t, x7, 'r');
title('Part A : x7')
set(gca,'xtick', t_start - 1 : 0.2 : t_end, 'xlim', [t_start,t_end - ts])
set(gca,'ytick', 0 : 0.5 : 3, 'ylim', [-0.2,1.4])
legend('x7')
grid on

y7 = fftshift(fft(x7));
f = -fs/2 : fs/N : fs/2 - fs/N;

subplot(2,1,2)
y7new = y7/max(abs(y7));
plot(f, abs(y7new));
title('Part B : abs Fourier Transform x7')
set(gca,'xtick', -fs/2 - 1 : 2 : fs/2 - fs/N, 'xlim', [-fs/2,fs/2 - fs/N])
set(gca,'ytick', -1 : 0.5 : 3, 'ylim', [-0.1,1.4])
legend('|X7|')
grid on
```