



به نام خدا



دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
ریاضیات مهندسی

گزارش تمرین کامپیوتری ۱

نام و نام خانوادگی: نرگس غلامی

شماره دانشجویی: ۸۱۰۱۹۸۴۴۷

تاریخ ارسال گزارش: ۸ خرداد ۱۴۰۰

فهرست گزارش سؤالات

- سوال ۱ – آشنایی با نرم افزار متلب..... ۳
- سوال ۲ – پردازش وضعیت خواب..... ۸
- سوال ۳ – پردازش صدا، موسیقی..... ۱۲

سوال ۱ – آشنایی با نرم افزار متلب

*در مورد فرکانس نمونه برداری توضیح کوتاهی ارائه دهید.

اصطلاح دیگر آن sampling frequency می باشد. ما در ریاضیات برداشتی که از توابع مختلف و سیگنال ها داریم این است که پیوسته هستند ولی در دستگاه ها به این صورت نیست و تمام سیگنال ها ، بسته به ورودی ای که به آن می دهیم به صورت گسسته خروجی می دهند. این فرکانس نمونه برداری باید دقت مناسبی برای تخمین سیگنال داشته باشد از طرف دیگر نباید طوری باشد که بخواهد به داده ایی دست پیدا کند که جزو داده های اولیه ما نباشد. بنابراین مقدار مناسبی که می توان به فرکانس نمونه برداری داد تا خروجی مناسب از آن بگیریم، مقدار $(1/\text{time_step})$ یا به عبارت دیگر یک به روی گام زمانی می باشد.

* تابع $y = \cos(2\pi ft)$ را در حوزه زمان به کمک تابع plot رسم کنید.

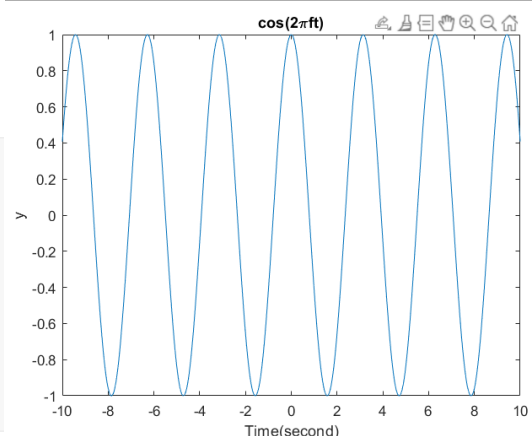
با دستور سمت چپ $y = \cos(2\pi ft)$ رسم شد.

part 1: introduction to matlab

$y = \cos(2\pi ft)$

```
time_step = 0.001;  
fs = 1/time_step;  
f = 1/pi;  
t = -10:time_step:10;  
y = cos(2*pi.*f*t);
```

```
plot(t, y)  
title cos(2\pift)  
ylabel y  
xlabel Time(second)  
xlim( [-10 10])
```



*بردار فرکانس در متلب بسازید و در مورد توابع استفاده شده در کد فوق توضیح مختصری ارائه

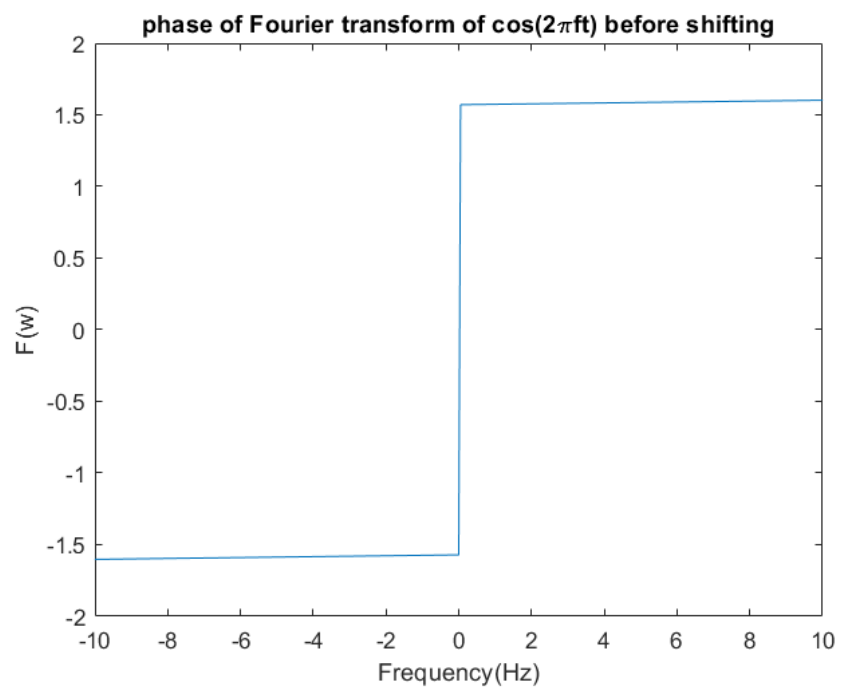
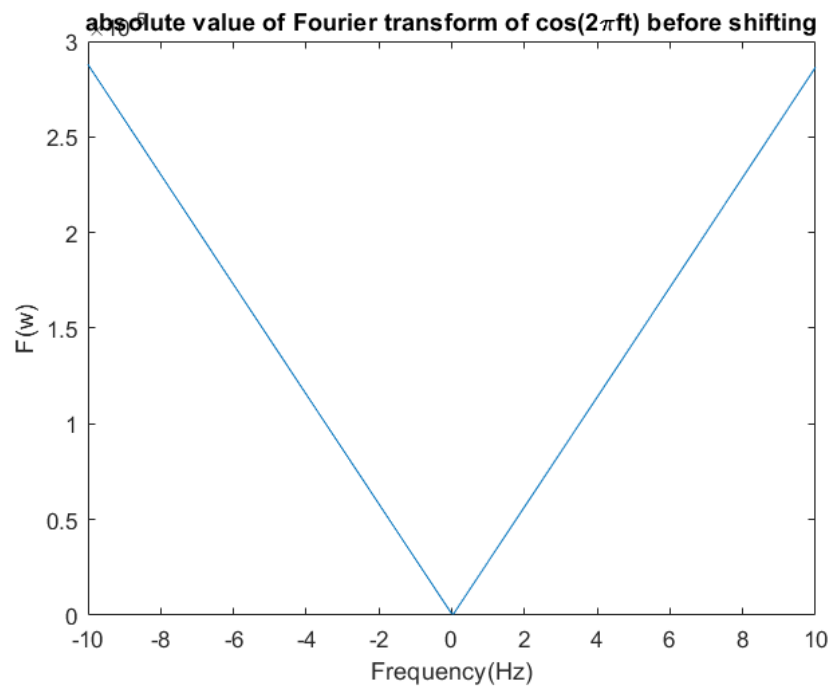
کنید.

تابع اول تابع numel می باشد. این تابع اندازه آرایه ورودی را باز می گرداند. به طور مثال اگر طول آرایه y ۵ باشد، خروجی تابع ۵ خواهد بود.

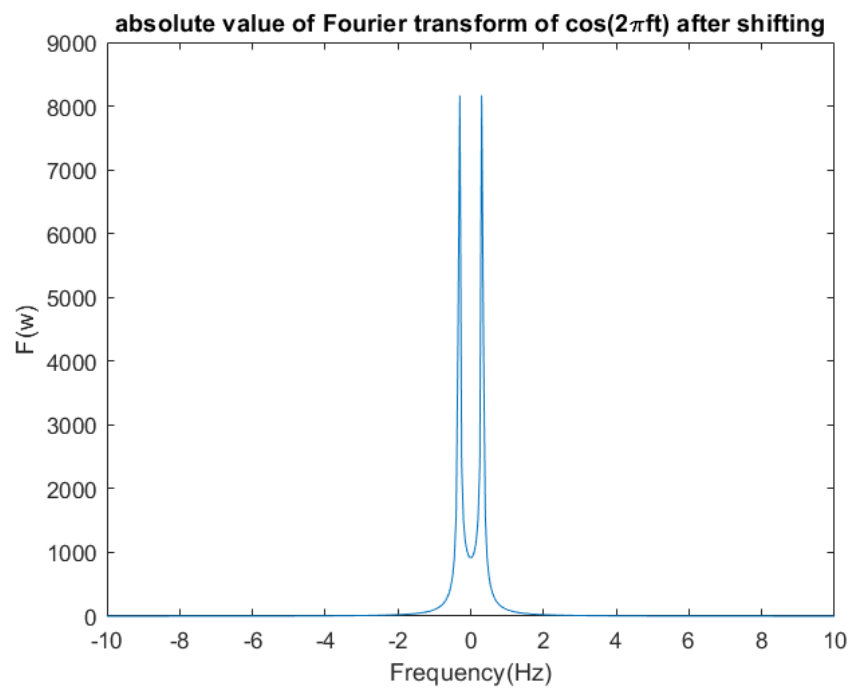
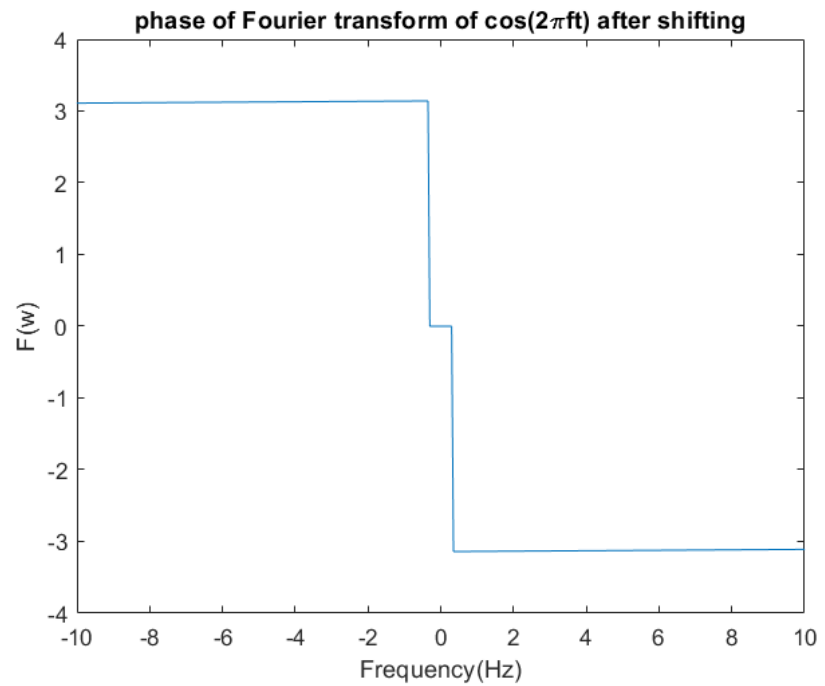
تابع بعد تابع linspace(x,y,n) است. این تابع سه آرگومان x و y و n دارد که به این معناست که بازه ی x تا y به n قسمت مساوی تقسیم می کند. و طول هر بازه $(y-x)/n-1$ می باشد. اگر آرگومان سوم حضور نداشته باشد به صورت پیش فرض طول مورد نظر را به صد قسمت مساوی تقسیم می نماید یعنی طول هر بازه $\frac{y-x}{100}$ می باشد.

* اندازه و فاز تبدیل فوریه سیگنال را بر حسب فرکانس در هر مرحله رسم کنید.

قبل از شیفت دادن نمودار به صورت زیر بود :



و بعد از شیفت دادن نمودار به درستی تبدیل فوریه را می دهد



کد مربوط به این دو قسمت را در صفحه بعد مشاهده می کنید:

Fourier transform of $\cos(x)$

```
n = length(y);
ff = linspace(-fs/2, fs/2, numel(y))
yff = fft(y);
plot(ff, abs(yff))
title 'absolute value of Fourier transform of cos(x) before shifting'
xlabel Frequency(Hz)
ylabel F(w)

yshift = fftshift(yff)
plot(ff, abs(yshift))
xlim( [-10 10])
title 'absolute value of Fourier transform of cos(x) after shifting'
xlabel Frequency(Hz)
ylabel F(w)

plot(ff, angle(yff))
title 'phase of Fourier transform of cos(x) before shifting'
xlabel Frequency(Hz)
ylabel F(w)

plot(ff, angle(yshift))
title 'phase of Fourier transform of cos(x) after shifting'
xlabel Frequency(Hz)
ylabel F(w)
```

* به صورت دستی تبدیل فوریه سیگنال را محاسبه کنید و با نمودار های بدست آمده مقایسه کنید.

تبدیل فوریه تابع کسینوس

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} \cos(\omega_0 t) e^{-i\omega t} dt =$$

$$\cos(\omega_0 t) = \frac{1}{2} (e^{i\omega_0 t} + e^{-i\omega_0 t}) \quad \text{و} \quad \omega_0 = 2\pi f$$

$$= \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} (e^{i\omega_0 t} + e^{-i\omega_0 t}) e^{-i\omega t} dt =$$

$$\pi \delta(\omega - 2\pi f_0) + \pi \delta(\omega + 2\pi f_0)$$

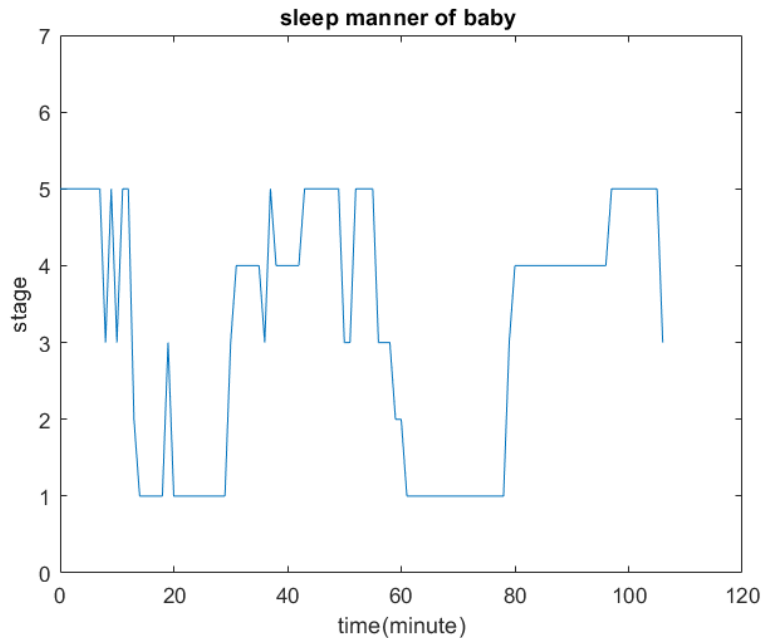
$$\omega = 2\pi f \quad \text{و} \quad \frac{1}{\pi} \quad \text{و} \quad e^t$$

$$F(\omega) = \pi \delta\left(f - \frac{1}{\pi}\right) + \pi f \left(1 + \frac{1}{\pi}\right)$$

در نمودار بدست آمده نیز در نقطه ۰.۳ و -۰.۳ که برابر با f اولیه ما (معکوس عدد پی) می باشد دو تابع ضربه داریم و نتیجه ها یکسان می باشد.

سوال ۲ – پردازش وضعیت خواب

* به هر یک از وضعیت ها یک ایندکس (عدد) اختصاص دهید و وضعیت خواب را در طول زمان رسم کنید و وضعیت خواب را تحلیل کنید.

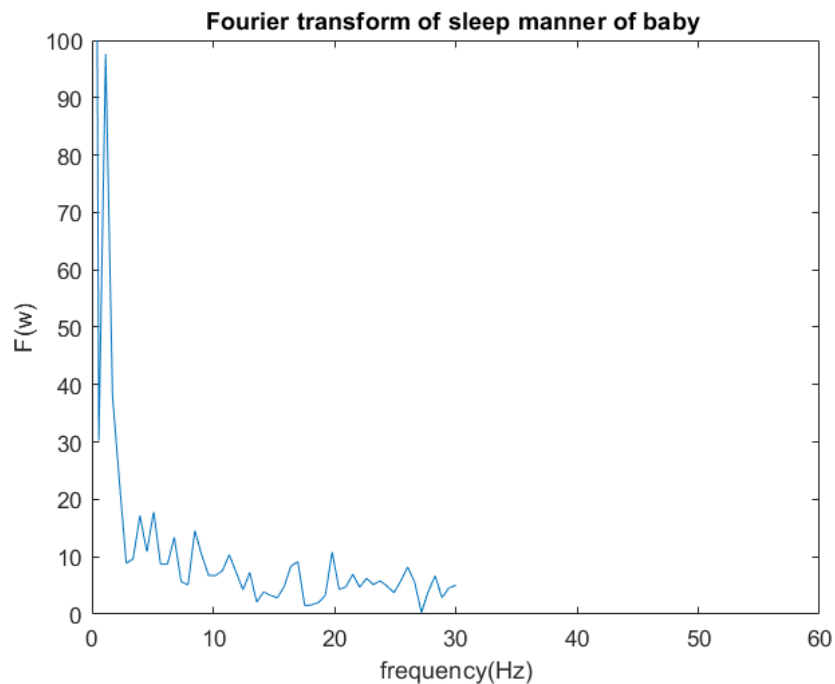


در این مدل سازی می دانیم هر چه به سمت پایین حرکت کنیم خواب عمیق تر شده زیرا qt و qh از اعداد پایین تری برخوردار هستند. از آن طرف al و ah از مقادیر بیشتری برخوردار هستند و هر چه به سمت بالا رویم خواب سبک تر می شود و در نهایت عدد ۶ نماد این است که نوزاد بیدار شده است. در این نمودار نیز مشاهده می شود که ابتدا نوزاد خوابش سبک می باشد سپس عمیق می شود سپس دوباره خوابش سبک می شود و به همین صورت ادامه می یابد. مثلاً تقریباً از دقیقه ۶۰ تا هشتاد نوزاد در حالت Quiet sleep trace alternant قرار دارد.

* تبدیل فوریه سیگنال ایندکس شده را بدست آورید.

```
fss = 60;  
fftt = linspace(-fss/2, fss/2, 107)  
yfftt = fft(sleep_manner);  
yshiftt = fftshift(yfftt)  
plot(fftt, abs(yshiftt))  
xlim([0 120])  
ylim([0 30])
```


*طیف فرکانسی تبدیل فوریه سیگنال را رسم کنید.

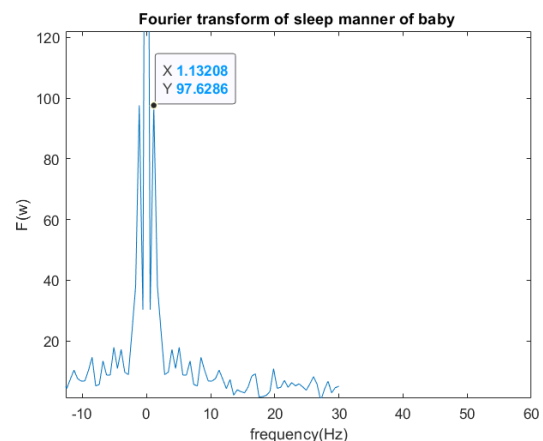


* با توجه به طیف فرکانسی مشخص کنید در هر ساعت چند بار سیکل خواب نوزاد کامل می شود.

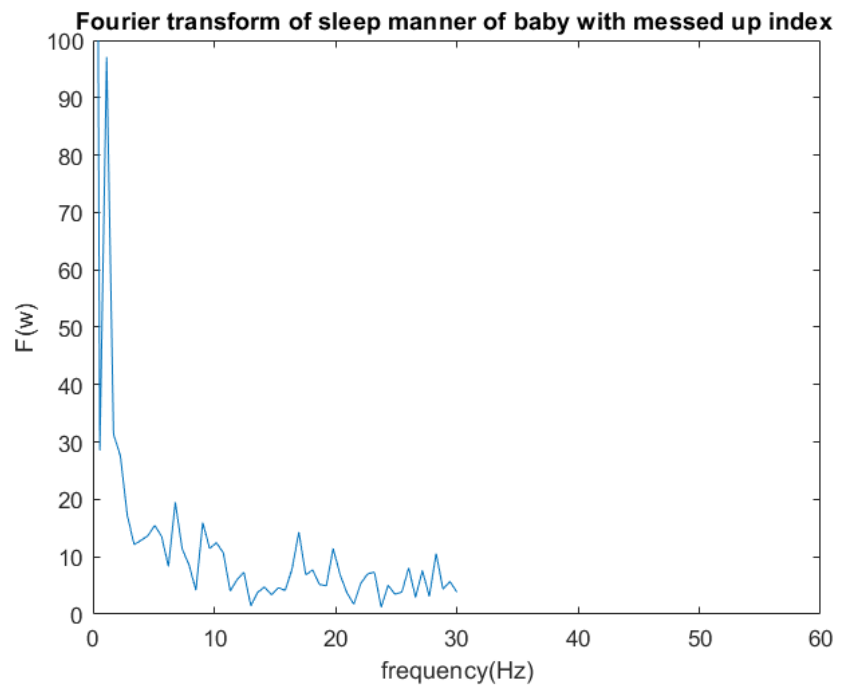
می دانیم خروجی تبدیل فوریه به ما می گوید که تابع مورد نظر از چه توابع متناوبی تشکیل شده است. وقتی به نمودار دقت بکنیم، می بینیم دو تابع ضربه اطراف نقطه صفر وجود دارد (خود نقطه صفر را در نظر نمی گیریم و بقیه پیک ها را به عنوان نویز در نظر می گیریم) که این دو نقطه پیک نمودار هستند و می دانیم مانند توابع سینوسی و کسینوسی طول این نقاط همان آرگومان تابع ضربه و در حقیقت همان f_0 می باشند (مانند سوال یک) بنابراین با یافتن مقدار این فرکانس، فرکانس خواب نوزاد را می یابیم و در پی آن سیکل خواب نوزاد نیز یافت می شود.

در شکل زیر مقدار این پیک مشاهده می شود که برابر با 1.13 می باشد. یعنی $f = 1.13$.

بنابراین T نیز برابر با $\frac{1}{1.13}$ می باشد که تقریباً 53 دقیقه می شود.

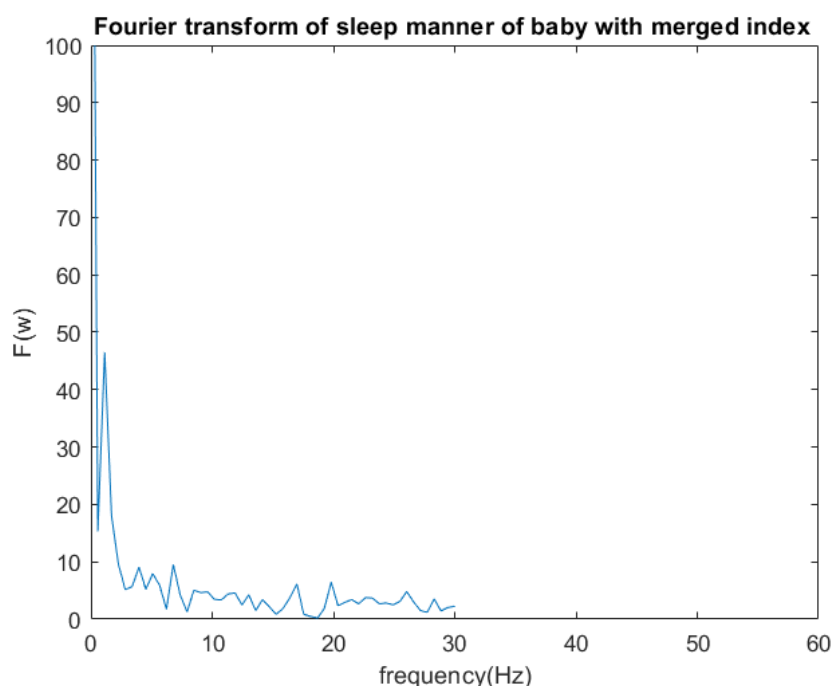


* ترتیب اختصاص ایندکس ها بهم بریزید. آیا میتوان طیف را تحلیل کرد؟



بله می‌توان نمودار را تحلیل کرد زیرا پیک این نمودار نیز برابر با پیک نمودار قبلی می‌باشد و در نتیجه دوره تناوب هر دو یکسان است.

*ایندکس ها را به صورت 1 1 2 2 3 3 به ترتیب به وضعیت های خواب اختصاص دهید و مراحل را تکرار کنید. آیا نتیجه تکرار می شود؟ اگر تکرار می شود علت را بیان کنید.



بله نتیجه تقریباً تکرار می شود چون در واقعیت دو حالت qt و qh تقریباً شبیه هم هستند و نمایانگر این هستند که فرد در خواب عمیق است. همچنین حالات tr و al و از آن طرف حالات aq و aw نیز تقریباً شبیه یکدیگر می باشند و به ترتیب نمایانگر خواب سبک و بیداری و نزدیک به بیداری هستند پس اگر این حالات را با یکدیگر merge نماییم از لحاظ تحلیلی مشکل زیادی پیش نمی آورد و نتیجه تقریباً یکی می باشد وقتی بررسی نیز می نماییم می بینیم پیک این نمودار نیز همان ۱.۱۳ می باشد.

سوال ۳ – پردازش صدا، موسیقی

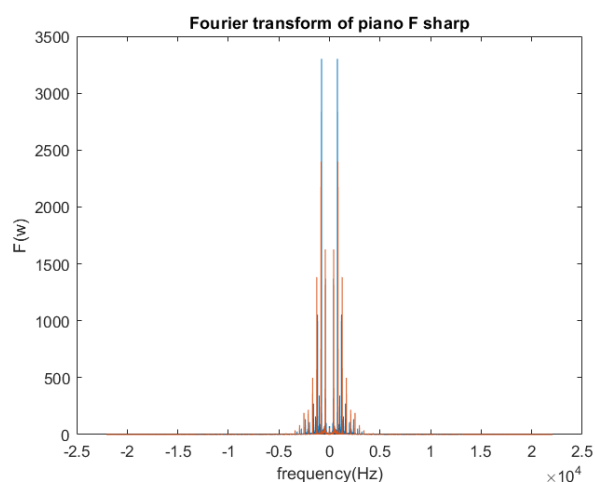
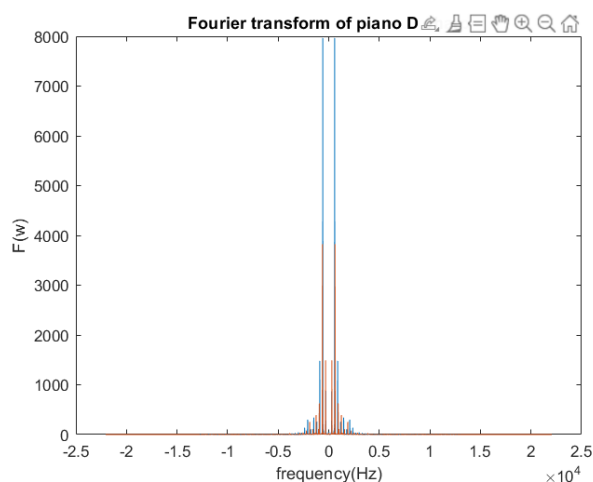
*استفاده از دستور `audioread` این نت ها را در محیط کار متلب استخراج کنید.

با استفاده از کد زیر می توان نت ها را استخراج کرد.

```
[y1, Fs1] = audioread('piano_A.mp3');
[y2, Fs2] = audioread('piano_A_sharp.mp3');
[y3, Fs3] = audioread('piano_B.mp3');
[y4, Fs4] = audioread('piano_C_sharp.mp3');
[y5, Fs5] = audioread('piano_D.mp3');
[y6, Fs6] = audioread('piano_D_sharp.mp3');
[y7, Fs7] = audioread('piano_E.mp3');
[y8, Fs8] = audioread('piano_F.mp3');
[y9, Fs9] = audioread('piano_F_sharp.mp3');
[y10, Fs10] = audioread('piano_G.mp3');
[y11, Fs11] = audioread('piano_G_sharp.mp3');
[y12, Fs12] = audioread('piano_middle_C.mp3');
```

*به کمک کد های قسمت قبل تبدیل فوریه دو نت متفاوت را بدست آورید و رسم کنید.

```
n5 = length(y5);
FFs5 = (-n5/2:n5/2-1)*(Fs5/n5);
y55 = fft(y5);
ysh5 = fftshift(y55);
plot(FFs5, abs(ysh5));
title 'Fourier transform of piano D'
xlabel frequency(Hz)
ylabel F(w)
%-----
n6 = length(y6);
FFs6 = (-n6/2:n6/2-1)*(Fs6/n6);
y66 = fft(y6);
ysh6 = fftshift(y66);
plot(FFs6, abs(ysh6));
title 'Fourier transform of piano D sharp'
xlabel frequency(Hz)
ylabel F(w)
```



*با استفاده از تابع sound به صدای این دو نت گوش دهید .

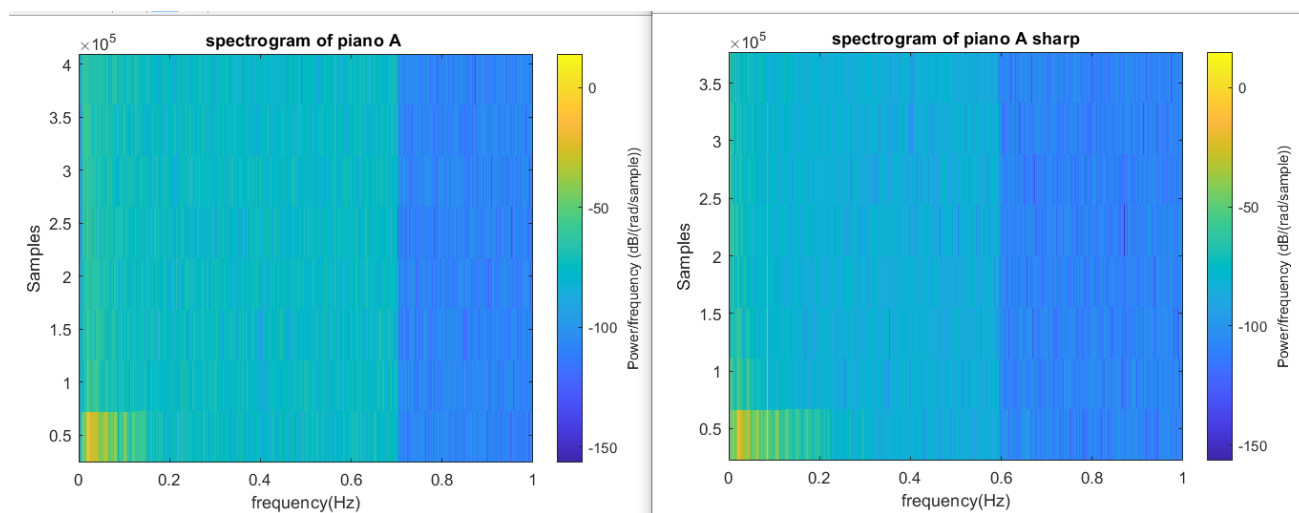
```
sound(y5, Fs5)
sound(y6, Fs6)
```

*با توجه به فرکانس های موجود در طیف فرکانسی، تفاوت شنیداری دو نت را توجیه کنید.

تبدیل فوریته نت های معمولی و شارپ D و F انجام شد. رنگ نارنجی به معنای صداهای شارپ هر کدام از نت های D و F می باشد و رنگ آبی مخصوص صدای معمولی است. مشاهده می شود که در صداهای شارپ، توزیع فرکانسی نزدیک به صفر بیشتر می باشد و توزیع فرکانسی صدای معمولی دورتر از نقطه صفر است. همچنین دامنه صدای شارپ کمتر از صدای معمولی می باشد.

همچنین برای درک بیشتر تفاوت این دو صدا نمودار اسپکتروگرام آن ها را نیز رسم کردیم. می دانیم صدای تیز دارای فرکانس بیشتری نسبت به صدای معمولی می باشد وقتی نمودار اسپکتروگرام را نیز بررسی می کنیم تاییدی بر تفاوت این دو نت و بیشتر بودن فرکانس صدای تیز نسبت به صدای معمولی است. توضیحات در صفحه بعد زیر عکس نوشته شده است.

```
spectrogram(y1)
spectrogram(y2)
```



در این نمودار سمت راست مشاهده می‌شود که مقدار آبی پررنگ بیشتر از نمودار سمت چپ است. می‌دانیم آبی پررنگ نماد فرکانس بالا می‌باشد. نمودار سمت راست مخصوص صدای تیز می‌باشد و قرار است فرکانس بیشتری داشته باشد. در عمل نیز می‌بینیم همین اتفاق افتاده است و مقدار فرکانس بیشتری را داراست. این نیز یکی از علل تفاوت شنیداری این دو نت می‌باشد.