



به نام خدا



دانشگاه تهران  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر  
اصول سیستم های مخابراتی  
تمرین کامپیوتری اول

نام و نام خانوادگی	محمدحیدری
شماره دانشجویی	810197494
تاریخ ارسال گزارش	99.8.15

## فهرست گزارش سوالات

سوال 1-.....	3
سوال 2-.....	5
سوال 3-.....	7
سوال 4-.....	3
سوال 5-.....	3
سوال 6-.....	5

همانطور که در صورت سوال اشاره شده است در این قسمت فایل صوتی Sample.wav را با استفاده از دستور audioread میخوانیم و دیتای صوتی و فرکانس  $F_s$  آن را در متغیرهای  $x$  و  $fs$  ذخیره میکنیم.

برای محاسبه ی تبدیل فوری همانطور که در کد دیده میشود از دستور fft استفاده شده است.

قابل ذکر است که در این سوال یک بازه ی فرکانسی متقارن در اطراف صفر تعریف میکنیم و به سیگنال صوتی نسبت میدهم در ادامه مطابق خواسته سوال به محاسبه فاز و اندازه تبدیل فوری با استفاده از دستورات angle و abs میپردازیم.

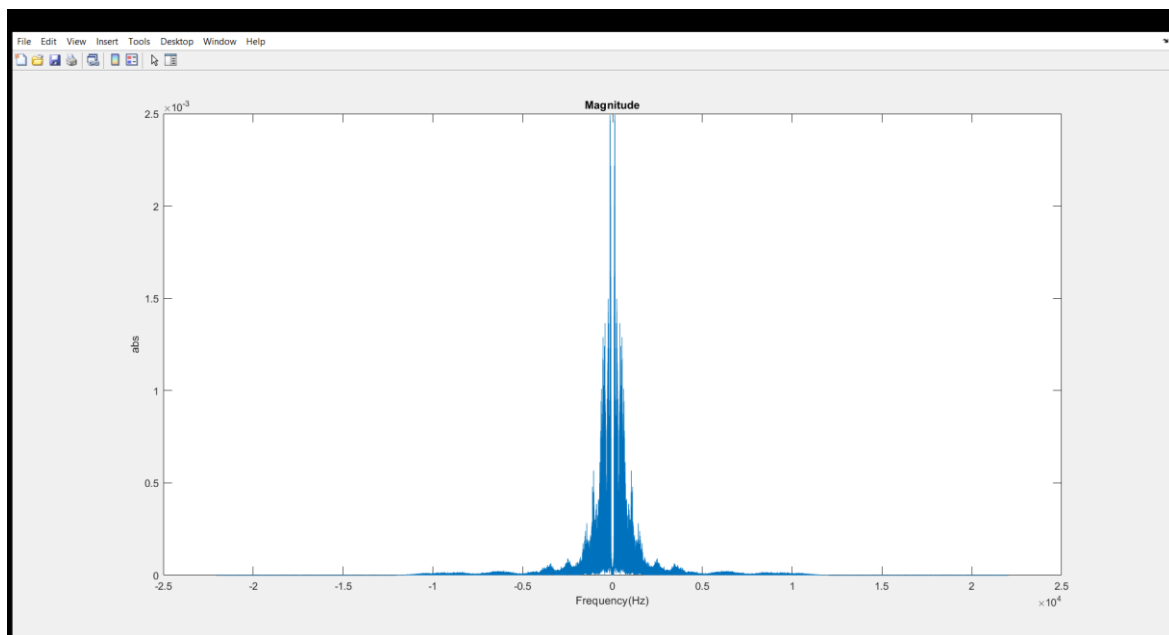


Figure 1

★ منحنی بالا نمودار اندازه تبدیل فوری فایل صوتی میباشد.

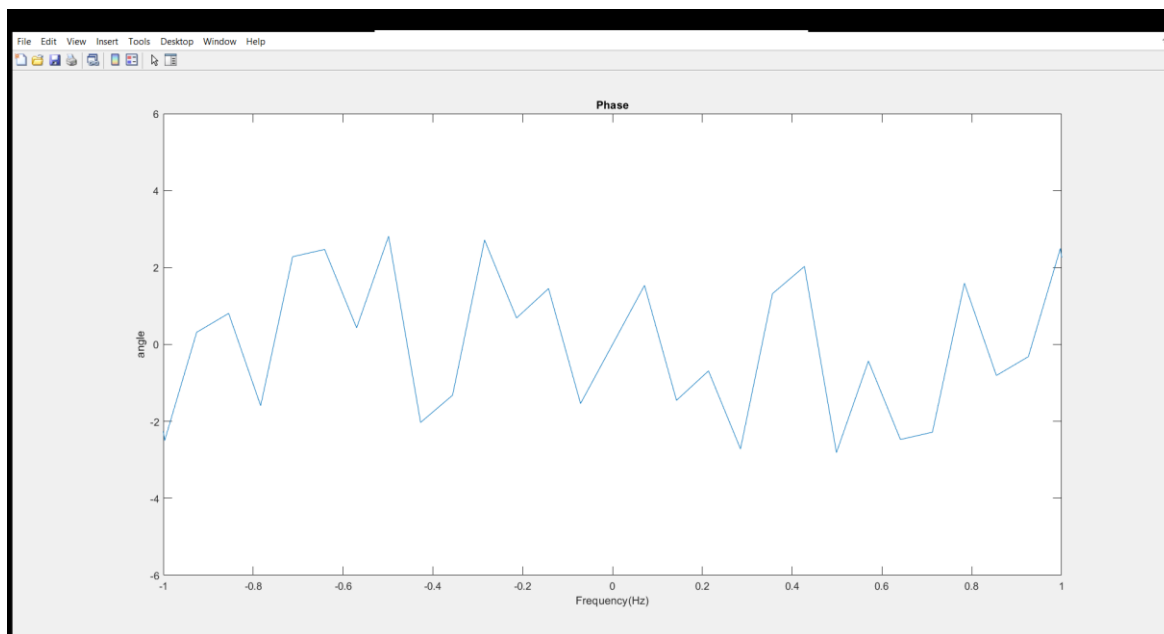


Figure 2

★ منحنی بالا نمودار فاز تبدیل فوریه فایل صوتی میباشد.

قابل ذکر است که برای انتقال فرکانس صفر به وسط نمودار و داشتن تقارن از دستور `fftshift` استفاده شده است.

## سوال 2-

در این سوال در ابتدا تابع تبدیل یادشده در صورت سوال را بصورت ارایه در متلب شبیه سازی میکنیم و بازه ی فرکانسی بدست آمده در قسمت قبل را بر روی آن پیاده سازی میکنیم. سپس نمودار فاز و اندازه آنرا رسم میکنیم.

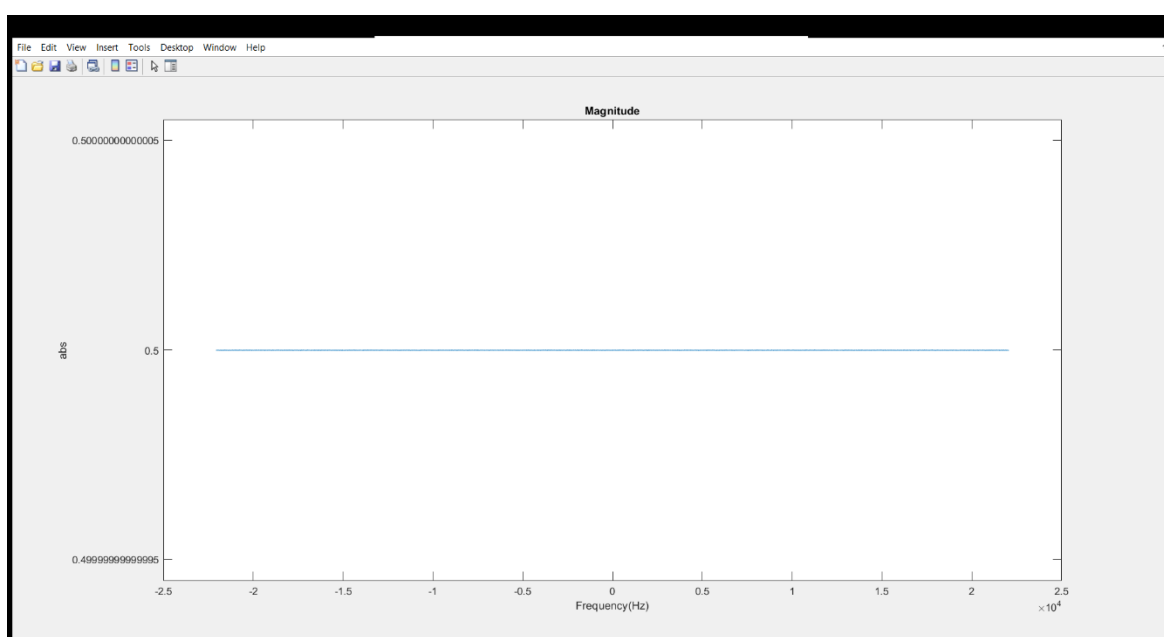


Figure 3

★ منحنی بالا نمودار اندازه تبدیل فوریه  $H(f)$  میباشد.

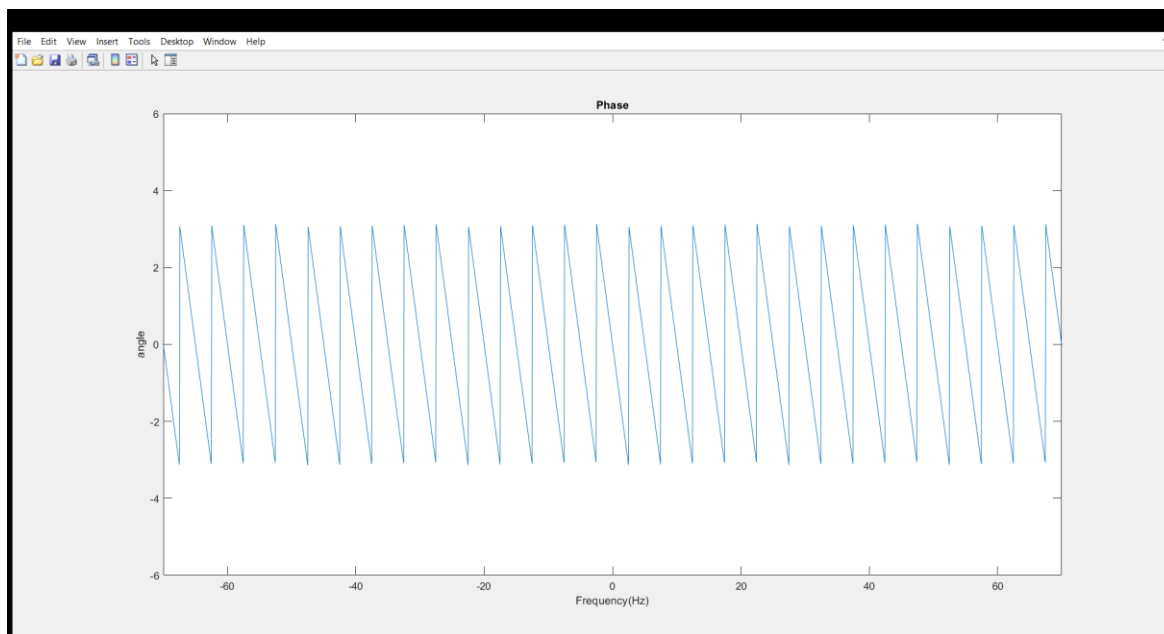


Figure 4

★ منحنی بالا نمودار فاز تبدیل فوریه  $H(f)$  میباشد.

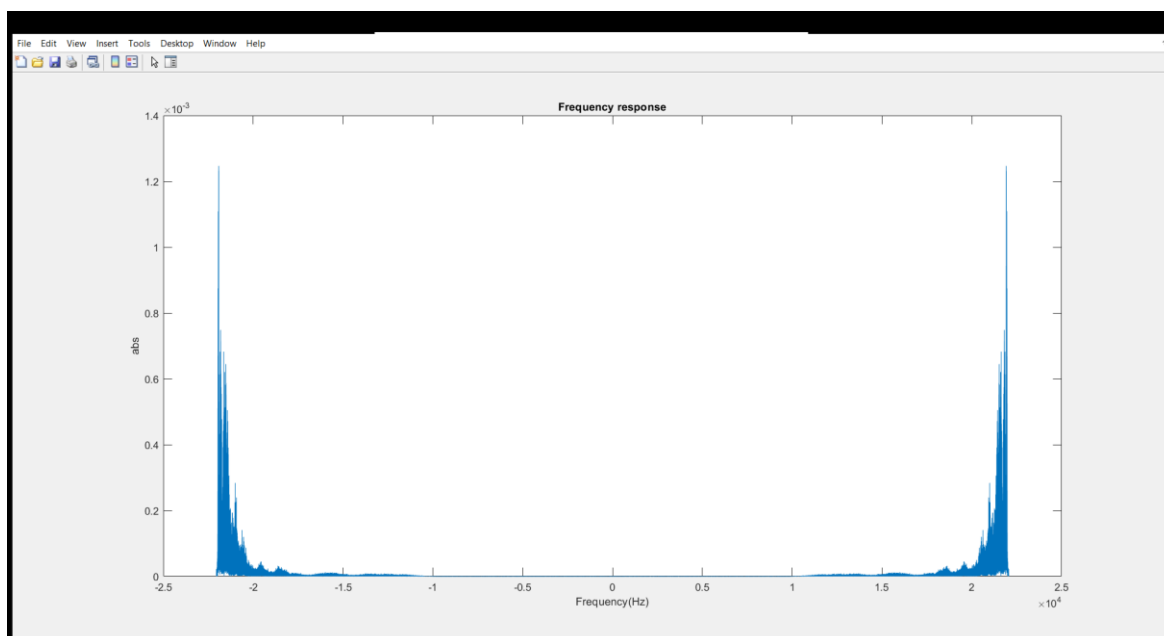


Figure 5

منحنی بالا پاسخ سیستم بعد از عبور از  $H(f)$  میباشد. مطابق تابع تبدیل این سیستم نه اعوجاج فاز دارد و نه اعوجاج دامنه پس هیچ اعوجاجی در آن رخ نمیدهد.

در این قسمت تابع تبدیل جدیدی را مطابق خواسته صورت سوال در نظر گرفته و با استفاده از روابط حاکم بر حوزه فرکانس و ضرب در این حوزه پاسخ سیستم را به ورودی سیگنال  $x$  حساب میکنیم و آن را  $Y(f)$  مینامیم.

در ادامه با استفاده از دستور `ifft` متلب به محاسبه تبدیل وارون  $Y$  میپردازیم.

در ادامه با استفاده از دستور `sound` فایل صوتی را گوش میدهیم و آن را با اسم `new.wav` ذخیره میکنیم.

در ادامه میبینیم که مطابق انتظار صدا دارای یک اکو شده است.

برای تفهیم این موضوع تابع تبدیل رو در حوزه  $t$  میبریم و تحلیل میکنیم.

$$H(f) = 1 + 0.5 \exp(-j2\pi f * 0.2)$$

$$H(t) = \delta(t) + 0.5\delta(t - 0.2) \xrightarrow{\text{yields}} y(t) = x(t) + 0.5x(t - 0.2)$$

همانطور که دیده میشود صدا با تاخیر یافته اش که یک شیفت است جمع شده است و در نتیجه یک اکو خواهیم داشت. قسمت دوم مربوط به اکو میباشد.

#### سوال 4-

دراین قسمت مطابق خواسته سوال ازتابع H تبدیل فوریه وارون میگیریم و سپس قسمت real آنرا پلات میکنیم. همانطور که دیده میشود حاصل با مقادیر حل دستی یکی میباشد.

$$H(f)=1+0.5\exp(-j2\pi f*0.2)$$

$$h(t)=\delta(t)+0.5\delta(t-0.2) \xrightarrow{\text{yields}} y(t) = x(t) + 0.5x(t - 0.2)$$

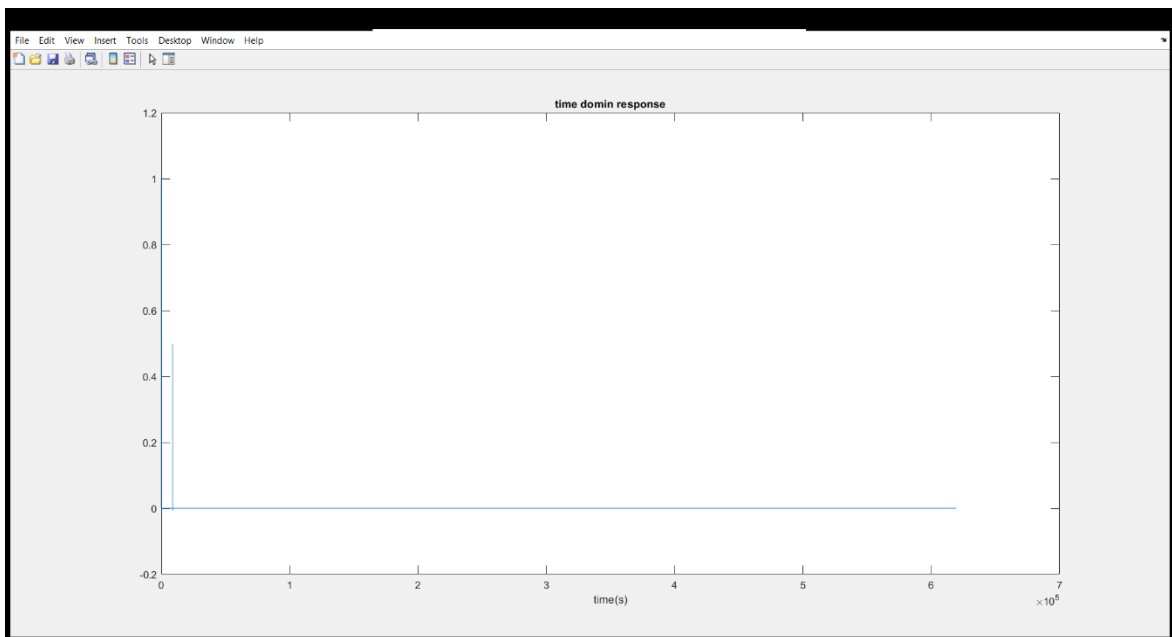


Figure 6

کاملاً مشهود است که درصفر یک ضربه خواهیم داشت با اندازه 1 و همچنین در 0.2 نیز یک ضربه باندازه ی 0.5 خواهیم داشت.



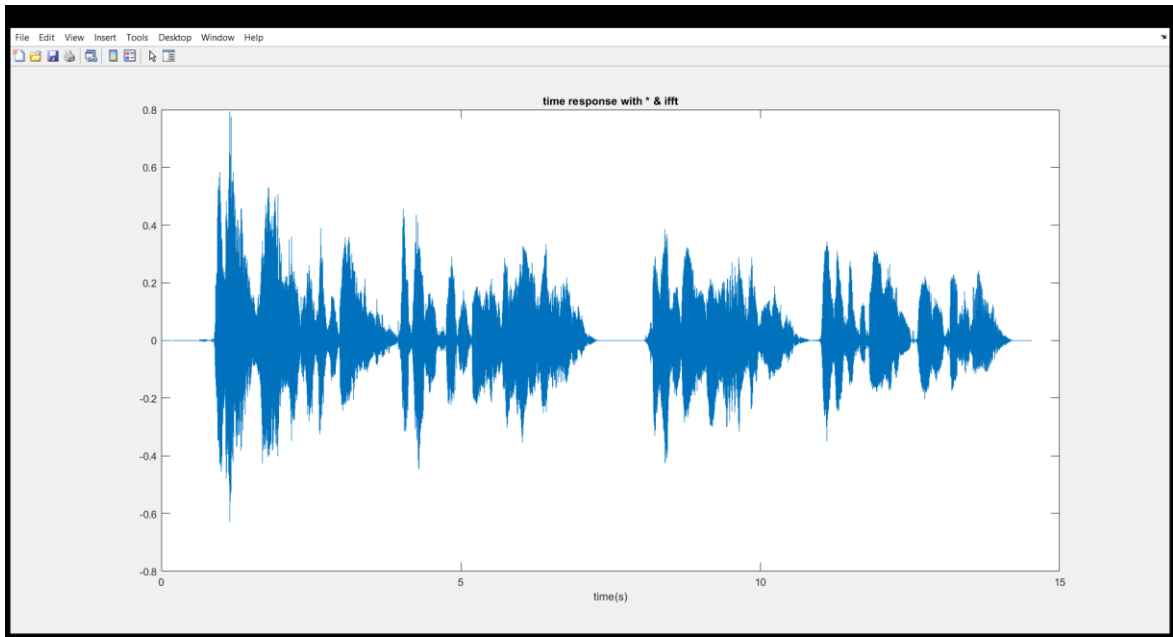


Figure 7

★ منحنی بالا نمودار خروجی سیستم براساس فوریه وارون یا همان  $y(t)$  میباشد.

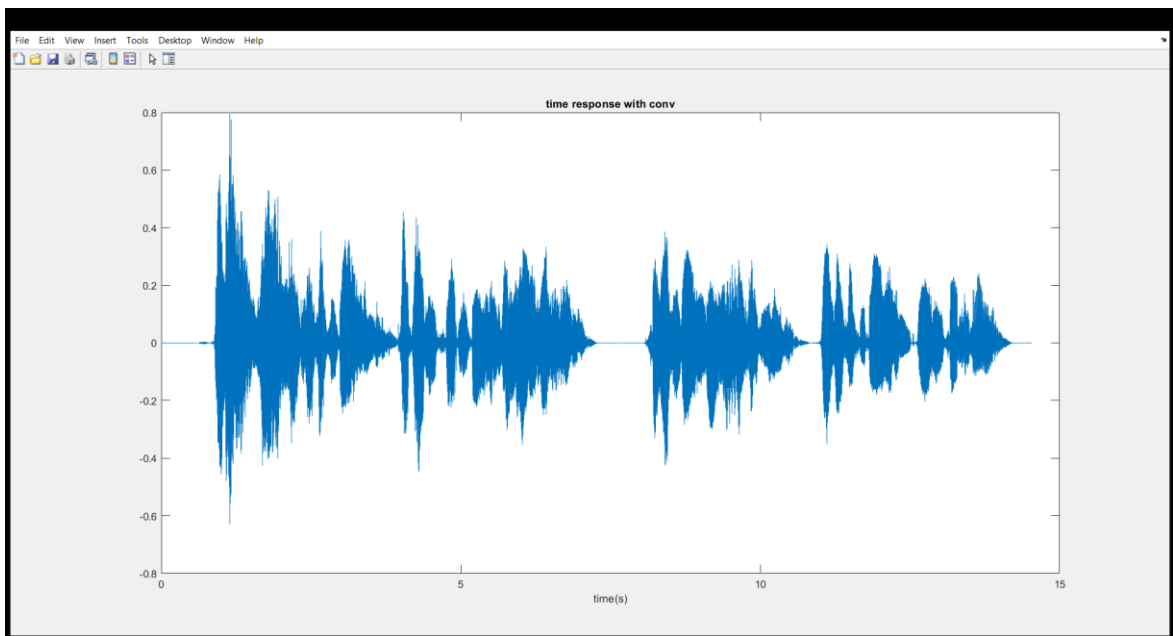


Figure 8

★ منحنی بالا نمودار خروجی سیستم براساس conv میباشد یا همان  $z(t)$  میباشد.

همانطور که دیده میشود هر دو منحنی کاملاً یکسان میباشند و خروجی سیستم از هر 2 راه یکی میباشد.

مطابق خواسته سوال در این قسمت تابع خودهمبستگی و تابع همبستگی  $\gamma_x$  را با استفاده از دستور  $\text{xcorr}$  بدست میاریم که نتایج مطابق زیر میباشد.

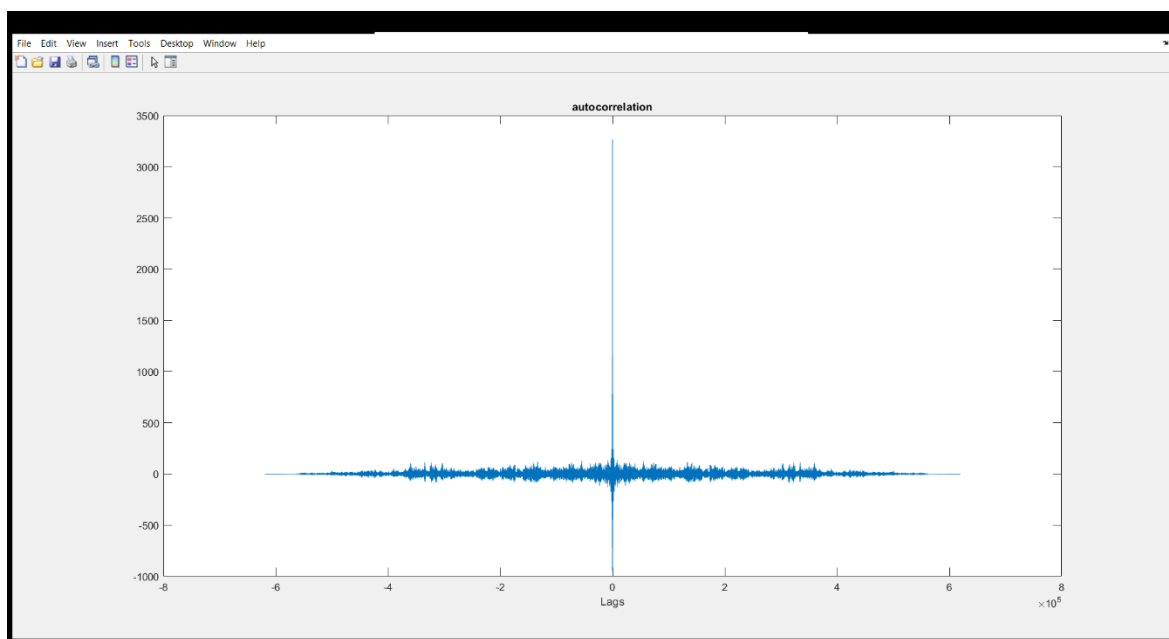


Figure 9

Figure 9 منحنی  $R_x$  را نشان میدهد. همانطور که دیده میشود در نقطه 0 نمودار یعنی زمانی که هیچ لگی نخواهیم داشت بدلیل روی هم قرار گرفتن سیگنال  $x$  و ضرب داخلی ناشی از آنها در این نقطه ماکزیمم مقدار را خواهیم داشت که علت وجود این پیک است. همچنین طبق قضیه کوشی شوارتز و تعمیم آن خواهیم داشت که بیشینه مقدار تابع خودهمبستگی وقتی است که شیفت زمانی یا lag در اینجا صفر باشد که در آن نقطه ضرب داخلی ماکسیمم میشود.

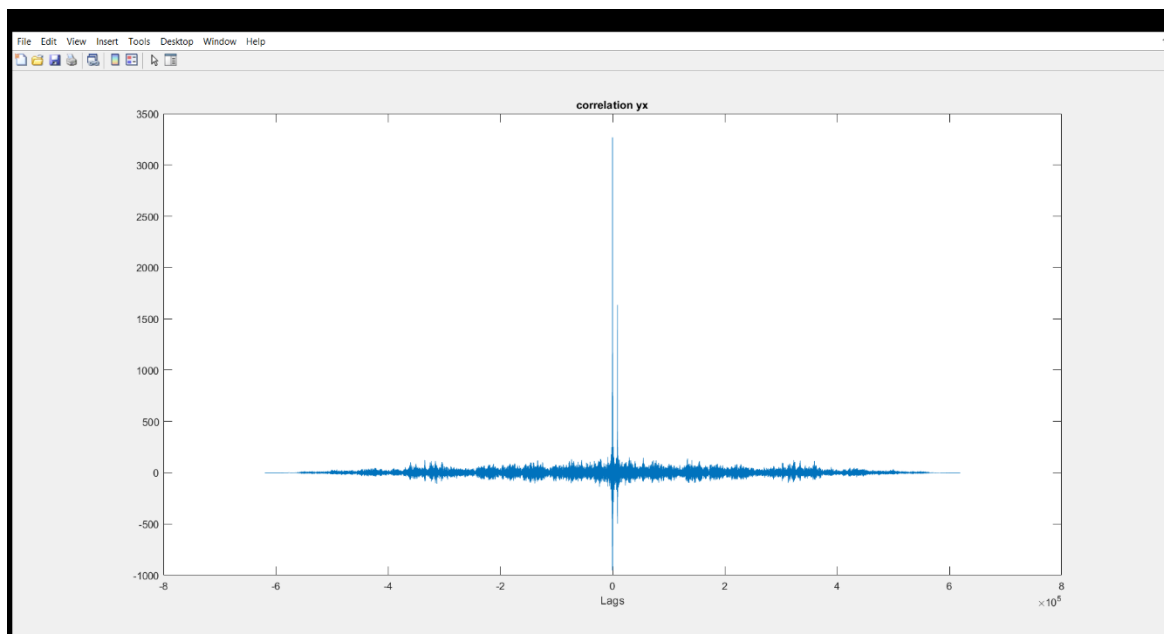


Figure 10

همانطور که دیده میشود figure 10 منحنی همبستگی  $yx$  را به تصویر میکشد که به علت عبور داده شدن از سیستم H1 دارای 2 پیک میباشد که دومین پیک مربوط به تاخیر 0.2 ثانیه ای ایجاد شده مربوط به اکو میباشد.

در واقع به علت اینکه سیگنال  $y$  شامل 2 نمونه از  $x$  میباشد پس یکبار بدلیل منطبق شدن با یک پیک ایجاد میشود و بار دیگر بدلیل منطبق شدن سیگنال اکو با سیگنال  $x$  یک پیک دیگر خواهیم داشت که دامنه آنها نیز متناسب با دامنه اکو و صوت اصلی خواهد بود که بوضوح این دامنه برای پیک دوم مقداری کمتر است.

## سوال 6-

در این قسمت قصد داریم با استفاده از متلب دورابطه ی خواسته شده در صورت پروژه را با هم مقایسه کنیم و با استفاده از رسم طرفین تساوی از صحت این روابط اطمینان حاصل کنیم.

(A)

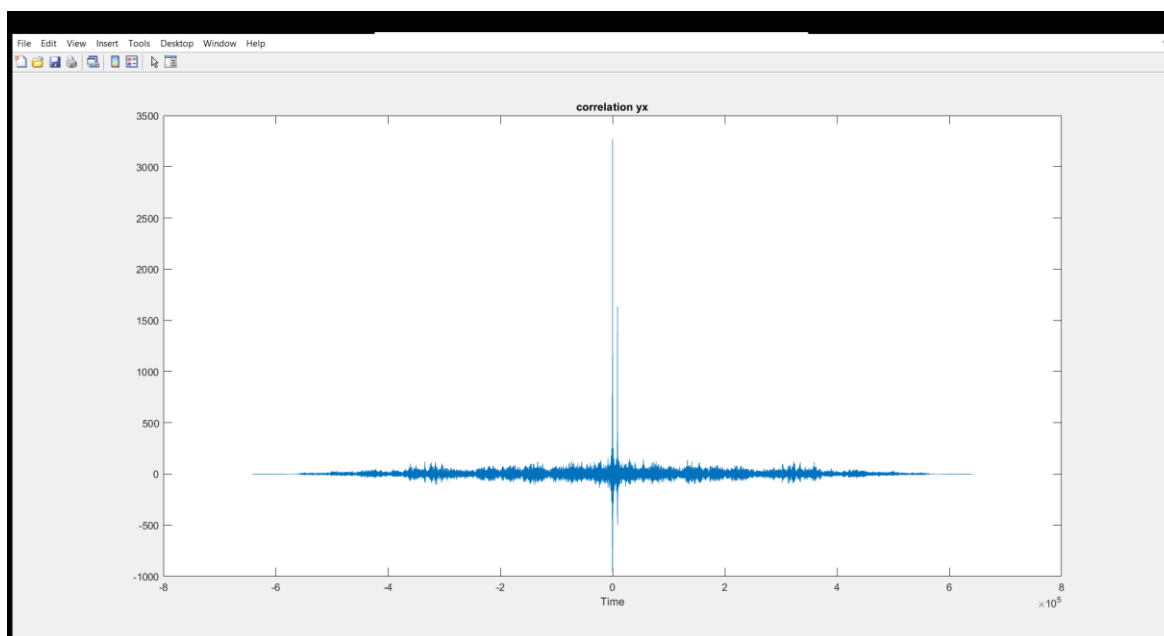


Figure 11

★ منحنی بالا نمودار `corolationyx` میباشد.

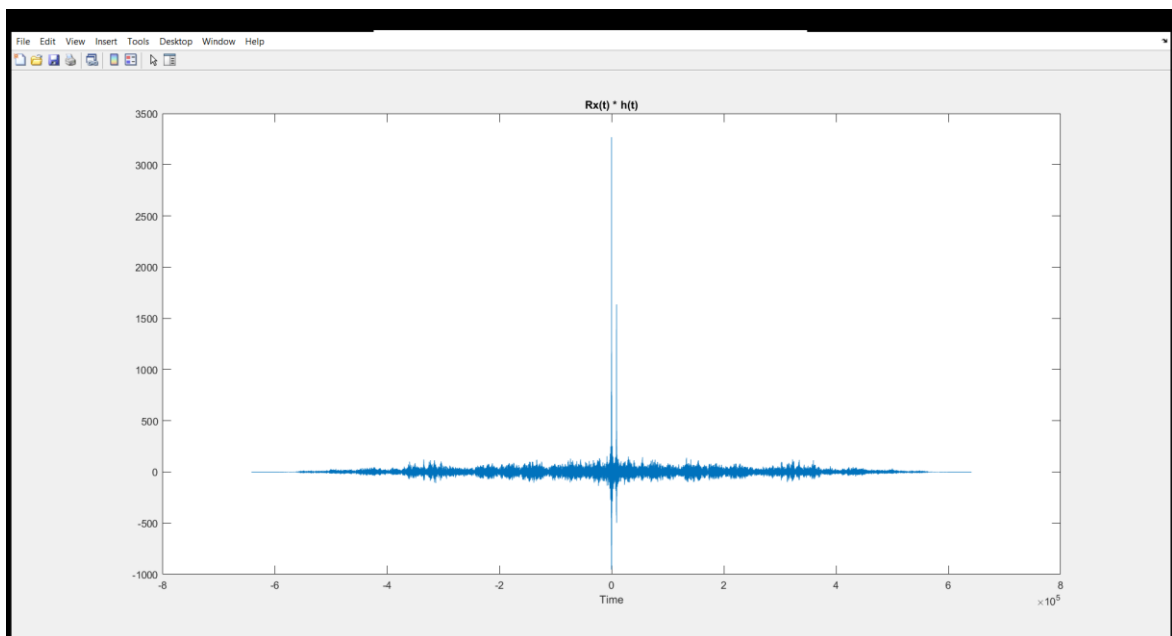


Figure 12

★ منحنی بالا نمودار  $Rx(t)*h(t)$  میباشد.

همانطور که دیده میشود با تقریب خیلی خوبی هر دو نمودار یکسان میباشند.

در این قسمت با استفاده از دستور `imsse` متلب به محاسبه ی خطا میپردازیم که این مقدار برابر :

```
Command Window
err1 =

1.0148e-05
```

میباشد.

در ادامه به محاسبه ی نمودارهای پارت B میپردازیم.

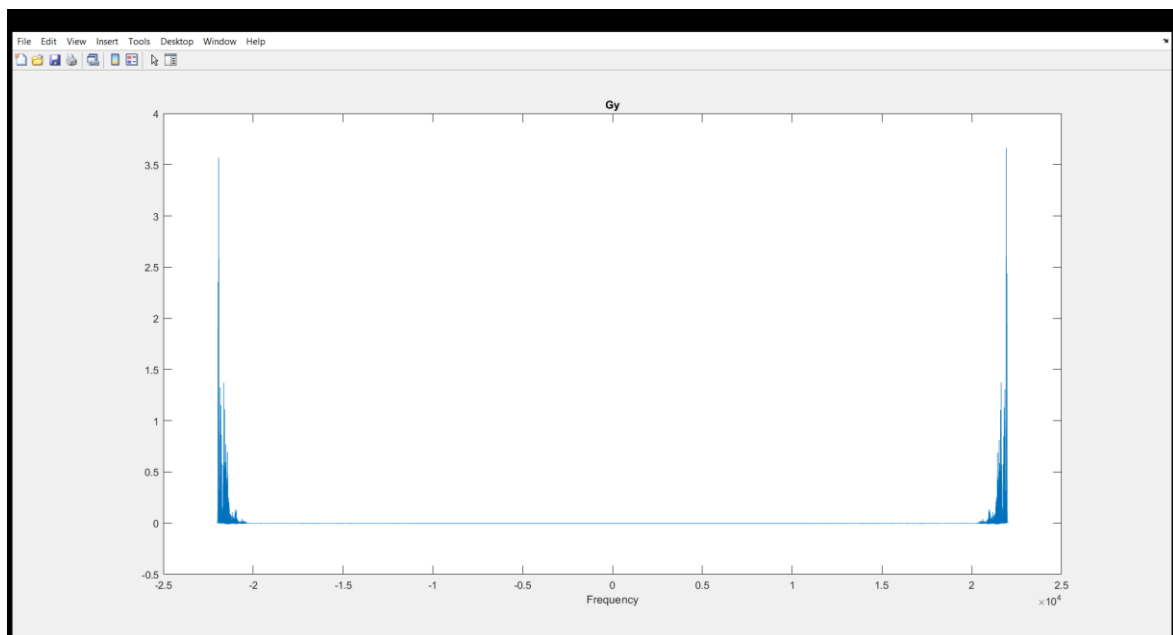


Figure 13

★ منحنی بالا نمودار Gy میباشد.

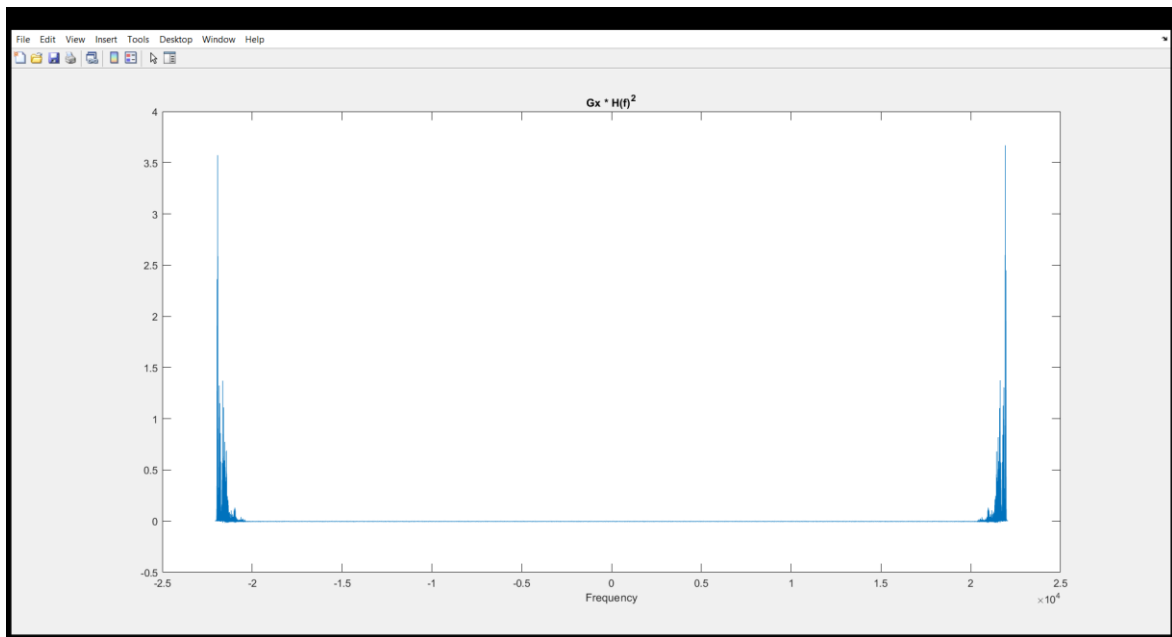


Figure 14

★ منحنی بالا نمودار  $Gx.H(f)^2$  میباشد.

همانطورکه دیده میشود هر دو نمودار کاملاً مشابه بوده و peak یکسانی را داره میباشند.

درمورد خطای حاصل نیز برای این مورد خواهیم داشت:

```
Command Window

err2 =

    4.0167e-04

>>
>>
>>
fx >>
```

سوال 7-

در این قسمت از تابع تبدیل زیر استفاده شده است :

$$H(f) = 1 + 0.5e^{-i2\pi f0.2} + 0.3e^{-i2\pi f0.1}$$

مطابق پارت 3 سیگنال x را از سیستم بالا عبور میدهیم و خواهیم داشت و صوت ضمیمه شده را مطابق نام *echoed.wav* در فایل ها ذخیره میکنیم.

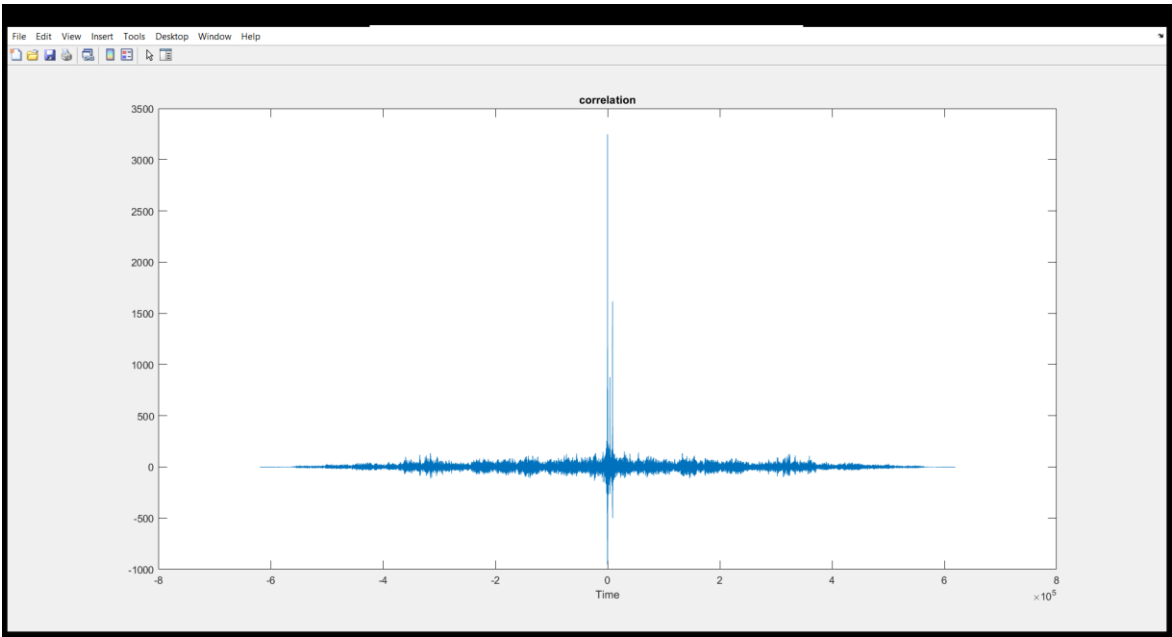


Figure 15



در figure 9 نمودار همبستگی  $v_x$  رسم شده است.

همانطور که دیده میشود 3 پیک در سمت راست منحنی ایجاد شده است که دقیقا بیانگر 2 اکوی ایجاد شده است و همانطور که تابع بتدیل نشان میدهد این تاخیر مقدار کمتری دارد. و دامنه آن نیز متناسب با مقدار انتخاب شده (0.3) میباشد.

$$h(t) = \delta(t) + 0.5\delta(t-0.2) + 0.3\delta(t-0.1)$$

$$\xrightarrow{yields} y(t) = x(t) + 0.5x(t-0.2) + 0.3x(t-0.1)$$