به نام خدا

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

سیگنال ها و سیستم ها

استاد: دکتر ربیعی

تمرین کامپیوتری شماره 2

نام و نام خانوادگی: محمد حیدری

شماره دانشجویی: 810197494

فرودین 1399

چکیده:

هدف از این تمرین آشنایی با تبدیل فوریه و طیف سیگنال ها و پاسخ سیستم های خطی و خواص آنها، در متلب می باشد.همان طور که میدانیم تبدیل فوریه سیگنال ها عددی مختلط می باشد که بهتر است برای نمایش آن فاز و دامنه را به صورت جدا ترسیم کنیم.در بخش اول این تمرین ابتدا با تابع fft در متلب اشنا میشویم و یکسری اصلاحات را که شامل شیفت ناخواسته و ضرایبی در دامنه خروجی میباشد را اعمال میکنیم و در نهایت به اصلاح محور فرکانس میپردازیم.نتیجه این قسمت با حدس اولیه مشابه است و با نمودار حاصل از حل دستی تطابق دارد.در ادامه این بخش خاصیت دوگانی و مدولاسیون و مقیاس در تبدیل فوریه مورد بررسی قرار میگیرند.که با نتایج تئوری مطابقت دارد و در ادامه کار بررسی میشود.و درنهایت این بخش نیز به کاربرد تبدیل فوریه در محاسبه پاسخ سیستم های خطی اشاره میشود که هم با استفاده از کانوالوشن و هم تبدیل وارون فوریه به نتایج مشابهی میرسیم.

در بخش دوم نیز به بررسی و پردازش سیگنال های موجود در بدن و قلب موجودات زنده میپردازیم و هدف از این بخش استفاده از تبدیل فوریه و بکارگیری فیلترها برای حذف نویزهای موجود میباشد.که پس از حذف نویزهای فرکانس بالا و پایین و نویزهای میانی سیگنال اماده پردازش های مفید نظیر بدست آوردن تابع خودهمبستگی و استفاده از آن برای کاربردهایی نظیر تعیین ضربان قلب و امثال آن میباشد.

بخش 1

1.1) رسم واصلاح طیف سیگنال

دراین قسمت با استفاده از تابع fft متلب که یک الگوریتم عددی سریع را برای محاسبه تبدیل فوریه پیاده سازی میکند استفاده میکنیم و به محاسبه تبدیل فوریه توابع میپردازیم.کارکرد این تابع به این صورت است که یک آرایه از ورودی میگیرد وتبدیل فوریه آن را به صورت آرایه ای مختلط به ما میدهد.

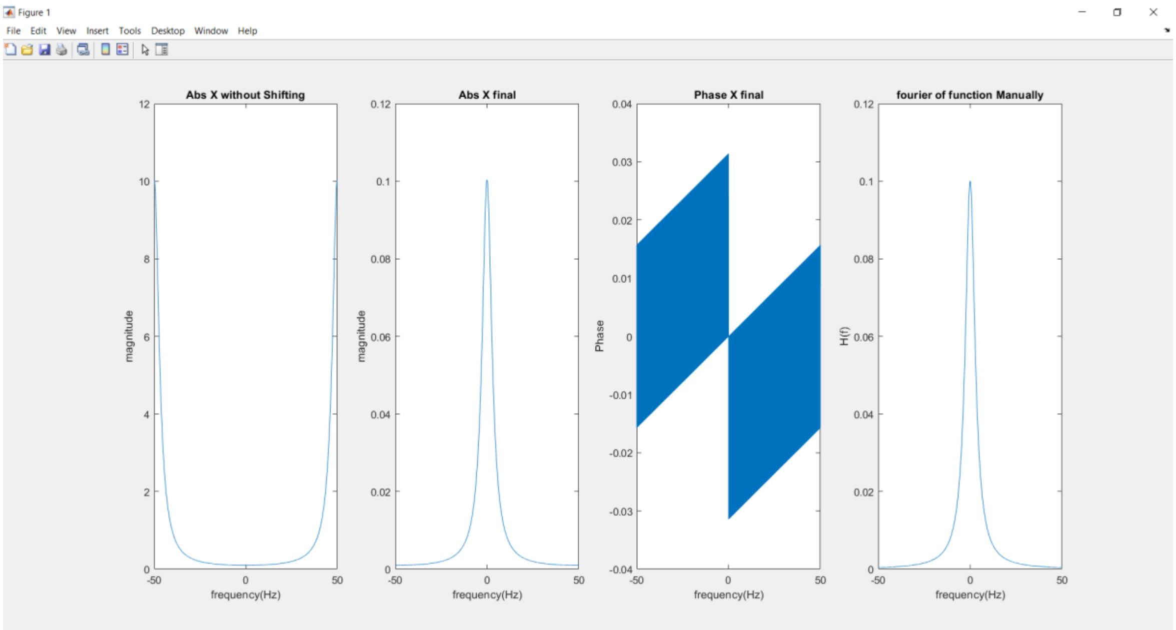

Figure 1

Figure 1 خروجی مربوط به سوال یک را به ما نشان میدهد.همانطور که میدانیم تابع fft کران های انتگرال را به صورت default 0 تا 2π درنظرمیگیرد که باعث میشود نمودار خروجی شباهتی به تبدیل فوریه نداشته باشد برای رفع آن از تابع fftshift استفاده میکنیم.

یکی دیگر از اعمال ناخواسته این تابع این است که طبق الگوریتم از پیش تعیین شده ضریب 1/Ts را در Data ضرب میکند و باعث میشود که دامنه خروجی نادرست نمایش داده شود برای رفع این مشکل کافی است که یک ضریب Ts را در تابع fftshift نهایی ضرب کنیم که با توجه به Fs=100 داریم Ts=0.01 .

مشکل دیگر تابع fft این است که محورفرکانسی را به صورت درست نمایش نمی دهد.برای رفع این مشکل کافی است که df تعریف کنیم که مقادیر متناظر با هر Phase یا Magnitude را به صورت صحیح به فرکانس متناظر مربوط سازد.برای ساخت آرایه f مقدار t را به step=0.01 جلو میبریم و df=Fs/N را تعریف میکنیم که گام جلورفتن f میباشد با این تغییرات هر نقطه به مقدار فرکانس متناظر با خود مربوط میشد. لازم به ذکر است که N در رابطه بالا طول آرایه t میباشد.

-30<t<30 Step=1/Fs =0.01 , -fs/2<f<fs/2 Step=df=Fs/N , N=Length(t)

با محاسبه تبدیل فوریه تابع مذکور به صورت دستی و ترسیم آن به نتیجه مشابه میرسیم که درنمودار مشخص شده است.

$$X(f) = \frac{40}{400 + 4\pi^2 f^2}$$

نتیجه گیری: نمودار حاصل از حل دستی با نمودار تابع fft یکسان شد.

1.2) خواص تبدیل فوریه سیگنال

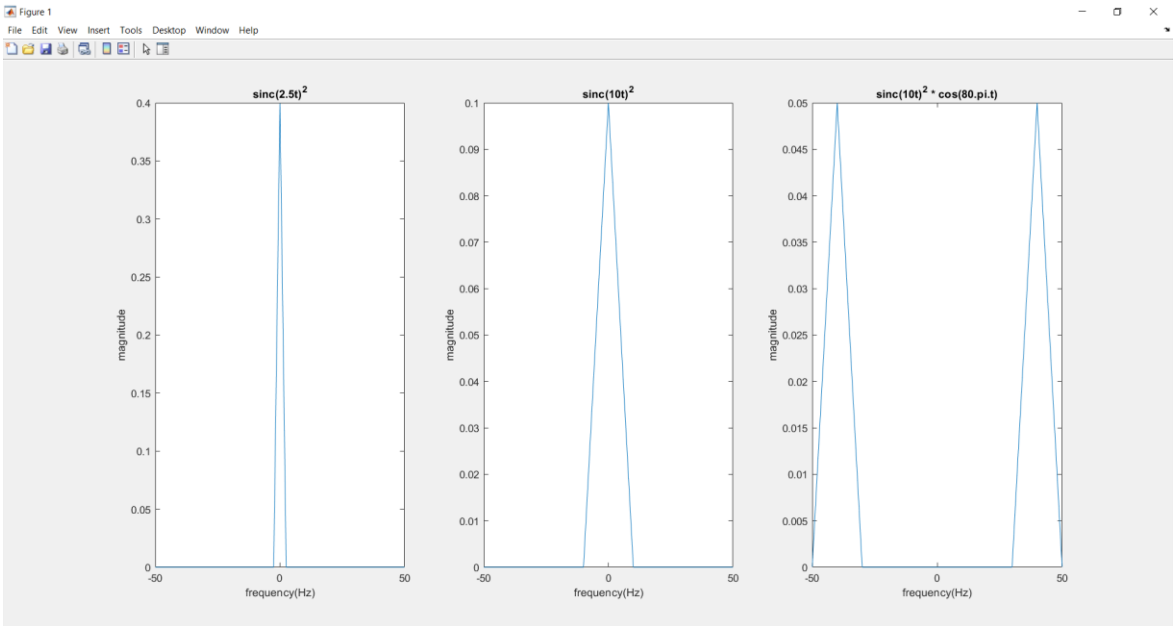

Figure 2

در این قسمت ما صرفا از بخش قبلی استفاده میکنیم و نتایج رو توجیه میکنیم.باین منظور تابعی با عنوان Myfft تعریف شده که f و fourier را برمیگرداند و در کد این قسمت استفاده شده است.

1.2.1) در **Figure2 اولین نمودار از چپ به این قسمت تعلق دارد.که طبق ضابطه زیر یک تابع مثلثی با ماکزیمم اندازه 0.4 میباشد.**

$$\boldsymbol{x(t) = sinc^2(Bt) \Rightarrow X(f) = \frac{1}{|B|}Tri(\frac{t}{|B|})}$$

1.2.2) در **Figure2 نمودار وسط به این قسمت تعلق دارد که استدلالی مشابه بالا دارد.و یک مثلثی با ماکزیمم اندازه 0.1 میباشد. و خاصیت مقیاس را به خوبی به رخ میکشد.**

$$\boldsymbol{x\left(\frac{t}{a}\right) \overset{f}{\rightarrow} |a|\, X(af)}$$

1.2.3) در Figure2 نمودار آخر مربوط به این بخش است که به خوبی خاصیت مدولاسیون را نمایش میدهد.

$$x4(t) = x3(t) \times \left(\frac{e^{-i40\omega t} + e^{i40\omega t}}{2}\right) \xrightarrow{yields}$$

$$\frac{\delta(f-40) + \delta(f+40)}{2} * X3(f)$$

بااستفاده از رابطه بالا و کانوالو ضربه در X3(f) نتیجه مشاهده شده کاملا منطقی است و باعث ایجاد 2 تابع مثلثی با برد 0.05= 0.1 *0.5 میشود و همچنین بدلیل کانوالو ضربه باعث shift 40تایی به طرفین میشود.

1.3)کاربرد تبدیل فوریه در سیستم های LIT

1.3.1) در این قسمت پاسخ سیستم بااستفاده از **conv** متلب بدست آمده و **plot** شده است.

1.3.2) در این قسمت نیز پاسخ سیستم با استفاده از تبدیل فوریه وارون محاسبه شده است.

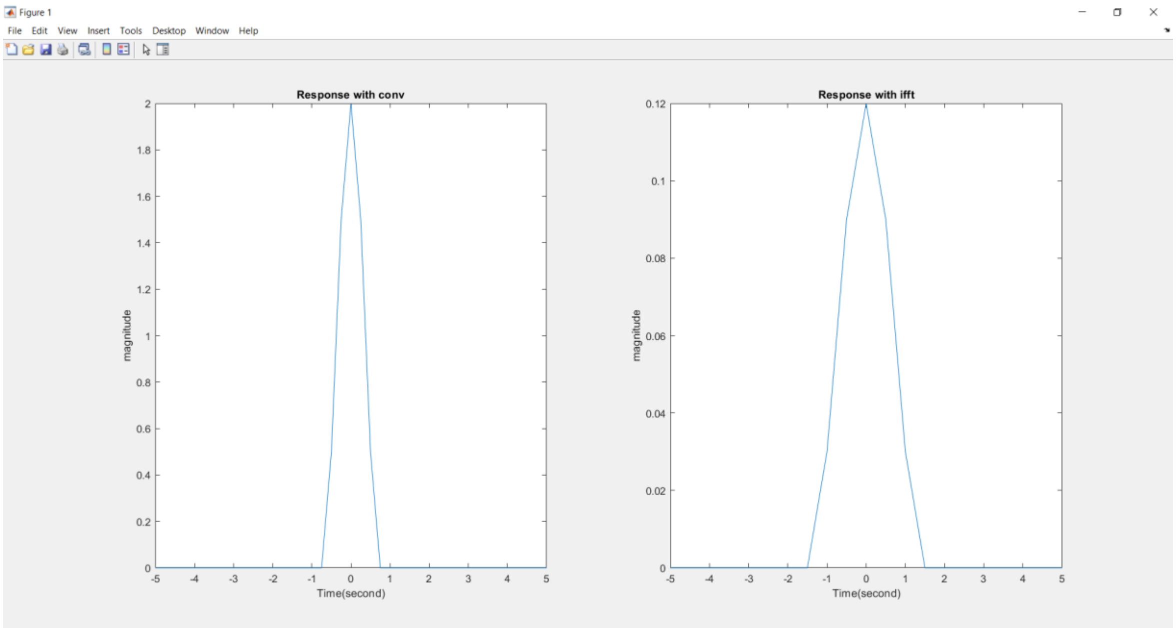

Figure 3

نتیجه گیری: همانطور که در Figure3 مشاهده میشود نتایج حاصل در هر 2 قسمت مشابه میباشند.

بخش 2

2.1) رسم طیف

دراین قسمت ابتدا بااستفاده از دستور **Load** دیتا را درمتلب میخوانیم و سپس بازه ی 5 ثانیه ای دلخواهی ازآن را برای پردازش انتخاب میکنیم.

1) دراین قسمت نیز سیگنال دیجیتال خود را با اسکیل زمانی مناسب **Plot** میکنیم.و با استفاده از دستور **Findpeak** و **period** دوره تناوب آن را مییابیم و محاسبه میکنیم که چند دوره تناوب دراین قسمت قرار میگیرد.

T=0.08 , Length Time = 5s , N = 5/0.08=62.5

2) دراین قسمت نیزباتوجه به فرکانس **Fs** طیف سیگنال را با دستور **fft** رسم کرده ام.

باتوجه به بازه 5 ثانیه ای و فرکانس اولیه دراین قسمت ما با 2500 نقطه سروکار داریم.

N=500*5=2500

پس با این اطلاعات از محور فرکانسی به محاسبه فرکانس برق شهر میپردازیم.

باتوجه به Figure4 به محاسبه فرکانس نویزبرق شهر میپردازیم.

First dot after Max = 1500 , N/2=2500/2=1250

Power_Line = (1500-1250) / N = 250/2500 * fs = 0.1 * 500 =50 Hz

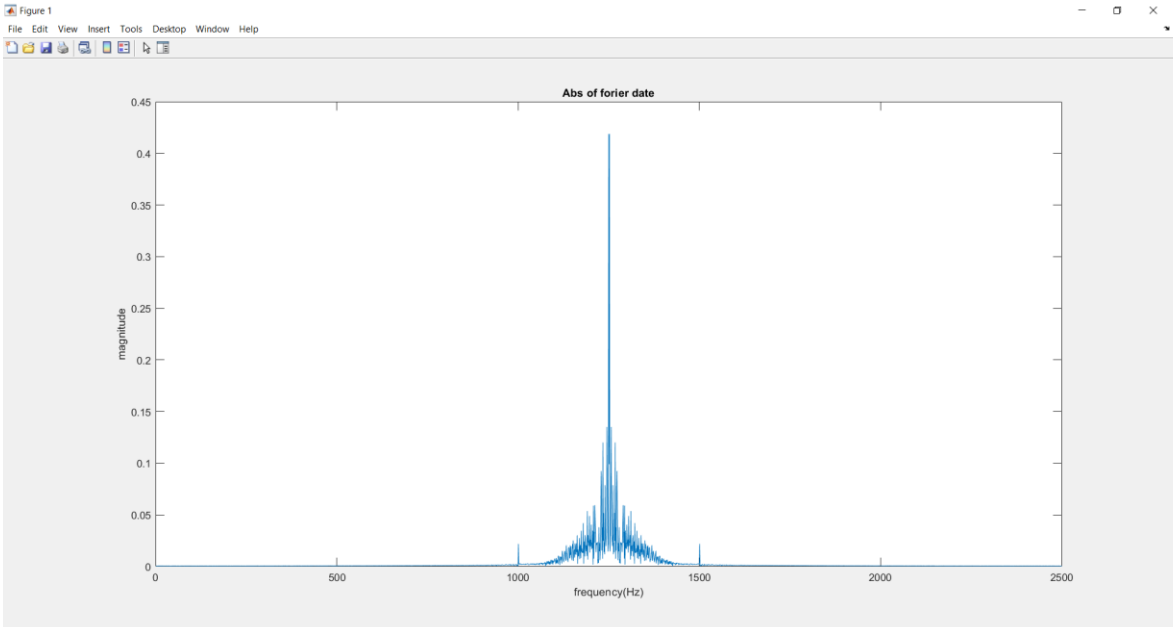

Figure 4

درآخر نیز به نمایش Output ها میپردازیم.

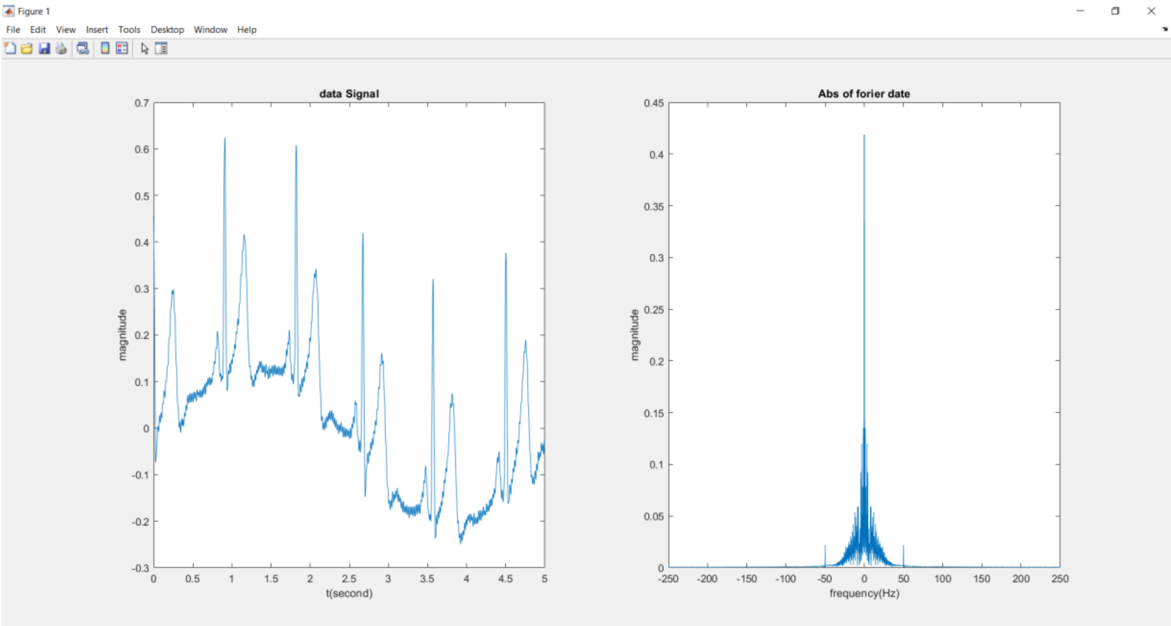

Figure 5

2.2)حذف نویز فرکانس پایین

فیلتر بالاگذر فیلتری است که فرکانس های بالاتراز حدخاصی را عبورمیدهد و فرکانس های پایین تر از آن را نیز تضعیف میکند.دراین سوال نیز با یک فیتلر بالاگذرسروکار داریم که قراراست این نویز فرکانس را ازبین ببرد.

طبق طیف مشاهده شده در Figure5 این نویز به صورت تقریبی در بازه فرکانسی $-9<f<9$ Hz قرار دارد.

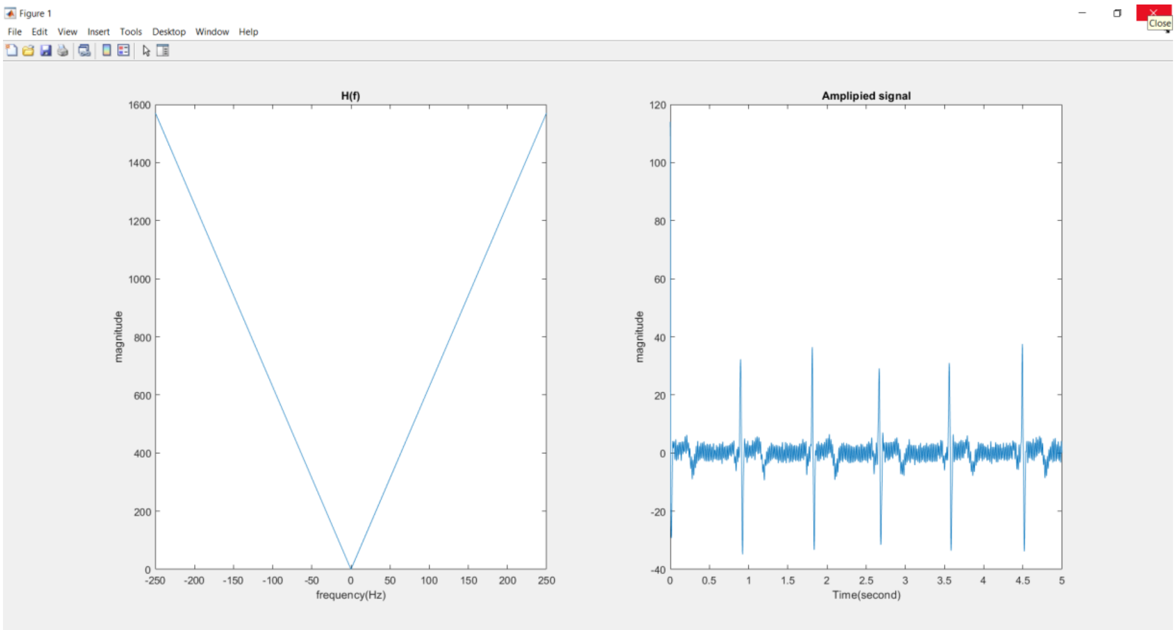

Figure 6

همانطور که در نمودار بالا دیده میشود ما میتوانیم به صورت شهودی با توجه به منحنی H(f) فیلتر داده شده که همان مشتق گیر است به بالاگذربودن فیلتر مذکور پی ببریم.میدانیم که فرکانس های اطراف صفر فرکانس های پایین هستند که به وضوح این فیلتر انها را تضعیف میکند.

در نمودار سمت راست نیز پس از عبور دادن از فیلتر بالاگذر سیگنال حوزه زمان دوباره رسم شده و مشاهده میشود اندکی smooth تر شده و نویزهای فرکانس پایین آن حذف شده اند.

2.3)حذف نویز فرکانس بالا

دراین سوال با فیلتر باتروث سروکار داریم که یک فیلترپایین گذر است و نویزهای فرکانس بالا را تضعیف کرده و از بین میبرد. این فیلتر دارای 2پارامتر میباشد که برابر با فرکانس قطع و مرتبه فیلتر میباشد.

همان طورکه میدانیم هرچه مرتبه فیلتر افزایش پیدا کند، شیب تندتر و باند توقف ایده‌آل‌تر می‌شود.

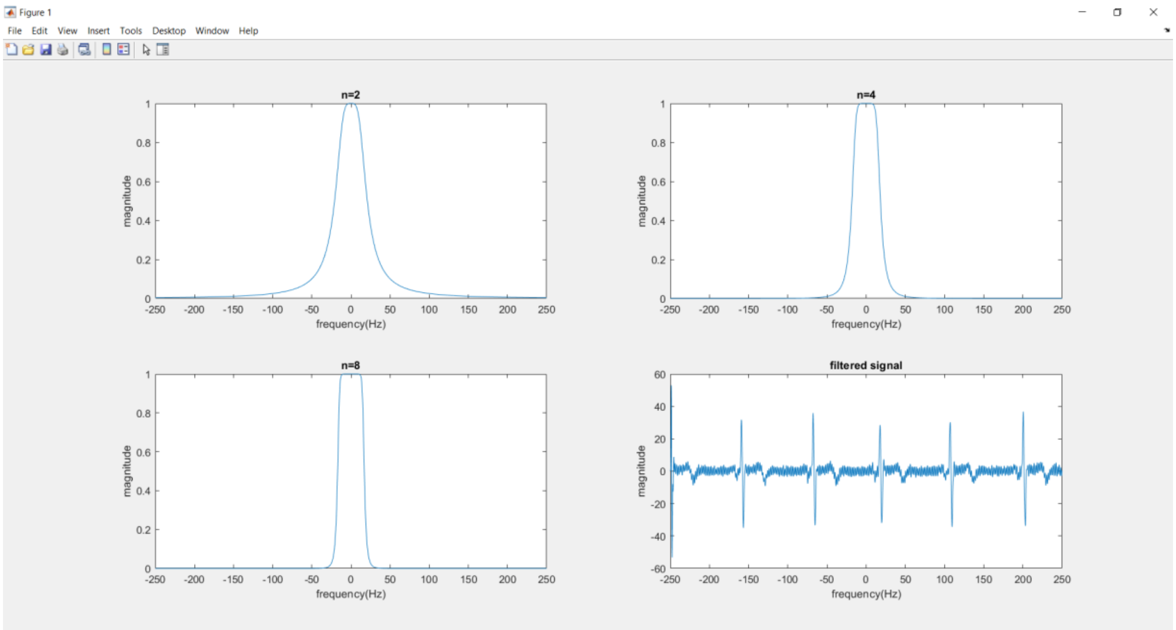

Figure 7

همانطور که درنمودار بالا دیده میشود با افزایش مقدار n شیب تندتر میشود.

فیلتر این قسمت نیز با تضعیف فرکانس های بالا و حفظ فرکانس های میانی مارا در رسیدن به سیگنال نهایی کمک میکند.

2.4) حذف نویز فرکانس میانی

دراین قسمت از یک فیلتر میان نگذر بسیار تیز استفاده شده تا بتواند دربازه بسیار کوچک نویز برق شهر f=50Hz نویز را حذف کند این فیلتر notch نام دارد.

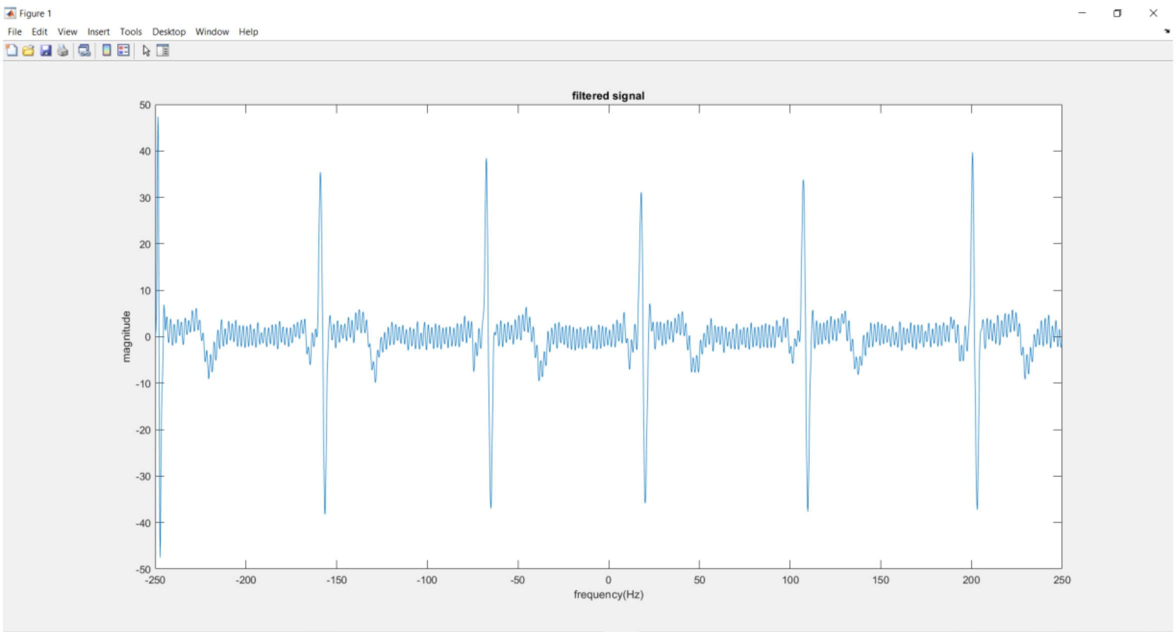

Figure 8

همانطور که در نمودار بالا دیده میشود دراین قسمت نیز یک مرحله به رسیدن سیگنال نهایی نزدیک میشویم.و مقداری از نویزها تضعیف میشوند.

2.5) بدست آوردن ضربان قلب

دراین قسمت میخواهیم بااستفاده از تابع خودهمبستگی نرخ ضربان قلب را بدست بیاوریم.

نحوه کارکرد = شروع میکندتابع را شیفت میدهدو همبستگی را بررسی میکند و ضریب همبستگی را محاسبه میکند .

ازکاربردهای آن نیز محاسبه دوره تناوب در سیگنال متناوب و پیداکردن ضربان قلب و امثالهم میباشد.

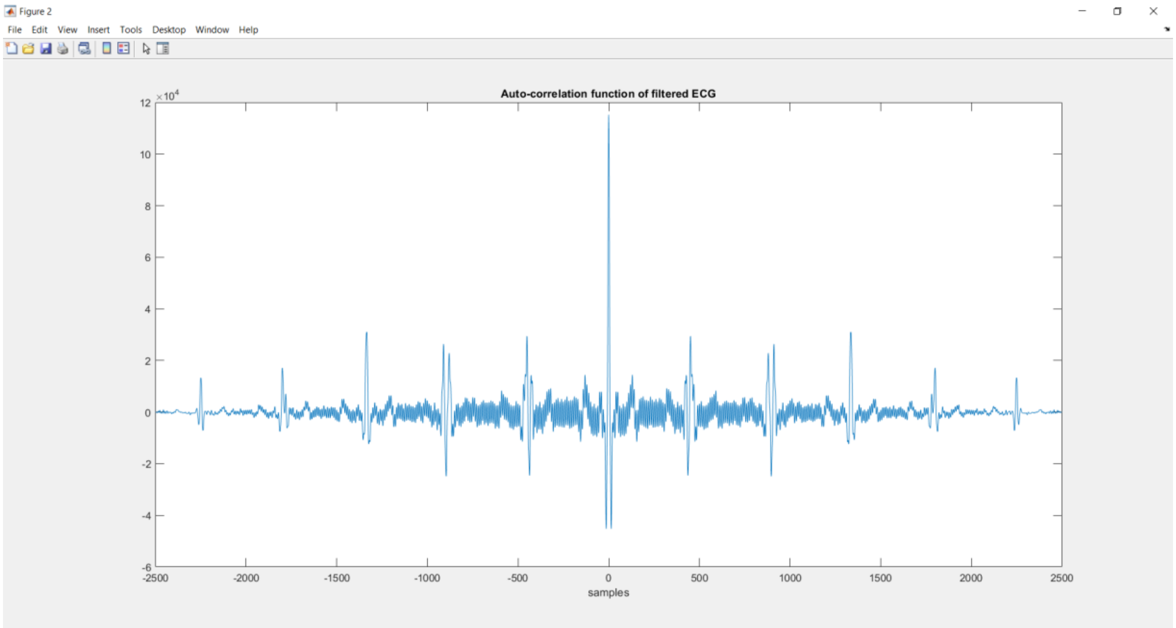

Figure 9

محاسبه ضربان قلب= ابتدا بازه بین 2 پیک متوالی را حساب میکنیم که به صورت تقریبی و شهودی برای نمودار بالا 450 میباشد.

Rate = L/Fs=450/500=0.9

حال ازانجا که ضربان قلب بر دقیقه میباشد ان را تبدیل میکنیم.

Final_rate=60/0.9 = 67