



دانشکده فنی دانشگاه تهران

دانشکده برق و کامپیوتر

---

تمرین کامپیوتری ۲ پردازش سیگنال های زمان گسسته

---

رایانامه

Nikraftarf75@gmail.com

طراح:

فاطمه نیک رفتار

دانشجویان عزیز، قبل از پاسخ‌گویی به سوالات به نکات زیر توجه کنید:

۱. شما باید فایل ها و گزارش خود را با الگو DSP\_CA2\_StudentNumber.zip در محل تعیین شده آپلود کنید.
۲. گزارش کار شما نیز از معیار های ارزیابی خواهد بود، در نتیجه زمان کافی برای تکمیل آن اختصاص دهید.
۳. در صورت هرگونه شباهت در گزارش کارها طبق مقررات با طرفین برخورد خواهد شد و هیچ گونه عذری قابل قبول نخواهد بود.
۴. شما میتوانید سوالات خود را از طریق ایمیل [nikraftarf75@gmail.com](mailto:nikraftarf75@gmail.com) پرسید.

۱. همانطور که می دانیم فیلترها دسته مهمی از سیستم های LTI هستند. به طور دقیق هر سیستمی که مولفه های فرکانسی خاصی از سیگنال ورودی را عبور می دهد و بقیه را حذف می کند فیلتر فرکانس گزین نامیده می شود. اما به طور عام، به هر سیستمی که بعضی فرکانس ها را به شیوه ای متفاوت از بقیه می گذراند فیلتر می گوئیم. در طراحی فیلتر گسسته در زمان، به صورت تئوری می خواهیم پارامترهای یک تابع تبدیل یا معادله تفاضلی را به گونه ای تعیین کنیم که پاسخ ضربه یا پاسخ فرکانسی خاصی با تقریب خوبی ایجاد شود<sup>۱</sup>. اما در عمل، روش های رایج برای این کار پیاده سازی شده اند و می توان با استفاده از نرم افزار این فیلترها را با شرایط مورد نظرمان بدست آوریم. در این تمرین قصد داریم با نحوه ی طراحی فیلتر در MATLAB با استفاده از ابزار Filter Designer آشنا شویم. در این راستا Help برنامه MATLAB بسیار به شما کمک خواهد کرد.

(آ) با استفاده از دستور "audioread" فایل صوتی نویز دار "NoisySound.wav" را بخوانید. با استفاده از دستور "sound" فایل را پخش کنید. همانطور که مشاهده می کنید این فایل دارای نویز تک تون (Single Tone Noise) می باشد. با استفاده از دستور 'fft' و 'fftshift'، اندازه طیف متفازن سیگنال را در بازه  $-\frac{F_s}{2} \leq \omega \leq \frac{F_s}{2}$  رسم کنید.

(ب) با مشاهده طیف فرکانس رسم شده در قسمت قبل، فرکانس نویز تک تون را می توانید ببینید. با استفاده از ابزار "FilterDesigner" فیلتری طراحی کنید تا این نویز را حذف کند. برای طراحی خود از فیلتر میان نگذر -Band stop) بصورت FIR استفاده کنید و باید حداقل مرتبه را داشته باشد. مقادیر فرکانس های قطع و همچنین تضعیف باند های مختلف را می توانید به دلخواه خود تنظیم کنید. سعی کنید در انجام این کار فیلترتان حداقل مرتبه ممکن

<sup>1</sup> Oppenheim, A.V., Schafer, R.W. (2009). *Discrete-Time Signal Processing*. Prentice Hall.

را داشته باشد. بعد از طراحی فیلتر آن را به درون workspace انتقال دهید (آن را export کنید) و با استفاده از دستور "freqz" پاسخ فرکانسی آن را رسم کنید. متغیری که درون workspace برای فیلتر شما آمده است را درون پوشه مربوط به این سوال ذخیره کنید و نام آن را در گزارش کار قید کنید.

(ج) با استفاده از دستور "sound" سیگنال بدون نویز را پخش کنید. سپس با استفاده از دستور "audiowrite" آن را به درون فایل با نام "NoiseLess.wav" بنویسید.

(د) فایل ساخته شده در قسمت قبل را بخوانید و آن را از فیلتر دیجیتال FIR با مشخصات زیر عبور دهید:

- Equiripple

- فرکانس قطع باند عبور: 2000 Hz

- فرکانس قطع باند حذف: 2500 Hz

- مرتبه ۳۵

(د-۱) سیگنال را قبل و بعد از فیلتر کردن پخش کنید. فیلتر را همانند بخش ب درون پوشه ذخیره کنید و نام آن را در گزارش کار قید کنید.

(د-۲) سیگنال ها را قبل و بعد از فیلتر در حوزه زمان رسم کنید. به صورت شهودی بیان کنید انتظار چه چیزی از شکل موج سیگنال ها در حوزه زمان داشتید و آیا این انتظار برآورده شده است.

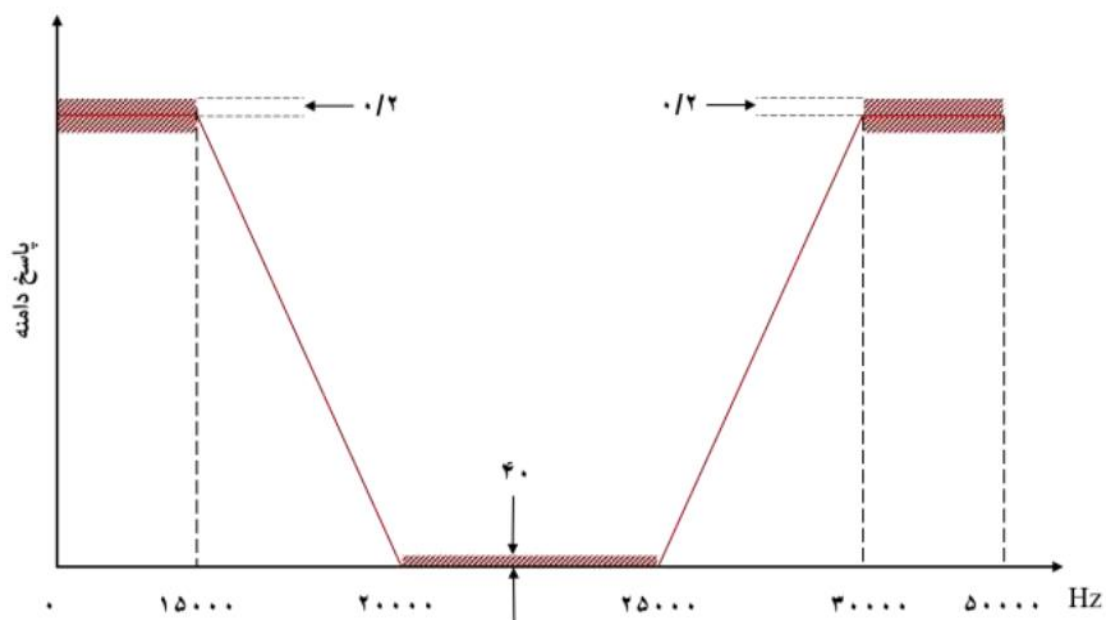
(د-۳) اندازه طیف سیگنال ها را به صورت مقارن (با استفاده از دستور "fftshift") قبل و بعد از فیلتر کردن رسم کنید.

(د-۴) مانند بخش ب فیلتر را به درون workspace انتقال دهید و با استفاده از دستور "freqz" پاسخ فرکانسی آن را رسم نمایید.

(د-ه) کل بخش (د) را برای فیلتر بالاگذر IIR با مشخصات زیر تکرار کنید.

- Butterworth
- فرکانس قطع باند حذف : 5800 Hz
- فرکانس قطع باند عبور : 5900 Hz
- حداقل تضعیف باند حذف : 80 dB
- حداکثر تضعیف باند عبور : 3 dB

۲. یک فیلتر میان ناگذر آنالوگ مطابق شکل زیر داریم:



(آ) این فیلتر را در محیط Filter Designer به روش Elliptic با کمترین مرتبه طراحی کنید.

(ب) نمودار اندازه و فاز، group delay و صفر و قطب فیلتر را رسم کنید و برای هرکدام توضیح مختصری ارائه

دهید.

موفق باشید.