

دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده‌ی برق و کامپیوتر



مهلت تحویل : 14/3/1401	تکلیف شماره ی پنج "طراحی فیلتر ها" طراح : وحید یزدنیا	پردازش سیگنال های دیجیتال بهار 1401
---------------------------	---	--

1- مهلت تحویل تمرین تا آخر روز شنبه 14s خرداد ماه است. 2- امکان تحویل تمرین با تاخیر وجود ندارد. 3- در صورتی که در ارزیابی تمرین ها تقلبی بین گروهی از دانشجویان مشاهده شود، تمامی افراد دخیل در تقلب مجازات می شوند و کل نمره ی تمرین را از دست می دهند.	تذکر:
---	-------

سوال 1 : اندازه تابع تبدیل $H(z)$ فیلتر چپی شف با کمترین درجه را طوری بدست آورید که شرایط زیر برای فیلتر برقرار باشد. توجه شود که برای تبدیل فیلتر آنالوگ به دیجیتال و برعکس از تبدیل **bilinear** استفاده شود. $Td = 10^{-6}$ فرض شود.

مشخصات فیلتر دیجیتال:

1. ریپل مجاز باند عبور -2dB در باند $0 < \omega < \frac{\pi}{2}$ می باشد.
2. در باند تضعیف $0.6\pi < \omega < \pi$ حداکثر مقدار تابع تبدیل برابر -80dB باشد.

سوال 2 : با توجه به شرایط زیر برای یک فیلتر پایین گذر کمترین درجه را برای هر یک از فیلتر های باثرورت چپی شف و بیضوی با توجه به تبدیل **bilinear** برای تبدیل فیلتر آنالوگ به دیجیتال بدست آورید.

1. ریپل باند گذر $0.5\text{dB} >$
2. فرکانس عبور 1.2KHz
3. تضعیف باند قطع $40\text{dB} <$
4. فرکانس قطع 2KHz
5. نرخ نمونه برداری 8KHz
6. $Td = 1$

انتظار می رود که کمینه درجه فیلتر بیضوی را با مطالعه در مورد این فیلتر بدست آورید.

سوال 3: پاسخ فرکانسی فیلتر ایده آل Multiband دیجیتال زیر را در نظر بگیرید:

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} e^{-\frac{j\omega M}{2}}, & 0 < \omega < 0.3\pi \\ 0, & 0.3\pi < \omega < 0.6\pi \\ 0.3 e^{-\frac{j\omega M}{2}}, & 0.6\pi < \omega < \pi \end{cases}$$

پاسخ ضربه $h_d[n]$ در یک پنجره Kaiser با $\beta=3.68$, $M=48$ ضرب می شود. نتیجه یک فیلتر FIR فاز خطی با پاسخ ضربه $h[n]$ است.

الف) تاخیر فیلتر فاز خطی را بدست آورید.

ب) پاسخ ضربه فیلتر ایده آل را بدست آورید. ($h_d[n]$)

ج) پارامترهای مجهول در پاسخ فرکانسی تابع تبدیل تقریب زده شده با پنجره Kaiser را بیابید.

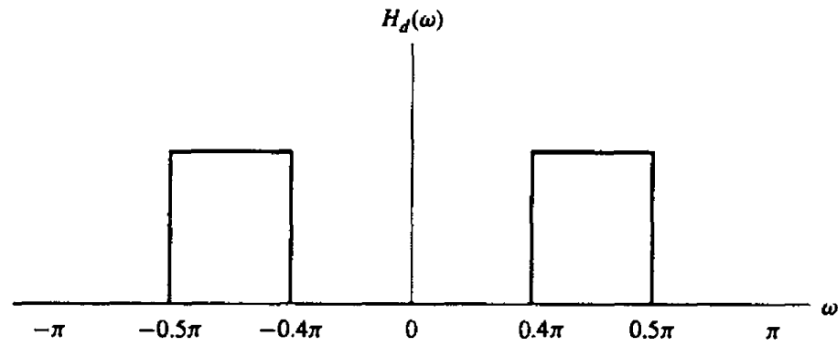
$$\begin{aligned} B - \delta_1 &\leq |H(e^{j\omega})| \leq B + \delta_1, & 0 &\leq \omega \leq \omega_{p1} \\ |H(e^{j\omega})| &\leq \delta_2, & \omega_{s1} &\leq \omega \leq \omega_{s2} \\ C - \delta_3 &\leq |H(e^{j\omega})| \leq C + \delta_3, & \omega_{p2} &\leq \omega \leq \pi \end{aligned}$$

سوال 4: یک فیلتر دیجیتال پایین گذر با شرایط زیر مطلوب است. ابتدا $H(s)$ پاسخ فرکانسی تابع تبدیل آنالوگ را پیدا کرده و سپس $H(z)$ پاسخ فرکانسی دیجیتال فیلتر مطلوب را پیدا کنید.

از روش **impulse invariance** برای تبدیل تابع تبدیل ها استفاده کنید. ($T_d = 1$)

1. ریبیل باند عبور کمتر از **-1dB**
2. فرکانس باند عبور **0.2π**
3. تضعیف باند قطع بیشتر از **15dB**
4. فرکانس باند قطع **0.3π**

سوال 5: پاسخ فرکانسی تابع تبدیل زیر را در نظر بگیرید:



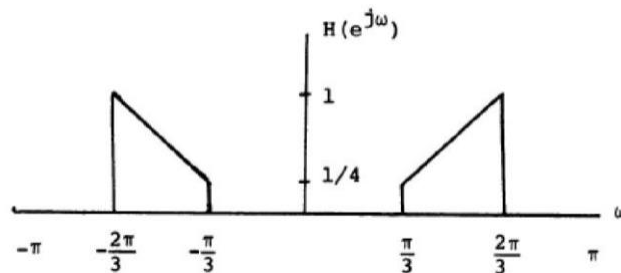
الف) پاسخ ضربه فیلتر مذکور $h_d[n]$ را بدست آورید.

ب) پنجره hamming زیرا را با $M=201$ در نظر بگیرید.

$$w(n) = 0.54 + 0.46 \cos\left(\frac{2\pi}{M-1}n\right) \quad -\frac{M-1}{2} \leq n \leq \frac{M-1}{2}$$

پاسخ ضربه فیلتر FIR و علی $h[n]$ در بازه $0 < n < 200$ را که حاصل پنجره گذاری مذکور می باشد را بدست آورید.

سوال 6: شکل زیر پاسخ فرکانسی یک فیلتر دیجیتال نشان داده شده است.



الف) مشخصات پاسخ فرکانسی سیستم آنالوگی که بدون aliasing با اعمال روش Imp.Inv به فیلتر دیجیتال بالا تبدیل می شود را بدست آورید و آن را رسم کنید.

ب) مشخصات پاسخ فرکانسی سیستم آنالوگی که بدون aliasing با اعمال روش Bilinear به فیلتر دیجیتال بالا تبدیل می شود را بدست آورید و آن را رسم کنید.

سوال 7 : در این سوال می خواهیم تا از یک فیلتر درجه دو پایین گذر آنالوگ باترورث ، یک فیلتر دیجیتال میان گذر طراحی کنید. فرکانس های میانی باند عبور این فیلتر $\omega_1 = 5\pi/12$, $\omega_2 = 7\pi/12$ می باشند. فیلتر آنالوگ نیز به شرح زیر می باشد:

$$H(s) = \frac{1}{s^2 + \sqrt{2}s + 1}$$

پاسخ فرکانسی فیلتر دیجیتال را بدست آورید. (از تبدیل Bilinear استفاده کنید).

نکات پایانی :

الزامی به تایپ جواب سوالات نیست و می توانید از دست نوشته های خود عکس بگیرید و فایل pdf اسکن جواب هایتان را ارسال کنید. دقت کنید که عکس های شما کیفیت کافی را داشته باشد و جواب های شما خوانا باشند.

در نهایت فایل pdf را با الگوی DSP_HW#[...]_FullName_SID نامگذاری و در سایت درس آپلود کنید.

در صورتی که درباره ی سوالی ابهام داشتید می توانید در قسمت پرسش و پاسخ درسی صفحه ی درس در سایت elearn آن را مطرح کنید و یا سوال خود را از طریق ایمیل بپرسید.

vahidyazdnian1378@gmail.com