

ДИГИТАЛНА ОБРАДА СИГНАЛА, 1. колоквијум 2016/17.

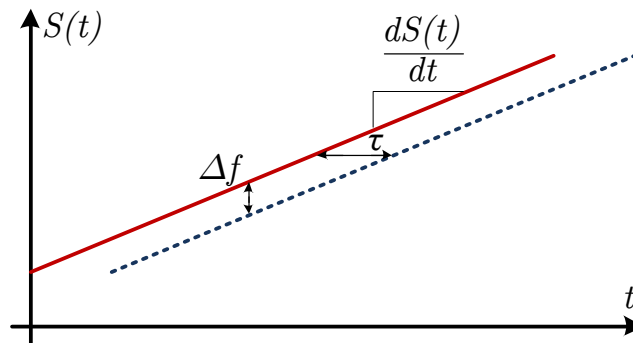
Важне напомене: Колоквијум се ради 2 сата. Дозвољено је коришћење литературе искључиво у папирном облику. Једина литература у електронском облику која је дозвољена се налази на диску са именом *Materijali*. На рачунаре се пријављујете са корисничким именом које је исто као и за студентске сервисе, само без слова „d“ на крају (пример: Марко Петровић, бр. индекса 2016/0024, корисничко име: pm160024).

MATLAB се покреће из виртуелне машине коју покрећете из програма *VMware player*. Уколико програм тражи некакву адресу електронске поште укуцајте било шта само да је облика *e-mail* адресе, нпр. *a@a.com*. Виртуелна машина се покреће кликом на *Open a Virtual Machine* и одабиром машине која се налази на *C:\Temp*. По завршетку рада, све тражене фајлове копирати на **Rad (L:) диск!** Једино се тако решења чувају на серверу. Ако фајлови остану у било ком другом директоријуму, нпр. *Desktop* они се аутоматски бришу оног тренутка када се одјавите са рачунара, што повлачи 0 поена на колоквијуму. Пожељно је у току рада повремено чувати текуће верзије фајлова из виртуелне машине на **Rad (L:) диск** за случај да се десе неки технички проблеми.

Одговоре на питања и тражена образложења написати у коментарима на одговарајућим местима у коду. **Не** користити наредбу `pause` у финалном коду. Сви графици морају имати обележене осе и наслове. На почетку сваког фајла написати име, презиме и број индекса. На почетку главних фајлова за сваки задатак навести наредбе `clear all` и `close all`. Све фајлове везане за задатак X сместити у директоријум са именом „zadatak_X“. Непощтовање ових напомена повлачи одузимање поена.

Задатак 1.

Потребно је урадити фреквенцијску анализу сигнала променљиве учестаности који се користи у сонарским системима. Сонари раде тако што пошаљу звучни талас у неком смеру и чекају да се тај талас одбије од објекта уколико он постоји. Време које протекне од тренутка слања сигнала до пријема повратног сигнала је време за које звучни талас пређе растојање до објекта и назад. На основу тог времена и брзине простирања таласа може се одредити удаљеност објекта од сонара. У овом задатку је потребно урадити фреквенцијску анализу једног сигнала који се састоји од збира сигнала који емитује сонар и примљеног сигнала. Услед слабљења током простирања, примљени сигнал је значајно мање амплитуде од сигнала који се шаље. Сигнал који се шаље је синусни линеарно променљиве учестаности (*CHIRP* сигнал), а пошто је објекат од кога се одбија сигнал велики и примљени сигнал је истог облика. На слици је приказана скица спектрограма ова два сигнала, где црвена пуна линија представља послати сигнал, а плава испрекидана примљени сигнал.



Секвенца коју је потребно анализирати се налази на диску са именом *Materijali* и зове се `chirp_sonar.wav`. У конкретном примеру је примљена компонента амплитуде која је једнака 0,024 амплитуде послате. За анализу се користи спектрограм и Хамингова прозорска функција. За учитавање користити `wavread` функцију која се користи исто као и `audioread` функција због тога што `audioread` функција не постоји у верзији *MATLAB*-а која се користи на овом колоквијуму.

- [5 поена] У *MATLAB*-у учитати дискретни сигнал из фајла `chirp_sonar.wav` и приказати временски облик сигнала (временску осу приказати у секундама).
- [15 поена] Написати функцију `side_lobes_atten(win)` која као улаз прима секвенцу одбирака било које прозорске функције `win`, рачуна дискретну Фуријеову трансформацију у 16 пута више тачака него што је дужина секвенце, а затим рачуна минимално слабљење бочних лукова и њега враћа као повратну вредност.
- [15 поена] Нацртати зависност минималног слабљења бочних лукова Хаминговог прозора од дужине секвенце за дужине од 10 до 300 одбирака у корацима по 2. На истом графику црвеном бојом нацртати праву $y = A_{sla} = A_{sonar} + 10\text{ dB}$, где је A_{sonar} однос амплитуде послате и примљене компоненте у dB. На месту пресека одредити дужину секвенце N_{min} за коју се добија прозорска функција код које је $A_{sla} = A_{sonar} + 10\text{ dB}$.
- [5 поена] Генерисати $N = N_{min}$ одбирака Хамингове прозорске функције и приказати их на посебном графику.
- [10 поена] Урадити прозорску Фуријеову трансформацију (*Short Time Fourier Transform*) учитаног сигнала и приказати његов спектрограм. Одсецање сигнала радити

Хаминговом прозорском функцијом дужине 800 одбирака. Преклапање треба да буде 90%. На посебној слици приказати спектрограм код кога се користи правоугаона прозорска функција једнаке дужине и упоредити резултате. У коментарима укратко објаснити разлике у резултатима.

ђ) [10 поена] Са спектрограма одредити време које је протекло од тренутка слања до тренутка пријема и на основу њега у коментару написати која је удаљеност објекта од кога се одбија талас који се шаље, ако је брзина звука у води 1484 m/s. Резултат написати у коментару.

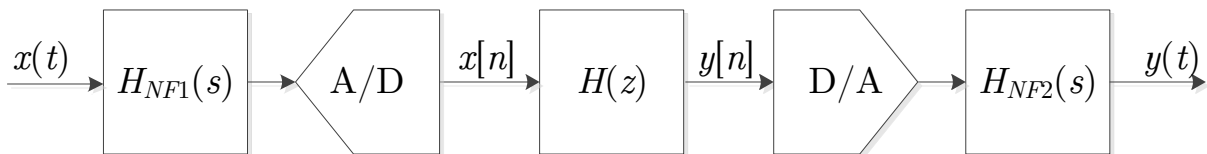
е) [10 поена] Проценити максималну ширину која се сме узети за израчунавање прозорске Фуријеове трансформације тако да се на спектрограму виде сигнали који потичу и од инцидентног и од рефлектованог таласа? У коментару образложити због чега постоји ово ограничење.

Задатак 2.

На слици је приказан систем за дигиталну обраду сигнала. Учестаност одабирања у систему је $f_S = 10 \text{ kHz}$. На улаз система долази сигнал $x(t) = 1 \text{ V} \cos(2\pi f_1 t) + 1 \text{ V} \cos(2\pi f_2 t) + 1 \text{ V} \cos(2\pi f_3 t)$, где су $f_1 = 1000 \text{ Hz}$, $f_2 = 2600 \text{ Hz}$, $f_3 = 4000 \text{ Hz}$. Сигнал $x(t)$ се дискретизује и пропушта кроз систем $H(z)$ који је описан диференцом једначином:

$$y[n] = 2r \cos(\theta)y[n - 1] - r^2y[n - 2] + x[n] - 2 \cos(\theta)x[n - 1] + x[n - 2],$$

где је $r = 0,9$, а θ је такво да овај систем не пропушта спектралне компоненте на учестаности f_2 .



а) [10 поена] Одредити функцију преноса $H(z)$ и нацртати амплитудску карактеристику овог система. Амплитудску карактеристику цртати у децибелима при чему учестаности треба да буду у опсегу од 0 до $f_S/2$. Да ли је овај систем IIR или FIR типа? Образложити одговор у коментару.

б) [8 поена] Нацртати 50 одбирака импулсног одзива система одређеног преносном функцијом $H(z)$ и распоред полова и нула овог система. Укратко објаснити због чега настају осцилације у импулсном одзиву, шта одређује њихову учестаност, а шта брзину ишчезавања.

в) [7 поена] Одредити одзив $y[n]$ искључиво коришћењем дискретне Фуријеове трансформације и инверзне дискретне Фуријеове трансформације за временски интервал $0 \leq t \leq 0,1 \text{ s}$. Нацртати временске дијаграме сигнала $x(t)$ и $y(t)$.

г) [5 поена] На посебној слици, али на две подслике, нацртати амплитудске карактеристике сигнала на улазу и сигнала на излазу из система.