

План рада Практикума из дигиталних сигналних процесора

Професор: Слободан Н. Вукосавић, boban@etf.rs

Асистент: Драган С. Михаић, dragan84m@etf.rs

| | |
|---|---|
| Уводно предавање..... | 1 |
| Вежбање у изради и тестирању ДСП програма | 1 |
| Провера знања | 3 |
| Семестрални рад | 3 |
| Формирање коначне оцене..... | 3 |
| Теме за семестрални рад | 4 |

Уводно предавање

У обиму од 4 часа, проф. Слободан Н. Вукосавић упознаје студенте са следећим

- Улога и типичне примене ДСП у енергетици
- Управљање, надзор, идентификација структуре и параметара
- Специфичности примене ДСП у управљању, заштити и дијагностици
- Основне разлике између Фон Нојманове и Хардварске архитектуре
- Значај МАС циклуса и хардверског множача
- Информативно:
Упознавање са улогом основних регистара архитектуре ДСП, могућности за једновремено/паралелно обављање већег броја операција, увид у карактеристичне инструкције и мнемонике, проблематика директног и индиректног адресирања, демонстрација израде асемблерског програма

Вежбање у изради и тестирању ДСП програма

Након уводног излагања, асистент Драган Михаић евидентира студенте и дели их у групе. Свакој групи се додељује 9 термина од којих сваки траје 2 сата. Термини су распоређени на 9 седмица (један термин седмично). Према начињеном распореду, студенти долазе у кабинет 27 у наведеним терминима где ће вежбати и обучавати се уз помоћ асистента Драгана Михаића. У сваком од девет термина студенти ће се обучавати и вежбати у практичном решавању следећих проблема:

С1 (1.седмица):

- Анализа и тестирање програма addsubmpu.asm који обухвата математичке операције: сабирање, одузимање и множење. Улога инструкције LDP. Вежбају се инструкције које се користе за

имплементацију рачунских операција: LACC, ADD, SUB, LT, MPY, PAC, SACL. Символ #.

- Специфичност представљања негативних бројева.
- Одређивање највећег позитивног и негативног броја.
- Улога опције CNF. Утицај опција SXM и SPM на коректност и тачност математичких операција.

C2 (2.седмица):

Анализа и тестирање програма divu.asm који се бави проблематиком дељења два неозначена броја. Објашњење инструкције условног одузимања SUBC, као и инструкција RPT, SACH, SPH, ABS, BGEZ и NEG. Анализа опције OVM. За домаћи задатак студент треба да анализира случај дељења два означена броја, на основу досадашњег пређеног градива.

C3 (3.седмица):

Анализа и тестирање програма sqrt.asm који се бави проблематиком проналажења квадратног корена из неозначеног броја. Објашњење рада логичких операција OR и AND . Улога инструкција BGZ, CMPL, BZ, NOP. За домаћи задатак студент треба да анализира случај дељења два означена броја, на основу досадашњег пређеног градива.

C4 (4.седмица):

Анализа и тестирање програма mru_vect.asm који се бави проблематиком множења два вектора. Објашњење адресних регистара AR, инструкција ZAC, LAR, MAR, LTA И APAC .

C5 (5.седмица):

Анализа и тестирање програма first_order_filter.asm који се бави проблематиком филтра првог реда. Објашњење учитавања података из улазне датотеке као и у уписа података у улазну датотеку. Анализа дељења са 16 са циљем очувања тачности резултата податка који се уписује у излазну датотеку. Улога инструкције ADDS.

C6 (6.седмица):

Објашњење принципа рада Ноч филтра, улога , предности и мане. Представа филтра у Лапласовом и дискретном домену. Уочавање зависности тренутног излаза од претходних улаза и излаза и њен шематски приказ.

C7 (7.седмица):

Анализа и тестирање програма notch_filter.asm који се бави проблематиком ноч филтра. Улога инструкција SPLK, LTD и NORM *.

C8 (8.седмица):

Имплементација филтра првог реда и ноч филтра у Лапласовом и дискретном домену у програмском пакету Matlab. Анализа утицаја промене коефицијената пригушења полова и нула ноч филтра на амплитудску карактеристику. Повезивање излазних датотека програма first_order_filter.asm и notch_filter.asm са Matlab-ом. Цртање одговарајућих излаза када је на улазу у филтар Хевисајдов сигнал.

9.седмица:

Подела семестралних радова.

Провера знања

Знања и вештине стечени током интерактивне наставе C1-C8 верификују се усмено, у директном контакту са асистентом и/или професором тако што кандидат одговара на одређени број краћих питања везаних за вежбања C1-C8. Термин испитивања ће бити заказан по окончању вежбања C8.

Семестрални рад

Студенти који са успехом прођу проверу знања и желе да добију већу оцену могу да раде семестрални рад. Семестрални рад резултује **функционалним програмом** који ће се демонстрирати асистенту као и **писаним извештајем**, који ће бити предат асистенту у попуњеној вежбанци.

Преузимање тема за семестрални рад

- Сваки од кандидата ће најкасније 4 седмице пре краја семестра добити једну од тема датих на крају документа.
- Асистент Драган Михаић ће током сусрета C4 или C5 анкетирати студенте како би сазнао планирају ли да раде семестрални рад и желе ли да добију задатак из групе тема 1, 2 или 3 (нумеричка математика, електроенергетика, дигитални филтри). Истом приликом ће се регистровати и парови који желе да добију тежи задатак који ће радити скупа.
- На основу овако прикупљених података и бројева индекса, сваком студенту ће бити додељена по једна тема. Листу са именима студената и додељеним темама ће студентима послати професор електронском поштом. Теме ће бити додељене у време сусрета C8 а најкасније 4 недеље пре краја семестра.
- Уколико постоје студенти који желе да размене добијене теме, они то могу учинити у року од 7 дана након пријема тема тако што ће се обратити асистенту у време консултација.
- Уколико се студент који није желео да ради семестрални рад предомисли, биће му додељена једна од преосталих тема по избору асистента и/или професора.

Формирање коначне оцене

Студенти који успешно савладају вежбања C1-C8 и покажу успех током провере знања добиће прелазну оцену без израде семестралног рада. За већу оцену, студенти раде семестрални рад.

Предмет одбране семестралног рада је кодирани програм и резултати симулације - односно верификације. Семестрални рад се брани уз коришћење рачунара и уз присуство професора С. Н. Вукосавића и асистента Драгана Мићића. Термин испитивања се може добити од асистента Драгана Мићића. Семестрални рад се може бранити у јануарском испитном року или у јунском испитном року. Добијена оцена зависи постигнутих резултата. Пуно разумевање проблема и успешно тестирање кода даје оцену 10 (десет).

Теме за семестрални рад - група 1 - Нумеричка математика

1. Направити програм који множи две матрице, А и Б, димензија 4*4, и који даје матрицу Ц. За адресирање елемената матрице, користити помоћне регистре, AR1, AR2, и AR3. Елементи матрица А и Б су 16-битни позитивни бројеви мањи од 128, док су елементи матрице Ц 16-битни позитивни бројеви.
2. Направити програм који одређује детерминанту матрице димензија 4*4. Елементи матрице су 16-битни цели позитивни бројеви у опсегу од 0 до 15.
3. Направити програм који инвертује матрицу димензија 3*3. Елементи матрице су 16-битни цели позитивни бројеви у опсегу од 0 до 31.
4. Написати програм који израчунава вредност функције $\sin(x)$ развојем у ред. Користити прва два члана реда. Улазни аргумент је угао чија је промена $[0 \dots 2\pi]$ представљена 16-битним бројем који се мења од 0 до 4096. Угао је потребно најпре свести на опсег од 0 до 90 степени. Резултат приказати у 16-битној аритметици тако да вредности 1 одговара број 0x1000h док броју -1 одговара број 0xf000h.
5. Написати програм који одређује квадратни корен применом нумеричке итеративне методе. (Напомена: тражити $\sqrt{1/x}$). Показати да се број потребних итерација смањује свођењем улазног аргумента на опсег 0.5 .. 1. (Свођење се чини множењем са 4^n).
6. (задатак који раде два кандидата)
Бројеви a , b , c , и x су представљени у Q12 формату. То значи да су вредности +/-1 представљени бројевима 0x1000h и 0xf000h. Написати програм који одређује решења квадратне једначине:
$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$$
при чему је неопходно водити рачуна о томе да вредност међурезултата може прекорачити +/-7.000, па се морају представљати 32-битним бројевима.

7. Начинити програм за множење два 32-битна означена броја који даје 64-битни резултат. Сваки 32-битни број се смешта у меморију тако што се горњих 16 бита и доњих 16 бита смештају у засебне локације, Value_High и Value_Low

Теме за семестрални рад - група 2 - Електроенергетика

8. (задатак који раде два кандидата)
Дати су вектори напона и струја симетричног трофазног система напона и струја са по 16 одбирака који су узорковани током једног периода мрежног напона: $U1[16]$, $U2[16]$, $U3[16]$, $I1[16]$, $I2[16]$, $I3[16]$. Направити програм који одређује привидну снагу S . Струја је исказана у [mA], напон у [V], познато је $U_{nom} = 6 \text{ kV}$, $I_{nom} = 6 \text{ A}$. Снага S се одређује као 32-битни број који се смешта у меморију тако што се горњих 16 бита и доњих 16 бита смештају у засебне локације, Value_High и Value_Low.
9. Дати су вектори напона и струја симетричног трофазног система напона и струја са по 16 одбирака који су узорковани током једног периода мреже: $U12[16]$, $U23[16]$, $I1[16]$, $I2[16]$. Направити програм који одређује активну снагу P . Струја је исказана у [mA], напон у [V], познато је $U_{nom} = 6 \text{ kV}$, $I_{nom} = 6 \text{ A}$. Снага P се одређује као 32-битни број који се смешта у меморију тако што се горњих 16 бита и доњих 16 бита смештају у засебне локације, Value_High и Value_Low. Збир три фазне струје је једнак нули. Напомена: Студенти који нису на одсеку за ОГ и не познају Аронову спрегу могу се обратити асистенту који ће им дати неопходне формуле.
10. Дати су вектори напона и струја симетричног трофазног система напона и струја са по 16 одбирака који су узорковани током једног периода мреже: $U12[16]$, $U23[16]$, $I1[16]$, $I2[16]$. Направити програм који одређује реактивну снагу Q . Струја је исказана у [mA], напон у [V], познато је $U_{nom} = 6 \text{ kV}$, $I_{nom} = 6 \text{ A}$. Снага Q се одређује као 32-битни број који се смешта у меморију тако што се горњих 16 бита и доњих 16 бита смештају у засебне локације, Value_High и Value_Low. Збир три фазне струје је једнак нули. Напомена: Студенти који нису на одсеку за ОГ и не познају Аронову спрегу могу се обратити асистенту који ће им дати неопходне формуле.
11. (задатак који раде два кандидата)
Полазећи од претпоставке да су у векторима $I1[16]$, $I2[16]$, $I3[16]$, расположиве струје несиметричног трофазног система током једног периода, одредити директну, нулту и инверзну компоненту струје. Струја је исказана у [mA], познато је $I_{nom} = 6 \text{ A}$. Компоненте струје се одређују у истој размери као и мерене струје и представљају се као 16 битни бројеви. Збир три фазне струје није једнак нули.

12. Монофазно оптерећење се напаја из градске мреже. Напон на монофазном оптерећењу је простопериодичан и његова вршна вредност не прелази 311V. Када се напон мења између -311V и 311V, на А/Д конвертору који узима по један одбирак на сваких 50 μ s добија се одбирак који мења вредност од 0 до 4095. Дакле, када је напон једнак -311V, тада број са А/Д конвертора узима вредност 0. Када је напон једнак 311V, тада је број једнак 4095. Струја оптерећења је такође простопериодична али је фазно померена у односу на напон. Вршна вредност струје не прелази 10А. Вршним вредностима од -10А односно +10А одговара број са А/Д конвертора 0 односно 4095. А/Д конвертор узима по један одбирак струје сваких 50 μ s. У векторима одговарајуће дужине $U[]$ и $I[]$ налазе се подаци о напону и струји који су узорковани током 5 сукцесивних периода мреже од по 20ms. Дакле, вектори се региструју у трајању од 100 ms, што значи да има укупно по 2000 одбирака. Направити програм који израчунава ефективну вредност напона и ефективну вредност струје.
13. Поставка задатка је иста као у претходном проблему. Направити програм који израчунава активну снагу.
14. Поставка задатка је иста као у претходном проблему. Направити програм који израчунава реактивну снагу.

Теме за семестрални рад - група 3 - Дигитални филтри

15. (задатак који раде два кандидата)
Полазећи од претпоставке да су у вектору $I[128]$ расположиви одбирци струје током једног периода, одредити амплитуду трећег и петог хармоника струје. Струја је исказана у [mA]. Компоненте струје се одређују у истој размери као и мерене струје и представљају се као 16 битни бројеви.
16. Полазећи од постојећег примера ноч филтра, који је имплементиран са 16-битном резолуцијом, и усвајајући побуду правоугаоним импулсима, проучити како фактор пригушења нула утиче на шум који у излазном сигналу постоји услед квантизације. Приказати график са пригушењем нула на апсиси и ефективном вредношћу шума на ординати.
17. (задатак који раде два кандидата)
Проучити опцију *bit-reversed* индексирања која се примењује у брзој Фуријеовој трансформацији. Користећи књигу проф. Стојића или електронски уџбеник *Numerical Recipes*, или други извор, записати алгоритам брзе Фуријеове трансформације за вектор података од 16 елемената и кодирати FFT. Приказати резултате на примеру када улазних 16 тачака представљају одбирке прикупљене током два периода синусоиде.

18. Написати програм који реализује филтар који је дефинисан следећом функцијом преноса у z домену:

$$W_z(z) = \frac{z - \frac{1}{16}}{z^2 - \frac{1}{8} \cdot z + \frac{1}{16}}.$$

- Одбирци који улазе у филтар се читавају из постојеће улазне датотеке, а излазни одбирци филтара се уписују у излазну датотеку. Одбирци су 16-битни бројеви представљени у Q_{12} формату.
19. Програмски решити следећи задатак: Пројектовати нч филтер ФИР типа који уклања учестаности $f = 1$ kHz. Период одабирања је $T = 100$ uS. Коришћењем алата (Матлаб), генерисати вектор шума, довести га на улаз у филтар помоћу Rfile/Qfile/Wfile опција симулатора, анализирати излаз и одредити карактеристику слабљења.
20. Програмски решити следећи задатак: Пројектовати нч филтер ИИР типа који слаби учестаности $f = 1$ kHz. Период одабирања је $T = 100$ uS. Коришћењем алата (Матлаб), генерисати вектор шума, довести га на улаз у филтар помоћу Rfile/Qfile/Wfile опција симулатора, анализирати излаз и одредити карактеристику слабљења.