

Универзитет у Крагујевцу
Факултет Инжењерских наука



Семинарски рад из предмета:
АРХИТЕКТУРА РАЧУНАРСКИХ СИСТЕМА

Тема:
Противградни систем града Крагујевца

Студент:
Саво Вуковић 578/2016

Предметни професор:
Др. Александар Пеулић

Крагујевац 2017.

Contents

1. Увод.....	2
2. Архитектура.....	3
1. Основне карактеристике Nexus2 плоче.....	3
2. Извори напајања	4
3. Клок	5
4. Улазно/Излазни портови	5
5. USB порт	7
6. PS2/2 порт	7
7. VGA порт	7
8. Серијски порт	8
9. Меморија.....	8
10. Периферни конектори	9
3. Пројектни задатак	9
4. Реализација пројектног задатка	10
1. Модул AFCS	11
2. Модул “rockets”	12
3. Модул „display_ 7s“.....	12
4. Модул “displays”.....	12
5. Модул FD (Frequency divider)	13
6. CCS (Central Control System).....	13
5. Закључак	14
6. Литература.....	15
7. Прилог кодови.....	15

1. Увод

Током дугог временског периода наша земља се суочава са низом проблема проузрокованим елементарним непогодама, које на појединим местима знају да оштете локалну пољопривреду и до 80% као и низ других културних објеката. Иако поред великих штета нанетим пре свега градом и поплавама наша земља нема адекватан начин за одбрану од оваквих проблема. Међутим у даљем тексту биће објашњен један од могућих начина за решавање поменутих проблема.

Противградни систем града Крагујевца представља мањи део система за одбрану од елементарних непогода који може да се примени на целу Шумадију пак и на Србију са довољним бројем средстава и инвестиција. С обзиром да Србија на годишњем нивоу изгуби велику своту новца због губитка насталих у локалној пољопривреди, систем би представљао решење за дугогодишње проблеме.

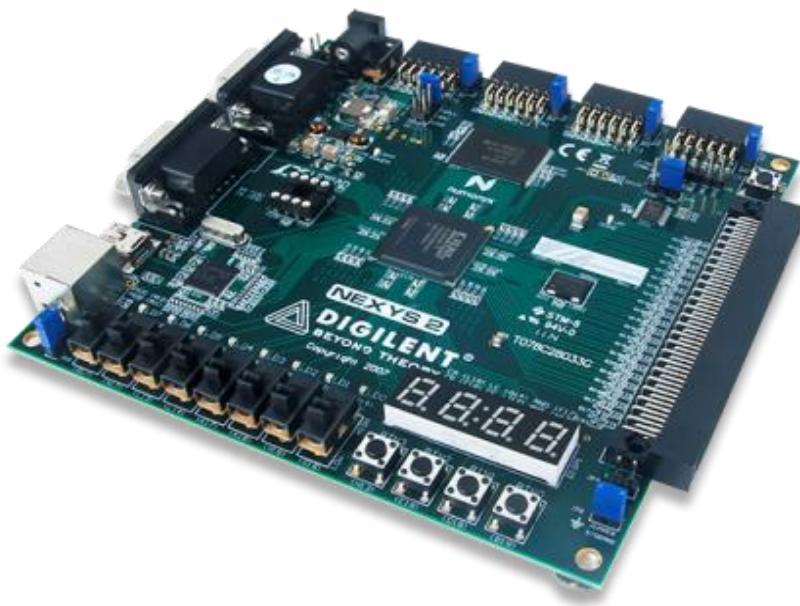
Систем је базиран на мањим „AFCS“ (Automatic fire control system) станицама које се састоје од радара за детекцију града, уређајем за испаливање ракета и наравно противградних ракета. Све станице су под контролом централног система који служи за проверу броја ракета као и за правилан рад самих станица.

Свака од станица има одређени број залиха противградних ракета које се одређеним сигналом убацују у систем за испаливање на места где су ракете већ испале или их из неког разлога нема. Сам систем може да испали и до 50 ракета у временском периоду од једног минута што је знатно боље од ангажовања људи за овај посао. Сваку станицу је потребно ставити на 10 километара и то представља њихов максималан домет на којем су најефикаснији. У систему за испаливање ракета може максимално да стане 24 противградне ракете.

Самом граду Крагујевцу потребно је три станице за успешну одбрану града од ове елементарне непогоде.

2. Архитектура

Nexus2 плоча (слика 1.) представља развијену платформу базирану на Xilinx Spartan 3E FPGA. На самој плочи налази се USB2 порт, 16 мегабајта RAM и ROM, као и неколико I/O уређаја и портова који је чине идеалном платформом за дигиталне системе различитих врста, укључујући уграђене професорске системе базиране на Xilinx's MicroBlaze. USB2 порт омогућава самом уређају напајање и интерфејс за програмирање, тако да **Nexus2** може да се користи са било којом врстом рачунара.



Слика 1. Digilent Nexus2 Board

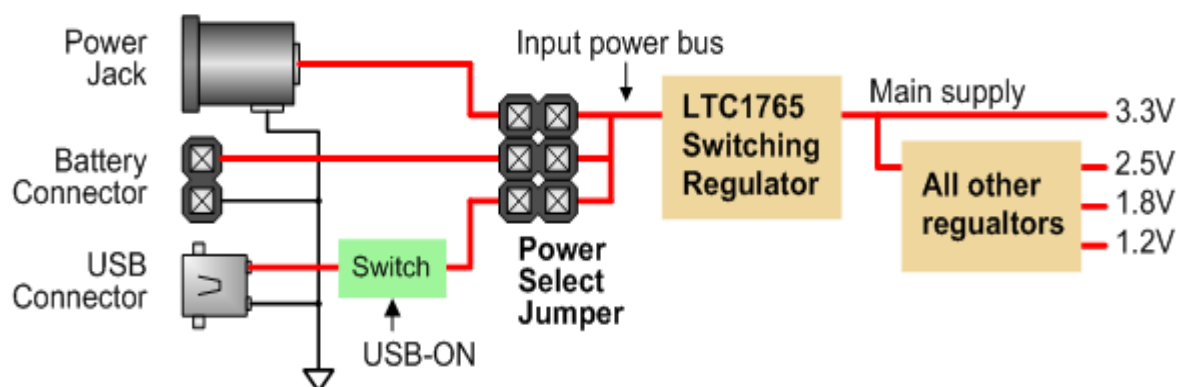
1. Основне карактеристике Nexus2 плоче

- 500K „Xilinx Spartan 3E” чип
- USB2 порт базиран на FPGA конфигурацији који служи за брзи пренос података и као главни извор напајања (све преко бесплатног Adept Suite софтвера)
- 16 MB Micron RAM меморије као и 16 MB Intel StrataFlash ROM меморије
- 50 MHz осцилатор као и слот за додатни осцилатор
- 60 FPGA I/O конектора (један велике брзине Hirose FX2 конектор са 43 сигнала и 4 2x6 Pmod конектора, VGA конектор, RS232, PS/2 порт)
- 8 лед диода, четворобројни седмосегментни дисплеј, 4 тастера, 8 клизећих прекидача

2. Извори напајања

Напајање **Nexus2** плоче може да долази преко USB кабла, од 5VDC – 15VDC, централно позитивним, од 2.1mm зидног напајања или преко батерије. Улазна магистрала напајања проводи струју од 3.3V. Неки уређаји захтевају 2.5V, 1.8V или 1.2V додатног напајања поред главног напајања од 3.3V. Примарне изворе генеришу високо ефикасни „switch” регулатори од линеарне технологије. Ови регулатори не само да користе USB напајање веома ефикасно већ и омогућавају да Nexus2 ради на баретеријским изворима напајања у одређеном временском периоду. (слика 2.)

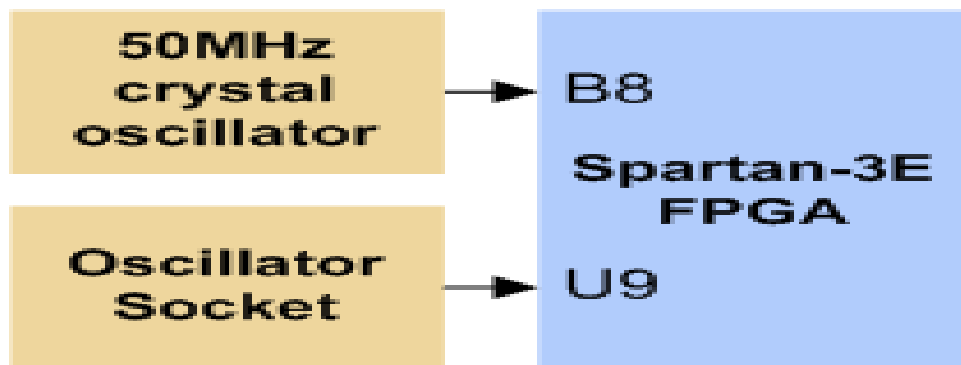
USB напајање је директно повезано са USB колом али за остатак плоче потребно је укључити електронски прекидач (Q1 у Nexus2 шематици). USB контролер на плочи укључује прекидач Q1 тек када информисе локални PC да ће више од 100mA бити извучено преко USB кабла. USB host може само да обезбеди 500mA струје при 5VDC. При коришћењу USB порта мора се обратити додатна пажња да ниједан периферни уређај не узима више од 500mA, у супротном може доћи до оштећења. Nexus2 плоча користи шесто слојни PCB, где су унутрашњи слојеви обезбеђени за VCC и GND.



Слика 2. Напајање Nexus2 плоче

3. Клок

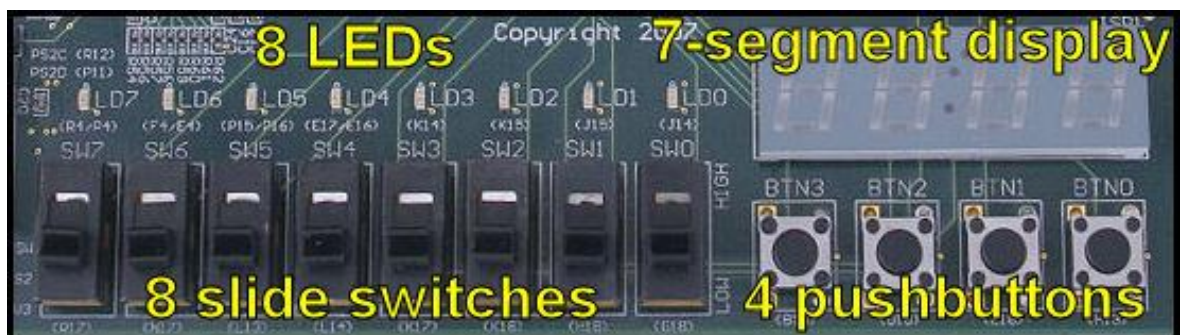
Nexus2 плоча поседује осцилатор који ради на такту од 50 MHz и слот за додатни осцилатор. Сигнали клона који долазе из осцилатора повезани су са глобалним улазним пиновима на FPGA, да би могли да управљају блоковима за синтетисање клона доступним у FPGA. Синтетизатори клона (DLL-ови или кашњење закључаних петљи) обезбеђују способност управљања клона које укључују удвостручавање или четвороустрочавање улазне фреквенције, поделу улазне фреквенције са било којим бројем и да дефинишу фазу или кашњење између различитих сигнала клона (слика 3.)



Слика 3. Осцилатор од 50 MHz као и додатни осцилатор

4. Улазно/Изразни портови

Nexus2 плоча поседује неколико неколико улазних уређаја, излазних уређаја, портова за податке, омогућавајући велики број дизајна да буду имплементирани без икаквих додатних компонената. (слика 4.)



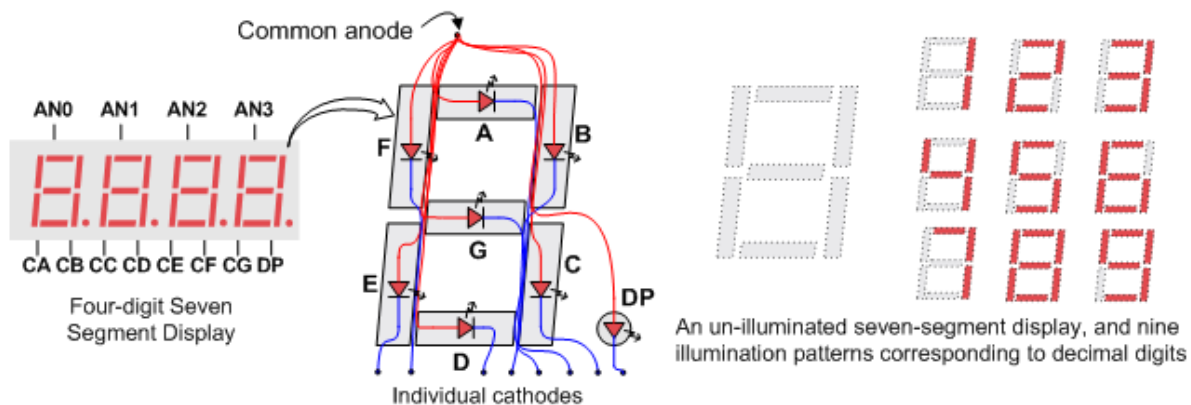
Слика 4. Приказ улазно-излазних уређаја

Постоје четири тастера и осам клизајућих прекидача који су доступни као улазне компоненте. Тастери су на почетку на логичкој нули све док их неко не притисне и

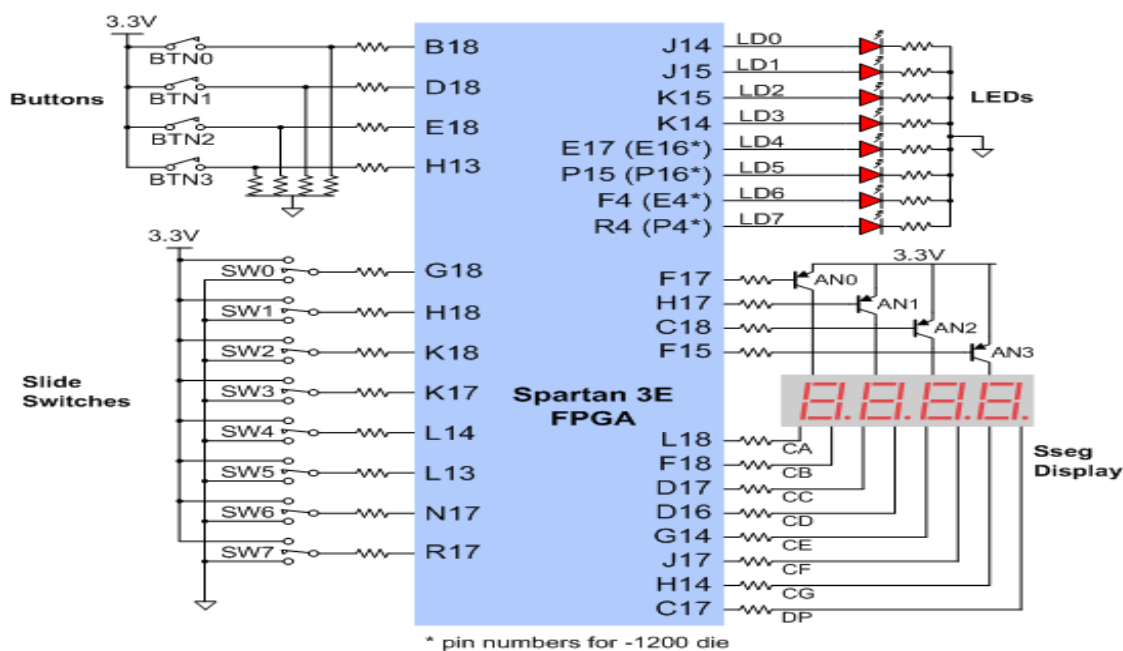
доведе у стање логичке јединице. Клизајући прекидачи генеришу константне јединице или нуле у зависности од њихове позиције. Тастери и клизајући прекидачи користе серијски отпорник за заштиту од кратких спојева.

Постоје осам LED диода и њима управља FPGA кроз отпорнике од 390ohm, тако да ће логичка јединица да их упали струјом од 3-4mA. Девета диода служи као приказ да плоча има напајање а десета да ли је сама плоча испрограмирана.

Nexus2 плоча се такође састоји од 4 LED седмосегментна дисплеја. Свака од четири цифре се састоји од седам сегмената који су направљени од појединачних диода. Аноде седам LED-а су везани у једну “common” аноду, али LED катоде остају раздвојене. Сигнали “common” анода су доступни као четири „digit enable” улазна сигнала за 4 цифрени дисплеј. Катоде сличних сегмената на сва четири дисплеја су повезане на седмо чворова у колу означених од CA до CG. (слика 5)



Слика 5. Седмосегментни дисплеј



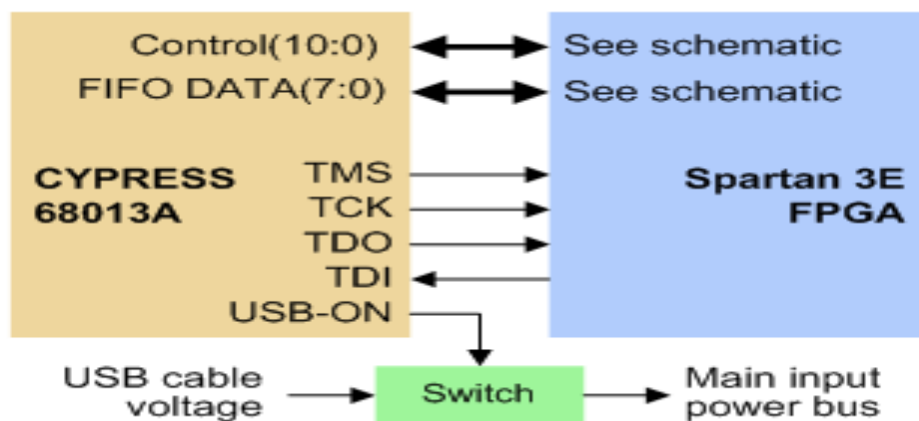
Слика 6. Улазно Излазни портови

5. USB порт

Nexus2 плоча садржи USB2 порт велике брзине базиран на Cypress CY7C68013A USB контролеру. USB порт се користи за програмирање Xilinx уређаја, за преношење подата брзином и до 38 мегабајта у секунди и да омогући напајање самој плочи.

Пренос података такође може бити обављен преко Adept софтвера, преко којег се такође и обавља само програмирање плоче.

USB порт такође може обезбедити напајање Nexus2 плочи ако је “power select jumper” стављен на USB. USB спецификације захтевају да периферни уређаји не користе више од 500mA струје. (слика 7)



Слика 7. USB

6. PS2/2 порт

Шестопински мини DIN конектор може да прихвати миш или тастатуру. Већина PS/2 уређаја раде на 3.3V напајању, али старији уређаји могу да захтевају и напајање од 5VDC. Тропински „jumper” на Nexus2 плочи може да селекује да ли регулисани напон од 3.3V иде директно на PS/2 порт или иде са главне улазне магистрале напајања.

7. VGA порт

Nexus2 плоча користи 10 FPGA сигнала за креирање VGA порта са 8 битном бојом и два стандарна сигнала.

Сигнали у боји користе кругове отпорника-разделника који раде заједно са отпорношћу отпуштања на VGA дисплеју од 75 ohm како би се креирали осам нивоа сигнала на црвеном и зеленом VGA сигналу, а четири на плавој (људско око је мање осетљиво на плаве нивое). У FPGA мора се креирати коло видео контролера да би се синхронно и боје синхронизовали са правилним временом, како би се направио систем радног приказа

8. Серијски порт

Плоча садржи двожицни серијски порт базиран на напонском конвертеру STMicroelectronics ST3232. ST3232 конвертује сигнале које користи RS-232 комуникација (-12 до -3 за логичку "1" и 12V до 3V за логичку "0") за сигнале од 3.3V које користи FPGA. Пошто су само два сигнала повезана (RHD и THD), контролер FPGA серијског порта може само да користи софтверске протоколе (XON/XOFF).

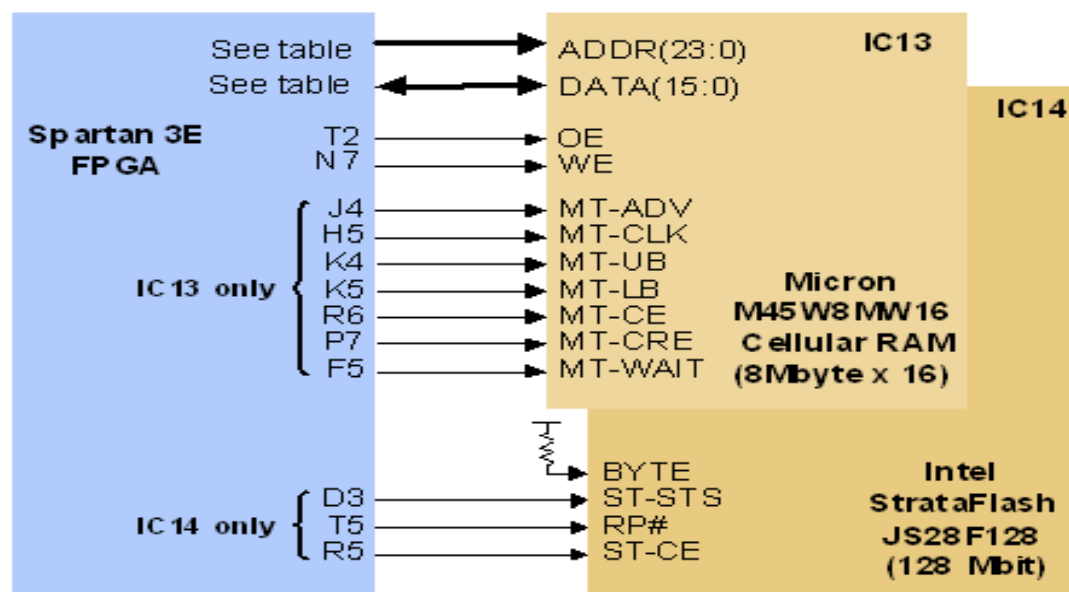
9. Меморија

Nexus2 плоча има екстерне RAM и ROM уређаје. Екстерни RAM је 128Mbit Micron M45W8MW16 Cellular RAM псеудо статични DRAM уређај организован као 8Mbytes x 16 битова. Може да функционише као типични асинхроношки SRAM са читањем и уписом од циклуса са 70ns или као синхрона меморија са 80 MHz магистралом.

Спољашњи ROM је 128Mbit Intel TE28F128J3D75- 110 StrataFlash уређај организован као 8Mbytes пута 16 битова. Унутра, састоји се од 128 блокова који могу индивидуално да се избришу и подржава 110ns читајућих циклуса.

Оба уређаја деле уобичајни 16 битну дата магистралу са 24 битном адресном магистралом. Ћелијски RAM адресиран бајтом, користећи више бајтне и ниже бајтне сигнале (MT-UB, MT-LB) док је StrataFlash само за 16 бајтне операције.

Сигнале OE и WE деле оба уређаја али сваки уређај има посебни чип дозволе сигнал. Ћелијски RAM има клок (MT clock), чекање (MT wait). Валидност адресе (MT"-ADV) и укључивање контролног регистра (MT-CRE). StrataFlash има сигнале Reset и статус унутар FPGA. (слика 8)



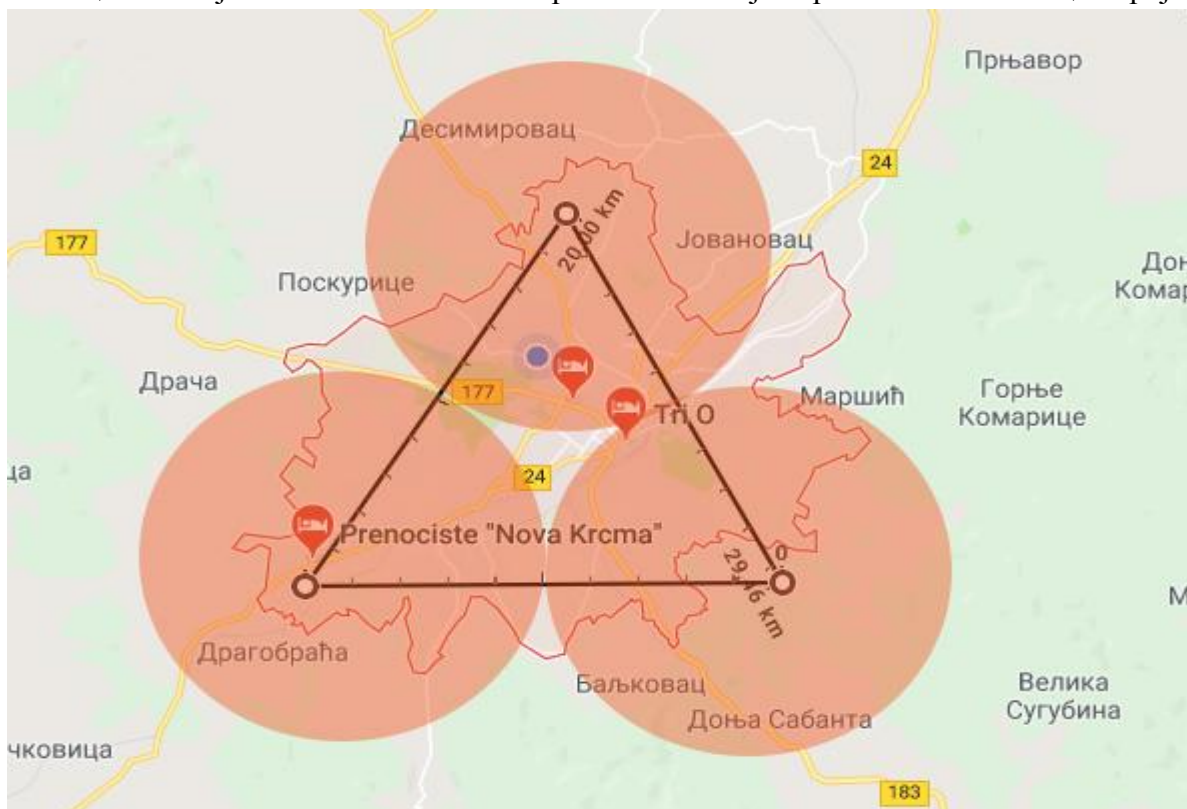
Слика 8. Меморија

10. Периферни конектори

Nexus2 плоче обезбеђују четири дворедна 6-пинска Pmod конектора, која заједно могу да приме до 8 периферних модула. Постоје четири 12-пинска конектора и сваки има 8 сигнала података, два GND (земља) пина и два VDD пина. Сви пинови имају отпорнишку заштиту од кратког споја и ESD заштитне диоде. Блок џампер поред сваког конектора периферног модула може да повеже VDD Pmod-а на напајање од 3.3V или на улазну магистралу напајања (VU). Ако је џампер постављен на VU, а USB напајање иде кроз главну магистралу напајања, треба обратити пажњу да Pmod не узима више од 200mA. Даље, ако је џампер подешен на VU, напонски извор повезан на Pmod може да управља главном магистралом напајања плоче, тако да би требало да се избегне сударање различитих извора напајања.

3. Пројектни задатак

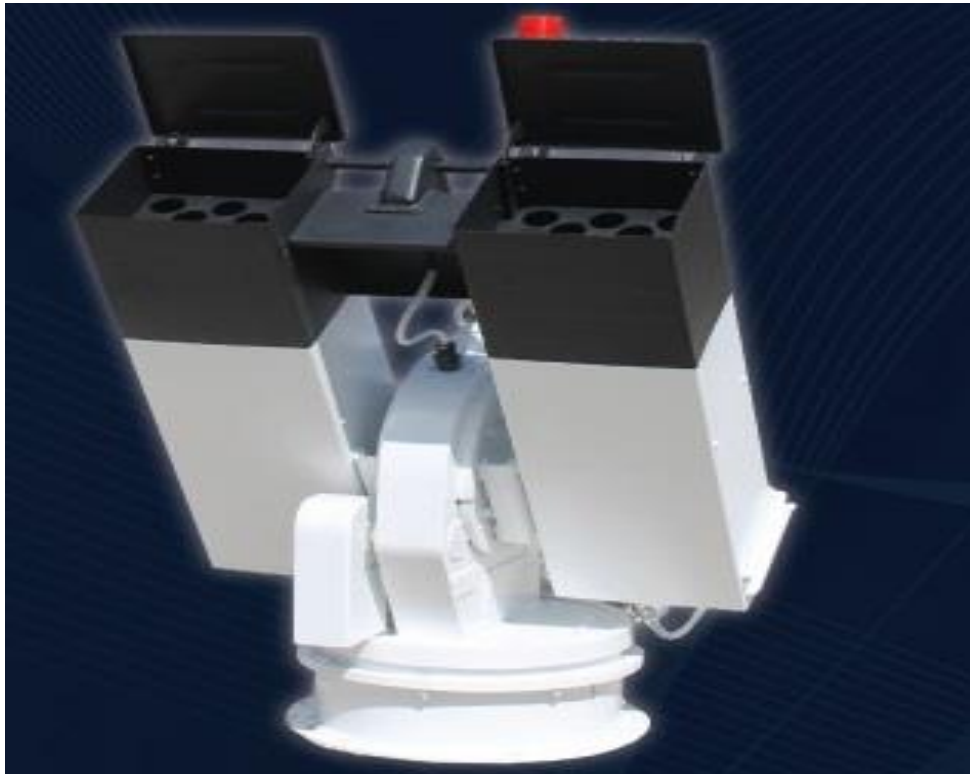
Противградни систем града Крагујевца представља једну од савремених заштита против елементарних непогода. На територији града Крагујевца постављене су три станице са који ће се испаливати ракете и то је приказано на слици број 9.



Слика 9. Локације станица на територији града Крагујевца

Антиградни систем контролише мала група људи али углавном цео систем је базиран на аутоматском раду. У почетку када станица детектује облак са градом, на

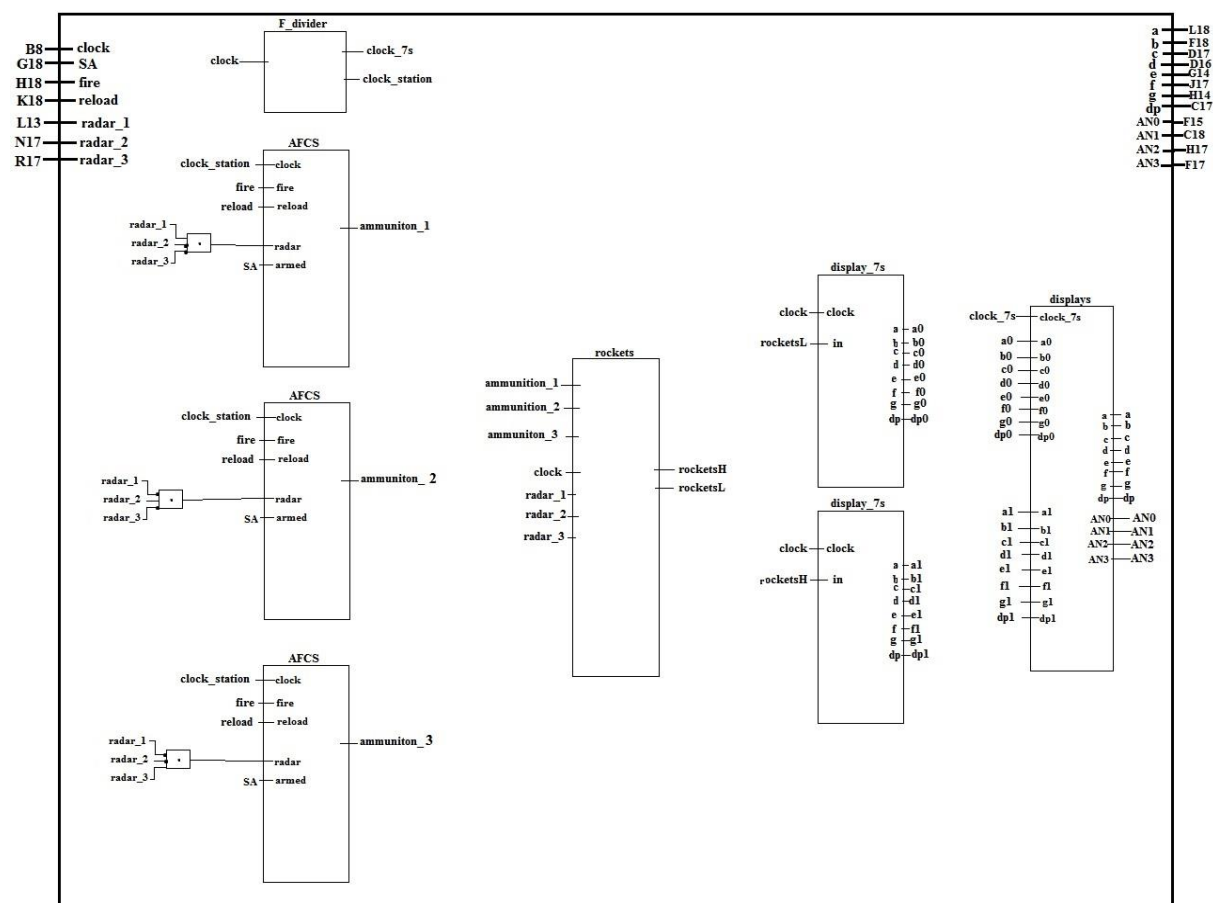
радару се појави стање логичке јединице и када је уређај спреман испаљују се ракете, када приликом интервенције нестане ракета оне се аутоматски пуне доласком сигнала од самог уређаја. Цео систем налази се под контролом једне станице која се назива “CCS” (Central Control System) који уколико дође до неких грешака прекида рад самих станица. Једна станица поседује довољно ракета за било коју олују а да притом корисник може да седи иза столице и да контролише рад самог уређаја. На слици 10 приказана је скица самог радара.



Слика 10. Уређај за лансирање ракета

4. Реализација пројектног задатка

Приликом реализације овог задатка коришћен је Verilog језик. Сам пројекат састоји се из неколико модула, следећа слика представља блок шему самог пројекта из кога се боље може видети како су организовани сами модули и боље схватити циљ самог пројекта (слика 11):



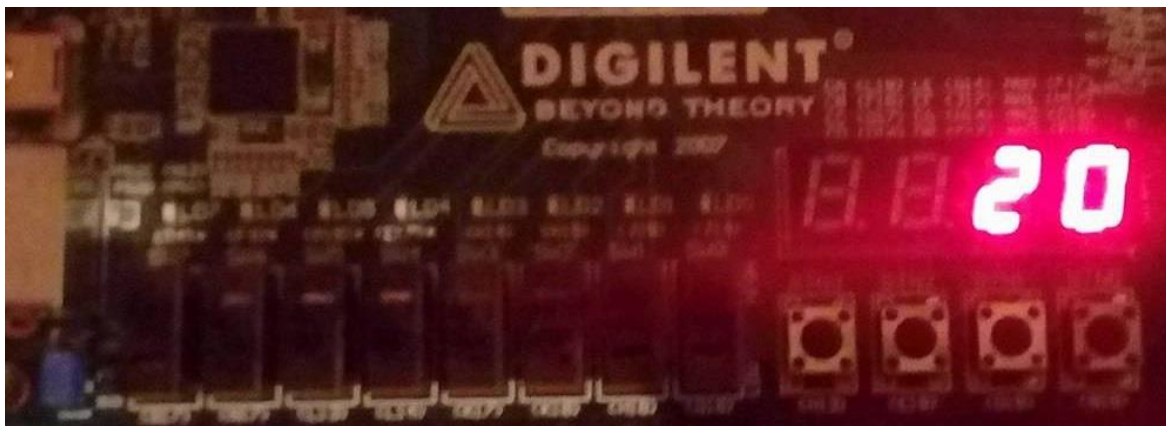
Слика 11: Противградни систем града Крагујевца, шема

1. Модул AFCS

Овај модул представља саме станице са којих се детектује олујни облак и испаљују саме ракете. Када су станице у функцији и када немам никаквих техничких проблема сигнал “SA” (SW0) је упаљен и он представља да ли је све у реду са станицама или не, уколико је овај сигнал угашен не може се приступити самим станицама. Приликом детектовања облака са градом путем софтвера за препознавање самих елементарних непогода, сигнал “radar” буде упаљен у једној од станица (SW7, SW6, SW5) која је најближа елементарној непогоди, уколико је то нпр. „radar_1“ (SW7) станица број је је спремна за испаливање ракета док су остале две станице у стању мировања јер је једна станица довољна за сузбијање самог проблема, исти случај је са станицом број 2 и станицом број 3 (radar_2 (SW6), radar_3 (SW5)). Када једна од станица спремна за испаливање ракета, софтвер одређује колико је ракета потребно да би се неки облак разбио и сама станица ће испаливати ракете све док је сигнал „fire” (SW1) укључен, који контролише сам софтвер. Уколико уређај испали максимални број ракета, уређај неће дозволити даље испаливање јер у самој станици мора да буде барем једна противградна ракета. Поновно пуњење само уређаја може да се учини од стране самог софтвера или ручно притиском на дугме „reload” (SW2). Стање ракета приказано је на седмосегментном диспеју у сваком тренутку, а број ракета се памти у петобитном регистру чији излаз представља и излаз из самог уређаја.

2. Модул “rockets”

Модул „rockets“ представља логику за приказ самог броја ракета у станици у зависности који радар је детектовао градни облак. Модул је направљен по угледу на једноставан алгоритам и потребно је приказивати на два дисплеја број ракета у самој станици. Максималан број ракета је 24, при испаливању ракета из једне од станице на првом седмосегментном дисплеју је приказан број јединица а на другом дисплеју је приказан број десетица укупног броја противградних ракета у сваком тренутку. Улаз представљају радари из сваке станице и број ракета коју свака станица у датом тренутку има. На слици број 12 приказан је број ракета у станици број један када је софтвер одредио максимално 4 мете потребне за разбијање градног облака и притом испалио четири ракете.



Слика 12. Стање на станици 1 када су испалене 4 ракете

3. Модул „display_7s“

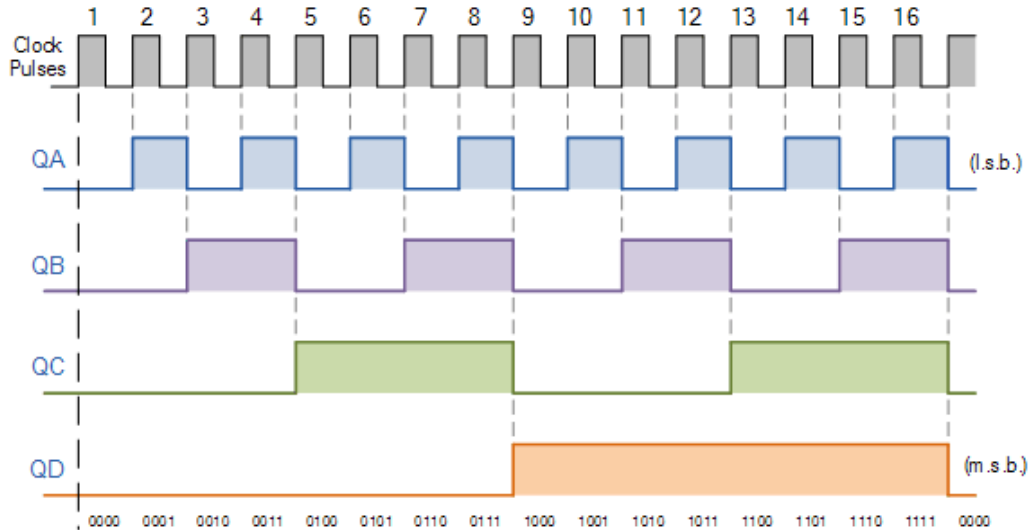
Овај модул представља логику функционисања седмосегментног дисплеја, на улаз у овај модул доводи се број ракета у једној од три противградне станице. Број ракета у једној станици јесте децимални број, ова логика дати децимални број преводи у бинарни број где свака нула тог бинарног броја укључује један сегмент самог дисплеја. На пример ако је број ракета 1 биће упаљен сегмент „a“ и „b“ првог дисплеја док ће други бити искључени.

4. Модул “displays”

Плоча Nexys2 је ограничена на приказивање само једног седмосегментом дисплеја у једном тренутку. Модул представља неизменично паљење седмосегментног дисплеја један и седмосегментног дисплеја два помоћу анода “AN0” и “AN1” респективно при одређеној фреквенцији ($50\text{MHz}/2^{16}$) која даје фреквенцију 763Hz што је довољно споро да се приказ бројева задржи на дисплејима а довољно брзо да људско око не може да примети промену и гашење самих анода, па се човеку чини да се цео број приказује моментално.

5. Модул FD (Frequency divider)

С обзиром да је клок на самој плочи непогодан за све модуле било је потребно дефинисати посебан модул који ће сваком модулу прилагодити одређени клок, дељењем фреквенције. (Слика 13)



Слика 13. Дељење фреквенције

6. CCS (Central Control System)

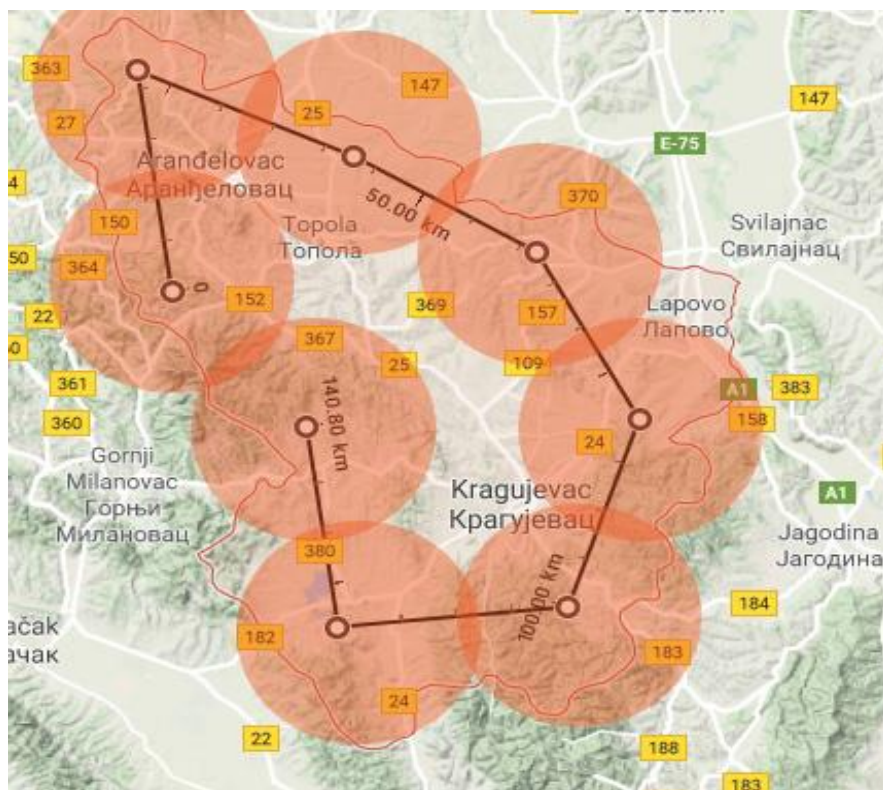
Представља топ модул у коме се налазе сви модули, ту су повезани сами улази и излази са портовима на плочи.

5. Закључак

Дати систем се може прилагодити са малим изменама на готово целу територију Србије и самим тим представљао би један од најсавременијих противградних система на овим просторима. С обзиром да је човек склон грешкама овај систем је један од најбољих решења за борбу против ових проблема.

Са увођењем датом система за одбрану, Србија би обезбедила неометан развој пољопривредних усева својих грађана.

Противградни систем је такође веома погодан за мања места и мање општине јер сам свака станица има веома велики домет за ове просторе и знатно би помогао. На слици број 14 приказан је противградни систем града Крагујевца примењен на целу Шумадију. Домет самих радара је удвостручен ради боље илустрације.



Слика 14. Антиградни систем Шумадије (скица)

6. Литература

[1] ISE Design Suite – Xilinx интернет;

<https://www.xilinx.com/support/download/index.html/content/xilinx/en/downloadNav/design-tools.html>

[2] Nexus2 Reference Manual, интернет

<https://reference.digilentinc.com/reference/programmable-logic/nexys-2/reference-manual>

[3] Adept 2, интернет

https://reference.digilentinc.com/reference/software/adept/start?redirect=1%23software_downloads

7. Прилог кодови

Сви кодови налазе се на следећем линку

<https://github.com/Savo-Vukovic-578-2016/Savo-Vukovic/blob/master/AHS.rar>