



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАДЖМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2015-07-16

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 44. редовној седници одржаној дана 15.07.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 10. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

10.1. На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење под називом:

ИНТЕГРИСАНИ УЛТРА-ШИРОКОПОЈАСНИ ИМПУЛСНИ ГЕНЕРАТОР КОЈИ РАДИ У ФРЕКВЕНЦИЈСКОМ ОПСЕГУ ОД 3,1 GHz DO 7,7 GHz

Аутори техничког решења: Јелена Радић, Алена Ђугова, Ласло Нађ, Мирјана Виденовић-Мишић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан

Проф. др Раде Дорословачки





Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndeans@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2014-11-28

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 39. редовној седници одржаној дана 25.03.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

**Тачка 12.1. Верификација нових техничких решења
и именовање рецензента**

Тачка 11.2.2: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

- Др Предраг Петковић, редовни професор, Електронски факултет, Ниш (ужа научна област: Електроника)
- Др Златица Маринковић, доцент, Електронски факултет, Ниш (ужа научна област: Телекомуникације)

Назив техничког решења:

**ИНТЕГРИСАНИ УЛТРА-ШИРОКОПОЈАСНИ ИМПУЛСНИ ГЕНЕРАТОР
КОЈИ РАДИ У ФРЕКВЕНЦИЈСКОМ ОПСЕГУ ОД 3,1 GHz ДО 7,7 GHz**

Аутори техничког решења: Јелена Радић, Алена Ђугова, Ласло Нађ, Мирјана Виденовић-Мишић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки

Прототип:

Интегрисани ултра-широкопојасни импулсни генератор који ради у фреквенцијском опсегу од 3,1 до 7,5 GHz

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: Јелена Радић

Аутори: Јелена Радић, Алена Ђугова, Ласло Нађ, Мирјана Виденовић-Мишић
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја TP-32016

Година: 2015

Примена: 2015

Кратак опис

Техничко решење детаљно приказује реализацију подешљивог ултра-широкопојасног импулсног генератора произведеног у $0,18\text{ }\mu\text{m}$ UMC (енг. *United Microelectronics Corporation*) CMOS (енг. *Complementary Metal–Oxide–Semiconductor*) технологији. Прототип је заснован на принципу филтрирања, односно уобличавања краткотрајног импулса чиме је обезбеђена једноставна архитектура. Спектрална густина снаге импулсног генератора са ширином 10 dB опсега од 5,0 GHz у потпуности задовољава услове дефинисане одговарајућом спектралном маском. Поред мале површине (омогућене једноставном конфигурацијом) и ниске цене фабрикације, уређај обезбеђује и друге предности попут мале потрошње и могућности подешавања карактеристика.

Техничке карактеристике:

Прототип је произведен у $0,18\text{ }\mu\text{m}$ UMC CMOS технологији и неупакован је (нема паковање). Заузима површину од $886 \times 720\text{ }\mu\text{m}^2$ и на излазу обезбеђује сигнал чија амплитуда од врха до врха износи око 320 mV, а спектрална густина снаге покрива опсег фреквенција од 3,1 GHz до 7,5 GHz. Просечна потрошња импулсног генератора износи 1,08 mW при брзини протока података од 100 MHz. У односу на ултра-широкопојасне импулсне генераторе засноване на истом принципу присутне у литератури прототип има шири 10 dB опсег, већу амплитуду и мању потрошњу.

Техничке могућности:

Ако се излаз производа који је предмет техничког решења повеже са ултра-широкопојасном антеном (одговарајућег пропусног опсега) добија се ултра-широкопојасног предајник који се може користи у бежичној комуникацији кратког домета (до неколико метара), велике брзине протока података и широког пропусног опсега од 3,1 GHz до 7,5 GHz.

Реализатори:

Факултет техничких наука, Нови Сад.

Корисници:

Факултет техничких наука, Нови Сад.

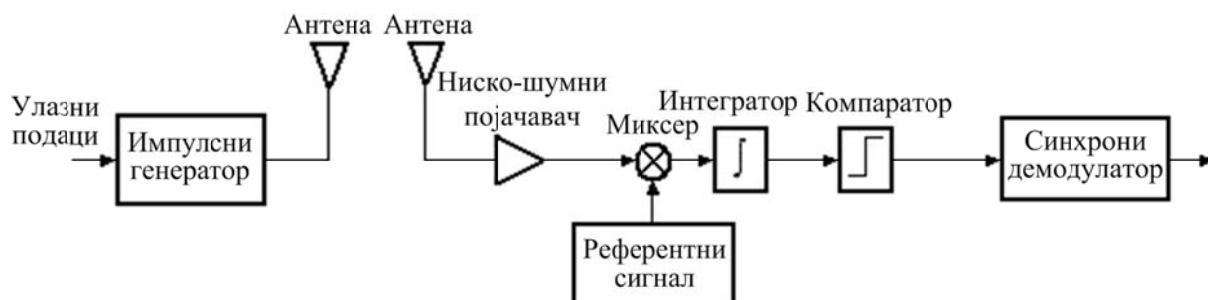
Подтип решења:

M85 – Нови прототип.

Увод

Ултра-широкопојасне (енг. *Ultra-WideBand* – UWB) бежичне комуникације се сврставају у ред технологија које су омогућиле убрзан развој савременог човечанства и које се углавном користе у свакодневном животу. Непрестана потреба за бржим и једноставнијим приступом информацијама обogaћеним мултимедијалним садржајима, са сваког места и у било којем тренутку, уз што већи проток података и домет, подстиче развој и унапређење бежичних (широкопојасних) уређаја/примопредајника.

Важну улогу у оквиру UWB технологије, којој је Савезна комисија за комуникације САД-а (енг. *Federal Communications Commission* – FCC) доделила опсег фреквенција од 3,1 до 10,6 GHz, има импулсни ултра-широкопојасни (енг. *Impulse Radio UltraWide Band* – IR-UWB) приступ. Овај приступ преноси краткотрајне (испод 1 ns) импулсе у основном облику, чији спектар заузима 10 dB опсег до неколико гигахерца обезбеђујући бројне предности као што су једноставна, јефтина и енергетски ефикасна архитектура UWB предајника, мала осетљивост на изобличења (енг. *high fading margin*) која настају услед вишеструког простирања (енг. *multipath*) сигнала, изврсна имуност на интерференције других радио система и веома добра резолуција за прецизно одређивање позиције. Недостатак технике се огледа у компликованој синхронизацији на пријемној страни (уколико се захтева). Блок шема IR-UWB система са кохерентним пријемником је приказана на слици 1.



Слика 1. Блок шема импулсног ултра-широкопојасног примопредајника.

Један од најважнијих делова IR-UWB примопредајника представља импулсни генератор (енг. *Pulse Generator* – PG) који на свом излазу генерише поворку импулса чији спектар, односно спектрална густина снаге (енг. *Power Spectral Density* – PSD) треба да задовољи захтеве прописане од стране FCC организације, представљене одговарајућом спектралном маском. Додавањем антене на излаз овог уређаја добија се IR-UWB предајник. Осим што чини предајни део, копија импулсног генератора се може наћи и у пријемној страни за генерисање референтног сигнала када је потребно обезбедити добру синхронизацију са предајником (случај приказан на слици 1). Зато се слободно може рећи да овај део IR-UWB примопредајника дефинише специфичне карактеристике целокупног система. У оквиру овог техничког решења је реализован и тестиран поменути блок, али је крајни циљ истраживања да се направи цео примопредајник интегрисан на силицијумској плочици.

Приликом пројектовања импулсног генератора поред широког опсега и дозвољене вредности параметра PSD, пожељно је обезбедити једноставну структуру, малу потрошњу и површину чиме се осигурава ниска цена производње интегрисаног кола. Осим наведеног, важну предност представља могућност подешавања параметара генерисаног сигнала, у временском и фреквенцијском домену, којом се омогућава компензација изобличења карактеристика насталих услед процесних, напонских и

температурних промена (енг. *Process, Voltage and Temperature variations* – PVT) током фабрикације уређаја, али се и додатно компликује поступак пројектовања овог блока IR-UWB система.

Карактеристике, а самим тим и поступак пројектовања ултра-широкопојасног импулсног генератора веома зависи од могућности коришћене технологије. Осим тога, потребно је посветити посебну пажњу да пројектовано коло буде прилагођено мерној опреми, односно начину карактеризације фабрикованог уређаја. Уколико се не планира паковање интегрисаних кола у одговарајућа кућишта неопходно је осигурати прилагођење излазном оптерећењу и правилан распоред и међусобно растојање између приступних тачака (педова) у зависности од доступних RF и DC сонди. У супротном (у случају упакованих интегрисаних кола), потребно је узети у обзир паразитне утицаје одабраног кућишта и жица за бондовања (eng. *bond wire*).

Ултра-широкопојасни импулсни генератор у CMOS технологији

У литератури постоје различити приступи пројектовања ултра-широкопојасног импулсног генератора који директно зависе од спецификација које произведени уређај треба да задовољи и могућности (ограничења) одабране технологије. Један од најзаступљенијих метода, који је коришћен у овом техничком решењу, користи принцип филтрирања, односно обликовања веома кратког импулса. Пошто се импулсни генератори у основи састоје од генератора краткотрајног, Гаусовог импулса и (пасивног или активног) филтра овај приступ уједно обезбеђује најједноставније топологије.

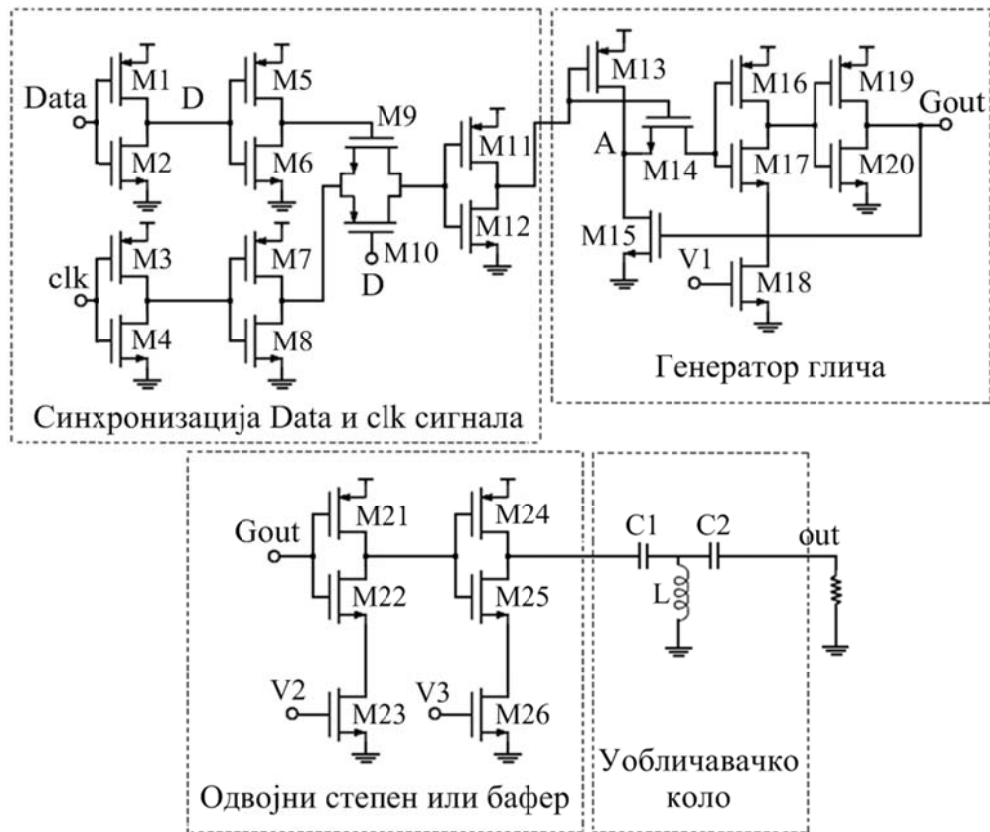
Блок шема и електрична шема предложеног импулсног генератора су приказане на слици 2. Два одвојна степена или бафера (транзистори M_1 – M_8) на улазима кола обезбеђују оштре стрмнине ивица (улазне и силазне) улазних сигнала (*Data* – сигнал података и *clk* – тактни сигнал). Они су потребни зато што не постоје генератори (извори) сигнала облика правоугаоних импулса који могу да обезбеде времена пораста и опадања (реда стотина пикосекунди) неопходна за исправан рад генератора глича (краткотрајног импулса) на улазу импулсног генератора.

Синхронизација тактног сигнала са улазним подацима је остварена помоћу бидирекционог трансмисионог (пролазног) кола са *clk* сигналом као улазним, и *Data* и инвертованим *Data* сигналом (*D*) као управљачким импулсима. Сигнал такта (*clk*) се пропушта кроз трансмисионо коло када је *Data* сигнал висок. Инвертор сачињен од транзистора M_{11} – M_{12} изолује синхронизациони блок (пролазна кола) од генератора краткотрајног импулса и изоштрава растућу и опадајућу ивицу сигнала који се даље пропушта.

Генератор глича подешљивог трајања представља модификовани импулсно-окидни леч који садржи подешљиво коло за кашњење, у овом случају реализовано помоћу струјно ослабљеног инвертора, транзистори M_{16} – M_{18} , за подешавање дужине трајања излазног импулса. Када је улазни *Data* податак на ниском нивоу, транзистор M_{13} је укључен и чвор А је повезан на напон напајања. При растућој ивици *Data* сигнала, транзистор M_{14} почиње да проводи и два наредна инвертора (транзистори M_{16} – M_{20}) пуне еквивалентне капацитивности на њиховим излазима. При вредности излазног напона једнакој прагу провођења укључује се транзистор M_{15} што даље узрокује да напон у тачки А опада. При одговарајућој вредности напона у тачки А искључују се поменути инвертори, празни се капацитивност излазног чвора и завршава процес генерисања краткотрајног импулса. Дужина трајања генерисаног импулса се може подешавати променом напона V_1 који



(a)



(б)

Слика 2. Ултра-широкопојасни импулсни генератор заснован на принципу филтрирања: (а) блок шема и (б) одговарајућа, упрошћена електрична шема.

одређује струју првог инверторског степена (транзистори M_{16} – M_{17}) генератора глича и зато кашњење повратне спреге до гејта транзистора M_{15} .

Улога подешљивог, двостепеног бафера сачињеног од два струјно ослабљена инвертора (транзистори M_{21} – M_{23} и M_{24} – M_{26}) је вишеструка. Не само да обезбеђује добру изолацију генератора глича од следећег степена у предајном ланцу и појачава достављени сигнал из генератора глича (G_{out}) него и одређује брзину промене растуће и опадајуће ивице генерисаног импулса. Променом вредности подешљивих напона V_2 и V_3 мењају се струје инверторских степена у баферу које одређују брзину пуњења и пражњења паразитних капацитивности на њиховим излазима, и сходно томе нагиб растуће и опадајуће ивице сигнала на улазу филтра. Пошто се филтар на излазу користи као уобличавачко коло у временском домену да би се формирао одговарајући облик сигнала, карактеристике генерисаног сигнала зависе од ивица импулса на улазу филтра. Као последица тога следи да се амплитуда и овлик излазног сигнала могу подешавати променом подешљивих напона V_2 и V_3 .

Пошто је централна фреквенција, односно фреквенција на којој спектрална густина снаге излазног сигнала (која зависи од понашања кола у временском домену) има

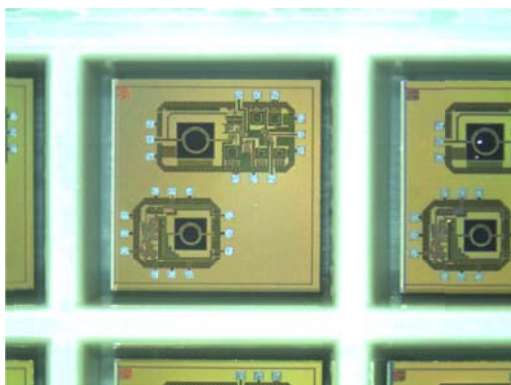
максималну вредност одређена карактеристикама филтра и нагибом/обликом сигнала на његовом улазу, учестаност уобличавачког кола је подешена на средишњу вредност коришћеног 10 dB опсега избором одговарајућих вредности његових компоненти. Способност подешавања карактеристика спектралне густине снаге (10 dB опсега и централне учестаности) променом вредности подешљивих напона омогућава компензацију промена параметара кола насталих услед PVT варијација и додатно прилагођавање амвелопе парамета PSD коришћеној маски.

Карактеристике ултра-широкопојасног импулсног генератора

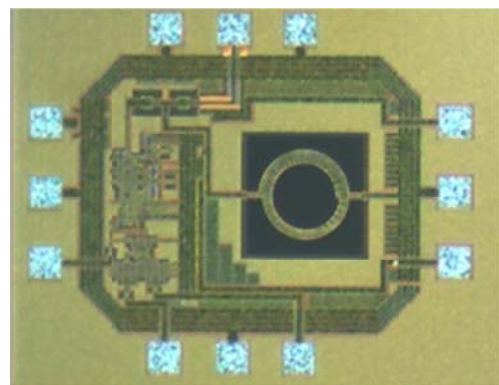
Предложено техничко решење је реализовано у $0,18\ \mu\text{m}$ UMC CMOS технологији, која има супстрат p-типа, 6 металних слојева и 1 слој полисилицијума. Напон напајања интегрисаних кола реализованих у овој технологији износи 1,8 V. Ултра-широкопојасни импулсни генератор је фабрикован на силицијумској плочици димензија $1525 \times 1525\ \mu\text{m}^2$ која није упакована у одговарајуће кућиште (паковање), слика 3(а). Поред поменутог кола (слика 3(б)), на истој плочици произведен је и нискошумни појачавач, који није овде предмет разматрања. Укупна површина интегрисаног импулсног генератора износи $886 \times 720\ \mu\text{m}^2$, док активна површина, површина активног дела кола без приступних педова износи само $508 \times 421\ \mu\text{m}^2$. Коло је пројектовано/подешено тако да спектрална густина снаге излазног сигнала покрива доњи део UWB опсега (фреквенције до 6 GHz) са што је могуће ширим 10 dB опсегом и да при томе не нарушава FCC маску. Додатни циљ је био да интегрисано коло троши што је могуће мање енергије уз прихватљиве вредности осталих карактеристичних параметара.

Распоред приступних тачака је такав да се на левој страни доводе сигнал података (*Data*) и тактни сигнал (*clk*), а на десној страни се налази пед везан на излаз импулсног генератора (*out*). Горња и доња страна су резервисане за напајања (*gnd* за масу и V_{DD} за напон напајања) и управљачке сигнале (V_1 , V_2 и V_3) који обезбеђују подешавање карактеристика импулсног генератора. Може се уочити да је на свакој страни интегрисаног кола убачен по један пед за масу чиме је обезбеђена добра расподела масе на чипу.

Већ је наглашено да је произведени прототип предвиђен за директно мерење на силицијумској плочици. За ту сврху је коришћена РФ испитна станица *SUSS Microtech PM5*. Мерна поставка за карактеризацију импулсног генератора је приказана на слици 4. Педовима, односно мерним тачкама на интегрисаном колу се приступало помоћу



(а)



(б)

Слика 3. (а) Изглед фабрикованих интегрисаних кола на делу вејфера. (б) Увећана фотографија ултра-широкопојасног импулсног генератора.



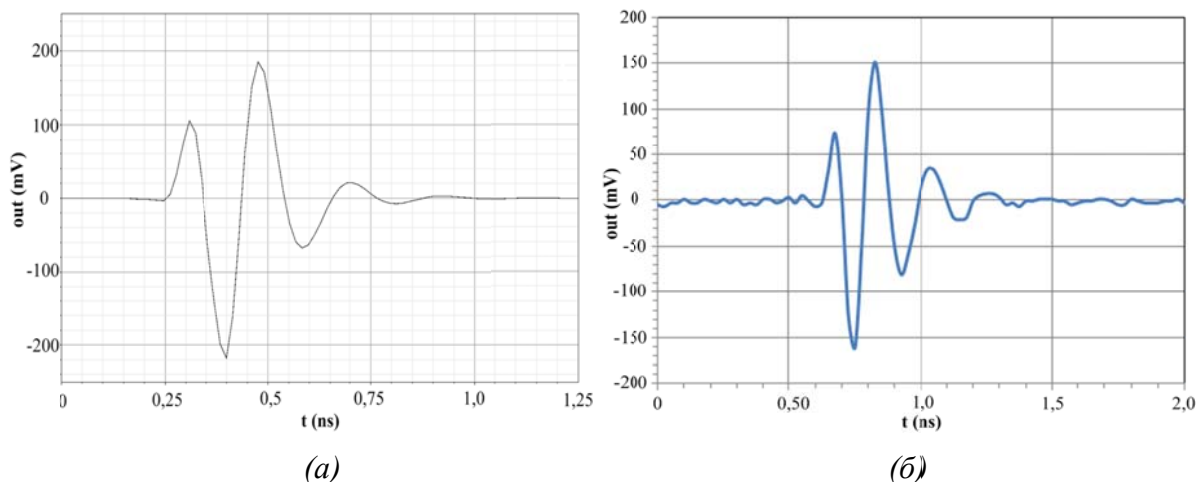
Слика 4. Мерна поставка за карактеризацију импулсног генератора на РФ испитној станици.

одговарајућих DC и RF сонди: SGS (*UNITY*) на улазној страни, LGL (*UNITY*) на доњој страни, PGL (*UNITY*) на горњој страни и сонда Z-GSG на излазу. Потребно је нагласити да је због прилагођења оптерећењу мерне инструментације излаз кола са одговарајућим педом повезан трансмисионом линијом са $50\ \Omega$ прилагођењем. Напајање чипа од 1,8 V и управљачки сигнали су довођени са посебно направљених напредних, подешљивих, стабилних извора напајања који користе интегрисано коло *Texas Instruments TPS79101*. Реч је о брзом РФ линеарном регулатору са веома ниским шумом, великом вредношћу параметра PSRR (фактор потискивања сметњи из напона напајања, енг. *Power Supply Rejection Ratio*) и малом минималном разликом напона на улазу и излазу (енг. *ultralow noise, high PSRR, fast RF 100-mA low-dropout linear regulator*) намењеним за ове примене (бежичне комуникације на високим учестаностима).

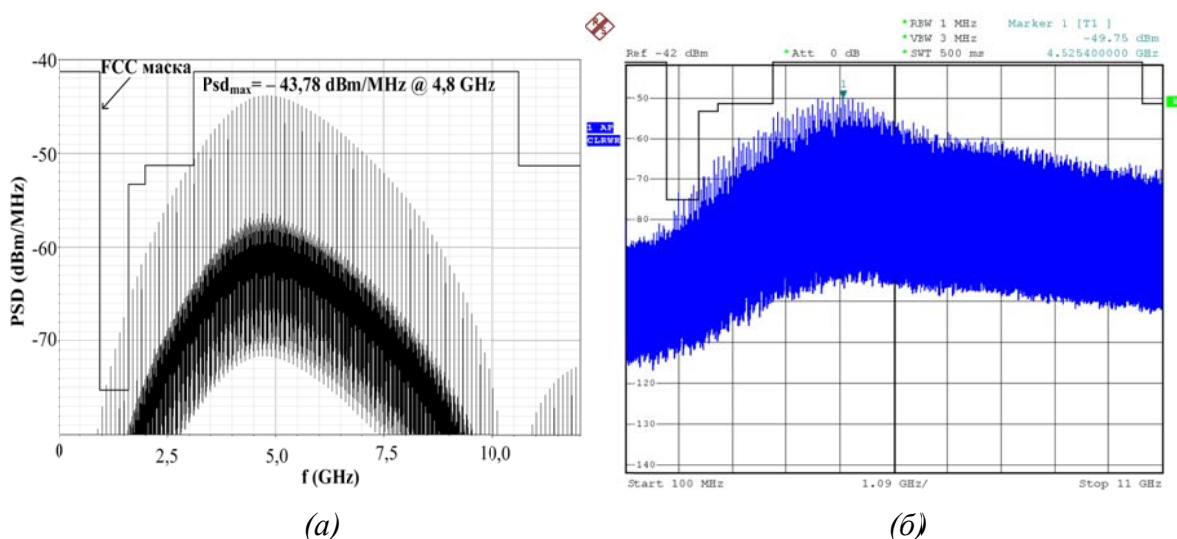
Сигнал података (*Data*) фреквенције 100 MHz и тактни сигнал (*clk*) дупло веће фреквенције (200 MHz) су обезбеђени из 32 bita програмабилног побудног генератора *Bitmustergenerator BMG 2500* који има могућност програмирања низа улазних података дужине 4 B. Импулсни генератор је побуђен следећим низом података: $B_1 = „11110110”$, $B_2 = „00101000”$, $B_3 = „0001001”$ и $B_4 = „11010111”$. Таласни облик излазног сигнала је мерен коришћењем *Agilent Infiniium DSO90604A Digital Storage* осцилоскопа са 20 GSa/s који може да мери временски одзив сигнала фреквенције до 6 GHz. За мерење спектралне густине снаге излазног сигнала је примењен анализатор спектра *Rohde&Schwarz FSP* са опсегом фреквенција од 9 kHz до 30 GHz. Потрошња снаге, односно струјна потрошња је мерена прецизним мултиметром *Keithley 2000* (потрошња снаге је добијена множењем струје са вредношћу напона напајања, 1,8 V).

Потребно је нагласити да су за довођење побудних сигнала и мерење излазног сигнала, одговарајуће сонде (тачније њима додељени специјални каблови дужине 8 ") повезане са мерном инструментацијом помоћу два (серијски везана) кабла слабљења од око 1,5 dB на фреквенцији од 3 GHz. Због недостатка адекватног извора сигнала, није постојала могућност испитивања слабљења каблова на вишим учестаностима. Међутим, разумно је очекивати да су те вредности веће од 1,5 dB.

Резултати постлејаут симулације и мерене карактеристике ултра-широкопојасног импулсног генератора у временском и фреквенцијском домену су приказане на сликама 5 и 6. Резултати постлејаут симулације приказују сигнал амплитуде од врха до врха (V_{pp}) од 403 mV и трајања од око 0,6 ns чији облик веома добро одговара вишем изводу Гаусовог импулса. Спектрална густина снаге генерисаног импулса има 10 dB опсег од 3,1 GHz до 7,8 GHz. Заправо параметар PSD има чак и шири 10 dB опсег, јер доња



Слика 5. Временски одзив импулсног генератора: (а) резултат постлејаут симулације и (б) мерени сигнал.



Слика 6. Спектрална густина снаге импулсног генератора: (а) резултат постлејаут симулације и (б) мерени сигнал.

гранична учестаност износи 2,7 GHz. Међутим, овај опсег није узет у обзир пошто се фреквенције ниже од 3,1 GHz не разматрају за примене у IR-UWB комуникацијама. Може се уочити да се спектрална густина снаге са максималном вредношћу од $-43,78 \text{ dBm/MHz}$ на фреквенцији од 4,8 GHz и изразито dobrим одсецањем бочних, нежељених опсега и потискивањем већим од 25 dB у односу на вршну вредност добро уклапа у FCC маску, осим у GPS опсегу. Ова ограничење је веома тешко задовољити када је доња гранична учестаност једнака или у још критичнијем случају нижа од 3,1 GHz при вредностима параметра PSD блиским дозвољеним. Важно је нагласити да је максимална вредност амбелопе параметра PSD доста блиска дозвољеном ограничењу и да може даље да се повећа променом вредности контролних параметара (напона V_1 , V_2 и V_3), али би у том случају спектрална маска била нарушена и на фреквенцијама испод/око 3,1 GHz. Укупна просечна потрошња снаге износи 1,3 mW што одговара просечној потрошњи енергије од 13 pJ по импулсу за примењену брзину протока података од 100 MHz.

Поређењем мерених карактеристика са резултатима постлејаут симулација се може уочити веома добро слагање добијених графика, чиме се потврђује квалитет поступка

пројектовања интегрисаног кола на РФ учестаностима и тачност мерне методе. Облик сигнала на излазу импулсног генератора мереног у временском домену по облику и трајању (око 0,6 ns) потпуно одговара резултату добијеном постлејаут симулацијом. Може се уочити да је измерена нешто мања вредност амплитуде од врха до врха (око 320 mV), али се разлика у вредностима може објаснити слабљењем у кабловима од 3 dB (два кабла) и губицима у конекторима, сондама и њима додељеним специјалним кратким кабловима. Измерена спектрална густина снаге импулсног генератора такође задовољава услове дефинисане FCC спектралном маском. У суштини, добијен је приближно идентичан облик као и у постлејаут симулацијама само што је дошло до померања спектра за 0,30 GHz на ниже учестаности услед нежељених паразитних ефеката коришћене мерне опреме (10 dB опсег параметра PSD износи од 3,1 GHz, прецизније од 2,5 GHz до 7,5 GHz, а централна учестаност је 4,53 GHz, у односу на 4,80 GHz). Максимална вредност амвелопе параметра PSD је нешто нижа у односу на очекивану (око $-46,78$ dBm/MHz, симулирано $PSD_{max} - 3$ dB слабљења у кабловима), ако се у обзир узме изразито добро слагање временског облика сигнала и осталих спектралних карактеристика. Међутим, ово одступање се може образложити истрошеношћу материјала на педовима мерених чипова. Да би се успоставио добар контакт и тиме обезбедила поузданост мерених резултата, при сваком спуштању сонди на приступне педове, врховима сонде мора да се загребе мали површински део метала педа. Са саваким наредним мерењем на истом интегрисаном колу смањује се вероватноћа тачности добијених резултата. Како је при мерењу спектралних карактеристика импулсног генератора ово било треће тестирање истих чипова, неки од њих су били толико оштећени да су измерени сигнали имали вредности нивоа шума. Зато постоји оправдана претпоставка да би при поновном мерењу спектра импулсног генератора, али на новим, претходно некоришћеним узорцима добијена већа вредност параметра PSD , али за то тренутно не постоје адекватни услови. Потребно је нагласити да је током карактеризације импулсног генератора тестирано пет узорака уз потврђену поновљивост мерених карактеристика.

Мерена вредност просечене потрошње импулсног генератора је нешто мања од симулиране и износи 1,08 mW.

Могућности представљеног техничког решења

У овом техничком решењу је приказан прототип ултра-широкопојасног импулсног генератора реализован у $0,18\text{ }\mu\text{m}$ UMC CMOS технологији који представља један од најзначајних блокова IR-UWB примопредајника. Предложено решење ради у фреквенцијском опсегу од од 3,1 GHz до 7,5 GHz, има једноставну топологију и заузима малу површину. Поред тога, издваја се малом потрошњом и релативно великом амплитудом сигнала на излазу.

Ако се излаз фабрикованог импулсног генератора повеже са ултра-широкопојасном антенном одговарајућег пропусног опсега добија се IR-UWB предајник који се може користити у бежичној широкопојасној комуникацији кратког или средњег домета (до неколико метара) у фреквенцијском опсегу од 3,1 GHz до 7,5 GHz. IR-UWB предајници се углавном користе у сензорским мрежама, радарима и различитим биомедицинским применама.

Иако су узорци тестирани са брзином протока дигиталних података од 100 MHz, узимајући у обзир слабљење антене и чињеницу да је измерена вредност параметра PSD мања од дозвољене, брзина улазних података (и пропорционално брзина тактног

сигнала) се може повећати до вредности која на излазу даје сигнал граничне вредности снаге дефинисане прописима FCC организације.

Прототип ултра-широкопојасног импулсног генератора релизован у CMOS технологији је пројектован на Факултету техничких наука у Новом Саду, у оквиру текућег пројекта бр. ТР-32016 финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Штампано 2015. године

РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Подаци о техничком решењу

Назив техничког решења: Интегрисани ултра-широкопојасни импулсни генератор који ради у фреквенцијском опсегу од 3,1 до 7,5 GHz

Одговорно лице: Јелена Радић

Аутори: Јелена Радић, Алена Ђугова, Ласло Нађ, Мирјана Виденовић-Мишић
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32016 (Руководилац пројекта проф. др Љиљана Живанов)

Година: 2015

Примена: 2015

Реализатори: Факултет техничких наука, Нови Сад

Корисници: : Факултет техничких наука, Нови Сад

Категорија техничког решења: Ново техничко решење (прототип) – М85

Подаци о рецензенту

Име и презиме, звање: др Предраг Петковић, редовни професор

Ужа научна област за који је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета: Електроника, изабран у звање 19.06.2001. године на Електронском факултету у Нишу

Установа где је запослен: Електронски факултет, Универзитет у Нишу

Стручно мишљење рецензента

Предложено техничко решење „Интегрисани ултра-широкопојасни импулсни генератор који ради у фреквенцијском опсегу од 3,1 до 7,5 GHz“ представља прототип ултра-широкопојасног импулсног генератора реализованог у 0,18 μm UMC CMOS технологији. Прототип је предвиђен за рад у IR-UWB (*Impulse Radio UltraWide Band*) системима која се најчешће користе у сензорским мрежама, радарима и разним телемедицинским применама. Посебно занимљиву улогу ово решење може имати у развоју бежичних технологија намењених за примену концепта IoT “интернет свих ствари” (*Internet of Things*).

Приказано решење засновано на принципу филтрирања карактеришу једноставна топологија, фреквенцијски опсег од 3,1 GHz до 7,5 GHz, мала потрошња и мала површина.

Значај техничког решења представља унапређење карактеристика нарочито у погледу ширине 10 dB опсега спектра генерисаног сигнала у односу на постојеће реализације импулсног генератора засноване на истом приступу.

Поред значаја у постигнутим перформансама прототипа, техничко решење доприноси развоју и истраживању у области ултра-широкопојасних предајника као и генерално развоју интегрисаних технологија у Србији.

На основу приложене документације и у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008), предлажем Научно-наставном већу Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду да пријављено техничко решење под називом “Интегрисани ултра-широкопојасни импулсни генератор који ради у фреквенцијском опсегу од 3,1 до 7,5 GHz” прихвати као:
Ново техничко решење (прототип) – M85

Прототип ултра-широкопојасног импулсног генератора релизован у CMOS технологији је пројектован на Факултету техничких наука у Новом Саду, у оквиру текућег пројекта бр. TP-32016 финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

У Нишу, 01. 04. 2015. године

Рецензент



Проф. др Предраг Петковић
Електронски факултет у Нишу
Универзитет у Нишу

РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Подаци о техничком решењу

Назив техничког решења: Интегрисани ултра-широкопојасни импулсни генератор који ради у фреквенцијском опсегу од 3,1 до 7,5 GHz

Одговорно лице: Јелена Радић

Аутори: Јелена Радић, Алена Ђугова, Ласло Нађ, Мирјана Виденовић-Мишић
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја TP-32016 (Руководилац пројекта проф. др Љиљана Живанов)

Година: 2015

Примена: 2015

Реализатори: Факултет техничких наука, Нови Сад

Корисници: : Факултет техничких наука, Нови Сад

Категорија техничког решења: Ново техничко решење (прототип) – M85

Подаци о рецензенту

Име и презиме, звање: др Златица Маринковић, доцент

Ужа научна област за који је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета: Телекомуникације, изабрана у звање 26.02.2013. године на Електронском факултету у Нишу

Установа где је запослен: Електронски факултет, Универзитет у Нишу

Стручно мишљење рецензента

У техничком решењу је представљен једноставан ултра-широкопојасни импулсни генератор подешљивих карактеристика заснован на методи уобличавања краткотрајног импулса. Прототип је реализован у 0,18 μm UMC CMOS технологији и неупакован је. Као део IR-UWB примопредајника може да се примењује у бежичним широкопојасним комуникацијама малог или средњег домета.

Значај предложеног техничког решења је у постигнутим перформансама прототипа као и у поузданости резултата која је доказана карактеризацијом више интегрисаних кола.

Осим доприноса развоју IR-UWB система, техничко решење има важну улогу у истраживању у области пројектовања активних интегрисаних кола на високим учестаностим, као и уопштено развоју интегрисаних технологија у Србији.

На основу приложене документације и у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008), предлажем Научно-наставном већу Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду да пријављено техничко

решење под називом “Интегрисани ултра-широкопојасни импулсни генератор који ради у фреквенцијском опсегу од 3,1 до 7,5 GHz” прихвати као:
Ново техничко решење (прототип) – M85

Прототип ултра-широкопојасног импулног генератора релизован у CMOS технологији је пројектован на Факултету техничких наука у Новом Саду, у оквиру текућег пројекта бр. TP-32016 финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

У Нишу, 12.06.2015. године

Рецензент

З. Маринковић

Доцент др Златица Маринковић
Електронски факултет у Нишу
Универзитет у Нишу