



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: ftndeap@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
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:

НОВА КОНФИГУРАЦИЈА УЛТРА-ШИРОКОПОЈАСНОГ ИМПУЛСНОГ ГЕНЕРАТОРА РЕАЛИЗОВАНОГ У CMOS ТЕХНОЛОГИЈИ

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



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: 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 11.2.3: 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:

НОВА КОНФИГУРАЦИЈА УЛТРА-ШИРОКОПОЈАСНОГ ИМПУЛСНОГ ГЕНЕРАТОРА РЕАЛИЗОВАНОГ У CMOS ТЕХНОЛОГИЈИ

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:

Нова конфигурација ултра-широкопојасног импулсног генератора реализованог у CMOS технологији

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 ТР-32016

Година: 2015

Примена: 2015

Кратак опис

У овом техничком решењу је приказана нова конфигурација 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 уједно представља прво активно интегрисано коло које ради на високим фреквенцијама, које је пројектовано и фабриковано у оквиру истраживања спроведених на Универзитету у Новом Саду. Импусни генератор, коришћењем ринг осцилатора који ради у кратком временском интервалу, на излазу генерише сигнал одговарајућег облика чија спектрална густина снаге (енг. *Power Spectral Density* – PSD) покрива опсег фреквенција до $8,5\text{ GHz}$ и задовољава услове дефинисане одговарајућом спектралном маском. Предложено решење има малу површину и малу потрошњу и омогућава подешавање карактеристика што обезбеђује прилагођавање импулсног генератора различитим условима комуникације. Прототип се може користити у бежичним импулсним ултра-широкопојасним комуникацијама кратко и средњег домета.

Техничке карактеристике:

Прототип је произведен у $0,18\text{ }\mu\text{m}$ UMC CMOS технологији и неупакован је. У односу на ултра-широкопојасне импулсне генераторе засноване на истом принципу присутне у литератури прототип има знатно шири 10 dB опсег 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 $3,1\text{ GHz}$ до $8,5\text{ GHz}$.

Реализатори:

Факултет техничких наука, Нови Сад.

Корисници:

Факултет техничких наука, Нови Сад.

Подтип решења:

M85 – Нови прототип.

Увод

Ултра-широкопојасна (енг. *Ultra-WideBand – UWB*) технологија данас представља једну од најзаступљенијих технологија у бежичним комуникацијама. Предвиђени развој бежичних технологија формулисан појмом “интернет свих ствари” (енг. *Internet of Things*), усмерен ка томе да све (људи, машине, уређаји и информацији) буде повезано, захтева да се реше многи проблеми, а пре свега да се повећа брзина протока података. Један од начина за то јесте коришћењем широког опег фреквенција што UWB комуникацијама (дозвољени опсег од 3,1 до 10,6 GHz) обезбеђује важну улогу.

Један од приступа у оквиру UWB технологије јесте импулсни ултра-широкопојасни (енг. *Impulse Radio UltraWide Band – IR-UWB*) приступ који преноси краткотрајне (испод 1 ns) импулсе у основном облику. Спектар поворке ових импулса има ширину 10 dB опсег до неколико гигахерца. Предности IR-UWB система 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).

Импулсни генератор (енг. *Pulse Generator – PG*) представља један од најважнијих блокова IR-UWB примопредајника. Поред тога што чини предајни део (повезивањем PG са широкопојасном антенom добија се IR-UWB предајник), копија импулсног генератора се може наћи и у пријемној страни, где треба да генерише референтни сигнал са којим се синхронизује примљени сигнал (кохерентни пријемник). Због тога се слободно може рећи да овај део IR-UWB примопредајника дефинише специфичне карактеристике целокупног система.

Основни захтев који PG треба да испуни јесте да на излазу генерише поворку импулса чији спектар, односно спектрална густина снаге задовољава прописе Савезне комисије за комуникације САД-а (енг. *Federal Communications Commission – FCC*) представљене одговарајућом спектралном маском. Осим задовољених FCC захтева са широким 10 dB опсегом и дозвољеном вредности параметра PSD, пожељно је обезбедити једноставну структуру, малу потрошњу и површину импулсног генератора чиме се осигурава ниска цена фабрикације. Додатно, важну предност представља могућност подешавања параметара генерисаног сигнала, којом се обезбеђује компензација изобличења карактеристика насталих услед процесних, напонских и температурних промена (енг. *Process, Voltage and Temperature variations – PVT*) током производње интегрисаног кола и прилагођење комуникацији у различитим условима. Поступак пројектовања ултра-широкопојасног импулсног генератора и његове карактеристике веома зависе од могућности коришћене технологије. Поред тога, потребно је истаћи да се током процеса пројектовања интегрисаног кола мора узети у обзир утицај окружења (паковање, оптерећења, предвиђена метода карактеризације...).

Иако је крајњи циљ истраживања у оквиру пројекта технолошког развоја TR-32016 да се направи цео бежични примопредајник интегрисан на силицијумској плочици, у овом техничком решењу је реализован и тестиран само IR-UWB импулсни генератор. Потребно је нагласити да приказани прототип представља прво фабриковано активно интегрисано коло на високим учестаностима пројектовано на Унивезитету у Новом Саду. Стога је важан допринос овог решења не само у погледу постигнутих техничких карактеристика, него у поступку пројектовања и карактеризације активних RF интегрисаних кола.

Прототип ултра-широкопојасног импулсног генератора заснованог на ринг осцилатору

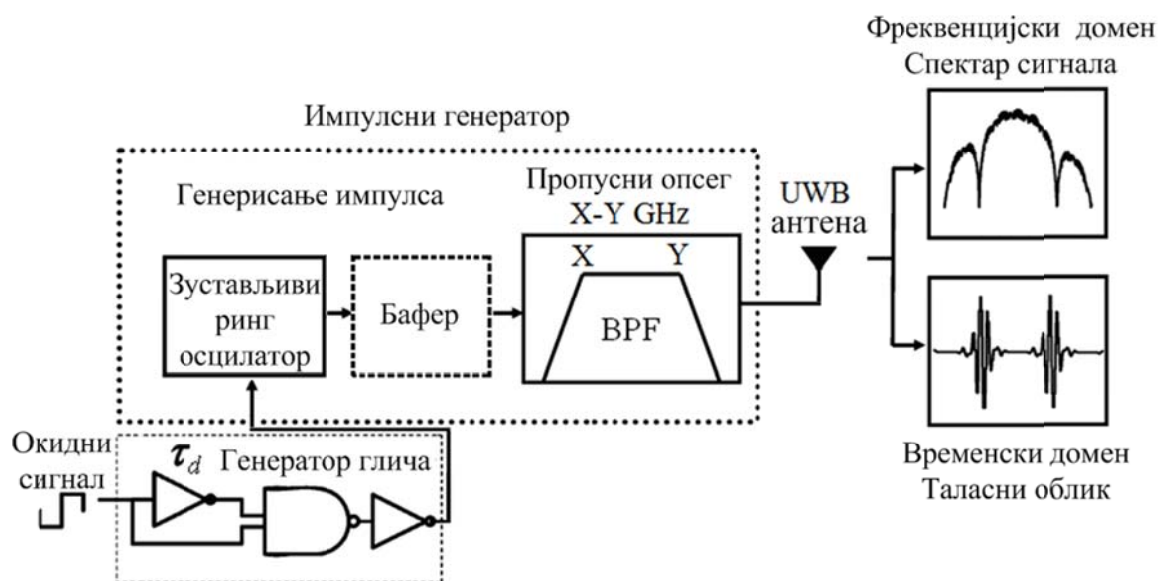
Постоје различите технике пројектовања ултра-широкопојасног импулсног генератора које директно зависе од спецификација уређаја и могућности (ограничења) одабране технологије. У литератури су доста заступљени IR-UWB предајници који за генерисање краткотрајног импулса користе осцилатор. Предност овог приступа је једноставнија структура у односу на предајнике који садрже миксере и појачаваче снаге на излазу.

Постоје два начина реализације ових уређаја: импулсни генератори који користе прекидач да би модулисали, односно краткотрајно пропустили на излаз сигнал осцилатора који је стално укључен (док год је предајник активан) и генератори који укључују осцилатор само у кратком периоду унутар ког шаљу импулс, а потом га искључују. Потпуно је јасно да је од две поменуте варијанте, импулсни генератор који прекида рад осцилатора много енергетски ефикасније, јер не захтева стално укључене компоненте. Мане ових решења су струје цурења и нежељена изобличења настала услед неидеалне изолације (карактеристика) прекидача.

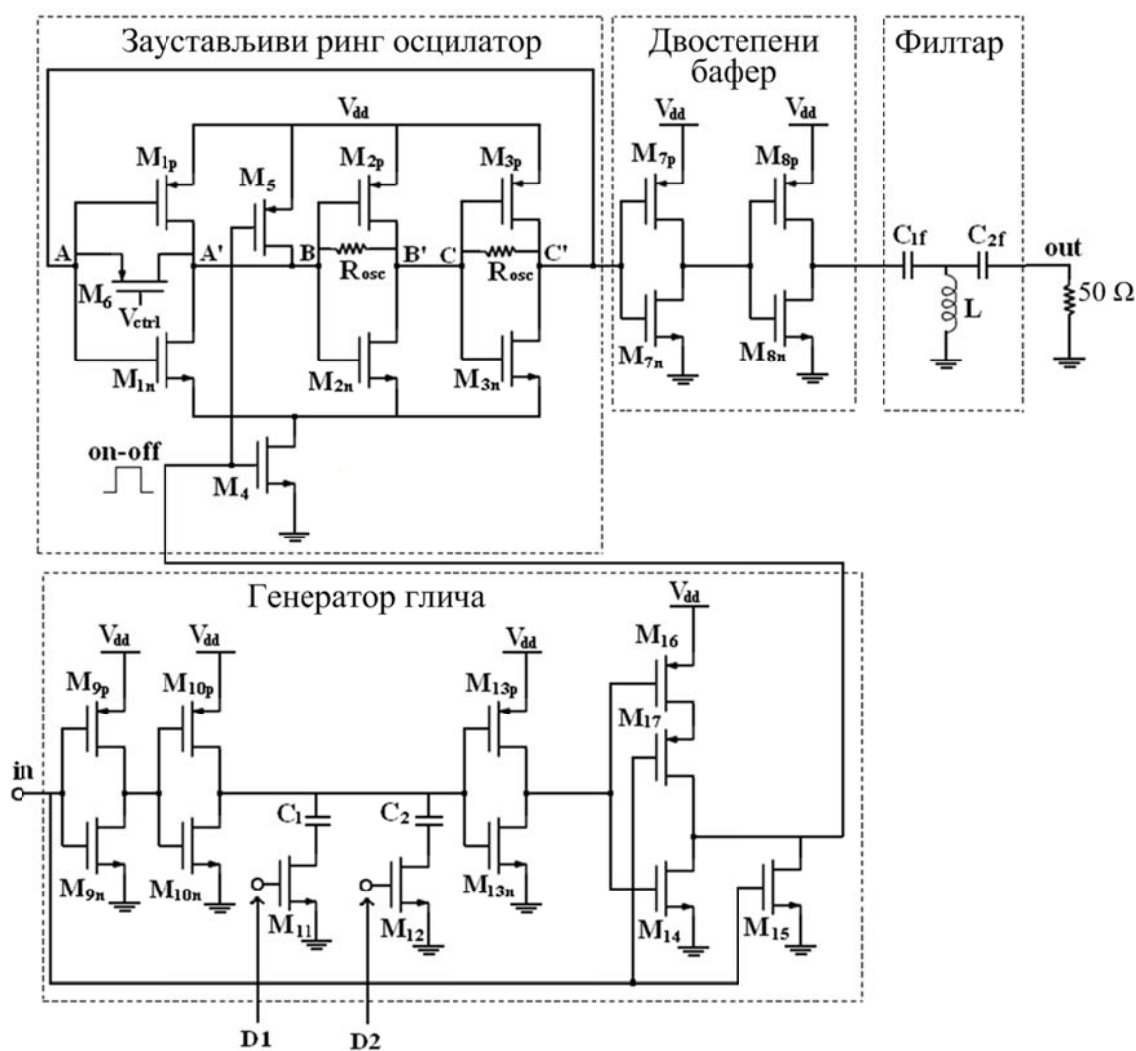
Како су главне предности IR-UWB технологије мала потрошња и ниска цена који произлазе из једноставне архитектуре, поменута група импулсних генератора најчешће користе једноставне осцилаторе без фазно затворених петљи (eng. *Phase Locked Loop* – PLL) и других сложених механизма за управљање фреквенцијом. Оправдање за то јесте што се за ове примене (у IR-UWB системима) не захтевају толико добре особине осцилатора по питању фазног шума и тачности фреквенције. Пошто фреквенција осцилатора приближно одређује фреквенцију на којој спектрална густина снаге сигнала на излазу импулсног генератора има максималну вредност (а самим тим и положај спектра унутар FCC маске), у већини случајева више се тежи ка томе да се обезбеди једноставно подешавање карактеристика, односно фреквенције осцилатора (а не њена тачност). У те сврхе најчешће се користе LC и ринг осцилатори. Мана импулсних генератора са LC осцилатором јесте повећана површина због употребе пасивних компоненти. Стога је у овом техничком решењу коришћена топологија заснована на ринг осцилатору.

На слици 1 је представљена основна блок шема IR-UWB предајника заснованог на заустављивом ринг осцилатору (као делу импулсног генератора). Коло се састоји из генератора краткотрајног импулса или генератора глича подешљивог трајања, заустављивог ринг осцилатора подешљиве фреквенције, одвојног степена или бафера и филтра пропусника опсега. Генератор глича производи краткотрајни импулс на основу кога се укључује и искључује ринг осцилатор, те тиме одређује трајање осцилација и дужину сигнала генерисаног на излазу предајника. Пошто је трајање импулса на излазу обрнуто сразмерно ширини његовог спектра (спектралне густине снаге), веома је важно генерисати сигнал који омогућава оптимално искоришћење доступног UWB опсега. Фреквенција ринг осцилатора приближно одређује фреквенцију на којој спектар (*PSD*) генерисаног импулса има локални максимум и тиме позицију спектра (*PSD*) у оквиру FCC маске. Бафер или одвојни степен спречава утицај филтра на рад ринг осцилатора. Филтар пропусник опсега додатно уобличава спектар (*PSD*) сигнала унутар дозвољене спектралне маске.

Електрична шема релизованог прототипа импулсног генератора је дата на слици 2. Генератор краткотрајног импулса подешљивог трајања који је углавном (у случају OOK модулације, eng. *On-Off Keying*) побуђен сигналом података се заснива на принципу



Слика 1. Блок шема IR-UWB предајника који садржи ринг осцилатор.



Слика 2. Ултра-широкопојасни импулсни генератор заснован на ринг осцилатору.

кола за издвајање ивице. Састоји се из NILI кола, три инвертора и дигитално управљиве кондензаторске мреже. NILI коло је побуђено основним (правоугаоним) сигналом и његовом инвертованом и закашњеном верзијом, па се на излазу кола добија висока вредност само када су оба улазна сигнала имају ниску вредност. На основу предложеног следи да је трајање генерисаног *on-off* импулса одређено кашњењем инвертованог сигнала. Дигитално управљива кондензаторска мрежа је убачена да би се обезбедило подешавање трајања генерисаног импулса, а тиме и карактеристика сигнала на излазу импулсног генератора. Дигитални сигнали D_1 и D_2 укључују и искључују одговарајуће кондензаторе (C_1 и C_2) преко прекидача реализованих NMOS транзисторима одређујући укупну капацитивност кондензаторске мреже која је директно пропорционална дужини импулса на излазу генератора глича. Да би се обезбедиле стрме ивице, односно мала времена пораста и опадања генерисаног импулса, кондензаторска мрежа је уметнута између два инвертора. На улазу је додат још један инвертор да би се обезбедио непаран број инвертора потребан за исправан рад кола.

Заустављиви ринг осцилатор се састоји од тростепеног ринг осцилатора (инвертори M_1 – M_3), два прекидача транзистора (M_4 и M_5), два отпорника R_{ocs} и помоћног PMOS транзистора (M_6). Прекидачки транзистори управљају процесом укључивања и искључивања ринг осцилатора. Када је улазни, управљачки *on-off* сигнал на високом нивоу, транзистор M_4 је укључен (транзистор M_5 је искључен), напони на излазима инвертора M_1 – M_3 су одређени односом димензија одговарајућих PMOS и NMOS транзистора. Захваљујући малом оптерећењу инвертора (капацитивност C_{gs} следећег степена обично реда величине 100 fF), осцилације почињу са малим закашњењем. Транзистор M_5 се укључује (транзистор M_4 се искључује) при опадајућој ивици краткотрајног импулса, повезујући излаз првог (улаз другог) степена на напон напајања, чиме се осциловање зауставља. Иако је укључивање и искључивање ринг осцилатора омогућено применом једног транзистора (M_4) који обезбеђује (укључује и искључује) струју осцилатора, додатним транзистором M_5 је остварено да осцилације крену увек од истих почетних услова (на почетку напон на излазу кола опада од V_{dd} ка 0 V). Оваквим искључивањем ринг осцилатора током неактивног периода се смањује укупна потрошња снаге. Пошто је максимална фреквенција основне топологије ринг осцилатора у 0,18 μm UMC CMOS технологији нижа од жељене, да би се омогућило повећање и подешавање фреквенције осциловања у повратну спрегу другог и трећег инверторског степена су додати отпорници R_{ocs} , а у повратну спрегу првог инверторског степена PMOS транзистор M_6 . Применом отпорника у повратној спрези инвертора обезбеђује се директна веза између његовог улаза и излаза, па се један део улазног сигнала директно (преко отпорника) пресликава на излаз. Пошто овај део сигнала има супротну фазу од дела улазног сигнала који је на излазу појачан (негативним) појачањем инвертора (користан сигнал), поменути сигнали се одузимају и опада напонско појачање инвертора. На основу Милерове теореме, импеданса између улаза и излаза појачавача се на улаз пресликава подељена са $1-A_v$, где је A_v појачање појачавача, односно капацитивност између улаза и излаза се на улазу појачавача види помножена са поменутим изразом $(1-A_v)$. Смањењем вредности отпорника у повратној спрези инвертора опада његово појачање, и стога пресликана улазна капацитивност. Како у случају ринг осцилатора улазна капацитивност инвертора представља оптерећење претходног инверторског степена, мање вредности улазних капацитивности инвертора обезбеђују мању периоду осциловања (брже се пуне и празне), односно вишу фреквенцију ринг осцилатора. Додатно, потребно је нагласити да смањењем вредности отпорника у повратној спрези појачавача опада RC константа којом се пуне и празне паразитне капацитивности транзистора и стога расте пропусни опсег (инвертора)

појачавача. Коришћењем PMOS транзистора M_6 као напоном (V_{ctrl}) контролисаног отпорника у повратној спрези првог инвертора омогућено је подешавање фреквенције ринг осцилатора и тиме положаја спектра сигнала на излазу импулсног генератора унутар спектралне маске.

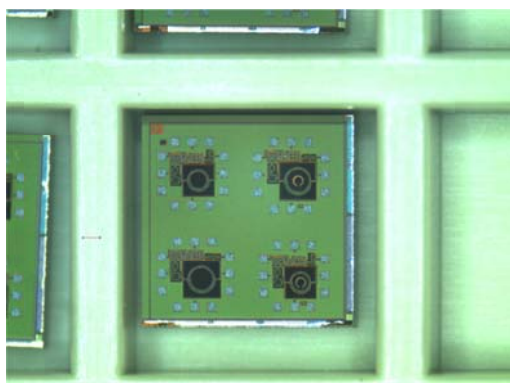
Двостепени бафер (транзистори M_7 – M_8) обезбеђује бољу изолацију ринг осцилатора од филтра на излазу и поправља струјне могућности кола. Високопропусни филтар на излазу кола потискује нежељене компоненте спектра на фреквенцијама нижим од 3 GHz, односно додатно уобличава анVELOпу спектра и омогућава њено уклапање у FCC спектралну маску.

Карактеристике ултра-широкопојасног импулсног генератора

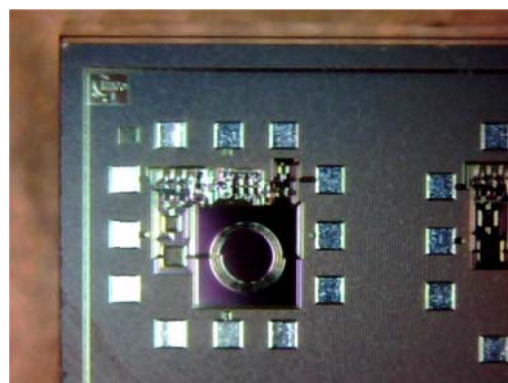
Техничко решење је реализовано у 0,18 μm UMC CMOS технологији, која има супстрат р-типа, 6 металних слојева и 1 слој полисилицијума. Напон напајања интегрисаних кола реализованих у овој технологији износи 1,8 V. Ултра-широкопојасни импулсни генератор је фабрикован на силицијумској плочици димензија $1525 \times 1525 \mu\text{m}^2$ која није упакована у одговарајуће кућиште (паковање), слика 3(а). Поред поменутог кола (слика 3(б)), на истој плочици произведена су још три прототипа који нису овде предмет разматрања. Укупна површина интегрисаног импулсног генератора износи $602 \times 587 \mu\text{m}^2$.

Распоред приступних тачака је такав да се на левој страни доводе сигнал података и управљачки сигнал (D_1), а на десној страни се налазе пед везан на излаз импулсног генератора (out) и пед везан на улаз високопропусног филтра (да би се омогућило мерење сигнала пре филтра и утврдило колико карактеристике филтра утичу на облик генерисаног сигнала). Горња и доња страна су резервисане за напајања (gnd за масу и V_{DD} за напон напајања) и управљачке сигнале (D_2 и V_{ctrl}) који обезбеђују подешавање карактеристика импулсног генератора. Може се уочити да је на свакој страни интегрисаног кола убачен по један пед за масу и на доњој и горњој пед за напон напајања чиме је обезбеђена добра расподела масе и напајања 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 одговарајућих DC и RF сонди: SGL (*UNITY*) на улазној страни, LGP (*UNITY*) на доњој страни, PGL (*UNITY*) на горњој страни и у неким случајевима SGS (*UNITY*) на излазу.



(а)



(б)

Слика 3. (а) Изглед фабрикованих интегрисаних кола на истој силицијумској плочици. (б) Увећана фотографија ултра-широкопојасног импулсног генератора.



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

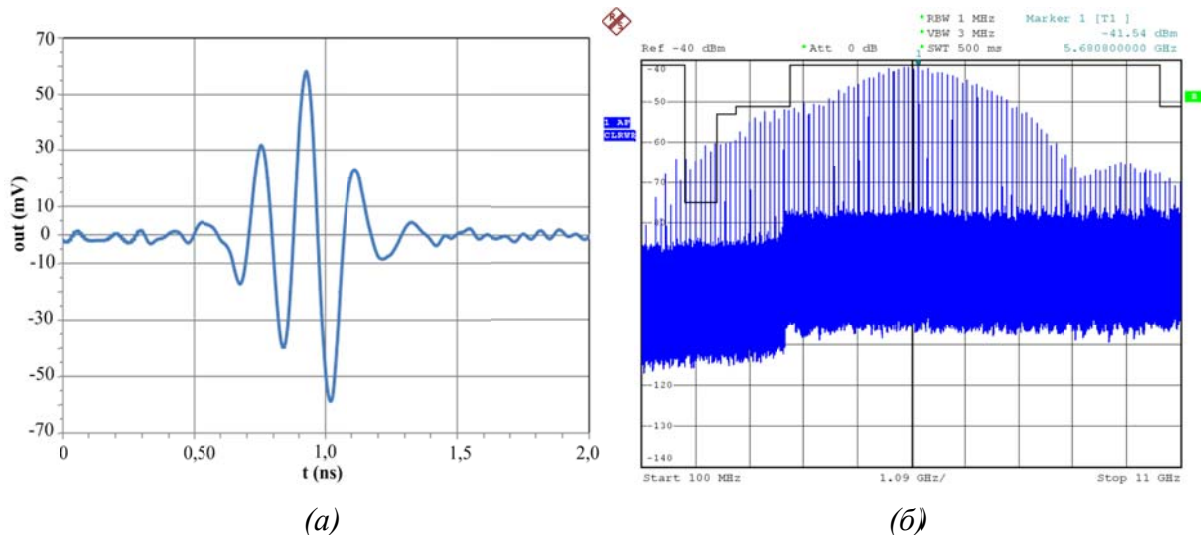
Ако се на излазу примени поменута сонда која омогућава мерење оба предвиђена сигнала у исто време постоји проблем уношења додатне капацитивности и индуктивности од сонде на улазу филтра што може знатно да промени карактеристике филтра и самим тим карактеристике сигнала на излазу. Зато је поузданији начин да се мери само сигнал на излазу прототипа помоћу RF *Infiniti* GS сонде (две ножице), а помоћни сигнал (на улазу филтра) да остане неоптерећен. У случају да треба да се карактерише и помоћни сигнал може се користити RF *Infiniti* SG сонда, којом се излаз интегiranог кола оставља неоптерећен.

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).

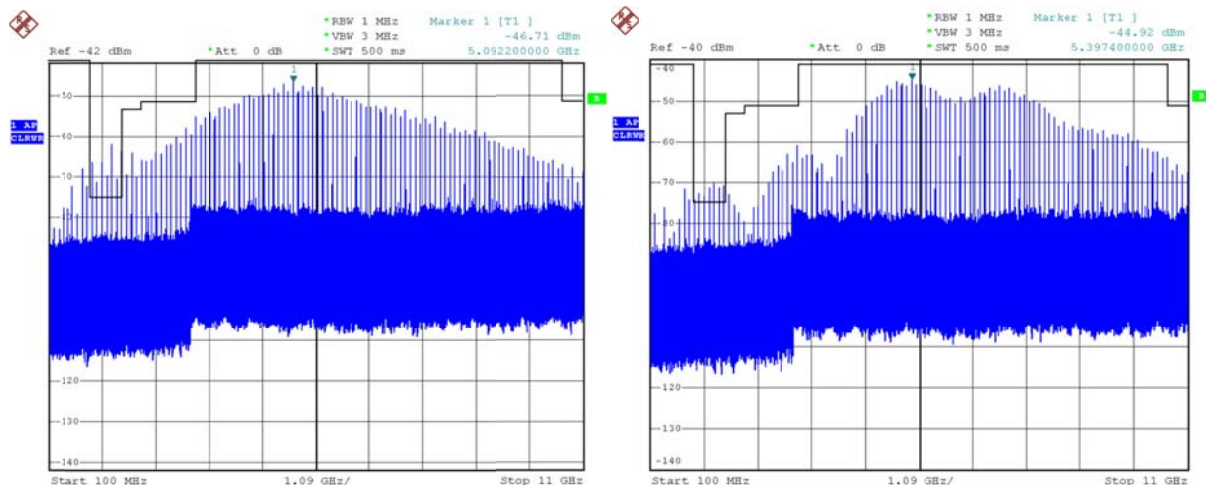
Сигнал података (*Data*) фреквенције 100 MHz је обезбеђен из 32 bita програмабилног побудног генератора *Bitmuster generator BMG 2500* који има могућност програмирања низа улазних података дужине 4 В. Таласни облик излазног сигнала је мерен коришћењем *Agilent Infiniium DSO90604A Digital Storage* осцилоскопа са 20 GSa/s који може да мери временски одзив сигнала фреквенције до 6 GHz, а спектрална густина снага излазног сигнала применом анализатора спектра *Rohde&Schwarz FSP* са опсегом фреквенција од 9 kHz до 30 GHz.

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.

Мерене карактеристике ултра-широкопојасног импулсног генератора у временском и фреквенцијском домену су приказане на слици 5. Може се видети да облик измереног сигнала веома добро одговара вишем изводу Гаусовог импулса. Амплитуда сигнал од врха до врха (V_{pp}) износи око 120 mV, а дужина сигнала око 0,8 ns. Вредност параметра V_{pp} је више него дупло мања у поређењу са резултатом постигнутим у постлејаут



Слика 5. Мерене карактеристике фабрикованог импулсног генератора:
(а) временски одзив и (б) фреквенцијски одзив.



Слика 6. Подешавање спектралне густине снаге импулсног генератора променом вредности управљачких сигнала (D_1 , D_2 и V_{ctrl}).

симулацијама (261 mV). Разлика у вредностима амплитуде се једним делом може објаснити слабљењем у кабловима од 3 dB (два кабла) и губицима у конекторима, сондама и њима додељеним специјалним кратким кабловима. Ако се узме у обзир само слабљење од 3 dB (оба кабла) на излазу се уместо 261 mV очекује 184 mV. Преостала разлика у амплитуди се може приписати губицима на конекторима, сондама и њима додељеним кабловима, али и неадекватном побуђивању интегрисаног кола. Наиме, на један улаз NII кола (у генератору глича) је доведен сигнал директно из побудног генератора (*Bitmuster generator BMG 2500*), док је други улаз доведен преко низа инвертора који обезбеђују јако стрме ивице сигнала. Током пројектовања и тестирања импулсног генератора времена пораста и опадања побудног сигнала су подешена на 100 ps што је значајно мање у односу на вредности које може да обезбеди коришћени побудни генератор. Пошто генератор глича на улазу импулсног генератора ради на принципу издвајања ивице где је јако битна стрмина улазних сигнала може се претпоставити да није адекватно побуђен, односно да се услови рада импулсног генератора значајно разликују од разматраних током пројектовања. Проблем је могао да се извуче додавањем бафера на самом улазу интегрисаног кола који ће омогућити одговарајуће стрмине побудног сигнала.

Спектрална густина снаге импулсног генератора је тестирана сигналом података фреквенције 200 MHz. Може се уочити да је максимална вредност параметра PSD ($-41,54$ dBm/MHz) приближно једнака дозвољеној вредности. Осим тога, постигнута је доста висока централна фреквенција од 5,68 GHz. Ширина 10 dB опсега је од 3,1 GHz до 7,75 GHz. Заправо доња гранична фреквенција је нешто нижа од 3,1 GHz, али вредност није узета због ограничења UWB опсега на 3,1 GHz. Може се видети да је већи део спектралне густине снаге концентрисан у нижем делу додељеног опсег и да је FCC маска нарушена у опсегу око 1 GHz. Међутим, спектралне катактеристике импулсног генератора се могу подешавати променом вредности управљачких сигнала (D_1 , D_2 и V_{ctrl}), слика 6. Иако је централна фреквенција (5,0922 GHz) спектралне густине снаге нижа у односу на претходни случај (5,6808 GHz, слика 5(б)), горња граница 10 dB опсега је померена до 8,2 GHz. Додатно, вредности компоненти спектралне густине снаге у недозвољеном опсегу су знатно ниже. Даљом променом управљачких сигнала спектрална густина снаге је померена у десни део UWB маске, са 10 dB опсегом од 3,8 GHz до 8,5 GHz, слика 6 (десно). Може се приметити да је додељена маска скоро потпуно задовољена у овом примеру. Такође, важно је запазити да су добијене спектралне карактеристике знатно боље него очекиване.

Неопходно је нагласити да је поновљивост мерених резултата била јако добра, тако да су мерене исте вредности параметара на различитим чиповима (пет прототипа).

Могућности представљеног техничког решења

У овом техничком решењу је приказана нова конфигурација ултра-широкопојасног импулсног генератора реализованог у $0,18\ \mu\text{m}$ UMC CMOS технологији који представља један од најзначајних блокова IR-UWB примопредајника. Прототип уједно представља прво произведено активно RF интегисано коло пројектовано на Универзитету у Новом Саду.

Импулсни генератор обезбеђује подешавање карактеристика генерисаног сигнала са спектром који покрива фреквенцијски опсег од од 3,1 GHz до 8,5 GHz. Веома је компактан (има малу површину) и обезбеђује шири 10 dB опсег спектралне густине снаге у односу на постојећа фабрикована решења заснована на истом принципу. Једини недостатак прототипа је релативно мала амплитуда сигнала, али би за веће вредности амплитуде (истим осталим карактеристикама) дошло до нарушавања FCC органичења за максималну дозвољену вредност параметра PSD .

Ако се излаз прототипа повеже са ултра-широкопојасном антенном одговарајућег пропусног опсега (од 3,1 GHz до 8,5 GHz) може се користити у бежичним широкопојасним комуникацијама кратког или средњег домета (до неколико метара) као што су сензорске мреже и различите биомедицински примене.

Нова конфигурација ултра-широкопојасног импулсног генератора релизованог у CMOS технологији је пројектована 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.

Штампано 2015. Године

РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Подаци о техничком решењу

Назив техничког решења: Нова конфигурација ултра-широкопојасног импулсног генератора реализованог у CMOS технологији

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

У техничком решењу »Нова конфигурација ултра-широкопојасног импулсног генератора реализованог у CMOS технологији« приказана је нова конфигурација ултра-широкопојасног импулсног генератора заснована на ринг осцилатору. Прототип је реализован у 0,18 μm UMC CMOS технологији. Као део IR-UWB (*Impulse Radio UltraWide Band*) пријемника може се користити у бежичној комуникацији кратког или средњег домета.

У опису техничког решења приказани су резултати карактеризације неупакованих интегрисаних кола која је рађена на RF испитној станици. У поређењу са перформансама других имулсних генератора који користе исти принцип генерисања сигнала, овај прототип се издваја ширим 10 dB опсегом спектралне густине снаге уз приближно исте вредности осталих карактеристичних параметара. Зато се може рећи да предложено техничко решење представља значајан допринос развоју широкопојасних предајника импулсног типа.

Истовремено, овај прототип представља прво фабриковано активно RF интегрисано коло које је развијено на Универзитету у Новом Саду. Стога оно има веома важну улогу у развоју ове области 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) – М85

Нова конфигурација ултра-широкопојасног импулсног генератора реализованог у CMOS технологији је пројектована 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.

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: Нова конфигурација ултра-широкопојасног импулног генератора реализованог у CMOS технологији

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 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

Техничко решење представља реализацију једноставног ултра-широкопојасног импулног генератора подешљивих карактеристика који генерише краткотрајни сигнал одговарајућег облика коришћењем заустављивог ринг осцилатора.

Прототип је реализован у $0,18\ \mu\text{m}$ UMC CMOS технологији и представља прво произведено активно RF интегрисано коло које је пројектовано на Универзитету у Новом Саду и има веома велик значај у истраживању и развоју области интегрисаних технологија у Србији.

Пошто представља део IR-UWB система прототип може да се користи у бежичним широкопојасним комуникацијама малог или средњег домета и опсега рада од 3,1 GHz до 8,5 GHz и даје значајан допринос развоју широкопојасних примопредајника импулног типа.

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), предлагем Научно-наставном већу Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду да пријављено техничко

решење под називом “Нова конфигурација ултра-широкопојасног импулсног генератора реализованог у CMOS технологији ” прихвати као:
Ново техничко решење (прототип) – M85

Нова конфигурација ултра-широкопојасног импулсног генератора реализованог у CMOS технологији је пројектована 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