



ZAVOD ZA
INTELEKTUALNU SVOJINU
BEOGRAD

(51) Int. Cl.
G06F 1/32 (2006.01)
H03K 19/00 (2006.01)

(21) Broj prijave: **P - 2016/0787**
(22) Datum podnošenja prijave: **20.09.2016.**
(43) Datum objavljivanja prijave: **30.03.2018.**

(73) Podnosilac prijave patenta:
RT-RK D.O.O.,
Narodnog Fronta 23a,
21000 Novi Sad, RS

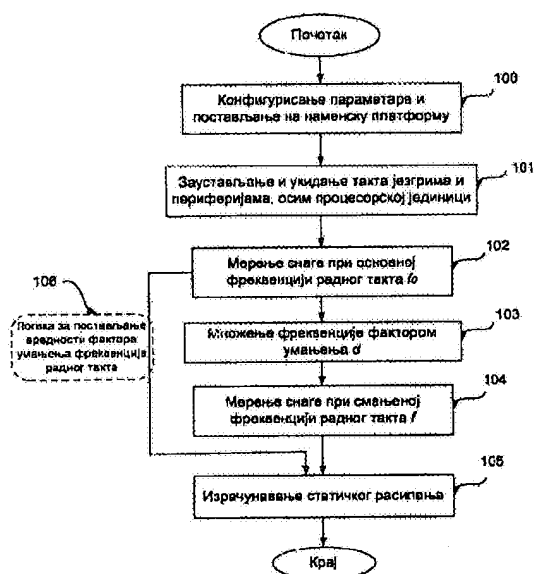
(72) Pronalazači:
KRUNIĆ, Momčilo;
POPOVIĆ, Miroslav;
KOVAČEVIĆ, Jelena, dr;
ČETIĆ, Nenad

(74) Zastupnik:

(54) Naziv pronalaska: **METOD ZA MERENJE SNAGE STATIČKOG RASIPANJA NAMENSKE DSP PLATFORME**

(57) Apstrakt:

Metod za merenje snage statičkog rasipanja namenske DSP platforme, ima za novost specifičan način merenja struje curenja, kroz nekoliko koraka. Prvi je korak (100) konfigurisanje parametara i postavljanje parametara na namenskoj DSP platformi, nakon čega sledi korak (101) zaustavljanja procesorske jedinice, i ukidanje takta svim jezgrima i ostalim perifernim komponentama osim procesorskoj jedinici. Sledi korak (102) merenje snage pri osnovnoj frekvenciji radnog takta f_0 , a zatim i korak (103) smanjenja osnovne frekvencije radnog takta, deljenjem sa faktorom (202) umanjenja d . Nakon toga je korak (104) merenja snage pri smanjenoj frekvenciji radnog takta f , i korak (105) izračunavanja statičke struje curenja CMOS integrisanog kola, kao odnos dva izraza od kojih je prvi izraz razlika izmerene struje pri smanjenoj frekvenciji (201) radnog takta f pomnožene faktorom (202) d , i izmerene jačine struje pri osnovnoj frekvenciji (200) radnog takta f_0 , a drugi izraz je faktor (202) umanjenja d umanjen za 1



Метод за мерење снаге статичког расипања наменске DSP платформе

Области технике на коју се проналазак односи

Проналазак се тиче области дигиталних процесора сигнала (енг. *Digital Signal Processor* – DSP) као и наменских DSP платформи.

Ознака према међународној класификацији патената (МКП) је: **G06F1/32, A61H1/36 и H03K19/00.**

Технички проблем

Статичка потрошња снаге наменског DSP процесора, позната и као снага цурења, настаје као последица струје цурења транзистора када је он у искљученом стању. Струју цурења CMOS транзистора чини неколико чинилаца, струја цурења услед реверзне поларизације p-n споја, струја подпраговског цурења на релацији *source-to-drain*, струја која пролази кроз оксид гејта, и струја на drain-у, узрокована гејтом. Укупна струја цурења закоченог CMOS транзистора може се представити као збир свих ових јачина струја, где је најдоминантнија компонента струја подпраговског цурења. Технике минимизације цурења струје у стању мировања претежно се базирају на смањењу ове компоненте. Укупна струја цурења CMOS интегрисаног кола се може представити као сума струја цурења свих транзистора у њему. Статичка компонента расипања снаге, P_s представља потрошњу струје I_{stat} при напону платформе V_{DD} која не зависи од варирања фреквенције радног такта. Мерење ове компоненте није једноставно. Пре свега је потребно задати такт процесорској јединици која је задужена за постављање вредности и синхронизацију компоненти наменске DSP платформе. Дистрибуција такта је неопходан услов да би се мерно окружење правилно подесило, док је захтев за мерење статичке компоненте CMOS интегрисаног кола да се такт укине, што доводи до контрадикторности.

Стање технике

У даљем тексту дат је осврт на нека од заштићених решења која улазе у постојеће стање технике предложеног проналазак.

Патент US 7814339 под називом „*Leakage power estimation*“, објављен 12. октобра 2010. године припада постојећем стању технике и говори о процени енергије цурења интегрисаног кола. Разлика у односу на предложени проналазак је да се овде говори о варијацији параметара као што су температура и напон, а она може да буде нелинеарна.

Патент US 6324426 под називом „*Power consumption reduction in medical devices employing multiple supply voltages and clock frequency control*”, објављен 27. новембра 2001. говори о редукцији потрошње енергије у медицинским уређајима, али се овде не помиње метод мерења, и у поступку редукције се мења напон, што је разлика у односу на предложену методу где је напон константан.

Патент US 7577859 под насловом „*System and method of controlling power consumption in an electronic system by applying a uniquely determined minimum operating voltage to an integrated circuit rather than a predetermined nominal voltage selected for a family of integrated circuits*” објављен 18. августа 2009. говори о контроли потрошње енергије у електронским системима, међутим и у овом случају се не говори о методи мерења статичког расипања, а такође се примењује поступак варирања напона, што није случај у предложеној методи.

Патент US 6438422 под насловом „*Power dissipation reduction in medical devices using adiabatic logic*” објављен 20. августа 2002. говори о минимизовању расипања енергије у медицинским имплантним уређајима само на основу смањене фреквенције. Међутим, не говори се о поступку мерења тог расипања, и о зависности смањења фреквенције на поступак тог мерења.

Патент US 8294492 под насловом „*Ultra-low-power circuit*”, објављен 23. октобра 2012. године говори о начину смањења подпраговске струје цурења, као доминантне компоненте расипања енергије. Као и у претходним патентима, не постоји описан начин мерења расипања статичке снаге што је разлика у односу на предложени проналазак.

Излагање суштине проналаска

Представљен технички проблем адекватног и ефикасног мерења статичке снаге расипања, решава се коришћењем чињенице да снага статичког расипања не зависи од варирања фреквенције радног такта, што је послужило и као важан елемент решења. Покретање сесије за отклањање грешака подразумева постављање предефинисаних параметара на самом хардверу, и заустављање извршавања програма на почетној адреси. Како би се смањио утицај динамичке компоненте на мерење, укида се такт свим језгрима, и свим периферијама, осим процесорској јединици где не постоји могућност укидања радног такта јер он обезбеђује правилан рад целе DSP платформе. У таквом режиму, остају активне две компоненте потрошње: статичка и динамичка компонента потрошње енергије заустављене процесорске јединице. Статичка компонента зависи

искључиво од улазног напона који је у највећем броју случајева подесив. Код наменских платформи са веома ниском потрошњом енергије, подешавањем напона се утиче и на статичку компоненту потрошње зарад уштеде енергије. Динамичка компонента потрошње енергије заустављене процесорске јединице зависи од фреквенције такта, односно од дистрибуције такта на језгру.

Циљ предложеног проналаска је да се мерењем потрошње снаге при различитим фреквенцијама радног такта, кроз неколико рачунских корака дође до мере снаге статичког расипања CMOS интегрисаног кола. Прво се мери снага при основној фреквенцији, а затим и при умањеној, користећи фактор умањења d , чија се вредност подешава програмабилно. За две измерене вредности снаге, за две фреквенције радног такта, основну и подељену, постављају се две једначине, где је измерена вредност снаге једнака збиру динамичке и статичке компоненте. Коришћењем чињенице да се снага мери тако што се заправо измери јачина струје при константном напону, добија се коначан израз којим се мери струја цурења CMOS интегрисаног кола.

Кратак опис слика проналаска

Следеће слике употпуњују опис проналаска:

Слика 1: Приказ корака поступка предложеног проналаска за мерење статичког расипања CMOS интегрисаног кола

Детаљан опис проналаска

Предложени проналазак представља методу за мерење статичког расипања наменске DSP платформе. Специфичност се огледа у чињеници да се статичка струја цурења CMOS интегрисаног може измерити, односно израчунати варирањем, односно смањивањем основне фреквенције радног такта. Користи се чињеница да фреквенција не утиче на статичку компоненту снаге наменске DSP платформе, док на динамичку компоненту утиче. Прво се мери снага, односно струја напајања при константном напону V_{DD} и при основној фреквенцији, у овом случају то је 10,24 MHz, а онда и при смањеној фреквенцији, при чему фактор смањења d са којим се дели основна фреквенција f , итеративно узима вредности 2, 4 и 8.

На Слици 1, дати су кораци поступка предложеног проналаска. Корак 100 је конфигурисање параметара и постављање параметара на наменској DSP платформи. Након тога

слиди корак 101 када се зауставља процесорска јединица, а такт се укида свим језгрима и осталим периферним компонентама осим процесорској јединици. Затим слиди корак 102 када се мери снага (I_{m1} , V_{DD}) при основној фреквенцији 200 радног такта f_0 , након чега се у кораку 103 смањује основна фреквенција 200 радног такта f_0 , дељењем основне фреквенције 200 f_0 фактором 202 умањења d , који вредност добија на основу логике која се итеративно понавља, и затим се поново мери у кораку 104 снага (I_{m2} , V_{DD}) при смањеној фреквенцији 201 радног такта f , након чега се даље са две измерене вредности снаге заустављене процесорске јединице (I_{m1} и I_{m2}), израчунава у кораку 105 статичко расипање CMOS интегрисаног кола на основу израза (5).

При томе је искоришћена законитост, да се снага може измерити тако што се при константном напону мери јачина струје. Уколико у израз (1), који каже да је измерена снага једнака збиру статичке и динамичке компоненте,

$$P_{dl} + P_{stat} = P_{m1} \quad (1)$$

уврстимо ово правило, онда се добије израз (2).

$$I_{dl} + I_{stat} = I_{m1} \quad (2)$$

Израз (3) којим се може описати измерена снага при смањеној фреквенцији 201 радног такта f , где смањење не утиче на статичку компоненту снаге, већ само на динамичку, такође се може написати другачије коришћењем поменутог правила, па се добија израз (4), одакле се лако долази до коначног израза (5) за статичку компоненту измерене јачине струје, I_{stat} , која у ствари представља струју цурења CMOS интегрисаног кола које се тражи и која представља однос два израза од којих је први израз разлика измерене струје при смањеној фреквенцији 201 радног такта f помножене фактором 202 d , и измерене јачине струје при основној фреквенцији 200 радног такта f_0 , а други израз је фактор 202 умањења d умањен за 1.

$$P_{dl}/d + P_{stat} = P_{m2} \quad (3)$$

$$I_{dl}/d + I_{stat} = I_{m2} \quad (4)$$

$$I_{stat} = \frac{d \times I_{m2} - I_{m1}}{d - 1} \quad (5)$$

Да би се утврдила тачност и стабилност добијене вредности струје цурења, користе се различите вредности фактора умањења приликом мерења, након чега се измерене вредности уврштавају у израз (5). На основу израчунатих вредности статичке струје расипања, рачуна се стандардна девијација. Вредност стандардне девијације је мања од $2\mu\text{A}$, а релативна девијација је мања од 0.5%, чиме се потврђује стабилност добијених резултата и и валидност предложене методологије мерења.

Начин индустријске или друге примене проналаска

Статичко расипање енергије представља значајну компоненту укупне потрошње енергије наменских DSP система, поготову код оних чији се процесни чворови реализују у нанометарском домену. Због тога, одређивање статичког расипања, методом која се предлаже у овој патентној пријави, има значајну улогу у процени енергетске ефикасности наменске DSP платформе, јер даје прецизан увид у ту компоненту потрошње енергије. Предложена методологија је универзална и примењива на било које CMOS интегрисано коло, где се због немогућности потпуног укидања дистрибуције радног такта, статичка струја цурења не може директно мерити.

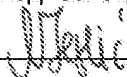
Потпис подносиоца пријаве:



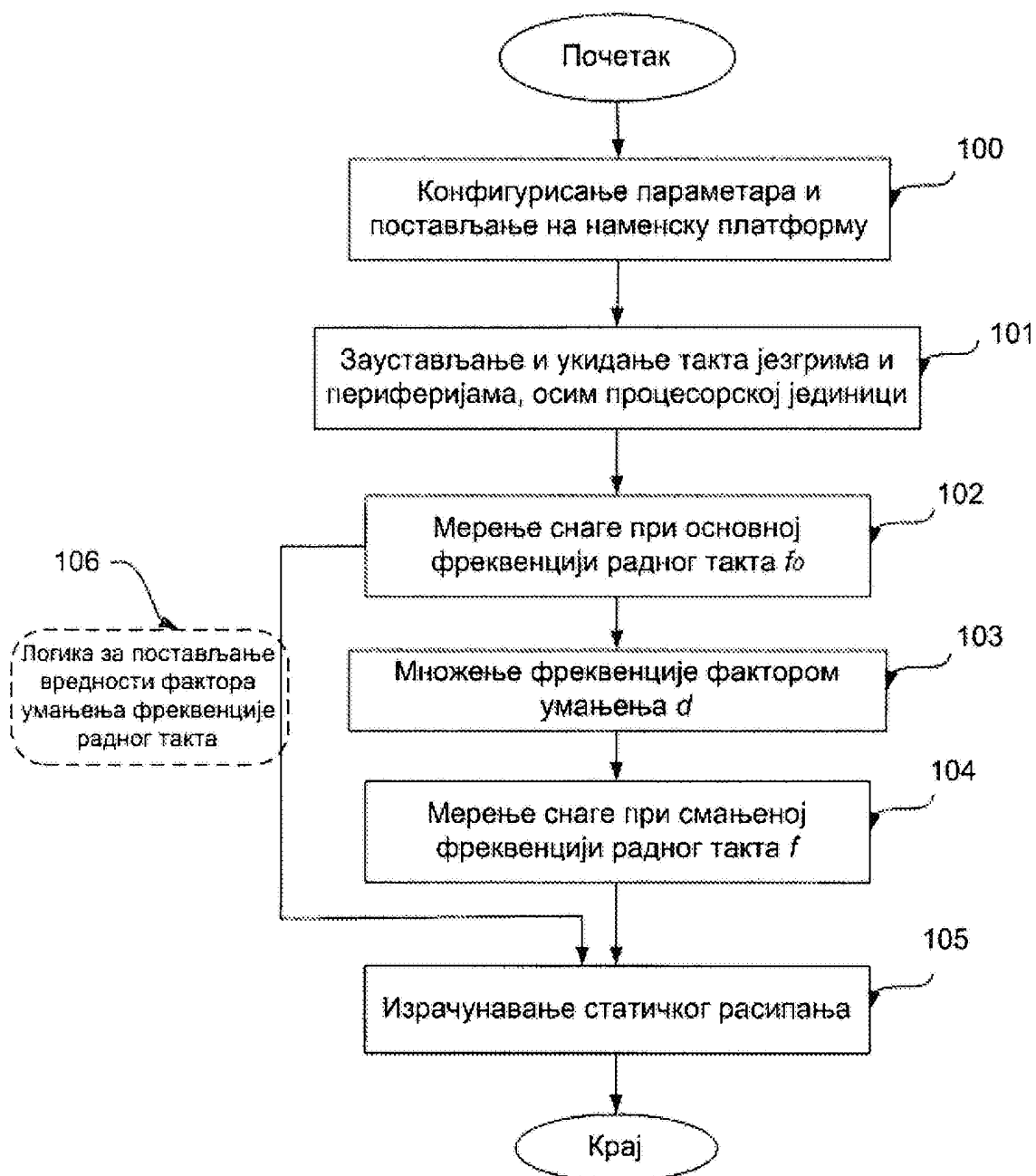
Патентни захтеви:

1. Метод за мерење снаге статичког расипања наменске DSP платформе, карактерисан тиме да се поступак састоји од корака (100) конфигурисања параметара и постављање параметара на наменској DSP платформи, након чега следи корак (101) заустављања процесорске јединице, и укидање такта свим језгрима и осталим периферним компонентама осим процесорској јединици, корак (102) мерења снаге при основној фреквенцији (200) радног такта f_0 , након чега следи корак (103) смањивања основне фреквенције (200) радног такта f_0 , користећи логику (106) за смањивање основне фреквенције радног такта f_0 , дељењем са фактором (202) умањења d , и корак (104) мерења снаге при умањеној фреквенцији (201) радног такта f , затим корак (105) израчунавања статичке струје расипања, која се мери као однос два израза од којих је први израз разлика измерене струје I_{m2} при смањеној фреквенцији (201) f радног такта, помножене фактором (202) d , и измерене јачине I_{m1} струје при основној фреквенцији (200) радног такта f_0 , а други израз је фактор (202) умањења d умањен за 1.
2. Метод према захтеву 1, карактерисан тиме да је статичка компонента јачине струје цурења CMOS интегрисаног кола, представљена као сума струја цурења свих његових транзистора.
3. Метод према захтеву 1, карактерисан тиме да је DSP наменски процесор CMOS коло.
4. Метод према захтеву 1, карактерисан тиме да је мерење снаге P_{m1} при основној фреквенцији (200) радног такта f_0 , заправо мерење јачине струје I_{m1} при константном напону V_{DD} .
5. Метод према захтеву 1, карактерисан тиме да је мерење снаге P_{m2} при умањеној фреквенцији (201) радног такта f , заправо мерење јачине струје I_{m2} при константном напону V_{DD} .

Потпис подносиоца пријаве:

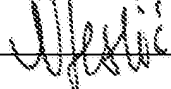


Метод за мерење снаге статичког расипања наменске DSP платформе



Слика 1

Потпис подносиоца пријаве:





РЕПУБЛИКА СРБИЈА
ЗАВОД ЗА ИНТЕЛЕКТУАЛНУ СВОЈИНУ
СЕКТОР ЗА ПАТЕНТЕ
ОДЕЉЕЊЕ ЗА МАШИНСТВО,
ЕЛЕКТРОТЕХНИКУ И ОПШТУ ТЕХНИКУ
990 број 2017/6413-П-2016/0787
Датум: 2.6.2017. године
Београд, Кнегиње Љубице 5

2-3/9

РТ-РК Д.О.О.
Народног Фронта 23а
21000 Нови Сад

ПРЕДМЕТ: ИЗВЕШТАЈ о претраживању стања технике за пријаву патента
број П-2016/0787 од 20.9.2016. године

У току управног поступка по пријави патента број П-2016/0787 од 20.9.2016. године, након пријема Захтева за израду извештаја о претраживању стања технике број RS/E/2016/6926-П-2016/0787 од 07.11.2016. године и доказа о уплати таксе за израду наведеног извештаја, Завод за интелектуалну својину (у даљем тексту: Завод) је, у смислу одредбе члана 100. став 3. Закона о патентима („Службени гласник РС”, број 99/11), на основу патентних захтева предметне пријаве, а имајући у виду с

адржај описа и нацрта, израдио овај извештај као **потпун извештај**.

Пре пријема извештаја о претраживању стања технике, подносилац пријаве не може да мења опис, патентне захтеве и нацрт пријаве, а по пријему наведеног извештаја, подносилац пријаве може сам да измени опис, патентне захтеве и нацрт у смислу одредбе члана 101. став 3. Закона о патентима. Према одредби става 2. истог члана, измене и допуне података садржаних у пријави које не проширују предмет пријаве могу се вршити до доношења решења по пријави патента. Измењени патентни захтеви не могу да се односе на елементе пријаве за које није урађен извештај о претраживању и који нису у вези са проналаском или групом проналазака који чине јединствену проналазачку замисао, а за које је првобитно тражена заштита у смислу одредбе става 4. истог члана.

Класификација пријаве патента:

G06F 1/32 (2006.01) H03K 19/00 (2006.01)

Претраживање извршено у областима технике:

G06F 1/32 (2006.01); H03K 19/00 (2006.01)

Базе у којима је извршено претраживање:

Mimosa; Espacenet; Eropquenet (epodoc); K-pion

Непатентна литература

РЕЛЕВАНТНА ДОКУМЕНТА КОЈА СУ РАЗМАТРАНА

Категорија*	Подаци о документу са датумом доступности јавности и назнаком дела (пасуса или слике) од посебног значаја	Релевантан за патентни захтев број
A	US 2010274505 A1 28.10.2010, апстракт, слике 1-3	1-3
A	JPH 06148264 A 27.05.1994., апстракт, слике 1-2	1
A	US 6882172 B1 19.04.2005. апстракт, слике 1-18	1-7
A	US 2010026335 A1 04.02.2010, апстракт, слике 1-10	1-19

*Категорије цитираних докумената	
„X” – означава документ од посебног значаја када се посматра самостално. Проналазак за који се тражи заштита патентом не може се сматрати новим или се не може сматрати инвентивним.	„T” – означава каснији документ, објављен после датума подношења или приоритетног датума, који не оспорава пријаву али је користан за разумевање принципа или теорије проналаска.
„Y” – означава документ од посебног значаја ако се комбинује са другим документом исте категорије. Проналазак се не може сматрати инвентивним када се документ комбинује са једним или више докумената исте категорије, при чему је та комбинација очигледна стручњаку из те области.	„E” – означава ранију пријаву или патент која/и је објављен/а на или после датума подношења испитиване пријаве (не датума првенства) а садржај те пријаве би сачињавао стање технике релевантно за новост.
„A” – означава документ који припада стању технике.	„D” – означава документ који је већ цитиран у опису пријаве која се испитује. Документ „D” може бити пропраћен ознаком која означава његову релевантност, нпр.: „D,X” или „D,Y” или „D,A”.
„O” – означава документ који се односи на откривање патента који није у писаној форми. Документ „O” увек је пропраћен ознаком која означава његову релевантност, нпр.: „O,X”, „O,Y” или „O,A”.	„L” – означава документ цитиран из других разлога, нпр.: • изношење сумње на право првенства, • навођење датума објаве неког другог цитата (откривање на интернету), • који је релевантан за питање двоструког патентирања.
„P” – означава документ чији датум објаве пада између датума подношења пријаве која се испитује и најранијег датума првенства који се тражи. Документ „P” је увек пропраћен ознаком која дефинише његову релевантност, нпр.: „P,X”, „P,Y” или „P,A”.	„&” – означава патентни документ који је члан исте патентне фамилије .
Разматраним релевантним патентним документима можете приступити преко следећих линкова: - http://worldwide.espacenet.com. - http://pub.zis.gov.rs/rs-pubserver/search.jsp?lg=sr	
Остале напомене испитивача:	

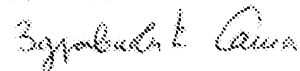
Напомена: Овај извештај нема карактер управног акта којим се стичу или оспоравају права на предметној пријави и служи искључиво у сврху информисања. Завод је претраживање стања технике спровео по правилима струке и предузео све да наведене базе података буду са комплетним и ажурним подацима у време претраживања. Имајући у виду наведено, Завод не преузима било какву одговорност

нити накнаду штете која би евентуално могла настати као резултат коришћења овог претраживања.

Прилог:

Телефон: 011/20-25-972

Самостални саветник



Саша Здравковић