

24. 06. 2019



РЕЗЮМЕ към т. В-4.

"Хабилитационен труд – научни публикации (не по-малко от 10) в издания, които са реферириани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация"
на Ростислав Русев

ОСНОВНИ ПРИНОСИ ОТ ПУБЛИКАЦИИТЕ:

- Моделирани и изследвани са мрежи от водородни връзки за възможните им приложения в микроелектрониката. Типовете моделирани мрежи са: i) разклонени мрежи [1], ii) мрежи от активното място [2, 3] на протеина бета-лактамаза, в различните му състояния на ацилензимната реакция и iii) мрежи от зеления флуоресцентен протеин по време на преходно му състояние $A \rightarrow A^*$ [7]. Моделите (кодирани в Matlab) показват, че мрежите имат функции подобни на усилвател [1,2,3,7], амплитуден ограничител [1,3,7], източник на ток [2,3], сигнален модулатор [2,7].
- Разработени на Verilog-A и моделирани в Cadence са схеми [4,5,6,8], аналогични на мрежи от водородни връзки, с цел да се проверят възможностите на биообектите за внедряване в микроелектрониката и в CAD системите. Извършените постоянно-токов (DC), преходен (транзиентен) и импулсен анализи показват, че схемите имат функции подобни на транзистор [4], усилвател [6,8], амплитуден ограничител [4, 8], сигнален модулатор [8], токово огледало [6], декодер [4], повторител [5], инвертори [5,6], D-тригър [5], демултиплексор [5]. Резултатите показват, че тези обекти могат да заменят стандартни елементи и устройства, изработени по Si-технология.
- Анализирани са експериментални измервания на различни 14 nm FinFET структури (п- и р-тип) с цел избор на подходящи данни за последваща екстракция на параметри, необходима за компактно моделиране и проектиране с тези транзистори.
Изборът е направен по разработена процедура за оценка на гладкостта в Matlab [10].
- Разработена е и реализирана в Matlab процедура за екстракция на параметри за компактни модели на 14-нанометрови FinFET транзистори [9]. Извличането се основава на експериментални измервания на пластини с 14-nm FinFET транзистори. За проверка извлечените параметри са симулирани в PTM MG SPICE модел.

ПУБЛИКАЦИИ:

1. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, T. Takov, M. Hristov, "Hydrogen Bonding network as a DC Level Shifter and a Power Amplifier", Proc. of 17th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems (MIXDES 2010), pp. 408 – 411, Wroclaw, Poland, June 24-26, 2010. ISBN 978-1-4244-7011-2
http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5551698
SOURCE: Scopus 12т.

Настоящата работа сравнява протеинова мрежа от водородни връзки (HBN) с микроелектронна схема. Свойствата на HBN, които са заложени в микроелектронната схема са симулирани в Matlab. Отделните водородни връзки са кодирани в Matlab, чрез три- и четири-електродни блок елементи, изграждащи съответната електрическа верига. Симулациите показват, че схемата може да работи в различни режими. Статичният анализ показва, че схемата може да служи за отместване на постояннотоковото ниво или като усилвател на мощност с два изхода, с различни режими на усилване. Динамичният анализ разкрива, че веригата може да работи като амплитуден ограничител.

Изследванията показват, че мрежата от водородни връзки, образувана от разклонена верига на протеина, може да обработва информация.

2. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, "Microelectronic Circuits Analogous to Hydrogen Bonding Networks in Michaelis Complex of β -Lactamase Protein", Proc. of the 37th IEEE Int'l. Spring Seminar Electr. Tech. (ISSE 2014), pp. 278 - 283, Dresden, Germany, May 2014. DOI: 10.1109/ISSE.2014.6887608
SOURCE: Scopus 12т.

В настоящата статия е изследвана интегрална схема от блокови елементи, функционално аналогична на две мрежи от водородни връзки. Мрежите от водородни връзки са от Михаелисовия комплекс на протеина бета-лактамаза и са описани чрез електрически вериги, обединени в ИС. Водородните връзки от мрежите са представени чрез три- или четири-електродни блок елементи в съответните електрически вериги. Блоковите елементи са кодирани в Matlab с полиноми и след това са извършени статични и динамични анализи на схемата. Поведението на схемата е подобно на източник на ток, усилвател и сигнален модулатор.

3. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, "Hydrogen Bonding Networks in Transient State of Beta-Lactamase Protein Analogous to Integrated Circuits", Proc. International Spring Seminar on Electronics Technology, Vol. May 2016, pp. 310-315. Electronic ISSN: 2161-2064
http://ieeexplore.ieee.org/document/7563211/
SOURCE: Scopus 20т.

Две мрежи от водородни връзки (HBN), които са от протеина бета-лактамаза, са представени и проучени в настоящата статия. HBNs са образувани в активния център на лактамазата, когато тя е в преходно състояние (T1). Водородните връзки са моделирани чрез три- или четири-електродни блок елементи, аналогични на класическите електрически четириполюсници. Всеки блок елемент е описан с полиноми и кодиран в Matlab. След това блоковите елементи се включват в

микроелектронни схеми, аналогични на „Протонни мрежи“. В Matlab са извършени и динамични, и статични симулации с аналогичните схеми.

Резултатите показваха аналогия с източник на ток, усилвател и амплитуден ограничител.

4. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, R. Radonov, T. Takov, M. Hristov, "Verilog-A Modeling of Electrical Circuit with Adding Element Based on Branched Hydrogen Bonding Network", Proc. of 19th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems (MIXDES2012), pp. 401 – 404, Warsaw, Poland, 24-26 May 2012, ISBN 978-83-62954-43-8
SOURCE: Scopus

10т.

Разработена е микроелектронна схема, която описва поведението на разклонена мрежа от водородна връзки. Всяка водородна връзка от мрежата е представена с три- или четири- като елемент сумиращ сигнали. Всеки блок-елемент е кодиран, чрез Verilog-A и внедрен в Cadence. След това са извършени постояннотоков (DC) и преходни анализи, а резултатите са сравнени с предишни резултати получени в Matlab. Резултатите показват, че получените характеристики от двете симулации са идентични, с изключение на тока от първи изход, който е надценен десетократно в Cadence симулацията.

Микроелектронната схема аналогична на мрежата от водородни връзки може да работи като превключвател на постояннотоков ниво, транзистор, амплитуден ограничител и декодер.

5. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, M. Hristov, T. Takov, "Digital Operation of Microelectronic Circuits Analogous to Protein Hydrogen Bonding Networks", International Journal BIOautomation, 2012, Vol. 16, No. 4, pp. 291-308, ISSN: 1314-2321 (on-line) 1314-1902.
SOURCE: Scopus

12т.

Изследвани са две мрежи от водородна връзки (HBN) с водни молекули и разклонени остатъци, екстрагирани от протеина бета-лактамаза. Техните протон транспортни характеристики са изследвани чрез създаване на аналогични електрически схеми, състоящи се от блок елементи. Протонните преноси в блок-елементите са описани от полиноми, които са кодирани в Matlab и Verilog-A за използване в Spectre симулатора на Cadence IC. Проведени са постояннотокови и импулсни анализи, за да се покаже, че някои изходи на схемите се държат като повторители, а други като инвертори. Резултатите също така показваха, че HBN могат да се използват като D-тригери и демултиплексори.

6. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, T. Takov, "Behavioral Model of Hydrogen Bonding Network for Digital Signal Processing", WSEAS Transactions on Circuits and Systems, Issue 9, Volume 12, September 2013, pp. 286 - 295, E-ISSN: 2224-266X.
SOURCE: Scopus

10т.

Реализирана е електрическа схема на базата на линейна мрежа от водородни връзки от бета-лактамния протеин. Веригата се състои от блокови елементи, които функционално представлят водородните връзки. Поведенческото описание на всеки блок елемент е представено от полиноми. Полиномите и електрически връзки между елементите са кодирани в Matlab и Verilog-A. Извършени са постояннотоков, преходни и импулсни анализи. Симулациите доказаха, че веригата може да обработва и цифрови сигнали и се държи подобно на токово огледало, усилвател и инвертор.

7. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, B. Atanasov, M. Hristov, "Microelectronic Circuit Emulating Hydrogen Bonding Network of Green Fluorescent Protein", Proc. 25th International Scientific Conference Electronics (ET 2016), Sept. 2016, pp. 183-186. ISBN 978-1-5090-2882-5.
<http://ieeexplore.ieee.org/document/7753511/>
SOURCE: Scopus 12т.

Моделирана е мрежа от водородни връзки от активния център на натуналната форма на зеления флуоресцентен протеин по време на преходно му състояние $A \rightarrow A^*$. Разработена е микроелектронна еквивалентна схема за симулиране принципите на работа на мрежата от водородни връзки. Схемата е кодирана в Matlab за да се изследва нейното статично и динамично поведение. Изходните характеристики на схемата, получени от статичния анализ са подобни на тунелен диод(но обрната на обратно). Динамичният анализ показва, че веригата може да работи като усилвател, модулатор и амплитуден ограничител.

8. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, M. Hristov, "Circuit Modeling of Green Fluorescent Protein's Hydrogen Bonding Network in Cadence", 2017 40th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Sofia, 2017, pp. 1-4. DOI: 10.1109/ISSE.2017.8000949. Electronic ISSN: 2161-2536
<http://ieeexplore.ieee.org/document/8000949>
SOURCE: Scopus 15т.

За биоелектронни приложения в Cadence е създадена библиотека от блокови елементи, които имитират поведението на водородни връзки от зеления флуоресцентен протеин. С тези елементи е съставена електрическа схема, която моделира архитектурата и поведението на мрежа от водородни връзки на протеина. Схемата се изследва чрез постояннотоков (DC) и преходен анализ. DC анализът показва, че изходното напрежение е линейна функция на входното напрежение и че изходният ток е нелинейна функция на изходното напрежение. Тази IV-характеристика ясно показва три работни региона. В зависимост от избраната работна точка, схемата вдъхновена от мрежа от водородни връзки работи като усилвател, амплитуден ограничител и модулатор.

9. Angelov, G., Spasova, M., Nikolov, D., Ruskova, I., Rusev, R. "Extraction of Model Parameters for 14-nm Bulk FinFET" (2018) Proceedings of the International Spring Seminar on Electronics Technology, 2018-May, art. no. 8443678, . <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85053355750&doi=10.1109%2fISSE.2018.8443678&partnerID=40&md5=91527ee8bf2fc63517925178783e3916>
DOI: 10.1109/ISSE.2018.8443678
<http://ieeexplore.ieee.org/document/8443678>
SOURCE: Scopus 12т.

В тази статия е разработена и реализирана в Matlab процедура за екстракция на моделни параметри за 14-нанометрови FinFET транзистори. За екстракция са избрани праговото напрежение при нулево напрежение на подложката (V_{T0}), изходната проводимост (λ), параметърът, който моделира прехода между линеен и наситен режим (MEXP), подпраговия параметър (η) и усилването (транскондуктанс параметър) (g_m). Извличането се основава на експериментални измервания на пластини с 14-nm FinFET транзистори. За проверка извлечените параметри се

симулират в PTM MG SPICE модел. Резултатите от проверката при симулация с екстракираните параметри и тези със стандартния PTM MG SPICE модел са много близки – разлика от 14 %.

10. Angelov G., Nikolov D., Spasova M., Ruskova I., Rusev J., Rusev R., "Analysis of Experimental Data for 14-nm FinFETs", Proc. XXVII International Scientific Conference Electronics - ET2018, September 13 - 15, 2018, Sozopol, Bulgaria, ISBN 978-1-5386-6691-3, IEEE Catalog Number CFP18H39-CDR pp. 195 – 198,

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8549623>

SOURCE: Scopus

10т.

В тази статия се анализират данните от измерванията на различни 14 nm FinFET структури – както *n*-, така и *p*-тип. Анализът се основава на оценка на гладкостта на експерименталните характеристики. Това е важно за следващите процедури по екстракция на параметри. Гладкостта се оценява като се вземат първите производни от експерименталните криви и те се сравняват с производните, получени чрез полиноми, напаснати към тези криви. Изчисленията са извършени в Matlab.

Резултатите показваха, че гладкостта (оценена по гореописания метод) при по ниски стойности на гейтовото напрежение ($V_{GS} = 0, 0.1, 0.2, 0.3$ и 0.4 V) е в рамките на под 10%, а при по-високи гейтови напрежения ($V_{GS} = 0.5, 0.6, 0.7$ и 0.8 V), гладкостта е в рамките на под 2%.

ОБЩ БРОЙ: 125т.

Подпись.....

/гл. ас. д-р инж. Р. Русев/



РЕЗЮМЕ към т. Г-7., Г-8

Научни публикации в издания, които са реферираны и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация
на Ростислав Русев

ОСНОВНИ ПРИНОСИ ОТ ПУБЛИКАЦИИТЕ:

- Моделирани и анализирани са възможните приложения на протеини [10], техни водородни връзки [9,20] и мрежи от водородни връзки в микроелектрониката. Мрежите от водородни връзки са от следните типове: i) разклонени мрежи [11], ii) мрежи от активния център [12,13] на протеина бета-лактамаза, в различните му състояния на ацилензимната реакция и iii) мрежи от зеления флуоресцентен протеин в основно състояние [20]. Моделите (кодирани в Matlab) показват, че водородните връзки имат функции подобни на MOSFET с двоен гейт [9], източник на ток [9,20] и усилвател [9], диод [20], полеви транзистор [20], мултиплексор [20], а мрежите имат функции подобни на усилвател [11, 13], източник на ток [11], сигнален модулатор [12,13], токово огледало [12], генератор на триъгълни импулси [11,12, 13], генератор на синусоидален сигнал [12].
- Чрез Verilog-A са моделирани и кодирани в Cadence схеми [2,15,16,17,19], аналогични на мрежи от водородни връзки, с цел да се проверят възможностите им за внедряване в микроелектрониката и в CAD системите. Извършените постояннотоков (DC), преходен и импулсен анализи показват, че схемите имат функции на усилвател [15,16,17], източник на ток [17,19], амплитуден ограничител [19], сигнален модулатор [16,19], токово огледало [15], генератор на триъгълни импулси [17], повторители [2], инвертори [2]. Резултатите показват, че тези мрежите от водородни връзки могат да заменят стандартни елементи и устройства, изработени по Si-технология.

На база на резултатите е създадена библиотека с елементи аналогични на водородните връзки и са разработени лабораторни упражнения към дисциплината „Нано и биоелектроника“ (Код ЕСТК ММТН10.5) от учебния план на магистърска програма „Микротехнологии и наноинженеринг“ на ФЕТТ.

- Проектирани са в CADANCE нови микроелектронни схеми от конвенционални Si-елементи, които изпълняват неизвестни досега функции на мрежи от водородни връзки [14, 18]. Доказано е, че със стандартните CAD технологии може да се реализират схеми имитиращи поведението на биообекти.

- Разработен е поведенчески модел за оценка на генерираната енергия, КПД, тока на късо съединение, напрежението на празен ход и др. параметри на фотоволтаични клетки и модули при работа в реални условия – различна слънчева радиация и температура на околната среда. Моделът е кодиран в Matlab и Cadence. Той дава добри резултати като грешката от симулациите е съпоставима с грешките от експерименталните измервания за Si-поликристални модули [1,22], перовските слънчеви клетки [3], тънкослойни соларни модули [23], Polymer-Fullerene соларна клетка [24], медно-индиеви-галиево селенидни фотоволтаични модули [25].

Проведен е експеримент за отлагане и характеризиране photoелектричните свойства на ITO|DPP|Al тънкослойна структура [6].

- Разработен е модел на MOS кондензатор със слоеве $HfO_2-Ta_2O_5$ с висока диелектрична константа (high-k) [4, 5], създадена е схема за моделиране на 3T DRAM клетка със слой от $HfO_2-Ta_2O_5$ [26].
- Описани са нови транзистори, изградени от наноматериали [27] и е разработен в Cadence Spectre модел на радиочестотен едноелектронен транзистор [21], който добре описва свойствата му.
- Представен и изследван в Cadence на технологията CMOS 0.35 μm синхронен преобразувател на постоянно напрежение в постоянно (ППН) с превключване при нулево напрежение (ZVS) за маломощни приложени. Оценени и анализирани са загубите на енергия в компонентите на преобразувателя. Получените резултати показват, че КПД на стандартния превключващ преобразувател на ППН може да се увеличи с около 3.6%, ако се използва ZVS метода [7].
- Разработен е модел [8] за прогнозиране на енергията произведена от система, работеща на принципа на обратно електромокрене (REWOD) с използване на икономически изгодни материали. Моделът на REWOD системата е верифициран с експериментални данни и след това са представени системи с 50 капки, върху $BaTiO_3$ и PZT , които добиват съответно 12.23 μJ и 16.62 μJ ел. енергия под механични въздействия.

ПУБЛИКАЦИИ:

1. G. Angelov, R. Rusev, A. Andonova, M. Hristov, "Behavioral Modeling of Polycrystalline Module ET-P660230WW", Proc. of ISSE 2013, Alba Julia, Romania, May 8 – 12 2013, pp. 1-6 (E06), ISSN 2161-2528, E-ISBN: 978-1-4673-2239-3, ISBN: 978-1-4673-2241-6.
SOURCE: Scopus 10т.

Представен е поведенчески модел, в който се прилага полуемпиричен подход за предсказване параметрите на поликристален соларен модул ET-P660230WW в реални условия. Моделните уравнения са кодирани в Matlab. Резултатите от симулацията са сравнени с данните, предоставени от производителя на модула. Моделът много добре предсказва поведението на модула в реални условия. Грешката за тока на късо съединение и напрежението на празен ход е под 4%.

2. Rusev, R., "Hydrogen bonding network as a logic gate", 26th International Scientific Conference Electronics, ET 2017 - Proceedings, 2017- November, pp. 1-4,
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85043460610&doi=10.1109%2fET.2017.8124383&partnerID=40&md5=6bc2dc895e83d5dab4397c54bfdcb884>
DOI: 10.1109/ET.2017.8124383
SOURCE: Scopus 40т

Разработена е схема, състояща се от четири- и пет-електродни блок елементи, която имитира поведението на мрежа от водородни връзки от протеина бета-лактамаза. Схемата е кодирана в Cadence Spectre, за да се симулират възможностите й за обработка на цифрови сигнали. Анализът показва, че изходите на схемата имат логически нива по ток. Симулациите показват, че веригата може едновременно да инвертира и повтаря сигналите, т.е. части от протеина действат като логически елементи.

3. Rusev R., "Behavioral Model of Perovskite Solar Cells", Proc. XXVII International Scientific Conference Electronics - ET2018, September 13 - 15, 2018, Sozopol, Bulgaria, ISBN 978-1-5386-6691-3, IEEE Catalog Number CFP18H39-CDR, pp. 199 – 202, 2018
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8549668>
SOURCE: Scopus 40т.

Разработен е поведенчески модел за перовските слънчеви клетки. Моделните уравнения са полуемпирични и са кодирани в Matlab. Уравненията описват плътността на тока, напрежението и КПДто при различно слънцегреене, въпреки факта че перовските слънчеви клетки имат хистерезисни характеристики. Симулационните данни са съпоставени с експериментални данни за FTO / c-TiO₂ / mp-TiO₂ / MAPbI₃ / OMeTAD / Au клетка. Резултатите много добре предвиждат стойностите за плътността на тока и напрежението при високите стойности на слънчевата радиация, но при ниски токът е подценен, а напрежението е надценено. Все пак средната разлика в прогнозираното КПД остава под 1% независимо от начина на сканиране – в права или обратна посока на хистерезиса.

4. G. Angelov, N. Bonev, R. Rusev, M. Hristov, A. Paskaleva, D. Spassov, "Verilog-A Model of a High-k HfO₂-Ta₂O₅ Capacitor", Proc. of 18th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems (MIXDES 2011), pp. 470-475, Gliwice, Poland, June 16-18, 2011. ISBN 978-83-932075-0-3
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6015961>
SOURCE: Scopus 6т.

Разработена е процедура за моделиране на MOS кондензатор със слоеве от HfO₂-Ta₂O₅, които имат висока диелектрична константа (high-k). За целта е използван програмният език Verilog-A, а уравненията на разработения модел са базирани на BSIM3v3, който използва подхода за моделира с прагово напрежение. C-V и I-V характеристиките са симулирани в схемния симулатор Spectre на CAD системата Cadence и са валидирани с реалните измервания на структурата.

5. G. Angelov, N. Bonev, R. Rusev, M. Hristov, A. Paskaleva, "Surface Potential Model of a High-k HfO₂-Ta₂O₅ Capacitor", Proc. of 19th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems (MIXDES2012), pp. 386 – 391, Warsaw, Poland, 24-26 May 2012. ISBN 978-83-62954-8т.
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6226213&contentType=Conference+Publications&queryText%3DSurface+potential+model+of+a+high-k+HfO2-Ta2O5+capacitor>
SOURCE: Scopus 8т.

В Matlab е разработен компактен модел на MOS кондензатор със слоеве от HfO₂-Ta₂O₅, които имат висока диелектрична константа (high-k). Разработеният модел е базиран на PSP модела, използваш най-модерният подход за моделиране с повърхностен потенциал.

Получените характеристики са верифицирани в Spectre симулатора на Cadence Design Framework CAD спрямо експерименталните данни и показват много точно съвпадение – под 3% грешка. В допълнение към симулационните резултати, реализацията на самия модел представлява ясен пример за методология за кодиране на компактни моделни уравнения в преносима среда с отворен код, приложима за различни симулационни платформи.

6. Y. Georgiev, J. Honova, G. Angelov, P. Heinrichova, I. Zhivkov, A. Andonova, M. Vala, R. Rusev, T. Takov, M. Weiter and M. Hristov, "Photoelectric Characterization of Thin Vacuum Deposited Diphenyl-Diketo-Pyrrolopyrroles Films", Proc. of the 29th Intl. Conf. Microel. (MIEL 2014), pp. 223-226, Belgrade, Serbia, May 2014. ISBN: 978-1-4799-5295-3.
<http://ieeexplore.ieee.org/document/6842127/>
SOURCE: Scopus 4т.

Съвременните органични полупроводникови устройства се проектират и произвеждат като многослойни конструкции с подредени органични и неорганични тънки слоеве. Има строги изисквания към свойства на отделните филми, съдържащи се в структурата, например за хомогенността на филма, еднородността и граничността му. Техниката за физическо отлагане от паро-газова фаза (PVD) отговаря напълно на всички тези изисквания и има способността за създаване на цялата многослойна структура в същия вакуумен цикъл.

Diphenyl-diketopyrrolopyrroles (DPP) са материали с ниско молекулно тегло с обещаващи луминесцентни и photoелектрични свойства. В тази статия се изследват photoелектричните свойства на тънки DPP слоеве отложени чрез PVD. Органичните слоеве и

неорганични електроди на многослойните структури са пригответи чрез същия вакуумен цикъл, след което пробите са поместени в изолаторна камера, за да не се излагат на действието на кислорода. Направени са структури от ITO|DPP|Al с дебелини от 150 нм. Морфологията на повърхността на слоевете са изследвани чрез SEM микроскопия. След това са демонстрирани техните фотоелектрични свойства и са дадени насоки за подобряване на производителността.

7. E. Gieva, T. Brusev, G. Angelov, R. Rusev, M. Hristov, "Investigation of Power Losses in Synchronous Buck DC-DC Converter with Zero Voltage Switching", Proc. 25th International Scientific Conference Electronics (ET 2016), Sept. 2016, pp. 171-174. ISBN 978-1-5090-2882-5.
http://ieeexplore.ieee.org/document/7563221/
SOURCE: Scopus

8т.

В тази статия е представен и изследван в Cadence на технологията CMOS 0.35 μm синхронен преобразувател на постоянно напрежение в постоянно (ППН) с превключване при нулево напрежение (ZVS) за маломощни приложени. Оценени и анализирани са загубите на енергия в компонентите на преобразувателя. Получените резултати показват, че КПД на стандартния превключващ преобразувател на ППН може да се увеличи с около 3.6%, ако се използва ZVS метода.

8. R. Rusev, G. Angelov, K. Angelov and D. Nikolov, "A model for Reverse Electrowetting with Cost-effective Materials", Proc. 26th International Scientific Conference Electronics (ET 2017), Sept. 2017, pp. 157-160. ISBN 978-1-5386-1752-6.
SOURCE: Scopus

10т.

Тази статия представя модел за прогнозиране на енергията произведена от система, работеща на принципа на обратно електромокрене (REWOD) с използване на икономически изгодни материали. Явлението обратно електромокрене върху диелектрик позволява генерирането на ел. енергията от спонтанни, апериодични механични движения, за разлика от конвенционалните подходи (пиезоелектрични и електромеханични), които имат ниската енергийна ефективност и извън резонансната честота на преобразуване.

Моделът на REWOD системата е верифициран с експериментални данни и след това са представени системи с 50 капки, върху BaTiO₃ и PZT, които добиват съответно 12.23 μJ и 16.62 μJ ел. енергия под механични въздействия,

ОБЩ БРОЙ: 108т.

Подпись.....

/г.л. ас. д-р инж. Р. Русев/

Г-8. Научни публикации в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове на Ростислав Русев

9. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, B. Atanasov, M. Hristov, "Microelectronic Aspects of Hydrogen Bond Characteristics in Active Site of β -lactamase during the Acylenzyme Reaction", Annual J. of Electronics, 2012, Vol.6, No. 2, pp. 35-38, ISSN 1314-0078

4т.

Изследвано е поведението на мрежи от водородни връзки в активния център на протеина β -лактамаза по време на ацилензим реакция. Преносът на протон през HBN е симулиран по време на четирите междинни състояния на протеина: свободен ензим, Михаелисов комплекс, преходно състояние и ацилензим. Характеристиките на всяка водородна връзка са предвидени чрез теорията на Маркус и теория на белъчната електростатика. Резултатите показват сходство на водородните връзки с характеристиките на микроелектронните устройства като: MOSFET с двоен гейт, източник на ток, и усилвател.

10. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, T. Takov, "Proteins Application in Electronics", Nanoscience & Nanotechnology – Nanostructured materials application and innovation transfer Journal, pp. 181 – 186, iss. 13, 2013. ISSN 1313-8995

3т.

В настоящата статия се обсъждат и анализират възможните приложения на протеини в електрониката. Изследвани са три обекта: Фотоактивният жълт протеин, зеленият флуоресциращ протеин и бактериородопсина. Във всички дискутиирани белъци се наблюдава протонен пренос или протонен ток, т.е. те имат възможности да обработват сигнали. Дадените примери показват, че те се използват за маркери, био-датчици и памети.

11. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, M. Hristov, T. Takov, "Hydrogen bonding network emulating frequency driven source of triangular pulses", International Journal of Microelectronics and Computer Science, 2010, Vol. 1, No. 3, pp. 293-298. ISSN 2080-8755
<http://baztech.icm.edu.pl/baztech/cgi-bin/btgetdoc.cgi?LOD6-0024-0028>

IMPACT FACTOR : 1.00 ; Impact factor source: <http://www.researchbible.org/?date=20121001b>
4т.

Моделирана е електронна схема с три изхода, функционално еквивалентна на мрежа от водородни връзки. Характеристиките на протонен пренос на всяка водородна връзка от мрежата са пресъздадени от блокови елементи в микроелектронната схема с техните съответни I-V характеристики. Тези характеристики са кодирани в Matlab, където са извършени динамичен и статичен анализи. Резултатите от статичния анализ показват, че аналогичната схема работи като източник на ток или усилвател. В динамичен режим схемата се държи като генератор на триъгълни импулси. Симулациите показват, че генерираните импулси на трите изхода на схемата имат различна честота, амплитуда и ширина.

12. R. Rusev, E. Gieva, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, "Microelectronic Circuit Analogous to Hydrogen Bonding Network in Active Site of β -lactamase", ACEEE Int. J. on Signal and Image Processing, Vol. 5, No. 1, January 2014, pp. 93-100.

4т.

Изследвана е микроелектронна схема от блок елементи функционално аналогична на две мрежи от водородни връзки. Мрежите от водородните връзки са образувани в активния център на протеина бета-лактамаза в началният стадии на ацилензим реакцията – свободно електроден блок елемент в съответната електрическа верига. Всеки блок-елемент е кодиран в Matlab, в който е проведен статичен и динамичен анализ. Аналогичната интегрална схема на мрежите от водородни връзки работи като токово огледало, източник на синусоидален сигнал, триъгълни импулси и модулатор на сигнали.

13. M. Hristov, R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, "Demonstration of Protein Hydrogen Bonding Network Application to Microelectronics", Facta Universitatis, Series Electronics and Energetics, Vol. 27, No. 2, pp. 205-219, June 2014. ISSN: 0353-3670. (invited paper)

<http://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUElectEnerg/article/view/196/77>

5т.

Представен е модел на мрежи от водородни връзки в активния център на бета-лактамазата по време на последното състояние EY на протеина от полуцикъла на ацилензимната реакция. I-V характеристиките на всяка водородна връзка са изчислени чрез теорията на Маркус и теорията на протеиновата електростатика. Симулациите показваха, че характеристиките на HBN са сходни с характеристиките на микроелектронните устройства като усилвател, модулатор и генератор на триъгълни импулси. Резултатите демонстрират аналогията на HBNs в активния център на бета-лактамазния протеин с микроелектронната интегрална схема с множество изходи, всеки с различни характеристики,

14. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, M. Hristov, T. Takov, "Microelectronic Differential Amplifier Functionally Analogous to Hydrogen Bonding Network", Annual J. of Electronics, 2010, Vol.4, No. 1, pp. 42-45. ISSN 1313-1842

4т.

Разработена и анализирана е микроелектронна схема функционално аналогична на мрежа от водородни връзки. Симулациите извършени в Matlab демонстрират, че биосхемата има поведение на конвенционална електрическа схема на диференциален усилвател. След това е разработена в CADENCE реална схема с диференциален усилвател, с изходни характеристики, които са подобни на изходните характеристики на мрежата от водородни връзки. Симулациите проведени в CADANCE са еднакви със симулациите от Matlab модела. Това доказва, че алгоритъмът на функционирането на мрежите от водородни връзки може да бъде прилаган към микроелектрониката чрез проектиране на най-съвременни технологии и схеми.

15. Gieva, E. E., R. P. Rusev, R. I. Radonov, T. B. Takov, M. H. Hristov, „Verilog-A Behavioral Model of Hydrogen Bonding Network”, XIX International Scientific and Applied Science Conference “Electronics 2011”, 14-16 September, 2011, Sozopol, Bulgaria, Annual Journal of ELECTRONICS, Technical University of Sofia, Faculty of Electronics and Electronics Technologies, ISSN 1313-1842, Volume 5, Number 2, pp. 128-131
4т.

Обработката на информация изисква нови подходи и схеми. Необходими са нови алгоритми и устройства, които да подражават на биообекти като ДНК, невронни мрежи и протеини с техните мрежи от водородни връзки. В настоящата статия е разработена схема, имитираща протонен пренос по мрежа от водородни връзки. Тя е моделирана в Cadence CAD чрез езика за програмиране Verilog-A и е сравнена с предходен модел от Matlab. Проведени са постояннотоков (DC) и преходни анализи. Резултатите показват, че моделираната верига е подобна на токово огледало и усилвател.

16. E. Gieva, L. Penov, R. Rusev, G. Angelov, M. Hristov, "Protein Hydrogen Bonding Network Electrical Model and Simulation in Verilog-A", Annual J. of Electronics, 2011, Vol.5, No. 2, pp. 132-134. ISSN 1313-1842.
4т.

Разработен е електрически модел на протеини чрез Verilog-A и е сравнен с предишните модели от Matlab среда. Протеиновата мрежа от водородни връзки се моделира като микроелектронна схема, състояща се от три-електродни блок елементи. Резултатите от постояннотоковия анализ показват, че функционално аналогичната схема е се държи като усилвател клас В. Симулациите от преходния анализ показват, че генерираните сигнали в трите изхода имат различна честота, амплитуда и ширина; т.е. схемата работи като сигнален модулатор.

17. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, T. Takov, M. Hristov, "Simulation of Branching Hydrogen Bonding Network in Cadence", Proc. of the 1st Intl. Conf. Systems, Power, Control, Robotics (SCORPORO '12), Latest Advances in Systems Science and Computational Intelligence, pp. 171-176, Singapore City, Singapore, May 11-13, 2012. ISBN: 978-1-61804-094-7
<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2012/Singapore/ICISCISCO/ICISCISCO-27.pdf>
4т.

Моделирана е микроелектронна схема, базирана на разклонена мрежа от водородни връзки с водни молекули. Водородните връзки от мрежата са представени чрез електронни блок елементи в микроелектроника схема. Тези блок елементи и техните електрически връзки са кодирани в Cadence Spectre, където са извършени преходен и DC анализи. Симулациите от Cadence са сравнени с по-ранни симулации от Matlab. Резултатите от DC анализа показват, че поведението на веригата е подобно на източник на ток или усилвател. Преходният анализ показва, че схемата аналогична на мрежата от водородни връзки може да работи като генератор на триъгълни импулси.

18. E. Gieva, R. Rusev, P. Goranov, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, "Microelectronic Circuit with Operational Amplifiers Imitating Hydrogen Bonding Network Behaviour", Annual J. of Electronics, 2013, Vol.7, pp. 176-179. ISSN 1314-0078.

3т.

Тази статия представя дизайна на микроелектронна схема с изходи, функционално аналогични на изходите на мрежа от водородни връзки. Микроелектронната схема съставена от операционни усилватели и функционираща като декодер, е проектирана в CADENCE среда. DC и преходният анализ са извършени със същия софтуер. Симулациите показват, че схемата имитира много добре поведението на мрежа от водородни връзки.

Въпреки че този пример включва само една мрежа от водородни връзки, той показва възможностите за решаване на обратната задача – да се разработват нови микроелектронни схеми, които изпълняват неизвестни досега функции, получени от биообекти.

19. Rusev, R., Transient Analysis of Electronic Circuit Derived from the Active Site β -lactamase Hydrogen Bonding Network, ET2015, Annual Journal of electronics, 2015, Sozopol, Bulgaria, ISBN1314-0078, pp. 53-56;

20т.

За целите на микроелектрониката е кодирана чрез Verilog-A схема, произлязла от мрежи от водородни връзки, разположени в активния център на протеина бета-лактамаза. Преходният анализ показва, че протеинът е способен да обработва информация подобно на конвенционалните микроелектронни схеми. При идентичен синусоидален сигнал на входа на схемата, изходите на веригата са подобни на изход на амплитуден ограничител, на източник на ток и на модулатор.

20. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, B. Atanasov, M. Hristov, "Green Fluorescent Protein Hydrogen Bonds compared to Microelectronic Devices", Annual J. of Electronics, 2015, Vol. 9, pp. 186-178. ISSN 1314-0078

4т.

Изследвана е мрежа от водородни връзки на зеления флуоресцентен протеин в основно състояние. Мрежата се състои от хромофора, водната молекула и протеиновите остатъци около хромофора, които участват във фотоциклика. Получени са протон преносните характеристики на всяка водородна връзка. Установено е, че параметрът на протонен пренос зависи от донорните и акцепторните електростатични потенциали, кооперативни ефекти и сумарното белъчно електростатично поле. Протон преносните характеристики в зависимост от донор/акцепторните потенциали са сходни на I-V характеристики на 2- или 3-електродни устройства. Освен това има характеристики, които са подобни на диод (но обрната), изходна характеристика на полеви транзистор, източник на ток. Хромофорът и глутамата в мрежата от водородни връзки имат функции подобни на мултиплексор.

21. R. Krysteva, I. Cholakova, G. Angelov, R. Rusev, T. Takov, "Simulation of a Radio-Frequency Single-Electron Transistor (RF-SET) in Cadence Spectre", Proc. of the 9th International Scientific Conference Advanced Materials and Operations 2009 (AMO '09), Vol. 2, pp. 385-388, Kranevo, Bulgaria, June 25-27, 2009.
http://amo.dmt-product.com/amo-09/images/amo_2009_v3.pdf
4т.

Разработена е еквивалентна схема на едноелектронен транзистор (SET) от радиочестотен (RF) отразяващ (рефлектен) тип. Тя е симулирана в симулатора Spectre на Cadence с идеални елементи. Чрез времеви анализ е изследвано честотното поведение на SET транзистора. За самия анализ основната схема на транзистора е модифицирана с добавянето на LC групи, които симулират коаксиален кабел на изхода му. Резултатите от симулациите показват, че еквивалентната схема много добре описва радиочестотните свойства на едноелектронния транзистор.

22. R. Rusev, G. Angelov, I. Panayotov, T. Takov, M. Hristov, "Mathematical and Behavioral Modeling of Polycrystalline Solar Module", Journ. of Advanced Materials and Operations (AMO) Society, 2010, Iss. 3, Vol. 1, pp. 43-46. ISSN 1313-8987
4т.

Тази статия представя нов модел на соларна клетка имплементиран в Matlab и Verilog-A. Моделните уравнения са полуемпирични. Базират се на Verilog-A модела е стандартна клетка в Cadence. Референтните параметри за моделираната клетка са взети от спецификациите (data sheet) на производителя на поликристален силициев панел. След това са извършени и анализирани симулациите от Matlab и Verilog-A. Резултатите са сравнени помежду си и със стойностите от производителя.

23. R. Rusev, G. Angelov, I. Panayotov, M. Hristov, T. Takov, "Matlab and Verilog-A Models of Solar Cells", Annual J. of Electronics, 2010, Vol.4, No. 1, pp. 46-49. ISSN 1313-1842
4т.

Разработен е нов поведенчески модел за фотоволтаичните модули, в който се прилага полуемпиричен подход. Моделните уравнения са кодирани в Matlab и Verilog-A. Моделът е заложен в Cadence IC Design Framework. Резултатите от двата модела са верифицирани с експериментални данни за тънкослоен модул, предоставени от производителя. Наблюдава се много добро съвпадение между резултатите от Matlab и Verilog-A симулациите и експерименталните данни.

24. G. Angelov, R. Rusev, E. Gieva, R. Radonov, T. Takov, M. Hristov, "Matlab Behavioral Model of Polymer-Fullerene Solar Cell", Proc. of the 6th Colloque Francophone sur L'Energie - Environnement - Economie et Thermodynamique (COFRET'12), pp. 293-297, Sozopol, Bulgaria, June 11-13, 2012.

3т.

В тази статия е разработен поведенчески модел на полимер – фулерен соларна клетка, където (2-methoxy-5-(3-, 7-dimethyl-octyloxy)-1,4-phenylene vinylene (MDMOPPV) е донорът на електрони, а разтворимата форма на бъкминстърфулерена [6,6] phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester (PCBM; a methanofullerene) е електронният акцептор (цялата соларна клетка се състои от ITO / PEDOT: PSS / MDMOPPV: PCBM / Al).

Моделът прилага полуемпиричен подход, а уравненията са кодирани в Matlab. Резултатите от симулацията са проверени с експериментални резултати за същата клетка. Грешката от симулациите за тока на късо съединение е около 4%, а за напрежението на празен ход 2%.

25. Rusev R., "Behavioral Model of Copper Indium Gallium Selenide Solar Module", iCEST 2018, June 28 – 30, Sozopol, Bulgaria, 2018, pp. 297-300, ISSN: 2603-3259
20т.

Разработен е поведенчески модел на медно индиево-галиево-селенидни фотоволтаични модули, използвайки полуемпиричен подход. Уравненията на моделите са кодирани в Matlab. Резултатите от симулациите са проверени с експериментални данни за четири модула от два производителя. Резултатите показват, че моделът много добре предсказва тока, напрежението и мощността при високи стойности на слънчевата радиация и подценява прогнозните стойности на напрежението и генерираната мощност за ниски стойности на радиацията. Моделът може успешно да се използва за бърза оценка на генерираната мощност в реални условия – температура на околната среда и слънчева радиация.

26. Nikolay Delibozov, George Angelov, Rostislav Rusev, Tihomir Takov and Marin Hristov, "Modified DRAM cell design using high-k MOS capacitor", International Conference on Semiconductor Micro- & Nanoelectronics, Yerevan, Armenia, July 1-3, 2011, pp. 218 – 222, ISBN 978-5-8084-1452-5.
4т.

Създадена е схема за симулиране на режимите четене и запис на 3-транзисторна DRAM клетка. Схемата е проектирана по 0.35 CMOS технология на AMS в Cadence. Чрез замяна на Si кондензатор с MOS кондензатор със слой от HfO₂-Ta₂O₅, клетката консумира по-малко енергия и има по-малка площ. Вследствие на матричния ефект (всяка памет представлява матрица от клетки) в резултантната DRAM памет ще се увеличи броя на клетките в същата площ при еднаква обща консумирана мощност.

27. M. Spasova, G. Angelov, M. Hristov, Radonov R., R. Rusev, "Overview of Carbon Nanotube Field-Effect Transistors", Nanoscience & Nanotechnology – Nanostructured materials application and innovation transfer Journal, issue 13, 2013, pp. 187-190. ISSN 1313-8995.
4т.

Направен е преглед на различните типове полеви транзистори с въглеродни нанотръби (CNTFET), които имат голям потенциал за приложение в полупроводниковата индустрия и микроелектронните системи. Настоящата статия се фокусира върху структурата на различните видове CNTFET и техните технологични характеристики, в зависимост от специфичните въглеродни нанотръби, които се използват: едностенни или многостенни.

ОБЩ БРОЙ: 114т.

ОБЩ БРОЙ Г7 + Г8: 222 т.

Подпись.....
/гл. ас. д-р инж. Р. Русев/



RESUME related to B-4.
"Habilitation work – scientific publications (not less than 10) in issues that are
referenced and indexed in world scientific data bases"
of Rostislav Rusev

MAJOR CONTRIBUTIONS OF THE PUBLICATIONS:

- Hydrogen bonding networks are modeled and investigated for possible applications in microelectronics. The types of modeled networks are: i) branched networks [1], ii) networks from the active site [2,3] of beta-lactamase protein and iii) networks of Green Fluorescent Protein during the $A \rightarrow A^*$ [7] state. The models (coded in Matlab) show that the networks have functions similar to amplifier [1,2,3,7], amplitude limiter [1,3,7], current source [2,3], signal modulator [2,7].
- Circuits [4,5,6,8] analogous to hydrogen bonding networks are developed in Verilog-A and modeled with Cadence in order to verify the opportunities of bio objects for implementation in microelectronics and CAD systems. The performed DC analysis, transient analysis and pulse analysis show that the circuits have functions similar to transistor [4], amplifier [6,8], amplitude limiter [4, 8], modulator [8], current mirror [6], decoder [4], repeater [5], inverter [5,6], D-latch [5], demultiplexer [5]. The results show that these objects can replace standard elements and devices manufactured by Si-technology.
- Experimental measurements of different 14 nm FinFET structures (n- and p-type) were analyzed to select the appropriate data for subsequent extraction of parameters required for compact modeling and design with these transistors. The selection is made according to a developed procedure for evaluation of smoothness in Matlab [10].
- A Matlab extraction procedure for compact models of 14-nanometer FinFET transistors [9] was developed. The extraction is based on experimental measurements of 14-nm FinFET transistors. For verification, the extracted parameters are simulated in the PTM MG SPICE model.

PUBLICATIONS:

1. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, T. Takov, M. Hristov, "Hydrogen Bonding network as a DC Level Shifter and a Power Amplifier", Proc. of 17th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems (MIXDES 2010), pp. 408 – 411, Wroclaw, Poland, June 24-26, 2010. ISBN 978-1-4244-7011-2
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5551698>
SOURCE: Scopus 12 pts.

The present paper compares a protein hydrogen bonding network (HBN) to a microelectronic circuit. The HBN properties that are applicable to the microelectronic circuit are simulated in Matlab. The hydrogen bonds are coded in Matlab as tree- and four-terminal microelectronic block elements which build up the respective electrical circuit. The simulations demonstrate that the circuit can operate in various electrical modes. Static analysis shows that the circuit can operate as DC level shifter and as power amplifier with two outputs working in different amplification modes. Dynamic analysis reveals that the circuit can operate as current amplitude limiter.

All these results prove that the investigated hydrogen bonding network can successfully process information.

2. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, "Microelectronic Circuits Analogous to Hydrogen Bonding Networks in Michaelis Complex of β -Lactamase Protein", Proc. of the 37th IEEE Intl. Spring Seminar Electr. Tech. (ISSE 2014), pp. 278 - 283, Dresden, Germany, May 2014. DOI: 10.1109/ISSE.2014.6887608

SOURCE: Scopus 12 pts.

A microelectronic circuit of block-elements functionally analogous to two hydrogen bonding networks is investigated in the present paper. The hydrogen bonding networks are extracted from Michaelis complex of β -lactamase protein. They are described by electrical circuits. The hydrogen bonds of the networks are presented by three- or four-terminal block-elements in the juxtaposed electrical circuits. The block-elements are coded in Matlab with polynomials and static and dynamic analyses are performed. The circuits' behavior appeared to be similar to current source or amplifier, and signal modulator.

3. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, "Hydrogen Bonding Networks in Transient State of Beta-Lactamase Protein Analogous to Integrated Circuits", Proc. International Spring Seminar on Electronics Technology, Vol. May 2016, pp. 310-315. Electronic ISSN: 2161-2064
<http://ieeexplore.ieee.org/document/7563211/>

SOURCE: Scopus 20 pts.

Two hydrogen bonding networks (HBN) that are extracted from the β -lactamase protein are presented and studied in the present paper. The HBNs are formed in the active site of beta-lactamase when beta-lactamase is in transient state (T1). The hydrogen bonds are modeled as three or four-terminal block elements analogous to classic electrical multi-terminal networks. Each block element is coded in Matlab and described by polynomials. Block elements are then included in a microelectronic circuit analogous to "proton networks". The dynamic and static simulations with analogous circuits are carried out in Matlab. The results showed an analogy to a current source, amplifier, current mirror, and amplitude limiter.

4. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, R. Radonov, T. Takov, M. Hristov, "Verilog-A Modeling of Electrical Circuit with Adding Element Based on Branched Hydrogen Bonding Network", Proc. of 19th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems (MIXDES2012), pp. 401 – 404, Warsaw, Poland, 24-26 May 2012. ISBN 978-83-62954-43-8
SOURCE: Scopus 10 pts.

A microelectronic circuit emulating the behavior of branched hydrogen bonding network is developed. Each hydrogen bond of the network is described in the electrical circuit by three or four-terminal block-element; the residue, which branches the hydrogen bonding network, is presented as a signal adding element. Each block-element is coded in Verilog-A language and implemented in Cadence. DC and transient analyses are performed and compared to previous results obtained in Matlab. The microelectronic circuit analogous to hydrogen bonding network operates as DC Level Shifter, transistor, amplitude limiter and decoder.

5. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, M. Hristov, T. Takov, "Digital Operation of Microelectronic Circuits Analogous to Protein Hydrogen Bonding Networks", International Journal BIOautomation, 2012, Vol. 16, No. 4, pp. 291-308. ISSN: 1314-2321 (on-line) 1314-1902.
SOURCE: Scopus 12 pts.

Two hydrogen bonding networks with water molecules and branching residues extracted from β -lactamase protein are investigated and their proton transfer characteristics are studied by creating analogous electrical circuits consisting of block-elements. The block-elements and their proton transfer are described by polynomials that are coded in Matlab and in Verilog-A for use in the Spectre simulator of Cadence IC design system. DC and digital pulse analyses are performed to demonstrate that some circuit outputs behave as repeaters while other – behave as inverters. The results also showed that the HBN circuits might behave as a D-latch and a demultiplexer.

6. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, T. Takov, "Behavioral Model of Hydrogen Bonding Network for Digital Signal Processing", WSEAS Transactions on Circuits and Systems, Issue 9, Volume 12, September 2013, pp. 286 - 295, E-ISSN: 2224-266X.
SOURCE: Scopus 10 pts.

An electrical circuit based on a linear hydrogen bonding network of beta-lactam proteins is realized. The circuit is consisting of block-elements that functionally represent the hydrogen bonds. The behavioral description of each block element is represented by polynomials. Polynomials and electric connections between the elements are coded in Matlab and Verilog-A. DC, transient, and digital analyses are performed. Simulations proved that the circuit can process digital signals and behaves similarly to current mirror, amplifier, and inverter.

7. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, B. Atanasov, M. Hristov, "Microelectronic Circuit Emulating Hydrogen Bonding Network of Green Fluorescent Protein", Proc. 25th International Scientific Conference Electronics (ET 2016), Sept. 2016, pp. 183-186. ISBN 978-1-5090-2882-5.
<http://ieeexplore.ieee.org/document/7753511/>
SOURCE: Scopus 12 pts.

Hydrogen Bonding Network in active site of wild type Green Fluorescent Protein during the A \rightarrow A* state is modeled. A microelectronic equivalent circuit is developed on its basis to emulate the operational

principle of the Hydrogen Bonding Network. It is coded in Matlab to investigate its static and dynamic behavior. Output characteristics of static analysis are similar to inverted tunnel diode. The dynamic analysis show that the circuit can operate as amplifier, modulator and amplitude limiter.

8. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, M. Hristov, "Circuit Modeling of Green Fluorescent Protein's Hydrogen Bonding Network in Cadence", 2017 40th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Sofia, 2017, pp. 1-4. DOI: 10.1109/ISSE.2017.8000949. Electronic ISSN: 2161-2536
<http://ieeexplore.ieee.org/document/8000949>
SOURCE: Scopus 15 pts.

A library of block-elements that mimics the behavior of the hydrogen bonds of Green Fluorescent Protein is created in Cadence for bioelectronics applications. A circuit is designed with these elements that model the architecture and behavior of the analogous hydrogen bonding networks of the protein. The circuit is studied by DC and transient analyses. The DC analysis shows that the output voltage is a linear function of the input voltage and that the output current is a non-linear function of the output voltage. This IV-characteristic clearly shows three operating regions. Depending on the bias points the circuit inspired by the hydrogen bonding networks operates as an amplifier, modulator and amplitude limiter.

9. Angelov, G., Spasova, M., Nikolov, D., Ruskova, I., Rusev, R. "Extraction of Model Parameters for 14-nm Bulk FinFET" (2018) Proceedings of the International Spring Seminar on Electronics Technology, 2018-May, art. no. 8443678, . <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85053355750&doi=10.1109%2fISSE.2018.8443678&partnerID=40&md5=91527ee8bf2fc63517925178783e3916>
DOI: 10.1109/ISSE.2018.8443678
<http://ieeexplore.ieee.org/document/8443678>
SOURCE: Scopus 12 pts.

In this paper, an extraction procedure for 14 nm bulk FinFET devices is realized in Matlab. Parameters selected for extraction include the threshold voltage at zero bulk voltage (V_{TO}), the output conductance parameter (λ), the parameter, which models the transition between linear and saturation regions (MEXP), the subthreshold parameter (η), and the transconductance (g_{th}). The extraction is based on experimental measurements of 14-nm FinFETs wafers. Extracted parameters are simulated in a PTM MG SPICE model for verification. The results of simulation verification of extracted parameters and the parameters of the standard PTM MG SPICE model are close - a difference of 14%.

10. Angelov G., Nikolov D., Spasova M., Ruskova I., Rusev J., Rusev R., "Analysis of Experimental Data for 14-nm FinFETs", Proc. XXVII International Scientific Conference Electronics - ET2018, September 13 - 15, 2018, Sozopol, Bulgaria, ISBN 978-1-5386-6691-3, IEEE Catalog Number CFP18H39-CDR pp. 195 – 198, 2018
[https://ieeexplore.ieee.org/document/8549623](http://ieeexplore.ieee.org/document/8549623)
SOURCE: Scopus 10 pts.

In this paper we analyze measurements data of different 14 nm bulk FinFET structures – both n- and p-type. The analysis is based on the smoothness of the experimental characteristics. Smoothness is important for the subsequent parameter extraction procedures. It is estimated by taking first derivatives

of the experimental curves and comparing them to their fitted polynomial. Calculations have been performed in Matlab.

The results showed that (measured by the above described method) at lower gate voltage values ($V_{GS} = 0, 0.1, 0.2, 0.3$ and 0.4 V) the smoothness is below 10% and at higher gate voltages ($V_{GS} = 0.5, 0.6, 0.7$ and 0.8 V), the smoothness is less than 2%.

TOTAL: 125 pts.

Signature.....

/chief asst. prof. eng. R. Rusev/



RESUME related to Г-7., Г-8
"Scientific publications in issues that are
referenced and indexed in world scientific data bases"
of Rostislav Rusev

MAJOR CONTRIBUTIONS OF THE PUBLICATIONS:

- Proteins [10], their hydrogen bonds [9,20] and hydrogen bonding networks are modeled and analyzed for possible applications in microelectronics. The hydrogen bonding networks are of the following types: i) branched networks [11], ii) networks formed at the active site [12,13] of beta-lactamase protein during the intermediates of the acyl-enzyme reaction and iii) networks from Green Fluorescent Protein [20] in ground state. The models (coded in Matlab) show that the hydrogen bonds have functions similar to MOSFET with double gate [9], current source [9,20] and amplifier [9], diode [20], field effect transistor [20], multiplexer [20], and networks have functions similar to amplifier [11,13], current source [11], signal modulator [12,13], current mirror [12], triangular pulse generator [11,12,13], sinusoidal signal generator [12].
- Circuits [2,15,16,17,19] analogous to hydrogen bonding networks are modeled in Verilog-A and implemented in Cadence in order to verify the opportunities for applications in microelectronics and CAD systems. The performed DC analysis, transient analysis and pulse analysis shows that the circuits have functions similar to amplifier [15,16,17], current source [17,19], amplitude limiter [19], signal modulator [16,19], current mirror [15], triangular impulse generator [17], repeaters [2], inverters [2]. The results show that the hydrogen bonding networks can replace standard Si-technology elements and devices. Based on the results, a library of elements similar to hydrogen bonds is created and laboratory exercises for the course "Nano and Bioelectronics" (Code ECTK MMMN10.5) from the curriculum of the FETT Master program "Microtechnologies and Nanotechnology" is developed.
- New microelectronic circuits with conventional Si-devices are designed in CADANCE to perform previously unknown functions of hydrogen bonding networks [14, 18]. It is proven that by using standard CAD technologies, circuits that mimic the behaviour of the bio objects can be realized.

- A behavioral model for estimation of the generated energy, power conversion efficiency, short-circuit current, open-circuit voltage, and other parameters of photovoltaic cells and modules is developed; the model is for real operation conditions – different irradiance and ambient temperature. The model is coded in Matlab and Cadence. It gives good results as the error from the simulations is comparable to the errors of the experimental measurements for Si-polycrystalline modules [1,22], Perovskite solar cells [3], thin-film solar modules [23], Polymer-Fullerene solar cells [24], Copper Indium Gallium Selenide solar module [25]. An experiment is performed for deposition and characterization of the photoelectric properties of the ITO | DPP | Al thin film structure [6].
- A MOS capacitor model with high-k $\text{HfO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5$ mixed layer structure [4, 5] is developed. A circuit that models a 3T DRAM cell with a layer of $\text{HfO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5$ [26] is created.
- New nanomaterial transistors [27] are described and Cadence Spectre model of a RF single electron transistor [21] is developed. The model well describes its properties.
- A synchronous buck dc-dc converter with Zero Voltage Switching (ZVS) for low power applications is presented and investigated in Cadence with a CMOS 0.35 μm technology. The power losses in the converter's components are evaluated and analyzed. The obtained results show that the efficiency of the standard switch-mode buck dc-dc converter can be increased by about 3.6% if ZVS technique is applied [7].
- A model [8] to predict the energy output from reverse electrowetting (REWOD) energy harvesting system with cost-effective materials is developed. The model of the REWOD system is verified with experimental data and then systems of 50 drops on BaTiO_3 and PZT are investigated, which yield respectively 12.23 μJ and 16.62 μJ electric energy under mechanical effects.

PUBLICATIONS:

1. G. Angelov, R. Rusev, A. Andonova, M. Hristov, "Behavioral Modeling of Polycrystalline Module ET-P660230WW", Proc. of ISSE 2013, Alba Julia, Romania, May 8 – 12 2013, pp. 1-6 (E06), ISSN 2161-2528, E-ISBN: 978-1-4673-2239-3, ISBN: 978-1-4673-2241-6.
SOURCE: Scopus 10 pts.

A behavioral model is presented in which a semi-empirical approach is used to predict the parameters of a polycrystalline solar module ET-P660230WW in real conditions. Model equations are coded in Matlab. The results of the simulation are compared to the data provided by the module manufacturer. The model very well predicts the behavior of the module in real operating conditions. The errors for short circuit current and the open circuit voltage are less than 4%.

2. Rusev, R., "Hydrogen bonding network as a logic gate", 26th International Scientific Conference Electronics, ET 2017 - Proceedings, 2017- November, pp. 1-4.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85043460610&doi=10.1109%2fET.2017.8124383&partnerID=40&md5=6bc2dc895e83d5dab4397c54bfdcb884>
DOI: 10.1109/ET.2017.8124383
SOURCE: Scopus 40 pts.

A circuit consisting of four- and five-terminal block elements is developed to imitate the behavior of hydrogen bonding networks in the -lactamase protein. The circuit is implemented in Cadence Spectre to simulate its signal processing capabilities. The analysis shows that circuit outputs have logic levels for the current. The simulations show that the circuit can simultaneously invert and repeat signals, i.e. parts of the protein operate as logic gates.

3. Rusev R., "Behavioral Model of Perovskite Solar Cells", Proc. XXVII International Scientific Conference Electronics - ET2018, September 13 - 15, 2018, Sozopol, Bulgaria, ISBN 978-1-5386-6691-3, IEEE Catalog Number CFP18H39-CDR, pp. 199 – 202, 2018
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8549668>
SOURCE: Scopus 40 pts.

A behavioral model of perovskite solar cells is developed. The model equations are semi-empirical and they are coded in Matlab. The equations describe the current density, voltage and power conversion efficiency at different irradiance despite of the fact that perovskite solar cells have hysteresis characteristics. Simulation data are juxtaposed with experimental data for a FTO/c-TiO₂/mp-TiO₂/MAPbI₃/OMeTAD/Au cell. The results very well predict the values for the current density and voltage at high irradiance but at low irradiance the current is underestimated and the voltage is overestimated. The mean difference of the predicted power conversion efficiency remains under 1 % regardless of the scanning – reverse or forward.

4. G. Angelov, N. Bonev, R. Rusev, M. Hristov, A. Paskaleva, D. Spassov, "Verilog-A Model of a High-k HfO₂-Ta₂O₅ Capacitor", Proc. of 18th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems (MIXDES 2011), pp. 470-475, Gliwice, Poland, June 16-18, 2011. ISBN 978-83-932075-0-3
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6015961>
SOURCE: Scopus 6 pts.

A procedure for modeling of MOS capacitor using high-k HfO₂-Ta₂O₅ mixed layer structures is developed. The Verilog-A hardware description language is used for this purpose, and the developed model equations are based on BSIM3v3, which uses the threshold voltage modeling approach. The C-V and I-V characteristics are simulated in Spectre circuit simulator of the Cadence CAD system and they are validated against measurements of stack structure.

5. G. Angelov, N. Bonev, R. Rusev, M. Hristov, A. Paskaleva, "Surface Potential Model of a High-k HfO₂-Ta₂O₅ Capacitor", Proc. of 19th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems (MIXDES2012), pp. 386 – 391, Warsaw, Poland, 24-26 May 2012. ISBN 978-83-62954-
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6226213&contentType=Conference+Publications&queryText%3DSurface+potential+model+of+a+high-k+HfO2-Ta2O5+capacitor>
SOURCE: Scopus 8 pts.

A compact model of a MOS capacitor with high-k HfO₂-Ta₂O₅ mixed layer stack is developed in Matlab. The developed model is based on the PSP model, using the most advanced modeling approach with surface potential.

The obtained characteristics are verified in Spectre circuit simulator within Cadence CAD system based on experimental data and show very accurate match - less than 3% error. In addition to the simulation results, the implementation of the model itself is a clear example of a methodology for coding compact model equations in a portable open source environment applicable to various simulation platforms.

6. Y. Georgiev, J. Honova, G. Angelov, P. Heinrichova, I. Zhivkov, A. Andonova, M. Vala, R. Rusev, T. Takov, M. Weiter and M. Hristov, "Photoelectric Characterization of Thin Vacuum Deposited Diphenyl-Diketo-Pyrrolopyrroles Films", Proc. of the 29th Intl. Conf. Microel. (MIEL 2014), pp. 223-226, Belgrade, Serbia, May 2014. ISBN: 978-1-4799-5295-3.
<http://ieeexplore.ieee.org/document/6842127/>
SOURCE: Scopus 4 pts.

The modern organic semiconductor devices are designed and manufactured as multilayer structures with stacked organic / inorganic thin films. There are strong requirements to properties of the particular films comprising such structure, e. g. homogeneity film, thickness uniformity and roughness. Physical Vacuum Deposition (PVD) technique fulfills all of these requirements and even the ability to produce the whole multilayer structure in the same vacuum cycle. Diphenyl-diketopyrrolopyrroles (DPP) has low molecular weight materials with promising luminescence and photoelectrical properties. Current paper deals with PVD of thin DPP films and their investigation photoelectric properties. Organic films and inorganic electrodes of the multilayer structures were prepared in the same vacuum cycle, and then the samples were encapsulated in a glove box without exposure to oxygen. ITOs | DPP | Al structures of about 150

nm thicknesses were prepared. The surface morphology of the films were studied by SEM imaging. Photoelectric properties have been successfully demonstrated and directions to performance improvements have been given.

7. E. Gleva, T. Brusev, G. Angelov, **R. Rusev**, M. Hristov, "Investigation of Power Losses in Synchronous Buck DC-DC Converter with Zero Voltage Switching", Proc. 25th International Scientific Conference Electronics (ET 2016), Sept. 2016, pp. 171-174. ISBN 978-1-5090-2882-5. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7563221/>
SOURCE: Scopus 8 pts.

In this paper a synchronous buck dc-dc converter with Zero Voltage Switching (ZVS) for low power applications is presented and investigated in Cadence with a CMOS 0.35 μm technology. The power losses in the converter's components are evaluated and analyzed. The obtained results show that the efficiency of the standard switch-mode buck dc-dc converter can be increased by about 3.6% if ZVS technique is used.

8. **R. Rusev**, G. Angelov, K. Angelov and D. Nikolov, "A model for Reverse Electrowetting with Cost-effective Materials", Proc. 26th International Scientific Conference Electronics (ET 2017), Sept. 2017, pp. 157-160. ISBN 978-1-5386-1752-6.
SOURCE: Scopus 10 pts.

In this paper, a model to predict the energy output from reverse electrowetting (REWOD) energy harvesting system with cost-effective materials is developed. The REWOD phenomenon on a dielectric surface allows the generation of electrical energy from spontaneous, aperiodic mechanical movements, unlike conventional approaches (piezoelectric and electromechanical), which have low energy efficiency outside the resonant frequency of transformation. The model of the REWOD system is verified with experimental data and then a system with 50 drops on BaTiO₃ and PZT is presented, which yield respectively 12.23 μJ and 16.62 μJ electric energy under mechanical effects.

TOTAL: 108 pts.

Signature.....
/chief asst. prof. eng. R. Rusev/

Γ-8."Scientific publications in issues that are published in non-referenced issues with scientific reviewing or in edited coauthor works" of Rostislav Rusev

9. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, B. Atanasov, M. Hristov, "Microelectronic Aspects of Hydrogen Bond Characteristics in Active Site of β -lactamase during the Acylenzyme Reaction", Annual J. of Electronics, 2012, Vol.6, No. 2, pp. 35-38. ISSN 1314-0078
4 pts.

The behavior of hydrogen bonding networks in active site of β -lactamase during the acylenzyme reaction cycle is studied. Proton transfer through the HBNs is simulated during the four intermediates of the acylenzyme reaction: free enzyme, Michaelis complex, transient state and acylenzyme. The characteristics of each hydrogen bond are calculated by Markus theory and theory of protein electrostatics. The results showed the similarity of HBN characteristics to characteristics of microelectronic devices such as: double gate MOSFET, current source, and amplifier.

10. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, T. Takov, "Proteins Application in Electronics", Nanoscience & Nanotechnology – Nanostructured materials application and innovation transfer Journal, pp. 181 – 186, iss. 13, 2013. ISSN 1313-8995
3 pts.

In this paper, a possible uses of proteins in electronics is discussed and analyzed. Three objects are investigated: Photoactive Yellow Protein, Green Fluorescence Protein and Bacteriorhodopsin. In all discussed proteins, proton transfer or proton current is observed, i.e. they have the ability to process signals. The provided examples indicate that they are used for markers, bio-sensors and memories.

11. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, M. Hristov, T. Takov, "Hydrogen bonding network emulating frequency driven source of triangular pulses", International Journal of Microelectronics and Computer Science, 2010, Vol. 1, No. 3, pp. 293-298. ISSN 2080-8755
<http://baztech.icm.edu.pl/baztech/cgi-bin/btgetdoc.cgi?LOD6-0024-0028>
IMPACT FACTOR : 1.00 ; Impact factor source: <http://www.researchbible.org/?date=20121001b>
4 pts.

A three output microelectronic circuit functionally equivalent to a hydrogen bonding network is modeled. Proton transfer properties of each hydrogen bond of the network has been emulated by block-elements in the microelectronic circuit with their respective I-V characteristics. These characteristics is coded in Matlab where the dynamic and static analyzes are carried out. The results imply that in the static mode the functionally analogue circuit operates as a current source or an amplifier. In dynamic mode the circuit behaves as a voltage driven triangular pulse signal source. The simulations show that the generated pulses at three circuit outputs have different frequency, amplitude, and width.

12. R. Rusev, E. Gieva, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, "Microelectronic Circuit Analogous to Hydrogen Bonding Network in Active Site of β -lactamase", ACEEE Int. J. on Signal and Image Processing, Vol. 5, No. 1, January 2014, pp. 93-100.

4 pts.

A microelectronic circuit of block-elements functionally analogous to two hydrogen bonding networks is investigated. The hydrogen bonding networks are extracted from β -lactamase protein and are formed in its active site. Each hydrogen bond of the network is described in equivalent electrical circuit by three or four-terminal block-element. Each block-element is coded in Matlab. Static and dynamic analyses are performed. The resultant microelectronic circuit analogous to the hydrogen bonding network operates as current mirror, sine pulse source, triangular pulse source as well as signal modulator

13. M. Hristov, R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, "Demonstration of Protein Hydrogen Bonding Network Application to Microelectronics", Facta Universitatis, Series Electronics and Energetics, Vol. 27, No. 2, pp. 205-219, June 2014. ISSN: 0353-3670. (invited paper)

<http://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUElectEnerg/article/view/196/77>

5 pts.

Model of hydrogen bonding networks in active site of β -lactamase during the last intermediate EY of acylenzyme reaction semi-cycle is presented. The I-V characteristics of each hydrogen bond are calculated following Marcus theory and theory of protein electrostatics. Simulations showed that HBN characteristics are similar to the characteristics of microelectronic devices such as amplifier, signal modulator, triangular pulse source. The results demonstrated the analogy of HBNs in the active site of β -lactamase protein to microelectronic integrated circuit with multiple outputs each with different characteristics.

14. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, M. Hristov, T. Takov, "Microelectronic Differential Amplifier Functionally Analogous to Hydrogen Bonding Network", Annual J. of Electronics, 2010, Vol.4, No. 1, pp. 42-45. ISSN 1313-1842

4 pts.

A microelectronic circuit functionally analogous to hydrogen bonding network is developed and analyzed. The simulations, carried out in Matlab, demonstrate that the Matlab biocircuit emulates the behavior of the conventional electrical circuit of a differential amplifier. The real microelectronic circuit with output characteristics that are similar to the output characteristics of the hydrogen bonding network is implemented in CADENCE. The CADANCE circuit shows very good agreement with its Matlab counterpart. This proves that the algorithm of operation of the hydrogen bonding networks can be applied to microelectronics by designing state-of-the-art circuits.

15. Gieva, E. E., R. P. Rusev, R. I. Radonov, T. B. Takov, M. H. Hristov, „Verilog-A Behavioral Model of Hydrogen Bonding Network”, XIX International Scientific and Applied Science Conference “Electronics 2011”, 14-16 September, 2011, Sozopol, Bulgaria, Annual Journal of ELECTRONICS, Technical University of Sofia, Faculty of Electronics and Electronics Technologies, ISSN 1313-1842, Volume 5, Number 2, pp. 128-131

4 pts.

Information processing requires new approaches and circuits. Novel algorithms and devices are needed to emulate the operation of bioobjects such as DNA, neuron networks, and proteins with their hydrogen bonding networks. In the present paper a circuit to imitate the proton transfer in hydrogen bonding network is developed. It is modeled in Cadence CAD system using Verilog-A language which is compared to already investigated Matlab model. Based on the behavioral model a DC and transient analyses are performed. The results show the modeled circuit is similar to a current mirror or an amplifier.

16. E. Gieva, L. Penov, R. Rusev, G. Angelov, M. Hristov, "Protein Hydrogen Bonding Network Electrical Model and Simulation in Verilog-A", Annual J. of Electronics, 2011, Vol.5, No. 2, pp. 132-134. ISSN 1313-1842.
4 pts.

Electrical model of proteins in Verilog-A is developed and compared to previous Matlab models. A hydrogen bonding network is modeled as microelectronic circuit consisting of three-terminal block-elements. The results show that in static mode the functionally analogous circuit behaves as a class B amplifier. In dynamic mode the simulations show that the generated curves at the three circuit outputs have different frequency, amplitude, and width; the circuit operates as a signal modulator.

17. E. Gieva, R. Rusev, G. Angelov, T. Takov, M. Hristov, "Simulation of Branching Hydrogen Bonding Network in Cadence", Proc. of the 1st Intl. Conf. Systems, Power, Control, Robotics (SCORPORO '12), Latest Advances in Systems Science and Computational Intelligence, pp. 171-176, Singapore City, Singapore, May 11-13, 2012. ISBN: 978-1-61804-094-7
<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2012/Singapore/ICISCISCO/ICISCISCO-27.pdf>
4 pts.

Microelectronic circuit based on branching hydrogen bonding network with water molecules is modeled. The hydrogen bonds of the network are presented by electronic block-elements in a microelectronic circuit. These block-elements and their electrical connections are coded in Cadence Spectre simulator where transient and DC analyses are performed. The simulations from Cadence are compared to previously obtained Matlab simulations. The results from the DC analysis show that the circuit behavior is similar to a current source or amplifier. The transient analysis shows that the circuit analogous to the hydrogen bonding network can operate as triangle pulse source.

18. E. Gieva, R. Rusev, P. Goranov, G. Angelov, R. Radonov, M. Hristov, "Microelectronic Circuit with Operational Amplifiers Imitating Hydrogen Bonding Network Behaviour", Annual J. of Electronics, 2013, Vol.7, pp. 176-179. ISSN 1314-0078.
3 pts.

This paper presents the design of microelectronic circuits functionally analogous to the outputs of the hydrogen bonding network. A microelectronic circuits, functioning as a decoder, is designed in CADENCE environment. DC and transient analyses are carried out in the same software. The simulations show that the circuit imitates very well the behavior of the hydrogen bonding network.

Although, this example includes only one hydrogen bonding network it shows the possibilities to solve the inverse task - to develop new microelectronic circuits that perform previously unknown functions, derived from bio objects.

19. Rusev, R., Transient Analysis of Electronic Circuit Derived from the Active Site β -lactamase Hydrogen Bonding Network, ET2015, Annual Journal of electronics, 2015, Sozopol, Bulgaria, ISBN1314-0078, pp. 53-56;

20 pts.

A Verilog-A circuit derived from a Hydrogen Bonding Network located in the active site of β -lactamase protein is developed for the purposes of microelectronics. The transient circuit analysis showed that the protein is able to process information like conventional the microelectronic circuits. At identical sine signal input, circuit outputs are similar to the outputs of an amplitude limiter, current source, and modulator.

20. R. Rusev, G. Angelov, E. Gieva, B. Atanasov, M. Hristov, "Green Fluorescent Protein Hydrogen Bonds compared to Microelectronic Devices", Annual J. of Electronics, 2015, Vol. 9, pp. 186-178, ISSN 1314-0078

4 pts.

Green Fluorescent Protein hydrogen bonding network in ground state is investigated. The network consists of chromophore, water molecule, and protein residues around the chromophore that participate in the photocycle. Proton transfer characteristics for each hydrogen bond are obtained. It is found that the proton transfer parameter depends on donor and acceptor electrostatic potentials, cooperative effects, and the sum of protein electrostatic potentials. The shapes of proton transfer parameters versus donor and acceptor electrostatic potentials are similar to I-V characteristics of 2- or 3-terminal devices. In addition, there are characteristics that are similar to reverse diode characteristic, output characteristic of field effect transistor, current source. The chromophore and glutamine acid residuum in hydrogen bonding networks have functions similar to microelectronic multiplexer.

21. R. Krysteva, I. Cholakova, G. Angelov, R. Rusev, T. Takov, "Simulation of a Radio-Frequency Single-Electron Transistor (RF-SET) in Cadence Spectre", Proc. of the 9th International Scientific Conference Advanced Materials and Operations 2009 (AMO '09), Vol. 2, pp. 385-388, Kranevo, Bulgaria, June 25-27, 2009.

http://amo.dmt-product.com/amo-09/images/amo_2009_v3.pdf

4 pts.

An equivalent circuit of a single-electron transistor (SET) of radio frequency (RF) reflective (reflective) type has been developed. It is simulated in Cadence's Spectre Simulator with ideal elements. The frequency behavior of the SET transistor is investigated performing transient analysis. For the transient analysis, the core circuit of the transistor is modified by adding LC groups to emulate a coaxial cable at its output. The simulation results show that the equivalent circuit very well describes the RF properties of the single electron transistor

22. R. Rusev, G. Angelov, I. Panayotov, T. Takov, M. Hristov, "Mathematical and Behavioral Modeling of Polycrystalline Solar Module", Journ. of Advanced Materials and Operations (AMO) Society, 2010, Iss. 3, Vol. 1, pp. 43-46. ISSN 1313-8987
4 pts.
- This paper presents a new solar cell model implemented in Matlab and Verilog-A. Model equations are semi-empirical. Based on the Verilog-A model, a standard cell representation in Cadence is generated. The reference parameters of the solar cell in the model are taken from the manufacturer data sheet of the polycrystalline silicone PV panel. The Matlab and Verilog-A model representations are simulated and analyzed. The results are compared with each other and with values from the manufacturer.
23. R. Rusev, G. Angelov, I. Panayotov, M. Hristov, T. Takov, "Matlab and Verilog-A Models of Solar Cells", Annual J. of Electronics, 2010, Vol.4, No. 1, pp. 46-49. ISSN 1313-1842
4 pts.
- A new behavioral model of photovoltaic modules is developed applying semi-empirical approach. Model equations are coded in Matlab and Verilog-A. Verilog-A model is implemented in Cadence IC Design Framework. The simulation results from both models are verified against experimental results for a thin-film module provided in its data sheet. The Matlab and Verilog-A models give very good agreement between simulation and experimental data.
24. G. Angelov, R. Rusev, E. Gieva, R. Radonov, T. Takov, M. Hristov, "Matlab Behavioral Model of Polymer-Fullerene Solar Cell", Proc. of the 6th Colloque Francophone sur L'Energie - Environnement - Economie et Thermodynamique (COFRET'12), pp. 293-297, Sozopol, Bulgaria, June 11-13, 2012.
3 pts.
- In this paper a behavioral model of polymerfullerene solar cell is developed where (2-methoxy-5-(3-,7-dimethyl-octyloxy)-1,4-phenylene vinylene (MDMOPPV) is the electron donor and the soluble Buckminster fullerene derivative [6,6] phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester (PCBM; a methanofullerene) is the electron acceptor (the overall solar cell consists of ITO/PEDOT:PSS/MDMOPPV:PCBM/AI). The model is developed applying semi-empirical approach and the equations are coded in Matlab. The simulation results are verified against experimental results for the ITO/PEDOT:PSS/MDMOPPV:PCBM/AI device. The model applies semi-empirical approach, and the equations are coded in Matlab. The results of the simulation are verified with experimental results for the same cell. The simulation error for the short-circuit current is about 4% and for the open circuit voltage is 2%.
25. Rusev R., "Behavioral Model of Copper Indium Gallium Selenide Solar Module", iCEST 2018, June 28 – 30, Sozopol, Bulgaria, 2018, pp. 297-300, ISSN: 2603-3259
20 pts.

A behavioural model of Copper Indium Gallium Selenide photovoltaic modules is elaborated applying semiempirical approach. Model equations are coded in Matlab. Model simulation results are verified against experimental data for four module data sheets from two producers. The result shows that the model very well predicts the current, voltage and power at high irradiance and it

lessens the predicted values of voltage and generic power for low irradiance values. The model can be successfully used for fast estimation of generated power in real conditions – ambient temperature and irradiance.

26. Nikolay Delibozov, George Angelov, Rostislav Rusev, Tihomir Takov and Marin Hristov, "Modified DRAM cell design using high-k MOS capacitor", International Conference on Semiconductor Micro- & Nanoelectronics, Yerevan, Armenia, July 1-3, 2011, pp. 218 – 222, ISBN 978-5-8084-1452-5.
4 pts.

A circuit is created for simulating the read and write modes of a 3-transistor DRAM cell. The schematic is designed by 0.35 um CMOS AMS technology in Cadence. By replacing a Si capacitor with a MOS capacitor with a $\text{HfO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5$ layer, the cell consumes less energy and occupies a smaller area. Due to the matrix effect (each memory is a matrix of cells), the resulting DRAM will increase the number of cells in the same area at the same total power consumption.

27. M. Spasova, G. Angelov, M. Hristov, Radonov R., R. Rusev, "Overview of Carbon Nanotube Field-Effect Transistors", Nanoscience & Nanotechnology – Nanostructured materials application and Innovation transfer Journal, issue 13, 2013, pp. 187-190. ISSN 1313-8995.
4 pts.

An overview of the different types of CNTFET which have large application potential to semiconductor industry and microelectronic systems is presented. The present paper is focused on the structure of the various types of CNTFET and their technology characteristics depending on the specific CNT used: single-walled or multi-walled.

TOTAL: 114т.

OVERALL TOTAL Г7 + Г8:222 т.

Signature.....
/chief asst. prof. eng. R. Rusev/