



РЕЗЮМЕ

на научните трудове с участието на доц. д-р инж. Петър Иванов Якимов, представени за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „професор“ в област на висше образование Технически науки, професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност Електронизация, обявен в Държавен вестник, брой 93/26.11.2019 г.

За участие в конкурса са представени 51 труда (50 научни публикации), издадени след хабилитация (доцент) през 2007 г. От публикациите 49 са на английски език, 1 е на български език. Кандидатът представя 7 самостоятелни публикации, от тези в съавторство е първи автор в 16, на второ място – в 18 и на трето – в 9. От публикациите:

- 14 реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация:
 - 13 в Scopus – 10 в списък по показател B4, 1 в списък по показател Г7, 2 в списък по показател 3;
 - 1 в Web of Science в списък по показател Г7;
 - 5 в списания с импакт ранг (SJР на Scopus) - 3 в списък по показател B4, 2 в списък по показател 3;
- 36 в български научни списания и академични издания, както и в сборници от национални и международни научни форуми;
- 1 университетско учебно пособие.

В4. Хабилитационен труд – научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация

№	60/n	Публикация
B4-1	30	Yakimov, P., A. Iovev, Towards Industry 4.0 Oriented Education, Proc. 2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 12 September 2019 through 14 September 2019, ISBN: 978-172812574-9, DOI: 10.1109/ET.2019.8878609 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85074928885&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=
B4-2	15	Yakimov, P., A. Iovev, N. Tuliev, E. Balkanska, Development of Hardware and Software Methods and Tools for a Successful PLC Training, Proc. 10th National Conference with International Participation, ELECTRONICA 2019; Sofia; Bulgaria; 16 May 2019 through 17 May 2019, ISBN: 978-172813622-6, DOI: 10.1109/ELECTRONICA.2019.8825609 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85072827925&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=1&citeCnt=2&searchTerm=
B4-3	15	Bogdanov, L., S. Polstra, P. Yakimov, M. Marinov, DAEDALED: A GUI Tool for the Optimization of Smart City LED Street lighting Networks, Proc. 2018 IEEE XXVII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 13 September 2018 through 15 September 2018, ISBN: 978-

		153866692-0, DOI: 10.1109/ET.2018.8549674 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059985644&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=4&citeCnt=0&searchTerm=
B4-4	30	<u>Yakimov, P., A. Iovev</u> , Research and Development of IoT based Solutions for Introduction the Cloud-aided Control in the Energy Systems, Proc. 2018 IEEE XXVII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 13 September 2018 through 15 September 2018, ISBN: 978-153866692-0, DOI: 10.1109/ET.2018.8549635 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059986020&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=3&citeCnt=1&searchTerm=
B4-5	20	<u>Yakimov, P., A. Iovev, N. Tuliev</u> , Implementation of Internet of Things based Solution of Universal Power Transducer, Proc. 2017 IEEE XXVI International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 13 September 2017 through 15 September 2017, ISBN: 978-153861753-3, DOI: 10.1109/ET.2017.8124410 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85043469763&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=5&citeCnt=1&searchTerm=
B4-6	30	<u>Yakimov, P., A. Iovev</u> , Implementation of Hardware and Software Solutions for Remote Monitoring in Substations, Proc. 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017 11 July 2017, Article number 7975086, Pages 911-916; 2nd International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017; The Cheile Gradistei Fundata Complex Brasov; Romania; 25 May 2017 through 27 May 2017; Category number: CFP1722D-ART; Code 129145, ISBN: 978-150904489-4, DOI: 10.1109/OPTIM.2017.7975086 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85027698684&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=6&citeCnt=1&searchTerm=
B4-7	60	<u>Yakimov, P.</u> , Approaches and Instruments for Overcoming the Challenges of the Smart Grids Control, Proc. 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference, PEMC 2016, 21 November 2016, Article number

		7752094, Pages 790-794; 17th IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference, PEMC 2016; Festival and Congress Centre Varna; Bulgaria; 25 September 2016 through 28 September 2016; Category number CFP1634A-ART; Code 125025, ISBN: 978-150901798-0, DOI: 10.1109/EPEPEMC.2016.7752094, (Scopus SJR: 0,249 (2016)) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100364856&tip=sid&clean=0 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85008244089&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=8&citeCnt=0&searchTerm=
B4-8	30	Ilovev, Atanas N., <u>Peter I. Yakimov</u>, Infrastructure Development for Implementation Control-as-a service in Substations, Proc. 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference, PEMC 2016, 21 November 2016, Article number 7752102, Pages 835-838; 17th IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference, PEMC 2016; Festival and Congress Centre Varna; Bulgaria; 25 September 2016 through 28 September 2016; Category number CFP1634A-ART; Code 125025, ISBN: 978-150901798-0, DOI: 10.1109/EPEPEMC.2016.7752102 (Scopus SJR: 0,249 (2016)) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100364856&tip=sid&clean=0 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85008259889&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=9&citeCnt=0&searchTerm=
B4-9	60	<u>Yakimov, P.</u>, Open-source Platforms Application in Introductory Embedded Systems Teaching, Proc. 2016 IEEE XXV International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 12 September 2016 through 14 September 2016, ISBN: 978-150902883-2, DOI: 10.1109/ET.2016.7753526 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85006783349&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=7&citeCnt=0&searchTerm=
B4-10	30	Ilovev, Atanas N., <u>Peter I. Yakimov</u>, Application of PLC as a Gateway in a Network of Smart Power Transducers, IFAC-PapersOnLine, Open Access, Volume 48, Issue 24, 2015, Pages 95-98, ISSN 2405-8963, DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.12.063, (Scopus SJR: 0,298 (2015)) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100456158&tip=sid&clean=0 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84983119199&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-

		t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=11&citeCnt=5&searchTerm=
ΣB4 = 320 т.		

Анотации на публикациите

[B4-1] Използването на информационни и комуникационни технологии и интелигентна автоматизация е много важно за развитието на бъдещите „умни“ предприятия, тъй като те трябва да бъдат адаптивни, гъвкави, ефективни и насочени към потребителя. Следователно реализацията на модела Индустрия 4.0 изисква теоретични знания и практически умения в областта на индустриалната автоматизация и мрежовите технологии. Овластяването на PLC програмирането става съществена част от инженерното образование в тази област. Публикацията представя организацията на учебна лаборатория и подходящите образователни задачи. Описана е разработената индустриална мрежа и нейният капацитет да подпомага овластяването на знанията и да позволява развиването на практически умения в разпределената автоматизация. Целта на лабораторната работа е да помогне на студентите в обучението им за разработване и тестване на софтуер за PLC. Съвременното оборудване, заедно с правилно подбраните задачи за обучение, позволява на студентите да овладеват знанията стъпка по стъпка (step by step), като използват метода за обучение чрез правене (learning by doing approach). Очаква се тези умения да дадат успешен старт на кариерата на дипломираните инженери, които изберат индустриалната автоматизация за бъдещата си работа.

[B4-2] Превръщането в реалност на парадигмата Индустрия 4.0 ще бъде успешно, когато бъде осъществена повсеместната автоматизация на индустриалните процеси и оборудване. За целта обучението на бъдещите инженери трябва да им даде теоретични знания и практически умения в индустриалната автоматизация. Съществена част от това е разработката на софтуер за PLC. Следователно трябва да се осигурят условия за успешно обучение в тази област. Симулаторите позволяват тестването на управляващите софтуерни програми без реалната машина. В по-голяма степен симулацията и моделирането имат широко приложение в обучението на оператори в области на промишлеността като производство на електроенергия, производство на химикали, машиностроене и др., където режимите на прекъсване и аварии с цел обучение са недопустими. Публикацията описва възможностите на симулатор за обучение по програмиране на PLC и някои софтуерни примери, които са предназначени за изучаване на основите на PLC програмирането. Осигурена е гъвкавост при създаването на различни задачи, което ще даде възможност на студентите да придобият достатъчен набор от умения в PLC програмирането. Предлага се подходът за обучение чрез правене, за да може студентите да усвоят знанията стъпка по стъпка, което се очаква да доведе до устойчиви резултати.

[B4-3] Предимствата на LED уличните светлини с мрежова инфраструктура включват: до 60% намаление на енергията и експлоатационните разходи; около 20 години дълъг живот; възможност за управление на яркостта в часове с малък трафик; гъвкаво планиране за включване / изключване във връзка със събития; дистанционно откриване на неизправност; измерване на консумацията на енергия. Поради прецизното позициониране на уличните светлини и повсеместното им разпространение, те могат да работят като възли на сложна мрежова инфраструктура, напр. за видеонаблюдение или за комуникации. Тази публикация описва експеримент, който използва софтуерни инструменти за проектиране на многопроцесорни системи върху чип (MPSoC) за създаване на мрежи от интелигентни улични светлини. Целта на представените изследвания е да се интегрират инструментите за

разработка на вградени системи при разгръщане на интелигентни улични осветителни мрежи, за да се постигнат икономии по отношение на хардуер (което означава по-малко разходи) или време за изпълнение на софтуера (което означава по-добра производителност на приложението). Първо се обсъждат основните характеристики на системата за проектиране DAEDALUS и приложението за оптимизация SESAME. Осветлението се моделира с процесорни елементи (аналози) на интелигентните LED лампи и дърво на връзките между възлите. Разглежда се разработката на приложението за графичен потребителски интерфейс (GUI) „Daedaled Design Studio“ за оптимизиране на интелигентни мрежи от LED улични лампи. Представено е разработеното приложение за графичен потребителски интерфейс, което преобразува параметрите на проекта на мрежата за улично осветление във формат, подходящ за системата DAEDALUS и се обсъжда неговото взаимодействие с потребителя. Накрая са очертани предимствата на този подход при проектирането на интелигентни мрежи за улични светлини. Инструментът GUI автоматизира процеса на създаване на проекти за SESAME и ускорява времето за разработка.

[B4-4] Предизвикателствата пред управлението на енергийните системи са изведени в тази публикация, за да се мотивира въвеждането на интелигентна измервателна инфраструктура и информационни технологии за мрежово базираното управление в електроенергетиката. Целта е да се опише разработването и прилагането на решения, ориентирани към Интернет на нещата (Internet of Things), които се очаква да спомогнат за въвеждането на облачни изчисления в системите за управление на енергията в индустрията и дома. Очертани са някои очаквани предимства от тяхното внедряване. Предложени са два модела решения на базата на IoT, работещи съответно в активен и в пасивен режим. Тяхното предназначение е да осигурят интернет свързаност на съвременен и съществуващо оборудване за измерване и контрол. Описани са предложените инфраструктурни модели, хардуерният и софтуерен дизайн. Проведени са лабораторни тестове, използващи симулатор на трифазна система, PLC и измервателни преобразуватели. Разработените експерименти дават надеждни резултати.

[B4-5] Основната цел на концепцията Интернет на нещата (IoT) е да създаде интелигентни среди за приложение в различни области на индустрията и социалния живот като електронно управление, електронно обучение, електронно здравеопазване, електронен бизнес, интелигентни домове, интелигентни градове и и др. В тази публикация са очертани основите на концепцията IoT. Разгледани са възможностите за прилагане на облачни изчисления в управлението на електроенергийната система и вероятните ползи от въвеждането на мрежово базираното управление. Представено е базирано на IoT решение на интелигентен преобразувател за мощност с разширени мрежови възможности и интерфейс за дистанционен достъп. Блоквата му схема е обяснена. Показва се изгледът на отдалечения потребителски интерфейс. Предложеният преобразувател е предназначен за разработка на Интернет базирани SCADA системи. Той предоставя на клиентите информация за параметрите на мрежата от всяко място по всяко време чрез използване на разработения интерфейс за дистанционен достъп (HMI) и стандартни уеб браузъри. Проведени са лабораторни тестове, използващи симулатор на трифазна система. Представените резултати ще бъдат използвани при следващо изследване на по-сложни системи за управление на електроенергията.

[B4-6] Подстанциите са основни точки в електрическата мрежа и правилното им функциониране е много важно за цялата система, тъй като те са мост между преноса и разпределението на електроенергията. Освен това подстанциите изпълняват няколко важни задачи, като защита на мрежата и управление на храненето. За да се следи и управлява по-ефективно локалната система на подстанцията, са инсталирани съвременни интелигентни системи за измервания и автоматизация. В публикацията се обсъждат предизвикателствата пред контрола на интелигентните енергийни мрежи и възможностите за миграция на новите

информационни и комуникационни технологии за тяхното преодоляване. Подчертани са някои предимства на облачните изчисления и тяхното приложение в различни области, за да се мотивира въвеждането на мрежово базирано управление в електроенергийната система. Предложен е модел на разпределена система за дистанционно наблюдение и управление в подстанции. Описан е хардуерният и софтуерен дизайн. Обръща се внимание на използването на PLC като сървъри и гейтуеи (шлюзове). Приложението им разширява гъвкавостта и надеждността на системата. Предложеният модел за организация на дистанционно наблюдение е преминал лабораторни тестове с помощта на симулатор на трифазна система, универсални преобразуватели на мощност и PLC. Представени са експериментални резултати.

[B4-7] Бързата трансформация на съществуващите електрически мрежи се ръководи не само от технологичните иновации, но и от икономически, регулаторни и обществени фактори. Публикацията разглежда предизвикателствата, пред които са изправени съвременните енергийни системи - въвеждане на възобновяеми енергийни източници, бързо променящи се товари и либерализация на енергийните пазари. Обяснено е тяхното влияние върху работата на електроенергийната система. Очертани са някои възможни подходи за преодоляване на тези предизвикателства като въвеждане на многобройни изпълнителни, сензорни и управляващи устройства, разработване на интелигентни сензорни мрежи, внедряване на децентрализирани системи за управление, изграждане на уеб базирана SCADA система, изграждане на мрежи от типа Интернет на нещата (IoT). Посочени са основните характеристики на всеки един от тях. Ключът към устойчивата работа на сложни системи като енергийната система и всички блокове от тях от една страна е събирането, обработката и архивирането на големи количества данни за параметрите на системата, а от друга страна е бързото и точно предаване на управляваща информация. Внедряването на облачни технологии в контрола на електропреносните мрежи може да допринесе за безопасна работа и повишаване на енергийната ефективност. Изводът е, че съвременните интелигентни енергийни мрежи се променят от централизирани към разпределени и ще последват подобното развитие на компютърните мрежи. Анализират се измервателната и информационната и комуникационна инфраструктура на интелигентните мрежи. Предлагат се някои инструменти, които могат да бъдат включени в тези инфраструктури. Описан е модел на интелигентен измервателен преобразувател и е предложена и тествана архитектура на сензорна мрежа, използваща PLC като шлюз.

[B4-8] Въвеждането на възобновяеми енергийни източници и бързо променящите се натоварвания изисква съответното управление на електроенергийната система, чиято цел е да се осигури надеждна, устойчива и безопасна работа, заедно с постоянно увеличаване на енергийната ефективност. За да се използва изцяло възобновяемата енергия, традиционното производство трябва да бъде изключено във времето, когато възобновяемите източници работят с пълна мощност. Също така мощностните потоци трябва да бъдат пренасочени в случаите на пикови натоварвания. Тези въпроси определят голямото значение на подстанциите в работата на съвременните електроенергийни системи. Задачите на управлението могат да бъдат решени чрез разработване на интелигентни мрежи, което става възможно с развитието на информационните и комуникационните технологии и тяхното интегриране в управлението на енергийните системи. Основната цел на публикацията е адаптиране на облачните технологии за проектиране и реализиране на индустриални информационни системи в електроенергийната система. Изследването се базира на гъвкавостта и универсалността на PLC, което ги прави подходящи и полезни инструменти за приложение в системи за управление, включително SCADA в електрическата система. Разработена е индустриална мрежа, включваща интелигентни преобразуватели на енергия, сензори и PLC, за управление процесите в подстанция. Развитието на индустриални мрежи, базирани на Ethernet като Profinet и Ethercat, позволява да се контролират полевите

устройства директно от мрежата. Обсъждат се съображенията в организацията на мрежата и избора на PLC. Пояснено е проектирането на софтуерното решение. Представените резултати потвърждават, че предложеният подход за автоматизация на подстанции с помощта на PLC и SCADA е много надежден и лесен за използване.

[B4-9] Вградените системи влияят комплексно на живота на хората. Способностите за проектиране и програмиране на вградени системи е критично умение, което е необходимо за заемането на много работни места в индустрията и научните организации. Развойната система *Arduino* и съответната интегрирана програмна среда са световно признати като инструменти за начално обучение в тази област. От друга страна учените все по-често използват лесно достъпни евтини цифрови системи за прототипиране, за да създават измервателни инструменти и други експериментални устройства. В публикацията се представя използването на развойната система *Arduino* и програмната среда във въвеждащ курс по вградени системи в Техническия университет - София. Целта на курса е да даде на студентите знания и практически умения в програмирането на вградени системи, както и да ги въведе в света на съвременните устройства и технологии. Коментирани са някои примери от лабораторната работа, представяща практическия подход за преподаване. Очаква се, че наблягайки на практиката, а не върху академичната теория, студентите ще усвояват материала по-лесно и ще получават устойчиви умения. Курсът е насочен главно към програмното управление на входовете и изходите, за да се убедят студентите в гъвкавостта и универсалността на програмируемите устройства. Идеята е, че успехът в практическата реализация ще насърчи студентите и ще ги убеди в смисъла на обучението като начин за усъвършенстване на техните умения.

[B4-10] Съвременният контрол на електроенергийната система е изправен пред различни предизвикателства, в следствие от въвеждането на възобновяеми източници на енергия и бързо променящи се товари. Ключова задача за постигането на успешен и устойчив контрол е развитието на интелигентните сензорни мрежи. Публикацията представя подход за развитие на такава индустриална мрежа. За да се минимизира броя на връзките, е подходяща топология на мрежата шина. За тази цел са избрани интелигентни измервателни преобразуватели с електрически изолиран стандартен сериен интерфейс RS-485. Те измерват величините на електроенергийната система с делта конфигурация в обхвата 130V за напрежение и 6A за ток. Предаваните от преобразувателя данни включват стойностите на линейните напрежения (U_{12} , U_{23}), фазните токове (I_1 , I_3), честотата (f), фазовите ъгли на векторите спрямо U_{12} (ϕU_{23} , ϕI_1 , ϕI_3), активната мощност (P), реактивната мощност (Q), активната и реактивната енергия в четири квадранта ($ENA+$, $ENA-$, $ENRL$, $ENRC$), коефициентите на измервателните трансформатори за напрежение и ток (k_U , k_I), и два байта контролна сума (CS). Обсъждат се съображенията в организацията на мрежата и избора на PLC като шлюз. Успешното приложение може да доведе до допълнителни предимства. Освен използването на PLC за управление на комуникациите и за свързване на преобразувателната мрежа към SCADA системите, техните възможности за работа с аналогови и цифрови сигнали могат да бъдат използвани за управление на други устройства от електрическата система. Обяснени са основните опции на предлаганото софтуерно решение. Разработеният прототип на системата може да обработва данни от до 32 преобразувателя на мощност. Представените резултати доказват способностите на системата и те ще бъдат използвани при по-нататъшно изследване на по-сложни системи за управление на електроенергията.

Г7. Научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация

№	40/n	Публикация
Г7-1	20	<u>Yakimov, Peter I., Atanas N. Iovev, Development of a Modern Learning Environment for Education in Mechatronics and Industrial Automation, IFAC-PapersOnLine, Open Access, Volume 52, Issue 25, 2019, Pages 441–444, ISSN 2405-8963, DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.12.578</u> https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=F6TO57B7FO2aRJ2iD5Q&page=1&doc=1
Г7-2	40	<u>Yakimov, P., Towards Attractive STEM Education by Using Open Source Hardware and Software. Proc. 2018 IEEE XXVII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 13 September 2018 through 15 September 2018, ISBN: 978-153866692-0, DOI: 10.1109/ET.2018.8549579</u> https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059981393&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=2&citeCnt=1&searchTerm=
ΣГ7 = 60 т.		

Анотации на публикациите

[Г7-1] Мехатронните системи представляват взаимодействието в реални приложения за автоматизация на механичните системи и електронното управление. Внедряването на модулни мехатронни системи води не само до подобряване на способностите на системата, но и до спестяване на време за предлагане на пазара поради възможностите за избор, опроводяване и настройка на по-малко компоненти. Използването на програмируеми логически контролери (PLC) за основа на модулната система е прието като общ подход в автоматизацията на индустрията. Целта на представените изследвания е да се разработи надеждна електронна система и подходящи задачи за обучение в областта на мехатрониката. Обяснено е практическото изпълнение на предложената лабораторна постановка и са описани съответните образователни задачи. Конфигурацията на работното място позволява разработване и тестване на софтуер за PLC с помощта на реални индустриални устройства - PLC, електродвигатели, задвижвания и сензори. Работното място дава възможност за лабораторни задачи, включващи практически всички модули на PLC - цифрови входи и изходи, аналогови входи и изходи, броячи, комуникации и др. Представени са някои примерни задачи.

[Г7-2] Областта на науката, технологиите, инженерството и математиката (STEM) се променя бързо и осъществява значителен напредък през последните години, така че е много важно да се създадат способни инженери, които да продължат прогреса в това важно направление. Но в същото време съответното образование е трудно, освен това се счита за непривлекателно и скучно. За да се преодолее тази представа, учебното съдържание трябва да се преподава с помощта на нови интерактивни форми с активното участие на студентите - проектно ориентирано обучение, учене чрез правене, работа в екип, семинари, работилници и др. В публикацията се описва съдържанието на начален учебен курс по вградени системи. Той има за цел да предизвика любопитството на студентите и да го задържи въпреки нивото на трудност. Също така е необходимо те да се убедят в предимствата на инженерната

кариера. Основите на инженерното програмиране, заедно с прилагането на най-често използваните електронни компоненти и управлението на мащабирани реални устройства, са демонстрирани с подходящи примери програмен код. Целта е използването на подхода за обучението чрез практика да консолидира знанията за основите на програмирането включващи функции, променливи, масиви, организация на цикли, управление изпълнението на програмата и др. Лабораторната работа се разглежда като начин студентите да разберат взаимодействието между вградените системи и околния свят. Тя има за цел да представи разликата между аналогови и цифрови сигнали, а също и техния вход / изход към микроконтролерите. Има подходящи примери за управление на мащабирани реални устройства и системи като светофари и сигнализация. Платформите с отворен код са много полезни за тази цел със своята достъпност, лекота на използване, ниска цена и вдъхновена общност от потребители.

Г8. Научни публикации в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове

№	20/n	Публикация
Г8-1	10	<u>Yakimov, P., A. Iovev. Investigation and Development of IoT Based Solutions for Implementation the Cloud Technologies in the Energy Systems Control, Information Technologies and Control, Volume 15: Issue 4, pp. 10-15, December 2017, First Online: 23 Oct 2018, De Gruyter, Print ISSN: 1312-2622; Online ISSN: 2367-5357, DOI: 10.1515/itc-2017-0032</u>
Г8-2	20	<u>Yakimov, P., An Introductory Embedded Systems Teaching Using Open-Source Hardware and Software Platforms, Journal of Communication and Computer, Volume 13, Number 1, January 2016 (Serial Number 123), pp. 11-18, ISSN 1548-7709 (Print), ISSN 1930-1553 (Online), DOI: 10.17265/1548-7709</u> http://www.davidpublisher.org/Public/uploads/Contribute/56f49dbd70165.pdf
Г8-3	6	<u>Yakimov, P., A. Iovev, N. Tuliev, Smart Transducers Network Development Using PLC as a Gateway, Annual journal of electronics, vol. 9, 2015, pp. 147-150, ISSN 1314-0078</u> http://ecad.tu-sofia.bg/et/2015/ET2015/AJE-2015/147_Paper-P_Yakimov2.pdf
Г8-4	10	<u>Yakimov, P., N. Tuliev, Electric Power Transducers with Networking Capabilities, Annual journal of electronics, vol. 9, 2015, pp. 143-146, ISSN 1314-0078</u> http://ecad.tu-sofia.bg/et/2015/ET2015/AJE-2015/143_Paper-P_Yakimov1.pdf
Г8-5	20	<u>Yakimov, P., Teaching Basic Skills in Embedded Systems Using Open Source Platforms, Proceedings of the L International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, June 24-26, 2015, Sofia, Bulgaria, pp. 317-320, ISBN 978-619-167-182-3</u> https://drive.google.com/file/d/1gRmyZBalf8f2zj1Q9NxjkKIvNPoiJQBY/view
Г8-6	20	<u>Yakimov, P., A Practical Approach for Introductory Embedded Systems Teaching, Proceedings of National Forum "ELECTRONICA 2015", May 14-15, 2015, Sofia, Bulgaria, pp. 14-18, ISSN 1314-860</u>
Г8-7	5	<u>Shehova, D., P. Yakimov, Sl. Lyubomirov, A. Chekichev, Active Filters Design Teaching Using FilterPro™ Software, Annual journal of electronics, vol. 8, 2014, pp. 143-145, ISSN 1314-0078</u> http://ecad.tu-sofia.bg/et/2014/ET2014/AJE_2014/143-D_Shehova2.pdf
Г8-8	10	<u>Shehova, D., P. Yakimov, Teaching PLL Fundamentals Using MATLAB/Simulink, Annual journal of electronics, vol. 8, 2014, pp. 139-142, ISSN 1314-0078</u> http://ecad.tu-sofia.bg/et/2014/ET2014/AJE_2014/139-D_Shehova1.pdf
Г8-9	6	<u>Шехова, Д., П. ЯКИМОВ, С. Любомиров, Симулационно изследване на формиратели на правоъгълни импулси в програмна среда MULTISIM,</u>

		Сборник доклади от XII Национална конференция с международно участие "ЕЛЕКТРОНИКА 2014", 15 май, 2014, София, стр. 76-81, ISSN 1313-3985
Г8-10	6	<u>Yakimov, P.</u> , D. Shehova, S. Lyubomirov, Computer Modeling and Simulation Investigation of a Function Generator, Proceedings of XII National Conference with International Participation "ELECTRONICA 2014", May 15, 2014, Sofia, Bulgaria, pp. 70-75, ISSN 1313-3985
Г8-11	6	Ilovev, A., <u>P. Yakimov</u> , N. Tuliev, Investigation and Development of Differential Temperature Controller for Drain Back Solar Systems, Annual journal of electronics, vol. 7, 2013, pp. 120-123, ISSN 1314-0078
Г8-12	6	Kovacheva, M., E. Stoimenov, <u>P. Yakimov</u> , FPGA-based Model of Incremental Rotary Encoder, Annual journal of electronics, vol. 7, 2013, pp. 17-20, ISSN 1314-0078
Г8-13	10	Kovacheva, M., <u>P. Yakimov</u> , Incremental Encoder Macromodel for Educational Purpose, Proceedings of XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, June 26-29, 2013, Ohrid, Macedonia, Vol. 2, pp. 667-670, ISBN 978-9989-786-89-1 http://www.icestconf.org/wp-content/uploads/2016/proceedings/icest_2013_02.pdf
Г8-14	6	Ivanoff, R., <u>P. Yakimov</u> , T. Djamiykov, Implementation of Smart Metering as an Essential Part of Advanced Metering Infrastructure by End-Customers, Annual journal of electronics, vol. 5, No. 2, 2011, pp. 17-20, ISSN 1313-1842
Г8-15	10	<u>Yakimov, P.</u> , G. Nikolov, Three Phase Power Monitoring using Virtual Techniques, Annual journal of electronics, vol. 5, No. 2, 2011, pp. 13-16, ISSN 1313-1842
Г8-16	10	<u>Yakimov, P.</u> , N. Tuliev, Embedded Gateway for Application in Internet-based Energy Management SCADA Systems, Annual journal of electronics, vol. 5, No. 1, 2011, pp. 121-124, ISSN 1313-1842
Г8-17	10	Nikolov, G. T., <u>P. I. Yakimov</u> , Remote Access for Virtual Power Transducers, Annual journal of electronics, vol. 4, No. 2, 2010, pp. 35-38, ISSN 1313-1842
Г8-18	4	<u>Yakimov, P. I.</u> , S. J. Ovcharov, N. T. Tuliev, E. G. Balkanska, R. V. Ivanov, Three Phase Power Transducer for Remote Energy Management System Application, Annual journal of electronics, vol. 4, No. 2, 2010, pp. 31-34, ISSN 1313-1842
Г8-19	6	Ivanov, R. V., <u>P. I. Yakimov</u> , T. S. Djamiykov, Smart Metering and Messaging Standardization as Essential Features of Smart Grids, Annual journal of electronics, vol. 4, No. 2, 2010, pp. 27-30, ISSN 1313-1842
Г8-20	10	Nikolov, G. T., <u>P. I. Yakimov</u> , Virtual Networked Power Measurement System, Proceedings of the eighth international conference on Challenges in Higher Education and Research in the 21st Century, June 2-4, 2010, Sozopol, Bulgaria, pp. 77-80, ISBN 978-954-580-282-9
Г8-21	6	Pandiev, I., <u>P. Yakimov</u> , T. Todorov, Macromodeling of Programmable Gain Amplifiers, E+E: Elektrotechnika & Elektronika, vol. 44, No. 7-8, 2009, pp. 69-76, ISSN 0861-4717
Г8-22	5	Pandiev, I., T. Todorov, <u>P. Yakimov</u> , D. Doychev, Current Conveyor based Sinusoidal Oscillators Employing Quartz Crystal Resonators Behaving as Inductors, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 2, 2009, pp. 96-99, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_2/Circuits%20and%20Systems/96-Paper-I_Pandiev2.pdf
Г8-23	5	Pandiev, I., T. Todorov, <u>P. Yakimov</u> , D. Doychev, A Practical Approach to Design and Analysis Sinusoidal Oscillators, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 2, 2009, pp. 92-95, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-

		sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_2/Circuits%20and%20Systems/92-Paper-I_Pandiev1.pdf
Г8-24	4	Iovev, A., <u>P. Yakimov</u> , N. Tuliev, S. Ovcharov, E. Balkanska, Student Workplace for PLC Programming Training, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 2, 2009, pp. 44-47, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_2/Education%20in%20Electronics/44-Paper-A_Iovev.pdf
Г8-25	10	Nikolov, G., <u>P. Yakimov</u> , Virtual Three Phase Power Transducer, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 1, 2009, pp. 184-187, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_1/Electronic%20Systems%20in%20Measurement%20and%20Control/184-Paper-P_Yakimov.pdf
Г8-26	6	Ivanov, R., T. Djamiykov, <u>P. Yakimov</u> , Possibilities for Electric Energy Consumption Distant Reading System Organization, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 1, 2009, pp. 125-128, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_1/Electronic%20Systems%20in%20Measurement%20and%20Control/125-Paper-R_Ivanov.pdf
Г8-27	10	Pashev, A., <u>P. Yakimov</u> , Design and Investigation of a WEB based Temperature Sensor, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 1, 2009, pp. 83-86, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_1/Embedded%20Systems/83-Paper-A_Pashev.pdf
Г8-28	3	Iovev, A.N., <u>P.I. Yakimov</u> , N.T. Tuliev, S.J. Ovcharov, E.G. Balkanska, E.I. Stoyanov, Methodology for Teaching Basic Skills in PLC Programming Development, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp. 205-210, ISSN 1311-0829
Г8-29	3	<u>Yakimov, P.I.</u> , N.T. Tuliev, A.N. Iovev, S.J. Ovcharov, E.G. Balkanska, G.S. Mihov, Investigation and Development of Electronic Instruments for PLC Programming Training, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp. 199-204, ISSN 1311-0829
Г8-30	4	Pandiev, I.M., <u>P.I. Yakimov</u> , D.D. Doychev, T.G. Todorov, V.Y. Stanchev, An Electronic System for Digitally Programmable Analog Circuits Study, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp. 191-198, ISSN 1311-0829
Г8-31	4	Pandiev, I.M., <u>P.I. Yakimov</u> , D.D. Doychev, T.G. Todorov, V.Y. Stanchev, A Practical Approach to Design and Modeling Digitally Programmable Analog Circuits, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp. 184-190, ISSN 1311-0829
Г8-32	5	Tuliev, N.T., S.J. Ovcharov, <u>P.I. Yakimov</u> , E.G. Balkanska, Multifunctional Protection Relay Input Module Modernization, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp. 123-128, ISSN 1311-0829
Г8-33	5	Tsenov, G., S. Terzieva, <u>P. Yakimov</u> , V. Mladenov, Implementation of High Order Sigma-delta Modulators with Adjustable Parameters, Summer school "Advanced aspects of theoretical electrical engineering SOZOPOL'07", ed. V. Mladenov, September 22 - 25, 2007, Sozopol, Bulgaria, Part II, pp. 28-34, ISBN 978-954-9518-46-7
Г8-34	5	<u>Yakimov, P.I.</u> , S.J. Ovcharov, N.T. Tuliev, E.G. Balkanska, Investigation of Electronic Instruments and Methods for Web-based Energy Management System Development, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 57, book 2, 2007, pp. 195-200, ISSN 1311-0829

Г8-35	5	Tsenov, G. T., S. D. Terzieva, <u>P. I. Yakimov</u> , V. M. Mladenov, Modeling and Implementation of Third Order Sigma-delta Modulator, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 57, book 1, 2007, pp. 41-48, ISSN 1311-0829
Г8-36	5	Terzieva, S. D., G. T. Tsenov, <u>P. I. Yakimov</u> , V. M. Mladenov, Design and Implementation of First Order Sigma-delta Modulator, Proceedings of XLII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, June 24-27, 2007, Bitola, Macedonia, Vol. 2, pp.751-754, ISBN 9989-786-06-2 http://www.icestconf.org/wp-content/uploads/2016/proceedings/icest_2007_02.pdf
ΣГ8 = 276 т.		

Анотации на публикациите

Научните публикации в този списък са обединени тематично в две направления:

1. Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за измерване на електрически и неелектрически величини, пренос на информация и управление на обекти
2. Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за обучение в областта STEM (Science Technology Engineering Mathematics)

Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за измерване на електрически и неелектрически величини, пренос на информация и управление на обекти

[Г8-1] В публикацията се разглеждат възможностите за внедряване на облачните технологии в управлението на енергийните системи и очакваните ползи от това. Обобщени са тенденциите в развитието на електроенергийните системи и предизвикателствата пред тяхното управление. Обосновава се, че въвеждането на информационните и комуникационни технологии е неизбежно, за да се постигнат основните цели - ефективна, надеждна, устойчива и безопасна работа на енергийната система. Това може да се реализира с развитието на модерна измервателна инфраструктура, базирана на интелигентни сензорни мрежи. Очаква се разработването и внедряването на решения, ориентирани към Интернет на нещата (IoT), да спомогнат за въвеждането на облачни изчисления в индустриалните и домашните системи за управление на енергия. Предложени и изследвани са два модела решения, базирани на IoT. Те показват подходите за свързаност с интернет на съвременен и налично оборудване за измерване и контрол. Дават се експериментални резултати.

[Г8-3] В настоящата публикация се разглежда разработването на мрежа от интелигентни преобразуватели на енергия. Управлението на мрежата се базира на PLC, който изпълнява и функциите на гейтуей (шлюз). Целта е да се проучат комуникационните способности на стандартни устройства като PLC за използване като шлюз в мрежи от интелигентни преобразуватели на мощност в различни обекти от електроенергийната система. По този начин прилагането на PLC в SCADA системи за управление на енергийни мрежи ще бъде разширено с нови функции. Приложени са резултати от лабораторни изследвания.

[Г8-4] Целта на публикацията е представяне на структурата и експлоатационните възможности на измервателните преобразуватели за приложение в информационна мрежа. Това се налага от новите предизвикателства пред управлението на съвременните енергийни системи, в следствие от въвеждането на възобновяеми енергийни източници и бързо променящи се товари. За постигане на успешен и устойчив контрол на електроенергийната система трябва да се предават и обработват големи количества информация. Това изисква инсталирането в различни точки от системата на универсални точни измервателни преобразуватели с богати информационни възможности.

[Г8-14] В публикацията се разглежда WEB-базирана AMI система, която се състои от интелигентни измервателни уреди (Intelligent Meters - IM), всеки от които има комуникационен модул и поддържа DLMS, PROFIBUS-DP, MODBUS RTU / ASCII и IEC 60870-5-103 протоколи и отдалечени крайни устройства (Remote Terminal Units - RTUs), всеки от които има модулна хардуерна архитектура и поддържа GSM / GPRS комуникация, и разпределена главна станция, която има централна база данни, WEB сървър/браузър структура, клиентско приложение и декомпозира AMI функциите на множество набори компоненти на WEB сайта. Бързото напредване на хардуерните и софтуерни технологии направи възможно разработването на системи за интелигентно измерване от ново поколение като съществена част от усъвършенствана инфраструктура за измерване (Advanced Metering Infrastructure - AMI). Както хардуерният дизайн, така и разработката на софтуер за тази WEB базирана AMI система са осъществени в съответствие с добре доказани архитектурни модели, което позволява на системата да се възползва от многобройните налични технологии и ѝ дава допълнителна гъвкавост и мащабируемост. Представените резултати ще бъдат използвани при по-нататъшно проучване на по-сложни системи за усъвършенствана измервателна инфраструктура.

[Г8-15] Тази публикация представя система за мониторинг в електроенергийната система, която позволява да се анализират всички явления, свързани с качеството на енергията. Целта е да се разгледат някои измервания и анализи на качеството на енергията, които се обслужват по-добре чрез наблюдение с многофункционални системи за събиране на данни, а не със специализирани анализатори за качество на енергията. Предложената система е гъвкава и отворена за промени и подобрения. Измерванията, които се обсъждат, се извършват в трифазна система и включват шест вектора на напреженията и токовете, честота, пълна, активна и реактивна мощност, фактор на мощността.

[Г8-16] Публикацията описва предложение за вграден гейтуей (шлюз) на базата на процесора EP9302, който представлява високо интегрирана система върху чип (SoC). В съвременната индустрия към електроенергийните системи се включват многобройни участници, които се нуждаят от достъп до данни в реално време и статистическа информация. Това изисква система, която може да разпространява информация независимо от географското местоположение. Настоящото решение на проблема е WEB-базирана система SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). За да се свърже съществуващото оборудване към интернет, има нужда от малко по размери, надеждно, евтино устройство - вграден шлюз (портал). Това устройство комуникира с оборудването чрез неговия потребителски (собствен) протокол и конвертира данни във формат HTML или XML. Порталът има IP адрес и поддържа изцяло или поне отчасти TCP/IP стека. Предвидени са интерфейси за комуникация с измервателното оборудване и с по-високото ниво на йерархичната система. Представените резултати ще бъдат използвани при по-нататъшно развитие на по-сложни системи за управление на енергията.

[Г8-17] Тази публикация предлага нискобюджетна система за измерване на параметри на електроенергийната система чрез универсални преобразуватели на мощност, графична среда за програмиране и DataSocket комуникационен протокол за предаване на данни с отдалечен достъп чрез Интернет. Трифазното измерване и анализ на мощността винаги се е считало за сложно и скъпо. За да се следят параметрите на захранването и качеството на мощността от разстояние е много важно да се създадат възможности за отдалечен достъп до измервателната система. Различните електрически параметри могат да се наблюдават чрез графичен потребителски интерфейс, който е разработен с помощта на LabVIEW.

[Г8-18] В публикацията е направен преглед на възможностите на измервателните преобразуватели, използвани в електроенергийната система. Дефинирани са техните положителни и отрицателни характеристики. Разглежда се структурата на интелигентен

измервателен преобразувател. Предложен е интелигентен универсален преобразувател за мощност. Описана е неговата структура и основни възможности. Обсъжда се приложението на предложения преобразувател при по-нататъшно изследване на по-сложни системи за управление на електрическата енергия.

[Г8-19] Публикацията представя резултати от изследването на някои възможности за дистанционно отчитане на консумираната електрическа енергия. Целта е да се организира автоматизирана система за пренос на данни между различни точки и контролен център. Архитектурите на системи, използващи протокол DLMS / COSEM са обект на проучването. Описани са възможности, които използват стандартни DLMS / COSEM решения. Представените резултати ще бъдат използвани при следващи изследвания на комплексни системи за управление на електроенергията.

[Г8-20] В тази публикация се разглежда развитието на виртуална система за мониторинг в електроенергетиката и изчисляване стойностите на параметрите, при която трифазният преобразувател на мощност е свързан с компютър, използващ сериен порт. Мониторингът на консумираната мощност и качеството на електроенергията са от решаващо значение за осигуряване на оптимална работа на енергийните системи. Ключът към успеха на ефективната система за мониторинг се състои в гъвкавостта, мощната обработка на данни, разбираемите отчети и лесният достъп до информация. Различните електрически параметри могат да се наблюдават в графичен потребителски интерфейс, който е разработен с помощта на LabVIEW. За да се постигне автоматизирана идентификация на преобразуватели на активна мощност в мрежата, прилагането на модела на проектиране и разработването на графичен софтуер се разглежда подробно. Нещо повече, режимът на непрекъснато сканиране ще премине последователно през всяка наблюдавана клонова верига и ще присвои специален тип споделени променливи за всеки активен преобразувател на мощност, включен в мрежата.

[Г8-25] В бързо променящата се съвременна индустрия за производство на електрическа енергия мониторингът на електрозахранването и качеството на електроенергията са от решаващо значение за осигуряване на оптимална работа на енергийните системи. Ключови за успеха на ефективната система за мониторинг са гъвкавостта, мощната обработка на данни, разбираемите отчети и лесният достъп до информация. Тази публикация описва развитието на виртуална система за мониторинг в електроенергетиката и изчисляване стойностите на параметрите, където трифазният преобразувател на мощност е свързан с компютър, използващ сериен порт. Различните електрически параметри могат да се наблюдават в графичен потребителски интерфейс, който е разработен с помощта на LabVIEW.

[Г8-26] В публикацията се представя изследването на някои възможности за дистанционно отчитане на консумираната електрическа енергия. Целта е да се организира автоматизирана система за пренос на данни между различни точки от електроенергийната система и контролен център. Проучват се архитектурите на SCADA системите и комуникациите в тях. Описани са възможности, използващи стандартни серийни интерфейси, Ethernet и GSM / GPRS комуникация. Представените резултати ще бъдат използвани при по-нататъшно проучване на по-сложни системи за управление на електроенергията.

[Г8-32] Публикацията описва предимствата на съвременните цифрови релейни защиты. Доказано е, че точността зависи най-вече от входния модул. Разглеждат се различни подходи при проектирането на входни преобразуватели за ток и напрежение. След проучване на параметрите и характеристиките на най-новите интегрални схеми на операционни усилватели и АЦП се предлага нов дизайн на аналоговия входен модул. Представено е

подробно описание на хардуера на модула. След изследване на схемите се дават препоръки за по-добра работа.

[Г8-34] Системите за управление на енергията обменят огромни количества информация, изискващи бърз достъп и сигурност на данните. Комуникацията и интегрирането на данни от различни центрове за управление, централи и подстанции добиха голяма важност. Системите SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) са основни части от системите за управление на енергията, които използват широк спектър от компютърни и комуникационни технологии. В публикацията се представя разработването на електронно устройство, което да бъде свързано към Интернет базирана SCADA система.

[Г8-11] Диференциалните регулатори на температурата (DTC) набират популярност в слънчевите топлинни системи и в наши дни са най-често срещаният избор за правилна работа на системата. Тази публикация описва проектирането и внедряването на DTC с нова управляваща концепция за модулацията на скоростта на помпата, разработена за слънчеви системи с възможност за източване (drain back solar systems). Резултатите от работата доказват предимствата на настоящата разработка.

[Г8-27] Често е необходимо дистанционно да се следи температурата в помещение, склад или място за съхранение. Понастоящем голям брой потребители имат достъп до World Wide Web (WEB) и това им дава възможност за получаване на различна информация, навсякъде по всяко време. Такава информация може да бъде и за температура. В публикацията се описва възможност за лесен и достъпен мониторинг с помощта на микроконтролер с вграден Ethernet контролер и добре познатите TCP / IP и UDP протоколи.

Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за обучение в областта STEM (Science Technology Engineering Mathematics)

[Г8-2] Вградените системи се използват навсякъде в човешкия живот. Те са в будилници, автомобили, мобилни телефони, лични цифрови асистенти, домакински уреди и т.н. Факултетът по електронна техника и технологии на Техническия университет в София реши след много итерации и дискусии с партньорските фирми и организации на работодателите да се приеме нов учебен план за ОКС „Бакалавър“ по специалност „Електроника“. За да се подготвят студентите за предизвикателствата на бъдещата им работа, в новия учебен план беше акцентирано върху практиката и особено върху придобиването на умения в програмирането на вградени системи. Лабораторните занятия по „Практикум по програмиране на платформи с отворен код“ имат за цел да дадат на студентите основни знания и умения в тази област. За тази цел са избрани хардуерните и софтуерните платформи с отворен код - системата за развитие *Arduino* и съответната интегрирана програмна среда, които са световно признати като инструменти за начално обучение. В тази публикация е предложен практически подход за преподаване на основите на хардуера и софтуера на вградените системи. Акцентът е върху програмното управление на входовете и изходите, за да се убедят студентите в гъвкавостта и универсалността на програмируемите устройства. Също така са въведени принципите на сензорите и тяхното приложение. Представени са някои примери.

[Г8-5] В тази публикация е предложен практически подход за начално обучение в областта на хардуера и софтуера на вградените системи. Акцентира се върху програмното управление на входовете и изходите, организацията на цикли и работата с масиви. Целта е да се свърже приложението на програмните езици с директното управление на външни устройства, за да се убедят студентите във възможностите на програмируемите устройства. Използва се метода „учене чрез правене“ (learning by doing approach), като се очаква студентите да

придобият трайни знания и практически умения в областта. Представени са типични примери, включващи широко използвани електронни компоненти.

[Г8-6] За да подготви студентите за предизвикателствата на бъдещата им работа, Факултетът по електронна техника и технологии на ТУ-София прие нов учебен план за ОКС „Бакалавър” по специалност „Електроника”, който беше създаден след много обсъждания и разговори с фирмите партньори и организациите на работодателите. Тази публикация представя част от учебната програма на дисциплината „Практикум по програмиране на платформи с отворен код“. Дисциплината дава на студентите теоретични знания за програмиране на вградени системи и практически умения в тази област. Представени са някои примери от лабораторните упражнения, които илюстрират практическия подход за начално обучение в областта на програмирането на вградени системи. Практическият подход е полезен за начинаещите. С акцент върху практиката, а не върху академичната теория те приемат материала по-лесно. Платформите с отворен код - системата за развитие *Arduino* и съответната програмна среда са много подходящи и полезни за началното обучение.

[Г8-7] В публикацията се обсъжда използването на софтуерното приложение FilterPro™ на Texas Instruments при преподаването на активни филтри в учебните курсове за проектиране на електронни схеми. Използването на FilterPro™ като инструмент за електронно обучение дава на студентите възможност за проверка на резултатите от симулацията с резултатите, получени от лабораторните експерименти с Analog System Lab Kit PRO. Модулът, който е разработен ще бъде включен в проектно базираната система за обучение DIPSEIL, използвана в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

[Г8-8] PLL се използва в широк спектър от електронно и комуникационно оборудване и разбирането на принципите му е от голямо значение. Симулацията е полезно решение за преподаване основите на PLL. MATLAB / Simulink е много мощна среда за симулация на ниво блокове, което е особено подходящо за PLL. В публикацията се обсъжда подход за преподаване, който позволява на студентите да получат устойчиви знания за PLL.

[Г8-9] Компютърното моделиране и симулационните изследвания са методи, които се използват в обучението по електронна схемотехника. Програмата *Multisim* дава възможност тези методи да се прилагат в процеса на обучение с помощта на виртуални експерименти. В публикацията е разгледано приложение за изследване на схеми за формиране на правоъгълни импулси. Изследването на действието на схемите чрез моделиране позволява бърза визуализация и обработка на резултатите от симулацията. Направени са симулационни изследвания на параметрите на генерираните импулсни поредици и анализ на поведението на формиращите схеми. Предлаганите модели позволяват симулация с висока точност и визуализация на процесите в схемите.

[Г8-10] Динамиката в развитието на електронните средства за обучение поставя предизвикателства пред универсалните програмни среди за проектиране, моделиране и анализ, използвани за изграждане и изследване на електронни схеми и устройства. В публикацията са предложени компютърни модели на основната схема на генератор на функции и на схеми на интегратори, които са съставна част от нея. Моделите са разработени в програмна среда *NI Multisim*. Извършена е симулация на работоспособността на създадените модели. Резултатите от симулационните изследвания са визуализирани и анализирани. Разработените модели, използвани в подходяща образователна среда, могат да изпълняват успешно ролята на средство за обучение. По този начин виртуалното експериментиране ще подпомага и допълва изучаването на реалното действие на електронните схеми.

[Г8-12] В тази публикация е разработен FPGA-базиран поведенчески модел на инкрементален ротационен енкодер. Изследват се основните характеристики и поведението на енкодерите. Проектирана е цифрова електронна схема, генерираща изходните сигнали на инкременталния енкодер и симулираща неговата работа. Дадени са резултати от работата на модела. Физически се измерват параметрите на изходните сигнали. Този модел може да се използва при разработване и експериментално изучаване на схеми за обработване на сигнали от инкрементални енкодери.

[Г8-13] В тази публикация е описан макромодел на инкрементален ротационен енкодер, който позволява да се изследват симулационно основните характеристики и поведението на енкодерите като електромеханични устройства. Проектирана е цифрова електронна схема, която симулира работата на инкременталния енкодер и генерираща изходните му сигнали. Дадени са резултати от симулациите на макромодела. Той е приложим при симулационни изследвания в обучението и при разработването на електронни схеми за обработване на сигнали от инкрементални енкодери.

[Г8-21] В тази статия се предлагат за целите на автоматизираното проектиране на електронни схеми и устройства нови поведенчески макромоделите на програмируеми усилватели на напрежение. Създадените макромоделите отразяват предавателната характеристика за диференциалните и синфазните сигнали, зависимостта на коефициента на усилване по напрежение от управляващото постоянно напрежение (или цифровия код), входното напрежение и ток на несиметрия, спектралната плътност на шумовото напрежение, ограничението на изходното напрежение, изходният ток при късо съединение и входния и изходния импеданс. При създаването на макромоделите са приложени методите на опростяването и постепенното изграждане, използвани при моделиране на операционни усилватели. Моделните параметри са определени за програмируем усилвател, управляван с постоянно напрежение тип VCA810 и програмируем усилвател, управляван с цифров код тип AD526, използвани като пример в статията. Валидацията на поведенческите макромоделите е изпълнена чрез сравнение на симулационните резултати с каталожните данни. Анализът на получените резултати показва добро покритие между компютърните симулации и поведението на реалните интегрални схеми (средната стойност на относителната грешка не надвишава 5%). Предложените поведенчески макромоделите изискват по-малко време за симулационно тестване, осигуряват по-голяма точност за някои динамични параметри и имат по-добра сходимост на симулационния процес при анализ в постояннотокова и времева област в сравнение с голяма част от микромоделите (моделите на ниво транзистори).

[Г8-22] В тази публикация са предложени два нови синусоидални кварцови осцилатора, използващи едностъпални и двустъпални схеми с усилватели на ток (current conveyor - CC). LC кръгът на предлаганите схеми включва капацитивна верига и кварцов резонатор, който се държи като индуктор. Кварцовите осцилатори са резултат от систематичен синтез на схемата и могат сравнително лесно да се получат от класическия осцилатор на Пиърс, реализиран с дискретни транзистори. Създадените схеми осигуряват следните предимства: (1) незначителното влияние на натоварването върху параметрите на осцилаторите, (2) способността за независима фина настройка на честотата на трептенията и състоянието на трептенията, (3) нисък изходен импеданс и (4) добра стабилност на честотата. Дадени са някои препоръки за проектиране на този вид аналогови схеми въз основа на символен анализ на характерните уравнения. Включени са експериментални резултати, потвърждаващи теоретичния анализ.

[Г8-23] В тази публикация е описан практически подход за проектиране и анализ на синусоидални осцилатори. Предложената процедура се основава на методите за проектиране на аналогови схеми, общата методология за приложно проектиране и процедурите за

изпълнение на симулационни проекти. Този практически подход дава пълна рамка, която включва всички дейности, междинни продукти, процедури за проектиране и връзки между тях, необходими за проектиране и реализиране на конкретна аналогова електронна схема. Тази процедура е приложима за широк клас осцилационни схеми, като основни LC осцилатори, кварцови осцилатори, осцилатори с фазово изместване, осцилатори с мост на Вин (Wien), VCO и др.

[Г8-24] Програмируемите логически контролери в днешно време са най-често срещаният избор, използван широко при решаването на проблеми с индустриалната автоматизация. Следователно качеството на преподаването и обучението на студентите в областта на програмируеми логически контролери е много важно. Тази публикация описва работното място на студента за обучение по PLC програмиране и демонстрира разработването на софтуер за изпълнение на основни задачи, използвайки някои типични инструкции. Експериментите дават на студентите знания и практически умения за работа с основните функции на PLC.

[Г8-28] Преподаването и обучението на студентите в областта на програмируемите логически контролери (PLC) е много важно, защото дава знания и умения за безопасно и качествено управление на промишлени обекти и процеси. Настоящата публикация представя различните модули на PLC и демонстрира софтуерни приложения за изпълнение на задачи, използвайки някои от следните типични инструкции: Инструкции за логически операции, Инструкции за преместване и преобразуване, Инструкции за таймер и Инструкции за брояч. Практическите експерименти дават на студентите основните знания и умения при работа с PLC.

[Г8-29] Програмируемите логически контролери набират популярност на фабрично ниво и в наши дни са най-често срещаният избор за управление на производството. Поради естеството на конкретен индустриален обект или производствен процес е невъзможно настройката на програмата да се извърши в реални условия от съображения за сигурност. Затова симулаторите са проектирани да имитират реални условия с възможности да осигуряват безопасна и безрискова платформа за обучение на персонала, разработване и тестване на проекти, и отстраняване на грешки. Целта на настоящия проект е да се разработи симулатор за обучение по програмиране на PLC с описаните възможности.

[Г8-30] В тази публикация е представена специфична електронна система за анализ и проектиране на аналогови схеми, програмируеми с цифров код. Създадената електронна система е с модулна структура и обхваща специфични схеми като усилватели с програмируем коефициент на усилване (PGAs), атенюатори, аналогови схеми с CMOS цифрови потенциометри, активни филтри, генератори на сигнали с директен цифров синтез (DDS), цифрови схеми с микроконтролери и др. Системата се състои от следните шест отделни електронни модула: (1) електронни схеми с CMOS цифрови потенциометри; (2) електронни схеми с монолитни PGA; (3) програмируеми активни RC и SC филтри (4) монолитни генератори за директен цифров синтез (DDS); (5) цифрово управляеми аудио електронни системи; (6) HF PLL синтезатор. За някои от модулите PIC микроконтролерите се програмират с развойна система PIC 18 (версия 1.0). Тя включва програматор, комуникационен канал за персонален компютър и съединители към допълнителни сензори. Представената тук електронна система е предназначена за лабораторни упражнения със студенти по електроника в Техническия университет в София.

[Г8-31] В тази публикация са описани практически подходи за проектиране и макро моделиране на цифрово програмируеми аналогови схеми. Предлаганите подходи за проектиране се основават на методите за проектиране на аналогови схеми, процедурите за

изпълнение на симулационни проекти и общата методология за изграждане на уеб базирани клиент / сървърни приложения. Тези методи представляват пълна рамка, която включва всички дейности, междинни продукти, процедури за проектиране и взаимните връзки между тях, необходими за проектиране и реализиране на конкретна електронна схема и подходящ симулационен макромодел. Подходите за проектиране са приложими за широк клас схеми, които усилват и преобразуват аналогови сигнали под управлението на цифрови кодове, като усилватели с програмируем коефициент на усилването (PGAs), входни усилватели, усилватели следене / запомняне (SHA), цифрово програмируеми активни (RC и SC) филтри и осцилатори.

[Г8-33] През последните години Sigma-Delta ($\Sigma\Delta$) модулацията става все по-популярна алтернатива за стабилна и евтина основа за аналогово-цифрово (A / D) преобразуване. В резултат на това преобразувателите, базирани на 1-битови $\Sigma\Delta$ модулатори, се използват широко в различни приложения. В тази публикация се представя експериментална електронна реализация на Sigma-Delta модулатор от по-висок ред. Използвайки техника на паралелно разлагане, общият модулатор от висок порядък се разлага на модулатори от нисък ред, които взаимодействат чрез функция на квантоване. Електронната схема позволява управление на полксите и нулите на модулната предавателна функция и по този начин се получават желаните гранични цикли. Тази схема може да се използва за извършване на измервания и за сравнение между симулираните и измерените резултати. Електрическата схема е симулирана с използването на PSpice и е установено добро съвпадение между симулираните и измерените резултати.

[Г8-35] Sigma-Delta ($\Sigma\Delta$) модулацията през последните години се налага като популярна и евтина алтернатива за аналогово-цифрово (A / D) преобразуване. В резултат на това преобразувателите, базирани на 1-битови $\Sigma\Delta$ модулатори, намират широко приложение в измерванията. В тази публикация се представя експериментална реализация на електронна схема на Sigma-delta модулатор от трети ред. Общият модулатор от трети ред се преобразува чрез разлагане на модулатори от нисък ред, които взаимодействат чрез функция на квантоване. Електронната схема позволява регулиране на параметрите на модулатора и така се получават желаните гранични цикли. Може да се използва за извършване на измервания и за сравнение между симулираните и измерените резултати. Електрическа схема е симулирана с използването на PSpice и се установява, че има добро съвпадение между симулираните и измерените резултати.

[Г8-36] Сигма-делта ADC предлагат няколко предимства пред останалите архитектури, особено за приложения с висока разделителна способност и ниска честота на входните сигнали. Първо и най-важното, единичният сигма-делта ADC по своята същност е монотонен и не изисква лазерно настройване. Сигма-делта ADC също се произвежда лесно с CMOS процеси с ниска цена поради интензивния цифров характер на архитектурата. В резултат на това тези преобразуватели се използват широко в различни приложения. В тази публикация е представена експериментална електронна реализация на сигма-делта модулатор от първи ред. Предлага се реализацията на 1-битова схема на ЦАП с използване на специфичните възможности на CMOS изходния буфер на D-тригер.

3. Научни публикации в списания с импакт фактор (IF на Web of Science) и/или с импакт ранг (SJR на Scopus)

№	x 10	Публикация
3-1	10	Yakimov, Peter I., Digital Synchronisation with Mains for the Purpose of the Phase Motion Control, IFAC-PapersOnLine, Open Access, Volume 48, Issue 24, 2015, Pages 39-42, ISSN: 24058963, DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.12.053, (Scopus)

		SJR: 0,298 (2015)) https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84988292031&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=10&citeCnt=0&searchTerm= https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100456158&tip=sid&clean=0)
3-2	10	Kovacheva M., E. Stoimenov, <u>P. Yakimov</u>, Behavioral and Physical Modeling of an Incremental Rotary Encoder, Proceedings of the International Conference on Microelectronics, ICM 2014, Article number 6842192, Pages 467-470; 2014 29th International Conference on Microelectronics, MIEL 2014; Belgrade; Serbia; 12 May 2014 through 14 May 2014; Category number CFP14432-ART; Code 106344, ISBN 978-1-4799-5295-3, DOI: 10.1109/MIEL.2014.6842192, (Scopus SJR: 0,123 (2014)) https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84904600607&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=12&citeCnt=1&searchTerm= https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=144854&tip=sid&clean=0)
Σ3 = 20 т.		

Анотации на публикациите

[3-1] Индукционните или асинхронни двигатели са най-популярните двигатели за промишлени и потребителски приложения. Фазовото управление на мощността е най-често срещаната форма при използване на тиристор или триак. В публикацията е представен подход за цифрово управление на генерирането на управляващи импулси, като се използват възможностите на усъвършенствания таймерен модул на микроконтролерите от семейството MC9S12D. Предложен е алгоритъм за синхронизация с мрежата. Представени са някои фрагменти от код. Обяснено е практическото приложение на метода. Той е приложен на практика за модулация на скоростта на помпата в диференциален регулатор на температурата при слънчеви топлинни системи. Резултатите от проверката на хардуера и софтуера показват много добра работа на предложения метод.

[3-2] В тази публикация се разглежда развитието на поведенчески модел на въртящ се инкрементален енкодер и неговото физическо реализиране с помощта на езика за описание от високо ниво VHDL. Обясняват се основните характеристики и поведението на енкодерите като електромеханични устройства. Проектирана е цифрова електронна схема, която симулира работата на инкременталния енкодер и генерира изходните сигнали и при двете посоки на движение. Дадени са резултати от симулиране поведението на модела. Физическият модел е реализиран върху програмируема матрична логика от типа FPGA (Xilinx Spartan-6 LX16). Изходните сигнали на физическия модел се измерват и сравняват със

симулираните. Предложените модели могат да се използват в учебния процес и при разработката на схеми за обработване на сигнали от инкрементални енкодери.

Характеристика на приносите

в научните трудове с участието на доц. д-р инж. Петър Иванов Якимов

Приносите в този списък са заявени тематично в две направления:

1. Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за измерване на електрически и неелектрически величини, пренос на информация и управление на обекти
2. Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за обучение в областта STEM (Science Technology Engineering Mathematics)

1. Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за измерване на електрически и неелектрически величини, пренос на информация и управление на обекти

1.1. Дефинирани са задачи пред управлението на енергийните системи в съвременните условия и са предложени подходи за решаването им:

1.1.1. Обобщени са предизвикателствата пред управлението на съвременните енергийни мрежи [B4-7]. Приносът включва идентифициране на факторите, които оказват влияние на работата на електроенергийната система в съвременните условия и поставят нови задачи пред системите за управление. Характер на приноса – научно-приложен, който спада към създаване на нови класификации, нови конструкции и технологии.

1.1.2. Изследвани са електронни методи и средства за организиране на усъвършенствана инфраструктура за измерване в електроенергийната система [B4-5, Г8-4, Г8-14, Г8-16, Г8-18]. Приносът се състои в изследване на апаратни средства за измерване и управление с разширени възможности за включване в индустриални мрежи за събиране на информация като части на WEB-базирана SCADA система. Характер на приноса – научно-приложен, може да се отнесе към създаване на методи и устройства с нови качества и параметри.

1.1.3. Изследвани са електронни методи и средства за дистанционно управление на подстанции [B4-6, B4-8]. Приносът включва изследване на апаратни и програмни средства за изграждане на инфраструктура за дистанционно следене и управление на подстанции, състояща се от интелигентни измервателни преобразуватели, програмируеми логически контролери, потребителски интерфейс и мрежова апаратура. Характер на приноса – научно-приложен, който се отнася до получаване на потвърдителни факти и резултати.

1.2. Предложени са модели за организиране на измерването в електроенергетиката и преноса на информация:

1.2.1. Изследвани са схемни решения на входни преобразуватели за измерване величините от електроенергийната система [Г8-32, Г8-34]. Приносът се състои в изследване на различни подходи при проектирането на входни преобразуватели за ток и напрежение. Като резултат се предлага нов дизайн на аналоговия входен модул и се дават препоръки за по-добра работа. Този принос може да се класифицира като приложен – използване на съществуващи знания за нови приложения.

1.2.2. Изследвани са модели за пренос на информация за величините от електроенергийната система [B4-10, Г8-3, Г8-19, Г8-26]. Приносът се състои в проучване архитектурите на SCADA системите и преноса на данни в тях, с използване на стандартни серийни интерфейси, Ethernet и GSM / GPRS комуникация. Характер на приноса – научно-приложен, който се отнася до получаване на потвърдителни факти и резултати.

1.2.3. Изследвани са методи и схемни решения за измерване и пренос на информация за величините от електроенергийната система с използване на виртуални инструменти и технологии [Г8-15, Г8-17, Г8-20, Г8-25]. Приносът е в организирането на дистанционен мониторинг с използване на многофункционални системи за събиране на данни и разработката на графичен потребителски интерфейс. Този принос може да се класифицира като научно-приложен с характеристика обогатяване на съществуващи схеми, устройства и системи с нови качества.

1.3. Изследвани са електронни схеми и програмни решения за измерване и управление на температура в слънчеви топлинни системи:

1.3.1. Изследване на апаратни и програмни средства за реализиране на дистанционно измерване и визуализация на температура с помощта на микроконтролер с вграден Ethernet контролер и използване на TCP / IP и UDP протоколи [Г8-27]. Приносът може да се характеризира като приложен – внедряване на методи, конструкции, технологии.

1.3.2. Предложен е и е изследван подход за цифрова синхронизация с мрежата и генериране на управляващи импулси за фазово управление на асинхронен двигател, като се използват възможностите на усъвършенствания таймерен модул на микроконтролерите от семейството MC9S12D [Г8-11, 3-1]. Този принос може да се класифицира като научно-приложен – използване на съществуващи знания за нови приложения.

1.4. Изследвани са възможностите за включване на технологично оборудване от предно поколение в съвременни производствени системи съгласно модела Индустрия 4.0 [В4-4, Г8-1]. Приносът се състои в предложение и изследване на два модела решения, базирани на IoT, работещи съответно в активен и в пасивен режим. Те показват подходите за свързаност с интернет на съвременно и налично оборудване за измерване и контрол. Характер на приноса – научно-приложен, който се отнася до обогатяване на съществуващи схеми, устройства и системи с нови качества.

1.5. Изследвано е приложението на развойна система за проектиране на вградени многопроцесорни системи за оптимизация на интелигентно улично LED осветление [В4-3]. Приносът се състои в интегриране на софтуерни инструменти за проектиране на многопроцесорни системи върху чип (MPSoC) за създаване на мрежи от интелигентни улични светлини. Характер на приноса – научно-приложен, който се отнася до получаване на потвърдителни факти и резултати.

2. Изследване и усъвършенстване на електронни методи и средства за обучение в областта STEM (Science Technology Engineering Mathematics)

2.1. Изследвани са и са внедрени в учебния процес електронни средства и са съставени образователни задачи за обучение в областта на индустриалната автоматизация:

2.1.1. Разработен, изследван и внедрен в учебния процес е симулатор за обучение по програмиране на PLC, който дава възможност за изучаване на всички модули на PLC - цифрови входове и изходи, аналогови входове и изходи, броячи [В4-2, Г8-29]. Този принос може да се класифицира като научно-приложен и да се отнесе към създаване на методи и устройства с нови качества и параметри.

2.1.2. Проектирано и внедрено в учебния процес е работно място, чиято конфигурация позволява разработване и тестване на софтуер за PLC с помощта на реални индустриални устройства - PLC, електродвигатели, задвижвания и сензори [Г7-1, Г8-24, Г8-28]. Характер на приноса – приложен, който спада към създаване на нови класификации, нови конструкции и технологии.

2.1.3. Развита е лаборатория за обучение в областта на индустриалната автоматизация. Разработена е индустриална мрежа, чиято цел е да подпомага овладяването на знанията и да

позволява развиването на практически умения в разпределената автоматизация [B4-1]. Характер на приноса – методичен.

2.2. Изследвани са и са внедрени в учебния процес платформи с отворен код и са съставени образователни задачи за начално обучение в областта на вградени микропроцесорни системи:

2.2.1. Разработена и внедрена в учебния процес е програма за начално обучение в областта на вградени микропроцесорни системи, където се акцентира върху практическата подготовка и се очаква студентите да придобият устойчиви умения в инженерното програмиране [B4-9, Г7-2, Г8-2, Г8-5, Г8-6]. Характер на приноса – методичен.

2.2.2. Издадено е учебно пособие „Практикум по програмиране на платформи с отворен код“, Издателство на Технически университет - София, 2018, ISBN: 978-619-167-344-5 с автори П. Якимов и Д. Дойчев. Характер на приноса – методичен.

2.3. Разработени са и са внедрени в учебния процес симулационни модели и развойни системи за устойчиво обучение по схемотехника за аналогови и смесени сигнали:

2.3.1. Разработени и изследвани са макромоделите на операционни усилватели с програмируем коефициент на усилване [Г8-21]. Създадените макромоделите осигуряват по-голяма точност за някои динамични параметри и имат по-добра сходимост на симулационния процес при анализ в постояннотокова и времева област в сравнение с голяма част от микромоделите на ниво транзистори. Характер на приноса – научно-приложен, който се отнася до получаване на потвърдителни факти и резултати.

2.3.2. Разработена и внедрена в учебния процес е развойна система за обучение в областта на операционни усилватели с програмируем коефициент на усилване с цел придобиване на практически умения в електронната схемотехника [Г8-30, Г8-31]. Характер на приноса – методичен.

2.3.3. Изследвани са схеми на синусоидални генератори с използване на операционни усилватели с токова обратна връзка [Г8-22]. Характер на приноса – научно-приложен, който се отнася до получаване на потвърдителни факти и резултати.

2.3.4. Предложен и изследван е практически подход за проектиране и анализ на синусоидални осцилатори [Г8-23]. Характер на приноса – методичен.

2.3.5. Предложени и изследвани са методики за обучение по схемотехника за аналогови и импулсни сигнали, които са внедрени в учебния процес [Г8-7, Г8-8, Г8-9, Г8-10]. Характер на приноса – методичен.

2.3.6. Изследвани са симулационно и чрез физически експерименти схеми на сигма-делта ($\Sigma\Delta$) модулатори с цел приложение в учебния процес и развойната дейност [Г8-33, Г8-35, Г8-36]. Характер на приноса – научно-приложен, който се отнася до получаване на потвърдителни факти и резултати.

2.4. Изследван е и е усъвършенстван модел на инкрементален преобразувател за преместване за приложение в учебния процес и развойната дейност:

2.4.1. Разработен и изследван е симулационен модел на инкрементален преобразувател за преместване като поведението му на електромеханично устройство се симулира от цифрова електронна схема, която генерира изходните му сигнали [Г8-13]. Характер на приноса – научно-приложен, който се отнася до получаване на потвърдителни факти и резултати.

2.4.2. Изследван е физически модел на инкрементален преобразувател за преместване, който е реализиран върху програмируема матрична логика от типа FPGA (Xilinx Spartan-6 LX16) [Г8-12, 3-2]. Характер на приноса – научно-приложен, който се отнася до получаване на потвърдителни факти и резултати.

Таблица с изпълнение на минималните национални изисквания и минималните изисквания от ПУРЗАД в ТУ-София

Група показатели	Минимален брой точки	Брой точки на кандидата	Брой точки по основни показатели от група	
A	50	50	Диплома № и дата на издаване: 28676 / 10.09.2003 г. Издадена от: ВАК Професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика Специалност: Теория на електронните вериги и електронна схемотехника	
Б	–			
B	100	320	B3	
			B4	320 – списък B4
Г	250	336	G5	
			G6	
			G7	60 – списък G7
			G8	276 – списък G8
			G9	
			G10	
			G11	
Д	100	210	D12	190 – списък D12
			D13	
			D14	20 – списък D14
			D15	
Е	220	287	E16	
			E17≥40	80 – списък E17
			E18	20 – списък E18
			E19	
			E20	20 – списък E20
			E21	40 – списък E21
			E22	37 – списък E22
			E23	
			E24	10 – списък E24
			E25	
			E26	
			E27	
			E28	
			E29	80 – списък E28
Ж	120	302	Висше училище: ТУ - София – списък Ж	
З	20	20	20 – списък З	

Съставил:

(м)

(доц. д-р инж. П. Якимов)

ТУ - СОФИЯ
ФЕТТ
ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

[Signature]

SUMMARY

of the scientific publications with the participation of Assoc. Prof. Peter Ivanov Yakimov, PhD, presented for participation in a competition for academic position "Professor" in the professional field 5.2. Electrical Engineering, Electronics and Automation, scientific specialty Electronisation, announced in State Gazette, issue 93 / 26.11.2019

For the participation in the competition are presented 51 papers (50 scientific publications) published after the habilitation (Associated professor) in 2007. 49 of them are in English, 1 is in Bulgarian. The applicant submits 7 individual publications, of which he is co-authoring the first author in 16, the second - in 18 and the third - in 9. From publications:

- 14 published in journals that are referenced and indexed in world-class scientific databases:

- 13 in Scopus – 10 in list B4, 1 in list G7, 2 in list Z;

- 1 in Web of Science in list G7;

- 5 in journals with impact rank (SJR of Scopus) - 3 in list B4, 2 in list Z;

- 36 in Bulgarian scientific journals and academic publications, as well as in proceedings of papers of national and international scientific forums;

- 1 university learning manual.

B4. Scientific publications that are referenced and indexed in world-class scientific databases

№	60/n	Publication
B4-1	30	Yakimov, P., A. Iovev, Towards Industry 4.0 Oriented Education, Proc. 2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 12 September 2019 through 14 September 2019, ISBN: 978-172812574-9, DOI: 10.1109/ET.2019.8878609 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85074928885&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=
B4-2	15	Yakimov, P., A. Iovev, N. Tuliev, E. Balkanska, Development of Hardware and Software Methods and Tools for a Successful PLC Training, Proc. 10th National Conference with International Participation, ELECTRONICA 2019; Sofia; Bulgaria; 16 May 2019 through 17 May 2019, ISBN: 978-172813622-6, DOI: 10.1109/ELECTRONICA.2019.8825609 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85072827925&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=1&citeCnt=2&searchTerm=
B4-3	15	Bogdanov, L., S. Polstra, P. Yakimov, M. Marinov, DAEDALED: A GUI Tool for the Optimization of Smart City LED Street lighting Networks, Proc. 2018 IEEE XXVII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 13 September 2018 through 15 September 2018, ISBN: 978-153866692-0, DOI: 10.1109/ET.2018.8549674

		https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059985644&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=4&citeCnt=0&searchTerm=
B4-4	30	<u>Yakimov, P., A. Iovev</u>, Research and Development of IoT based Solutions for Introduction the Cloud-aided Control in the Energy Systems, Proc. 2018 IEEE XXVII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 13 September 2018 through 15 September 2018, ISBN: 978-153866692-0, DOI: 10.1109/ET.2018.8549635 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059986020&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=3&citeCnt=1&searchTerm=
B4-5	20	<u>Yakimov, P., A. Iovev, N. Tuliev</u>, Implementation of Internet of Things based Solution of Universal Power Transducer, Proc. 2017 IEEE XXVI International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 13 September 2017 through 15 September 2017, ISBN: 978-153861753-3, DOI: 10.1109/ET.2017.8124410 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85043469763&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=5&citeCnt=1&searchTerm=
B4-6	30	<u>Yakimov, P., A. Iovev</u>, Implementation of Hardware and Software Solutions for Remote Monitoring in Substations, Proc. 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017 11 July 2017, Article number 7975086, Pages 911-916; 2nd International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017; The Cheile Gradistei Fundata Complex Brasov; Romania; 25 May 2017 through 27 May 2017; Category number: CFP1722D-ART; Code 129145, ISBN: 978-150904489-4, DOI: 10.1109/OPTIM.2017.7975086 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85027698684&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=6&citeCnt=1&searchTerm=
B4-7	60	<u>Yakimov, P.</u>, Approaches and Instruments for Overcoming the Challenges of the Smart Grids Control, Proc. 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference, PEMC 2016, 21 November 2016, Article number 7752094, Pages 790-794; 17th IEEE International Power Electronics and Motion

		Control Conference, PEMC 2016; Festival and Congress Centre Varna; Bulgaria; 25 September 2016 through 28 September 2016; Category number CFP1634A-ART; Code 125025, ISBN: 978-150901798-0, DOI: 10.1109/EPEPEMC.2016.7752094, (Scopus SJR: 0,249 (2016)) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100364856&tip=sid&clean=0 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85008244089&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=8&citeCnt=0&searchTerm=
B4-8	30	Iovev, Atanas N., <u>Peter I. Yakimov</u> , Infrastructure Development for Implementation Control-as-a service in Substations, Proc. 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference, PEMC 2016, 21 November 2016, Article number 7752102, Pages 835-838; 17th IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference, PEMC 2016; Festival and Congress Centre Varna; Bulgaria; 25 September 2016 through 28 September 2016; Category number CFP1634A-ART; Code 125025, ISBN: 978-150901798-0, DOI: 10.1109/EPEPEMC.2016.7752102 (Scopus SJR: 0,249 (2016)) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100364856&tip=sid&clean=0 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85008259889&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=9&citeCnt=0&searchTerm=
B4-9	60	<u>Yakimov, P.</u> , Open-source Platforms Application in Introductory Embedded Systems Teaching, Proc. 2016 IEEE XXV International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 12 September 2016 through 14 September 2016, ISBN: 978-150902883-2, DOI: 10.1109/ET.2016.7753526 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85006783349&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=7&citeCnt=0&searchTerm=
B4-10	30	Iovev, Atanas N., <u>Peter I. Yakimov</u> , Application of PLC as a Gateway in a Network of Smart Power Transducers, IFAC-PapersOnLine, Open Access, Volume 48, Issue 24, 2015, Pages 95-98, ISSN 2405-8963, DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.12.063, (Scopus SJR: 0,298 (2015)) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100456158&tip=sid&clean=0 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84983119199&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc

		67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=11&citeCnt=5&searchTerm=
ΣB4 = 320 p.		

Abstracts of the publications

[B4-1] The use of information and communication technologies and intelligent automation is very important for the development of the future smart enterprises because they have to be adaptive, flexible, efficient and user friendly. Hence the realization of Industry 4.0 model requires theoretical knowledge and practical skills in industrial automation and networking. Mastering the PLC programming becomes an essential part of the engineering education in this field. The paper presents the organization of a training laboratory and proper learning assignments. The developed network and its capacity to support mastering the knowledge and allowing to obtain practical skills in distributed automation are described. The goal of the laboratory work is to help students in their education in PLC software development and testing. The modern equipment along with proper training assignments allows the students to study step by step by using the learning by doing approach. It is expected that these skills will give the graduate engineers a successful start of the career if they choose industrial automation for their future job.

[B4-2] The implementation of the paradigm Industry 4.0 will be successful when the ubiquitous automation of the industrial processes and equipment becomes a reality. For this purpose the training of future engineers must give them a theoretical knowledge and practical skills in the industrial automation. An essential part of this is the PLC software development. Thus there must be provided conditions for a successful education in this field. To greater extent simulation and modeling have wide application in training of operators in industry areas like electric power production, chemical manufacture, machine building and etc. where interruption and accident regimes creation for the purpose of training are impermissible. Simulators make it possible for the control software programs to be tested without the actual machine. The paper describes the possibilities of a PLC training simulator and some software examples which are intended for learning the basics of the PLC programming. There is provided flexibility in creating different tasks which will give students the possibility to acquire a sufficient set of skills in PLC programming. The learning by doing approach is suggested in order to allow students to master the knowledge step by step which is expected to lead to sustainable results.

[B4-3] The benefits of the networked LED street lights include: up to 60% reduction of energy and operating costs; about 20 years long life; possibility for dimming during low traffic situations; flexible on/off scheduling in connection with events; remote failure detection; measuring the energy consumption. Because of the precise positioning of the street lights and their ubiquitous spreading, they can operate as nodes of a complex networking infrastructure, e.g. for video surveillance or for communications. This paper describes an experiment that uses software tools for Multi-Processor Systems-On-Chip (MPSoC) design to create networks of smart street lights. The goal of the presented research is to integrate embedded system development tools in deployment of smart street light networks in order to achieve savings in terms of hardware (which means less cost) or software execution time (which means better application performance). First the main features of the DAEDALUS design flow and the optimization framework SESAME are discussed. The lighting is modeled with processing elements for the smart LED lights and a tree connection between the nodes. The development of the graphical user interface (GUI) application “Daedaed Design Studio” for optimization of smart LED street light networks is considered. The developed graphical user interface application that converts the street light network design parameters into a format suitable for the DAEDALUS framework is presented and its interface is discussed. Finally the

benefits of this approach to designing smart street light networks are outlined. The GUI tool automates the process of project creation for SESAME and speeds up development time.

[B4-4] The challenges in front of the control of energy systems are outlined in this paper in order to motivate the introduction of smart metering infrastructure and information technologies in the network-based control in the power grids. The goal is to describe the development and implementation of Internet of Things oriented solutions which are expected to help the introduction of Cloud computing in the industrial and home energy management systems. There are outlined some advantages of their implementation. Two models of IoT based solutions working respectively in active and in passive mode are proposed. Their intention is to ensure the Internet connectivity of modern and legacy measurement and control equipment. The proposed infrastructure models, the hardware and software design are described. Laboratory tests using power system simulator, PLCs and measuring transducers have been conducted. The developed experiments give reliable results.

[B4-5] The main goal of Internet of Things (IoT) concept is to create smart environments for application in different areas of the industry and social life like e-government, e-learning, e-health, e-business, smart homes, smart cities and etc. In this paper the essentials of IoT concept are outlined. The possibilities for application of cloud computing in the electric power system management and the probable benefits of the introduction of network-based control in the grids are considered. There is presented an IoT based solution of a smart power transducer and the remote interface. The block diagram of the smart transducer with extended network capabilities is proposed and explained. The view of the remote user interface is shown. The proposed transducer is intended for Internet based SCADA systems development. It provides the customers with information for the grid parameters from anywhere in anytime by using the developed remote HMI and Standard Web browsers. Laboratory tests using power system simulator have been conducted. The presented results will be used in further investigation of more complex systems for electric power management.

[B4-6] Substations are basic points in the power grid and their proper functioning is very important for the whole system because they are a bridge between the transmission and the distribution. Additionally substations perform several other important tasks, such as grid protection and power control. There are installed advanced metering, intelligence, and automation in order to monitor and manage more effectively the local system. The paper discusses the challenges in front of the smart grids control and the possibilities for migration the new information and communications technologies for their overcoming. There are provided some advantages of the cloud computing and its application in different areas in order to motivate the introduction of network-based control in the power system. A model of distributed system for remote monitoring and control in substations is proposed. The hardware and software design are described. Attention is paid on the use of PLCs as servers and gateways. Their application expands the flexibility and the reliability of the system. The proposed model for organization of remote monitoring has passed laboratory tests using power system simulator, universal power transducers and PLCs. Experimental results are presented.

[B4-7] The rapid transformation of existing electric grids is driven not only by technological innovations but also by economical, regulatory and societal factors. The paper considers the challenges which the modern energy systems control faces - introduction of renewable energy sources, rapidly changing loads, and energy markets liberalization. Their impact on the power system operation is explained. Some possible approaches for overcoming these challenges like introduction of thousands of actuating, sensing and controlling devices, smart sensor networks development, decentralized control systems implementation, web-based SCADA organization, Internet of Things (IoT) networks building, are outlined. The main features of every one of them are mentioned. The key to sustainable operation of complex systems, such as the power system, and all blocks of them from one side is the collection, processing and archiving of large amounts of data

about the parameters of the system and on the other hand is the fast and accurate transmission of control information. The adoption of cloud technologies in the power grids control can contribute for a safe operation and energy efficiency increase. The conclusion is that modern intelligent power networks are changing from centralized to distributed ones and will follow similarly the development of the computer networks. The metering and the information and communication infrastructures of the smart grids are analyzed. Some instruments which can be included in these infrastructures are proposed. A model of a smart metering transducer is described and an architecture of a transducer network using a PLC as a gateway is proposed and tested.

[B4-8] The introduction of renewable energy sources and rapidly changing loads require relevant control of the electric power system which goal is to be ensured reliable, sustainable and safe operation along with a permanent energy efficiency increase. In order to use completely the renewable energy the traditional generation has to be switched off in the time when the renewable sources work on full power. Also the power flows have to be redirected in cases of peak loads. These matters define the great importance of the substations in the modern power systems operation. The tasks of the control can be solved by Smart grids development which becomes possible with the growth of the information and communication technologies and their integration in the energy systems management. The main goal of the paper is adaptation of cloud technologies for the design and realization of industrial information systems in the electric power system. The research is based on the flexibility and the universality of PLCs which make them suitable and useful tools for application in control systems including SCADA in the electric power system. An industrial network has been developed comprising smart power transducers, sensors and PLCs in order to control the processes in a substation. The growth of Ethernet-based industrial networks such as Profinet and Ethercat allows control the field devices directly from the network. The considerations in the network organization and the choice of PLCs are discussed. The development of the software solution is explained. The presented results verify that the proposed substation automation approach using PLC and SCADA is very reliable and user friendly.

[B4-9] Embedded systems are affecting human lives in many ways. Learning to design and program embedded systems is a critical skill that is necessary for many industry and scientific jobs. *Arduino* development board and the software IDE are globally recognized as tools for introductory education in this field. On another hand scientists increasingly use publicly available low-cost digital prototyping systems to create measurement tools and other experimental devices. The paper presents the use of *Arduino* development board and the software IDE in an introductory embedded systems course at the Technical University of Sofia. The aim of the course is to give the students knowledge and practical skills in embedded systems programming and also to introduce them into the world of the modern devices and technologies. Some examples from the laboratory work representing the practical approach for teaching are given. It is expected that emphasizing on the practice rather than on the academic theory students master the material easier and obtain sustainable skills. The course is directed mainly at the program control of inputs and outputs to persuade the students of the flexibility and universality of the programmable devices. The idea is that the success in practical realization encourages the students and convinces them in the meaning of the learning as a way to improve their skills.

[B4-10] The modern control of the electric power system faces various challenges caused by the introduction of renewable energy sources and rapidly changing loads. Key problem in reaching successful and sustainable control is the smart sensor networks development. The paper presents an approach for development of such industrial network. In order to minimize the connections bus topology is suitable. For this purpose smart measuring transducers with electrically isolated standard serial interface RS-485 are chosen. They measure the quantities of the electric power system with delta configuration in the ranges 130V for voltage and 6A for current. The data transmitted by the transducer includes the values of line voltages (U_{12} , U_{23}), phase currents (I_1 ,

I3), active power (P), reactive power (Q), frequency (f), active and reactive energy in four quadrants (ENA+, ENA-, ENRL, ENRC), ratios of the voltage and current measuring transformers (kU, kI), phase angles of the vectors in relation to U12 (φ_{U23} , φ_{I1} , φ_{I3}) and two bytes of checksum (CS). The considerations in the organization of the network and the choice of a PLC as a gateway are discussed. The successful application could lead to additional advantages. Besides using the PLC for mastering the communications and to connect the transducer network to SCADA systems its possibilities to handle analog and digital signals can be used to control another devices from the electric power system. The main options of the proposed software solution are explained. The developed prototype of the system can process data of up to 32 power transducers. The presented results prove the abilities of the system and they will be used in further investigation of more complex systems for electric power management.

G7. H Scientific publications that are referenced and indexed in world-class scientific databases

N₂	40/n	Publication
G7-1	20	Yakimov, Peter I., Atanas N. Iovov, Development of a Modern Learning Environment for Education in Mechatronics and Industrial Automation, IFAC-PapersOnLine, Open Access, Volume 52, Issue 25, 2019, Pages 441–444, ISSN 2405-8963, DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.12.578 https://apps.elsevier.com/locate/IFACOL
G7-2	40	Yakimov, P., Towards Attractive STEM Education by Using Open Source Hardware and Software. Proc. 2018 IEEE XXVII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol; Bulgaria; 13 September 2018 through 15 September 2018, ISBN: 978-153866692-0, DOI: 10.1109/ET.2018.8549579 https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059981393&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfnm-t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU-ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=2&citeCnt=1&searchTerm=
ΣG7 = 60 p.		

Abstracts of the publications

[G7-1] Mechatronic systems represent the interaction in real automation applications of the mechanical systems and the electronic control. Modular mechatronic systems implementation results not only in the improvement of the system abilities but also in savings of time to market because of possibility to select, wire and adjust fewer components. The usage of programmable logic controllers (PLC) for the core of the modular system has been accepted as a general approach in the industry automation. The goal of the presented research is to develop a reliable electronic system and proper assignments for practice in the mechatronic field. The practical implementation of the proposed laboratory set-up is explained and corresponding educational tasks are described. The configuration of the working place allows PLC software development and testing using real industrial devices – PLCs, motors, motor drives and sensors. The workplace enables laboratory assignments involving practically all modules of the PLC - digital inputs and outputs, analog inputs and outputs, counters, communications and etc. Some software examples are presented.

[G7-2] Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) field is changing rapidly and pulls a significant progress in the recent years, so it is very important to create capable engineers to keep on the advance in this area. But at the same time the corresponding education is hard to be studied, also it is considered as not attractive and boring. To overcome this perception the learning content has to be taught using new interactive forms with the active participation of the students – project oriented learning, learning by doing, teamwork, workshops and etc. The paper describes the contents of an introductory course in embedded systems. It is intended to provoke the students' curiosity and to keep it nevertheless the difficulty level. Also it is needed to convince them in the benefits of the engineering career. The basics of the engineering computing along with the application of the most often used electronic components and the control of scaled real devices are demonstrated with appropriate code examples. The goal is using the learning by doing approach to be consolidated the knowledge about the basics of the programming like functions, variables, arrays, loops organization, control of the flow and etc. The laboratory work is considered as a way for the students to realize the interaction between the embedded systems and the world around. It is intended to present the difference between analog and digital signals, and also their input/output to the microcontrollers. There are elementary examples for control of scaled real devices and systems like traffic lights and signalization. Open source platforms are very suitable for this purpose with their accessibility, ease to use, affordable price and inspired community of users.

G8. Scientific publications in reviewed journals, in chronological order (most recent first)

The scientific publications in this list are classified thematically in two directions:

1. Investigation and improvement of electronic methods and instruments for measurement electrical and non-electrical quantities, data transfer and control of objects
2. Investigation and improvement of electronic methods and instruments for teaching and training in STEM (Science Technology Engineering Mathematics) field

№	20/n	Publication
G8-1	10	<u>Yakimov, P., A. Iovev. Investigation and Development of IoT Based Solutions for Implementation the Cloud Technologies in the Energy Systems Control, Information Technologies and Control, Volume 15: Issue 4, pp. 10-15, December 2017, First Online: 23 Oct 2018, De Gruyter, Print ISSN: 1312-2622; Online ISSN: 2367-5357, DOI: 10.1515/itc-2017-0032</u>
G8-2	20	<u>Yakimov, P., An Introductory Embedded Systems Teaching Using Open-Source Hardware and Software Platforms, Journal of Communication and Computer, Volume 13, Number 1, January 2016 (Serial Number 123), pp. 11-18, ISSN 1548-7709 (Print), ISSN 1930-1553 (Online), DOI: 10.17265/1548-7709 http://www.davidpublisher.org/Public/uploads/Contribute/56f49dbd70165.pdf</u>
G8-3	6	<u>Yakimov, P., A. Iovev, N. Tuliev, Smart Transducers Network Development Using PLC as a Gateway, Annual journal of electronics, vol. 9, 2015, pp. 147-150, ISSN 1314-0078 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2015/ET2015/AJE-2015/147_Paper-P_Yakimov2.pdf</u>
G8-4	10	<u>Yakimov, P., N. Tuliev, Electric Power Transducers with Networking Capabilities, Annual journal of electronics, vol. 9, 2015, pp. 143-146, ISSN 1314-0078 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2015/ET2015/AJE-2015/143_Paper-P_Yakimov1.pdf</u>
G8-5	20	<u>Yakimov, P., Teaching Basic Skills in Embedded Systems Using Open Source Platforms, Proceedings of the L International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, June 24-26, 2015, Sofia, Bulgaria, pp. 317-320, ISBN 978-619-167-182-3 https://drive.google.com/file/d/1gRmyZBalf8f2zj1Q9NxjkKIvNPojjQBY/view</u>
G8-6	20	<u>Yakimov, P., A Practical Approach for Introductory Embedded Systems Teaching,</u>

		Proceedings of National Forum "ELECTRONICA 2015", May 14-15, 2015, Sofia, Bulgaria, pp. 14-18, ISSN 1314-860
G8-7	5	Shehova, D., <u>P. Yakimov</u> , Sl. Lyubomirov, A. Chekichev, Active Filters Design Teaching Using FilterPro TM Software, Annual journal of electronics, vol. 8, 2014, pp. 143-145, ISSN 1314-0078 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2014/ET2014/AJE_2014/143-D_Shehova2.pdf
G8-8	10	Shehova, D., <u>P. Yakimov</u> , Teaching PLL Fundamentals Using MATLAB/Simulink, Annual journal of electronics, vol. 8, 2014, pp. 139-142, ISSN 1314-0078 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2014/ET2014/AJE_2014/139-D_Shehova1.pdf
G8-9	6	Shehova, D., <u>P. Yakimov</u> , S. Lyubomirov, Simulation research of rectangular impulses shaping schemes in the program environment MULTISIM (in Bulgarian), Proceedings of XII National Conference with International Participation "ELECTRONICA 2014", May 15, 2014, Sofia, Bulgaria, pp. 76-81, ISSN 1313-3985
G8-10	6	<u>Yakimov, P.</u> , D. Shehova, S. Lyubomirov, Computer Modeling and Simulation Investigation of a Function Generator, Proceedings of XII National Conference with International Participation "ELECTRONICA 2014", May 15, 2014, Sofia, Bulgaria, pp. 70-75, ISSN 1313-3985
G8-11	6	Iovev, A., <u>P. Yakimov</u> , N. Tuliev, Investigation and Development of Differential Temperature Controller for Drain Back Solar Systems, Annual journal of electronics, vol. 7, 2013, pp. 120-123, ISSN 1314-0078
G8-12	6	Kovacheva, M., E. Stoimenov, <u>P. Yakimov</u> , FPGA-based Model of Incremental Rotary Encoder, Annual journal of electronics, vol. 7, 2013, pp. 17-20, ISSN 1314-0078
G8-13	10	Kovacheva, M., <u>P. Yakimov</u> , Incremental Encoder Macromodel for Educational Purpose, Proceedings of XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, June 26-29, 2013, Ohrid, Macedonia, Vol. 2, pp. 667-670, ISBN 978-9989-786-89-1 http://www.icestconf.org/wp-content/uploads/2016/proceedings/icest_2013_02.pdf
G8-14	6	Ivanoff, R., <u>P. Yakimov</u> , T. Djamiykov, Implementation of Smart Metering as an Essential Part of Advanced Metering Infrastructure by End-Customers, Annual journal of electronics, vol. 5, No. 2, 2011, pp. 17-20, ISSN 1313-1842
G8-15	10	<u>Yakimov, P.</u> , G. Nikolov, Three Phase Power Monitoring using Virtual Techniques, Annual journal of electronics, vol. 5, No. 2, 2011, pp. 13-16, ISSN 1313-1842
G8-16	10	<u>Yakimov, P.</u> , N. Tuliev, Embedded Gateway for Application in Internet-based Energy Management SCADA Systems, Annual journal of electronics, vol. 5, No. 1, 2011, pp. 121-124, ISSN 1313-1842
G8-17	10	Nikolov, G. T., <u>P. I. Yakimov</u> , Remote Access for Virtual Power Transducers, Annual journal of electronics, vol. 4, No. 2, 2010, pp. 35-38, ISSN 1313-1842
G8-18	4	<u>Yakimov, P. I.</u> , S. J. Ovcharov, N. T. Tuliev, E. G. Balkanska, R. V. Ivanov, Three Phase Power Transducer for Remote Energy Management System Application, Annual journal of electronics, vol. 4, No. 2, 2010, pp. 31-34, ISSN 1313-1842
G8-19	6	Ivanov, R. V., <u>P. I. Yakimov</u> , T. S. Djamiykov, Smart Metering and Messaging Standardization as Essential Features of Smart Grids, Annual journal of electronics, vol. 4, No. 2, 2010, pp. 27-30, ISSN 1313-1842
G8-20	10	Nikolov, G. T., <u>P. I. Yakimov</u> , Virtual Networked Power Measurement System, Proceedings of the eighth international conference on Challenges in Higher Education and Research in the 21st Century, June 2-4, 2010, Sozopol, Bulgaria, pp. 77-80, ISBN 978-954-580-282-9
G8-21	6	Pandiev, I., <u>P. Yakimov</u> , T. Todorov, Macromodeling of Programmable Gain

		Amplifiers, E+E: Elektrotechnika & Elektronika, vol. 44, No. 7-8, 2009, pp. 69-76, ISSN 0861-4717
G8-22	5	Pandiev, I., T. Todorov, <u>P. Yakimov</u> , D. Doychev, Current Conveyor based Sinusoidal Oscillators Employing Quartz Crystal Resonators Behaving as Inductors, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 2, 2009, pp. 96-99, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_2/Circuits%20and%20Systems/96-Paper-I_Pandiev2.pdf
G8-23	5	Pandiev, I., T. Todorov, <u>P. Yakimov</u> , D. Doychev, A Practical Approach to Design and Analysis Sinusoidal Oscillators, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 2, 2009, pp. 92-95, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_2/Circuits%20and%20Systems/92-Paper-I_Pandiev1.pdf
G8-24	4	Iovev, A., <u>P. Yakimov</u> , N. Tuliev, S. Ovcharov, E. Balkanska, Student Workplace for PLC Programming Training, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 2, 2009, pp. 44-47, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_2/Education%20in%20Electronics/44-Paper-A_Iovev.pdf
G8-25	10	Nikolov, G., <u>P. Yakimov</u> , Virtual Three Phase Power Transducer, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 1, 2009, pp. 184-187, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_1/Electronic%20Systems%20in%20Measurement%20and%20Control/184-Paper-P_Yakimov.pdf
G8-26	6	Ivanov, R., T. Djamiykov, <u>P. Yakimov</u> , Possibilities for Electric Energy Consumption Distant Reading System Organization, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 1, 2009, pp. 125-128, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_1/Electronic%20Systems%20in%20Measurement%20and%20Control/125-Paper-R_Ivanov.pdf
G8-27	10	Pashev, A., <u>P. Yakimov</u> , Design and Investigation of a WEB based Temperature Sensor, Annual journal of electronics, vol. 3, No. 1, 2009, pp. 83-86, ISSN 1313-1842 http://ecad.tu-sofia.bg/et/2009/ET_2009/AEM2009_1/Embedded%20Systems/83-Paper-A_Pashev.pdf
G8-28	3	Iovev, A.N., <u>P.I. Yakimov</u> , N.T. Tuliev, S.J. Ovcharov, E.G. Balkanska, E.I. Stoyanov, Methodology for Teaching Basic Skills in PLC Programming Development, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp. 205-210, ISSN 1311-0829
G8-29	3	<u>Yakimov, P.I.</u> , N.T. Tuliev, A.N. Iovev, S.J. Ovcharov, E.G. Balkanska, G.S. Mihov, Investigation and Development of Electronic Instruments for PLC Programming Training, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp. 199-204, ISSN 1311-0829
G8-30	4	Pandiev, I.M., <u>P.I. Yakimov</u> , D.D. Doychev, T.G. Todorov, V.Y. Stanchev, An Electronic System for Digitally Programmable Analog Circuits Study, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp. 191-198, ISSN 1311-0829
G8-31	4	Pandiev, I.M., <u>P.I. Yakimov</u> , D.D. Doychev, T.G. Todorov, V.Y. Stanchev, A Practical Approach to Design and Modeling Digitally Programmable Analog Circuits, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp.

		184-190, ISSN 1311-0829	
G8-32	5	Tuliev, N.T., S.J. Ovcharov, <u>P.I. Yakimov</u> , E.G. Balkanska, Multifunctional Protection Relay Input Module Modernization, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 58, book 2, 2008, pp. 123-128, ISSN 1311-0829	
G8-33	5	Tsenov, G., S. Terzieva, <u>P. Yakimov</u> , V. Mladenov, Implementation of High Order Sigma-delta Modulators with Adjustable Parameters, Summer school “Advanced aspects of theoretical electrical engineering SOZOPOL'07”, ed. V. Mladenov, September 22 - 25, 2007, Sozopol, Bulgaria, Part II, pp. 28-34, ISBN 978-954-9518-46-7	
G8-34	5	<u>Yakimov, P.I.</u> , S.J. Ovcharov, N.T. Tuliev, E.G. Balkanska, Investigation of Electronic Instruments and Methods for Web-based Energy Management System Development, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 57, book 2, 2007, pp. 195-200, ISSN 1311-0829	
G8-35	5	Tsenov, G. T., S. D. Terzieva, <u>P. I. Yakimov</u> , V. M. Mladenov, Modeling and Implementation of Third Order Sigma-delta Modulator, Proceedings of the Technical University-Sofia, Vol. 57, book 1, 2007, pp. 41-48, ISSN 1311-0829	
G8-36	5	Terzieva, S. D., G. T. Tsenov, <u>P. I. Yakimov</u> , V. M. Mladenov, Design and Implementation of First Order Sigma-delta Modulator, Proceedings of XLII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, June 24-27, 2007, Bitola, Macedonia, Vol. 2, pp.751-754, ISBN 9989-786-06-2 http://www.icestconf.org/wp-content/uploads/2016/proceedings/icest_2007_02.pdf	
ΣG8 = 276 p.			

Abstracts of the publications

Investigation and improvement of electronic methods and instruments for measurement electrical and non-electrical quantities, data transfer and control of objects

[G8-1] The paper considers the possibilities for implementation the Cloud technologies in the energy systems control and the expected benefits from this. The trends in the electric energy systems development and the challenges in front of the control are summarized. It is obvious that the introduction of information and communications technologies is unavoidable in order to achieve the main goals – effective, reliable, sustainable and safe operation of the energy system. A possible scenario is the development of a modern metering infrastructure based on smart sensor networks. Development and implementation of Internet of Things oriented solutions is expected to help the introduction of Cloud computing in the industrial and home energy management systems. Two models of IoT based solutions are explained. They consider the approaches for Internet connectivity of modern and legacy measurement and control equipment. Experimental results are given.

[G8-3] Development a network of smart power transducers is considered in the present paper. The network control is based on PLC as a gateway. The goal is to investigate the communications abilities of standard devices like PLC for use as a gateway in networks of smart power transducers. Thus the application of PLCs in SCADA systems for control of power grids will be enlarged. Laboratory results are attached.

[G8-4] Modern energy systems control faces various challenges caused by the introduction of renewable energy sources and rapidly changing loads. To achieve successful and sustainable control big quantities of information have to be transferred and processed. This establishes the need of universal accurate measuring transducers with rich information capabilities. The paper discusses the structure and the operational possibilities of measuring transducers for networking application.

[G8-14] Rapidly advancing hardware and software technologies have made it possible to develop a new generation Smart Metering systems as an essential part of Advanced Metering Infrastructure (AMI). The WEB-based AMI system described here consists of Intelligent Meters (IM), each of which has a communication module and supports DLMS, PROFIBUS-DP, MODBUS RTU/ASCII and IEC 60870-5-103 protocols, and Remote Terminal Unit's (RTU's), each of which has a modularized hardware architecture and supports GSM/GPRS communication, and a Distributed Master Station, which has a central data base, WEB server/browser structure, customer application and decomposes the AMI functions into multiple sets of WEB site components. Both the hardware design and software development for this WEB-based AMI system have been carried out in accordance with well-proven architecture modules, allowing the system to benefit from numerous available technologies and giving it additional flexibility and scalability. The presented results will be used in further investigation of more complex systems for Advanced Metering Infrastructure.

[G8-15] This paper presents a power monitoring system that allows analyzing all phenomena related to power quality. The objective is to describe some power quality measurements and analyses that are better served by monitoring with multifunctional data acquisition systems rather than dedicated power quality analyzers. Proposed system is flexible and open to changes and improvements. Measurements which are discussed include three phase voltages, currents and their phasors, active, apparent and reactive powers, power factor and frequency.

[G8-16] In today's power system industry there is a numerous actors who needs access to real-time data and historical information. This requires a system that can distribute information independently of the geographical location. The current solution to the problem is a Web-based SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system. To connect the equipment to the Internet there is a need of a small, rugged, low-cost device – embedded gateway. This device communicates with the equipment in the required native protocol, and converts data to HTML or XML format. The gateway has an IP address and supports all or at least parts of the TCP/IP stack. The paper describes a proposal of embedded gateway based on the processor EP9302 which is a highly integrated system-on-a-chip (SoC). There are provided interfaces for communications with the measurement equipment and with the higher level of the hierarchical system. The presented results will be used in further investigation of more complex systems for energy management.

[G8-17] Three-phase power measurement and analysis has always been regarded as complex and expensive. In order to monitor power supply and power quality from a distance it is very important to establish capabilities for remote access to the measurement system. This paper proposes a low cost power parameter measuring system based on networked power transducers, graphical programming environment, and DataSocket transfer protocol for remote access via Internet. The various electrical parameters can be monitored in graphical user interface which is developed using LabVIEW.

[G8-18] The paper presents the possibilities of the measuring transducers in use in the electric power system. Their positive and negative features are described. The structure of a smart transducer is discussed. A smart power transducer is proposed. Its structure and basic possibilities are described. The application of the proposed transducer in further investigation of more complex systems for electric power management is discussed.

[G8-19] The paper presents the investigation of some possibilities for distant reading of the consumed electric energy. The purpose is to organize an automated system for data communications between different points and a control centre. The architectures of DLMS/COSEM protocol systems are proposed. There are described possibilities using standard DLMS/COSEM solutions. The presented results will be used in further investigation of more complex systems for electric power management.

[G8-20] Monitoring power supply and power quality are critical to ensuring optimal performance of power systems. Key to the success of an effective monitoring system can be found in the flexibility, powerful data processing, understandable reports, and easy access to information. This paper presents the development of a virtual system for power monitoring and parameter's calculation where the three phase power transducer is interfaced to a computer using a serial port. The various electrical parameters can be monitored in graphical user interface which is developed using LabVIEW. In order to achieve automated identification of active power transducers in the network, the implementation of design pattern and development of graphical software is considered in details. Moreover, a continuous scan mode will cycle through each monitored branch circuit in succession and assign special type shared variables for any active power transducer included in network.

[G8-25] In a changing electric industry, monitoring power supply and power quality are critical to ensuring optimal performance of power systems. The flexibility, powerful data processing, understandable reports, and easy access to information are of a key importance to the success of an effective monitoring system. This paper describes the development of a virtual system for power monitoring and parameter's calculation where the three phase power transducer is interfaced to a computer using a serial port. The various electrical parameters can be monitored in graphical user interface which is developed using LabVIEW.

[G8-26] The paper presents the investigation of some possibilities for distant reading of the consumed electric energy. The purpose is to organize an automated system for data communications between different points and a control centre. The architectures of SCADA systems are proposed. There are described possibilities using standard serial interfaces, Ethernet and GSM/GPRS communication. The presented results will be used in further investigation of more complex systems for electric power management.

[G8-32] The paper describes the advantages of the modern digital protection relays. It is proven that the accuracy depends mostly on the input module. Different approaches in design of current and voltage input transducers are presented. After studying the parameters and characteristics of the newest integrated circuits of operational amplifiers and ADCs a new design of the analog input module is proposed. A detailed description of the hardware of the module is presented. After investigation of the circuits recommendations for better operation are given.

[G8-34] Energy management systems exchange enormous amounts of information requiring quick access and data security. The communication and integration of data from various control centers, power plants, and substations, have become necessary. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems are essential parts of the energy management systems that employ a wide range of computer and communication technologies. The paper presents the development of an electronic device to be connected to Internet-based SCADA system.

[G8-11] Differential temperature controllers (DTC) have been gaining popularity in Solar Thermal Systems and nowadays are the most common choice for correct system operation. This paper describes the design and implementation of DTC with a new control concept for pump speed modulation, developed for drain back solar systems. The results of the work prove the advantages of the proposed methods.

[G8-27] Currently, a great number of users have access to the World Wide Web (WEB). This gives the users access to various information, everywhere at any time. Such information can be temperature. Often it is necessary to distantly monitor the temperature in a room, warehouse or storage area. The paper describes a possibility for easy and accessible monitoring by using a microcontroller with embedded Ethernet controller and the well known TCP/IP and UDP protocols.

Investigation and improvement of electronic methods and instruments for teaching and training in STEM (Science Technology Engineering Mathematics) field

[G8-2] Embedded systems are used everywhere in human lives. They are in alarm clocks, automobiles, mobile phones, personal digital assistants, home appliances and etc. The Faculty of Electronic Engineering and Technologies at Technical University of Sofia decided after many iterations and discussions with the partners companies and employers organizations to accept a new curriculum for Bachelor degree in Electronics. In order to prepare the students for the challenges of their future job in the new curriculum it was emphasized on the practice and especially on obtaining skills in embedded systems programming. The laboratory classes in “Practice on open source platforms programming” are intended to give the students basic knowledge and skills in this field. The open source hardware and software platforms - *Arduino* development board and the software IDE, which are globally recognized as tools for introductory education, are chosen for this purpose. In this paper it is proposed a practical approach for teaching the basics of embedded systems hardware and software. The stress is on the program control of inputs and outputs to convince the students in the flexibility and universality of the programmable devices. Also there are introduced the principles of the sensors and their application. Some examples are presented.

[G8-5] In this paper a practical approach for teaching the basics of embedded systems hardware and software is proposed. It is emphasizing on the programme control of inputs and outputs, loops organization and working with arrays. The goal is the students to understand the application of the program languages for the direct control of external devices in order to be convinced in the flexibility and universality of the programmable devices. The “learning by doing approach” is used and it is expected that the students will obtain sustainable knowledge and practical skills. Some typical examples are presented which involve the most often used electronic components.

[G8-6] In order to prepare the students for the challenges of their future job the Faculty of Electronic Engineering and Technologies at Technical University of Sofia accepted a new curriculum for Bachelor degree in Electronics which was created after many iterations and discussions with the partners companies and employers organisations. In this paper a part of the course programme in “Practice on open source platforms programming” is presented. The course gives the students theoretical knowledge about embedded systems programming and practical skills in this field. Some examples from the laboratory work that represent the practical approach for introductory teaching in embedded systems programming are given. The practical approach is useful for the beginners. With emphasizing on the practice rather than on the academic theory they accept the material easier. The open source hardware and software - *Arduino* development board and the software IDE are very useful for the introductory education.

[G8-7] The paper discusses the using of the software application FilterProTM of Texas Instruments in teaching active filters in Electronic Circuit Design course. The use of FilterProTM as a tool of e-learning gives the students the opportunity to verify the simulation results with the results obtained from the physical lab experiments with Analog System Lab Kit PRO. The module that has been developed will be included in the DIPSEIL project-based learning system used at Paisii Hilendarski University of Plovdiv.

[G8-8] PLL is employed in a wide array of electronic and communications equipment and understanding its principles is of a great importance. Simulation is an obvious solution for teaching PLL fundamentals. MATLAB/Simulink is a very powerful block simulation environment, most capable for PLL. The paper discusses an approach for teaching enabling the students to obtain sustainable knowledge about PLL.

[G8-9] The computer modeling and simulating exploration are methods which are used in the electronic circuits teaching. The program *Multisim* gives an opportunity to apply these methods in the training process using virtual experiments. An application for studying rectangular impulses shaping schemes has been considered in the paper. Studying the operation of the circuits by modelling allows fast visualization and processing of the simulation results. Simulation investigations of parameters of the generated pulse series and analysis of the behaviour of the shaping circuits have been made. The proposed models allow a simulation with high accuracy and visualization of the processes in the circuits.

[G8-10] The dynamics in the development of electronic learning tools pose challenges to the universal programming environments for design, modeling and analysis used to build and study electronic circuits and devices. The paper presents computer models of the basic function generator circuit and of the integrator circuits that are an unavoidable part of it. The models were developed in the *NI Multisim* programming environment. A simulation of the operation of the created models was performed. The results of the simulation studies are visualized and analyzed. Developed models used in an appropriate educational setting can successfully fulfill the role of a learning tool. In this way, virtual experimentation will support and complement the study of the actual operation of electronic circuits.

[G8-12] In this paper FPGA-based behavioral model of an incremental rotary encoder is developed. The basic characteristics and the behavior of the encoders are studied. A digital electronic circuit generating the output signals of the incremental encoder and simulating its operation is designed. Results of the model operation are given. The output signals waveforms are measured. This model can be used in development and experimental studying of electronic circuits for processing the output signals of encoders.

[G8-13] In this paper is described a macromodel of incremental rotary encoder enabling the simulation investigation the basic characteristics and the behavior of the encoders as electromechanical devices. A digital electronic circuit simulating the operation of the incremental encoder and generating its output signals is designed. Results of the macromodel simulations are given. It is applicable in the education and in the simulation investigation of electronic circuits for processing the output signals of encoders.

[G8-21] This paper presents new programmable gain amplifiers (PGAs) macromodels at behavioral level. They accurately model basic differential-mode and common-mode electrical characteristics, the voltage gain versus dc voltage (or digital code), the input offset voltage and current, the differential-mode and common-mode amplification, the input voltage noise, the output voltage swing, short-circuit current and the input and output impedances. For creating the models, simplification and build-up techniques known from modeling operational amplifiers have been adapted. Model parameters are extracted for the VCA810 of Texas Instruments and AD526 of Analog Devices as examples. To confirm the validity of the proposed macromodels, simulation results are compared with the manufacturer's data, where is found good agreement between simulations and performance of the actual devices (the average error is not higher than 5%). The proposed behavioral macromodels in comparison with micromodels (device-level models) lead to a low analysis time, with higher accuracy and a better convergence in comparison with other op amps methods of modeling.

[G8-22] In this paper two new sinusoidal crystal oscillators, using single and dual composite current conveyor (CC) are proposed. The LC tank of the proposed circuits includes a capacitive network and crystal resonator that behaves as an inductor. The crystal oscillators are the results of a systematic circuit synthesis and can relatively easily be derived from the classical Pierce oscillator, realized with discrete transistors. The created circuits provide the following advantages: (1) the

insignificant influence of the load over the parameters of the oscillators, (2) ability for independent fine tuning of oscillation frequency and oscillation condition, (3) low output impedance, and (4) good frequency stability. Some recommendations for designing this kind of analog circuits are given based on symbol analysis of the characteristic equations. Experimental results that confirm the theoretical analysis are included.

[G8-23] In this paper, a practical approach to design and analysis sinusoidal oscillators are described. The proposed procedure is based on the design methods for analog circuits, the general methodology for application (re) engineering and the procedures for performing simulation projects. This practical approach is a complete framework, which includes all activities, intermediate products, design procedures and relations between them, necessary for design and realization of a concrete analog electronic circuit. This procedure is applicable to a broad class of oscillation circuits such as basic LC oscillators, quartz crystal oscillators, phase shift oscillators, Wien type oscillators, VCOs, etc.

[G8-24] Programmable logic controllers nowadays are the most common choice used widely in automation problems solution. Thus the teaching and training of the students in the field of Programmable Logic Controllers is a very important task of the educational process. This paper describes the student workplace for PLC programming training and demonstrates some software examples for performing tasks using some typical instructions. The experiments give students knowledge and practice with the basic PLC functions.

[G8-28] The teaching and training of the students in the field of Programmable Logic Controllers (PLC) is very important, because it gives the students knowledge and practical skills for secure and qualitative control of industrial objects and processes. This paper describes the various parts of the PLC and demonstrates some software examples for performing tasks using some of the next typical instructions: Bit Logic Instructions, Move and Conversion Instructions, Timer Instructions and Counter Instructions. The practical experiments give students knowledge and experience with the basic PLC functions.

[G8-29] Programmable logic controllers have been gaining popularity on the factory floor and nowadays are the most common choice for manufacturing controls. Because of the nature of a specific industrial object or manufacturing process it is impossible by reason of security the program adjustment to be performed in real conditions. Thus simulators are designed to mimic real-world environments and they can provide a safe and risk-free platform for job training, project testing, design engineering and troubleshooting. The goal of the present project is to be developed a simulator for PLC programming training with the mentioned above possibilities.

[G8-30] In this paper is presented a specific electronic system for analysis and design of digitally programmable analog circuits. The created electronic system is with module structure and envelops specific circuits such as programmable gain amplifiers (PGAs), attenuators, analog circuits with CMOS digital potentiometers, active filters, direct digital synthesis (DDS) waveform generators, digital circuits with microcontroller, etc. In particular the system consists of the following six separate electronic modules: (1) electronic circuits with CMOS digital potentiometers; (2) electronic circuits with monolithic PGAs; (3) programmable active RC and SC filters (4) monolithic direct digital synthesis (DDS) generators; (5) digitally-controllable audio electronic systems; (6) HF PLL synthesizer. For some of the modules, PIC microcontrollers are programmed with Evaluation PIC 18 board (version 1.0). The Evaluation PIC 18 board includes programmer, communicational channel for personal computer and connectors to additional sensors. The electronic system, presented here, is intended for laboratory practice with students in Electronics in the Technical University of Sofia.

[G8-31] In this paper, practical approaches to design and macromodeling digitally programmable analog circuits are described. The proposed design approaches are based on the design methods for analog circuits, the procedures for performing simulation projects and the general methodology for building Web-based client/server applications. Those methods represent a complete framework, which includes all activities, intermediate products, design procedures and relations between them, necessary for design and realization of a concrete electronic circuit and a relevant simulation macromodel. The design approaches are applicable to a broad class of circuits that amplify and convert analog signals under digital control codes, such as programmable gain amplifiers (PGAs), in-amps, sample-and- hold amplifiers (SHAs), digitally programmable active (RC and SC) filters and oscillators.

[G8-33] Sigma-Delta ($\Sigma\Delta$) modulation has become more and more popular alternative for robust and inexpensive analog-to-digital (A/D) conversion for the past years. As a result of this, the converters based on 1-bit $\Sigma\Delta$ modulators are widely used in different applications. In this paper is presented an experimental electronic realization of a higher order Sigma-Delta modulator. Utilizing parallel decomposition technique the general high order modulator is converted into decomposition of low order modulators, which interact through the quantizer function. The electronic circuit allows adjustment of the modular transfer function's poles and zeroes and thus, obtains desired limit cycles. This circuit can be used for making measurements and for comparison between the simulated and measured results. Its electrical circuit is simulated with the use of PSpice and it is shown that there is a good coincidence between the simulated and the measured results

[G8-35] Sigma-Delta ($\Sigma\Delta$) modulation in the recent years has become more and more popular alternative for robust and inexpensive analog-to-digital (A/D) conversion. As a result of this, the converters based on 1-bit $\Sigma\Delta$ modulators have a wide usage in the measurement technique. In this paper is presented an experimental electronic realization of a third order Sigma-delta modulator. The general third order modulator is converted into decomposition of low order modulators, which interact through the quantizer function. The electronic circuit allows adjustment of the modulator's parameters and thus, obtains desired limit cycles. It can be used for making measurements and for comparison between the simulated and measured results. Its electrical circuit is simulated with the use of PSpice and it is found out a good coincidence between the simulated and the measured results.

[G8-36] The sigma-delta ADC offers several advantages over the other architectures, especially for high resolution, low frequency applications. First and foremost, the single bit sigma-delta ADC is inherently monotonic and requires no laser trimming. The sigma-delta ADC also lends itself to low cost foundry CMOS processes because of the digitally intensive nature of the architecture. As a result of this, they are widely used in different applications. In this paper an experimental electronic realization of a first order sigma-delta modulator is presented. The implementation of 1-bit DAC circuit is proposed using the specific abilities of the CMOS output buffer of a D flip-flop.

Z. Scientific publications in journals with impact factor (IF of Web of Science) and/or with impact rank (SJR of Scopus)

№	x 10	Publication
Z-1	10	Yakimov, Peter I., Digital Synchronisation with Mains for the Purpose of the Phase Motion Control, IFAC-PapersOnLine, Open Access, Volume 48, Issue 24, 2015, Pages 39-42, ISSN: 24058963, DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.12.053, (Scopus SJR: 0,298 (2015)) https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84988292031&origin=resultslist&sort=plf-

		f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfm- t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc 67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU- ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=10&cite Cnt=0&searchTerm= https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100456158&tip=sid&clean=0)
Z-2	10	Kovacheva M., E. Stoimenov, <u>P. Yakimov</u> , Behavioral and Physical Modeling of an Incremental Rotary Encoder, Proceedings of the International Conference on Microelectronics, ICM 2014, Article number 6842192, Pages 467-470; 2014 29th International Conference on Microelectronics, MIEL 2014; Belgrade; Serbia; 12 May 2014 through 14 May 2014; Category number CFP14432-ART; Code 106344, ISBN 978-1-4799-5295-3, DOI: 10.1109/MIEL.2014.6842192, (Scopus SJR: 0,123 (2014)) https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0- 84904600607&origin=resultslist&sort=plf- f&src=s&st1=Yakimov&st2=Peter&nlo=1&nlr=20&nls=afprfm- t&affilName=Technical+University+of+Sofia&sid=154e890b152517815f5e31dc 67a15b63&sot=anl&sdt=aut&sl=42&s=AU- ID%28%22Yakimov%2c+Peter+Ivanov%22+56488539000%29&relpos=12&cite Cnt=1&searchTerm= https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=144854&tip=sid&clean=0)
$\Sigma Z = 20$ p.		

Abstracts of the publications

[Z-1] The induction or asynchronous motors are the most popular motors for industrial and consumer applications. Phase control is the most common form of thyristor or triac power control. The paper presents an approach for digital control of the ignition pulses generation using the possibilities of the enhanced capture timer module of the microcontrollers from the MC9S12D-Family. An algorithm for mains synchronization is proposed. Some fragments of code are presented. The practical implementation of the approach is explained. It is used for pump speed modulation in differential temperature controllers in solar thermal systems. The results from the verification of the hardware and software demonstrate very good operation of the proposed method.

[Z-2] The paper presents the development of a behavioral model of a rotary incremental encoder and its physical implementation using the hardware description language VHDL. The basic characteristics and the behavior of the encoders as electromechanical devices are studied. A digital electronic circuit generating the output signals of the incremental encoder and simulating its operation in both moving directions is designed. Results of the behavior model simulations are given. The physical model is realized using a programmable matrix logic FPGA (Xilinx Spartan-6 LX16). The output signals waveforms are measured and compared with the simulated ones. The proposed models can be used in the education and in the development of circuits for processing the signals from incremental encoders.

Characterization of the contributions

in the scientific papers with the participation of Assoc. Prof. Peter Ivanov Yakimov, PhD

Contributions in this list are thematically declared in two directions:

1. Investigation and improvement of electronic methods and instruments for measurement electrical and non-electrical quantities, data transfer and control of objects
2. Investigation and improvement of electronic methods and instruments for teaching and training in STEM (Science Technology Engineering Mathematics) field

1. Investigation and improvement of electronic methods and instruments for measurement electrical and non-electrical quantities, data transfer and control of objects

1.1. Tasks for the management of modern energy systems have been defined and approaches for solving them have been proposed:

1.1.1. The challenges of managing modern energy networks have been summarized [B4-7]. The contribution includes the identification of the factors that influence the operation of the electricity system in the current conditions and set new tasks for the management systems. Contribution Character – applied-science that belongs to the creation of new classifications, new constructions and technologies.

1.1.2. Electronic methods and instruments for organizing advanced metering infrastructure in the electricity system are investigated [B4-5, G8-4, G8-14, G8-16, G8-18]. The contribution consists in the study of measurement and control hardware with advanced capabilities for integration into industrial information gathering networks as part of a WEB-based SCADA system. Contribution Character - applied-science, can refer to creating methods and devices with new qualities and parameters.

1.1.3. Electronic methods and instruments for remote control of substations have been investigated [B4-6, B4-8]. The contribution includes research into hardware and software for the organization of remote monitoring and substation management infrastructure consisting of intelligent metering transducers, programmable logic controllers, user interface and network equipment. Contribution Character - applied-science that relates to obtaining confirmatory facts and results.

1.2. Models for organizing electricity metering and information transfer are proposed:

1.2.1. Circuit solutions of input converters for measuring the quantities of the electricity system are investigated [G8-32, G8-34]. The contribution consists in exploring different approaches in the design of current and voltage input transducers. As a result, a new design of the analog input module is proposed and recommendations for better performance are given. This contribution can be classified as applied - using existing knowledge for new applications.

1.2.2. Models for the transmission of information about the quantities from the electricity system are investigated [B4-10, G8-3, G8-19, G8-26]. The contribution consists in exploring the architectures of SCADA systems and transferring data in them, using standard serial interfaces, Ethernet and GSM / GPRS communication. Contribution Character - applied-science that relates to obtaining confirmatory facts and results.

1.2.3. Methods and schematic solutions for measuring and transmitting information about the quantities of the electricity system using virtual instruments and technologies are explored [G8-15, G8-17, G8-20, G8-25]. The contribution is to the organization of remote monitoring using multifunctional data acquisition systems and the development of a graphical user interface. This contribution can be classified as applied-science with characterization - enriching existing circuits, devices and systems with new qualities.

1.3. Electronic circuits and software solutions for measuring and controlling temperature in solar thermal systems are investigated:

1.3.1. Investigation of hardware and software for remote temperature sensing and visualization using a microcontroller with embedded Ethernet controller and employing TCP / IP and UDP protocols [G8-27]. The contribution can be characterized as applied - implementation of methods, constructions, technologies.

1.3.2. An approach for digital synchronization with mains and control pulse generation for phase control of an induction motor is proposed and investigated using the capabilities of the enhanced timer module of the MC9S12D family of microcontrollers [G8-11, Z-1]. This contribution can be classified as applied-science - using existing knowledge for new applications.

1.4. The possibilities of incorporating legacy technological equipment in modern production systems according to the Industry 4.0 model are explored [B4-4, G8-1]. The contribution consists in proposing and exploring two models of IoT based solutions, operating in both active and passive modes respectively. They demonstrate the approaches to Internet connectivity of modern and legacy measurement and control equipment. Contribution Character - applied-science that refers to the enrichment of existing circuits, devices and systems with new qualities.

1.5. The application of a development system for the design of embedded multiprocessor systems for the optimization of smart street LED lighting is investigated [B4-3]. The contribution is to integrate software tools for designing multi-processor systems-on-chip (MPSoC) to create smart street lighting networks. Contribution Character - applied-science that relates to obtaining confirmatory facts and results.

2. Investigation and improvement of electronic methods and instruments for teaching and training in STEM (Science Technology Engineering Mathematics) field

2.1. Electronic instruments have been researched and implemented in the training process and educational tasks for teaching in the field of industrial automation have been drawn up:

2.1.1. Developed, researched and implemented in the learning process is a PLC programming simulator that enables learning of all PLC modules - digital inputs and outputs, analog inputs and outputs, counters [B4-2, G8-29]. This contribution can be classified as applied-science and may refer to the creation of methods and devices with new qualities and parameters.

2.1.2. Designed and implemented in the learning process is a workplace whose configuration allows the development and testing of PLC software using real industrial devices - PLCs, motors, drives and sensors [G7-1, G8-24, G8-28]. Contribution Character - applied that belongs to the creation of new classifications, new constructions and technologies.

2.1.3. A laboratory for training in the field of industrial automation has been organized. An industrial network has been developed that aims to support knowledge acquisition and enable the obtaining of practical skills in distributed automation [B4-1]. Character of the contribution - methodical.

2.2. Open source platforms have been researched and implemented in the teaching process and educational tasks for initial training in the field of embedded microprocessor systems have been drawn up:

2.2.1. Developed and implemented in the educational process is an introductory training program in the field of embedded microprocessor systems, where the emphasis is on practical training and students are expected to acquire sustainable skills in engineering programming [B4-9, G7-2, G8-2, G8-5, G8-6]. Character of the contribution - methodical.

2.2.2. Training Manual on "Practice on open source platforms programming", Publishing House of the Technical University - Sofia, 2018, ISBN: 978-619-167-344-5, has been published by P. Yakimov and D. Doychev. Character of the contribution - methodical.

2.3. Simulation models and development systems for sustainable training in analog and mixed signals circuits design have been investigated and implemented in the educational process:

2.3.1. Macromodels of operational amplifiers with programmable gain factor have been developed and tested [G8-21]. The created macromodels provide more accuracy for some dynamic parameters and have better similarity of the simulation process for DC and time domain analysis than most of the micromodels at transistor level. Contribution Character - applied-science that relates to obtaining confirmatory facts and results.

2.3.2. Investigated and implemented in the learning process is a development system for training in the field of operational amplifiers with programmable gain factor to acquire practical skills in electronic circuits design [G8-30, G8-31]. Character of the contribution - methodical.

2.3.3. Circuits of sinusoidal generators using operational amplifiers with current feedback are investigated [G8-22]. Contribution Character - applied-science that relates to obtaining confirmatory facts and results.

2.3.4. A practical approach for the design and analysis of sinusoidal oscillators is proposed and investigated [G8-23]. Character of the contribution - methodical.

2.3.5. Methodologies for training in analog and impulse signals circuits design have been proposed and investigated aiming implementation in the learning process [G8-7, G8-8, G8-9, G8-10]. Character of the contribution - methodical.

2.3.6. Circuits of sigma-delta ($\Sigma\Delta$) modulators intended for application in the learning process and circuits development have been investigated by means of simulations and physical experiments [G8-33, G8-35, G8-36]. Contribution Character - applied-science that relates to obtaining confirmatory facts and results.

2.4. A model of incremental encoder for application in learning process and systems development has been researched and advanced:

2.4.1. A simulation model of an incremental encoder is developed and investigated, and its behavior as an electromechanical device is simulated by a digital electronic circuit that generates its output signals [G8-13]. Contribution Character - applied-science that relates to obtaining confirmatory facts and results.

2.4.2. A physical model of an incremental encoder which is implemented on programmable FPGA matrix logic, is investigated (Xilinx Spartan-6 LX16) [G8-12, Z-2]. Contribution Character - applied-science that relates to obtaining confirmatory facts and results.

Table of compliance of the candidate's materials with the minimum national requirements and the minimum requirements for the candidates for the academic position of "professor", according to Appendix 1 of the Regulations of TU - Sofia

Group of metrics	Minimum number of points	Number of points of the candidate	Number of points by major group of metrics	
A	50	50	PhD diploma 28676/10.09.2003, issued by High Attestation Commission Professional field 5.2. Electrical Engineering, Electronics and Automation Scientific specialty: Electronic Circuits and Electronic Circuit Engineering Theory	
Б	–			
B	100	320	B3	
			B4	320 – list B4
G	250	336	G5	
			G6	
			G7	60 – list G7
			G8	276 – list G8
			G9	
			G10	
			G11	
D (citations)	100	210	D12	190 – list D12
			D13	
			D14	20 – list D14
			D15	
E (PhD students, projects, manuals)	220	287	E16	
			E17	80 – list E17
			E18	20 – list E18
			E19	
			E20	20 – list E20
			E21	40 – list E21
			E22	37 – list E22
			E23	
			E24	10 – list E24
			E25	
			E26	
			E27	
			E28	
			E29	80 – list E28
J (lectures hours)	120	302	University: TU - Sofia – list J	
Z	20	20	20 – list 3	

Signed:

(m)

(Assoc. Prof. P. Yakimov, PhD)

