

## РЕЗЮМЕТА НА РЕЦЕНЗИРАНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ

на гл. ас. д-р инж. Валентина Василева Ранковска

за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „доцент“  
в област на висше образование 5. Технически науки,  
професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика,  
специалност „Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника“,  
обявен в Държавен вестник, бр. 47 от 24.06.2022 г.

### I. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ

#### I.1 НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ В ИЗДАНИЯ, КОИТО СА РЕФЕРИРАНИ И ИНДЕКСИРАНИ В СВЕТОВНОИЗВЕСТНИ БАЗИ ДАННИ С НАУЧНА ИНФОРМАЦИЯ

1. Rankovska, V., S. Rankovski. Multi-functional Demo Module for Microprocessor Development Systems for Educational Purposes. Proc. XXVII International Scientific Conference Electronics - ET2018, September 13 - 15, 2018, Sozopol, Bulgaria, pp. 55-58. ISBN: 978-1-5386-6691-3. DOI: 10.1109/ET.2018.8549609 (*Scopus*)

Обичайно в обучението по дисциплини, базирани на микроконтролери, се използват фирмени апаратни развойни средства, такива от отворен тип или потребителски развойни системи, базирани на микроконтролери на определен производител. Често се налага те да се допълват от разнообразни дъщерни платки, модули и др. В доклада се предлага подход с използване на развойни платки с минимум периферия – Arduino, Pinguino, Discovery и др., на базата на микроконтролери на различни фирми-производители. Тъй като във вградените системи често се прилагат типови периферни блокове, като индикации, бутони, клавиатури, различни видове моторчета и др., то за разширяване на функционалните възможности на тези минималистични развойни платки е проектиран универсален демонстрационен модул, съдържащ подобни често използвани периферни блокове – бутони, светодиоди, 7-сегментна и LCD индикации, драйверен блок за управление на различни типове маломощни електромотори и др. Приложението му води до намаляване на обема лабораторно оборудване при използването му по различни дисциплини, свързани с микроконтролери от различен клас.

Usually in the microcontroller based disciplines training in the higher engineering education simpler starter kits and more complex development systems are used, often applied together with additional expansion boards, modules, shields, etc. They could be proprietary development boards, open hardware or custom boards, based on a specific microcontrollers. An approach applying development boards with minimum peripherals: Arduino, Pinguino, Discovery, etc., based on various microcontrollers with minimum peripherals is provided in the paper. To extend their functions and facilitate students, a universal (multifunctional) demo module has been designed, that contains frequently used peripheral blocks - input/ output devices, like buttons, LCD, LEDs, rotary encoder, motor drivers, etc. Its application leads to a reduction in the volume of laboratory equipment when using it in various disciplines related to microcontrollers.

2. **Rankovska, V.** Web-Based Monitoring and Control in Embedded Systems Teaching. Proc. XXVIII International Scientific Conference Electronics - ET2019, September 12 - 14, 2019, Sozopol, Bulgaria. pp. 1-4, Electronic ISBN: 978-1-7281-2574-9; Print on Demand (PoD) ISBN: 978-1-7281-2575-6 DOI: 10.1109/ET.2019.8878584 (*Scopus*)

В настоящия доклад е представен кратък обзор върху веб-базираните подходи за управление и мониторинг, прилагани във вградените микропроцесорни системи: чрез Wi-Fi интерфейс, Ethernet, GSM/GPRS. Предложен е гъвкав образователен модел за веб-базиран мониторинг и управление, позволяващ изучаване на някои подходи за интернет свързаност. Той се състои от сензорен модул за температура и влажност, изпълнителни устройства (вентилатор и лампа с нажежаема жичка), които могат да променят горепосочените параметри, и управляващ блок - микроконтролерна платка с добавени Ethernet шийлд и Wi-Fi модул, съответно за жична и безжична комуникация с Интернет. Макетът използва Ethernet Shield W5100 и ESP8266 серийен Wi-Fi безжичен приемо-предавателен модул. В бъдеще може лесно да се добави и GSM/GPRS модул. Наличието на бредборд платка позволява разширяване на функциите на проекта с допълнителни сензорни и изпълнителни модули. Работата на Ethernet шийлда се демонстрира чрез проста HTML програма като пример за интернет програмиране за вградени системи. Работата на Wi-Fi безжичния приемо-предавателен модул се демонстрира с примерен алгоритъм и програма за развойната платка Arduino Uno в програмна среда Arduino IDE и с използване на безплатната облачна услуга ThingSpeak. Този подход позволява на студентите да се запознаят с областта на Интернет на нещата, без да навлизат дълбоко в интернет програмирането.

A short survey on web-based approaches for control and monitoring, applied in embedded systems, is presented in the present paper: Wi-Fi interface, Ethernet, GSM/GPRS. A flexible educational model for web-based monitoring and control, allowing studying some approaches for Internet connectivity, is suggested. It consists of a temperature and humidity sensor module, actuator devices, capable of changing the above mentioned parameters and a control unit - a microcontroller board, equipped to allow Ethernet and Wi-Fi connection to Internet. It uses Ethernet Shield W5100 and an ESP8266 Serial WIFI Wireless Transceiver Module. A GSM/GPRS shield or module could be easily added in the future. The breadboard allows expanding the project with additional sensor and actuator modules. The operation of the Ethernet Shield is examined via simple HTML program showing the students the application of HTML as an example of an Internet programming for embedded systems. The Wi-Fi Wireless Transceiver Module operation is demonstrated through an algorithm and a program for the Arduino Uno development board in Arduino IDE programming environment and the free cloud service ThingSpeak. That way is easier for the students to become familiar with the IoT area, without going deeply into the Internet programming.

3. Panaiotov, P., G. Goranov, **V. Rankovska.** Area Measuring with PC Camera. Proc. XI National Conference with International Participation "Electronica 2020", July 23 - 24, 2020, Sofia, Bulgaria, 2020 pp. 119-122. ISBN 978-1-7281-7530-0 DOI: 10.1109/ELECTRONICA50406.2020.9305145 (*Scopus*)

Измерването на площ в различните области на индустрията се извършва по различни методи. Един пример на приложение е при производството на кожи. Различната форма, дебелина и цвят на кожата представляват предизвикателство за решаването на тази задача. В кожарската промишленост успешно са внедрени методи за измерване с използване на фотосензори и с видеокамера. Тази статия представя разработката на софтуер за измерване на повърхността на кожата с използване на USB камера. Такава система вече е внедрена, но при съществуващия вариант е необходимо ръчно да се зададе режимът на измерване. Работи по метода на разграничаване на тъмни и светли петна и

така се измерват тъмни (черни) или светли (бели) парчета кожа. Предложеният нов софтуер се основава на автоматично разпознаване на цветовете на зелен фон. Софтуерът позволява автоматична корекция на фона, състояща се в следното: когато има плавна промяна в пикселите на изображението, програмата ги определя като промяна в яркостта, а не като част от обект, което води до автоматична промяна на фоновите записи. Тази интелигентна "настройка" на камерата, според условията в които работи, може да позволи продължителна работа в условия на неконтролирана промяна на осветеността на помещението. Второто съществено подобрение на софтуера се отнася до формата на измерваните обекти - софтуерът първоначално включва филтриране, което игнорира белите петна по кожата. Тоест, ако се открие бяла област, която се намира между две тъмни области, програмата приема, че това е проблясък и не изключва тази област от размера. В новия вариант на софтуера този филтър е премахнат, което дава възможност вече да бъде измерена кожа с произволна форма.

Area measurement and registration in different areas of the industry are done by different methods. One example is in the leather production. The varying shape, thickness, and color of the leather make this task a challenge. In the leather industry, a measurement method using photosensors and a video camera method have been successfully implemented. This article presents the development of software for measuring leather area with a USB camera. Such a system is already implemented but it is necessary to manually set the measurement mode. It works by the method of dark and light spots and so dark (black) or light (white) leather pieces are measured. The proposed new software is based on automatic color recognition against a green background. The software allows automatic background correction, consisting of the following: when there is a smooth change in the image pixels, the program defines them as a change in brightness and not as part of an object, which leads to an automatic change for the background recordings. This intelligent "adjustment" of the camera according to the conditions in which it works can allow continuous operation in conditions of an uncontrolled change of the lighting of the room. Another improvement relates to the shape of the measured objects - the software has been originally developed with a filter that ignores white spots on the leather. That is, if a white area is found that is located between two dark areas, the program assumes that it is a gleam and does not exclude this area from the size. In the new variant of the software that filter is removed, so that for example n-shaped leather can now be measured.

**4. Rankovska, V., G. Goranov.** PIC Microcontroller Module in a Flexible Microprocessor Development System. ICEST 2020 Conference Proceedings, Nish, Serbia, 2020, pp. 3-6. ISBN: 978-1-7281-7142-5 (IEEE) doi: 10.1109/ICEST49890.2020.9232775 (*WoS, Scopus*)

В доклада е представена разработката на микроконтролерен модул с минимум периферия, предназначен най-общо за приложение като ядро на микропроцесорни системи с разнообразно приложение. Той се базира на микроконтролер PIC18F25K50 и съдържа всички задължителни компоненти, необходими за неговата работа: тактов генератор, бутон за ресет, рейка за вътрешно-схемно серийно програмиране, входно-изходни изводи на микроконтролера, изведени на разширителни рейки, комуникация с персонален компютър през USB порт. Освен приложението му като компактно микроконтролерно ядро с общо предназначение, едно потенциално приложение на проектирания модул е в процеса на обучение по дисциплини, свързани с микроконтролери и вградени системи. Поради това тестването му е извършено с представената в [32] микропроцесорна система с помощта на примерни алгоритми и програми и с използване на логически анализатор.

The report presents the development of a microcontroller module with a minimum of peripherals, intended generally for application as a core of microprocessor systems for various areas of application. It is based on a PIC18F25K50 microcontroller and contains all the

necessary components necessary for its proper its operation: a clock generator, a reset button, a rail for in-circuit serial programming, I/O pins of the microcontroller brought out on expansion rails, communication with a personal computer via a USB port. Besides its application as a compact general-purpose microcontroller core, one possible application of the designed module is in the teaching process of disciplines related to microcontrollers and embedded systems. Therefore, its testing was performed with the microprocessor system presented in [32] with the help of example algorithms and programs and using a logic analyzer.

5. **Rankovska, V., G. Goranov.** Interrupts in Teaching Microcontrollers Using Arduino, Proc. XXIX International Scientific Conference Electronics - ET2020, September 16 - 18, 2020, Sozopol, Bulgaria, pp. 1-4. Electronic ISBN: 978-1-7281-7426-6, doi: 10.1109/ET50336.2020.9238228 (*Scopus*)

В доклада се прави кратко представяне на механизмите за обслужване на различни събития в микропроцесорните системи и по-конкретно чрез прекъсвания. Разясняват се различните аспекти, които водят до затруднения при изучаването им от страна на студентите – техният характер, като се отчита, дали са периодични или не; как се регистрират – по фронт или по ниво; дали споделят общ вектор с други прекъсвания или не и т.н. При обслужването им, в процеса на проектиране, се решават такива въпроси, като задаване на приоритет, използване на стека, в зависимост от неговия вид и размер, начини за съхраняване на контекста и др.

За улесняване на учебния процес в доклада се разглежда подход на изучаването им с използване на широко разпространена развойна платка от отворен тип Arduino. Като примерна вградена система се предлага макет на умна къща, който, освен управляващото устройство, съчетава набор от често използвани периферни устройства – индикация, сензорни, изпълнителни и др. Макетът позволява в процеса на обучение да се демонстрират и приложат методите за проектиране на софтуер за вградени микропроцесорни системи с използване на прекъсвания.

The paper gives a brief presentation of the mechanisms for handling various events in microprocessor systems and more specifically through interrupts. The various aspects that lead to difficulties in their study by students are clarified - their nature, taking into account whether they are periodic or not; how they register - level triggered or edge triggered; whether they share a common interrupt vector or not, etc. When serving them, in the design process, such questions as setting priority, using the stack, depending on its type and size, ways to store the context, etc., are decided.

To facilitate the learning process, the report considers an approach to their study using a widely distributed Arduino open-source development board. As an example of an embedded system, a model of a smart house is offered, which, in addition to the control device, combines a set of frequently used peripheral devices - indication, sensor, executive, etc. The model allows the learning process to demonstrate and apply software design methods for embedded microprocessor systems using interrupts.

6. Goranov, G., P. Panaiotov, **V. Rankovska.** Speed Synchronization by Motion Tracking Method Realized on FPGA, Proc. XII National Conference with International Participation "Electronica 2021", May 27-28, 2021, Sofia, Bulgaria, 2021. pp. 133-136. ISBN: 978-1-6654-4061-5, DOI: 10.1109/ELECTRONICA52725.2021.9513688 (*Scopus*)

Докладът представя прилагането на метод за синхронизация чрез мониторинг на скоростта на етикетираща машина за автоматично поставяне на етикети върху стъклен буркан. За целта е разработен хардуер на базата на FPGA - Spartan 6 и VHDL програма. Важен момент в разработката е адаптирането на модула за работа като PLC, а софтуерът реализира метода за проследяване на движението, който е по-удобен за изчисляване от DSP. Това има своите предимства: въпреки че усъвършенстваните DSP процесори

позволяват производителност на аритметично разделяне без значителни усилия на етапа на проектиране, сложността на дизайна на системата може да бъде значително увеличена в случай на усъвършенствани приложения за контрол на движението с висока дискретизация, базирани на FPGA платформи. В допълнение, въпреки че някои DSP контролери с висока производителност могат да включват високочестотни импулсни броячи и тактуване на енкодера, техните условни схеми нямат адекватна хардуерна поддръжка за усъвършенствани методи за оценка на скоростта от тип МТ. От друга страна, FPGA позволяват икономично изпълнение на сложни схеми, характеризиращи се с паралелна работа, ниска консумация на енергия и малка заета площ в чипа. Освен това те могат да осигурят висока изчислителна мощност. Освен това, в сравнение с микроконтролерите, FPGA позволяват по-точни и по-кръси периоди на стробирание, което е изключително важно за съвременните системи за контрол на движението, които изискват точно измерване в широк диапазон на скоростта.

The paper presents the implementation of synchronization method by monitoring the speed of a labeling machine to automatically place labels on a glass jar. For this purpose, hardware based on FPGA - Spartan 6, and a VHDL program were developed. An important point in the development is the adaptation of the module to work as a PLC and the software implements the motion tracking method, which is more convenient for calculation than DSP. This has its advantages: although the advanced DSP processors allow for arithmetic separation performance without significant effort in the design phase, the complexity of system design can be significantly increased in the case of advanced high-sampling motion control applications based on FPGA platforms. In addition, although some high performance DSP controllers may include high-frequency encoder pulse counters and clocks, their conditional circuits do not have adequate hardware support for advanced MT-type speed estimation methods. On the other hand, FPGAs allow for economical execution of complex circuits, characterized by parallel operation, low power consumption, and small occupied spaces. In addition, they can provide high computing power. Moreover, compared to microcontrollers, FPGAs allow more accurate and shorter sampling periods, which is extremely important for modern motion control systems that require accurate measurement over a wide speed range.

**7. Rankovska, V.,** Innovative Approaches in Teaching Embedded Systems. The Smart Home Project. Proc. XII National Conference with International Participation "Electronica 2021", May 27-28, 2021, Sofia, Bulgaria, 2021. pp. 1-4. ISBN: 978-1-6654-4061-5, DOI: 10.1109/ELECTRONICA52725.2021.9513693 (*Scopus*)

Проектирането и внедряването на вградени микропроцесорни системи изисква мултидисциплинарни знания и умения в области като микроконтролери, софтуерен дизайн, цифров и аналогов хардуер, теория на управлението, мехатроника и др. Следователно това е дисциплина, която е твърде сложна и трудна за студентите.

В доклада се прави кратък преглед на иновативни подходи и добри практики в преподаването и изучаването на вградени микропроцесорни системи. Обоснована е необходимостта от прилагане на проектно-базирано обучение (project-based learning - PBL) и подхода (Conceive-design-implement-operate - CDIO). Предлага се приложение в обучението на модел на интелигентен дом – сложен обект, позволяващ на студентите да изучават работата на отделни градивни елементи на вградени системи. Тъй като включва разнообразие от периферни модули, той е особено подходящ за проектиране и приложение на фърмуер на вградени системи. Притежава управляващ компютърен блок, индикация, различни видове сензори и изпълнителни механизми, GSM комуникатор и др. Като контролен блок е използвана развойна платка Arduino Uno, която може успешно да се замени с подобна или по-сложна, например с микроконтролер с ARM процесор. Макетът позволява на студентите да изучават работата на отделни градивни блокове – да ги конфигурират, да включват и свързват допълнителни такива и т.н. Това предполага

усвояването на знания и умения за проектиране и реализация на алгоритми и програми за вградени системи на езиците за програмиране Асемблер и С, каквите те са изучавали в предходни курсове на обучение.

The embedded systems design and implementation require multidisciplinary knowledge and skills in areas such as microcontrollers, software design, digital and analog hardware, control theory, mechatronics, etc. Thus it is a discipline that is too complex and difficult for the students.

The paper gives a brief overview of innovative approaches and good practices in the teaching and studying embedded systems. The need for the application of project-based learning (PBL) and the Conceive-design-implement-operate (CDIO) framework is justified. A model of a smart home is suggested to be applied in the teaching process – a complex object, allowing the students to study the operation of individual building blocks of embedded systems. As it has a variety of peripheral modules, it is especially suitable for embedded systems firmware design and implementation. There is a control computer unit, an indication, various types of sensors and actuators, GSM communicator, etc. As a control unit Arduino Uno development board is used. It is also possible to replace it by a similar one or more complex. The model allows students to study the operation of individual building blocks – to configure them, to include and connect additional ones, etc. They would also learn how to design and implement algorithms and programs for embedded systems in Assembler and C programming languages, which they have studied in previous courses.

8. **Rankovska, V., G. Goranov.** Emulation of Microcontroller Interrupts Using FPGA. Proc. XII National Conference with International Participation "Electronica 2021", May 27-28, 2021, Sofia, Bulgaria, 2021. pp. 185-188. ISBN: 978-1-6654-4061-5, 10.1109/ELECTRONICA52725.2021.9513658 (*Scopus*)

В настоящата работа се предлага апаратна емуляция на логическата схема за обслужване на прекъсванията на изучаван микроконтролер в програмируема логическа среда, при което се постигат две цели: 1) по-детайлно изучаване на механизма на възникване, разрешаване/ забрана и довеждане на заявка за прекъсване до процесора чрез средствата на програмируемата логика и симулатора на програмния продукт и 2) демонстриране на възможността за реализация на различни градивни микропроцесорни блокове в програмируема логическа среда. Представя се организацията на прекъсванията при микроконтролери с различна степен на сложност – от по-проста (например при микроконтролери с PIC и AVR ядра – без апаратен контролер на прекъсванията, до такива с апаратни контролери (дори два на брой при STM32). Синтезирана е логическата схема за обслужване на прекъсванията на микроконтролери PIC18 с два вектора, предназначена за емуляция в FPGA схема Cyclone II на Intel. Направена е симулация на работата ѝ в програмна среда Quartus II. За практическата емуляция се използва развойна система DE2-70, която съдържа подходяща периферия за подаване на входни сигнали за прекъсвания и изобразяване на изходните реакции. Проектът дава възможност на студентите да тестват различни ситуации със задаване или забрана на приоритет, забрана и разрешаване на прекъсвания и др., което спомага за изясняването на сложните и абстрактни механизми на обслужване на прекъсванията при микроконтролерите.

In the present work, a hardware emulation of the logic scheme for servicing the interrupts of a studied microcontroller in programmable logic is proposed, in which two goals are achieved: 1) a more detailed study of the mechanism of occurrence, enabling/disabling and passing an interrupt request to the processor through the means of programmable logic and the simulator of the integrated development environment and 2) demonstrating the possibility of implementing various microprocessor building blocks in a programmable logic environment. The organization of interrupts in microcontrollers with different degrees of complexity is presented - from simpler (for example, in microcontrollers with PIC and AVR cores - without a hardware interrupt controller, to those with hardware controllers (even two in number for

STM32). The logic is synthesized two-vector PIC18 microcontroller interrupt service circuit designed for emulation in Intel's Cyclone II FPGA circuit. Its operation is simulated in the Quartus II programming environment. For practical emulation, a DE2-70 development system is used, which contains appropriate peripherals to provide interrupt inputs and display output responses. The project enables students to test various situations of setting or disabling priority, disabling and enabling interrupts, etc., which helps clarify the complex and abstract handling mechanisms of microcontroller interrupts.

9. **Rankovska, V.** Review of Open-source Microcontroller and Programmable Logic Development Boards, Proc. XXX International Scientific Conference Electronics - ET2021, September 15 - 17, 2021, Sozopol, Bulgaria, pp. 1-4. ISBN 978-1-6654-4518-4, DOI: 10.1109/ET52713.2021.9580150 (*Scopus*)

Хардуерът и софтуерът с отворен код са все по-разпространени през последните години и много компании днес подкрепят тяхното развитие в областта на електрониката. Тъй като редица хардуерни и софтуерни проекти с отворен код първоначално са създадени за образователни и хоби цели, приложението им в учебния процес е напълно естествено: хардуерът с отворен код обикновено е прост, евтин и достъпен и се доставя с отворен код и/или безплатен софтуер, който насърчава обучаемите да ги прилагат за свои собствени проекти у дома.

Обект на настоящия доклад са два вида хардуер от отворен тип: развойни платки на базата на микроконтролери и такива, базирани на програмируема логика с FPGA архитектура. И двата са подходящи за приложение в различни курсове за студенти по електроника, автоматизация, компютърни науки, комуникации и др., свързани с проектиране на цифрови схеми, микроконтролери, вградени системи, Интернет на нещата и т.н. В доклада са систематизирани основни характеристики и ресурси на развойни платки от отворен тип, базирани на микроконтролери и такива на FPGA.

Обикновено такива платки са малки по размер. Това ограничава броя на наличните хардуерни блокове върху тях, но те задължително имат всички необходими характеристики, за да бъдат използвани в различни приложения, което ги прави универсални: те притежават всички необходими блокове като ядро на вградена система; обикновено се предлагат разновидности по отношение на функционалност, ресурси и размер; има голямо разнообразие от допълнителни щийдове и модули, съвместими с различни видове платки.

Open source hardware and software have become more common in recent years, and many companies today support their development in the field of electronics. Since a number of open source hardware and software projects were originally created for educational and hobby purposes, their application in the learning process is quite natural: open source hardware is usually simple, cheap and accessible, and comes with open source and/or free software, which encourages learners to use them for their own projects at home.

Two types of open source hardware are the subject of this report: development boards based on microcontrollers and those based on programmable logic with FPGA architecture. Both are suitable for application in various courses for students in electronics, automation, computer science, communication, etc., related to digital circuit design, microcontrollers, embedded systems, Internet of Things, etc. The report systematizes key features and resources of microcontroller-based and FPGA-based open-source development boards.

Usually such boards are small sized. This limits the number of available hardware blocks on them, but they necessarily have all the necessary characteristics to be used in various applications, which makes them universal: they have all the necessary blocks as the core of an embedded system; varieties are usually offered in terms of functionality, resources and size; there is a wide variety of additional shields and modules compatible with different types of boards.

10. Balabanova, I., G. Georgiev, B. Karapenev, V. **Rankovska**. Voice Analysis for Personal Identification Using FFT, Machine Learning and AI Techniques. International Scientific Conference of Communications, Information, Electronic and Energy Systems - CIEES 2021, November 25-27, 2021, Ruse, Bulgaria, AIP Conference Proceedings, AIP Publishing, vol. 2570, 18 August 2022, pp. 020020-1 - 020020-7, ISBN: 978-0-7354-4375-4, <https://doi.org/10.1063/5.0099672> (*Scopus*)

В статията е предложен хибриден подход за спектрален анализ и разпознаване на гласови профили чрез техники на базата на машинно обучение и изкуствен интелект (AI). За процедурите за обработка на глас е приложен алгоритъмът за бързо преобразуване на Фурие (FFT) с няколко различни типа прозорци, съответно Hamming, 4 Term BHarris, Flat Top и Hanning. Извличането на спектрални характеристики се използва за предварителна обработка на набори за обучение относно моделите за класификация на k-най-близки съседи (k-NN) и предаващи невронни мрежи (FFNN) за персонална идентичност на индивида относно целевата група от хора. При създаването на k-NN модел са приложени набор от метрични единици за разстояния като Евклидово, Cityblock, разстояния на Минковски и Чебишев. Проектираните модели се оценяват чрез техники за повторно заместване и кръстосано валидиране. Алгоритъмът за обучение на Levenberg-Marquardt е използван за FFNN архитектури с линейни и допирателни сигмоидни функции за активиране в мрежови изходи. Синтезирани са висококачествени k-NN и FFNN модели по отношение на персонална гласова идентификация с постигнато ниво на точност 97,68 % и 100,0 %.

In this paper a hybrid approach for spectral analysis and voice profiles recognition by techniques on the base of Machine Learning and Artificial Intelligence (AI) have been proposed. For voice-processing procedures was applied the algorithm of Fast Fourier Transformation (FFT) with several different window types, respectively Hamming, 4 Term BHarris, Flat Top and Hanning. The spectral feature extraction is used for pre-processing training sets about k-Nearest Neighbours (k-NN) classification models and Feed-Forward Neural Networks (FFNN) for individual's personal identity about target group of people. Euclidean, Cityblock, Minkowski and Chebyshev metric distances were applied in k-NN model creation. The design models are evaluated through resubstitution and cross-validation techniques. Levenberg-Marquardt learning algorithm was used to FFNN architectures with Linear and Tangent Sigmoid activation functions in network outputs. High quality k-NN and FFNN models in regard to personal voice identification with level of accuracy achieved 97.68 % and 100.0 % were synthesized.

11. Balabanova, I., B. Karapenev, V. **Rankovska**, G. Georgiev. Design of ICT Prototype for Big Data Economic Analysis. Proc. International Scientific Conference of Communications, Information, Electronic and Energy Systems - CIEES 2021, November 25-27, 2021, Ruse, Bulgaria, AIP Conference Proceedings, AIP Publishing, vol. 2570, 18 August 2022, pp. 020023-1 - 020023-8, ISBN: 978-0-7354-4375-4, <https://doi.org/10.1063/5.0099675> (*Scopus*)

В статията е предложен ИКТ (информационни и комуникационни технологии) прототип на система за анализ на големи данни, базирана на техники за извличане на данни, платформа за информационна инфраструктура Hadoop за разпределено събиране на данни и аналитична среда MATLAB. Представени са получените резултати от тестови дейности, свързани с някои системни модули за клъстерен анализ, разпознаване и класифициране на задачи за дефинирани икономически цели и процеси. Като комплексен обект на изследване са определени постигнатите показатели за приходи, разходи и процедури за прекомерен дефицит за отделните икономически региони в Европа, обхващащи периода от 1995 г. до 2021 г., съгласно доклад на Европейската комисия. Приложени са подходи, базирани на групиране на k-средни стойности, линеен и квадратичен дискриминантен анализ, техники за повторно заместване и кръстосано валидиране, FeedForward Neural Networks (FFNN) с обучителен алгоритъм за скалиран



конюгатен градиент. В процеса на изложените процедури са синтезирани модели с наблюдавани високи качествени показатели.

In this paper an Information and Communication Technology (ICT) prototype of Big Data Analysis System based on Data Mining Techniques, Hadoop information infrastructure platform for distributed data collection and MATLAB analytical environment have been proposed. The obtained results of test activities related to some system modules for clustering analysis, recognition and classification tasks about defined economic objectives and processes are presented. Achieved indicators for revenues, expenditures and procedures for excessive deficit for individual Economic regions in Europe, covering the period from 1995 to 2021, according to a report by the European Commission were defined as a complex object of study. Approaches based on k-Means Clustering, Linear and Quadratic Discriminant Analysis, Resubstitution and Cross-validation Techniques, FeedForward Neural Networks (FFNN) with Scaled Conjugate Gradient training algorithm were applied. Models with observed high quality indicators were synthesized in the process of the exposed procedures.

**12. V. Rankovska, G. Goranov, Applying Free and Open-Source Tools in Microcontroller Laboratory Classes, ICEST 2022 Conference Proceedings, Ohrid, R N Macedonia, pp. 323-326. ISBN: 978-1-6654-8500-5, DOI: 10.1109/ICEST55168.2022.9828673 (Scopus)**

В доклада е представен кратък литературен обзор върху изследователско и лабораторно оборудване, базирано на хардуер от отворен тип и предназначено за различни области на приложение, като електроника, психология, химия и биохимия, лаборатории по биология и други. Засега приложението на хардуер и софтуер с отворен код за научни и изследователски цели е на ранно ниво. Причината е, че все още се смята, че евтиното лабораторно оборудване не е предпоставка за научни изследвания на високо ниво. В редица литературни източници се доказва обаче, че хардуерът с отворен код дава възможност за проектиране на евтино и напълно функционално лабораторно оборудване. Платките за разработка с отворен код обикновено могат да бъдат програмирани с помощта на безплатни интегрирани среди за разработка с отворен код, въпреки че е възможно да се използва и фирмен софтуер.

В доклада са описани два проекта за лабораторно оборудване за студенти по електроника, базирани на платформа Arduino: за наблюдение и контрол на температурата на околната среда и автоматична поливна система. И двата включват често използвани периферни устройства, като индикация, бутони, сензори, релета и изпълнителни механизми и т.н. Използвайки безплатната интегрирана среда за разработка Arduino с отворен код, студентите могат лесно и бързо да ги препрограмират, като проектират различни алгоритми и програми, за да изучават работа на микроконтролерите и използваните периферни модули.

A brief literature review of research and laboratory equipment based on free and open-source hardware and intended for various application areas, such as electronics, psychological, chemistry and biochemistry, biology labs and more, is presented in the paper. For now, the application of open-source hardware and software for scientific and research purposes is at an early level. The reason is that it is still considered that cheap laboratory equipment is not a prerequisite for high-level research. The open-source hardware provides the opportunity to design inexpensive and fully functional laboratory equipment. Open-source development boards are usually possible to be programmed by means of free and open-source integrated development environment, although it is possible to use also proprietary development tools.

Two lab equipment projects for Electronics students based on Arduino platform are described in the paper: for monitoring and control of ambient temperature; automatic irrigation system. Both of them include often used peripherals, like indication, buttons, sensors, relays and actuators, etc. Using the free and open-source Arduino integrated development environment,

the students could easily and quickly reprogram them designing various software algorithms in order to study the operation of the microcontrollers and the used peripheral modules.

## **I.2 НАУЧНА ПУБЛИКАЦИЯ В НЕРЕФЕРИРАНИ СПИСАНИЯ С НАУЧНО РЕЦЕНЗИРАНЕ ИЛИ В РЕДАКТИРАНИ КОЛЕКТИВНИ ТОМОВЕ**

**13. Ранковска, В.** Вариант на автоматизирана програмна система за обучение и тестване на знанията. Десета международна научно-приложна конференция – Електроника – ET 2001”, Созопол, 26-28 септември, 2001 г. кн. 3, стр. 106-110. ISBN 954-9518-17-5

В доклада се представя вариант на автоматизирана програмна обучаваща и тестова система, прилагана в ТУ-Габрово по дисциплината „Микропроцесорна схемотехника“. По отношение на своята структура и организация тя е универсална и може да се прилага и по други дисциплини. Има два режима на работа – авторски и потребителски. Авторският режим позволява въвеждане и редактиране на теоретичен материал, разделен на теми и секции; тестови модели и съдържание; данни за студентите; администраторски опции, например потребители и пароли и др. Потребителският режим има три подрежима: обучителен; обещание и самотестване; тестов. Теоретичният и тестовият материал могат да съдържат текст, формули, изображения с различен формат. Поддържа се съхраняване на статистическа информация при тестване на студентите.

The report presents a version of an automated program training and test system implemented at TU-Gabrovo in the discipline "Microprocessor Circuit Engineering". In terms of its structure and organization, it is universal and can be applied to other disciplines as well. There are two modes of operation - author's and user's. Author mode allows entering and editing theoretical material divided into topics and sections; test patterns and content; student data; admin options such as users data and passwords etc. User mode has three submodes: tutorial; training and self-testing; test. Theoretical and test material may contain text, formulas, images of different formats. Storing statistical information when testing students is supported.

**14. Караилиев, Х., В. Ранковска, А. Тулбенски.** Система за проектиране на цифрови устройства с едночипови микрокомпютри от фамилията PIC16F87x. Сборник доклади на международна научна конференция “Унитех ‘03”, Габрово, 2003 г., том I, стр. I-124 – I-127. ISBN 954-683-167-0

В доклада представена система за проектиране на цифрови и микропроцесорни устройства на базата на микроконтролер PIC16F87x. Тя дава възможност за облекчаване и ускоряване на процеса на проектиране на микропроцесорни системи, както и за онагледяване, изучаване и анализ на техните възможности и режими на работа. Системата е базирана на вътрешно-схемен емулатор на фирмата Microchip, чиито основни режими на работа са: режим на програмиране и режим на апаратно-програмно тестване на проектираната микропроцесорна система. Вътрешно-схемният емулатор се управлява от интегрираната среда за проектиране MPLAB на същата фирма. Режимът на апаратно-програмно тестване предоставя различни възможности за изпълнение на мониторинговата програма, съвместно с проектираната апаратна част: стартиране на програмата в режим на свободно изпълнение; постъпково изпълнение; поставяне на точка на прекъсване при изпълнение на дадено условие; промяна на съдържанието на регистри; измерване на времето за изпълнение на участък от дадена програма и др. Системата включва и два демонстрационни модула – един, съдържащ периферни и комуникационни блокове, и втори, микропроцесорен, който позволява докомплектуването му с разнообразни потребителски дъщерни платки.

The report presents a system for designing digital and microprocessor devices based on the PIC16F87x microcontroller. It makes it possible to speed up and ease the design process of microprocessor systems, as well as to visualize, study and analyze their capabilities and modes of operation. The system is based on Microchip's in-circuit emulator, whose main operating modes are the programming mode and the hardware-program test mode of the designed microprocessor system. The in-circuit emulator is controlled by the same company's integrated design environment MPLAB. The hardware-program testing mode provides various options for executing the monitor program together with the designed hardware part: starting the program in free running mode; step implementation; setting a breakpoint when a given condition is met; changing the contents of registers; measuring the execution time of a section of a given program, etc. The system also includes two demonstration modules - one containing peripheral and communication blocks, and the second, a microprocessor, which allows it to be completed with a variety of custom daughter-boards.

15. Hinov, H. P., **V. Rankovska**. Analysis of an Asymmetric Inverter in Phase Space, ICEST 2004 Conference Proceedings, Bitola, Macedonia, 2004, vol. 1, pp. 403-406. ISBN 9989-786-38-0

Построен е модел на асиметричен инвертор във фазовото пространство. Определени са основните елементи на модела, техните връзки със схемните параметри на инвертора и общият вид на фазовият модел. Описана е динамиката на фазовият вектор и са специфицирани основните инверторни процеси. Обоснована е енергийната интерпретация на комутацията и енергийният баланс в инвертора. Обоснована е диференциална класификация на инверторите.

A model of an asymmetric inverter in phase space is built. The main elements of the model, their relationships with the circuit parameters of the inverter and the general appearance of the FM are defined. The dynamics of the phase vector are described and the basic inverter processes are specified. The energy interpretation of the commutation and energy balance in the inverter is justified. A differential classification of inverters is justified.

16. Караилюев, X., И. Колев, **V. Rankovska**. Методика за оразмеряване на измервател на активна мощност във високочестотни вериги на базата на фототранзисторни и фотодиодни оптрони. Сборник доклади на международна научна конференция "Унитех '04", Габрово, 2004 г., том I, стр. I-231 – I-236. ISBN 954-683-303-7

В редица практически случаи се налага измерване на активната мощност, консумирана в променливотокови вериги с товар, който има чисто активен характер или приблизително може да се счита за такъв. Когато се отнася за оразмеряването на измерватели на активна мощност за средно-честотния диапазон, най-често се реализира измервателно устройство по метода с четириквadranten умножител(и), базирани на ефекта на Хол. При това много често се използват напрежителни и токови трансформатори, които са честотно зависими и трябва да се оразмеряват за всяка конкретна работна честота, което представлява сериозен недостатък, особено ако е необходимо измервателят да работи в широк честотен диапазон. С развитието на оптоелектрониката се създадоха множество фототранзисторни и фотодиодни оптрони, които могат да работят в широк честотен диапазон, и могат сполучливо да се използват като основни градивни преобразувателни елементи при проектиране и изработване на високочестотни измерватели на мощност.

В доклада се дефинират постановката и предпоставките за измерване на ВЧ активна мощност. Разработени са функционалните възможности, блоковата схема и схемно решение на измервател на активна мощност, който може да се използва за широк

честотен диапазон. Представен е принципът на функционирането му. Разработена е графо-аналитична методика за оразмеряване на измервателя на активна мощност във ВЧ вериги, изграден на базата на фототранзисторни или фотодиодни оптрони. Схемното решение и методиката лесно могат да бъдат използвани за разширяване на функционалните възможности и за измерване на консумирана електрическа енергия.

In a number of practical cases it is necessary to measure the active power consumed in alternating current circuits with a load that is purely active in nature or can be approximately considered as such. When it comes to sizing active power meters for the mid-frequency range, a four-quadrant multiplier(s) method based on the Hall effect is most commonly implemented. This often uses voltage and current transformers that are frequency dependent and must be sized for each specific operating frequency, which is a serious disadvantage, especially if the meter needs to operate over a wide frequency range. With the development of optoelectronics, many phototransistor and photodiode optocouplers have been created, which can operate in a wide frequency range, and can be successfully used as the basic blocks of conversion elements in the design and manufacture of high-frequency power meters.

The report defines the setup and prerequisites for measuring HF active power. The functional capabilities, block diagram and schematic solution of an active power meter that can be used for a wide frequency range are developed. The principle of its operation is presented. A grapho-analytical methodology has been developed for sizing the active power meter in RF circuits, built on the basis of phototransistor or photodiode optocouplers. The schematic solution and the methodology can easily be used to expand the functional possibilities and to measure the consumed electrical energy.

17. Караилюев, Х. З., Р. С. Иванов, **В. Ранковска**. WEB-базиран цифров електромер в състава на централизирана информационна система. Сборник доклади на международна научна конференция "Унитех '04", Габрово, 2004 г., том I, стр. I-237 – I-242. ISBN 954-683-303-7

Съществуващото отчитане на разходите на електрическа енергия при битовите консуматори в редица източно-европейски държави е свързано с много технически, експлоатационни и икономически недостатъци. По времето на публикуването на статията, в повечето случаи са използвани индукционни електромери, които имат нисък клас на точност, променят експлоатационните си характеристики с времето, позволяват допускане на грешки при отчитане на показанията им. С развитието на средствата за комуникация се предоставя възможност да се създават централизирани информационни системи, включително в енергетиката, използващи като преносна среда радиомодеми, мобилни терминали (GSM), локални и глобални мрежи.

В настоящия доклад е представено вариантното решение на WEB-базиран цифров електромер, влизащ в състава на централизирана информационна система, която използва като преносна среда Интернет. Схемното решение на цифрово измервателно устройство на еднофазна активна енергия и моментна мощност се базира на специализираната интегрална схема ADE7757 на фирмата Analog Devices. Като управляващо устройство се използва 8-битов микроконтролер PIC16F876, а за комуникация с Интернет - мрежовият интерфейс контролер RTL8019A5 на фирма RealRek.

The existing calculation of the costs of electricity for household consumers in a number of Eastern European countries is associated with many technical, operational and economic shortcomings. At the time of publication of the article, in most cases, induction meters were used, which have a low accuracy class, change their operating characteristics over time, allow making mistakes when reporting their testimony. With the development of means of communication, it is possible to create centralized information systems, including in the energy sector, using radio modems, mobile terminals (GSM), local and global networks as a

transmission medium. The report presents a variant of a WEB-based digital electricity meter, which is part of a centralized information system that uses the Internet as a transmission medium. The schematic solution of a digital measuring device of single-phase active energy and instantaneous power is based on the specialized integrated circuit Analog Devices's ADE7757 IC. An 8-bit microcontroller PIC16F876 is used as a control device, and the network interface controller RTL8019A5 of the RealRek company is used for communication with the Internet.

18. Hinov, H., H. Karailiev, V. Rankovska. Inverter Model and Decomposition in the 3D Space. ICEST 2005 Conference Proceedings, Nish, Serbia and Montenegro, 2005, vol. 1, pp. 229-232. ISBN 86-85195-24-1

Инверторът с транслиране на енергията през магнитна връзка е типичен обект на силовата електроника. В доклада са канонизирани диференциалните му уравнения от трети ранг, които зависят само от два конструктивни параметъра. За първи път е приложена теоремата на резидуумите спрямо нелинеен обект от типа инвертор и той е разложен на компоненти от по-нисък ранг.

Доказана е зависимостта на компонентите единствено от корените на инвертора. Съставен е тримерен фазов модел, който съвместява режимната и енергийната презентации на фазовото пространство. Доказана е теорема за взаимната ориентация на инверторните компоненти във фазовото пространство. Активността на отделните компоненти е обусловена от разпределението на стартовата енергия.

Представен е преходният процес и установеният режим на инвертора като сума от съответните процеси на компонентите. Инверторните компоненти са обособени като елементарни инвертори.

The inverter with the translation of the energy through a magnetic link is a typical object of power electronics. Its third-order differential equations, which depend on only two design parameters, are canonized. For the first time, the residue theorem is applied to a nonlinear inverter-type object and it is decomposed into lower-rank components.

The dependence of the components only on the roots of the inverter is proven. A three-dimensional phase model is constructed that reconciles the mode and energy presentations of the phase space. A theorem for the mutual orientation of the inverter components in the phase space is proved. The activity of the individual components is determined by the distribution of the starting energy.

The transient process and the established inverter mode as a sum of the respective component processes are presented. Inverter components are classified as elementary inverters.

19. Hinov, H., H. Karailiev, V. Rankovska. Short Cycle Inverter. ICEST 2005 Conference Proceedings, Nish, Serbia and Montenegro, 2005, vol. 1, pp. 245-248. ISBN 86-85195-24-1

Серийният инвертор е източник на високочестотна енергия и основен обект на изследване в силовата електроника. Четирите параметъра на веригата се заменят само с две координати на инвертора: затихване и фаза, което съответства на ранга на диференциалното уравнение и канонизира визията за процесите в инвертора. Диференциалната връзка между напрежението на кондензатора и тока се представя чрез сложна функция, която представя енергията в инвертора.

Синтезирана е инверторна функция, представяща електромагнитните процеси през целия период на работа. Инверторната функция е адаптирана към условията на стационарния режим, чрез който е формулирана.

Моделирани са функционалните резултати във фазовото пространство. Фазовият модел дава възможност да се формулира балансът между редуцирането на режима, дължащо се на затихването и неговата комутационна компенсация.

Синтезирана е режимно-енергийна карта, включваща напрежението, тока и енергията на инвертора в стационарен режим, което е функция на инверторните координати. Картата представя натоварването и честотните характеристики на инвертора.

Конвенционалното решение на диференциалните уравнения е заменено от енергийната връзка на фазовия модел. Доказана е уникална формула за мощността на инвертора, при която тя не зависи от тока. Създаден е алтернативен метод за изчисляване на инвертора.

The series inverter is a source of high-frequency energy and a fundamental object of research in power electronics. The four circuit parameters are replaced by only two inverter coordinates: attenuation and phase, which corresponds to the rank of the differential equation, and canonizes the vision about the processes in the inverter. The differential relation between the capacitor voltage and the current is presented by means of a complex function, which represents the energy in the inverter.

An inverter function has been synthesized, presenting the electromagnetic processes over the entire operation period. The inverter function has been adapted to the conditions of the stationary mode, through which it is formulated.

The functional results have been modeled in the phase space. The phase model makes it possible to formulate the balance between the mode reduction, due to the attenuation and its commutation compensation.

A mode-energy map has been synthesized, comprising the voltage, current and energy of the inverter in stationary mode, which is functions of the inverter, coordinates. The map presents the inverter load and frequency characteristics.

The conventional solution of the differential equations has been replaced by the energy connection of the phase model. A unique formula for the inverter power has been proved, whereby it is not dependent on current. An alternative method for calculating the inverter has been established.

20. Karailiev, H., V. Rankovska, Synthesizing Sine Wave Signals Based on Direct Digital Synthesis Using Field Programmable Gate Arrays. ICEST 2007 Conference Proceedings, vol. 2, pp. 637-640, Ohrid, Macedonia, 2007. ISBN 9989-786-06-2

Методът за директен цифров синтез на сигнали с произволна форма е известен отдавна, като дълго време широкото му прилагане се възпрепятства от ниското ниво на развитие на технологиите. Известни са различни методи за генериране на сигнали с различна форма – аналогови и цифрови, като DDS методът има редица предимства пред тях: висока разделителна способност по честота и фаза; възможност за изключително бърз преход към друга честота, с непрекъсваема фаза; много малка стъпка за пренастройка на честотата; цифровата реализация предполага лесно осъществяване на микропроцесорно управление. Тези предимства определят нарастващото му приложение при реализация на функционални генератори, различни видове модуляции в комуникациите и др.

В доклада се представя проектиране и реализация на синтезатор на синусоидален сигнал на базата на метода за директен цифров синтез и програмируеми логически устройства от типа FPGA. Прави се анализ на технологията за проектиране на устройства и системи на базата на FPGA на фирмата Altera, тъй като в момента на публикуване на доклада приложението на програмируема логика в България е сравнително в началото си. Даден е процесът на проектиране на таблицата със стойностите, описващи синусоидалния сигнал – моделиране на синусоидалния сигнал, анализ на резултата и получаване на стойностите за файла, предназначен за постоянната памет на DDS генератора. Проектирана е цифровата част на генератора и са представени симулационни резултати

в програмна среда Quartus II. Тестването на проекта е извършено с развойна система TREN C1.

The method of direct digital synthesis (DDS) of signals of arbitrary shape has been known for a long time, but its wide application was hindered by the low level of technology development. Various methods are known for generating signals of different shapes - analog and digital, and the DDS method has a number of advantages over them: high frequency and phase resolution; the possibility of an extremely fast transition to another frequency, with an uninterrupted phase; very small frequency readjustment step; digital implementation implies easy implementation of microprocessor control. These advantages determine its growing application in the implementation of function generators, various types of modulations in communications, etc.

The report presents the design and implementation of a sinusoidal signal synthesizer based on the direct digital synthesis method and programmable logic devices of the FPGA type. Initially, an analysis of the technology for the design of devices and systems based on the Altera's FPGA circuits is carried out, since at the moment of the paper publishing the application of programmable logic in Bulgaria is relatively at its beginning. The process of designing the table of values describing the sinusoid is given - modeling the sinusoidal signal, analyzing the result and obtaining the values for the file destined for the read-only memory of the DDS generator. The digital part of the generator is designed and simulation results are presented in the Quartus II programming environment. Project testing was performed with a TREN C1 development system.

**21. Rankovska, V.** Design of Sine/Cosine Synthesizer Using Vector Rotation Approach with Angle Recoding. "Electronics – ET 2008" Conference Proceedings, Sozopol, 2008, Book 3, pp. 67-72. ISSN 1313-1842

Методът за директен цифров синтез е съвременен метод за генериране на сигнали с произволна форма, който непрекъснато се развива и намира все по-широко приложение поради своите безспорни предимства. По времето на публикуване на доклада повечето реализации на DDS синтезатори са под формата на специализирани интегрални схеми. С навлизането при проектирането на цифрови устройства и системи на програмируемите логически устройства - FPGA и CPLD, тези методи могат да получат още по-широко развитие и приложение.

В доклада се прави анализ на метода с векторна ротация и прекодиране на ъглите. Изяснена е разликата между него и алгоритъма CORDIC за реализация на DDS синтезатори на честоти. Разработена е методика за проектиране на DDS синтезатор на синусоидален/ косинусоидален сигнал на базата на метода и с използване на програмируеми логически устройства FPGA архитектура.

При използване на метода с векторна ротация с прекодиране на ъглите на завъртане на базата на програмируеми логически устройства FPGA за генериране на sine/cosine сигнал в сравнение с алгоритъма CORDIC се постига:

1. Намаляване на апаратната част: поради начина на определяне на посоката на текущата ротация; обединяването на крайните стъпала, при необходимост от генериране само на  $\sin$  или  $\cos$  сигнал.

2. При обединяване на крайните  $m$  стъпала се намалява времето за преминаване на данните през информационния канал.

3. Методът позволява да се реализират прецизни  $\sin/\cos$  генератори на базата на FPGA, на които поради тяхната структура, е присъща възможността за паралелни изчисления.

4. Реализацията на метода на базата на FPGA позволява вариантност на решенията на  $\sin/\cos$  генератори, използващи различни ресурси на елементната база – PLL блокове, апаратни умножители и др.

The method of direct digital synthesis is a modern method of generating signals of arbitrary shape, which is constantly developing and finding more and more widespread application due to its indisputable advantages. At the time of publication of the report, most implementations of DDS synthesizers are in the form of specialized integrated circuits. With the entry into the design of digital devices and systems of programmable logic devices - FPGA and CPLD, these methods can receive even wider development and application.

The paper analyzes the vector rotation with angle recoding method. The difference between it and the CORDIC algorithm for the implementation of DDS frequency synthesizers is clarified. A methodology has been developed for the design of a DDS synthesizer of a sine/cosine signal based on the method and using programmable logic devices with FPGA architecture.

Using the FPGA-based vector rotation with angle recoding method to generate a sine/cosine signal compared to the CORDIC algorithm achieves:

1. Reduction of the hardware: due to the way of determining the direction of the current rotation; the unification of the final stages, if it is necessary to generate only a sin or cos signal.
2. When combining the final  $m$  steps, the time for the data to pass through the information channel is reduced.
3. The method allows to realize precise sin/cos generators based on FPGA, which, due to their structure, have the possibility of parallel calculations.
4. The implementation of the method on the basis of FPGA allows variability of solutions of sin/cos generators, using different resources of the element base – PLL blocks, hardware multipliers, etc.

**22. Ранковска, В., Х. Кара依иев.** Проектиране на цифрови устройства и системи на базата на програмируеми логически устройства. сп. «Е+Е», бр.1-2, 2011, стр. 8-15. ISSN 0861-4717

В статията е отразено съвременното състояние на развитието на перспективна елементна база, каквато са програмируемите логически устройства с FPGA архитектура. Представени са характеристиките, ресурсите и възможностите на най-новите FPGA схеми на двете водещи фирми-производители – Xilinx и Altera. Систематизирани са основни техни предимства пред традиционната елементна база.

Представена е съвременната технология за проектиране на тяхна база, като е отделено особено място на симулацията на проекта като важен етап при неговата верификация, гарантиращ до голяма степен работоспособността на последващата практическа реализация.

Като примери за апаратни средства за проектиране с разнообразни функционални възможности според областта на приложение на проекта са систематизирани тези на фирмата Altera, което дава представа за широкия спектър от апаратни средства, предлагани от производителите на FPGA схеми.

The modern state of a perspective devices development as Field-Programmable Gate Arrays (FPGA ) is presented in the present article. The newest FPGA devices of the biggest manufactures – Xilinx and Altera, are examined. The most important of their features, resources and advantages are summarized. The various series and families are intended for a wide range of applications: low-power and high-speed serial connectivity, embedded systems, digital signal processing, etc.

Modern design technology using integrated development software is examined. Altera's software Quartus II has been used as an example. It helps the designer on every stage of the designing process: entering and editing the project, compilation, simulation and programming the FPGA. The design can be entered using either Hardware Description Language (HDL), or a block editor built in Quartus II. The designer can also use a library of ready to use components. Algorithms of the design process and an important stage of it – simulation of the design operation, are summarized.



Development boards of Altera has been systematized as examples of development hardware according to the application and complexity of the design.

**23. Ранковска, В.** Микропроцесорни ядра за сложни програмируеми логически матрици. Сборник доклади на Международна Научна Конференция Унитех'11, Габрово: УИ „Васил Априлов”, 2011, том I, стр. I-186 – I-191. ISSN 1313-230X

Възникването и бързото развитие на програмируемите логически устройства се оказва важна предпоставка за използване на нова елементна база с редица предимства при реализация на вградени микропроцесорни системи. Повишаването на логическия капацитет и производителността, увеличаването на набора от вградени функционални блокове, като апаратни умножители, високо-скоростни интерфейси, блокове за цифрова обработка на сигнали и др., дават възможност в една интегрална схема да се реализира голям обем от цифровата част на дадено устройство или система.

В настоящия доклад се прави класификация на видовете микропроцесорни ядра, използвани в сложните програмируеми логически матрици (СПЛМ) при проектиране на вградени микропроцесорни системи, с техните предимства и недостатъци. Обобщени са основните характеристики и функционални възможности на микропроцесорни ядра на водещи производители на FPGA схеми. Систематизирани са основни съображения и етапи при проектиране на програмни микропроцесорни ядра за СПЛМ.

The emergence and rapid development of programmable logic devices is an important prerequisite for using a new element base with a number of advantages in the implementation of embedded microprocessor systems. Increasing the logic capacity and performance, increasing the set of built-in functional blocks, such as hardware multipliers, high-speed interfaces, digital signal processing blocks, etc., make it possible to implement a large volume of the digital part of a given device or system.

The present report classifies the types of microprocessor cores used in complex programmable logic arrays with FPGA architecture in the design of embedded microprocessor systems, with their advantages and disadvantages. The main characteristics and functional capabilities of microprocessor cores of leading manufacturers of FPGA circuits are summarized. Basic considerations and stages in the design of programmable microprocessor cores for SPLM are systematized.

**24. Rankovska, V.** FPGA (Field Programmable Gate Arrays) – based System-on-a-Programmable-Chip Development for Educational Purposes. ICEST 2012 Conference Proceedings, vol. 2, Sofia, pp. 489-492, ISBN: 978-619-167-003-1

Използването на микропроцесорни ядра в програмируема логика предоставя възможност за реализация на вградени системи със значителни предимства при проектирането на микропроцесорни устройства и системи, съдържащи голям обем цифрова апаратна част или при необходимост от множество периферни блокове (както еднотипни, така и с разнообразни функции), някои от които липсват при класическите микроконтролери. В настоящия доклад се предлага подход за усвояването на технологията на проектиране на вградени микропроцесорни системи с използване на програмируема логика и готови микропроцесорни ядра. Прави се сравнителен анализ на основните характеристики и функционални възможности на софтуерни процесорни ядра за FPGA схеми на фирмата Altera (понастоящем на Intel). Систематизирана е технологията на проектиране на системи в програмируем чип (SOPC) с използване на софтуерни микропроцесорни ядра и програмния модул SOPC Builder на интегрираната среда за проектиране Quartus II. Проектирана е микропроцесорна система с елементарни функции за учебни цели. За реализацията ѝ се използва софтуерният процесор Nios II на Altera, и развойната система DE2-70 на фирмата Terasic Technologies.

The use of microprocessor cores in programmable logic provides an opportunity for the implementation of embedded systems with significant advantages in the design of microprocessor devices and systems containing a large volume of digital hardware or, if necessary, multiple peripheral units (both of the same type and with diverse functions), some of which are missing in classic microcontrollers. This report proposes an approach to studying the design technology of embedded microprocessor systems using programmable logic and microprocessor cores. A comparative analysis is made of the main characteristics and functional features of software processor cores for FPGA circuits of Altera (currently Intel). The system-on-programmable-chip (SOPC) design technology using software microprocessor cores and the SOPC Builder program module of the Quartus II integrated development environment is systematized. A microprocessor system with elementary functions was designed for educational purposes. It is implemented using Altera's Nios II software processor and the Terasic Technologies DE2-70 development system.

**25. Rankovska, V.** Teaching FPGA-Based CPU Cores and Microcontrollers. ICEST 2013 Conference Proceedings, vol. 2, Ohrid, Macedonia, pp. 835-838, ISBN: 978-9989-786-89-1

Навлизане на програмируемата логика в областта на цифровата и микропроцесорна схемотехника води до необходимостта студентите да се запознаят с нейните възможности за реализация на вградени системи.

В настоящия доклад се предлага методика за изучаване на проектирането на МП ядра и системи с елементарни функции за учебни и научно-изследователски цели. Систематизирани са необходимите знания, навици и умения, които трябва предварително да имат студентите и които са свързани с: елементната база и базови схемни решения на цифровата схемотехника; архитектура и принципи на функциониране на хипотетичен микропроцесор, микроконтролер, вградена система; архитектура, градивни блокове и принципи на функциониране на конвенционални микроконтролери с общо предназначение; програмиране на асемблерен език и езици от високо ниво.

Предлага се последователност на усвояване на проектирането на микропроцесорни ядра и системи, с нарастваща сложност, която включва най-общо следните етапи:

1. Използване на програмен модул SOPC Builder на програмен продукт Quartus II Web Edition за генерирането на микропроцесорна система с използване на готови библиотечни компоненти. Този етап включва изучаване на архитектурата, функционалните възможности и начините за конфигуриране на програмното микропроцесорно ядро Nios II на фирмата Altera.
2. Проектиране на процесорно ядро с минимален набор операции и периферия, започвайки с аритметично-логическо устройство, като моделирането се извършва с език VHDL.
3. Анализ и изследване на възможностите на готово микропроцесорно ядро с проста архитектура. Този последен етап представлява изключително сложен процес поради което може да се прилага в дейности, като извънаудиторна самостоятелна работа или работа в екип към края на курса на обучение, практики, курсово и дипломно проектиране. За целта е удобно да се използва софтуерно ядро с отворен код и сравнително прости функции.

Учебният процес се провежда с използване на FPGA схеми на фирмата Altera, програмния продукт Quartus II Web Edition и развойни системи TREN C1 и DE2-70, съдържащи съответно FPGA Cyclone и Cyclone II.

Introduction of programmable logic in the field of digital and microprocessor circuit engineering leads to the need for students to study its possibilities for the implementation of embedded systems.

This report proposes a methodology for studying the design of CPU cores and systems with elementary functions for educational and research purposes. Systematized are the necessary knowledge, habits and skills that the students must have in advance and which are related to: the element base and basic circuit solutions of digital circuit technology; architecture and principles of operation of a hypothetical microprocessor, microcontroller, embedded system; architecture, building blocks and principles of operation of conventional general purpose microcontrollers; programming in assembly language and high-level languages.

A sequence of studying the design of microprocessor cores and systems is offered, with increasing complexity, which generally includes the following stages:

1. Using the SOPC Builder program module of the Quartus II Web Edition software to generate a microprocessor system using ready-made library components. This stage includes studying the architecture, functional capabilities and configuring Altera's Nios II programmable microprocessor core;

2. Designing a processor core with a minimal set of operations and peripherals, starting with an arithmetic-logic unit, and modeling is done with VHDL language;

3. Analysis and study of the capabilities of a ready-made microprocessor core with a simple architecture. This last stage is an extremely complex process, that is why it can be applied in activities such as extracurricular independent work or team work towards the end of the training course, practices, course and final projects. For this purpose, it is convenient to use an open source software core and relatively simple functions

The tutorial is conducted using Altera's FPGA circuits, Quartus II Web Edition software, and TREX C1 and DE2-70 development systems containing Cyclone and Cyclone II FPGAs, respectively.

26. Karailiev, V., V. Rankovska, New approach for designing high-performance controllers in electrical drives systems using Programmable Logic Devices. ICEST 2013 Conference Proceedings, vol. 2, Ohrid, Macedonia, pp. 717-720, ISBN: 978-9989-786-89-1

Повече от 90% от електрозадвижванията в света са с асинхронни двигатели, но специално в транспорта те дълго време не са намерили приложение поради специфичните високи изисквания към тяговите електрозадвижвания. Необходимостта от плавно регулиране на скоростта в много широк диапазон, изискванията за голям пусков момент и високи енергетични показатели са били пречка за внедряване на асинхронните двигатели в автомобилния и електрическият транспорт. Едва в последните двадесет години, благодарение на развитието на силовата електроника и микропроцесорна техника, асинхронните електрозадвижвания станаха конкурентни на постояннотоковите.

В настоящия доклад е изложен един вариант на базата на нов подход за проектиране на високоефективни управляващи устройства в системите за електрозадвижвания, използващ най-нова елементна база, каквато са програмируемите логически устройства.

Систематизирани са основните функции, изпълнявани от управлението на електромеханична система със затворен цикъл на работа, като: пускане, спиране и реверсиране посоката на въртене; поддържане на зададени стойности на координатите; блокировки, изключващи възникването на аварийни и аномални режими и др.

Обосновани са недостатъците на традиционно използваните до момента управляващи устройства, като микроконтролери и DSP, които не им позволяват постигане на оптимума при проектиране на високоефективни такива, като: невъзможност за паралелна обработка на информацията, което не позволява реализиране на алгоритми с предсказване; в сложни системи, работещи в режим на реално време е затруднена обработката на прекъванията, което може да доведе до намаляване на надеждността; ограничен обем ресурси, което затруднява реализацията на сложни системи; за повечето ресурси на микроконтролера има само една тактова честота; липса на диференциални входове и изходи, което води до ниска шумоустойчивост и др.

Систематизирани са основни критерии за избор на програмируеми логически устройства въз основа на техните характеристики, параметри, градивни блокове (освен логически капацитет с общо предназначение, също и DSP блокове и апаратни умножители, PLL/DLL блокове, АЦП, блокове за последователен обмен, и др.) и е представена технологията и основни средства за проектиране на такава система на базата на програмируема логика.

More than 90% of electric drives in the world are with asynchronous motors, but especially in transport they have not found application for a long time due to the specific high requirements for traction electric drives. The need for smooth speed regulation in a very wide range, the requirements for a large starting moment and high energy performance have been an obstacle to the implementation of asynchronous motors in automobile and electric transport. Only in the last twenty years, thanks to the development of power electronics and microprocessor technology, asynchronous electric drives have become competitive with direct current.

In this report, a variant is presented based on a new approach to design high-performance control devices in electric drive systems, using a innovative element base such as programmable logic devices.

The main functions performed by the EMC control with a closed cycle of operation are systematized, such as: starting, stopping and reversing the direction of rotation; maintaining set coordinate values; interlocks, excluding the occurrence of emergency and abnormal modes, etc.

The shortcomings of the control devices traditionally used until now, such as microcontrollers and DSPs, which do not allow them to achieve the optimum when designing highly efficient ones, are substantiated, such as: there is no possibility of parallel processing of information, which does not allow the implementation of predictive algorithms; in complex systems operating in real-time mode, the processing of interruptions is difficult, which can lead to a decrease in reliability; limited amount of resources, which makes it difficult to implement complex systems; for most microcontroller resources there is only one clock frequency; lack of differential inputs and outputs, which leads to low noise immunity, etc.

Basic criteria for selecting PLDs based on their characteristics, parameters, building blocks (besides general-purpose logic capacity, also DSP blocks and hardware multipliers, PLL/DLL blocks, ADCs, serial exchange blocks, etc.) are systematized, and the technology and basic tools for designing such a system based on programmable logic are presented.

**27. Ранковска, В.** Апаратни FPGA-базирани системи в чип (System-on-Chip - SoC). Сборник доклади на Международна Научна Конференция Унитех'13, Габрово: УИ „Васил Априлов”, 2013. том I, стр. I-185 – I-189. ISSN 1313-230X

Бързото развитие на програмируемата логика води до нови предизвикателства в областта на вградените микропроцесорни системи. Съществуват различни видове микропроцесорни ядра за програмируема логика от типа FPGA (Field-Programmable Gate Arrays), като според вида на реализацията си те се разделят на апаратни и програмни.

В настоящия доклад се прави сравнителен анализ на функционалните възможности, характеристики и параметри на съвременни FPGA-базирани микропроцесорни системи в чип с използване на апаратни процесорни ядра, на водещи производители на FPGA схеми, с цел приложението им в учебния процес и изследователска дейност. Най-важните им предимства са тяхната по-голяма компактност и бързодействие, както и наличните апаратни и програмни средства за развитие.

The rapid development of programmable logic leads to new challenges in the field of embedded systems. There are different types of microprocessor cores for programmable logic of the FPGA (Field-Programmable Gate Arrays) type, and according to the type of implementation, they are divided into hardware and software.

In the present paper, a comparative analysis of the functional capabilities, characteristics and parameters of modern FPGA-based microprocessor systems on a chip using hardware processor cores, of leading manufacturers of FPGA circuits, is made, with the aim of their application in the education and research. Their most important advantages are: the less space they take in the chip, high operating frequencies, as well as the available hardware and software development tools.

28. **Rankovska, V.** A Case-Study Approach in Microcontroller Education. ICEST 2014 Conference Proceedings, vol. 2, Nish, Serbia, pp. 299-302, ISBN: 978-86-6125-109-2

Обучението в областта на микропроцесорната схемотехника е съпътствано с проблеми, произтичащи от различни фактори, които най-общо се свеждат до абстрактната и усложняваща се архитектура на съвременните микроконтролери и тяхното програмно управление и нагласите и мисленето на настоящите и идващите поколения обучаеми, които се стремят към постигане на бързи и очевидни резултати. Същевременно при навлизането в микроконтролерите е много трудно да се оцени веднага крайното им приложение, а това допълнително намалява мотивацията на обучаемите. Едно по-просто микропроцесорно устройство, но предназначено за реално приложение, може да има не особено сложна принципна електрическа схема, но се управлява от програма, състояща се (ако е на Асемблер) примерно от 100-200 реда.

В настоящия доклад се разглежда приложението на проблемно-ориентирания подход в обучението по микропроцесорна схемотехника за студенти от специалност „Електроника“. Представя се кратък обзор върху съвременните тенденции в обучението по микропроцесорна схемотехника. Обосновава се приложението на проблемно-ориентирания подход в обучението.

Проектирането на един учебен курс касае най-общо два аспекта: структурирането и съдържанието му и неговото методическо осигуряване. В тази връзка в доклада са отразени промените, които са направени в курса по „Микропроцесорна схемотехника“ при неговото обновяване, с цел засилване на практическата му насоченост и ангажираността на студентите. В допълнение на универсалните развойни системи, са разработени макети с различно предназначение, като: управление на светофарна уредба, макет за управление на постоянно-токов електромотор, електронен бадж и др. Те са репрограмирани, което дава възможност на студентите да реализират разнообразно алгоритмично и програмно осигуряване и да оценят крайния резултат в течение на едно или две лабораторни упражнения, Това от своя страна повишава тяхната удовлетвореност от извършената работа.

Education in the field of microprocessor circuit engineering is accompanied by problems arising from various factors, which generally boil down to the abstract and increasingly complex architecture of modern microcontrollers and their program management, and the attitudes and mindsets of current and future generations of learners who aspire to achieving quick and obvious results. At the same time, when entering microcontrollers, it is very difficult to immediately evaluate their final application, and this further reduces the motivation of learners. A simpler microprocessor device, but intended for real application, has a not very complicated electrical circuit, but is controlled by a program consisting (if in Assembler) of about 100-200 lines.

The present report examines the application of the problem-oriented approach in teaching microprocessor circuit engineering for students of Electronics at the Technical University - Gabrovo. A brief overview of current trends in microprocessor circuit training is presented. The application of the problem-oriented approach in education is justified.

The design of a study course generally concerns two aspects: its structuring and content and its methodological provision. In this regard, the report reflects the changes that were made in

the "Microprocessor circuits" course during its renewal, with the aim of strengthening its practical orientation and student engagement. In addition to the universal development systems, models with different purposes have been developed, such as: control of a traffic light system, a model for controlling a direct-current electric motor, an electronic badge, etc. They are reprogrammable, which gives students the opportunity to implement a variety of algorithmic and software solutions and evaluate the final result during one or two laboratory exercises. This, in turn, increases their satisfaction with the work done.

**29. Rankovska, V.** On Cloud Computing in Engineering Education. ICEST 2015 Conference Proceedings. Sofia, Bulgaria. pp. 325-328, ISBN: 978-619-167-182-3

Съществуването на Интернет и развитието на компютърната, мултимедийната техника и мобилните устройства промениха мисленето, нагласите, начините за възприемане, обработване и приложение на необходимата информация от страна на студентите. Основният недостатък на тези ресурси обаче, е високата цена при комбиниране на „идеалния“ набор от компютърни, комуникационни и мултимедийни и други дигитални устройства, което ограничава възможностите за приложението им. Ето защо наред с „умните“ дигитални средства се развиват и прилагат също и виртуални Интернет среди и приложения, които разширяват възможностите за електронно обучение.

В настоящия доклад се отделя внимание на приложението на Интернет и софтуерни платформи за успешно ангажиране на вниманието на обучаемите и повишаване на ефективността на обучението и по-конкретно на иновативните облачни технологии.

Облачните изчисления (Cloud computing – CC) се състоят в предоставяне на споделени изчислителни ресурси и софтуер чрез браузър, при което се задоволяват изчислителни потребности, като необходимият софтуер и потребителски данни се съхраняват на отдалечени сървъри. Реализират се на няколко нива, като основните са инфраструктурно, платформено и приложно. В доклада се систематизират основни характеристики на CC, прави се кратък литературен обзор върху полезни практики в различни университети и се представят примерни приложения.

The existence of the Internet and the development of computers, multimedia equipment and mobile devices have changed students' thinking, attitudes, ways of perceiving, processing and applying the necessary information. The main "disadvantage" of these resources, however, is the high cost when combining the "ideal" set of computer, communication and multimedia and other digital devices, which limits the possibilities of their application. That is why, along with "smart" digital tools, virtual Internet environments and applications are also being developed and implemented, which expand the possibilities for e-learning.

This report focuses on the application of the Internet and software platforms to successfully engage learners' attention and increase learning effectiveness, and specifically on innovative cloud technologies.

Cloud computing consists of providing shared computing resources and software through a browser, in which computing needs are met, with the necessary software and user data being stored on remote servers. They are implemented at several levels, the main ones being infrastructural, platform and application. The report systematizes main features of cloud computing, makes a brief literature review on useful practices in various universities and presents some sample applications.

**30. Rankovska, V.** Using Wireless Interfaces in a Smart Home Model. ICEST 2016 Conference Proceedings, Ohrid, Macedonia. pp. 325-328, ISBN-10 9989-786-78-X, ISBN-13 978-9989-786-78-5, EAN 9789989786785

В доклада се представя модел на умна къща, предназначен за учебни цели.

Обобщени са основните критерии и характеристики, които определят една сграда като „интелигентна“, както и степента на „интелигентност“ на компонентите и услугите в нея.

Управляващият блок на микропроцесорната система е Arduino платка, с възможност за дистанционно Android базирано управление, като се ползва готово приложение. Набляга се на приложението на безжични интерфейси за управление на различни обекти и събиране на информация от сензорни блокове в дома, предвид характера на обекта, който се управлява. Реализирани са функции, включващи безжична комуникация, като: контрол на достъпа с радиочестотна идентификация; управление на гаражна врата и интериорни устройства през блутут интерфейс; дистанционно управление през Wi-Fi интерфейс и др. Макетът дава възможности на студентите за изследване и изучаване на използваните интерфейси и протоколи за обмен на данни, както и за проектиране на алгоритмично и програмно осигуряване за тях.

The report presents a model of a smart house designed for educational purposes.

The main criteria and characteristics that define a building as "intelligent" are summarized, as well as the degree of "intelligence" of its components and services.

The control unit of the microprocessor system is an Arduino board, with the possibility of remote Android-based control using a ready-made application. Emphasis is placed on the application of wireless interfaces to control various objects and collect information from sensor units in the home, given the nature of the object being controlled. Functions including wireless communication have been implemented, such as: access control with radio frequency identification; control of garage door and interior devices via bluetooth interface; remote control via Wi-Fi interface, etc. The model provides opportunities for students to research and study the used data exchange interfaces and protocols, as well as to design algorithms and software for them.

31. **Rankovska, V., S. Rankovski.** A Short Survey on Wireless Interfaces in Embedded Systems. ICEST 2017 Conference Proceedings, Nish, Serbia, pp. 443-446. ISSN: 2603-3259 (Print) ISSN: 2603-3259 (Online)

Обект на настоящия доклад са безжични интерфейси, подходящи за приложение във вградени микропроцесорни системи, бързо развиващи се и все по-широко използвани, в области, като домашна и сградна автоматизация, Интернет на нещата, свързаност на съвременните автомобили и др. Направен е сравнителен анализ на основните характеристики и параметри на разпространени безжични интерфейси: IrDA, Bluetooth, ZigBee, RFID и NFC, Z-Wave и WiFi. Представен е накратко принципа им на функциониране и топология на свързване. Анализирани са техните предимства и недостатъци, ограничения и потенциални области на приложение в контекста на архитектурата на една вградена система, както и на потенциалните ѝ приложения.

The subject of this paper are wireless interfaces suitable for application in embedded microprocessor systems, rapidly developing and increasingly widely used, in areas such as home and building automation, Internet of Things, connectivity of modern cars, etc. A comparative analysis of the main characteristics and parameters of common wireless interfaces was made: IrDA, Bluetooth, ZigBee, RFID and NFC, Z-Wave and WiFi. Their principle of operation and connection topology is briefly presented. Their advantages and disadvantages, limitations and potential areas of application are analyzed in the context of the architecture of an embedded system, as well as its potential applications.

32. Rankovska, V., S. Rankovski. Microprocessor Development System Applying a Multifunctional Demonstration Board. ICEST 2019 Conference Proceedings, Ohrid, North Macedonia. Издателство на ТУ – София, 2019. pp. 414-417. ISSN: 2603-3259 (Print) ISSN: 2603-3267 (Online)

Най-общо аппаратните развойни средства за целите на обучението по микропроцесорна схемотехника и вградени микропроцесорни системи могат да се разделят на два основни типа, в зависимост от тяхната сложност: сложни развойни системи, които съдържат широк набор от периферни блокове – входни устройства, дисплеи, интерфейсни блокове, сензорни блокове и др. и развойни платки без почти никаква периферия, предназначение за добавяне на допълнителни модули, шийлдове и др. Използването на втория тип развойни средства в обучението, свързано с микроконтролери и вградени системи, е напълно обосновано в случаите на изучаване на различни микроконтролери (включително с различно ниво на сложност).

В настоящия доклад се предлага микропроцесорна развойна система, базирана на мултифункционалната демонстрационна платка, дадена в [1]. Тя е предназначена за обучение по Микропроцесорна схемотехника и Вградени микрокомпютърни системи за студенти от специалност Електроника“ (понастоящем „Промислена и автомобилна електроника“), в които се изучават различни 8-, 16- и 32-разрядни микроконтролери. Работата ѝ е тествана с развойни платки, базирани на среден клас микроконтролери и на такива с ARM ядро: Arduino Uno (AVR ядро), PIC32-PINGUINO OTG (PIC32 ядро) и Nucleo L476RGT (микроконтролер STM32L476RGT6 с ARM ядро). Целта е тя да бъде сравнително универсална. Освен демо-модула, проектираната развойна система включва също входно-изходни и изпълнителни устройства, като матрична клавиатура, няколко типа маломощни електромоторчета, матрична светодиодна индикация.

In general, the hardware development tools in microcontroller and embedded systems teaching could be divided into two major groups in relation to their complexity: more complex development tools, containing a wide range of peripheral blocks - input devices, displays, interfaces, sensor blocks, etc.; development boards almost without peripheral blocks, adapted to add various additional modules, shields, click-boards, etc. Applying the second variant in the microcontroller and embedded systems education is motivated in the case of using several types of microcontrollers with different level of complexity.

A microprocessor development system based on the multifunctional demonstration board [1] is presented in the paper. It is to be used in Microprocessor circuits and Embedded systems courses at the Bachelor degree of Electronics (presently Industrial and Automotive Electronics), where various 8-, 16- and 32-bit microcontrollers are studied, but also could be useful in other disciplines. Thus, the goal is the system to be comparatively “universal” and to be controlled by various microcontroller development boards. It has been tested with several development boards and some results using Nucleo L476RGT with 32-bit ARM-based STM32L476RGT6 microcontroller are presented. In addition to the demo module, it also includes input-output devices and actuators, such as a matrix keyboard, several types of low-power electric motors, and a matrix LED display.



## II. УЧЕБНИЦИ И УЧЕБНИ ПОСОБИЯ

### II.1 Учебници

**У1. В. Ранковска.** Микропроцесорна схемотехника. Габрово, УИ „Васил Априлов”, 2012. ISBN 978-954-683-478-2

Настоящият учебник по дисциплината „Микропроцесорна схемотехника” е предназначен за студенти от специалност „Електроника”, ОКС „бакалавър” на Технически Университет – Габрово. Теми 1 и 2 са въвеждащи в дисциплината, като запознават читателя с основни въпроси и термини от областта на микропроцесорната схемотехника – микропроцесор, микроконтролер, микропроцесорна система, видове организация на паметта и архитектури на микропроцесори. Разглеждат се подробно структурни схеми на микроконтролерите от фамилията PIC16 и на микропроцесора – ядрото на микроконтролера. Обяснява се механизмът на конвейерно изпълнение на инструкциите. В теми 3 и 4 се разглежда организацията на паметта, методите за адресирането ѝ и асемблерния език за микроконтролери PIC16, с цел познаването им при разглеждането на приложените примерни програми по-нататък в отделните теми, а и в провежданите паралелно с тях лабораторните упражнения. Теми 5 до 10 са посветени на периферните блокове на микроконтролерите PIC16. Разглеждат се техните основни функционални възможности и характеристики, режими на работа, приложение. Изложението е съпроводено с множество структурни схеми, времедиаграми, поясняващи режимите им на работа, програмни фрагменти за конфигурирането и използването им. В тема 11 се разглеждат специалните характеристики на микроконтролерите PIC16 - начини за установяване в начално състояние, обслужване на прекъсвания, режими на тактов генератор и др. В тема 12 се прави подробно сравнение на структурата, функционалните възможности и характеристики на PIC16 с тези на все по-широко използваните микроконтролери PIC18. Последната тема е посветена на някои начини за осъществяване на връзка на микроконтролерите с околния свят. Разглеждат се съвременни интерфейси, използвани в микропроцесорната схемотехника, за реализацията на които в повечето случаи (с изключение на USB и CAN) микроконтролерите от фамилията PIC16 и PIC18 за сега нямат съответни вградени периферни блокове.

This textbook on the discipline "Microprocessor circuits" is intended for the students of the bachelor's degree of "Electronics" of the Technical University - Gabrovo. Section 1 and 2 are introductory to the discipline, introducing the reader to basic questions and terms from the field of microprocessor circuits - microprocessor, microcontroller, microprocessor system, types of memory organization and architectures of microprocessors. Structural diagrams of microcontrollers from the PIC16 family and the microprocessor - the core of the microcontroller - are examined in detail. The mechanism of pipelined execution of instructions is explained. In topics 3 and 4, the organization of the memory, the methods for addressing it and the assembly language for PIC16 microcontrollers are considered, with the aim of knowing them when examining the applied example programs later in the individual topics, and in the laboratory exercises conducted in parallel with them. Topics 5 to 10 are dedicated to the peripheral blocks of the PIC16 microcontrollers. Their main functional capabilities and characteristics, modes of operation, application are considered. The exhibition is accompanied by numerous structural diagrams, timing diagrams explaining their modes of operation, program fragments for their configuration and use. Topic 11 deals with the special characteristics of PIC16 microcontrollers - methods of initialization, interrupt handling, clock generator modes, etc. Topic 12 provides a detailed comparison of the structure, functionality and characteristics of the PIC16 with those of the increasingly widely used PIC18 microcontrollers. The last topic is devoted to some ways of connecting microcontrollers with the surrounding world. Modern interfaces used in microprocessor circuitry are considered, for the implementation of which in most cases (with

the exception of USB and CAN) the microcontrollers of the PIC16 and PIC18 families do not currently have corresponding embedded peripheral blocks.

**У2. В. Ранковска.** Проектиране на схеми в програмируема среда. Габрово, УИ „Васил Априлов”, 2016. ISBN 978-954-683-558-1

Настоящият учебник е предназначен за студентите от специалност „Електроника“, ОКС „Бакалавър“ на Технически Университет – Габрово при изучаване на едноименната дисциплина. В първата тема накратко е представена класификация на съвременни сложни програмируеми логически устройства и са обобщени техните основни характеристики и функционални възможности. Независимо от факта, че обект на курса по-нататък са цифровите реконфигурируеми схеми, за пълнота е дадена накратко информация също за аналогови такива. Обект на по-подробно разглеждане са реконфигурируемите схеми от фамилията Cyclone II на фирмата Intel (Altera). Представена е тяхната архитектура - логически и специални блокове, структура от междинни съединения и тактова мрежа. Разглеждат се видове и примери за процесорни ядра, използвани в съвременните реконфигурируеми системи. Подробно е разгледана технологията на проектиране на реконфигурируеми системи на базата на FPGA схеми на Altera - основни етапи и използвани средства, както и функционалните възможности на програмния продукт Quartus II/ Prime. В приложение е дадено методическо ръководство за лабораторно упражнение, обект на което е усвояването на базовата технология на проектиране. Това е направено, тъй като то би било полезно при самостоятелната работа на студентите при работата им върху курсови и дипломни проекти на базата на FPGA схеми на Intel (Altera).

This textbook is intended for the students of the bachelor's degree of "Electronics" of the Technical University - Gabrovo when studying the discipline of the same name. In the first topic, a classification of modern complex programmable logic devices is briefly presented and their main characteristics and features are summarized. Regardless of the fact that the subject of the course further is digital reconfigurable circuits, for completeness information is also briefly given about analog ones. The subject of a more detailed examination are the reconfigurable circuits from the Intel's (Altera) Cyclone II family. Their architecture is presented - logical and special blocks, a structure of interconnections and a clock network. Types and examples of processor cores used in modern reconfigurable systems are discussed. The technology of designing reconfigurable systems based on Altera's FPGA circuits is examined in detail - main stages and tools used, as well as the functional capabilities of the software product Quartus II/Prime. In the appendix, a laboratory exercise is presented, the object of which is the mastery of the basic technology of design. This was done because it would be useful for students' independent work in their coursework and thesis projects based on Intel (Altera) FPGA circuits.

**У3. В. Ранковска.** Микропроцесорна схемотехника. Габрово, УИ „Васил Априлов”, 2021. ISBN 978-954-683-655-7 (електронно издание)

<https://epublish.tugab.bg/uchebni-materiali?task=download.send&id=100&catid=28&m=0>

Учебникът е предназначен за студенти от специалност „Промислена и автомобилна електроника“, ОКС „бакалавър“ на Технически Университет – Габрово за обучение по дисциплината „Микропроцесорна схемотехника“. Като обект на разглеждане е приет един от най-новите микроконтролери от фамилията PIC16 до момента - PIC16(L)F18855/75.

Темите от *раздел 1* включват въведение в дисциплината, като запознават читателя с основни термини и въпроси от областта на микропроцесорната схемотехника, видове организация на паметта и архитектури на микропроцесори. Разглеждат се подробно блокови схеми на съвременни микроконтролери от фамилията PIC16 и организацията на входно-изходните портове. Дава се организацията на различните типове памет и методите за адресирането им.

Темите в *раздели от 2 до 5* са посветени на периферните блокове на избрания съвременен микроконтролер от фамилията PIC16. Разглеждат се техните основни функционални възможности и характеристики, режими на работа, приложение. Изложението е съпроводено с множество блокови схеми и времедиаграми, поясняващи режимите на работа на някои от тях.

*Раздел 6* включва теми, свързани с важни специални характеристики на микроконтролерите PIC16 - причини за установяване в начално състояние, механизъм на обслужване на прекъсвания, генериране на тактови сигнали, предназначение на следящия таймер и др.

Трябва да се отбележи, че най-новите микроконтролери от фамилията PIC16 (каквото е споменатият по-горе) **имат значителни подобрения и разширения, в сравнение с разглежданите в предходното издание на „Микропроцесорна схемотехника“ [У1],** като:

- Усъвършенствана архитектура на процесора;
- Много по-голямо разнообразие от различни типове периферни блокове при отделните представители на фамилията (напр. температурни индикатори, ЦАП, блокове за детектиране преминаване през нулата на аналогов сигнал, конфигурируеми логически клетки и др.);
- Наличие на микроконтролери с повече на брой периферни блокове от един и същи тип;
- Разширени функции и режими на работа на съществуващите блокове (напр. таймери, ССР и др.);
- Значително увеличен обем памет при някои микроконтролери, както и по-развита организация на паметта и др.

Поради това материалът в настоящото издание в по-голямата си част е изцяло нов.

The textbook is intended for students of the bachelor's degree of "Industrial and automotive electronics", of Technical University, studying the discipline " Microprocessor circuits". One of the newest microcontrollers from the PIC16 family to date - PIC16(L)F18855/75 - has been adopted as an object of consideration.

The topics in Section 1 include an introduction to the discipline, introducing the reader to basic terms and issues in microprocessor circuitry, types of memory organization, and microprocessor architectures. Block diagrams of modern microcontrollers from the PIC16 family and the organization of input-output ports are examined in detail. It gives the organization of the different types of memory and the methods for their addressing.

The topics in sections 2 to 5 are devoted to the peripheral blocks of the selected modern microcontroller from the PIC16 family. Their main functional possibilities and characteristics, modes are considered at work, application. It is presented in conjunction with a number of block diagrams and timelines, explained the modes of operation of some of them.

Section 6 includes topics related to important special characteristics of micro-controllers PIC16 - causes of mouth initialization, interrupt handling mechanism, generation of clock signals, purpose of the watchdog timer, etc. .

It should be noted that the latest microcontrollers of the PIC16 family (such as the one mentioned above) have significant improvements and extensions compared to those covered in the previous edition of "Microprocessor Circuitry" [У1], such as:

- Advanced processor architecture;
- A much greater variety of different types of peripheral blocks in individual representatives of the family (eg temperature indicators, DACs, analog signal zero-crossing detection blocks, configurable logic cells, etc.);
- Availability of microcontrollers with more peripheral blocks of the same type;
- Extended functions and modes of operation of the existing blocks (eg timers, SSR, etc.);
- Significantly increased memory volume in some microcontrollers, as well as more developed memory organization, etc.

Therefore, the material in this edition is, for the most part, entirely new.

## II.2 Учебни пособия

**У4.** Караилюев, Х., В. Ранковска. Микропроцесорна схемотехника. Ръководство за лабораторни упражнения. Габрово, УИ „Васил Априлов”, 2009. ISBN-13:978-954-8268-51-5, ISBN-10:954-8268-51-6

Настоящото ръководство съдържа 14 лабораторни упражнения по дисциплината “Микропроцесорна схемотехника” за студентите от бакалавърската степен на специалност “Електроника”. Първите седем упражнения се изпълняват в интегрираната среда за проектиране MPLAB IDE на фирмата Microchip и целят: изучаване и използване на инструкциите на асемблерния език; усвояване и прилагане на режимите за адресиране на паметта на микроконтролера; усвояване на основните етапи на създаване и настройка на потребителски програми на език Асемблер само със симулатор; изучаване на алгоритми и програми за обработка на двоични и двоично-десетични числа, получаване на различни кодове на числата; умения за самостоятелно съставяне на алгоритми и програми по зададено условие. Обект на изучаване в останалите упражнения са различни специални характеристики и периферни блокове на микроконтролерите – модули АЦП, USART, ССР, режим с намалена консумация. Освен MPLAB IDE, те вече включват и апаратни средства за настройка – програматор, система за проектиране на цифрови системи и устройства, базирана на вътрешно-схемен емулятор, различни макети, с което се разширяват познанията и уменията на студентите за самостоятелно решаване на поставена задача.

This guide contains 14 laboratory exercises in the discipline "Microprocessor circuit engineering" for the students of the bachelor's degree of "Electronics". The first seven labs are performed in the integrated design environment Microchip's MPLAB IDE and aim to: learn and use the instructions of the assembly language; mastering and applying the microcontroller's memory addressing modes; mastering the main stages of creating and setting up user programs in the Assembler language only with a simulator; learning algorithms and programs for processing binary and binary-decimal numbers, obtaining different codes of numbers; skills for independent compilation of algorithms and programs according to a given condition. The object of study in the remaining exercises are various special characteristics and peripheral blocks of microcontrollers - ADC, USART, SSR modules, reduced consumption mode. In addition to MPLAB IDE, they now include hardware development tools - a programmer, development systems, in-circuit debugger, various models with which the students' knowledge and skills are expanded to independently solve given tasks.

Габрово  
19.09.2022 г.

**Подпис:**  
/гл. ас. д-р инж. Валентина В. Ранковска/