

## АВТОМАТИЗИРАНА ПАРКИНГ-СИСТЕМА С ARDUINO

**Валентина Василева Ранковска**

*Технически Университет – Габрово, ул. Хаджи Димитър, 4, Габрово*  
*\*кореспондиращ автор: rankovska@tugab.bg*

## AUTOMATED CAR PARKING SYSTEM WITH ARDUINO

**Valentina Vasileva Rankovska**

*Technical University of Gabrovo, 4, Hadzi Dimitar str., Gabrovo, Bulgaria*  
*\*Corresponding author: rankovska@tugab.bg*

### Abstract

*The report presents a model of an automated car parking system, intended for the educational process in the discipline "Microprocessor Circuit Engineering". It is used at the second stage of laboratory classes, after the initial acquaintance of students with the essence, architecture, functional capabilities and areas of application of microcontrollers, when project-based learning is applied. Higher motivation and satisfaction are achieved, increased interest in the educational process, the ability to work in a team and independently solve assigned tasks, and a higher level of mastery of the educational material.*

**Keywords:** microcontrollers; microprocessor circuits; project-based learning.

### ВЪВЕДЕНИЕ

В учебния план на студентите от специалност „Промислена и автомобилна електроника“ се включват дисциплини, свързани с изучаване и приложение на микропроцесорни устройства и системи, като „Микропроцесорна схемотехника“, „Вградени микрокомпютърни системи“, „Проектиране на схеми в програмируема среда“. Това е свързано с необходимостта от детайлно изучаване на архитектурата, принципите на работа, функционалните възможности, характеристиките и областите на приложение на съвременните микроконтролери с общо предназначение.

От своя страна микроконтролерите представляват сложни програмируеми устройства, при усвояването на които са необходими комплексни знания и умения, свързани с познаването на апарат-

ната част и тяхното програмиране. Това е свързано с усвояване на голям обем информация и работа със стотици страници документация, което поражда значителни затруднения за студентите.

В обучението по сходни дисциплини за инженерни специалности в областта на електрониката се прилагат два подхода по отношение на материалната база за лабораторни упражнения – използване на по-сложни и по-прости апаратни развойни средства с общо предназначение [1] и проектно-базирано обучение (PBL - Project-based Learning) [2], [3], [4].

При първия подход се използват мултифункционални развойни средства – китове и по-сложни развойни системи, които може да включват почти никаква периферия (Arduino, Olimexino, chipKIT, STM32 Nucleo и др.), както и широк набор от периферни блокове, като бутони,

светодиоди, LED индикация, АЦП и ЦАП, интерфейсни блокове, часовник за реално време, сензори за температура и др., като EasyPIC, EXPLORER 16/32 и др.

Проектно-базираното обучение представлява педагогически подход, при който обучаемите работят над сложни проекти за по-продължително време, като се постига по-висока мотивация и задълбочени знания в съответната област [2], [3], [4].

И двата подхода имат своите предимства и недостатъци, поради което най-подходящо е да се съчетават на различни етапи от обучението на студентите.

При първоначалния етап на изучаване на микроконтролерите, когато студентите нямат достатъчно знания и умения за да видят „цялостната картина“ на практическо приложение на микроконтролер, изпълнението на прости задачи, като математически операции, преобразуване на кодове, генериране на единични или периодични управляващи въздействия и др., които се започва, са твърде абстрактни, не предизвикват интерес, тъй като не дават представа за практическото им използване, което до известна степен демотивира студентите.

Този въвеждащ етап е задължителен, но по-нататък в процеса на обучение е по-подходящо да се премине към PBL, тъй като опитът показва, че за студентите е по-интересно, и съответно води до по-успешно усвояване на материала, изучаване, тестване и работа с примери с практическа насоченост. Поради това тогава е подходящо включването на практически проекти, при които те се включват с по-голямо желание при изпълнението на поставените задачи, като предлагат и свои решения на зададените проблеми.

Такива проекти успешно се използват в обучението по Микропроцесорна схемотехника и Вградени микрокомпютърни системи [1], [5], [6].

Целта на настоящата работа е реализацията на комплексен проект, базиран на развойна платка Ардуино, индикация, сензори и изпълнителни устройства, който дава възможност за изпълнение на разнообразие от задачи в поредица от лабораторни упражнения по дисциплини, обект на които е изучаване и приложение на микроконтролери.

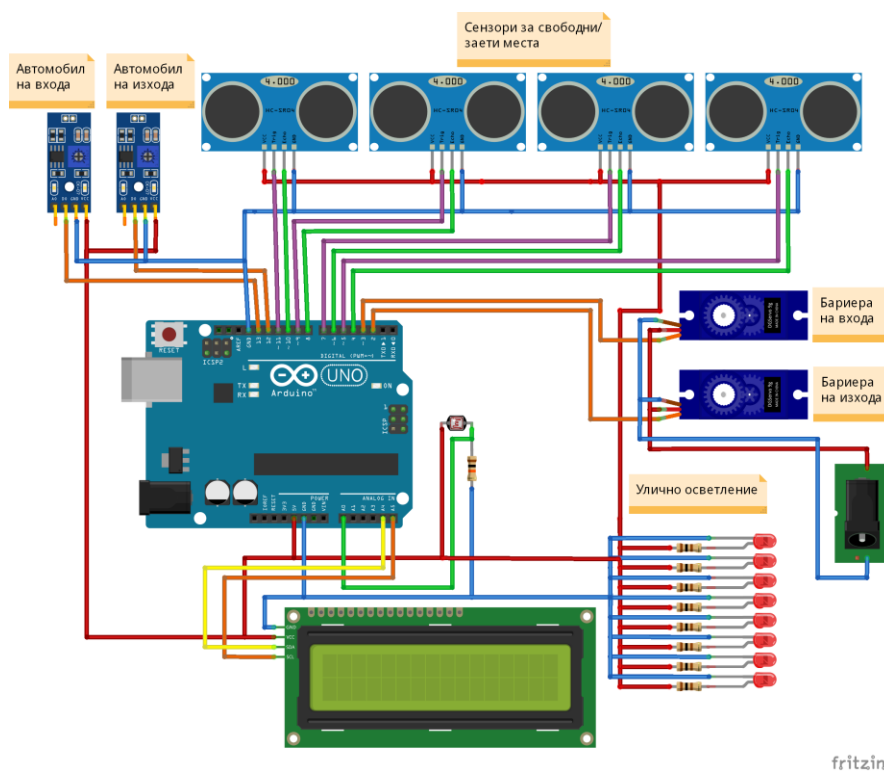
## ИЗЛОЖЕНИЕ

### ЦЕЛ НА ПРОЕКТА

Проектираният макет на автоматизираната паркинг система съдържа основни градивни компоненти на една вградена микропроцесорна система – управляващ блок, сензори, изпълнителни устройства, индикация. Неговата блокова схема е показана на фиг. 1, а на фиг. 2 – функционалната му схема. Целта е да даде възможност на обучаемите да проектират и тестват алгоритми и програми за реализация на различни функции с възможност за надграждане и в процес на екипна работа.



Фиг. 1. Блокова схема на макет на автоматизирана паркинг-система



Фиг. 2. Функционална схема на макета на автоматизираната паркинг-система

## МАКЕТ НА АВТОМАТИЗИРАНА ПАРКИНГ-СИСТЕМА

Макетът се състои от управляващ микроконтролерен блок; сензорен блок, който включва сензори за откриване на автомобил пред бариерите на входа и изхода, за свободни/ заети паркоместа, за осветеност; изпълнителни устройства за задвижване на бариерите; изходни устройства за осветление и индикация.

Като управляващ блок се използва развойна платка Arduino Uno v3. Тя се базира на микроконтролер, съдържащ периферни блокове с разнообразни функции: таймери, АЦП, серийни интерфейси и др. и е подходяща за различни приложения. Интегрираната среда за проектиране Arduino IDE е интуитивна, развива се непрекъснато, налични са множество библиотеки.

За детектиране на заети/ свободни паркоместа са подходящи ултразвукови, инфрачервени и други видове сензори. В проекта са използвани ултразвукови сензори HC-SR04 (фиг. 3) със следните основни характеристики: захранване: 5V(DC); консумация на ток: 6 mA; честота 40 kHz; цифров изходен сигнал;

ъгъл на отчитане:  $\sim 15^\circ$ ; обхват: 2cm - 400cm.



Фиг. 3. Ултразвуков сензорен модул HC-SR04

За задвижването на двете бариери на входа и на изхода на паркинга са използвани два сервомотора MG90S (фиг. 4). Основни характеристики: работно напрежение: 4.8V–6.0V; въртящ момент: 1.8 kg/cm (при 4,8V), 2.2 kg/cm (при 6.6V); работна скорост: 0.10sec/60 градуса (4.8V); 0.08sec/60 градуса (6.0V); метална предавка; работна температура: 0 до  $+55^\circ\text{C}$ ; ротационен ъгъл:  $180^\circ \pm 3\%$ .



Фиг. 4. Сервомотор MG90S

За изобразяване на информация за свободни/ заети места и номера на сво-

бодни, ако има такива, се използва LCD дисплей 16x2 WH1602A с I<sup>2</sup>C интерфейс K2126.

За наличие на автомобили пред бариерите са използвани два инфрачервени сензорни модули, чиито основни компоненти са IR приемник и предавател и компаратор LM393, който сравнява интензитета на приетата инфрачервена светлина с референтна стойност, за да се определи наличието на препятствие (фиг. 5).



Фиг. 5. IR сензорен модул

Набор от светодиоди със захранващо напрежение 3V емулират улично осветление, което се включва и изключва през деня/ нощта. За целта се използва фоторезистор, като сензор за осветеност.

Макетът включва също мини-бредборд платка със 170 гнезда, която позволява добавянето на допълнителна периферия.

Външният вид на макета е показан на фиг. 6 а) и б).



Фиг. 6 а). Външен вид на макет на автоматизирана паркинг-система



Фиг. 6 б)

### ПРИЛОЖЕНИЕ НА МАКЕТА ПО ДИСЦИПЛИНАТА „МИКРОПРОЦЕСОРНА СХЕМОТЕХНИКА“

Учебната програма по Микропроцесорна схемотехника включва освен лабораторни, също и семинарни упражнения. Те са изключително полезни в два аспекта.

От една страна допълват и доизясняват теоретичния материал от лекционния курс, като например разглеждане и решаване на задачи от рода на математическа обработка на данни, преобразуване на бройни системи, кодове – 7-сегментен, ASCII и тяхното приложение, както и други подобни теми, а от друга подготвят лабораторните упражнения, като се решават казуси от практическо естество. Поставят се задачи, които включват проектиране на алгоритми и програми, свързани с работата на процесора и обслужването на вградени периферни блокове и външни модули и устройства.

Проектираният макет позволява първоначално проектиране и тестване на единични алгоритми и програми за:

- Управление на индикация - буквено-цифрова LCD и светодиоди;
- Управление на микро-сервомотори;
- Четене на данни от цифрови и аналогови сензори – IR, ултразвукови LDR.

Следва поетапно съвместяване на отделните алгоритми и програми за управление на повече периферни устройства, до реализация на пълния алгоритъм на работа на макета.

На този етап се включва и алгоритъм за обслужване на прекъсвания, на който студентите прилагат своите знания и умения от предходни занятия, когато са проектирани и тествани по-прости алгоритми и програми за обслужване на прекъсвания - от таймери, ССР блокове, аналогово-цифров преобразувател и др. Отговаря се на въпросите кои блокове ще бъдат обслужвани чрез апаратни прекъсвания и кои чрез запитване (polling).

Всички предложени решения се обсъждат с преподавателя, следва реализация и тестване и оценка на получените резултати.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектът дава възможност обучението по микроконтролери да стане по-интересно, ангажиращо и резултатно. Прилагането на проектно-базирано обучение повишава неговата практическа насоченост. Цели се постигане на трайни знания, които студентите да прилагат успешно в практиката при тяхната реализация.

При по-нататъшното му развитие е възможно развойната платка Arduino Uno да се замени с такава с повече входно-изходни изводи, например Arduino Mega, добавяне на допълнителна периферия, например часовник за реално време; сензори за температура, влажност, атмосферно налягане; модули за безжична комуникация и др., което ще разшири обхвата от поставени задачи в процеса на изпълнение на семинарните и лабораторни упражнения.

*Източник на финансиране: Работата е финансирана от Европейския фонд за регионално развитие в рамките на ОП*

*„Научни изследвания, иновации и дигитализация за интелигентна трансформация“ 2021-2027 г., Проект BG16RFPR002-1.014-0005 Център за компетентност „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“.*

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Rankovska, V., S. Rankovski. Microprocessor Development System Applying a Multifunctional Demonstration Board. ICEST 2019 Conference Proceedings, Ohrid, North Macedonia. 2019. pp. 414-417. ISSN: 2603-3259 (Print) ISSN: 2603-3267 (Online)
- [2] Marcelo A., Fernandes C., „Project-based learning laboratory for teaching embedded systems,“ Mathematical Problems in Engineering, vol. 2015, Article ID 236749, Hindawi Publishing Corp., 2015.
- [3] Sanfilippo F., Austreng K., "Enhancing teaching methods on embedded systems with project-based learning", Proceedings of the TALE2018 Conference, Wollongong, Australia, 2018, pp. 169-176.
- [4] Niu F., Ran X., Ma X., Exploration of Project Driven Teaching Mode in the Course of "Principles and Applications of Single Chip Microcontrollers", Education Reform and Development, 2025; 7(6):223-229.
- [5] 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/ELECTRONICA 52725.2021.9513693
- [6] Rankovska V., Goranov G., 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