



РАЗРАБОТВАНЕ НА ПРОГРАМИРУЕМ ЛОГИЧЕСКИ КОНТРОЛЕР БАЗИРАН НА ЕЛЕКТРОННА ПЛАТФОРМА ARDUINO

Мирослав Младенов

Резюме: В статията е направен анализ на съществуващите решения за реализиране на програмируем логически контролер (PLC) с използване на хардуер с отворен код. Изтъкнати са техните предимства и недостатъци. Предложен е модел на такъв контролер. Избрано е програмно осигуряване за съставяне на управляващи програми от тип ладер диаграма. Разработени са практически упражнения, свързани с управление в електрозадвижванията, защитни устройства, управление на сложни обекти. Предложеният PLC е подходящ за решаване на различни практически задачи, близки до работата в реални условия на производство. Въз основа на реализираните примери в настоящия проект, разработените практически упражнения са добавени към съществуващ курс за обучение в система за електронно обучение.

Ключови думи: Програмируем логически контролер, Хардуер с отворен код, Електронно обучение

1. Увод

Програмируемите логически контролери (PLC) са разпространени в различни области на индустриалното производство, заменяйки релейните логически схеми като по-лесно и по-евтино решение и се е превърнало в стандарт за индустриална автоматизация.

Съществува строга връзка между

DEVELOPMENT OF A PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER BASED ON THE ARDUINO ELECTRONIC PLATFORM

Miroslav Mladenov

Abstract: This article analyzes existing programmable logic controller (PLC) implementation solutions using open source hardware. Their advantages and disadvantages are highlighted. A model of such a controller is proposed. Software has been selected for programming with ladder diagram control programs. Practical exercises related to electric drive control, safety devices, complex object management have been developed. The proposed PLC is suitable for solving various practical problems close to working in real production conditions. Based on the examples provided in this project, the practical exercises developed have been added to an existing e-learning training course.

Keywords: Programmable Logic Controller, Open Source Hardware, e-Learning

1. Introduction

Programmable logic controllers (PLCs) are widespread in various fields of industrial manufacturing, replacing relay logic circuits as an easier and less costly solution and have become the standard for industrial automation.

There is a strong link between automation and production development in countries around the

автоматизацията и развитието на производството в страните по света [14,15]. В по-слабо развитите страни големи бариери са знанието и разходите. Промислените контролери все още са с висока себестойност. Компаниите не предоставят подробна информация за устройството и принципа на действие на контролера, тъй като всички те са от тип „затворен“ хардуер [1].

Различни фирми предлагат богат избор от PLC контролери и модули за приложение в автоматизацията на производствени системи и процеси, предлагащи многобройни функции и предимства и съответно също толкова неудобства при адаптацията с тях. Голяма част от този тип контролери се предлагат със сложни и неразбираеми за обикновеният потребител компютърни софтуери или с вграден потребителски интерфейс, предлагайки ограничени възможности за манипулация.

В последните години са направени стъпки за развитието на PLC контролери от тип „отворен“ хардуер. За тяхна основа се използват платформи от този тип като Arduino, STM32, Raspberry PI [2,12].

Направен е преглед на по-известните решения, свързани с Arduino базирани PLC, защото платформата Arduino е обект на изучаване във факултет Техника и технологии, Ямбол, България.

Енков и колектив [4], предлагат програмируем логически контролер, управляван чрез графичен потребителски интерфейс (GUI). Контролера е Arduino базиран и представлява решение с ниска себестойности и осигурява решение на по-широк кръг от задачи, свързани с управлението на помпен агрегат, в сравнение с използването на индустриални PLC.

Parikh и колектив [7], разработват PLC, базиран на Arduino платформа. Авторите

world [14,15]. In less developed countries, big barriers are knowledge and cost. Industrial controllers are still high in cost. Companies do not provide detailed information about the device and the principle of operation of the controller, as they are all "closed" hardware [1].

Various companies offer a wide selection of PLC and modules for application in the automation of production systems and process control, offering numerous functions and advantages, and equally the disadvantages of adapting to them. Many of these types of controllers come with sophisticated and incomprehensible computer software for the average user or with a built-in user interface, offering limited manipulation options.

In recent years, steps have been taken to develop PLC by open source hardware systems. They are based on platforms of this type, such as Arduino, STM32, Raspberry PI [2,12].

An overview of the more well-known Arduino-based PLC solutions has been made because the Arduino platform is a subject of study at the Faculty of Technics and Technology (FTT), Yambol, Bulgaria.

Enkov et al. [4] offer a programmable logic controller controlled by a graphical user interface (GUI). The controller is Arduino based and is a low cost solution and provides a solution to a wider range of tasks related to the control of a pump unit compared to the use of industrial PLCs.

Parikh et al. [7] develop a PLC based on the Arduino platform. The authors combine management using

комбинират управлението с използване на Matlab Simulink. Авторите използват графичната среда на Simulink за съставяне на графична управляваща програма на контролера. Недостатък на това решение е, че се изискват познания за работа в Matlab среда и не се използват стандартни езици за програмиране на PLC от IEC 61131-3 [5].

Zaragoza и колектив [13], правят сравнителен анализ на приложението на индустриален PLC и Arduino базирана управляваща система при контрола на поливна система. В резултат на този анализ, авторите посочват, че и двете системи имат своите предимства и недостатъци. Индустриалният PLC се програмира бързо, но е със значително по-висока себестойност, в сравнение с Arduino системата. От друга страна Arduino не може директно да осигури високата степен на защита от околни въздействия, налична при PLC. Освен това при Arduino платформата се изискват познания по програмиране на език C, докато в индустриалните PLC се използват графични езици, близки до релейната логика. Авторите препоръчват комбиниране на функциите на двата вида контролери и максимално да се използват техните предимства.

Susanto и колектив [11], предлагат модулен PLC, базиран на Arduino. Авторите съставят методика за разработване на такъв контролер, включваща: анализ и идентификация на обекта на управление; методи и инструменти за проектиране; изграждане на оборудване; инструмент за тестване на устройството. Създаденият от тях PLC при тест показва работоспособност и измервания с достатъчна точност.

Cohenour [3], създава обучителен курс по програмируеми логически контролери. За целта използва Arduino платформа и

Matlab Simulink. The authors use Simulink's graphical environment to compile a controller graphic program. The disadvantage of this solution is that knowledge of working in a Matlab environment is required and standard PLC programming languages from IEC 61131-3 are not used [5].

Zaragoza et al. [13] make a comparative analysis of the application of an industrial PLC and an Arduino based control system in irrigation system control. As a result of this analysis, the authors indicate that both systems have their advantages and disadvantages. Industrial PLC is programmable fast, but at a significantly higher cost than the Arduino system. On the other hand, the Arduino cannot directly provide the high level of environmental protection available with the PLC. In addition, C-language programming is required on the Arduino platform, while industrial PLCs use graphic languages close to relay logic. The authors recommend combining the functions of the two types of controllers and making the most of their benefits.

Susanto et al. [11] offer an Arduino based modular PLC. The authors draw up a methodology for developing such a controller, including: analysis and identification of the control object; design methods and tools; construction of equipment; device testing tool. The PLC they created during the test shows performance and measurements with sufficient accuracy.

Cohenour [3] creates a training course on programmable logic

програмен продукт Soap Box Snap (SoapBox Automation). Педагогическите цели, които са решени чрез създадения обучителен курс са: запознаване на студентите с управлението на PLC и ладер диаграми; решаване на практически задачи с помощта на PLC; подготовка на студентите за следващи курсове от обучението им; подготовка за реалното производство. Авторът доказва ефективността на курса чрез получените оценки от изпити, с помощта на анкетни проучвания преди и след завършване на курса, както и с наблюдения върху работата на студентите.

Iván и колектив [6], предлагат програмна среда за програмиране на Arduino с ладер диаграма. Предимство на средата за програмиране, пред останалите съществуващи подобни системи е, че използва Ethernet мрежова връзка за управление на контролера. Авторите препоръчват да се направят следващи разработки, свързани с безжично свързване между контролера и средата за програмиране.

От направения анализ на съществуващите хардуерни и програмни решения за реализация на програмируеми логически контролери с технически средства, използващи хардуер с отворен код, се установи, че платформата Arduino е подходяща за реализация на такива системи, основно за целите на начално обучение по работа и програмиране на PLC. Това е така, защото за тази платформа са налични множество свободни програми, реализиращи функции на PLC контролери.

Това мултифункционално устройство, ще може да намери широко приложение в различни проекти за автоматизиране на процеси. Ще може да се използва за разработването на проекти основно в

controllers. It uses the Arduino platform and the Soap Box Snap (SoapBox Automation) software. The pedagogical goals that are solved through the created training course are: familiarizing students with the management of PLC and ladder diagrams; solving practical problems with the help of PLC; preparing students for the next courses of their education; preparation for actual production. The author proves the effectiveness of the course through the obtained exam grades, by means of questionnaires before and after the completion of the course, as well as by observing students' work.

Iván et al. [6] provide an Arduino programming environment with a ladder diagram. An advantage of the programming environment over other existing such systems is that it uses an Ethernet network connection to control the controller. The authors recommend that further developments be made regarding the wireless connection between the controller and the programming environment.

An analysis of existing hardware and software solutions for the implementation of programmable logic controllers with open source hardware has revealed that the Arduino platform is suitable for the implementation of such systems, mainly for the purposes of initial job training and programming. PLC. This is because there are many free programs available for this platform that implement the functions of PLC controllers.

This multifunctional device will be able to find wide application in

обучението. Ще се използва от хора които нямат задълбочени познания по електроника, автоматика и програмиране.

Педагогическите цели [8,9], които могат да бъдат изпълнени при реализация на такива програмируеми логически контролер са свързани със запознаване на студентите с управлението чрез PLC и ладер диаграми; реализиране на практически задачи с помощта на PLC; подготовка на студента за следващи учебни дисциплини; реализиране на реални задачи от индустриалното производство.

Целта на настоящата работа е да се предложи Arduino базиран PLC контролер, който да е подходящ за обучение.

2. Материал и методи

За разработване на програмируем логически контролер е избран едноплатков микрокомпютър Arduino Uno (arduino.cc). При преглед на софтуерните продукти които се предлагат за програмиране на Arduino PLC е избран Soap box snap (SoapBox Automation). Тази програма има следните предимства: Разработена е за работа с Arduino; Има лесен за използване графичен интерфейс; Съдържа пълен набор от компоненти за PLC; Не са необходими знания по програмиране за работа с програмния продукт; Опростена инсталация на програмата; Напълно безплатна за ползване; Програма с отворен код.

Конфигурирането на такъв тип контролер, базиран на Arduino среда за разработки, позволява съчетаването на разнообразни модули за постигане на крайната цел.

Разработения Arduino PLC контролер има следните характеристики: Захранващо напрежение – 220 V,AC; Аналогови входове – 6; Цифрови

various processes automation projects. It can be used for project development mainly in training. It will be used by people who do not have a thorough knowledge of electronics, automation and programming.

The pedagogical goals [8,9] that can be fulfilled in implementing such a programmable logic controller are related to familiarizing students with PLC control and ladder diagrams; implementation of practical tasks with the help of PLC; preparation of the student for the next courses; realization of real industrial production tasks.

The purpose of this work is to provide an Arduino based PLC suitable for training.

2. Material and methods

An Arduino Uno (arduino.cc) single-board microcomputer was selected to develop a programmable logic controller. When reviewing the software products offered for Arduino PLC programming, Soap box snap (SoapBox Automation) is selected. This program has the following advantages: It is designed to work with Arduino; There is an easy-to-use graphical interface; Contains a complete set of PLC components; No programming knowledge is required to work with the software; Simplified installation of the program; Totally free to use; An open source program.

Configuring this type of controller, based on the Arduino development environment, allows the combination of various modules to achieve the end goal.

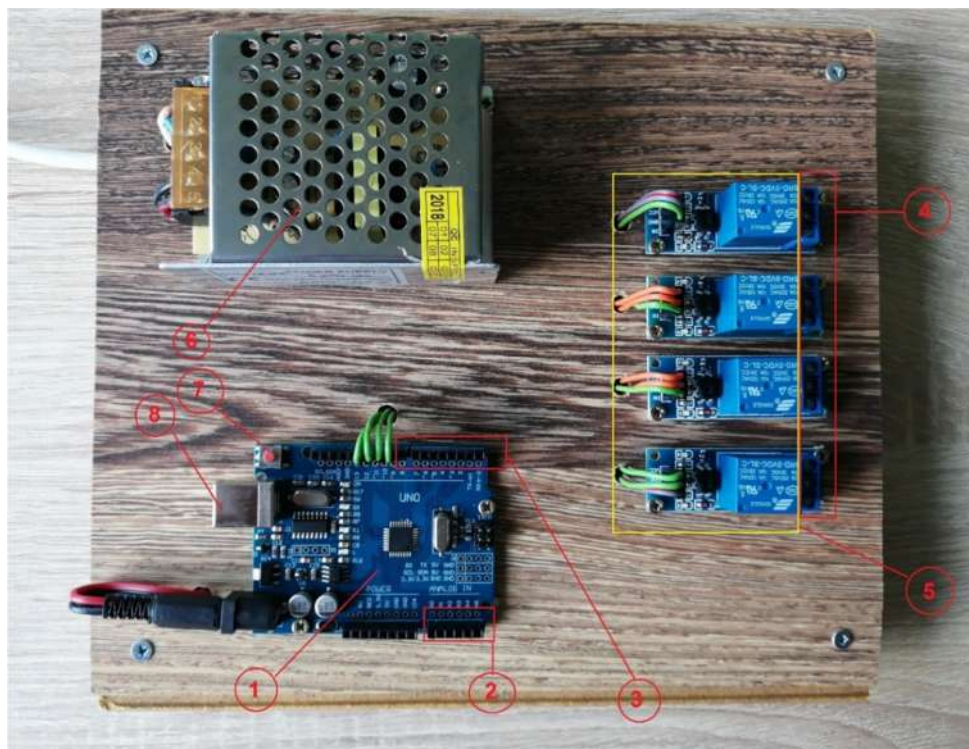
The developed Arduino PLC controller has the following

входове/изходи – 7 (3 - могат да се използват и като аналогови изходи); Релейни изходи – 4 (NO/NC); Интерфейс към персонален компютър – USB; Ресет бутон.

На фигура 1 е представена схема на Arduino PLC контролера. Контролера се състои от едноплаткова компютърна система Arduino Uno. Към него са чрез пинове 9,10,11 и 12 са свързани 4 релейни модула, осигуряващи релейните изходи на PLC контролера. Захранването се осъществява от захранващ модул който преобразува 220V променливи към 12V постоянно напрежение. Микроконтролерът е захранен през захранващата буска монтирана на платката с 12V колкото е работното му напрежение. Релейните модули работят на 5V напрежение. За тяхното захранване се използва регулатор на напрежение uA7805 (Texas Instruments Inc.), който намалява 12V които осигурява захранващия модул на необходимите 5V напрежение.

characteristics: Supply voltage - 220V, AC; Analog inputs - 6; Digital inputs / outputs - 7 (3 - can also be used as analog outputs); Relay outputs - 4 (NO / NC); PC interface - USB; Reset button.

Figure 1 shows a diagram of an Arduino PLC controller. The controller consists of a single board Arduino Uno computer system. It is connected to pins 9,10,11 and 12 by 4 relay modules, providing relay outputs of the PLC controller. Power is provided by a power module that converts 220V AC to 12V DC. The microcontroller is powered through a 12V power supply to the circuit board as far as its operating voltage. The relay modules operate at 5V voltage. For their power supply a voltage regulator uA7805 (Texas Instruments Inc.) is used, which reduces 12V which provides the power module with the required 5V voltage.



Фиг.1. Разработен PLC контролер – общ вид

Fig.1. Developed PLC controller - general view

1-Микроконтролер Arduino; 2-Аналогови входове; 3-Цифрови входове/изходи и аналогови изходи; 4-Релейни изходи; 5-Релейни модули; 6-Захранващ модул; 7-Ресет бутон; 8-USB вход

3. Резултати и дискусия

При разработване на темите за упражненията са използвани следните направления в обучението по програмируеми логически контролери: Основи на PLC; Конфигурация на PLC; работа с цифрови и аналогови Входове/изходи (I/O); Програмиране с ладер диаграма; реализация на основни управляващи PLC програми с използване на таймери и броячи.

При решаване на практическите задачи на първи етап се дефинира условието и последователността на изпълнение. Втория етап включва определянето на процесните информационни точки, свързани с входовете и изходите на PLC.

Всички практически упражнения са реализирани в следната структура (Таблица 1): Тема на упражнението; Цел на упражнението; теоретична постановка; задачи за изпълнение; ред за провеждане на упражнението; реализация и тест на управляваща програма; изводи.

Таблица 1.
Реализирани практически упражнения с Arduino базиран PLC и програмно осигуряване Soap Box Snap

Тема Topic	Цел Aim	Задачи Tasks	Резултати Results
Управление на електрически вериги Control of electrical circuits	Усвояване на знания и умения по създаване и управление на електрически вериги с PLC Acquiring knowledge and skills in creating and control of	Да се реализира електрическа верига със заключване на бутон. Да се реализира управление на електрическа верига от разстояние. Да се реализира електрическа верига с вътрешна защита To implement a circuit with a button lock. Implement remote control of the electrical circuit. To implement	Реализация на програма за управление пускането на трифазен асинхронен електродвигател Implementation of a program for controlling the start-up

1-Arduino Microcontroller; 2-Analog inputs; 3-digital inputs/outputs and analog outputs; 4-Relay outputs; 5-Relay modules; 6-Power module; 7-Reset button; 8-USB port

3. Results and discussion

The following topics of training for programmable logic controllers were used to develop the topics for the exercises: PLC Fundamentals; PLC configuration; work with digital and analog I / O (I / O); Ladder diagram programming; implementation of basic PLC control programs using timers and counters.

When solving the practical tasks in the first stage, the condition and the sequence of execution are defined. The second stage involves determining the process information points related to the PLC inputs and outputs.

All practical exercises were implemented in the following structure (Table 1): Topic of the exercise; Purpose of the exercise; theoretical formulation; performance tasks; exercise order; implementation and test of a management program; conclusions.

Table 1.
Practical exercises with Arduino based PLC and Soap Box Snap software

	electrical circuits with PLC	an electrical circuit with internal protection	of a three-phase asynchronous motor.
<u>Система за управление на портална врата</u> Portal door control system	<u>Проектиране на управляваща система за портална врата на складово помещение</u> Design of a control system for a portal door of a warehouse	<u>Вратата трябва да се отваря чрез бутон; Затварянето става с друг бутон; Да се използва аварийен стоп; Стартирането на двигателя в различните посоки да става с незадържащи бутони; Промяната на посоката на въртене да се осъществи със защитно заключване</u> The door must be opened by a button; Closing is done with another button; Use emergency stop; Starting the engine in different directions with non-holding buttons; Change the direction of rotation with a safety lock	<u>Реализиране на управляваща програма за портална врата на складово помещение</u> Implementation of a control program for a portal door of a warehouse
<u>Управление на система с пневматичен цилиндър</u> Control of a pneumatic cylinder system	<u>Усвояване на знания и умения по управление на пневматични системи с PLC</u> Acquiring knowledge and control skills for pneumatic systems with PLC	<u>Да се реализира схемно решение и управляваща програма за управление на пневматичен цилиндър</u> To implement a circuit design and control program for the control of a pneumatic cylinder	<u>Схемно решение и управляваща програма за управление на пневматичен цилиндър</u> Schematic solution and control program for pneumatic cylinder control
<u>Автоматизация на гараж</u> Garage automation	<u>Усвояване на работа с броячи и таймери</u> Acquiring work with counters and timers	<u>Да се реализира схемно решение и управляваща програма за управление на гараж</u> To implement a schematic solution and a control program for garage management	<u>Схемно решение и управляваща програма за управление на гараж</u> Schematic solution and control program for garage management
<u>Автоматизация на линия за пакетиране на продукти</u> Automation of product packaging line	<u>Усвояване на работа с броячи и таймери</u> Acquiring work with counters and timers	<u>Да се реализира схемно решение и управляваща програма за линия за пакетиране на продукти</u> Implement a schematic solution and control program for a product packaging line	<u>Схемно решение и управляваща програма за линия за пакетиране на продукти</u> Schematic solution and control program for product packaging line
<u>Автоматизация на резервоар за течности</u> Automation of fluid tank	<u>Усвояване на знания за управление на комплексни обекти</u> Learning to control complex projects	<u>Да се реализира схемно решение и управляваща програма за автоматизация на резервоар за течности</u> To implement a schematic solution and control program for water tank automation	<u>Схемно решение и управляваща програма за автоматизация на резервоар за течности</u> Schematic solution and control program for fluid tank automation

Пример за реализация на практическо упражнение може да се представи чрез управлението на комплексен обект – воден резервоар. При него са налични измерване и регулиране на ниво на течност, използване на таймери, както и управление на електродвигател.

Теоретичната част включва пояснение, че технологичните процеси в нефтопреработващата, хартиената и водопречиствателната промишлености изискват течностите да бъдат изпомпвани, съхранявани в резервоари и да се предават към други резервоари. Управлението на течности в резервоари и потока между резервоари е основна задача в технологичния процес. Много пъти течностите са обработвани чрез химични или смесителни манипулации в резервоари, но винаги нивото на флуида в резервоара трябва да се контролира, а потокът между резервоарите да се регулира. Нивото и потока са основни регулируеми величини в много химически технологични системи.

Целта на упражнението е Да се реализира схемно решение и управляваща програма за автоматизация на резервоар за течности.

На фигура 2 е показана схема принципна на обекта за управление – воден резервоар. С S1 е означен сензора за достигане на горно ниво, а с S2 сензорът за достигане на долно ниво. M е двигателят на бъркалката, а V1 и V2 са съответно клапаните за пълнене и източване на съда. Автоматизацията на разглежданият резервоар се състои в следните стъпки: При достигане на долно ниво се задейства клапана за пълнене на резервоара; След достигане на горно ниво клапана за пълнене се изключва; Включва се бъркалката за 3s; След изтичане на времето от 3s се включва

An example of a practical exercise can be presented through the control of a complex object - a water tank. It provides measurement and control of water level, timers, and motor control.

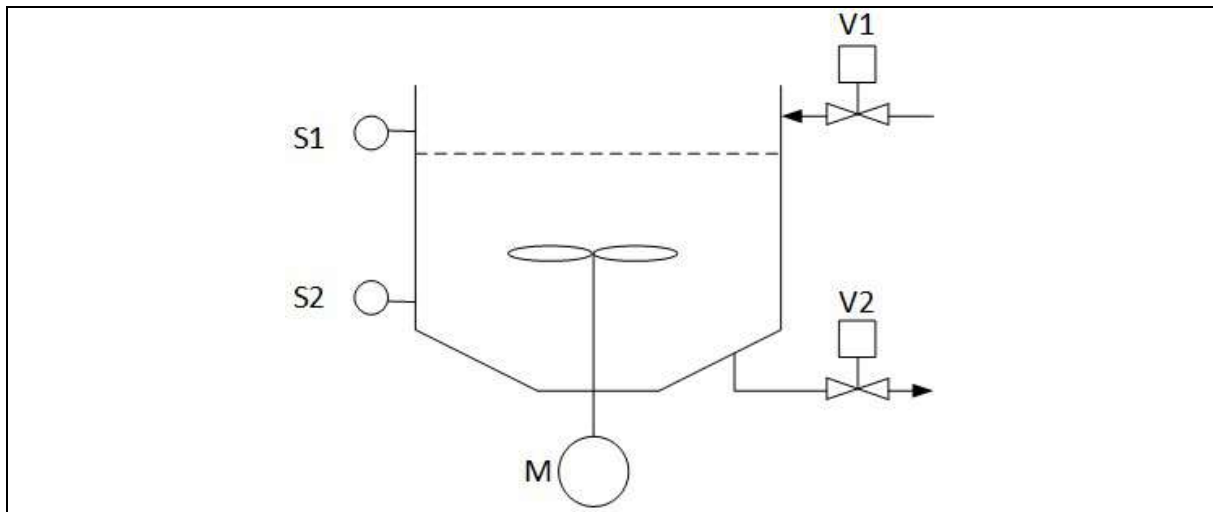
The theoretical part includes a clarification that technological processes in the oil, paper and water treatment industries require liquids to be pumped, stored in tanks, and transferred to other tanks. Fluid management in tanks and flow between tanks is a major task in the technological process. Many times the liquids are treated by chemical or mixing manipulation in tanks, but the fluid level in the tank must always be controlled and the flow between the tanks regulated. Level and flow are the main adjustable quantities in many chemical technology systems.

The purpose of the exercise is to implement a schematic solution and control program for water tank automation.

Figure 2 shows a schematic diagram of a control object - a water tank. S1 indicates the sensor to reach the upper level and S2 the sensor to reach the lower level. M is the motor of the stirrer and V1 and V2 are respectively the valves for filling and draining the vessel. The automation of the tank under consideration consists of the following steps: Upon reaching the lower level, the valve for filling the tank is activated; After reaching the upper level, the filling valve switches off; Turn on the mixer for 3s; After a period of 3s, the drain valve is switched on and the stirrer

клапана за източване и се спира бъркалката; При източване на резервоара и съответно достигане на долно ниво цикъла се повтаря.

is stopped; When draining the tank and reaching the lower level accordingly, the cycle is repeated.



Фиг. 2. Резервоар за течност – основна схема

Fig. 2. Liquid tank - basic diagram

Дефинирането на процесни информационни точки е показано в таблица 2. Освен дефинираните входно изходни адреси, в управляващата програма е необходимо да бъдат включени таймер T1 и софтуерне контакт M1.

The definition of process information points is shown in Table 2. In addition to the defined input and output addresses, the timer T1 and software contact M1 should be included in the control program.

Таблица 2. Процесни информационни точки

Table 2. Process information points

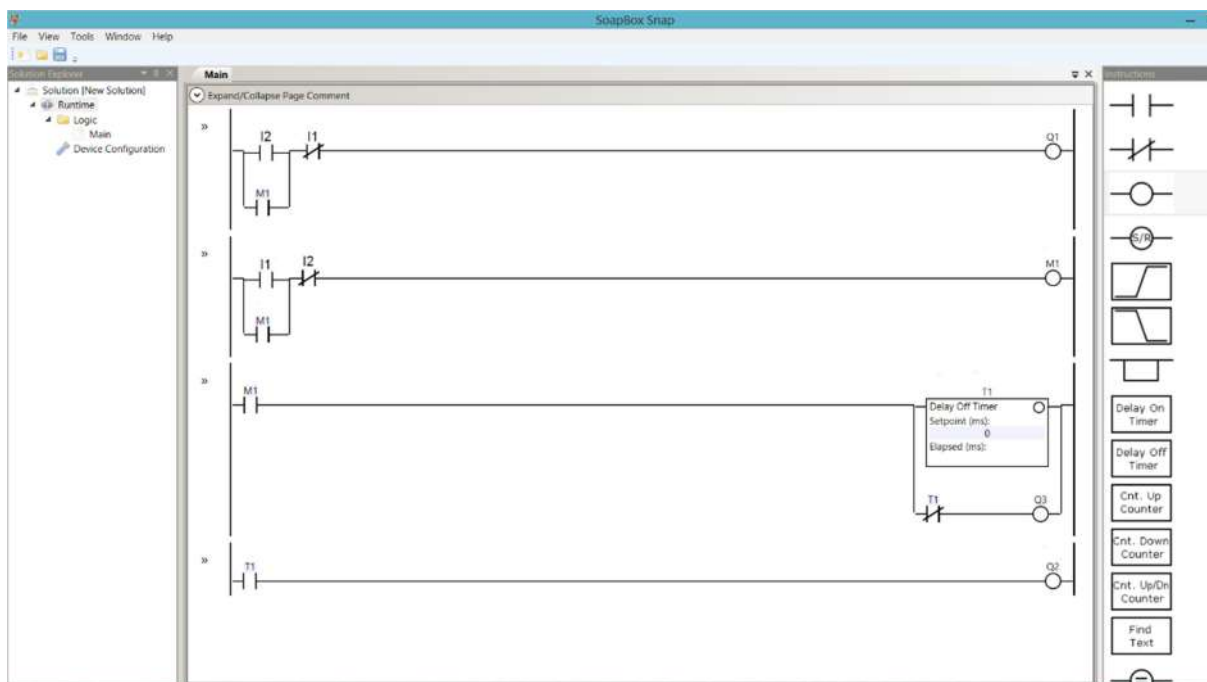
<u>Процесна информационна точка</u> Process information point	<u>Адрес</u> Address	<u>Функция</u> Function
S1	I1	<u>Сензор за достигнато горно ниво</u> High water level sensor
S2	I2	<u>Сензор за долно ниво</u> Low water level sensor
V1	Q1	<u>Клапан за пълнене на резервоара</u> Input water valve
V2	Q2	<u>Клапан за източване на резервоара</u> Output water valve
M	Q3	<u>Двигател на бъркалката</u> Stirrer motor

На фигура 3 е показана реализирана програма за PLC. При достигане на долно ниво се задейства клапана за пълнене. Нормално отвореният контакт на клапана

Figure 3 shows a implemented PLC program. When the bottom level is reached, the filling valve is activated. The normally open

„заклучва“ захранващата линия, а нормално затвореният контакт на датчика за достигнато горно ниво действа като блокировка т.е ако се достигне горно ниво се изключва клапана за пълнене. След достигане на горно ниво т.е напълване на резервоара се подава напрежение към софтуерния контакт M1, неговият нормално отворен контакт заклучва веригата. Нормално затвореният контакт на I2 в случая действа като блокировка с цел изключване клапана за източване при достигане на долно ниво след като е приключил етапа на източване. Софтуерният контакт M1 задейства едновременно таймера T1 и бъркалката. Нормално затвореният контакт на T1 изключва бъркалката след изтичане на зададеното време за разбъркване. При изтичане на времето за разбъркване нормално отвореният контакт на таймера T1 се затваря и задейства клапана за източване до достигане на долно ниво на резервоара.

contact of the valve "locks" the supply line, and the normally closed contact of the sensor for the upper level reached acts as a lock, ie if the upper level is reached, the filling valve is switched off. After reaching the upper level ie filling the tank, voltage is applied to the software contact M1, its normally open contact locks the circuit. The normally closed contact of I2 in this case acts as a lock to prevent the drain valve from reaching the lower level after having completed the drainage stage. The M1 software contact triggers both the T1 timer and the agitator. The normally closed T1 contact shuts off the stirrer after the preset mixing time has elapsed. When the agitation time expires, the normally open timer contact T1 closes and activates the drain valve until it reaches the lower tank level.



Фиг. 3. Реализирана програма за PLC

Fig. 3. PLC program

Реализираните по представения начин упражнения, позволяват на всички

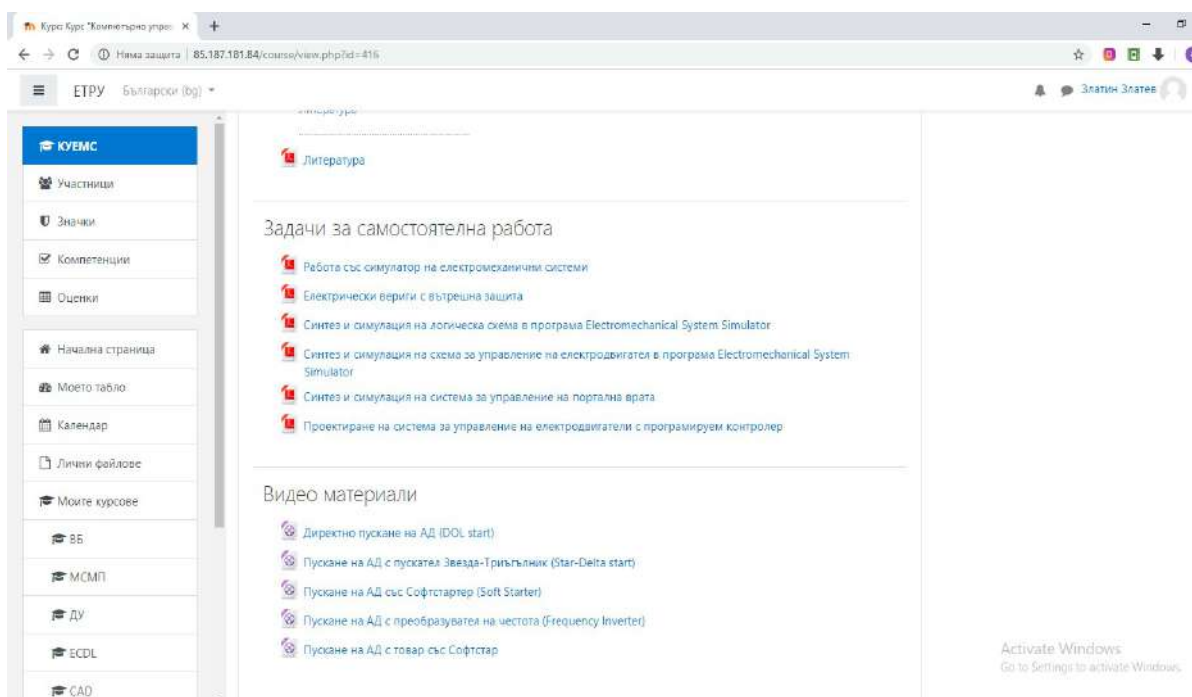
The exercises presented in this way allow all students to work

студенти да работят самостоятелно. Използват се достъпни хардуерни устройства и програмно осигуряване. Усъвършенстват се знанията и уменията на студентите за работа с PLC. Предлагат се решения на комплексни практически задачи близки до тези от реалното производство.

Разработените упражнения са достъпни в курсове от електронното обучение на факултет Техника и технологии (ФТТ), Ямбол, България. На фигура 4 е показан пример с упражнения в курса по дисциплината „Компютърно управление на електромеханични системи“. Упражненията са представени във вид за самостоятелна работа на студентите. Добавени са и видеоматериали, които да допълват и онагледяват теоретичната част към упражненията.

independently. Affordable hardware devices and software are used. Students' knowledge and skills of working with PLC are being improved. Solutions of complex practical problems close to those of real production are offered.

The developed exercises are available in e-learning courses at the Faculty of Technics and Technology, Yambol, Bulgaria. Figure 4 shows an example of exercises in the course "Computer Control of Electromechanical Systems". Exercises are presented in the form of independent work of students. Video materials have been added to complement and illustrate the theoretical part of the exercises.



Фиг. 4. Приложение на разработените упражнения в курс от Електронно обучение

Fig. 4. Application of the developed exercises in the eLearning course

4. Заключение

Постигната в настоящата работа цел, свързана с разработване на PLC и внедряването му в обучението, осигурява

4. Conclusion

The goal achieved in this work, related to the development of the PLC and its implementation in the

самостоятелно изпълнение на практически задачи от студентите като основни обучаеми. Използва се достъпен хардуер, с което се намаляват разходите за оборудване и поддръжка. На студентите се предоставя възможност за самостоятелна работа, която води до подобряване уменията, които са дефинирани в целите на обучението.

От разработените практически упражнения, се установи, че предложението Arduino PLC контролер е подходящ за решаване на различни практически задачи, близки до работата в реални условия на производство. Чрез него студентите придобиват умения по автоматизация на производствени процеси, както и за програмиране на контролери. Въз основа на реализираните примери в настоящия проект, разработения Arduino PLC контролер, е добавен към съществуващия курс за обучение на студентите във ФТТ Ямбол.

Предложеният PLC, може да се използва и от хора, които нямат задълбочени познания по електроника, автоматика и програмиране, за реализиране на собствени проекти.

training, ensures the independent fulfillment of practical tasks by the students as basic learners. Affordable hardware is used to reduce equipment and maintenance costs. Students are given the opportunity to work independently, which enhances the skills that are defined in the learning objectives.

From the practical exercises developed, it was found that the proposed Arduino PLC controller is suitable for solving various practical tasks close to working in real production conditions. Through it students acquire skills in automation of production processes as well as programming of controllers. Based on the examples provided in this project, the developed Arduino PLC controller has been added to the existing training course for students at FTT Yambol, Bulgaria.

The proposed PLC can also be used by people who do not have a thorough knowledge of electronics, automation and programming to realize their own projects.

5. Литература

- [1] Alves, T., M. Buratto, F. de Souza, T. Rodrigues. (2014). OpenPLC: An Open Source Alternative to Automation. IEEE 2014 Global Humanitarian Technology Conference, 585-590.
- [2] Beyerle, W. (2017). An affordable and modular development environment for PLCTraining. 3rd International Conference on Higher Education Advances, HEAd'17, 179-188.
- [3] Cohenour, C. (2018). An Arduino-based Programmable Logic Control (PLC) Lab Activity for Undergraduate Engineering and Technology (ETM) Students. 2018 ASEE Annual Conference & Exposition, Paper ID #21135.
- [4] Enkov, S., T. Mihajlov. (2015). Development of an Arduino-based plc with GUI. Scientific Works of the Union of Scientists in Bulgaria-Plovdiv, series C. Technics and Technologies, Vol. XIII., Union of Scientists, ISSN 1311-9419, Session 5 - 6 November 2015, 137-140. (in Bulgarian)
- [5] IEC 61131-3:2013. Programmable controllers - Part 3: Programming languages.
- [6] Iván, I., P. Beatrice, H. Iván, L. Alejandro. (2018). Design and implementation of a

5. References

- development environment on ladder diagram for Arduino with ethernet connection. EasyChair Preprint, No.317.
- [7] Parikh, P., H. Singh, S. Nadar. (2016). Design and Development of a Programmable Logic Controller Using Atmel Controller and MATLAB Simulink. 3rd International Conference on Multidisciplinary Research & Practice, 6 (1), 74-78.
- [8] Shivacheva, I. (2015). Multimedia in education – art and professionalism. Journal of Innovation and entrepreneurship, 3 (4), 24-37. ISSN 1314-9180
- [9] Stoykova, V. (2014). Evaluation of the application of interactive presentation systems in higher education. Applied Researches in Technics, Technologies and Education (ARTTE), 2 (3), 286-300.
- [11] Susanto, A., Sunomo. (2017). Modul programmable logic controller (PLC) berbasis Arduino Severino. Jurnal Edukasi Elektro, 1 (2), 99-109.
- [12] UM2281, User manual. Getting started with the FP-IND-PLCWIFI1 function pack for PLC management via Wi-Fi.
- [13] Zaragoza, M., H-K. Kim. (2017). Comparative Study of PLC and Arduino in Automated Irrigation System. International Journal of Control and Automation, 10 (6), 207-218.
- [14] Zlatev, Z. (2016). Integration of additional device to a multimedia presentation system. Proceedings of 11th International Conference on Virtual Learning 2016 (ICVL), 209-213.
- [15] Zlatev, Z., S. Baycheva. (2017). Application of optical device in methodology for teaching analysis of essential oils. In International conference of virtual learning, ICVL Romania, 124-129.

Контакти

инж. Мирослав Стоянов Младенов
Тракийски университет
факултет Техника и технологии, Ямбол

Contacts

eng. Miroslav Stoyanov Mladenov
Trakia University
Faculty of technics and technologies
Yambol, Bulgaria

e-mail: miro.mladenov@abv.bg