

**ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПОРТАТИВНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ
ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРОНІКИ, МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ ТЕХНІКИ
ТА ПРОМИСЛОВИХ КОНТРОЛЕРІВ**

Поляков М.А.¹, Андрієнко П.Д.¹, Вітцківський І.Ю.¹, Поляков А.М.²

¹Національний університет «Запорізька політехніка» (Україна)

²Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)

В умовах дистанційного навчання за спеціальностями електричної інженерії є проблеми з виконанням лабораторних робіт на реальному обладнанні. **Метою роботи є** розробка портативної лабораторії яку можливо використовувати як у комп'ютерному класі, так і поза межами університету.

Викладення основного матеріалу. Основні вимоги до такої лабораторії полягають у забезпеченні низької вартості, функціональної повноти та гнучкості, масштабованості експериментів, безпеки в роботі, виконанні монтажу схем експериментів без використання паяння, компактності, простоти розгортання, живлення схеми управління експериментом від персонального комп'ютера через роз'єм USB, використання вільно розповсюджуваного програмне забезпечення для проектування алгоритмів управління об'єктами вивчення.

Ці принципи реалізовані в портативній лабораторії Smart EA, що складається з набору окремих стендів. Кожен стенд зберігається в окремому органайзері та підключається до персонального комп'ютера на час проведення лабораторної роботи. Апаратна частина стенду складається з базового набору та змінної частини.

Базовий набір включає мікропроцесорну плату Arduino Uno/Mega2560 з USB кабелем, макетну плату MB 102 на 830 пікселів, набір проводів і базові радіоелементи. До базових радіоелементів відносяться резистори, що обмежують, світлодіоди, кнопки і потенціометр. Елементи стенду поміщені в пластмасовий органайзер, який може переноситися в портфелі студента. Ціна базового комплексу стенда лежить в межах 500-1000 грн. Загальний вигляд лабораторного стенду наведено рис. 1.



Рисунок 1 – Загальний вигляд стану портативної лабораторії

Склад змінної частини стану залежить від теми лабораторної роботи і включає додаткові радіоелементи (семісегментні індикатори, п'єзовипромінювачі, цифрові та аналогові мікросхеми), пристрої (різні датчики, електродвигуни, модулі з реле, дисплеї, клавіатури) та шилди – плати які конструктивно сумісні з контактами мікропроцесорної плати та дозволяють скоротити кількість з'єднувальних проводів.

На персональному комп'ютері, до якого підключається станд, повинні бути встановлені операційна система Windows, з драйвером мікропроцесорної плати, середовище проектування Arduino IDE, що вільно розповсюджується, з необхідними бібліотеками. Роботу з реальною платою передуює робота із симуляторами об'єкта управління. Такі системи як UnoArduSim, TINKERCAD та інші, безумовно, є кроком уперед у підвищенні наочності навчальних експериментів із програмуванням алгоритмів керування.

Ще одним важливим напрямком, що підтримується обладнанням стану Smart EA, є вивчення мов програмування промислових контролерів. Основна проблема в галузі інженерного навчання програмування промислових контролерів полягає в недоступності з економічних міркувань, як самих контролерів, так і середовищ для програмування мовами стандарту MEK 61131-3.

У той самий час щодо алгоритмів управління об'єктами широко застосовуються плати з контролерами сімейств Arduino та інших, які доступні придбання. При цьому використовується мова програмування C та не використовуються мови стандарту MEK 61131-3, що є недоліком такого підходу.

У комп'ютерному класі використана платформа OpenPLC, що вільно

розповсюджується, для навчання програмуванню промислових контролерів мовами стандарту MEK 61131-3. Розроблені студентами програми виконуються як у вбудованому логічному контролері, так і в реальних платах із контролерами, наприклад із сімейства Arduino.

Платформа OpenPLC включає середовище програмування універсальною (не прив'язаною до конкретної платформи виробника плат із контролерами) мовою та засіб завантаження програми в реальну плату OpenPLC RunTime. При конфігуруванні проекту в середовищі OpenPLC Editor здійснюється вибір мови програмування. Можливі варіанти мов: мова інструкцій (IL), структурованого тексту (ST), сходових діаграм (LD), функціональних блокових діаграм (FBD) та послідовних функціональних кроків (SFC). При цьому мови LD, FBD, SFC є графічними мовами високого рівня, які містять сотні стандартних інструкцій, доступних для використання при побудові керуючих програм у пакеті. Програма мовою LD візуально нагадує релейно-контактну схему електроавтоматики. Приклад простої програми для реалізації функції реле із самоблокуванням наведено на рис. 2.

Для прив'язки змінних програми до пінів конкретної плати контролера використовуються записи в стовпці «Адреса». Ці записи формуються з урахуванням таблиць відповідності наявних у документації на пакет OpenPLC Editor. Так цифровий пін 2 плати Arduino Uno конфігурований як вхід матиме адресу %IX0.0, а пін 7 конфігурований як вихід адресу %QX0.0.

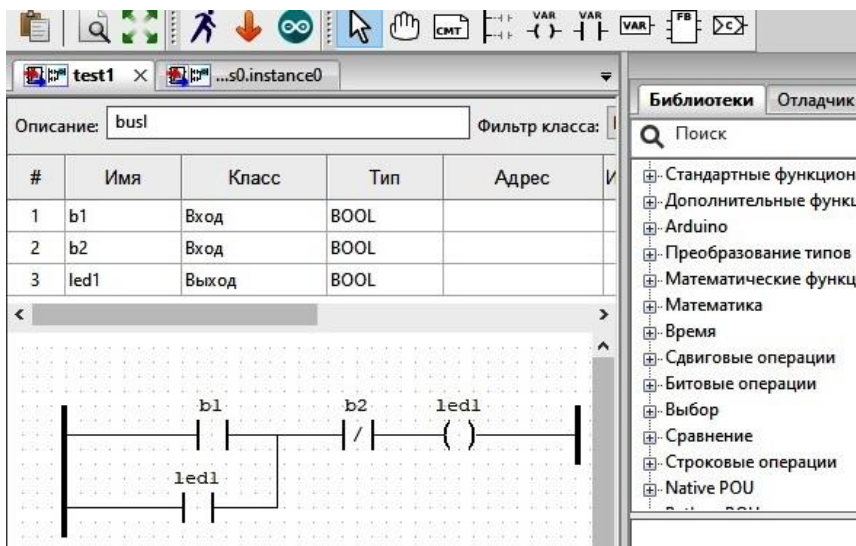


Рисунок 2 – Фрагмент екрану програми OpenPLC Editor

Лабораторію Smart EA впроваджено у навчальний процес підготовки бакалаврів за спеціальностями 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та 172 – «Телекомунікації та радіотехніка» у національному університеті «Запорізька політехніка». Зокрема були проведені лабораторні

роботи з вивчення програмування мовою C/C++ задач сполучення мікропроцесорної плати з датчиками та виконавчими механізмами, реалізації алгоритмів автоматного управління, а також вивчення програмування мовою Ladder Diagram задач реалізації логічних функцій, таймерів і лічильників з виконанням програм у симуляторі програмованого логічного контролера (при дистанційній формі навчання) та у реальному мікроконтролері Arduino Uno.

Висновки. Розроблена лабораторія Smart EA дозволяє виконувати широке коло лабораторних робіт на реальних об'єктах поза межами університету. В поточний час роботи з розширення функціональності портативної лабораторії продовжуються. Передбачається її застосування в курсі «Основи електроніки та мікросхемотехніки» для вивчення принципів побудови аналогових та цифрових вузлів. У перспективі планується інтеграція портативної лабораторії до інформаційно-керуючої системи кафедри університету, яка здійснює підготовку фахівців електротехнічного профілю. Елементи портативної лабораторії планується використовувати для управління обладнанням кафедри та створення лабораторних стендів, що дистанційно конфігуруються.

EXPERIENCE IN USING A PORTABLE LABORATORY FOR STUDYING ELECTRONICS, MICROCONTROLLER TECHNIQUES AND INDUSTRIAL CONTROLLERS

Mykhailo Poliakov, Andrienko Petro, Ivan Vittsivskyi, Oleksii Poliakov

Abstract. The structure and experience of using a portable microcontroller laboratory based on boards of the Arduino family in the educational process of preparing bachelors in electrical engineering at the National University "Zaporizhzhia Polytechnic" is considered. The basic part of the laboratory is simple and low cost. The elements of a laboratory workshop on the study of electronics, interfacing microcontrollers with sensors, actuators, programming the behavior of control systems in C / C ++, Ladder Diagram, Function Block Diagram programming languages are described. The laboratory uses free software both for programming real objects (Arduino IDE) and for their simulation (UnoArduSim, TINKERCAD). The prospects for the integration of a portable laboratory into the information and control system of the university department, which trains specialists in the electrical engineering profile, are considered. Elements of a portable laboratory are used to control the equipment of the department and create remotely reconfigurable laboratory units.

Keywords portable laboratory, microcontroller boards, programmable controllers, computer laboratory, programming languages.