

А.В. Пультяков, М.В. Копанев, А.С. Шендрик, А.Д. Тароев

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская федерация

ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИСТЕМЫ ЗАДАНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ТРЕНАЖЁРЕ ПО ПОИСКУ ОТКАЗОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается задача разработки передающего устройства системы задания неисправностей тренажерного макета станции для отработки навыков по поиску отказов электрической централизации стрелок и сигналов типа БМРЦ. Данная задача поставлена руководством Зиминской дистанции сигнализации, централизации и блокировки студентам для выполнения в рамках дипломного проектирования. В статье описана структура системы задания неисправностей, подробно рассмотрено назначение основных компонентов передающего устройства и дано описание применяемых элементов. Приведена принципиальная электрическая схема разработанного передающего устройства для системы задания неисправностей разработанного тренажёра по поиску отказов электрической централизации стрелок и сигналов.

Ключевые слова: электрическая централизация стрелок и сигналов, тренажёр, система задания неисправностей, передающее устройство, микроконтроллер.

A.V. Pulyakov, M.V. Kopanev, A.S. Shendrik, A.D. Taroev

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

TRANSMITTING DEVICE FOR TROUBLE SETTING SYSTEM IN THE SIMULATOR FOR SEARCHING FAULTS OF ELECTRIC CENTRALIZATION OF SWITCHES AND SIGNALS

Abstract. This article discusses the problem of developing a transmitter for a system for setting faults in a simulator mock-up of a station for developing skills in finding failures in the electrical interlocking of switches and signals of the BMRTS type. This task was set by the leadership of the Ziminskaya distance of signaling, centralization and blocking to students for implementation within the framework of graduation design. The article describes the structure of the system for setting faults, considers in detail the purpose of the main components of the transmitting device and describes the elements used. A circuit diagram of the developed transmitter for the system for setting faults of the developed simulator for searching for failures in the electrical interlocking of switches and signals is given.

Keywords: electrical centralization of arrows and signals, simulator, fault setting system, transmitter, microcontroller

Введение

Устройства электрической централизации стрелок и сигналов (ЭЦ) играют важную роль в обеспечении безопасности и бесперебойности движения поездов и маневровой работы на станциях. Они позволяют повысить перерабатывающую способность станций и эффективность перевозочного процесса в целом [1]. Отказы устройств ЭЦ резко снижают пропускную и перерабатывающую способность станций, приводя к значительным задержкам в движении поездов. Техническую эксплуатацию устройств ЭЦ осуществляют специалисты дистанций сигнализации, централизации и блокировки. Несмотря на наличие системы мониторинга отказов, для них очень важно знать принципы действия устройств ЭЦ и иметь навыки поиска причин их отказов [2, 3, 4].

В техническом классе Зиминской дистанции сигнализации, централизации и блокировки (ШЧ-3) при непосредственном участии авторов в рамках дипломного проектирования совместно со специалистами ШЧ-3 был разработан тренажерный макет станции для отработки навыков по поиску отказов устройств ЭЦ с системой задания неисправностей. В данной статье рассматривается передающее устройство для системы задания неисправностей разработанного тренажёра.

Система задания неисправностей

Тренажерный макет станции для отработки навыков поиска отказов электрической централизации стрелок и сигналов типа БМРЦ с системой задания неисправностей включает в себя непосредственно макет горловины учебной станции, для которой предусмотрено 44 блока наборной и исполнительной групп системы БМРЦ по альбому МРЦ-13 и саму систему задания неисправностей, которая, в свою очередь, состоит из передающего устройства, представляющего собой пульт преподавателя, и приёмных устройств, которые скрытно размещаются непосредственно в блоках системы электрической централизации или в кабельростах на верхушках релейных стивов и позволяют имитировать отказы, типа «обрыв» или «замыкание» цепи. Связь передающего устройства с приемными устройствами осуществляется по радиоканалу частотой 433 МГц от радиомодуля WL102-341.

Задаваться отказы будут через передающее устройство на базе микроконтроллера Arduino UNO и передаваться на приемники по радиоканалу частотой 433 МГц от радиомодуля WL102-341 передающего устройства к радиомодулю типа WL101-341 приёмного устройства.

В данной статье рассматривается передающее устройство для системы задания неисправностей разработанного тренажёра по поиску отказов электрической централизации стрелок и сигналов. Тренажер позволяет искусственно создавать отказы постового оборудования электрической централизации станции с целью отработки навыков поиска и устранения причин этих отказов электромеханиками СЦБ. Данный тренажёр по реализации отказов приближен к реальным условиям и позволяет обрабатывать навыки поиска типовых отказов и уменьшать время на их поиск, а также повышать квалификацию персонала и поддерживать уровень знаний и умений чтения электрических и монтажных схем.

Передающее устройство для системы задания неисправностей

Разработанное передающее устройство работает на базе микроконтроллера Arduino Uno и радиомодуля WL102-341. Внешний вид применённого микроконтроллера Arduino Uno, представлен на рис. 1 [5, 6].

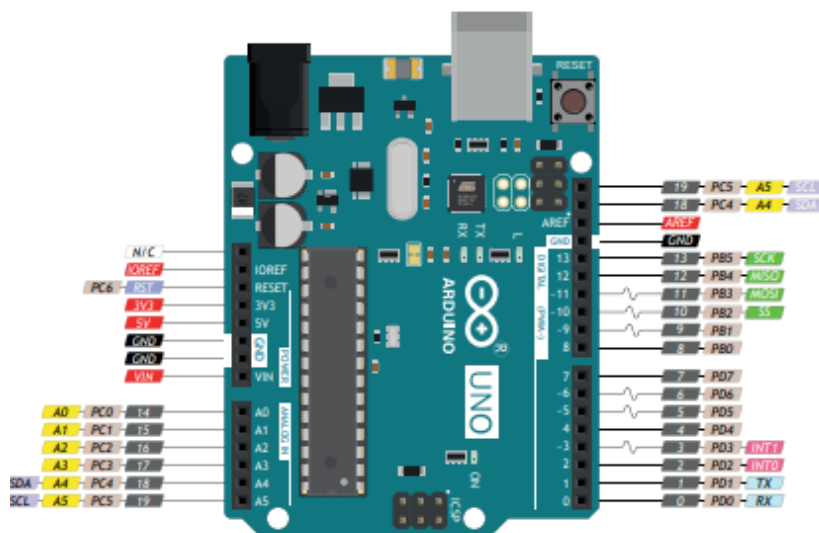


Рис. 1. Внешний вид и распиновка микроконтроллера Arduino Uno

Arduino UNO представляет из себя отладочный комплекс, выполненный на базе микроконтроллера ATmega328. Это плата, которая является «посредником» между пользователем и микроконтроллером, позволяя удобно цепляться к его ножкам и загружать в него прошивку прямо из среды программирования. Продуманное исполнение, небольшой размер, множество библиотек и примеров кода, позволят широко использовать Arduino UNO для разработки электронных устройств.

Платформа имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой

разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи.

С помощью этого микроконтроллера происходит управление передающим устройством для системы задания неисправностей разработанного тренажёра по поиску отказов электрической централизации стрелок и сигналов и вывод информации на ЖК экран LCD Keypad Shield.

Программирование самой платы происходит с помощью программы Arduino IDE, именно там пишется скетч, где прописываются состояния входов/выходов контроллера, определяются библиотеки для подключаемых устройств и основная программа.

Для связи передающего устройства с приемными устройствами использован передатчик WL102-341, работающий по радиоканалу на частоте 433 МГц. Внешний вид передатчика WL102-341 представлен на рис. 2 [7].

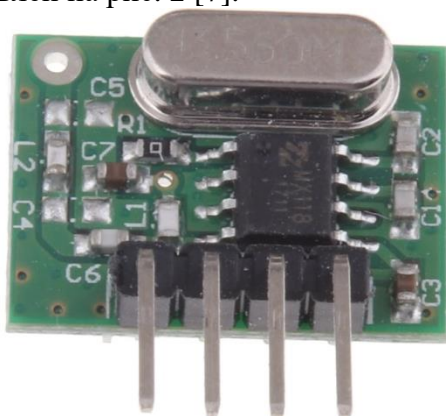


Рис. 2. Передатчик WL102-34

Модуль передатчика WL102-341 имеет четыре вывода: «+» и «-» для подключения питания, EN – линия включения передатчика, DAT – вход для передачи данных. Напряжение питания может варьироваться в пределах от 1,8 до 3,6 В. В режиме передачи данных, потребление при низком логическом уровне на линии DAT составляет 5 мА, при высоком 17 мА, в отключенном состоянии (низкий уровень на линии EN) потребление менее 1 мкА.

Для задания номера неисправности и его визуализации используется специальный шилд с кнопками и жидкокристаллическим экраном LCD Keypad Shield, внешний вид которого изображен на рис. 3 [8].



Рис. 3. Внешний вид LCD Keypad Shield

Этот шилд представляет собой плату с встроенными модулями индикации и управления, которая питается напряжением постоянного тока 5 В. Индикация осуществляется с помощью LCD-дисплея TC1602 (две строки по 16 символов каждая), управление – через встроенные кнопки. Есть возможность регулировки яркости дисплея прямо на плате с помощью подстроечного резистора. Плата снабжена разъемами, в которые могут быть подключены другие устройства, например, датчики. Для работы с экраном используются пины 4-10, для определения нажатия кнопок – только один аналоговый пин А0. Свободными являются цифровые пины 0-3, 11-13 и аналоговые пины А1-А5. На плате присутствуют пять управляющих кнопок, работа с которыми ведется через один аналоговый пин А0.

В шилде использован достаточно распространенный способ простого кодирования сигнала, при котором каждая кнопка формирует определенное значение напряжения, которое после АЦП преобразуется в соответствующее значение от 0 до 1023. Таким образом, можно передавать информацию о нажатии разных кнопок через один пин, считывая его при помощи функции analogRead. Принципиальная схема передающего устройства приведена на рис. 4.

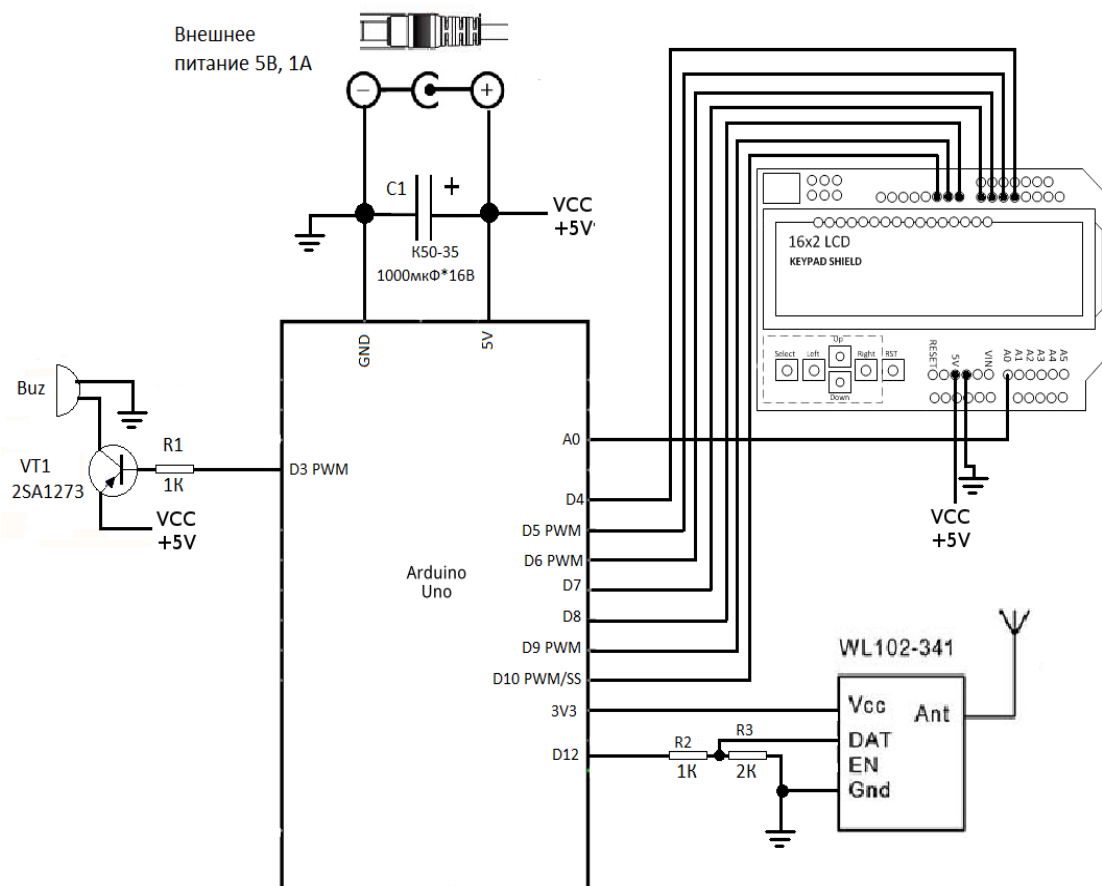


Рис. 4. Принципиальная схема передающего устройства

Питание микроконтроллера и всех компонентов, подключаемых к нему, идет от внешнего источника питания 5В/1А, подключаемого к плате через разъем питания DC. Так же для стабилизации скачков напряжения от внешнего источника или при подключении нагрузок, установлен конденсатор ёмкостью 1000мкФ*16В.

ЖК экран LCD Keypad Shield подключается к Arduino Uno очень просто – нужно попасть ножками в соответствующие разъемы платы Arduino Uno и аккуратно совместить их. Аналоговый вход А0 используется для управления кнопками шилда (RIGHT, UP, DOWN, LEFT, SELECT). Цифровые пины D4-D7 используются для приема и передачи данных между Arduino Uno и шилдом. Цифровой пин RS-D8 используются для выбора отображения данных

или сигнала. Цифровой пин Enable-D9 используются для начала чтения/записи данных. Цифровой пин D10 используются для включения подсветки LCD+.

Передачик WL102-341 питается непосредственно от платы Arduino Uno напряжением 3,3 В. Линия данных подключена на 12 вывод платы Arduino Uno через резистивный делитель напряжения, так как для корректной его работы нужно понизить напряжение на входе линии DAT до 3,3 В.

Для слаженной работы всех компонентов системы задания неисправностей разработанного тренажёра по поиску отказов электрической централизации стрелок и сигналов была написана программа (скетч) для микроконтроллера. Скетч содержит в себе подключение библиотек, определение типов переменных, инициализацию подключаемых устройств и непосредственно программу управления микроконтроллером Arduino Uno.

Заключение

Разработанный тренажерный макет станции для отработки навыков по поиску отказов электрической централизации стрелок и сигналов типа БМРЦ с системой задания неисправностей позволит повысить качество проведения технической учёбы работников дистанции и привить им навыки поиска причин отказов в устройствах электрической централизации стрелок и сигналов. Разработанное передающее устройство для системы задания неисправностей представленного тренажёра позволит обеспечить качество и «чистоту» занятия, обеспечив скрытое от обучающихся работников внесение неисправности в макет действующих устройств ЭЦ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. В 2 ч. / А.В. Горелик, Д.В. Шалягин, Ю.Г. Боровков, В.Е. Митрохин и др.; под ред. А.В. Горелика. – М.: ФГБОУ «УМЦ по обр. на ж.-д. трансп.». 2012. – 477 с.

2. Техническая эксплуатация устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Вл.В. Сапожников, Л.И. Борисенко, А.А. Прокофьев, А.И. Каменев / Под ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2003. – 336 с.

3. Пулятков А.В., Алексеенко В.А. Организация работы центров технической диагностики и мониторинга устройств автоматики и телемеханики на Восточном полигоне // Транспорт: наука, техника, управление. 2023. – №1. С. 23-28.

4. Пулятков А.В., Лихота Р.В., Алексеенко В.А. Техническая диагностика и мониторинг состояния устройств железнодорожной автоматики и телемеханики на восточном полигоне. Мат-лы VI всерос. научн.-практ. конф. с междунар. участ. «Образование – наука – производство» – Чита: ЗаБИЖТ ИрГУПС, 2022. С. 215-223.

5. Навурбиев Г.Ш., Мишин А.А. Плата Arduino UNO, описание, характеристика, сфера применения и различия их от аналогов. // В сборнике: Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2019. Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции. В 6 томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 341-344.

6. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВПетербург, 2014. – 400 с.

7. WL101-341 и WL102-341 – Обзор супергетеродинного приемника и передатчика – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://micro-pi.ru/wl101-341-wl102-341>.

8. Подключение шилда LCD Keypad Shield 1602 к Arduino – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/arduino-lcd-keypad-shield>.

REFERENCES

1. Systems of railway automation, telemechanics and communication. At 2 p.m. / A.V. Gorelik, D.V. Shalyagin, Yu.G. Borovkov, V.E. Mitrokhin and others; ed. A.V. Gorelik. - M. : FGBOU «UMC according to arr. on the railway transp.». 2012. – 477 p.

2. Technical operation of devices and systems of railway automation and telemechanics: textbook. allowance for universities railway transp. / V.I. Sapozhnikov, L.I. Borisenko, A.A. Prokofiev, A.I. Kamenev / Ed. V.I. Sapozhnikova. – M.: Route, 2003. – 336 p.
3. Pulyakov A.V., Alekseenko V.A. Organization of the work of centers for technical diagnostics and monitoring of automation and telemechanics devices at the Eastern test site // Transport: science, technology, management. 2023. – № 1. P. 23-28.
4. Pulyakov A.V., Likhota R.V., Alekseenko V.A. Technical diagnostics and monitoring of the state of railway automation and telemechanics devices at the eastern range. Materials VI All-Russian. scientific-practical conf. with international participation "Education - science - production" - Chita: ZabIZhT IrGUPS, 2022. P. 215-223.
5. Navurbiev G.Sh., Mishin A.A. Arduino UNO board, description, characteristics, scope and differences from analogues. // In the collection: Generation of the Future: View of Young Scientists-2019. Collection of scientific articles of the 8th International Youth Scientific Conference. In 6 volumes. Managing editor A.A. Gorokhov. 2019. P. 341-344.
6. Petin V.A. Projects using the Arduino controller. – St. Petersburg: BKhVPeterburg, 2014. – 400 p.
7. WL101-341 and WL102-341 – Overview of the superheterodyne receiver and transmitter - [Electronic resource]. Access mode: <https://micro-pi.ru/wl101-341-wl102-341>.
8. Connecting the LCD Keypad Shield 1602 to Arduino – [Electronic resource]. Access mode: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/arduino-lcd-keypad-shield>.

Информация об авторах

Пультяков Андрей Владимирович – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: pulyakov@irgups.ru;

Копанев Михаил Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: 9148964095@mail.ru;

Шендрик Антон Сергеевич – студент группы СОД.2-17-1, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: anton.1911.shen@mail.ru;

Тароев Александр Дмитриевич – студент группы СОД.2-17-1, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: taroead1999ad@gmail.com

Authors

Pulyakov Andrei Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of «Automation, Telemechanics and Communications», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: pulyakov@irgups.ru;

Kopanev Mikhail Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Department of «Automation, Telemechanics and Communications», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: 9148964095@mail.ru;

Shendrik Anton Sergeevich – student of the SOD.2-17-1 group, Faculty of «Transport Support Systems», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: anton.1911.shen@mail.ru;

Taroev Alexander Dmitrievich – student of the SOD.2-17-1 group, Faculty of «Transport Support Systems», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: taroead1999ad@gmail.com