МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«Вятский государственный университет»**

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

Допущено к защите

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_\_\_\_/Клюкин В.Л./

(подпись) (Ф.И.О)

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022г.

Разработка устройства автоматизированной проверки блоков релейной логики

Пояснительная записка курсового проекта по дисциплине

«Комплекс знаний бакалавра в области программного и аппаратного обеспечения вычислительной техники»

ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ

Разработал студент группы ИВТ-31 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Птахова А.М./

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Клюкин В.Л./

Консультант \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Мельцов В.Ю./

Работа защищена с оценкой «\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(оценка) (дата)

Члены комиссии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Клюкин В.Л./

(подпись)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Мельцов В.Ю./

(подпись)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Исупов К.С./

(подпись)

Киров 2022

РЕФЕРАТ

Птахова А.М.. Разработка устройства автоматизированной проверки блоков релейной логики. ТПЖА.09.03.01.487ПЗ: Курс. проект/ ВятГУ, каф. ЭВМ; рук. Клюкин В.Л. – Киров, 2022. - ПЗ 30с., 3 табл., 25 рис., 2 прил.

РЕЛЕЙНАЯ ЛОГИКА, ЦИФРОВОЕ УСТРОЙСТВО, ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ МОДЕЛЬ, ARDUINO, ТЕСТИРОВАНИЕ

Программно-аппаратная модель, разработанная в рамках данного курсового проекта – устройство автоматизированной проверки блоков релейной логики.

В ходе выполнения курсового проекта был выполнен анализ проблемной области, проектирование и разработка программного и аппаратного обеспечения.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

[ОГЛАВЛЕНИЕ 3](#_Toc121192776)

[ВВЕДЕНИЕ 5](#_Toc121192777)

[1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ ОБЛАСТИ 6](#_Toc121192778)

[1.1. Обзор текущей аппаратной модели проверки 6](#_Toc121192779)

[1.1.1. Интерфейс пользователя 6](#_Toc121192780)

[1.1.2. Осуществление проверки блока 6](#_Toc121192781)

[1.1.3. Выявление недостатков 6](#_Toc121192782)

[1.2. Обзор аналогов 6](#_Toc121192783)

[1.2.1. КЛУБ-У - Комплексно локомотивное устройство безопасности унифицированное. 6](#_Toc121192784)

[1.2.2. САК – система автоматического контроля 7](#_Toc121192785)

[1.2.3. АСУ – автоматическая система управления 7](#_Toc121192786)

[1.3. Актуальность разработки 9](#_Toc121192787)

[1.4. Техническое задание 9](#_Toc121192788)

[1.4.1. Наименование системы 9](#_Toc121192789)

[1.4.4. Характеристика объекта автоматизации 10](#_Toc121192790)

[1.4.5. Требования к системе 10](#_Toc121192791)

[1.4.6. Требования по диагностированию системы 11](#_Toc121192792)

[1.4.7. Требования к функциям, выполняемым системой 11](#_Toc121192793)

[2. РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА 13](#_Toc121192794)

[2.1. Разработка структуры устройства 13](#_Toc121192795)

[2.2. Разработка диаграммы переходов состояний 15](#_Toc121192796)

[2.3. Разработка алгоритмов функционирования 15](#_Toc121192797)

[2.3.1. Алгоритм диагностирования 16](#_Toc121192798)

[2.3.2. Алгоритм проверки 17](#_Toc121192799)

[2.3.3. Алгоритм выбора режима 19](#_Toc121192800)

[2.4. Изготовление образца 19](#_Toc121192801)

[2.4.1. Выбор элементной базы 19](#_Toc121192802)

[2.4.2. Особенности конструкторской сборки 20](#_Toc121192803)

[2.4.3. Выбор инструментов разработки 24](#_Toc121192804)

[3. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ 28](#_Toc121192805)

[3.1. Тестирование в режиме «проверка» 28](#_Toc121192806)

[3.2. Тестирование в режиме «диагностика» 30](#_Toc121192807)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 32](#_Toc121192808)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 33](#_Toc121192809)

[ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ 34](#_Toc121192810)

[Приложение А 35](#_Toc121192811)

[Приложение Б 37](#_Toc121192812)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |
| Разраб | | Птахова А. М |  |  | Разработка устройства для автоматизированной проверки блоков релейной логики | Литера | | | Лист | Листов |
| Пров | | Мельцов В. Ю |  |  |  |  |  | 4 | 43 |
|  | |  |  |  |  | | | | |
|  | |  |  |  |
| Реценз. | |  |  |  |

# ВВЕДЕНИЕ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 5 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

В современном мире всё чаще возникает необходимость в автоматизации рутинных задач, выполняемых человеком. Одной из таких задач является задача автоматизации проверки цифровых устройств на исправность. Для решения данной задачи возможно использование аппаратно-программного комплекса на базе серийных микропроцессоров или микроконтроллеров, способного управлять подачей тестовых наборов сигналов и анализировать результаты функционирования устройства при различных режимах работы.

# 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ ОБЛАСТИ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 6 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

На первом этапе работы проведён обзор известных аппаратных устройств для проверки электронных блоков, отмечены их достоинства и выявлены недостатки. На основе анализа обоснована актуальность данной разработки и сформировано техническое задание на проектирование.

## 1.1. Обзор текущей аппаратной модели проверки

### 1.1.1. Интерфейс пользователя

Интерфейс пользователя представляет собой набор тумблеров для управления состояниями на входах проверяемого устройства, набор ламп и светодиодов для отображения состояний на выходах проверяемого устройства.

### 1.1.2. Осуществление проверки блока

Проверка блока осуществляется полностью оператором, который задает положение тумблеров и смотрит изменение состояний ламп или светодиодов в соответствии с алгоритмом, описанном на бумаге.

### 1.1.3. Выявление недостатков

Основным недостатком данной модели является выполнение проверки полностью «в ручном» режиме. Это сказывается на времени выполнения проверки и возможности ошибки в результате человеческого фактора.

## 1.2. Обзор аналогов

### 1.2.1. КЛУБ-У - Комплексно локомотивное устройство безопасности унифицированное.

Устройство предназначено для обеспечения безопасности движения, предупреждения аварийных ситуаций.

Для проверки работоспособности клуб-у пользователь должен ввести команду «К71». В результате выполнения команды в информационной строке высветится ряд из 11 цифр и букв «123456789АВ», которые обозначают наличие и исправность соответствующего логического модуля.

### 1.2.2. САК – система автоматического контроля

САК решает задачу автоматического получения информации о значении параметров или их отклонении от заданных значений и представлении ее в удобном виде оператору или для использования в системах автоматики. Как правило, осуществляет проверку только одного устройства, к которому он прикреплен.

Пример САК для малого числа контролируемых параметров объекта приведен на рисунке 1.

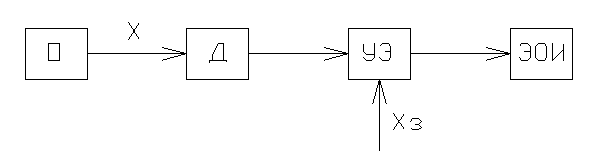


Рисунок 1 – САК для объекта с малым числом контролируемых параметров

В такой САК контролируемый параметр Х объекта О измеряется датчиком Д, сравнивается с заданным значение Х3 в управляющим элементе УЭ и результат измерения и контроля предоставляется оператору элементами отображения информации ЭОИ (световые и звуковые приборы).

### 1.2.3. АСУ – автоматическая система управления

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 7 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Пример АСУ приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – АСУ

**На нижнем уровне система выполняет сбор, электрическую фильтрацию и АЦП сигналов с датчиков.**

**На верхнем уровне система выполняет следующие функции:**

1. Визуализация состояния технологического процесса;

2. Текущая регистрация характеристик технологического процесса;

3. Оперативный анализ состояния оборудования и **технологического процесса**;

Таким образом, нижний уровень реализует алгоритмы **управления** оборудованием, верхний – отображения и анализа полученных данных.

Сравнение аналогов приведено в таблице 1.

**Таблица 1 – Сравнение известных аналогов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист | |  |  |  |  |  | 8 | | Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата | | КЛУБ-У | САК | АСУ |
| 1. Выполняет проверку в автоматическом режиме | + | + | + |
| 2. Выполняет единственную операцию - проверку | - | + | - |
| 3. Есть возможность сравнения полученных данных с заданными | - | + | + |
| 4. Возможна проверка блоков релейной логики | - | - | - |

## 1.3. Актуальность разработки

Существующее устройство проверки не имеет возможности работы в автоматическом режиме.

Существующие аналоги имеют ряд преимуществ перед существующим устройством: возможность проверки в автоматическом режиме, сравнения полученных данных с заданными, работы в одном режиме – режиме проверки. Но у них у всех отсутствует возможность проверки блоков релейной логики.

В результате было принято решение о разработке устройства для проверки блоков релейной логики, включающее в себя все преимущества аналогов.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 9 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

## 1.4. Техническое задание

### 1.4.1. Наименование системы

Полное наименование системы: автоматизированная система проверки блоков релейной логики

1.4.2. Краткая характеристика области применения

Устройство предназначено для автоматизированной проверки блоков релейной логики.

Требования к устройству:

- количество коммутируемых цепей не менее 16

- количество контролируемых цепей не менее 16

- количество цепей измерения постоянного напряжения 3

- максимальное напряжение по одной коммутируемой цепи не более 30В

- максимальный ток по одной коммутируемой цепи не более 2А

- максимальное напряжение по цепи измерения постоянного напряжения не более 30В

1.4.3. Цели создания

Основными целями устройства являются:

- повышение эффективности исполнения процесса проверки путем сокращения операций, выполняемых «вручную»

- повышение качества проверяемой продукции за счет уменьшения количества работ, выполняемых человеком

Для реализации поставленных целей система должна решать следующие задачи:

- распознавание входов и выходов

- установка состояний входов

- чтение состояний выходов

- проверка состояний входов и выходов в соответствии заданному алгоритму

- возможность выдачи результата

Пример алгоритма представлен в приложении А. Остальные алгоритмы проверки имеют такую же структуру.

### 1.4.4. Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации является пульт проверки блоков релейной логики.

Пульт проверки включает в себя:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 10 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

- тумблеры для установки состояний входов

- лампы и диоды для отображения состояний выходов

- инструкции для проверки

### 1.4.5. Требования к системе

В состав устройства должны входить следующие подсистемы:

- подсистема управления

- подсистема анализа

- подсистема операционного управления

Подсистема управления предназначена для подачи команд на блок управления, таких как установка состояний входов, чтения состояний выходов.

Подсистема анализа служит для проверки соответствия полученных данных с теми, которые должны были получиться, и распознавание полученных данных.

Подсистема операционного управления реализует установку состояний входов, чтение состояний выходов.

### 1.4.6. Требования по диагностированию системы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 11 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Диагностирование системы осуществляется установкой переключателя в соответствующий режим.

Режим диагностики включает в себя:

- диагностирование выходов при помощи задания их состояний посредством переключателей

- диагностирование входов при помощи включения светодиода при подаче на вход сигнала высокого напряжения

- диагностирование взаимодействия входов и выходов осуществляется посредством установки состояний выходов переключателями и последующей установки состояний соответствующих номерам выходов входов. Управляется через микроконтроллер.

Устройство должно обеспечивать возможность работы с не менее 16 коммутируемыми цепями, с не менее 50 контролируемыми цепями и с 3 цепями постоянного тока.

### 1.4.7. Требования к функциям, выполняемым системой

Функция диагностирования выполняет следующее:

- чтение состояний выходов

- чтение состояний выходов и установку на номера входов, соответствующие номерам выходов, аналогичные состояния

Функция анализа выполняет следующее:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 12 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

- установку состояние входа в состояние, заданное алгоритму

- чтение состояние выхода

- сравнения полученного значения с заданным

# 2. РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

На данном этапе работы необходимо в соответствии с требованиями, сформулированными в техническом задании разработать структуру устройства и диаграмму переходов состояний

## 2.1. Разработка структуры устройства

Для обеспечения функционирования системы разработана обобщенная структура программно-аппаратного продукта, представляющая собой набор взаимосвязанных подсистем. Структурная схема устройства представлена на рисунке 3.

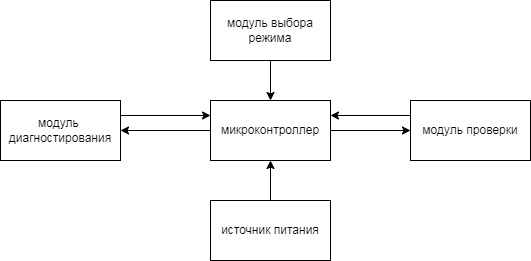


Рисунок 3 – Структурная схема устройства

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 13 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Каждый из блоков и модулей имеет следующее назначение и функционал:

- модуль выбора режима. Предоставляет возможность выбора режима функционирования и режима выполнения проверки по средствам установки переключателей в соответствующее положение;

- модуль диагностирования. Предоставляет возможность установки переключателей в состояние включено или выключено. Состояния переключателей в виде сигналов поступают на микроконтроллер. Осуществляет отображение информации о состоянии переключателей и о возможности выполнения диагностирования за счет светодиодов;

- блок микроконтроллера. Осуществляет чтение сигналов, поступивших с переключателей, задающих режим функционирования. В результате происходит выполнение модуля соответствующего данному режиму. В режиме диагностирования выполняет чтение сигналов о состоянии переключателей и подачу сигналов на светодиоды с соответствующим номером. Кроме того, выполняет проверку подключения проверяемого устройства к питанию и в случае отрицательного результата разрешает выполнение диагностирования, иначе – запрещает. В режиме проверки выполняет подачу сигналов на входы проверяемого устройства, чтение сигналов с выходов проверяемого устройства, сравнение полученных данных с теми, которые должны были получиться, подача сигналов на светодиоды, отображающие результат проверки. Также перед началом проверки выполняет проверку подключения проверяемого устройства и установку состояний всех переключателей, задающих выходы устройства в нижнее положение. В случае выполнения обоих условий, проверка разрешается, иначе – запрет.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 14 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

- модуль проверки. Выполняет отображение сигналов, поступающих на входы проверяемого устройства за счет светодиодов, а также сигналов о состоянии проверки и о возможности ее выполнения. Кроме того, осуществляет возможность выбора режима выполнения проверки: выполнить проверку и сброс. Выбор происходит по средствам установки переключателя в соответствующий режим.

- блок источника питания. Осуществляет питание проверяемое устройство и само устройство проверки.

## 2.2. Разработка диаграммы переходов состояний

Для описания поведения системы, демонстрации всех возможных состояний системы и изменением их в результате внешнего воздействия была разработана диаграмма переходов состояний, представленная на рисунке 4.

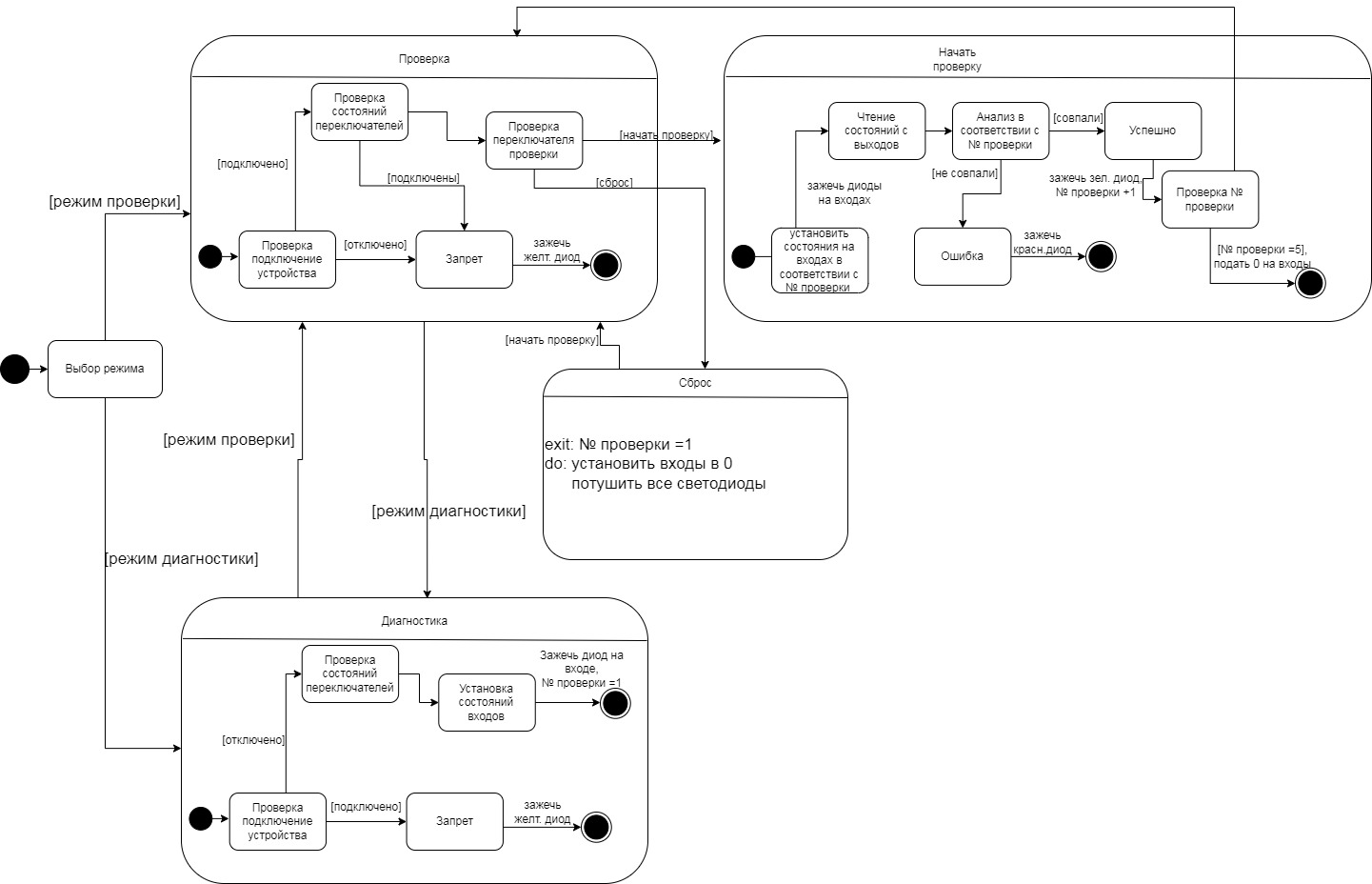


Рисунок 4 - Диаграмма переходов состояний

## 2.3. Разработка алгоритмов функционирования

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 15 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Для реализации проверки блока необходимо разработать алгоритм проверки. Чтобы исключить возможность неисправности самого устройства проверки, необходим алгоритм диагностирования. Так как существует 2 различных режима работы устройства для проверки, необходимо реализовать алгоритм выбора соответствующего режима.

### 2.3.1. Алгоритм диагностирования

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 16 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Алгоритм диагностирования:

1. Проверить подключение проверяемого устройства. Если подключено, то зажечь желтый светодиод, номер проверки сделать равным 1 и завершить алгоритм;
2. Считать сигналов о состоянии переключателей;
3. Подать соответствующие сигналы на светодиоды с соответствующим номером;
4. Номер проверки сделать равным 1;
5. Завершить алгоритм.

Схема алгоритма диагностирования представлена на рисунке 5.

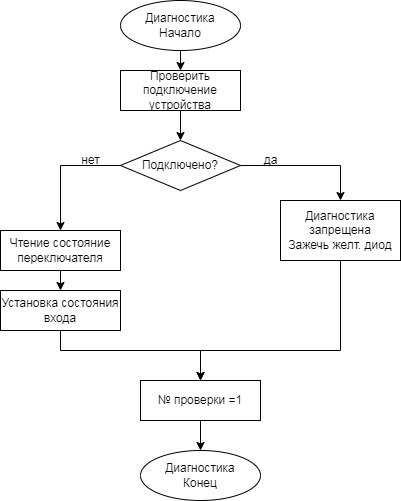


Рисунок 5 – Схема алгоритма диагностирования

### 2.3.2. Алгоритм проверки

1) Проверить подключение устройства. Если не подключено, то зажечь желтый светодиод и закончить алгоритм проверки;

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 17 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

2) Проверить состояния переключателей. Если не все переключатели отключены ( в нижнем положении), то зажечь желтый светодиод и закончить алгоритм проверки;

3) Проверить состояние переключателя проверка. Если в состоянии «проверка», то перейти к п. 7;

4) Погасить все светодиоды;

5) Установить 0 на входах проверяемого устройства;

6) Номер проверки сделать равным 1 и завершить алгоритм.

7) Подать сигналы на входы проверяемого устройства в соответствии с номером проверки

8) Считать сигналы, полученные в результате на выходах

9) Сравнить полученные данные с теми, которые должны были получиться. Если не совпали, то зажечь красный светодиод, установить 0 на входах проверяемого устройства и закончить алгоритм

10) Номеру проверки прибавить 1;

11) Зажечь зеленый светодиод;

12) Подождать 10с;

13) Погасить зеленый светодиод;

14) Проверить, равен ли номер проверки 5. Если равен, то завершить алгоритм, иначе – перейти к п.7.

Схема алгоритма диагностирования представлена на рисунке 6.

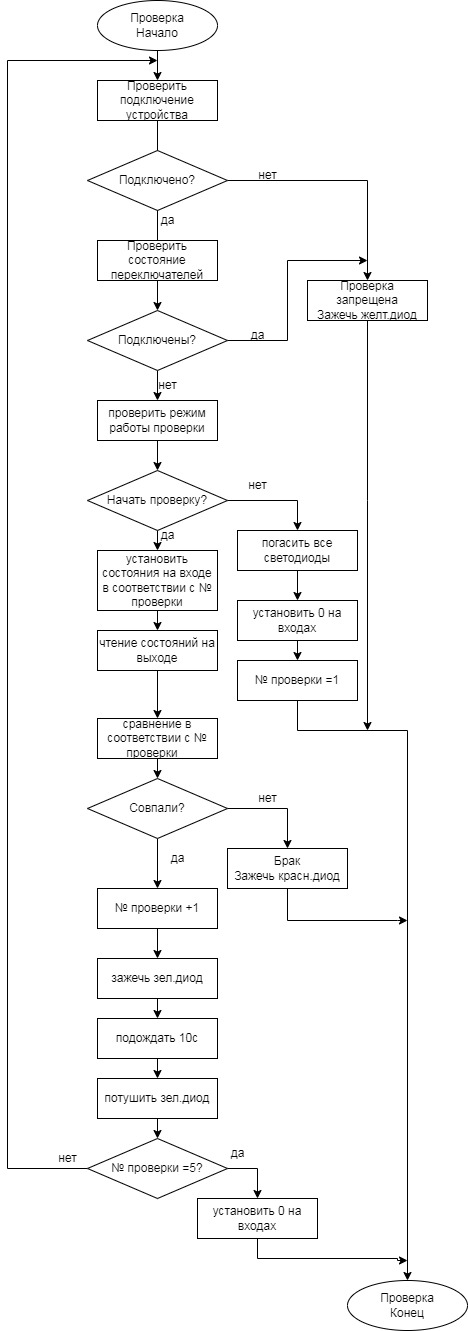


Рисунок 6 – Схема алгоритма проверки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 18 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

### 2.3.3. Алгоритм выбора режима

1) Считать сигнал о состоянии переключателя режима

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 19 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

2) Сравнить сигнал с сигналом, отвечающим за режим проверки. Если равен, то вызвать подпрограмму «проверка», иначе – «диагностика».

Схема алгоритма выбора режима представлена на рисунке 7.

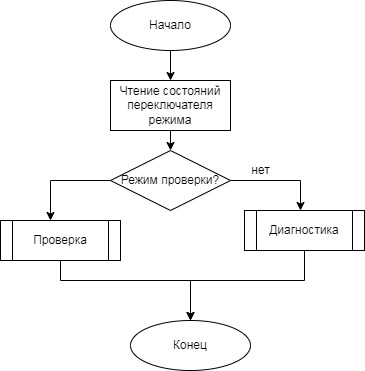


Рисунок 7 – Схема алгоритма выбора режима

## 2.4. Изготовление образца

### 2.4.1. Выбор элементной базы

Для реализации выбора режима диагностирования и возможностей проверки используется 2 разрядный dip переключатель. Первый разряд – выбор режима. Второй разряд – начать проверку или произвести сброс.

Для установки состояний выходов в режиме диагностирования используется 2 8-разрядных dip переключателей. Их подключение к плате осуществлялось при помощи 2 сдвиговых регистров 74hc165, так как они позволяют считывать данные, которые поступают на входы.

Для отображения состояний входов использовались 16 светодиодов, которые подключались к плате при помощи 2 сдвиговых регистров 74hc595.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 20 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Для отображения состояний проверки используются 3 светодиода: зеленый, желтый и красный. Желтый загорается в тот момент, когда проверка или диагностирование запрещено. Зеленый – проверка прошла успешно. Красный – проверка выявила неисправности, устройство не исправно.

### 2.4.2. Особенности конструкторской сборки

Питание платы Arduino UNO может осуществляться за счет подключения платы к источнику питания с напряжением 9В через USB-порт или через разъем внешнего источника питания. Разъемы представлены на рисунке 8.

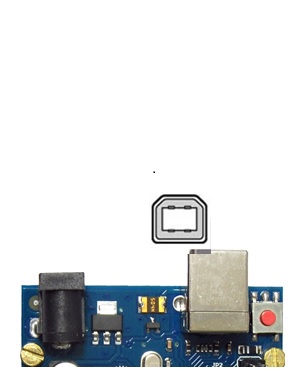


Рисунок 8 – Разъемы

Для подключения элементов используется макетная плата с размерами. Схема макетной платы приведена на рисунке 9.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 21 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

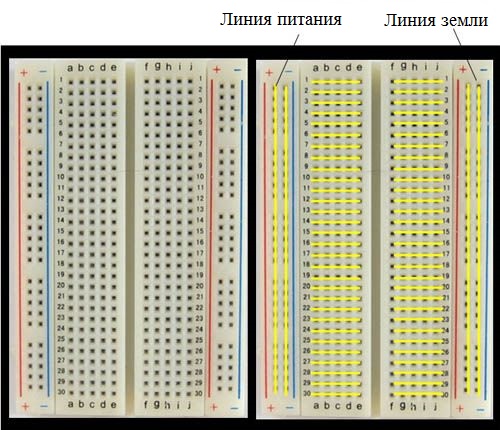


Рисунок 9 – схема макетной платы

Регистры подключены каскадом с целью уменьшения количества проводов для управления ими.

Для создания каскада из регистров 74hc595 необходимо соединить 9 контакт первого регистра с 14 контактом второго. 14 контакт первого регистра соединить с 3 пином на плате Arduino UNO. 12 и 11 конакты каждого регистра соединить со 2 и 1 пином платы соответсвенно. На 8 и 13 контакты каждого регитсра подать 0В, а на 16 контакты - 5В.

Подключение регистров 74hc595 каскадом представлены на рисунке  11.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 22 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

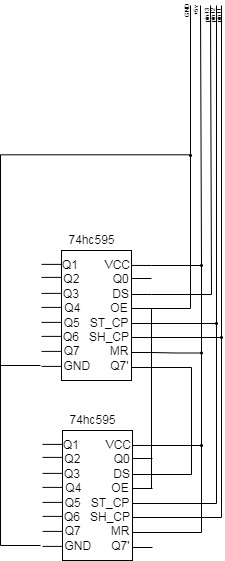


Рисунок 10 – Подключение регистров 74hc595 каскадом

Для создания каскада из регистров 74hc165 необходимо соединить 10 контакт первого регистра с 9 контактом второго. 9 контакт первого регистра соединить с 5 пином на плате Arduino UNO. 1, 2, 15 конакты каждого регистра соединить со 7, 6 и 4 пином платы соответсвенно. На 8 контакт каждого регитсра подать 0В, а на 16 контакты - 5В.

Подключение регистров 74hc165 каскадом представлены на рисунке  12.

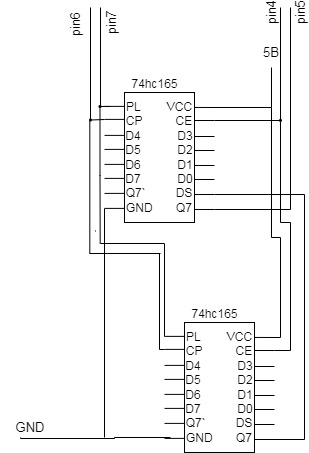


Рисунок 11 – Подключение регистров 74hc165 каскадом

Схема разработанного устройства представлена на рисунке 12.

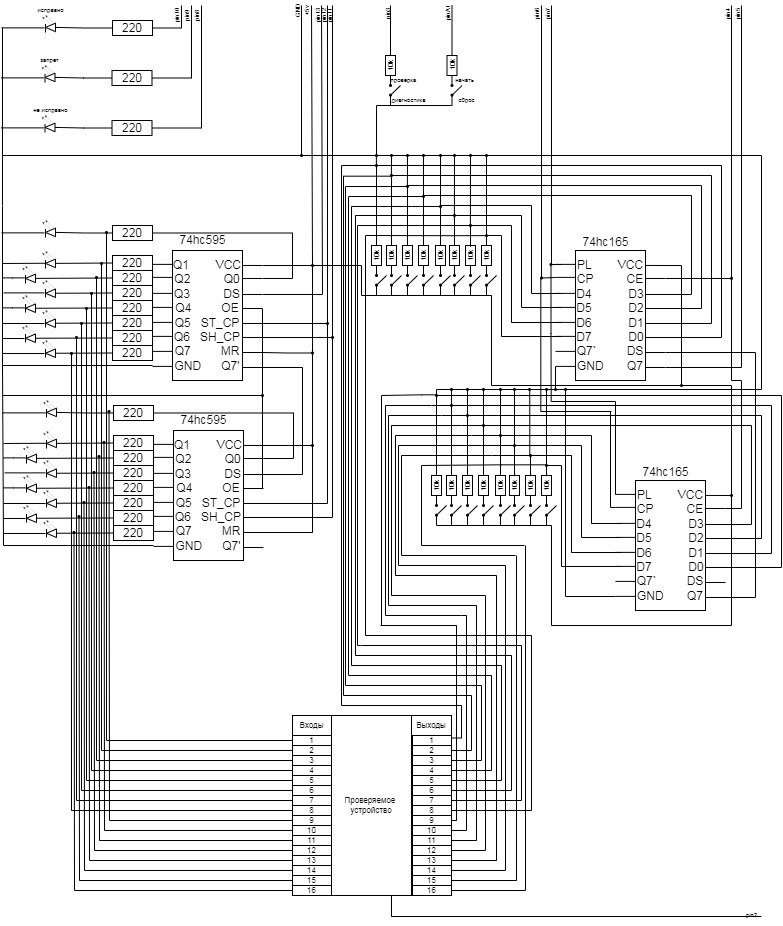


Рисунок 12 – схема устройства

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 23 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Фото испытательного стенда в разных сборках представлено в приложении А.

### 2.4.3. Выбор инструментов разработки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 24 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Программировать микроконтроллеры можно на 2 языках программирования – Assembler, С. Их сравнение приводится в таблице 3.

**Таблица 3 – Сравнение языков программирования**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Assembler | C |
| 1. ПО | - Notepad++  - GCC  - Tetminal и PuTTY  -  avrdude и openocd | - Arduino IDE |
| 2. Простота разработки | - | + |

Так как в техническом задании нет требований к скорости выполнения, а по остальным пунктам сравнения С имеет преимущества, этот язык и был выбран для написания программного обеспечения.

Инструкции, жестко записанные в микроконтроллере, имеют вид конструкции switch- case. В ней в качестве параметра switch передается номер проверки, в операторах case идет выбор соответствующей проверки, выполнение функции анализа и переход к следующей проверки путем увеличение параметра switch на 1.

Листинг кода, в котором описаны инструкции, приведен ниже.

switch(number) //номер проверки

{

case 1:

{

digitalWrite(ledGreen, LOW);

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledGreen, LOW);

check(0, &in1, &in2);//проверка

//вывод в монитор порта

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

if (in1==0 && in2==0)//сравнить полученные значения с эталонными

{

digitalWrite(ledGreen, HIGH); //проверка прошла

number++; //следующая проверка

} //if

else

{

digitalWrite(ledRed, HIGH);//не исправно

number=5;//заканчиваем проверку

}//else

delay(1000);

break;

}//1

case 2:

{

digitalWrite(ledGreen, LOW);

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledGreen, LOW);

delay(1000);

check(51, &in1, &in2);//проверка

//вывод в монитор порта

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

if (in1==51 && in2==51 )

{

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 25 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

digitalWrite(ledGreen, HIGH);

number++;

} //if

else

{

digitalWrite(ledRed, HIGH);

number=5;

}//else

delay(1000);

break;

}//2

case 3:

{

digitalWrite(ledGreen, LOW);

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledGreen, LOW);

delay(1000);

check(204, &in1, &in2);//проверка

//вывод в монитор порта

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

if (in1==136 && in2==136 )

{

digitalWrite(ledGreen, HIGH);

number++;

} //if

else

{

digitalWrite(ledRed, HIGH);

number=5;

}//else

delay(1000);

break;

}//3

case 4:

{

digitalWrite(ledGreen, LOW);

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledGreen, LOW);

delay(1000);

check(255, &in1, &in2);//проверка

//вывод в монитор порта

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 26 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

if (in1==221 && in2==221 )

{

digitalWrite(ledGreen, HIGH);

number++;

} //if

else

{

digitalWrite(ledRed, HIGH);

number=5;

}//else

delay(1000);

break;

}

default:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 27 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

{

//записывание

digitalWrite(latchPin, LOW);//установить защелку, начинать передавать бит

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0); //сброс входов

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0);

digitalWrite(latchPin, HIGH); // сигнализировать, что больше не надо считывать

break;

}

}//switch

Данные поступают в виде сигналов логического нуля или единицы.

Полностью листинг кода приведен в приложении Б.

# 3. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 28 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

## 3.1. Тестирование в режиме «проверка»

Если проверяемое устройство подключено, и все переключатели выходов находятся в нижнем положении, то проверка разрешена, и желтый светодиод не горит. Результат приведен на рисунке 13.

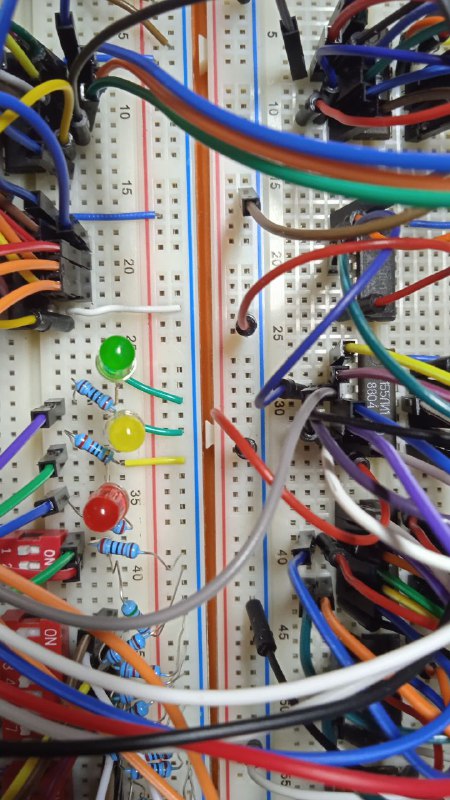


Рисунок 13 – Проверка разрешена

Если проверяемое устройство подключено или не все переключатели выходов находятся в нижнем положении, то проверка запрещена. Загорится желтый светодиод, и все последующие действия не выполняются. Результат запрета выполнения проверки приведен на рисунке 15.

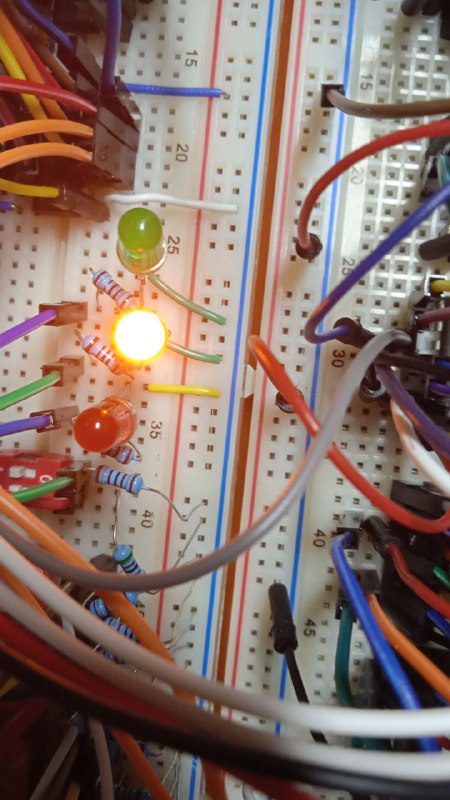


Рисунок 14 – Запрет выполнения проверки

Если переключатель режима выполнения проверки находится в верхнем положении (выполнить проверку), то происходит выполнение проверки.

Если номер выполняемой проверки равен 2, то в результате все светодиоды не горят. Результат приведен на рисунке 15.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 29 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

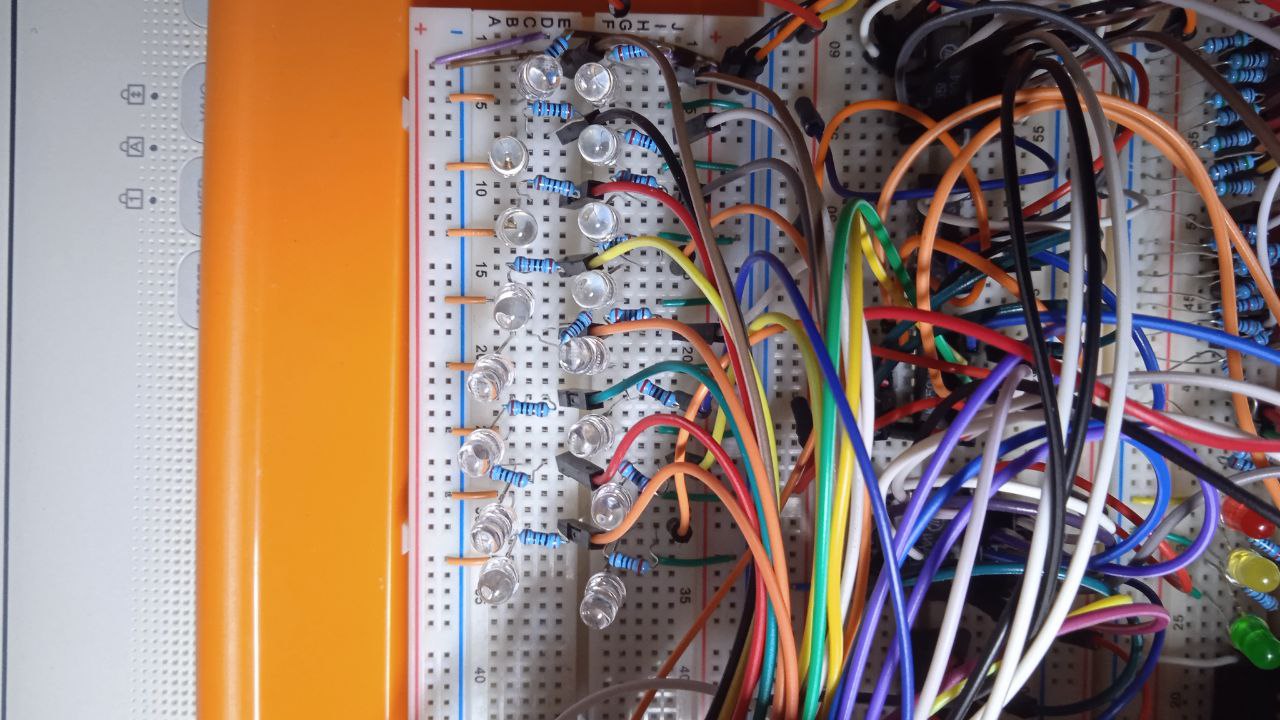


Рисунок 15 – Выполнение первой проверки

Если номер выполняемой проверки равен 2, то в результате загорятся светодиоды под номером 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16. Результат приведен на рисунке 16.

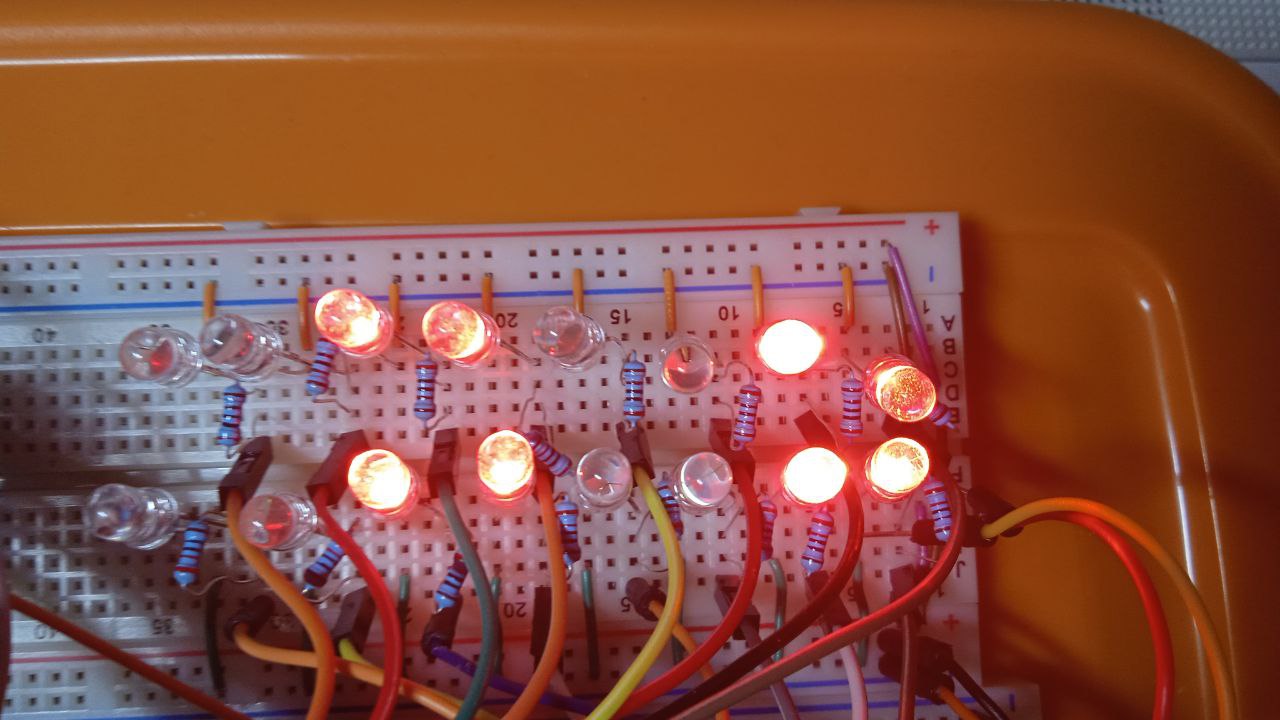


Рисунок 16 – Выполнение второй проверки

Если номер выполняемой проверки равен 3, то в результате загорятся светодиоды под номером 1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14. Результат приведен на рисунке 17.

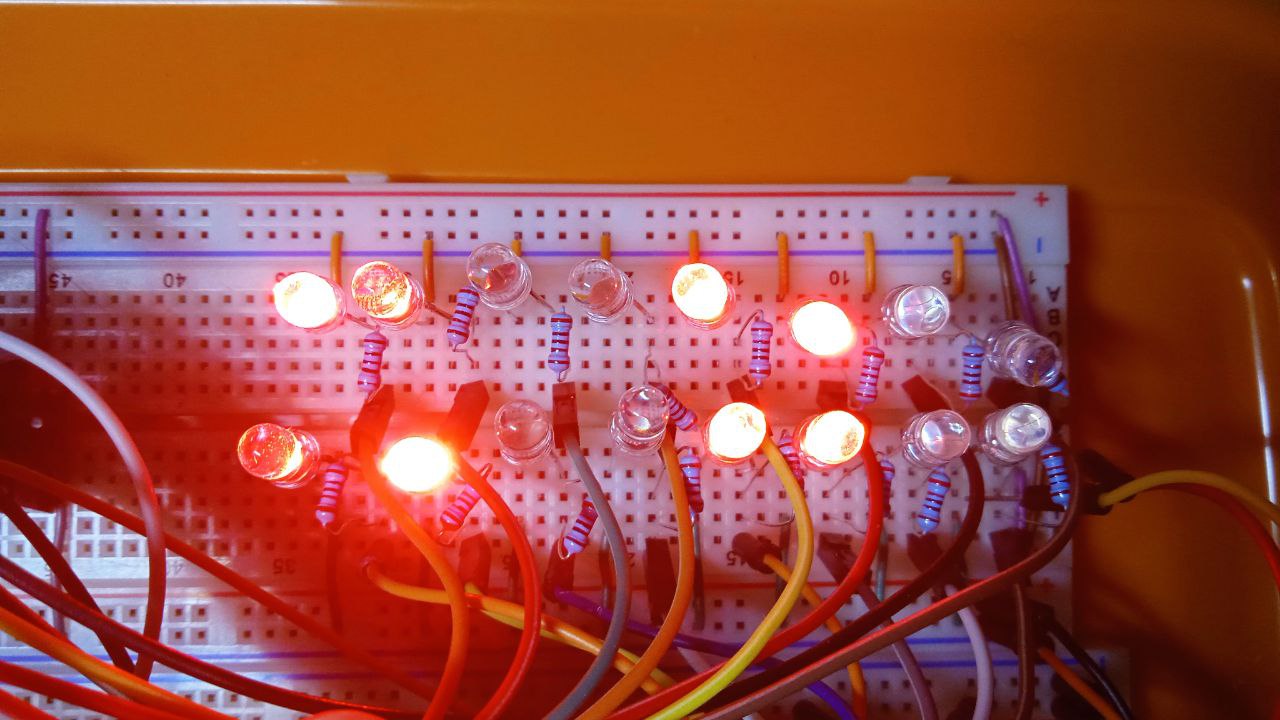


Рисунок 17 – Выполнение третьей проверки

Если номер выполняемой проверки равен 4, то в результате загорятся все светодиоды. Результат приведен на рисунке 18.

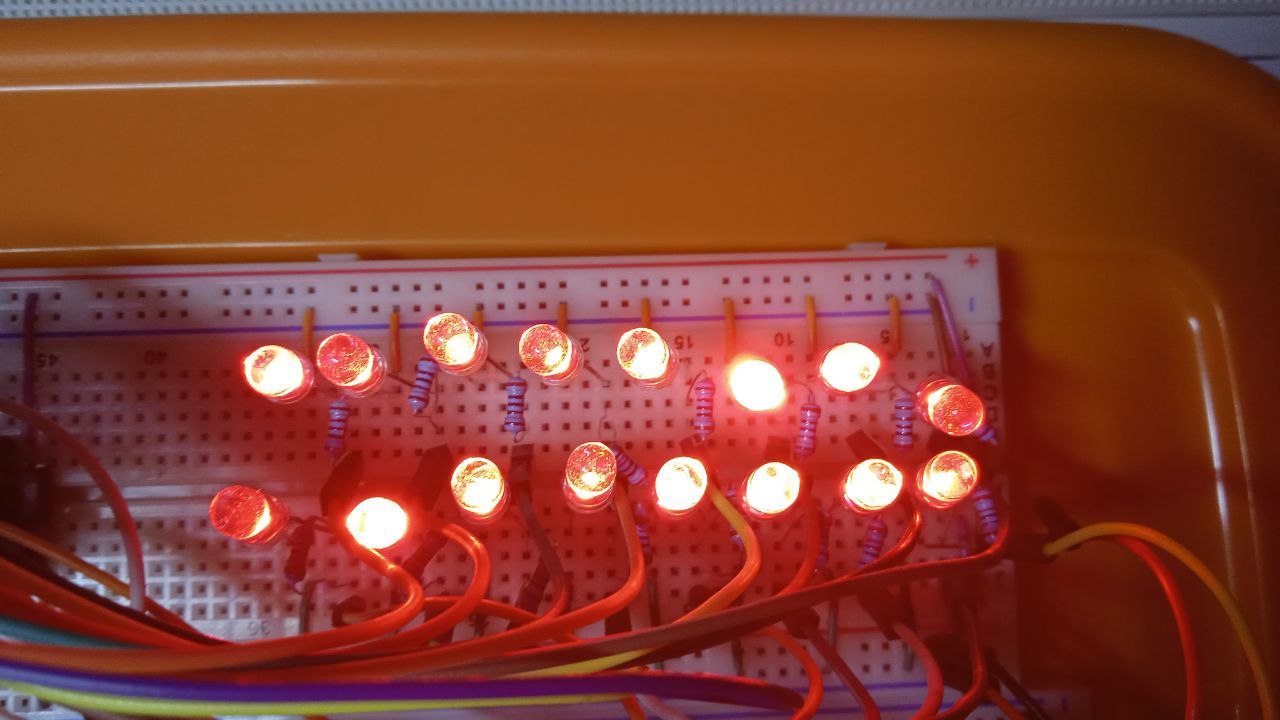


Рисунок 18 – Выполнение четвертой проверки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 30 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Если проверяемое устройство исправно, то загорится зеленый светодиод. Результат представлен на рисунке 19.

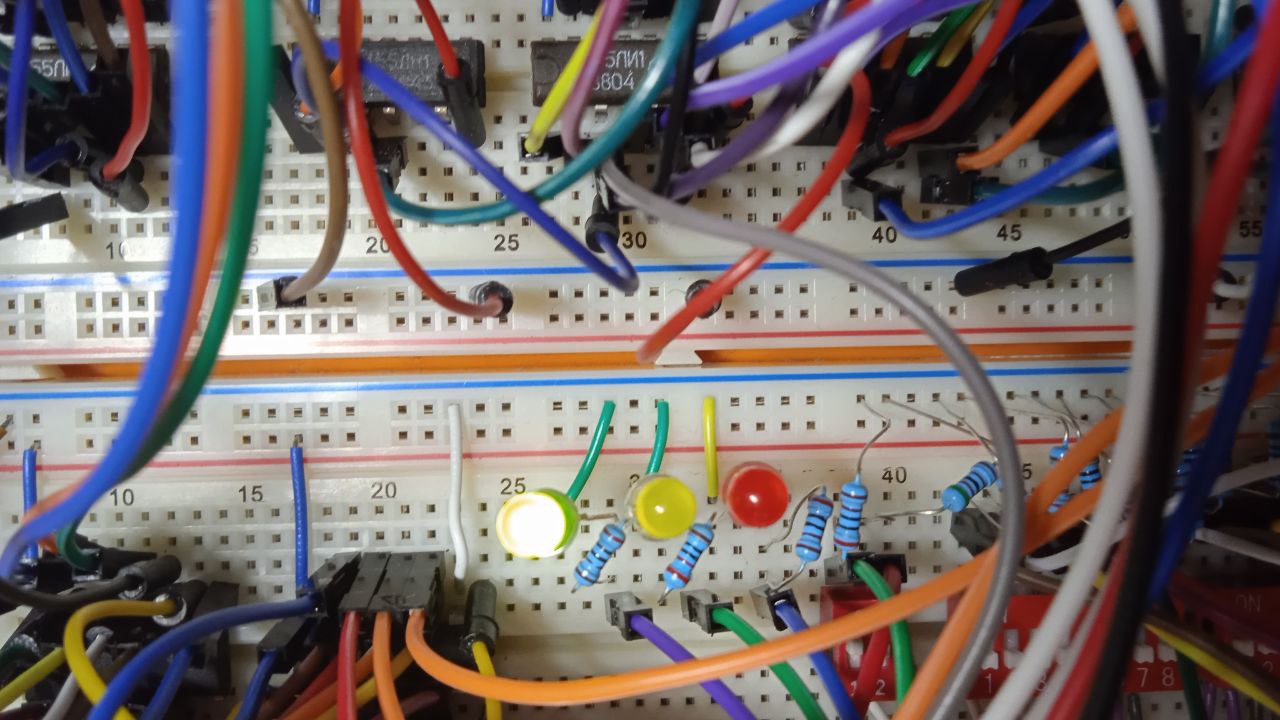


Рисунок 19 – Устройство исправно

Если проверяемое устройство не исправно, то загорится красный светодиод. Результат представлен на рисунке 20.

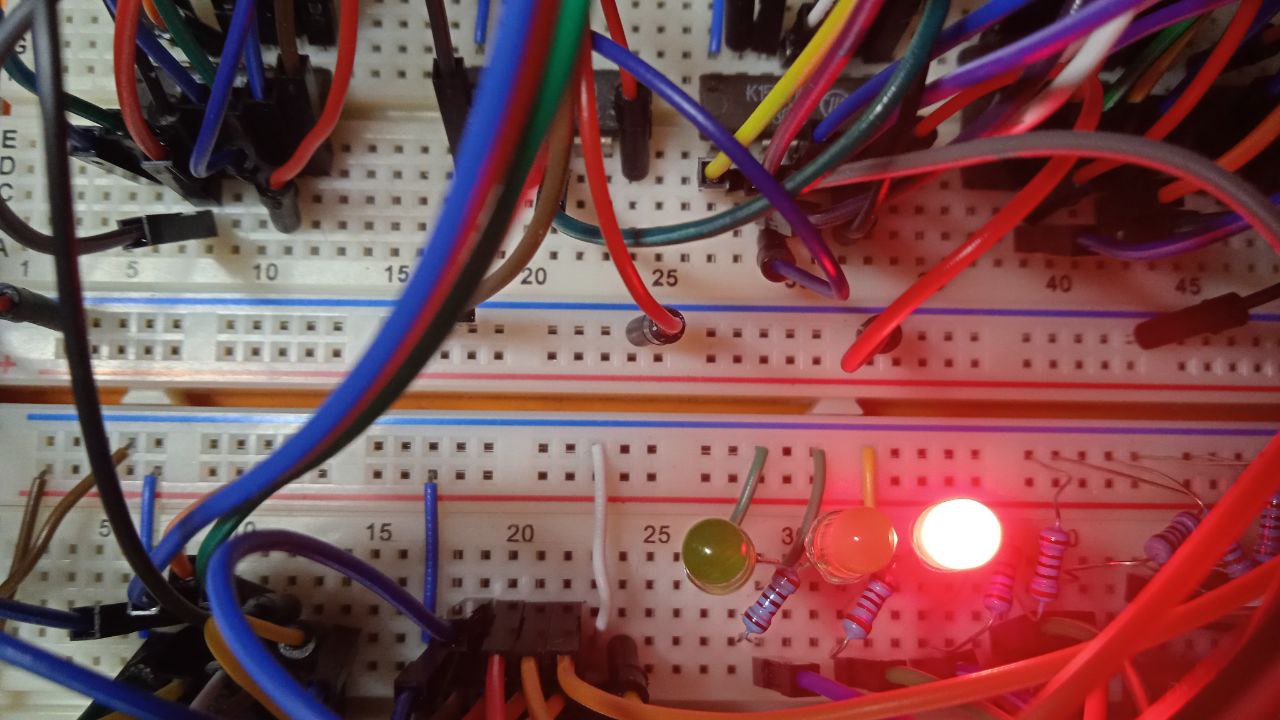


Рисунок 20 – Устройство не исправно

## 3.2. Тестирование в режиме «диагностика»

Если в режиме диагностики проверяемое устройство подключено, то загорится желтый светодиод, показывающий, что диагностика запрещена и дальнейшие действия невозможны. Результат приведен на рисунке 21.

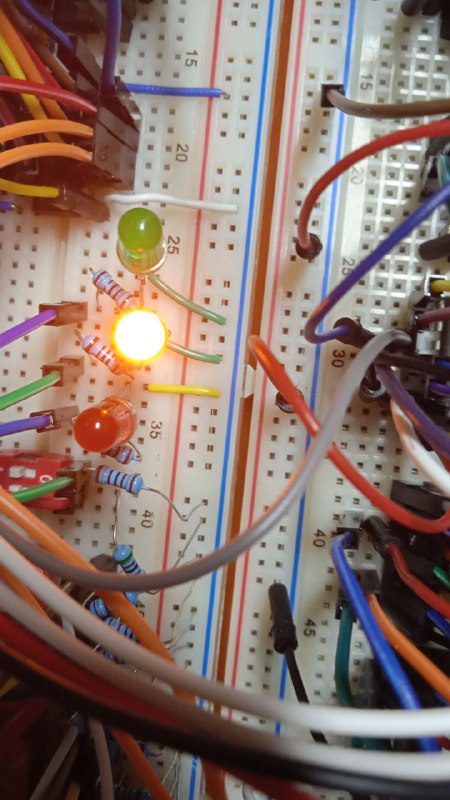


Рисунок 21 – Запрет выполнения диагностики

Если проверяемое устройство отключено, то все желтый светодиод не будет гореть, диагностика разрешена. Результат приведен на рисунке 23.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 31 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

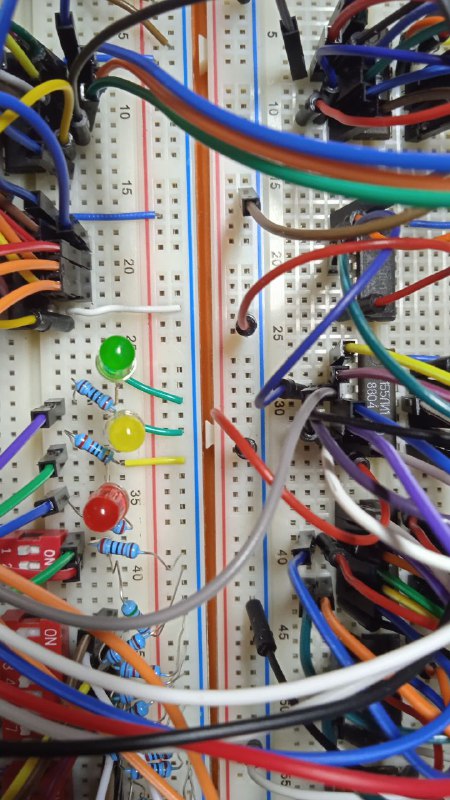


Рисунок 22 – Диагностика разрешена

Если перевести 3, 11 и 12 переключатели выходов в верхнее положение, то соответствующие светодиоды загорятся. Результат приведен на рисунке 23.

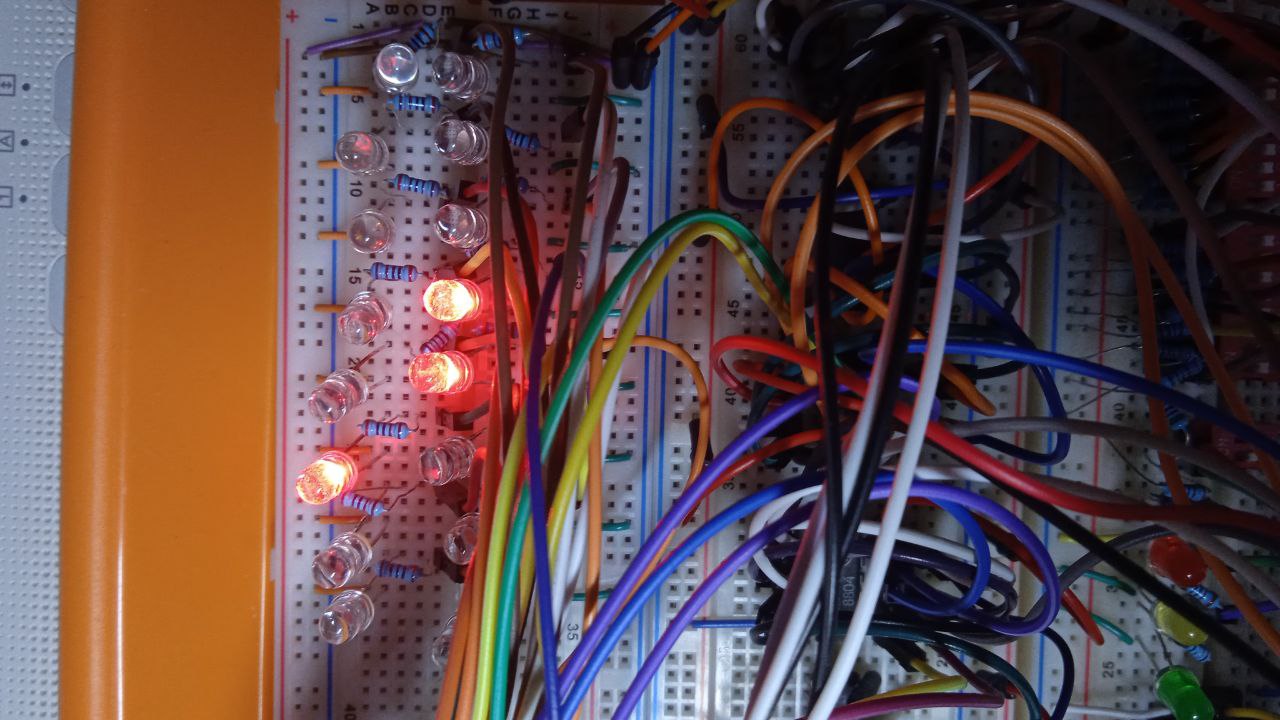


Рисунок 23 – Выполнение диагностирования

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 32 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

В ходе выполнения курсового проекта было разработано устройство для автоматизированной проверки блоков релейной логики, отличающееся наличием режима автоматической проверки и возможностью проверять блоки релейной логики. Это позволяет автоматизировать проверку, повысить ее качество и скорость.

В качестве направления дальнейшего развития можно выбрать написание программы высшего уровня с возможностью задания алгоритма проверки, пошагового выполнения проверки и выдачей результата в виде отчета.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 33 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

1. Документация по arduino [Электронный курс] – режим доступа <https://docs.arduino.cc/>

# ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 34 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Сокращение | Расшифровка |
| 1 | Устройство | автоматизированная система проверки блоков релейной логики |
| 2 | Состояния | Значения 0 или 1, показывающие низкое (0 – 0.4 В) или высокое напряжение (2.4 – 5.0В) соответственно на ветвях схемы |
| 3 | Входы | Входные состояния, представляющие собой воздействие извне и влияющие на поведение блока |
| 4 | Выходы | Реакция блока на входные состояния |

# Приложение А

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 35 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

(обязательное)

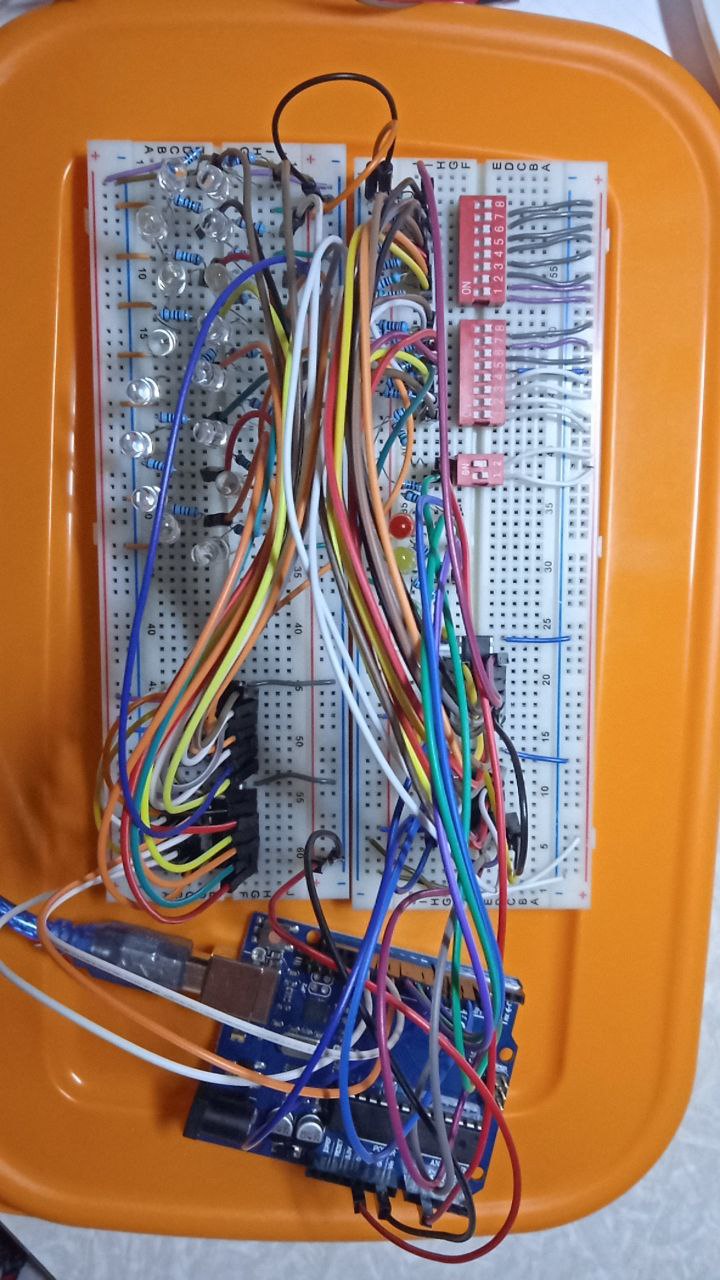


Рисунок 24 – Испытательный стенд

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 36 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

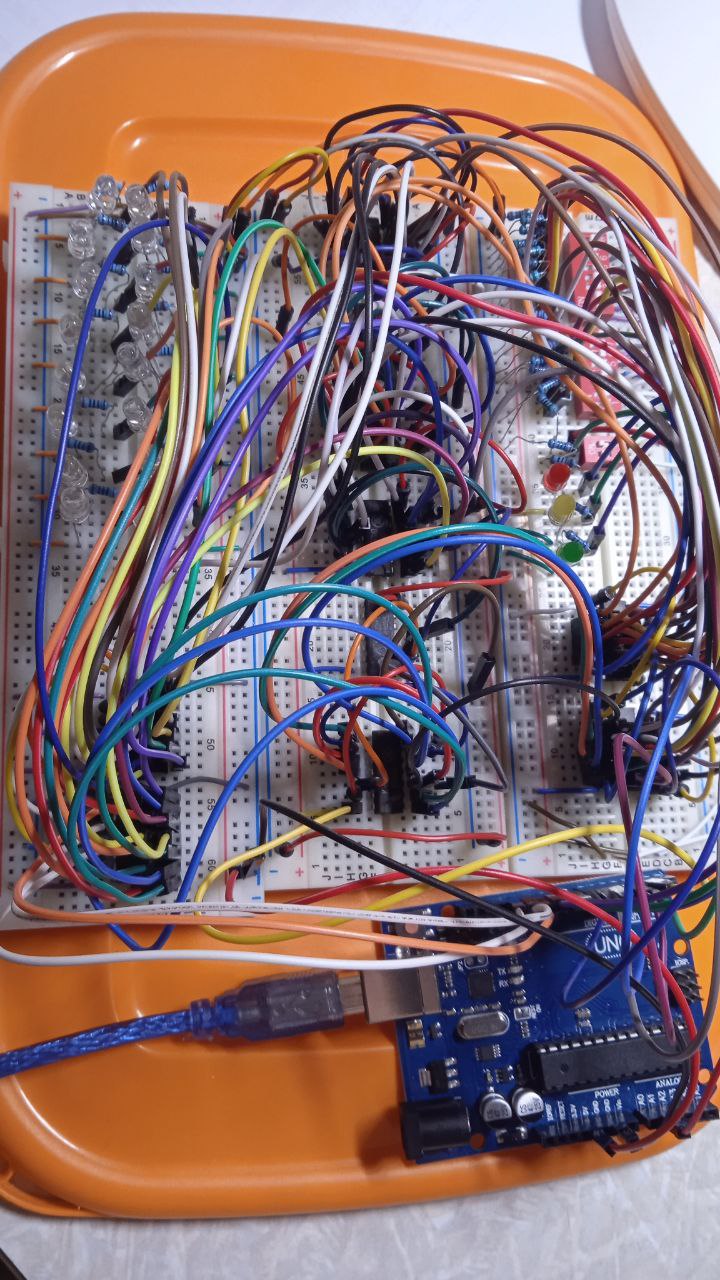


Рисунок 25 – Испытательный стенд вместе с проверяемым устройством

# Приложение Б

(обязательное)

**Листинг кода**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 37 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

//установка соответствия между названием и номером пина

//595 регистр

int latchPin=12;

int clockPin=11;

int dataPin=13;

//165 регистр

uint8\_t latchIn=7;

uint8\_t clockIn=6;

uint8\_t dataIn=5;

uint8\_t clockEnableIn=4;

//настройки

int regim =3;

int number=1;

int ledRed=8;

int ledYellow=9;

int ledGreen=10;

int vcc=2; //проверка питания

int for\_check=A1;

//инициализация

void setup() {

Serial.begin(9600); //подключение монитора порта

//установка пинов на вход или на выход

//led

pinMode(ledGreen, OUTPUT);

pinMode(ledRed, OUTPUT);

pinMode(ledYellow, OUTPUT);

//165

pinMode(latchIn, OUTPUT);

pinMode(clockIn, OUTPUT);

pinMode(dataIn, INPUT);

pinMode(clockEnableIn, OUTPUT);

//595

pinMode(latchPin, OUTPUT);

pinMode(dataPin, OUTPUT);

pinMode(clockPin, OUTPUT);

//настройки

pinMode(regim, INPUT);

pinMode(vcc, INPUT);

pinMode(for\_check, INPUT);

//начальная установка

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 38 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

digitalWrite(latchPin, LOW);//установить защелку, начать передавать бит

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0);

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0);

digitalWrite(latchPin, HIGH); // сигнализировать, что больше не надо считывать

}

//функция диагностики

void diagnostic()

{

//записывание

digitalWrite(latchPin, LOW);//установить защелку, начать передавать бит

//сдвинуть байт данных по одному биту за раз, записывая на вывод данных

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0);

//так как 16 разрядов - 2 байта, поэтому 2 функции

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0);

digitalWrite(latchPin, HIGH); // сигнализировать, что больше не надо считывать

//устанавить защелку, чтобы захватить состояния выходов

digitalWrite(latchIn, LOW);

delayMicroseconds(5);

digitalWrite(latchIn, HIGH);

delayMicroseconds(5);

//считывание

digitalWrite(clockIn, HIGH); //без этого не считывает последний бит

digitalWrite(clockEnableIn, LOW); //установить запись, начать считывать бит

//сдвигаем байт данных по одному за раз, записывая на ввод данных

uint8\_t in1=shiftIn(dataIn, clockIn, LSBFIRST);

uint8\_t in2=shiftIn(dataIn, clockIn, LSBFIRST);

digitalWrite(clockEnableIn, HIGH); //сигнализировать, что больше не надо считывать

//вывод в монитор порта

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

//записывание

digitalWrite(latchPin, LOW);//установить защелку, начать передавать бит

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, in2);

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, in1);

digitalWrite(latchPin, HIGH); // сигнализировать, что больше не надо считывать

delay(10);

}

//функция проверки устройства

void check(byte data, uint8\_t \*in1, uint8\_t \*in2)

{

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 39 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

//записывание

digitalWrite(latchPin, LOW);//установить защелку, начать передавать бит

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, data);

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, data);

digitalWrite(latchPin, HIGH); // сигнализировать, что больше не надо считывать

//устанавить защелку, чтобы захватить состояния выходов

digitalWrite(latchIn, LOW);

delayMicroseconds(5);

digitalWrite(latchIn, HIGH);

delayMicroseconds(5);

//считывание

digitalWrite(clockIn, HIGH); //без этого не считывает последний бит

digitalWrite(clockEnableIn, LOW); //устанавить запись, начать считывать бит

\*in1=shiftIn(dataIn, clockIn, LSBFIRST);

\*in2=shiftIn(dataIn, clockIn, LSBFIRST);

digitalWrite(clockEnableIn, HIGH); //сигнализировать, что больше не надо считывать

}

//функция проверки состояний переключателя в режиме проверки

void check\_begining(uint8\_t \*in1, uint8\_t \*in2)

{

//устанавливаем защелку, чтобы захватить состояния выходов

digitalWrite(latchIn, LOW);

delayMicroseconds(5);

digitalWrite(latchIn, HIGH);

delayMicroseconds(5);

//считывание

digitalWrite(clockIn, HIGH); //без этого не считывает последний бит

digitalWrite(clockEnableIn, LOW); //установить запись, начать считывать бит

\*in1=shiftIn(dataIn, clockIn, LSBFIRST);

\*in2=shiftIn(dataIn, clockIn, LSBFIRST);

digitalWrite(clockEnableIn, HIGH); //сигнализировать, что больше не надо считывать

}

//основная программа

void loop() {

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 40 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

uint8\_t in1;

uint8\_t in2;

int s1=digitalRead(regim); //считывание состояние переключателя режима

int s2=digitalRead(vcc); // считывание состояние питания

int s3=digitalRead(for\_check); //считываем состояние переключателя проверки

if (s1==0) //режим диагностики

{

if (s2==0) //не подключено проверяемое устройство

{

digitalWrite(ledRed, LOW);// все диоды потушить

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledGreen, LOW);

diagnostic(); //диагностика

}

else //проверяемое устройство подключено

{

digitalWrite(ledRed, LOW);

digitalWrite(ledYellow, HIGH); //зажечь желтый диод - диагностика не возможна

digitalWrite(ledGreen, LOW);

}

number=1; //номер проверки =1

}

else //режим проверки

{

//подать нули на входы

digitalWrite(latchPin, LOW);//установить защелку, начать передавать бит

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0);

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0);

digitalWrite(latchPin, HIGH); // сигнализировать, что больше не надо считывать

check\_begining(&in1, &in2); //проверить все ли переключатели, задающие выходы в режиме диагностики, выключены

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

delay(1000);

if ((in1!=0 ||in2!=0) && number==1 || s2==0 ) //переключатели не выключены в момент первой проверки или проверяемое устройство не подключено

{

digitalWrite(ledYellow, HIGH); //зажечь желтый диод - проверка не возможна

}

else //всё норм

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 41 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

{

if (s3==1)//начать проверку

{

switch(number) //номер проверки

{

case 1:

{

digitalWrite(ledGreen, LOW);

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledGreen, LOW);

check(0, &in1, &in2);//проверка

//вывод в монитор порта

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

if (in1==0 && in2==0)//сравнить полученные значения с эталонными

{

digitalWrite(ledGreen, HIGH); //проверка прошла

number++; //следующая проверка

} //if

else

{

digitalWrite(ledRed, HIGH);//не исправно

number=5;//заканчиваем проверку

}//else

delay(1000);

break;

}//1

case 2:

{

digitalWrite(ledGreen, LOW);

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledGreen, LOW);

delay(1000);

check(51, &in1, &in2);//проверка

//вывод в монитор порта

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

if (in1==51 && in2==51 )

{

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 42 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

digitalWrite(ledGreen, HIGH);

number++;

} //if

else

{

digitalWrite(ledRed, HIGH);

number=5;

}//else

delay(1000);

break;

}//2

case 3:

{

digitalWrite(ledGreen, LOW);

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledGreen, LOW);

delay(1000);

check(204, &in1, &in2);//проверка

//вывод в монитор порта

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

if (in1==136 && in2==136 )

{

digitalWrite(ledGreen, HIGH);

number++;

} //if

else

{

digitalWrite(ledRed, HIGH);

number=5;

}//else

delay(1000);

break;

}//3

case 4:

{

digitalWrite(ledGreen, LOW);

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledGreen, LOW);

delay(1000);

check(255, &in1, &in2);//проверка

//вывод в монитор порта

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | ТПЖА.09.03.01.487 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 43 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

Serial.println(in1, DEC);

Serial.println(in2,DEC);

Serial.print('\n');

if (in1==221 && in2==221 )

{

digitalWrite(ledGreen, HIGH);

number++;

} //if

else

{

digitalWrite(ledRed, HIGH);

number=5;

}//else

delay(1000);

break;

}

default:

{

//записывание

digitalWrite(latchPin, LOW);//установить защелку, начинать передавать бит

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0); //сброс входов

shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, 0);

digitalWrite(latchPin, HIGH); // сигнализировать, что больше не надо считывать

break;

}

}//switch

} // готовы к проверке

else //сброс

{

number=1;

digitalWrite(ledGreen, LOW);

digitalWrite(ledYellow, LOW);

digitalWrite(ledRed, LOW);

}

}//питание

} // regim = check

}