МОДЕРНИЗАЦИЯ И ОБНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ НА БАЗЕ ARDUINO IDE

UPGRADING FUNCTIONS OF MICROCONTROLLER RELAY PROTECTION BASED ON ARDUINO IDE

УДК 621.316.91

Лыков Никита Александрович, студент кафедры электрооборудования, Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

Климентьев Вадим Владимирович, студент кафедры электрооборудования, Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

Научный руководитель: Зацепина Виолетта Иосифовна, д.т.н., профессор Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

Lykov N.A. nicholasramble@gmail.com

Klimentyev V.V. klimvv@ro.ru

Academic Supervisor: Zatsepina Violetta Iosifovna

Аннотация

Данная работа является продолжением реализации функций микропроцессорной и релейной защиты на базе микроконтроллеров ATmega. Рассмотрена и реализована возможность реализации автоматики на данном семействе микроконтроллеров

Annotation

This work is a continuation of the realization of microprocessor and relay protection functions based on ATmega microcontrollers. Considered and implemented the possibility of implementing automation on this type of microcontrollers

Ключевые слова: микроконтроллер, релейная защита, микроконтроллерная защита, Arduino IDE, ATmega

Keywords: microcontroller, relay protection, microcontroller protection, Arduino IDE, ATmega

В прошлой работе была рассмотрена реализация максимальной токовой защиты и токовой отсечки на линейке микроконтроллеров ATMEGA на базе интегрированной среды разработки Arduino IDE. Были проанализированы достоинства и недостатки данного решения. Ввиду ограниченности функций, которые реализует данная разработка, были поставлены цели расширить их, сделать удобными для использования, понимания, а также предоставить возможность получить к ним доступ.

Среди этих целей конкретно можно выделить следующие:

1. Введение функции АПВ
2. Введение функции АВР
3. Введение обобщенных функций
4. Создание библиотеки для более упрощённой и свободной работы с микроконтроллерной релейной защитой.

Функция АПВ (автоматическое повторное включение) это одна из самых важных функций релейной защиты, позволяющее наладить бесперебойное питание в случае ложного срабатывания защиты или срабатывания на быстро устраняемую причину аварийного режима. Количество повторных включений и время выдержки между ними определяются в зависимости от требований. Блок схема, согласно которой реализована логика работы данной защиты, изображена на рис. 1. В качестве аргументов функция принимает выдержку, с которой она подаёт сигналы на повторное включение и число, которое устанавливает количество раз подачи сигнала на включение выключателя. Логика её работы состоит в том, что, когда установленный пин считывает высокий уровень сигнала, изменяется значение переменной flag на 1 и записывается время срабатывания. После этого ввиду циклической работы функции loop()

переменная flag увеличивается каждую итерацию промежутка времени stepTime и функция завершается.

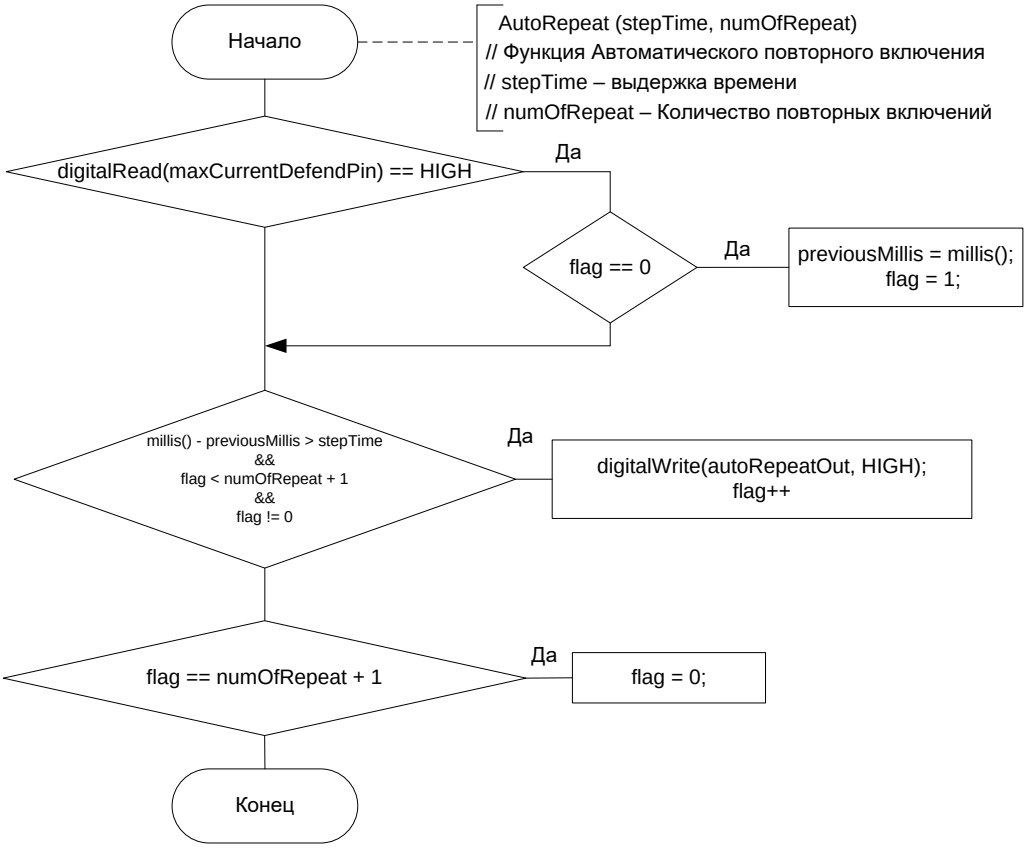

Рисунок 1 – блок схема АПВ



Рисунок 2 – обобщенная блок схема программы

Причём необходимо напомнить, что функция setup() срабатывает единожды с момента запуска программы, а loop() вызывается бесконечно на протяжении всей работы.

АВР – автоматическое включение резерва. Данная функция релейной защиты необходима для подключения потребителя к резервной линии питания, в случае если основная линия отказала, путём включения секционного выключателя. Тем не менее, важно не включать резервное питание в случае, если на линии произошло короткое замыкание, а выключатель не сработал, иначе это повлечёт срабатывание релейной защиты резервной линии и отключение её потребителей.

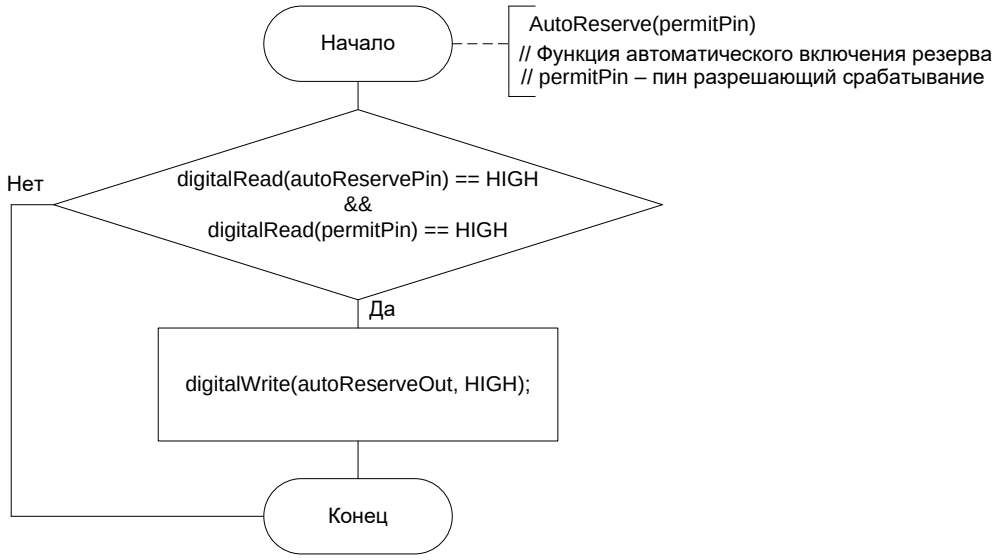

Рисунок 3 – блок схема АВР

Алгоритм данной защиты представлен на рис.3, он выполняет проверку наличия высокого сигнала на пине autoReservePin, а также проверяет наличие разрешающего сигнала на пине permitPin. В случае если оба условия удовлетворяются, то автоматическое включение резерва срабатывает и на пин autoReserveOut поступает высокий сигнал, что впоследствии ведёт к включению секционного выключателя.

Далее введём универсальную функцию, позволяющую реагировать на воздействие высоким или низким сигналом, данную функцию будет удобно использовать в случае, если необходимо произвести промежуточные переключения, считывание сигнала или индикацию срабатывания.

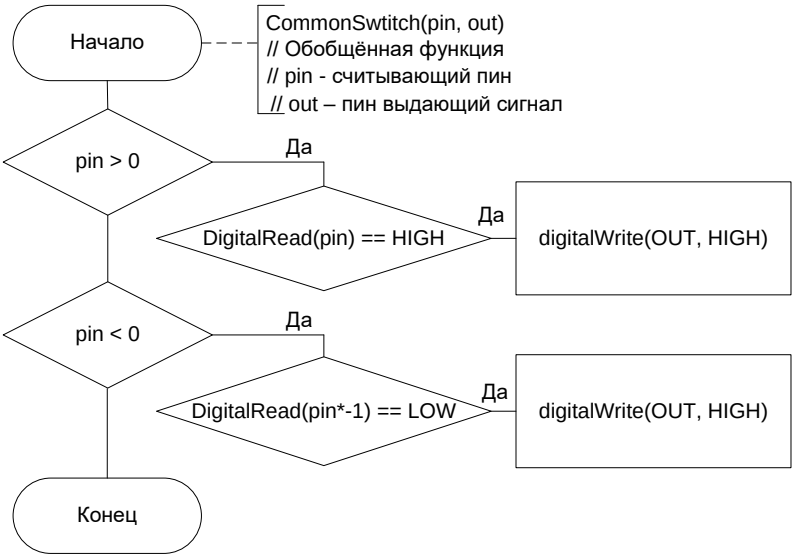

Рисунок 4 – блок схема общей функции

Все перечисленные выше функции значительно расширяют применение релейной защиты, основанной на базе Arduino IDE и дополняют уже имеющиеся реализованные на ней, показанные в прошлой статье функции (рис. 5, рис.6)

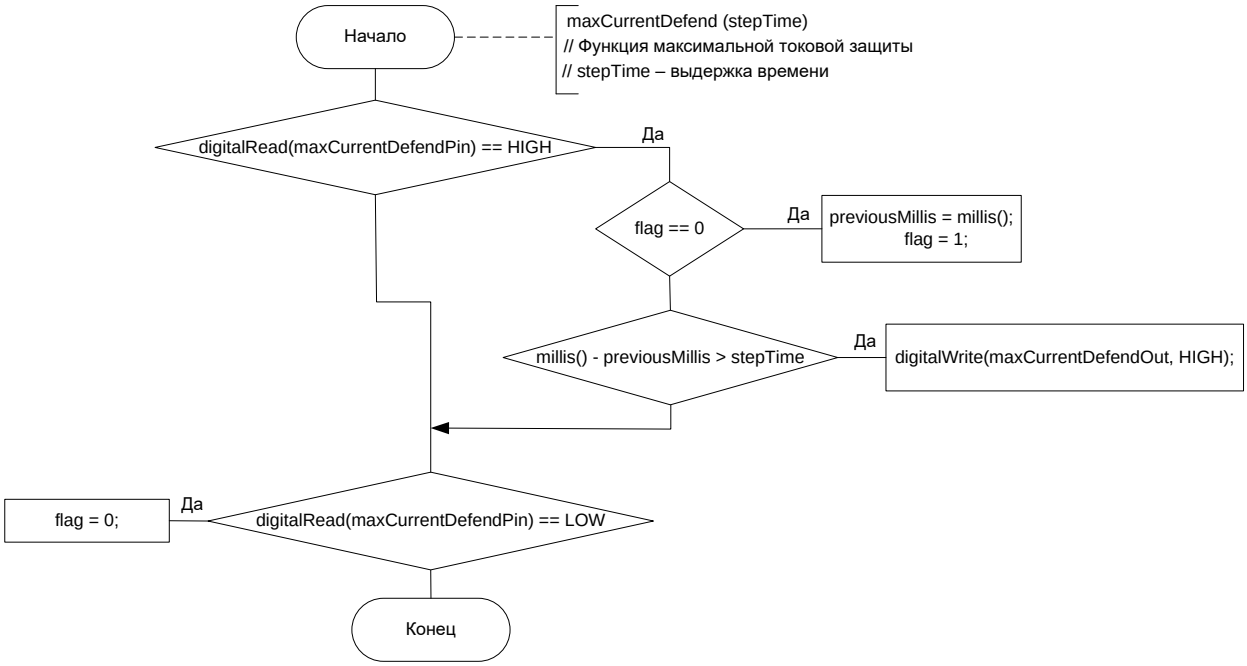

Рисунок 5 – блок схема максимальной токовой защиты

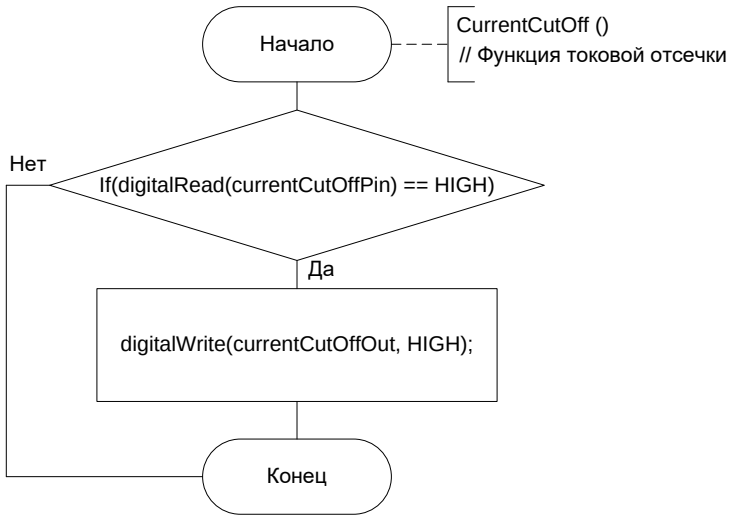

Рисунок 6 – блок схема токовой отсечки

Каждая из функций достаточно удобна к использованию, но все они не образуют собой никакой совокупности и использование их весьма затрудненно, так как их нужно будет каждый раз писать заново, от чего код будет весьма громоздким, связи с чем стоит объединить все имеющиеся функции в библиотеку, в таком случае к функциям можно будет обращаться, не описывая их. В библиотеке все функции существуют в качестве методов класса Defend. Использование класса для реализации функционала релейной защиты удобно, так как позволяет инкапсулировать переменные, изменять их при помощи

специальных методов, а также разграничить пространства имён, в случае если в коде появятся функции с такими же именами.

```
1  #include <releydefend.h>
2
3  Defend defend1;
4
5  void setup() {
6    Serial.begin(9600);
7    defend1.setAutoReserve(8, 4);
8    defend1.setCCODefend(8, 2);
9  }
10 void loop() {
11   if(defend1.CurrentCutOff()){
12     defend1.AutoRepeat();
13     }
14 }
```

Рисунок 7 – программный код

На рис. 7 можно видеть пример подключения библиотеки (строчка 1) и инициализации объекта класса Defend (строчка 3), через обращение к нему вызываются функции, имеющиеся в библиотеке.

Помимо того, функции, выполняющие защиту в случае их срабатывания, возвращают значение true (если не срабатывают false), что позволяет использовать их для создания условных конструкций кода, как показано на рис. 7 в 11 строчке кода: если срабатывает токовая отсечка(CurrentCutOff), то вслед за ней вызывается автоматическое повторное включение(AutoRepeat).

Насколько можно заметить на рис. 7 имеются вызовы методов setCCODefend() и setAutoReserve(), использующиеся для инициализации и задания режимов работы пинов токовой отсечки и АПВ соответственно. Пины платы для каждой из используемых функций защит и автоматики, кроме CommonSwitch(), где они задаются в качестве аргументов, задаются соответствующими функциями.

Написанная библиотека состоит из 3 файлов: releydefend.cpp – содержит в себе исходный код каждого из методов, releydefend.h – описывает структуру методов и свойств класса.

Совокупность написанных методов и свойств в рамках библиотеки releydefend создаёт удобный инструмент для создания РЗА и позволяет минимизировать количество необходимых электрических связей, что делает

микроконтроллерную защиту на базе Arduino одновременно своеобразным аналогом микропроцессорной защиты и релейной защиты в её классической форме, занимая промежуточное положение.

Литература

1. Зацепин, Е.П., Климентьев В.В., Лыков Н.А. Реализация максимальной токовой защиты и токовой отсечки на линейке микроконтроллеров ATmega // Вести высших учебных заведений Черноземья, 2020, №2, с. 52-56
2. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов / В.А. Андреев. - Москва: Высшая школа, 2006. - 147 с. - Текст: непосредственный.
3. Блум, Д. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства / Д. Блум. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015. - 336 с. - Текст: непосредственный.
4. Мельников, М.А. Релейная защита и автоматика элементов систем электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие / М.А. Мельников. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. - 218 с. - Текст: непосредственный.
5. Федосеев, А.М. Релейная защита электроэнергетических систем: Релейная защита сетей: учебное пособие для вузов / А.М. Федосеев. - Москва: Энергоатомиздат, 1984. - 520 с. - Текст: непосредственный.
6. Басс, Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие / Э.И. Басс, В.Г. Дорогунцев. - Москва: МЭИ, 2010. - 295 с. - Текст: непосредственный.
7. Кузьмин, И.Л. Микропроцессорные устройства релейной защиты: учебное пособие / И.Л. Кузьмин, И.Ю. Иванов, Ю.В. Писковацкий. - Казань: КГЭУ, 2015. - 310 с. - Текст: непосредственный.

Literature

1. Zatsepin, E.P., Klimentiev V.V., Lykov N.A. Implementation of overcurrent protection and current cutoff on the ATmega line of microcontrollers // News of higher educational institutions of Chernozem region, 2020, no. 52-56

2. Andreev, V.A. Relay protection and automation of power supply systems: textbook for universities / V.A. Andreev. - Moscow: Higher school, 2006 .-- 147 p. - Text: direct.
3. Bloom, D. We study Arduino: tools and methods of technical magic / D. Bloom. - St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2015 .-- 336 p. - Text: direct.
4. Melnikov, M.A. Relay protection and automation of elements of power supply systems of industrial enterprises: textbook / M.A. Melnikov. - Tomsk: Publishing house of the Tomsk Polytechnic University, 2008. - 218 p. - Text: direct.
5. Fedoseev, A.M. Relay protection of electric power systems: Relay protection of networks: a textbook for universities / A.M. Fedoseev. - Moscow: Energoatomizdat, 1984 .-- 520 p. - Text: direct.
6. Bass, E.I. Relay protection of electric power systems: textbook / E.I. Bass, V.G. Doroguntsev. - Moscow: MPEI, 2010 .-- 295 p. - Text: direct.
7. Kuzmin, I.L. Microprocessor relay protection devices: textbook / I.L. Kuzmin, I. Yu. Ivanov, Yu.V. Piskovatsky. - Kazan: KGEU, 2015 .-- 310 p. - Text: direct.