



УДК 622.046.

© Ботиров Т.В., Махмудов Г.Б., Изатуллаев Х.И., Абдуллаев А. Р.

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕПАДОВ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Ботиров Т.В. - профессор кафедры «Автоматизация и управления» НГГТУ Email: btv1979mail.ru.,
Махмудов Г.Б. - ассистент кафедры «Автоматизация и управления» НГГТУ Email: mahmudov.giyos@mail.ru.,
Изатуллаев Х.И. - магистрант кафедры «Автоматизация и управления» НГГТУ,
Абдуллаев А. Р. - магистрант кафедры «Автоматизация и управления» НГГТУ.

Annotatsiya. Maqolada elektr tarmog'idagi kuchlanish pasayishiga qarshi himoya qurilmasi taklif qilinmoqda. Maqolada qurilma, yig'ish usuli, boshqarish algoritmi, kompyuter uchun dastur, taklif qilinayotgan qurilmaning texnik-tashkiliy yechimning mazmuni va yechim vositalari, uning afzalliklari, texnik-iqtisodiy ma'lumotlari ko'rsatilib berilgan.

Kalit so'zlari: himoya qurilmasi, kuchlanish, ARO, kontroller, svetodiodli indikator, ketma-ket interfeys.

Аннотация. В статье предлагается устройство защиты от перепадов напряжения в электросети. В статье приводятся устройство, способ сборки, алгоритм управления, программа для ЭВМ, содержание и средства решения технико-организационного решения предлагаемого устройства, его преимущества, технико-экономические данные.

Ключевые слова: устройство защиты, напряжение, АЦП, контроллер, светодиодный индикатор, последовательный интерфейс.

Annotation. The article proposes a device for protection against voltage fluctuations in the power grid. The article presents the device, the assembly method, the control algorithm, the computer program, the content and means of solving the technical and organizational solution of the proposed device, its advantages, technical and economic data.

Key words: protection device, voltage, ADC, controller, LED indicator, serial interface.

Введение.

Устройство защиты (УЗ) предназначено для отключения электроприборов и электрооборудования от сети переменного тока напряжением 220 V (50 Hz) в случае уменьшения или увеличения напряжения в сети ниже или выше заданных значений. Написанная мною программа также дает возможность устанавливать напряжение в однофазной сети до 380 V (50 Hz).

Ниже описанное УЗ выполнено на базе микроконтроллера (МК). Оно лишено недостатков и способно надежно защитить электроприборы и электрооборудование от воздействия аномального сетевого напряжения.

Разработанное мною и испытанное УЗ, обладает следующими возможностями и характеристиками:

– постоянный мониторинг напряжения сети, отображение результатов на индикаторе и автоматическое отключение нагрузки при возникновении аномального напряжения в сети;

– быстрое действие, достаточное для отключения защищаемой нагрузки при возникновении аномального напряжения в сети;

– возможность перестройки пределов и диапазонов контролируемых напряжений;

– возможность программно регулировать точность настроек и стабильно поддерживать их при эксплуатации;

– помехозащищенность и малое энергопотребление;

– мощность достаточна для защиты используемых электроприборов и электрооборудования;

– построено на современной доступной и недорогой элементной базе.

УЗ имеет следующие технические характеристики:

– диапазон контролируемых напряжений от 120 V до 380 V;

– нижний/верхний предел устанавливаемых напряжений срабатывания от 170 V до 209 V / от 216 V до 280 V;

– время срабатывания при аварии при использовании реле 0,1 s;

– время включения после аварии от 1 s до 600 s (задается пользователем программы);

– потребляемый ток (без учёта реле) 30 mA;

– дискретность установки порогов напряжения 1 V;

Максимальная коммутируемая мощность зависит от используемого устройства коммутации: реле, контактор, оптосимистор, управляющий мощным симистором и т.п.

Принцип работы УЗ основан на прямом измерении амплитудного значения сетевого напряжения в течение положительного полупериода в пересчете его в действующее напряжение и выводе результата измерения на индикатор. Основой УЗ является МК ATmega8 фирмы Atmel, имеющий встроенный десятиразрядный аналогово-цифровой преобразователь (АЦП).

УЗ управляется тремя кнопками. Кнопкой «Режим» выбирают поочередно один из четырех режимов: верхний, а затем нижний предел срабатывания, задержку времени на включение и поправочный коэффициент. Кнопками «+» и «-»

увеличивают или уменьшают значение измеряемой величины на единицу.

В работе программы МК используются три прерывания:

- прерывание 1 – срабатывает по переднему фронту прямоугольного импульса на входе PD2 (INT0), синхронизирует генератор 5 ms с частотой сети;
- прерывание 2 – срабатывает по переполнению таймера 1 и необходимо для отсчета интервалов времени 5 ms (это время, равное четверти периода частоты сетевого напряжения, оно необходимо для привязки включения модуля АЦП к вершине синусоиды);

– прерывание 3 – возникает по окончании измерения напряжения встроенным модулем АЦП МК.

Если сетевое напряжение выходит за установленные пределы, то МК подает команду, срабатывает реле, нагрузка отключается от сети, а МК продолжает измерение сетевого напряжения. Если напряжение пришло в норму, то произойдет отсчет временного интервала на задержку включения нагрузки (от 1 s до 600 s). Принципиальная схема УЗ показана на рисунке 1.

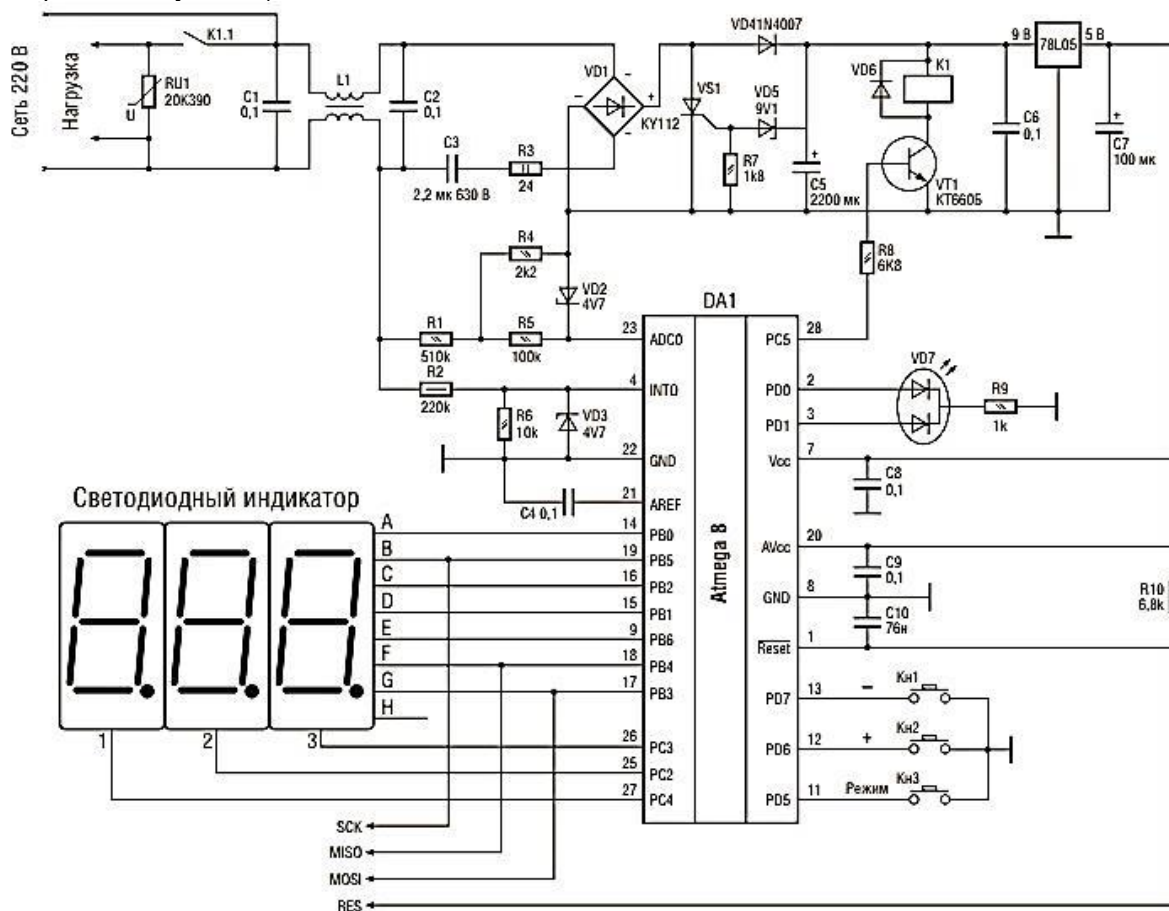


Рис. 1. Принципиальная схема устройства защиты.

Методология.

Для разработки УЗ были применены следующие радиодетали:

- конденсаторы: C1, C2, C6 – 0,1 µF 250 V; C3 – 2,2 µF 630 V; C5 – 2200 µF 25 V; C7 – 100 µF 25V; C4, C9, C8 – 0,1 µF 25 V; C10 – 76 nF 25 V;
- резисторы: R1 – 510 kΩ; R2 – 220 kΩ; R3 – 24 Ω; R4 – 2,2 kΩ; R5 – 100 kΩ; R6 – 10 kΩ; R7 – 1,8 kΩ; R8 – 6,8 kΩ; R9 – 1 kΩ; R10 – 6,8 kΩ;
- варистор RU1 марки 20k390;
- диодный мост VD1 марки D25XB60;
- диоды VD4 марки 1N4007 – 2шт;
- теристор VS1 марки KY112;
- транзистор VT1 марки KT6605;

– стабилитроны: VD5 марки Д814В, VD3 и VD2 марки ЛС 147;

– стабилизатор напряжения марки L7805.

RU1, C1, L1, C2 – стандартный сетевой помехоподавляющий LC фильтр, позволяющий отсеять сетевые помехи и повысить точность измеряемого напряжения.

Варистор RU1 (20K391 или 20K430) защищает нагрузку от кратковременных перенапряжений и импульсных высоковольтных помех.

Измеряемое сетевое напряжение через делитель R1, R4, R5 поступает на вход АЦП (23 вывод DA1).



Стабилитрон VD2 ограничивает входное напряжение на уровне 4,7 V.

Диоды VD1 выпрямительного моста пропускают на измерительный вход МК только положительную часть поделенного сетевого напряжения.

Делитель напряжения R2, R6 совместно со стабилитроном VD3 формирует прямоугольные импульсы на входе INT0. По фронту этих импульсов происходит синхронизация работы внутреннего генератора 5 ms.

Транзистор VT1 управляет реле K1.

К сети нагрузка подключается через контакты реле K1.1. Контакты реле выдерживают ток, потребляемый нагрузкой.

Трехвыводной светодиод VD7 – двухцветный. В нормальном режиме, когда контролируемое напряжение находится в заданных пределах, светодиод VD7 светится зелёным светом. Если напряжение сети выходит за установленные пределы, то светодиод VD7 светится красным светом. При этом контакты реле K1.1 отключают нагрузку от сети.

Питание УЗ осуществляется от блока питания, построенного по бес трансформаторной схеме с гасящим конденсатором. Отказ от сетевого трансформатора позволяет уменьшить габариты и стоимость УЗ.

В состав бес трансформаторного блока питания входят следующие элементы: C3, R3, VD1, VS1, R7, VD5, VD4.

Элементы C3, R3, VD1, VS1, а также входной помехоподавляющий фильтр выдерживают переменное напряжение 380 V. Использование тиристора VS1 в качестве силового элемента, стабилизирующего напряжение 9 V, позволяет создать надежный и эффективный блок питания, работающий в широком диапазоне сетевого напряжения (от 120 до 380 V).

В данном устройстве используется встроенный в ATmega8 RC генератор, настроенный на частоту 8 MHz.

В качестве устройства отображения информации применен трехразрядный семи сегментный светодиодный индикатор с общим катодом, работающий в режиме динамической индикации.

Сегменты индикатора подключаются непосредственно к порту PB МК без токо ограничительных резисторов, т.к. МК Mega обладают портами ввода/вывода с повышенной нагрузочной способностью (до 20 mA на каждом выводе). Катоды индикатора подключены ко второму, третьему и четвёртому разряду порта PC. Такое подключение сегментов индикатора к порту PB позволяет упростить разводку печатной платы УЗ. Кнопки «Режим», «+» и «-» подключены также без токо ограничительных резисторов к шестому, пятому и седьмому разрядам порта PD МК. К нулевому и первому разряду порта PD подключен двухцветный светодиод VD7 (красный зелёный),

сигнализирующий о режиме работы УЗ. Зелёный – нагрузка подключена к сети, красный – нагрузка отключена.

Применение МК ATmega8 дает возможность использовать внутрисхемное программирование непосредственно на собранной плате с помощью последовательного интерфейса SPI (выводы SCK, MISO, MOSI, RESET, +5 V и GND). На время программирования желательно отключать индикатор и стабилизатор 5 V (78L05). Для этого на плате имеются соответствующие разъёмы и перемычка.

Налаживание и работа с УЗ сводится к вхождению в соответствующие режимы с помощью кнопки «Режим». Нажатие этой кнопки позволяет входить в режим установки нижнего и верхнего предела срабатывания УЗ, установки поправочного коэффициента (режим «tun»), а также установки задержки времени на включение. Изменение выбранных величин производится кнопками «+» и «-». В режиме установки максимального и минимального значения измерение напряжения не производится.

Установка необходимого коэффициента tun дает возможность изменить индицируемую величину измеренного сетевого напряжения в широких пределах. Это позволяет отказаться от точного подбора резистивного делителя на входе АЦП МК. При установке этого коэффициента необходимо добиться совпадения показаний на индикаторе УЗ с показаниями эталонного вольтметра переменного тока.

При возникновении аварийной ситуации реле K1 отключит нагрузку размыканием контактов K1.1. Светодиод VD7 будет светиться красным светом, а светодиодный индикатор будет показывать измеряемое напряжение. После пропадания аварийной ситуации и окончания времени задержки на включение сработает реле, нагрузка будет опять подключена к сети, а светодиод засветится зелёным светом.

Выводы.

Основные функции и составные части этого устройства будут рассмотрены в статье, а применяемые в схеме электронные элементы считаются относительно недорогими по сравнению с другими устройствами по стоимости.

В предложенной схеме устройства защиты предусмотрен контроллер Atmega, который управляет работой устройства защиты. Это будет способствовать повышению производительности работы с устройством.

Литература:

[1]. Jumaev O A, Nazarov J T, Makhmudov G B, Ismoilov M T and Shermuradova M F 2021 Intelligent control systems using algorithms of the



entropic potential method J. Phys.: Conf. Ser. 2094 022030

[2]. T. V. Botirov, S. B. Latipov, B. M. Buranov, "About one synthesis method for adaptive control systems with reference models", Journal of Physics: Conference Series, 1515, 2 (2020) 1-6. doi:10.1088/1742-6596/1515/2/022078

[3]. Jumaev O A Mahmudov G B and Arziyev E I 2021 Fuzzy logic controller in the management of technological processes of bacterial oxidation International Scientific Research Journal 2 pp 191-197

[4]. Jumaev O A , Sayfulin R R, Ismoilov M T and Mahmudov G B 2020 Methods and algorithms for investigating noise and errors in the intelligent measuring channel of control systems J. Phys.: Conf. Ser. 1679 052018

[5]. Botirov T V, Latipov S B, Buranov B M and Barakayev A M 2020 Methods for synthesizing adaptive control with reference models using adaptive observers IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 862(5) 052012

[6]. Igamberdiev H Z and Botirov T V 2021 Algorithms for the Synthesis of a Neural Network Regulator for Control of Dynamic Advances in Intelligent Systems and Computing 1323 AISC 460-5

[7]. Jumaev O A , Nazarov J T, Sayfulin R R, Ismoilov M T and Mahmudov G B 2020 Schematic and algorithmic methods of elimination influence of interference on accuracy of intellectual interfaces of the technological process J. Phys.: Conf. Ser. 1679 042037

[8]. Jumaev O A, Ismoilov M T, Mahmudov G B and Shermurodova M F 2020 Algorithmic methods of increasing the accuracy of analog blocks of measuring systems J. Phys.: Conf. Ser. 1515 052040

[9]. Jumayev O. A., Akhmatov A. A., Makhmudov G. B. Process modeling of optimum mixing of cyanic solutions with use of intellectual systems of measurement on a basis to a fuzzy logic //Chemical Technology, Control and Management. – 2018. – Т. 2018. – №. 1. – С. 132-137.

[10]. Юсупбеков Н. Р. и др. НОАНИҚ МАНТИҚ АСОСИДА ИНТЕЛЛЕКТУАЛ БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ //Journal of Advances in Engineering Technology. – 2020. – №. 2. – С. 20-25.

[11]. Jumaev O A, Sayfulin R R, Samadov A R and Arziyev E I 2021 Methods for the Synthesis of Digital Controllers for an Asynchronous Brushless Motor New Visions in Science and Technology 9 pp 45-53

[12]. Кадыров Ю.Б.; Бойбутаев С.Б.; и Самадов А.Р. (2020) «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ ГМЗ-2 НГМК НА ОСНОВЕ ДИФфуЗИОННОЙ МОДЕЛИ», Химическая технология, контроль и управление : Том. 2020 : Вып. 5 , Статья 9.

[13]. Abdjaliliovich J. O. et al. FUZZY LOGIC CONTROLLER IN THE MANAGEMENT OF

TECHNOLOGICAL PROCESSES OF BACTERIAL OXIDATION //Web of Scientist: International Scientific Research Journal. – 2021. – Т. 2. – №. 06. – С. 191-197. <https://doi.org/10.17-605/OSF.IO/G4EQM>

[14]. Бойбутаев С.Б., Кадиров Е.Б., Саттаров О.У.У. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ // СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ISSN: 2411-9792 – 2017. – С. 9-16.

[15]. Sevinov J., Boeva O. Algorithms for determining the placement of poles in multivariate systems with proportional-differential output feedback //Algorithms. – 2021. – Т. 8. – №. 3.

[16]. Botirov T V, Latipov S B and Buranov B M 2021 Mathematical modeling of technological process in formalin production Journal of Physics: Conference Series 2094(2), 022052

[17]. Botirov T V, Buranov B M and Latipov Sh B 2020 About one synthesis method for adaptive control systems with reference models Journal of Physics: Conference Series 1515(2) 022078

[18]. Эшмуродов, З. О., Арзиев, Э. И., Исmoilov, М. Т., Махмудов, Г. Б., & Саидова, Ф. А. (2019). Модернизация систем управления электроприводов шахтных подъемных машин.