



КГЭУ

ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2024 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

**Международная молодежная научная конференция
(Казань, 24–26 апреля 2024 г.)**

Материалы конференции

В четырех томах

ТОМ 1



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2024 «ЭНЕРГЕТИКА И
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

**Международная молодежная научная конференция
(Казань, 24-26 апреля 2024 г.)**

Электронный сборник статей по материалам конференции

В четырех томах

ТОМ 1

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова*

Казань 2024

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

М43

Рецензенты:

профессор ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»,
доктор технических наук, доцент К. В. Сулов;

проректор по РиИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
доктор технических наук, доцент И. Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э. Ю. Абдуллазянов (гл. редактор); И. Г. Ахметова (зам. гл. редактора),
Д.А. Ганеева

М43 Международная молодежная научная конференция
«Тинчуринские чтения – 2024 «Энергетика и цифровая
трансформация»: электронный сборник статей по материалам
конференции: [в 4 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2024. – Т. 1. – 767 с.

ISBN 978-5-89873-663-7 (общий)

ISBN 978-5-89873-664-4 (т. 1)

В электронном сборнике представлены статьи по материалам Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2024 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло-и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Статьи публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание статей возлагается на авторов.

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

ISBN 978-5-89873-663-7 (общий)

© КГЭУ, 2024

ISBN 978-5-89873-664-4 (т. 1)

Источники

1. Ушаков В.Я. Изоляция установок высокого напряжения. М.: Энергоатомиздат, 1994. 496 с.
2. Дхомовская Л.Х., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С., и др. Техника высоких напряжений. М: Энергия, 1976. 473 с.
3. Лопухова Т.В., Усачев А.И., Чернов К.П. Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения. Казань: Казан. Гос. Энерг. Ун-т, 2012. 176 с.
4. Мобильный индикаторный комплекс МИК-2. Руководство по эксплуатации. НПО «Логотех». 427613-001-30992818-2019 РЭ.
5. Голенищев-Кутузов А.В., Ахметвалеева Л.В., Еникеева Г.Р., Иванов Д.А., Семенников А.В., Марданов Г.Д. Дистанционная диагностика дефектов в высоковольтных изоляторах // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22. №2. С. 117–127.

УДК 004.31

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕРИИ STM32

Маслов Савелий Юрьевич

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. Иванов Дмитрий Алексеевич

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

saveli2000@gmail.com

В связи с ростом спроса на квалифицированных кадров, способных осуществлять программирование и отладку микроконтроллерных систем, возникла необходимость в конструировании специальных устройств (учебных стендов), позволяющих производить эффективное обучение студентов. В статье рассмотрена структура разрабатываемого учебного стенда для изучения работы микроконтроллера серии *STM32*.

Ключевые слова: микропроцессор, микроконтроллерная система, Гарвардская архитектура, учебные стенды, энергоэффективность.

DEVELOPMENT OF A TRAINING STAND BASED ON THE STM32 SERIES MICRO-CONTROLLER

Maslov Saveliy Yu.

Scientific advisor Ivanov Dmitriy A.

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

saveli2000@gmail.com

Due to the growing demand for qualified personnel capable of programming and debugging microcontroller systems, there is a need to design special devices (training stands) that allow effective training of students. The article discusses the structure of the developed training bench for studying the operation of the STM32 series microcontroller.

Keywords: microprocessor, microcontroller system, Harvard architecture, educational stands, energy efficiency.

Активное развитие полупроводниковых технологий позволило разместить на поверхности кристалла полупроводника огромное количество транзисторов (к примеру, в настоящий момент создаются кристаллы площадью 500 мм² содержащие около 14 миллиардов транзисторов). В результате возросли вычислительные мощности, что в свою очередь привело к разработке специальных устройств – микропроцессоров, позволяющих выполнять сложные вычислительные и математические операции с достаточно высоким быстродействием.

Следующим шагом было создание микроконтроллеров. В состав данных устройств входят несколько видов памяти (ПЗУ и ОЗУ), процессор, порты ввода/вывода, позволяющие работать с внешним оборудованием. Благодаря возможности управления периферийными устройствами данные микросхемы получили повсеместное распространение в современном мире [1].

В связи с этим возник закономерный спрос на специалистов, способных осуществлять программирование данных устройств. Обучение таких кадров должно производиться на специализированном оборудовании, так называемых «учебных стендах».

Разрабатываемый учебный стенд строится на базе 32 битного микроконтроллера *STM32F103C8T* реализованного на ядре *Cortex-M3*, имеющего гарвардскую архитектуру (рис. 1).

В отличие от архитектуры Фон Неймана, в которой нет разделения памяти программ и памяти данных (однородная память), в Гарвардской

архитектуре память программ и данных представляют собой разные физические устройства, также разделены шина команд и шина данных [2].

К особенностям данного МК можно отнести одновременное выполнение и обработку команд и данных, единое адресное пространство объёмом 4 Гб, возможность эффективного использования ОЗУ, возможность адресации слов, полуслов, байт, способность выполнять битовые операции в ОЗУ и периферийных устройствах. Стоит отметить, что применение унифицированных блоков приводит к повышению быстродействия и повышению степени интеллектуальности периферийных устройств. К несомненным плюсам данного МК также можно отнести наличие большого количества внутренних проблемно-ориентированных магистралей, простоту компоновки печатной платы, а также возможность осуществить управление синхронизацией внутренних магистралей и периферийных устройств полностью программным путем [3].

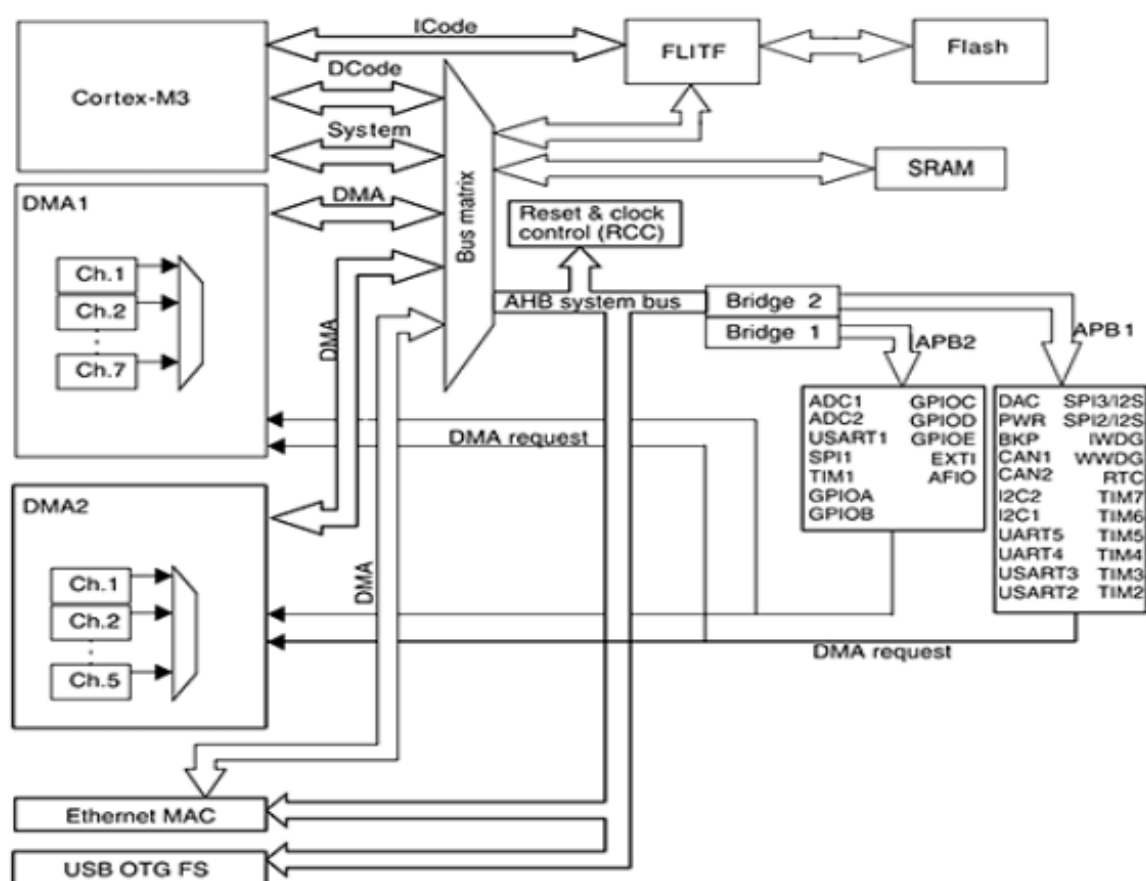


Рис.1. Схема микроконтроллера STM32 с ядром Cortex-M3

Планируется что разрабатываемый учебный стенд будет имеет следующую структуру, представленную на рисунке 2.

В качестве устройств индикации выступают светодиодные, семисегментные индикаторы и *LCD* дисплеи. Вместе с кнопками индикаторы подключаются к портам ввода вывода программируемым микроконтроллером. В свою очередь к соответствующим пинам подключается и сервопривод. В конструкции стенда встроены цифроаналоговый и аналого-цифровой преобразователь для работы с соответствующими типами сигналов. Связь с устройствами можно осуществлять, используя наиболее распространенные интерфейсы передачи данных: *I2C*, *SPI*, *UART*.

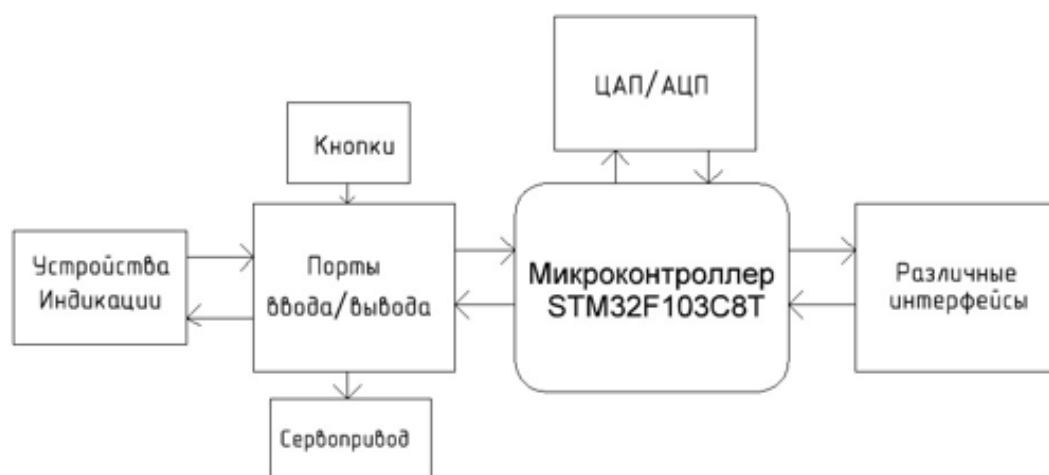


Рис. 2. Структурная схема учебного стенда

Вывод: используя данный учебный стенд студенты смогут получить практические знания, необходимые для работы с различными интерфейсами передачи данных, осуществить подключение различных периферийных устройств (индикаторы, кнопки, сервопривод), а также изучить принцип работы АЦП и ЦАП.

Источники

1. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. М17 Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: учебник. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. С.154–155.
2. Павлов А.В. Архитектура вычислительных систем. СПб: Университет ИТМО, 2016. С. 31–32.
3. Иоффе В.Г. И758 Архитектура, принципы функционирования и программные средства микроконтроллеров STM32: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2021. С. 13–19.