

Выбор микроконтроллера для цифрового регулятора

Закиряев Кубанычбек Эсейович

Иссык-Кульский государственный университет им. К.Тыныстанова

Старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Магистрант

Аннотация

В данной статье описывается выбор микроконтроллера из семейств STM32CortexM1-M4 для разработки цифрового регулятора информационной системы управления в составе автоматизированной системы учета и контроля электроэнергии. Сделан сравнительный анализ основных характеристик микроконтроллерных устройств. В результате выбран подходящий микроконтроллер для реализации функций цифрового регулятора.

Ключевые слова: микроконтроллер, цифровой регулятор, АСКУЭ.

Choosing a microcontroller for a digital regulator

Zakiriaev Kubanychbek Eseiovich

Issyk-Kul State University named after K. Tynystanov

Senior Lecturer of the Department of Information Systems and Technologies

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Master student

Abstract

This article describes the choice of a microcontroller from the STM32CortexM1-M4 families for the development of a Digital Regulator (DR) of an information management system (IMS) as part of an automated electricity metering and control system (EMCS). A comparative analysis of the main characteristics of microcontroller devices has been made. As a result, a suitable microcontroller was selected to implement the functions of a digital regulator.

Keywords: microcontroller, digital regulator, EMCS.

1 Введение

1.1 Актуальность

Для улучшения функциональных возможностей аппаратно-программного комплекса современных автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) необходимо разработать цифровой регулятор (ЦР) для управления процессами по симметрированию абонентских нагрузок в распределительной электрической сети в составе информационной системы управления (ИСУ), что позволит уменьшить

технические потери электроэнергии. Центральным блоком будущей ИСУ является ЦР, следовательно, обоснованный выбор микроконтроллерного устройства для разработки является актуальной задачей.

1.2 Обзор исследований

В своих работах Т.Т.Оморов [1] предложил алгоритмы оптимизации работы электросети, работающей в несимметричном режиме. Автор предлагает алгоритм симметрирования распределенной сети с помощью микроконтроллерного устройства (ЦР) в составе АСКУЭ, который будет управлять исполнительным устройством, переключающей нагрузки-абоненты из одной фазы на другую. Также, ЦР может быть основой для реализации эффективного управления распределенной сетью с целью оптимизации потерь электроэнергии. Поэтому, при выборе микроконтроллерного устройства для реализации функций ЦР [1] необходимо учитывать основные принципы построения рассматриваемого устройства [2], сделать анализ критериев и характеристик, по которым следует сделать выборку [3-5]. При этом немаловажным фактором является изучение таких параметров как: цена, надежность, простота обращения, повторяемость, пригодность для прикладной системы, доступность, средства поддержки разработчика (в том числе программные средства разработки), информационная поддержка и надежность фирмы производителя [6-7]. Таким факторам отвечают современные быстродействующие многоразрядные микроконтроллерные устройства [8-9]. Для разработки ЦР на базе микроконтроллера необходимо возможность поддержки современных программных приложений для разработки и обладать техническими характеристиками, такие как: разрядность, тактовая частота, объем программной памяти, объем оперативной памяти и наличие разных коммуникационных портов [10].

1.3 Цель исследования

Цель исследования – на основе сравнительного анализа сделать обоснование для принятия решения по выбору микроконтроллерного устройства для ЦР, основанных на некоторых основных технических характеристиках микропроцессора.

2 Материалы и методы

Центральным блоком ИСУ является цифровой регулятор (ЦР), реализация которого возможен как на базе персонального компьютера, так и на микрокомпьютере или микроконтроллере. При этом следует учитывать технические и экономические показатели применения.

Построение аппаратного и программного обеспечения ЦР на базе ПК целесообразно на стадии моделирования, т.е. на стенде в лабораторных условиях.

На сегодняшний день микрокомпьютеры являются высокопроизводительными и обладают достаточно высокими аппаратно-программными ресурсами (тактовая частота до 2 ГГц, разрядность до 64 бит, оперативная память до 1 Гб, работа с различными интерфейсами, возможность подключения различной периферии и т.д.).

Однако, для реализации функций ЦР такая мощность является избыточной и их стоимость доходит до нескольких десятков долларов против нескольких долларов у микроконтроллеров. Так, Raspberry Pi3 на сегодняшний день имеют стоимость от \$60 до \$125, в зависимости от комплектации и возможностей.

Поэтому, для полевых условий реализация ЦР на основе современных микроконтроллерных устройств является более предпочтительной, чем на базе микрокомпьютеров по технико-экономическим показателям.

Из имеющихся на рынке микроконтроллерных устройств, для реализации ЦР выбраны микроконтроллеры ARM. Этот выбор очевиден из простого анализа характеристик, приведенного в таблице 1.

Таблица 1. Различия между микроконтроллерами AVR, ARM, 8051 и PIC

Параметры\ Процессоры	8051	PIC	AVR	ARM
Разрядность	8 бит	8/16/32 бит	8/32 бит	32/64 бит
Интерфейсы	UART, USART, SPI, I2C	PIC, UART, USART, LIN, CAN, Ethernet, SPI, I2S	UART, USART, SPI, I2C, иногда CAN, USB, Ethernet	UART, USART, LIN, I2C, SPI, CAN, USB, Ethernet, I2S, DSP, SAI, IrDA
Скорость	12 тактов на инструкцию	4 такта на инструкцию	1 такт на инструкцию	1 такт на инструкцию
Память	ROM, SRAM, FLASH	SRAM, FLASH	Flash, SRAM, EEPROM	Flash, SDRAM, EEPROM
Шинная архитектура	CLSC	Частично RISC	RISC	RISC
Энергопотребление	Среднее	Низкое	Низкое	Низкое
Семейства	Вариации 8051	PIC16, PIC17, PIC18, PIC24, PIC32	Tiny, Atmega, Xmega, спец. AVR	ARMv4,5,6,7 ...
Стоимость	Низкая	Средняя	Средняя	Низкая
Популярные микроконтроллеры	AT89C51, P89v51	PIC18fXX8, PIC16f88X, PIC32MXX	Atmega8, 16, 32; вариации для Arduino	LPC2148, ARM Cortex-M0, ARM Cortex-M3, ARM Cortex-M4, ARM Cortex-M7

Однако, необходимо сделать выбор конкретного микроконтроллера из линейки ARM, соответствующей по своим характеристикам для реализации функций ЦР.

Как видно, наиболее подходящими для построения различных блоков ЦР являются микроконтроллеры из линейки ARM CORTEX M-1 и ARM CORTEX M-4. Цены на дынные микроконтроллеры являются более низкими по сравнению с другими. Например, микроконтроллеры из ряда ARM Cortex M-1 (STM32F103C8T6 – для радиоканала) стоят от \$4 до \$5, а микроконтроллеры ARM CORTEX M-4 (STM32F407VGT6 – для ЦР) в пределах \$25-\$35. Эти микроконтроллеры обладают широкими возможностями.

Сравнение будет производиться из числа наиболее популярных среди разработчиков микроконтроллеров [11]:

1. STM32F103C8T6;
2. STM32F407VGT6;
3. STM32F427
4. STM32F030K6T6.

3 Результаты

Следует отметить, что микроконтроллеры, приведенные в предыдущем разделе, обладают почти одинаковыми характеристиками по числу портов ввода-вывода, наличием ЦАП/АЦП и возможностью работать различными периферийными устройствами и разнообразием коммуникационных интерфейсов. Поэтому, при построении ЦР на первый план выходят такие характеристики как: разрядность, частота, объем программной и оперативной памяти.

Для сравнения вышеуказанных микроконтроллеров взяты основные характеристики, необходимые при разработке ЦР (Таблица 2).

Таблица 2. Характеристики сравниваемых устройств

	Разрядность, бит	Частота, МГц	Объем FLASH, КБ	Объем ОЗУ, КБ
STM32F103C8T6	32	72	64	20
STM32F407VGT6	32	168	1024	192
STM32F427	32	180	1024	256
STM32F030K6T6	32	48	32	4

При равных значениях разрядности и объемом программной памяти (STM32F407VGT6), устройство STM32F427 выглядит предпочтительной, так как обладает тактовой частотой 180 МГц и оперативной памятью 256 Кб. Эти параметры важны для ЦР. Предполагается интенсивный обмен показаниями со счетчиков электроэнергии. Чем выше частота работы процессора, тем больше электросчетчиков можно будет опрашивать или большей цикличностью проверять их состояния. В то же время, быстроедействие

зависит и от объема оперативной памяти (ОЗУ), т.е. чем это значение выше, тем больше данных можно считывать, обрабатывать и передавать в последующие исполнительные устройства.

Теперь, когда выбран необходимый микроконтроллер, следует сделать анализ аппаратных и программных средств разработки, так как от этого зависит быстрота и эффективность создания ЦР.

Данные микроконтроллеры обладают мощными средствами поддержки проектирования (инструментальными) и отладочными средствами, также имеется развитая система команд. Так, для отладки программного обеспечения на стадии проектирования ЦР имеются различные отладочные платы со встроенным программатором. Для разработки программного обеспечения ЦР имеются различные инструменты проектирования с открытым исходным кодом и графические средства программирования. Так в рамках создания ЦР планируется применить такие среды разработки как ARM – Keil, Coocox CoIDE и STM32CubeIDE. Программирование производится на языке C/C++, так данный язык позволяет писать и получать оптимальный по объему и скорости выполнения код. В то же время языки C/C++ дают возможность использования в алгоритмах обработки данных с абонентов и распределенных математических функций.

Анализ показал, что на рынке имеются несколько отладочных средств для семейства микроконтроллеров STM32, построенных на базе различных микроконтроллеров [12]. По техническим и экономическим характеристикам среди них выделяется отладочная плата STM32F4-DISCOVERY [13-14], построенная именно на базе микроконтроллера STM32F407VGT6 из списка сравниваемых нами микроконтроллеров. Наличие встроенного программатора, различной периферии и настройки при минимальных затратах времени позволяет существенно упростить проектирование как аппаратной части ЦР, так и программную реализацию алгоритмов работы ЦР. Сравнивая между собой микроконтроллеры STM32F407VGT6 и STM32F427, приходим к выводу, что разница в частоте 168 против 180 МГц и ОЗУ 192 против 256 Кб не существенна. В то же время, наличие отладочной платы на базе STM32F407VGT6 является существенным.

Итак, для разработки ЦР в рамках данной статьи выбран микроконтроллер STM32F407VGT6, а точнее отладочная плата STM32F4-DISCOVERY, что позволит, облегчит эксперименты по созданию и разработке ЦР.

Библиографический список

1. Оморев Т.Т. Синтез цифрового регулятора для симметрирования распределительной электрической сети // Приборы и системы: Управление, контроль, диагностика. 2019. №11. С. 51-56.
2. Петров Д. Проектирование устройств с автономным питанием: выбор микроконтроллера // Компоненты и технологии. 2007. №3. С.60-64.
3. Бутова Н. А. Анализ микроконтроллеров для использования в устройствах

- адресно-аналоговых систем охранно-пожарной сигнализации // Молодой ученый. 2018. №№ 20 (206). С. 1-7.
4. Шепелев М.С. Критерии выбора микроконтроллеров для разработки модулей модульных устройств // Молодой ученый. 2016. №9 (113). С. 88-91.
 5. Criteria for Choosing a Microcontroller. By Akash Bais // entcengg.com: Образовательный блог. URL: <https://www.entcengg.com/criteria-choosing-microcontroller/> (дата обращения: 4.12.2021).
 6. Выбор микроконтроллера // Gaw.ru: электронный журнал URL: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/micros/micros.htm> (дата обращения: 10.12.2021).
 7. Выбор микроконтроллера // Kazus.ru: Электронный портал URL: <http://kazus.ru/articles/183.html> (дата обращения: 10.12.2021).
 8. Brown.G. Discovering the STM32 Microcontroller. June 5, 2016. 243 с.
 9. Басс А.В. Особенности работы с микроконтроллером STM32 // Известия ТулГУ. 2019. №3. С. 35-40.
 10. Keim R. How to Choose the Right Microcontroller for Your Application // All about Circuits. 2019.
 11. Микроконтроллеры серии STM32 // интернет магазин ChipDip URL: <https://www.chipdip.ru/catalog-tags/ic-microcontrollers/stm32> (дата обращения: 8.12.2021).
 12. Отладочные платы на базе микроконтроллеров STM32 // сайт компании «Компэл» URL: <https://www.compel.ru/lib/94885> (дата обращения: 7.12.2021).
 13. STM32 Open Development Environment Fast Affordable Development and Prototyping // сайт компании «Компэл» URL: https://www.compel.ru/wordpress/wp-content/uploads/2018/09/20160626_stm32_ode_external_june26_james_rev1.pdf (дата обращения: 6.12.2021).
 14. Обзор микроконтроллеров семейства STM32F4 // Digital lab: лаборатория цифровых технологий URL: <https://fpga.in.ua/dsp/dsp-theory/obzor-mikrokontrollerov-semejstva-stm32f4.html> (дата обращения: 2.12.2021).