

Изучение и сравнение AVR и ARM микроконтроллеров

Отчет по научно-исследовательской работе

Выполнил студент 595 группы: Лаптев А. В.

Научный руководитель: Шмаков И.А.

23 января 2022 г.

Цель: изучение и сравнение AVR и ARM микроконтроллеров, а также последующая разработка программного продукта на основе полученных в результате исследовательской работы знаний.

Задачи:

- 1 Знакомство с архитектурой микроконтроллеров AVR и ARM на примере представителя каждого семейства.
- 2 Знакомство с наборами команд для микроконтроллеров каждого семейства.
- 3 Изучение имеющихся аппаратных и программных средств для разработки под AVR и ARM микроконтроллеры.
- 4 Применение полученных знаний для разработки собственного программного продукта.
- 5 Разработка собственного программного продукта на выбранной аппаратно-программной платформе.

Архитектура AVR и ARM

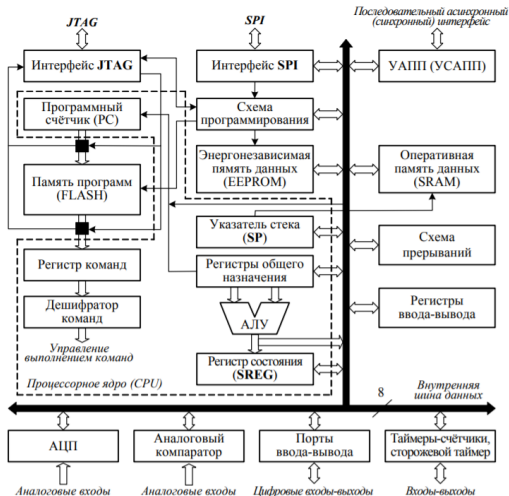


Рис. 1: Архитектура микроконтроллеров семейства AVR

Архитектура AVR и ARM

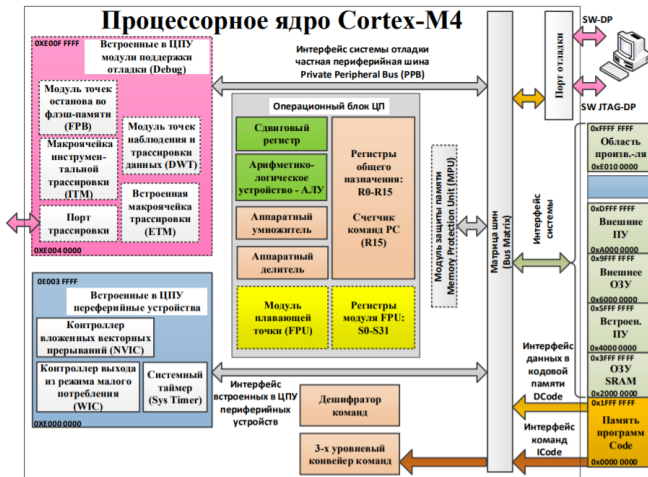


Рис. 2: Архитектура микроконтроллеров ARM на примере Cortex M4

Идеология RISC в AVR и ARM

Архитектуры AVR и ARM обладают следующими особенностями RISC:

- Архитектура загрузки/хранения;
- Нет поддержки нелинейного доступа к памяти (для некоторых более поздних версий ARM такая возможность была реализована);
- Равномерный регистровый файл (в AVR микроконтроллерах есть три сдвоенных регистра-указателя);
- Фиксированная длина команд для упрощения декодирования за счет снижения плотности кода;
- Одноцикловое исполнение.

Наборы команд AVR и ARM

Система команд микроконтроллеров AVR весьма развита и насчитывает в различных моделях от 90 до 135 различных инструкций.

Все множество команд микроконтроллеров AVR можно разбить на несколько групп:

- команды логических операций;
- команды арифметических операций и команды сдвига;
- команды операции с битами;
- команды пересылки данных;
- команды передачи управления;
- команды управления системой.

Наборы команд AVR и ARM

В архитектуре ARM, на сегодняшний день, существует несколько наборов команд: ARM, Thumb, Thumb-2, Jazelle, A64.

Микроконтроллеры ARM семейства Cortex M из всех перечисленных наборов команд поддерживают лишь наиболее универсальный Thumb-2.

Набор команд Thumb-2 расширяет набор 16-разрядных команд Thumb дополнительными 32-разрядными, чтобы задать набору команд дополнительную ширину. Цель Thumb-2 — достичь плотности кода, как у Thumb, и производительности, как у набора команд ARM на 32 битах.

Программная модель AVR-микроконтроллеров

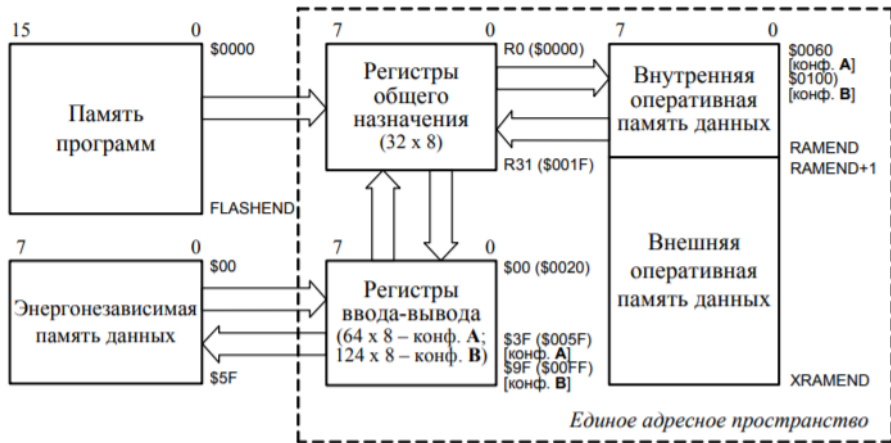


Рис. 3: Программная модель микроконтроллеров AVR

Программная модель ARM-микроконтроллеров

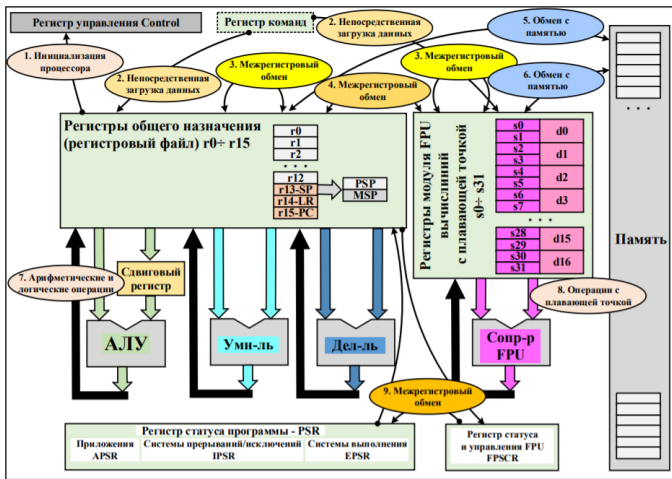


Рис. 4: Программная модель микроконтроллеров ARM

Периферия микроконтроллеров AVR и ARM

Микроконтроллеры AVR имеют хорошо развитую периферию.

К периферийным устройствам AVR-микроконтроллера относятся многофункциональные, двунаправленные порты ввода-вывода, таймеры, счетчики, сторожевой таймер, аналоговый компаратор, 10-разрядный 8-канальный АЦП (12-разрядный для XMEGA AVR), универсальный асинхронный (синхронно-асинхронный) приемопередатчик — УАПП (УСАПП), последовательный периферийный интерфейс (SPI), интерфейс JTAG, устройство сброса по понижению питания, широтно-импульсные модуляторы, датчики температуры и др.

Периферия микроконтроллеров AVR и ARM

Периферия микроконтроллеров с архитектурой ARM также хорошо развита и включает в себя порты ввода-вывода, систему прерываний, АЦП, таймеры общего назначения, сторожевой таймер, расширенный таймер, часы реального времени, последовательный периферийный трехпроводный интерфейс SPI, модуль I2C, модуль УСАПП и др.

Питание микроконтроллеров AVR и ARM

AVR функционируют при напряжениях питания от 1,8 до 6,0 В.

AVR могут быть переведены программным путем в один из трех режимов пониженного энергопотребления:

- Режим холостого хода
- Стоповый режим
- Экономичный режим

В микроконтроллерах существует специальный режим — сброс при снижении напряжения питания (BOD).

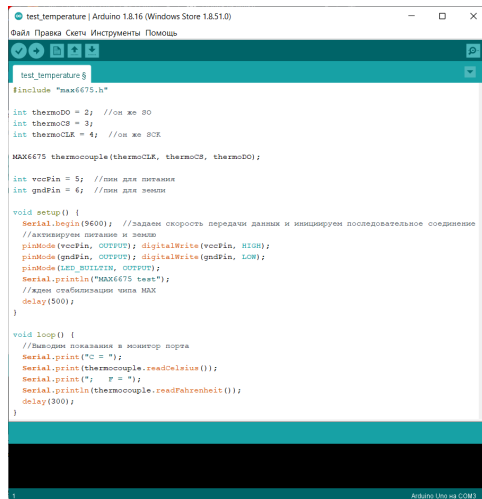
Питание микроконтроллеров AVR и ARM

Для работы микроконтроллеров ARM их необходимо питать напряжением в диапазоне от 1.2 до 5.5 В.

ARM микроконтроллер может работать в одном из следующих режимов:

- Run
- Low-Power Run
- Sleep
- Low-Power Sleep
- Stop 0
- Stop 1
- Standby With SRAM
- Standby Without SRAM
- Shutdown

Arduino. Программная часть



```
test_temperature | Arduino 1.8.16 (Windows Store 1.8.51.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь

test_temperature $
#include "max6675.h"

int thermoDO = 2; //он же SO
int thermoCS = 3;
int thermoCLE = 4; //он же SCK

MAX6675 thermocouple(thermoCLE, thermoCS, thermoDO);

int vccPin = 5; //пин для питания
int gndPin = 6; //пин для земли

void setup() {
  Serial.begin(9600); //задаем скорость передачи данных и иницизируем последовательное соединение
  //активируем питание и землю
  pinMode(vccPin, OUTPUT); digitalWrite(vccPin, HIGH);
  pinMode(gndPin, OUTPUT); digitalWrite(gndPin, LOW);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  Serial.println("MAX6675 test");
  //ждем стабилизации чипа MAX
  delay(500);
}

void loop() {
  //Выводим показания в монитор порта
  Serial.print("C = ");
  Serial.print(thermocouple.readCelsius());
  Serial.print(" F = ");
  Serial.println(thermocouple.readFahrenheit());
  delay(300);
}
```

Рис. 5: Интерфейс Arduino IDE с примером простой программы

Arduino. Аппаратная часть



Рис. 6: Отладочная плата Arduino Uno

В результате выполнения научно-исследовательской работы были выполнены следующие задачи:

- 1 Осуществлено знакомство с архитектурой микроконтроллеров AVR и ARM на примере представителя каждого семейства.
- 2 Осуществлено знакомство с наборами команд для микроконтроллеров семейств AVR и ARM.
- 3 Изучены некоторые аппаратные и программные средства для разработки под AVR и ARM микроконтроллеры, наиболее подходящие для дальнейшего обучения и разработки на начальном уровне.