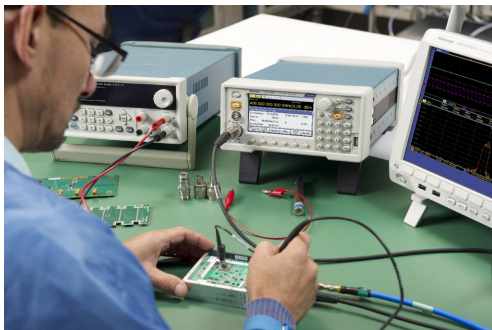


# Программный генератор сигналов на основе микроконтроллера STM32

Студент гр. 506: Вебер Д.С.  
Руководитель: ст.пр. Уланов П.Н.

Алтайский государственный университет

2024



**Цель** выпускной квалификационной работы состоит в разработке программного генератора сигналов на микроконтроллере.

**Задачи:**

- 1 Исследовать методы генерации сигналов и осуществить выбор;
- 2 Рассмотреть семейства микроконтроллеров и осуществить выбор;
- 3 Выбрать среду разработки;
- 4 Разработать программу;
- 5 Спроектировать устройство;
- 6 Протестировать генератор.

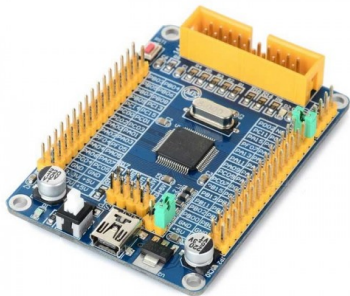
# Методы цифровой генерации сигнала

- ❶ Метод аппроксимации.
  - +: Малый объем памяти, так как хранятся только параметры сигнала.
  - : Высокие вычислительные затраты, что ограничивает максимальную частоту сигнала.
- ❷ CORDIC.
  - +: Быстродействие и высокая точность системы благодаря итерационному методу.
  - : Сложность алгоритма и потребность в специализированных вычислениях.
- ❸ Табличный метод.
  - +: Возможность генерации сигналов с более высокой частотой из-за отсутствия вычислений.
  - : Необходимость хранения больших объёмов данных в памяти.
- ❹ Метод DDS.
  - +: Гибкость, простота реализации и высокая точность регулирования частоты.
  - : Потребность в дополнительных вычислениях для генерации сигнала.

Таблица 1: Параметры микроконтроллеров

Параметр	ATtiny10	ATmega32	STM32L010F4	STM32F103xC
Частота	20 МГц	20 МГц	32 МГц	72 МГц
FLASH	1 Кбайт	32 Кбайт	16 Кбайт	256 Кбайт
RAM	64 байт	2 Кбайт	2 Кбайт	48 Кбайт
SPI	-	+	+	+
I2C	-	+	+	+
Питание	1,8 — 5,5 В	1,8 — 5,5 В	1,8 — 3,6 В	1,8 — 3,6 В

# Выбор микроконтроллера и среды разработки



Микроконтроллер: STM32F103RCT6 на отладочной плате.

Среда разработки: VSCode + PlatformIO.

Язык программирования: C.

Библиотека: libopenstm3.

# Программа для генерации сигналов

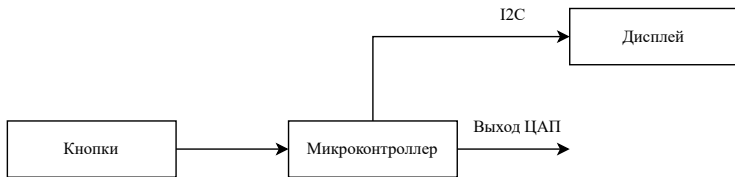


Рис. 2: Структурная схема генератора сигналов.

Программа должна выполнять три действия:

- 1 Вывод отсчёта в ЦАП;
- 2 Обработка кнопок;
- 3 Вывод информации на дисплей.

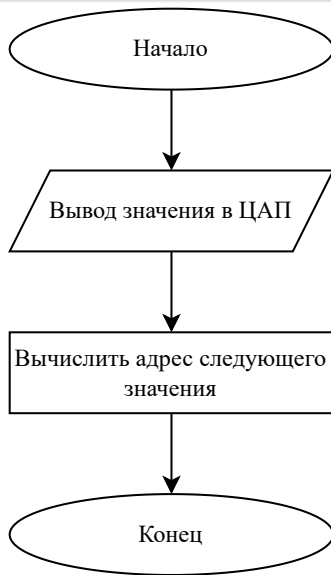


Рис. 3: Блок-схема алгоритма вывода отсчёта в ЦАП.



# Программа для генерации сигналов

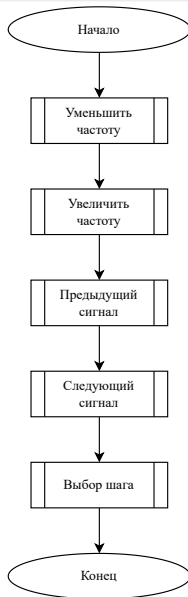


Рис. 4: Блок-схема алгоритма обработки кнопок.

# Программа для генерации сигналов

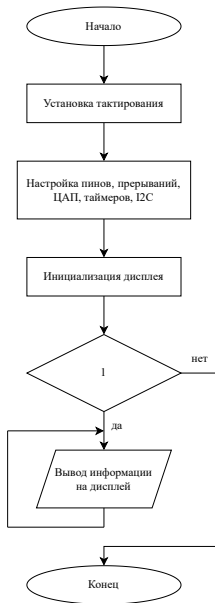
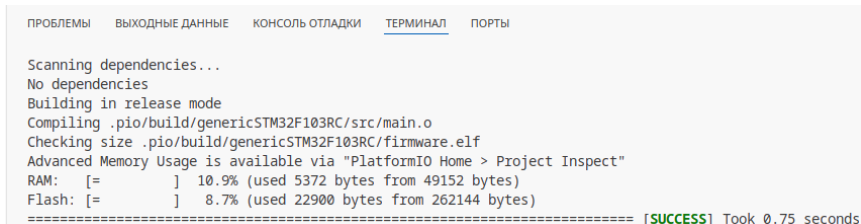


Рис. 5: Блок-схема алгоритма главной функции.

# Программа для генерации сигналов



```
ПРОБЛЕМЫ    ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ    КОНСОЛЬ ОТЛАДКИ    ТЕРМИНАЛ    ПОРТЫ

Scanning dependencies...
No dependencies
Building in release mode
Compiling .pio/build/genericSTM32F103RC/src/main.o
Checking size .pio/build/genericSTM32F103RC/firmware.elf
Advanced Memory Usage is available via "PlatformIO Home > Project Inspect"
RAM:   [=         ] 10.9% (used 5372 bytes from 49152 bytes)
Flash: [=         ]  8.7% (used 22900 bytes from 262144 bytes)
===== [SUCCESS] Took 0.75 seconds
```

Рис. 6: Компиляция проекта.

# Проектирование генератора сигналов

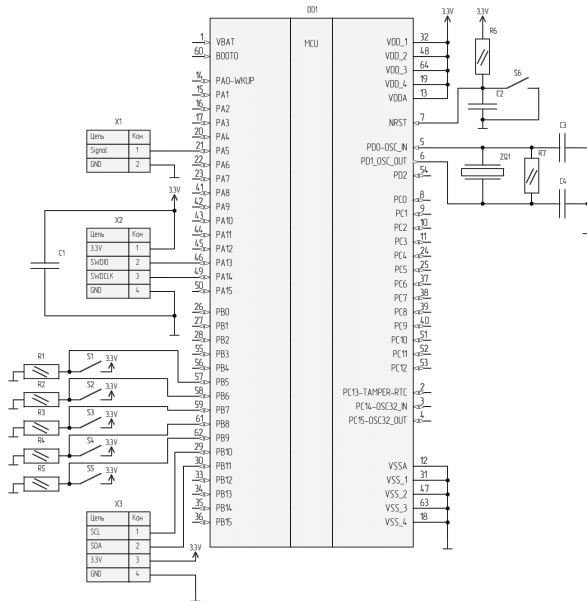
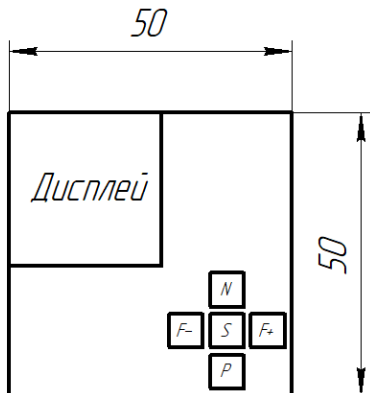
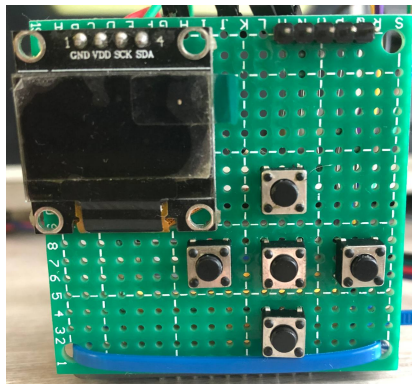


Рис. 7: Фрагмент схемы электрической принципиальной.



(a) Схема расположения периферии



(b) Полученная плата периферии

Рис. 8: Конструирование платы периферии.

# Проектирование генератора сигналов

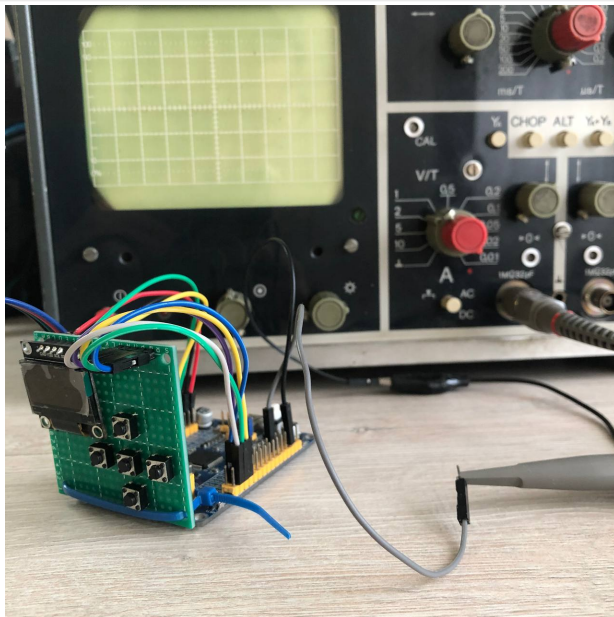
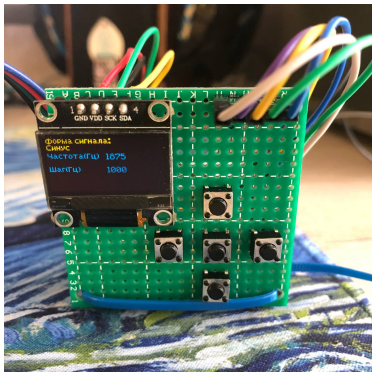


Рис. 9: Прототип устройства.



(a) Состояние устройства.

## ✓ КОНТРОЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

```
f: 1875
p_step: 360
step: 192
num_step: 4 '\004'
num_sig: 1 '\001'
```

## ✓ signal: [256]

```
0: 2048
1: 2092
2: 2136
3: 2180
4: 2224
5: 2268
6: 2312
7: 2355
```



(b) Состояние в отладчике.

Рис. 10: Работа устройства.

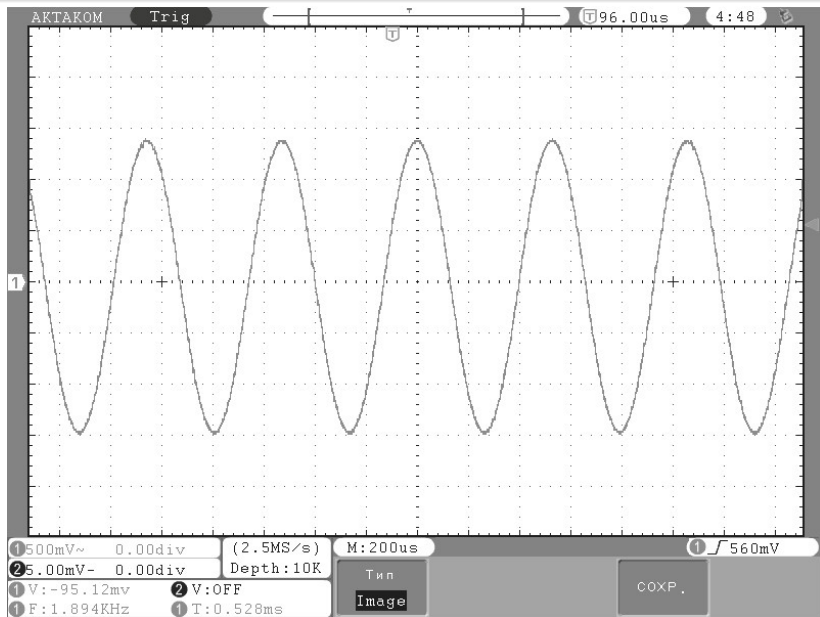


Рис. 11: Синусоидальный сигнал с частотой 1875 Гц.



В ходе выполнения работы цель была достигнута: разработан программный генератор сигналов на микроконтроллере STM32F103RCT6, позволяющий генерировать сигналы разной формы.

Были выполнены все поставленные задачи, а именно:

- 1 Выбран метод генерации сигналов;
- 2 Выбран микроконтроллер;
- 3 Выбрана среда разработки;
- 4 Разработана программа;
- 5 Спроектировано устройство;
- 6 Протестирован генератор.

Спасибо за внимание!