

Цифровые методы синтеза аналоговых сигналов

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

Алтайский государственный университет

2024

Цель работы: выбрать метод синтеза сигналов для разработки программы генератора на микроконтроллере.

Задачи:

- 1 Исследовать существующие методы синтеза аналоговых сигналов.
- 2 Освоить алгоритм выбранного метода.
- 3 Реализовать алгоритм на микроконтроллере.

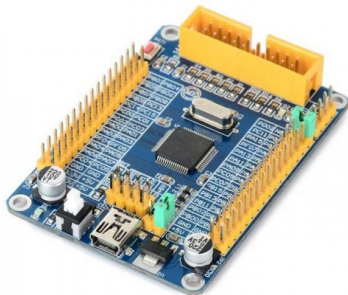


Рис. 1: Отладочная плата STM32F103RCT6.

Характеристики:

- Рабочее напряжение: 2 — 3.6 В.
- Объём памяти: 256 Кб.
- Оперативная память: 48 Кб.
- Количество входов/выходов: 51.
- Цифро-аналоговый преобразователь: 2x12 б

Основные методы цифровой генерации сигналов:

- ❶ Метод аппроксимации.
 - +: использование небольшой памяти.
 - : затраты ресурсов на вычисления.
- ❷ Табличный метод.
 - +: меньшее время и затрата ресурсов.
 - : требуется больший объём памяти.

Генератор сигналов для DAC.

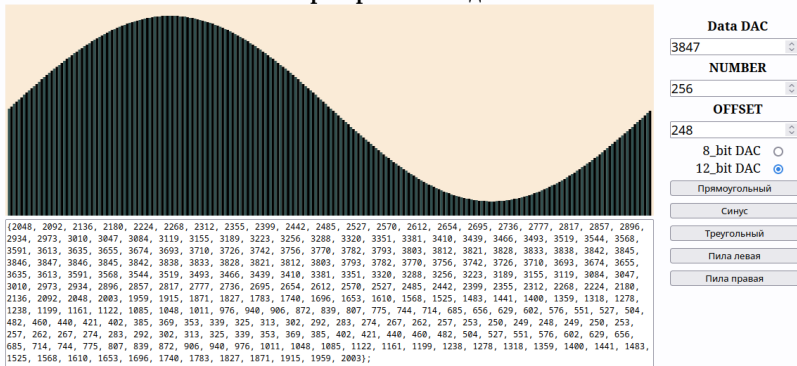


Рис. 2: Таблица отсчётов.

Настройка ЦАП.

```
1 rcc_periph_clock_enable(RCC_GPIOA);
2 gpio_set_mode(GPIOA, GPIO_MODE_OUTPUT_2_MHZ,
3               GPIO_CNF_OUTPUT_ALTFN_PUSH_PULL, GPIO5);
4 rcc_periph_clock_enable(RCC_DAC);
5 dac_enable(CHANNEL_2);
```

Загрузить значения в ЦАП

```
1 for (int i = 0; i < 256; i++)
2 {
3     dac_load_data_buffer_single(lut[i], RIGHT12, CHANNEL_2);
4 }
```

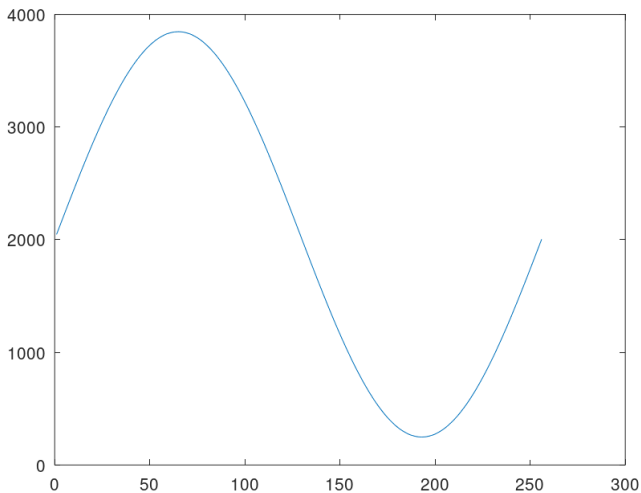


Рис. 3: Синтез синусоиды табличным методом.

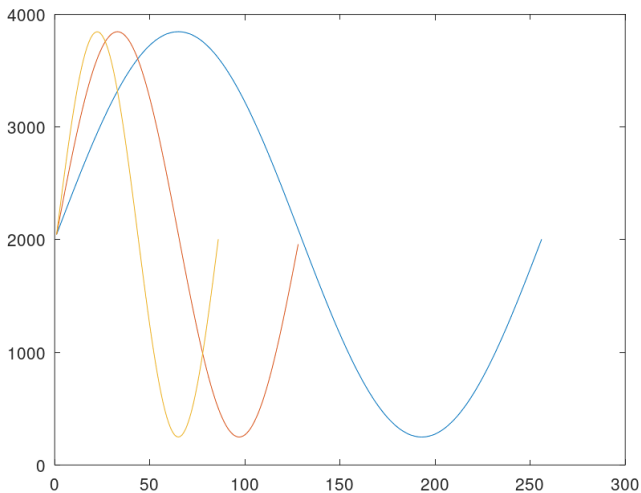


Рис. 4: Увеличение частоты сигнала.

Для адресации используется аккумулятор фазы и код частоты. Старшая часть аккумулятора фазы отвечает за адресацию ячейки в таблице отсчётов, а младшая за шаг в этой таблице. Размером же шага является код частоты.

Аккумулятор фазы + Код частоты = Адрес отсчёта

$$0x0000 + 0x0100 = 0x0100$$

$$0x0000 + 0x0200 = 0x0200$$

$$0x0000 + 0x0080 + 0x0080 = 0x0100$$

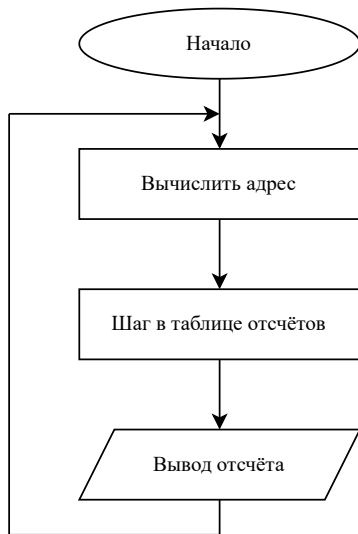


Рис. 5: Алгоритм метода DDS.

```
1  int main() {
2      uint16_t p_acc, p_step;
3      uint8_t addr = 0; // адрес ячейки
4
5      p_acc = 0;        // аккумулятор фазы
6      p_step = 256;     // код частоты
7
8      while(1)
9      {
10         addr = p_acc >> 8; // выделение старшей части аккумулятора фазы
11         p_acc += p_step;    // шаг
12         printf("%d 0x%X\n", addr, sinus[addr]); // вывод отсчёта
13     }
14
15     return 0;
16 }
```

Формирование отсчётов при коде частоты 256.

```
1 [kenny@desktop dds] gcc dds.c -o dds && ./dds
2 0 0x7F
3 1 0x82
4 ...
5 254 0x79
6 255 0x7C
```

Формирование отсчётов при коде частоты 512.

```
1 [kenny@desktop dds] gcc dds.c -o dds && ./dds
2 0 0x7F
3 2 0x85
4 ...
5 252 0x73
6 254 0x79
```

Формирование отсчётов при коде частоты 128.

```
1  [kenny@desktop dds] gcc dds.c -o dds && ./dds
2  0 0x7F
3  0 0x7F
4  1 0x82
5  1 0x82
6  ...
7  254 0x79
8  254 0x79
9  255 0x7C
10 255 0x7C
```

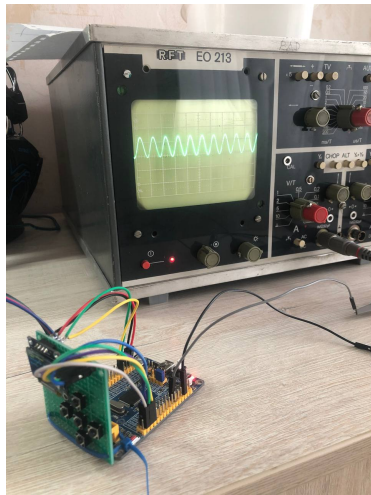
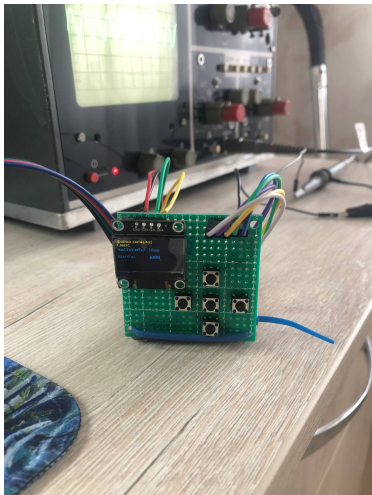


Рис. 6: Макет.

В ходе выполнения работы был выбран метод синтеза аналогового сигнала, который позволяет генерировать сигнал на микроконтроллере.

Были выполнены все поставленные задачи, а именно:

- 1 Исследованы существующие методы синтеза аналоговых сигналов.
- 2 Смоделирован алгоритм выбранного метода.
- 3 Алгоритм реализован на микроконтроллере.

Выбранный в результате исследования метод прямого цифрового синтеза сигнала применён в разработке программы генератора сигналов на микроконтроллере STM32.

Спасибо за внимание!

https://github.com/lilbudek/stm32f1_libopencm3

