

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.

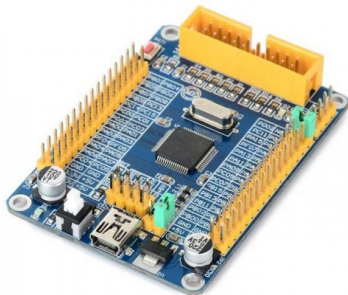


Рис. 1: Отладочная плата STM32F103RCT6.

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.

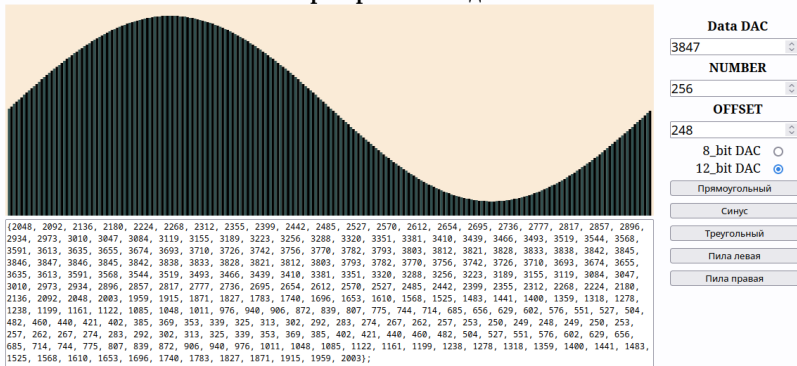


Рис. 2: Таблица отсчётов.

Настройка ЦАП.

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

Загрузить значения в ЦАП

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

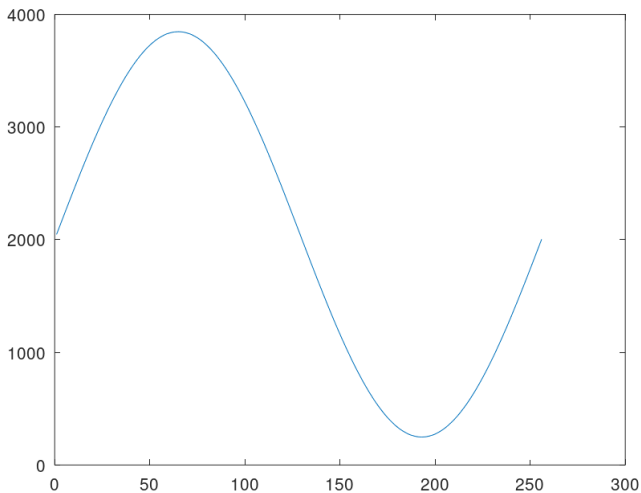


Рис. 3: Синтез синусоиды табличным методом.

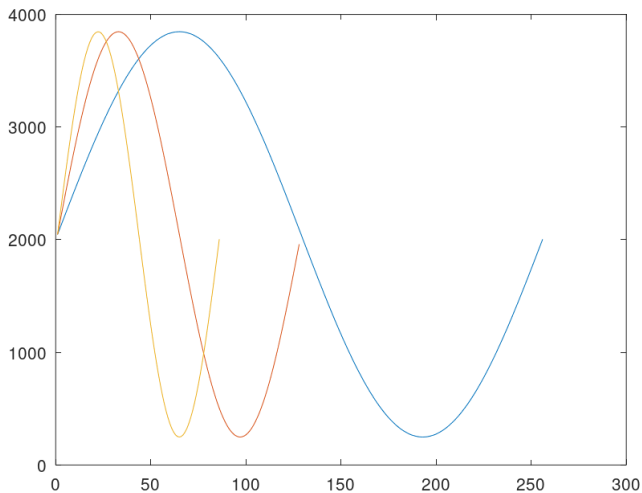


Рис. 4: Увеличение частоты сигнала.

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

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

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

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

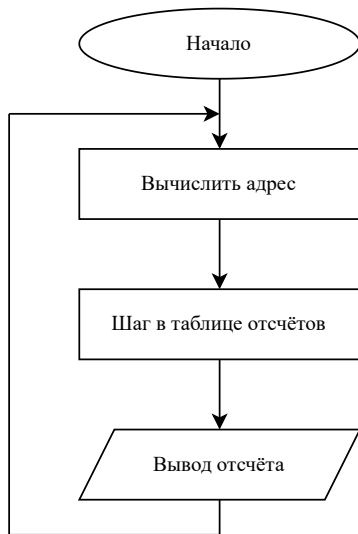


Рис. 5: Алгоритм метода DDS.

```
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 }
```

Методы программной генерации сигнала



```
kenny@desktop:~/workspace/vkr/dds  
> gcc dds.c -o dds && ./dds  
0 0x800  
1 0x82C  
2 0x858  
3 0x884  
4 0x8B0
```

Рис. 6: Формирование отсчётов при коде частоты 256.



```
kenny@desktop:~/workspace/vkr/dds  
> gcc dds.c -o dds && ./dds  
0 0x800  
2 0x858  
4 0x8B0  
6 0x908  
8 0x95F
```

A terminal window with a dark background and three colored window control buttons (red, green, yellow) in the top-left corner. The title bar shows the user 'kenny' at 'desktop' in the directory '~/workspace/vkr/dds'. The command prompt shows the compilation of 'dds.c' into 'dds' and its execution. The output displays a sequence of memory addresses starting from 0x800 and increasing by 0x058 up to 0x95F.

Рис. 7: Формирование отсчётов при коде частоты 512.



```
kenny@desktop:~/workspace/vkr/dds  
> gcc dds.c -o dds && ./dds  
0 0x800  
0 0x800  
1 0x82C  
1 0x82C  
2 0x858  
2 0x858
```

Рис. 8: Формирование отсчётов при коде частоты 128.

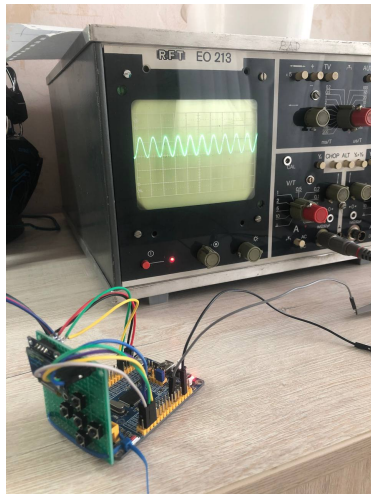
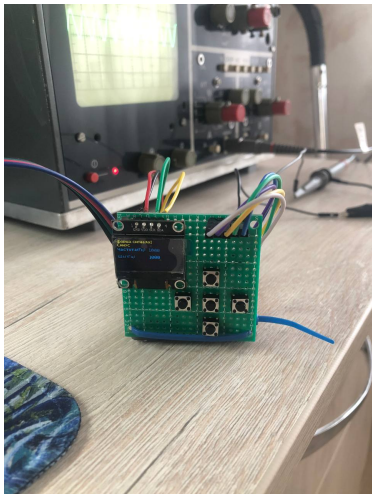


Рис. 9: Макет.

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

