Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника (РЛ)»

Кафедра «Технология приборостроения (РЛ6)»

Курсовая работа на тему

«Генератор сигналов произвольной формы»

Выполнил ст. группы РЛ6-71

Худяков А. С.

Преподаватель Семеренко Д. А.

Москва, 2023

# Введение

В данной работе будет решена задача создания генератора сигналов произвольной формы. В устройстве реализована генерация стандартных форм сигналов (синусоидальный, прямоугольный, треугольный и пилообразный) и белого шума. Пользователю будет доступна загрузка формы, частоты и амплитуды сигнала через программу для компьютера, которая, в свою очередь, передает управляющие сигналы на устройство путем передачи данных по USART.

Генераторы сигналов произвольной формы имеет широкий спектр применений в различных областях: от радио и телепередачи до медицинской аппаратуры. Остановимся на некоторых из них:

1. в области радиопередачи и радиоприема такое устройство может применятся для отладки и тестирования аппаратуры, управляемой сигналами строго определенной формы (переключение каналов телевизора, машина на радиоуправлении, беспилотные летательные аппараты);
2. в области медицины генерирование сигналов различной конфигурации может быть использовано для исследования человеческого тела (томографы, электрокардиографы, аппараты УЗИ);
3. в военной области генерирование сигналов может быть применено для вывода из строя радиокоммуникации на некоторой площади, создания поддельных радиосообщений.

При разработке генератора сигналов произвольной формы необходимо решить следующие задачи и проблемы:

1. синхронизация частоты передачи с компьютера управляющих сигналов через USART с частотой приема ПЛИС.
2. реализация прямоугольной, треугольной и пилообразной формы сигнала. Эта задача решается с помощью простого счетчика, выходы которого подсоединяются к ЦАП;
3. реализация синусоидальной форму сигнала. Эта задача решается с либо с помощью непосредственно вычисления синуса как функции, либо используя предварительно рассчитанную таблицу значений;
4. генерация белого шума. При разработке алгоритма генерации белого шума нужно учитывать его быстродействие и сложность;
5. изменение частоты сигнала. Частота выходного сигнала ограничивается частотой используемого ЦАП, для динамического изменения частоты генерации сигнала можно масштабировать уже вычисленные значения сигналов;
6. изменение амплитуды сигнала. Амплитуду выходного сигнала можно менять с помощью операционного усилителя с обратной связью и транзисторами, работающими в ключевом режиме для подстройки коэффициента усиления.

Цель исследования – сравнение ЦАП PCF8591 (Максимальная частота = 10 КГц) с R-2R цепочкой.

// как можно использовать полученные результаты в будущем?

# Глава 1

В этой главе будут приведены различный способы реализации отдельных компонентов устройства и соответствующих алгоритмов.

Передача управляющих сигналов на ПЛИС может осуществляться несколькими способами:

1. с помощью программы-терминала типа HTerm,
2. подключения клавиатуры к ПЛИС,
3. управления с помощью кнопок на отладочной плате.

Генерация сигналов синусоидальной, прямоугольной, треугольной и пилообразной формы может осуществляться масштабированием уже вычисленных значений или программной реализацией алгоритма расчета значения функции в каждый момент времени.

Создание белого шума требует реализации одного из соответствующих алгоритмов, основанных на одном из множества способов генерации случайных чисел, отличающихся лишь степенью использования памяти и вычислительных мощностей.

# Глава 2

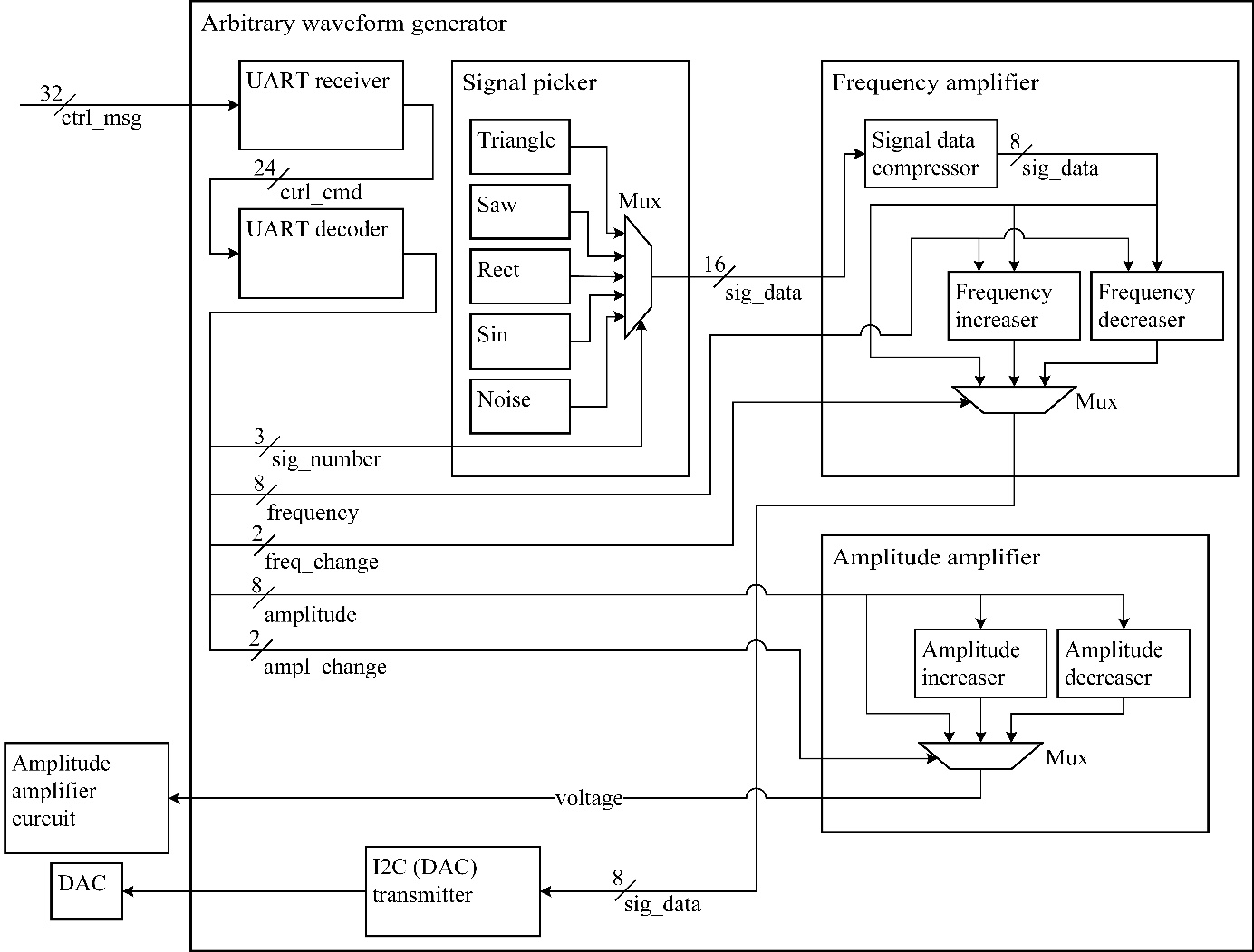


Рис. 1 – Функциональная схема устройства.

Структура управляющей команды ctrl\_msg:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Бит | 1 | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | | | | 7 | | 8 |
| Сообщение | sig\_number | | | | | | | freq\_change | | | | | | ampl\_change | | | | | | | X |
|  |  | | | | | | |  | | | | | |  | | | | | | |  |
| Бит | 9 | | 10 | | | 11 | | | 12 | | | 13 | | | 14 | | 15 | | | 16 | |
| Сообщение | frequency | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Бит | 17 | | | 18 | | | 19 | | | 20 | | | 21 | | | 22 | | 23 | | 24 | |
| Сообщение | amplitude | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Бит | 17 | | | 18 | | | 19 | | | 20 | | | 21 | | | 22 | | 23 | | 24 | |
| Сообщение | end\_of\_msg = 0b01110011 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

end\_of\_msg – флаг конца сообщения, отбрасывается для формирования сигнала ctrl\_cmd.

Кодограмма управляющей команды:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Имя | Принимаемые значения | Действие |
| sig\_number | 0b000 | Выбор сигнала «треугольного» типа |
| 0b001 | Выбор синусоидального сигнала |
| 0b010 | Выбор сигнала типа «пила» |
| 0b011 | Выбор сигнала типа «прямоугольный» |
| 0b100 | Выбор сигнала типа «шум» |
| freq\_change | 0b00 | Оставить текущую частоту |
| 0b01 | Увеличить частоту |
| 0b10 | Уменьшить частоту |
| ampl\_change | 0b00 | Оставить текущую амплитуду |
| 0b01 | Увеличить амплитуду |
| 0b10 | Уменьшить амплитуду |
| frequency | 0bXXXXXXXX | Частота увеличится в заданное количество раз |
| amplitude | 0bXXXXXXXX | Амплитуда увеличится в заданное количество раз |

// Схема с ПЛИС + операционный усилитель на выходе ЦАП

Рис. 2 – Принципиальная электрическая схема устройства.

# Глава 3

В этой главе будут приведены основные алгоритмы работы ПЛИС и описаны основные функции ПЛИС.

1. Модуль UART receiver принимает 8-битное слово и подает его на вход модуля UART decoder.
2. Модуль UART decoder принимает 4 слова по 8 бит и декодирует их в набор команд: sig\_number, frequency, freq\_change, amplitude, ampl\_change.