

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР НА ОСНОВЕ AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Лазэр Диана  
Технический Университет Молдовы  
[diane.0011i@gmail.com](mailto:diane.0011i@gmail.com)

**Abstract.** *In this work there is presented a practical implementation of functional generator, that is realized according to the Direct Digital Synthesis principal. The generator is based on an AVR microcontroller and it can provide three types of signals: sinusoidal, ramp and meander on frequencies from 1 Hz to 100 kHz.*

**Ключевые слова:** функциональный генератор, прямой цифровой синтез, микроконтроллер.

### I. Введение

Для настройки и тестирования современной электронной аппаратуры, проведения исследований в области радиоэлектроники и для изучения физических процессов в технических устройствах и системах требуются самые разнообразные электро- и радиоизмерительные приборы. В первую очередь, наряду со ставшими общедоступными мультиметрами, для лаборатории разработчика электронных схем нужны источники сигналов самой разнообразной формы. В данной работе представлена реализация генератора синусоидальных, прямоугольных и пилообразных сигналов на основе микроконтроллера фирмы Atmel AtMega8. В данном случае применяется принцип прямого цифрового синтеза (Direct Digital Synthesis - DDS), когда эквивалент аналогового сигнала выводится в цифровой форме порт микроконтроллера, после чего он преобразовывается через ЦАП в аналоговый сигнал и сглаживается фильтром.

### II. Принцип функционирования генератора.

Принцип DDS заключается в том, что весь период сигнала разделяется на определённое число интервалов времени, которым присваивается целочисленное значение, соответствующее значению функции в данный момент времени (рис. 1).



Рис. 1. Цифровой сигнал.

В нашем случае значение сигнала кодируется 8 битами, таким образом, максимальное его значение составляет 256 (для простоты максимальное значение было взято равным 250).

Главным преимуществом цифровой генерации сигналов заключается в высокой доли точности генерируемого напряжения и частоты. Однако для достижения плавности синусоидального сигнала необходимо брать достаточное количество точек за период, что ограничивается частотой работы микроконтроллера.

### Структура и параметры генератора.

Разрабатываемый генератор может выдавать три типа сигналов: синусоидальный, пилообразный и прямоугольный с частотой, варьирующейся от 1Гц до 100 кГц. Тип сигнала, значение частоты и амплитуды задаются пятью кнопками (вверх-вниз, вправо-влево, «Enter»).

Микроконтроллер AtMega8 работает на частоте 16 МГц и содержит 3 порта ввода-вывода. Один из них используется для вывода цифрового эквивалента напряжения, два других – для подсоединения LCD дисплея и блока управления (рис. 2).

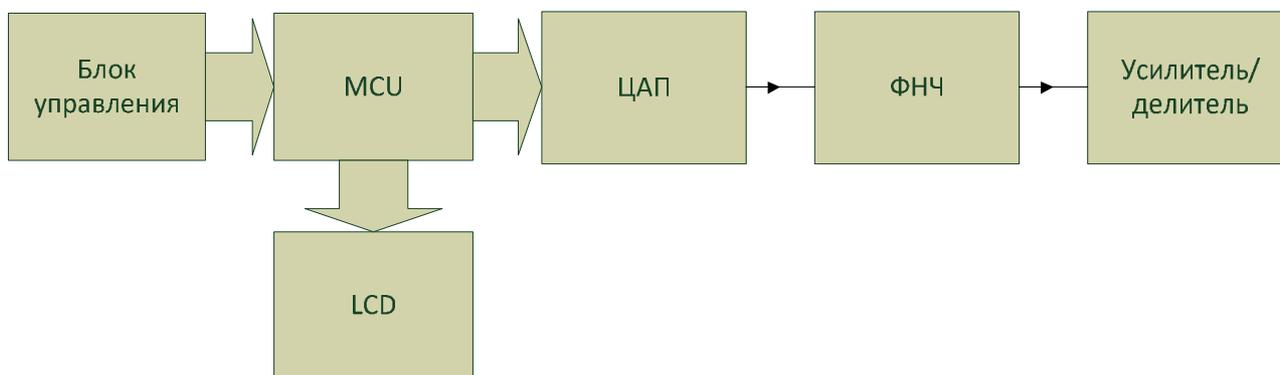


Рис. 2. Блок-схема генератора.

### Структура программы для микроконтроллера.

Программа осуществляется на языке Assembler. Её основной задачей является запись в память микроконтроллера значения выбранного сигнала и вывод его в определенный момент времени.

Программа состоит из четырёх основных блоков:

- считывание данных через блок управления и запись их в регистры;
- запись в оперативную память значений и задание параметров прерываний для таймера;
- непосредственный вывод значений на порт микроконтроллера;
- работа с LCD дисплеем.

Способ вывода значений и их число за период зависит от выбранной частоты. Таким образом, при частотах от 50кГц до 100 кГц выбирается 8 точек за период сигнала, 16 точек на частотах от 20кГц до 50 кГц и 32 точки до 1 кГц. На более низких частотах берётся 80 точек. Для достижения их максимального числа все используемые значения с учётом заданной амплитуды записываются в память контроллера сразу после ввода всех данных. Для частот ниже 1 кГц записывается только четверть периода, остальные значения высчитываются в процессе вывода данных.

Структура программы представлена на блок-схеме (рис. 3). В начале программы сразу после инициализации осуществляется проверка значения переменной состояния «state» (блок №2): при её значении, равном трём, осуществляется генерация сигнала, а при значениях, меньших трёх – ввод данных.

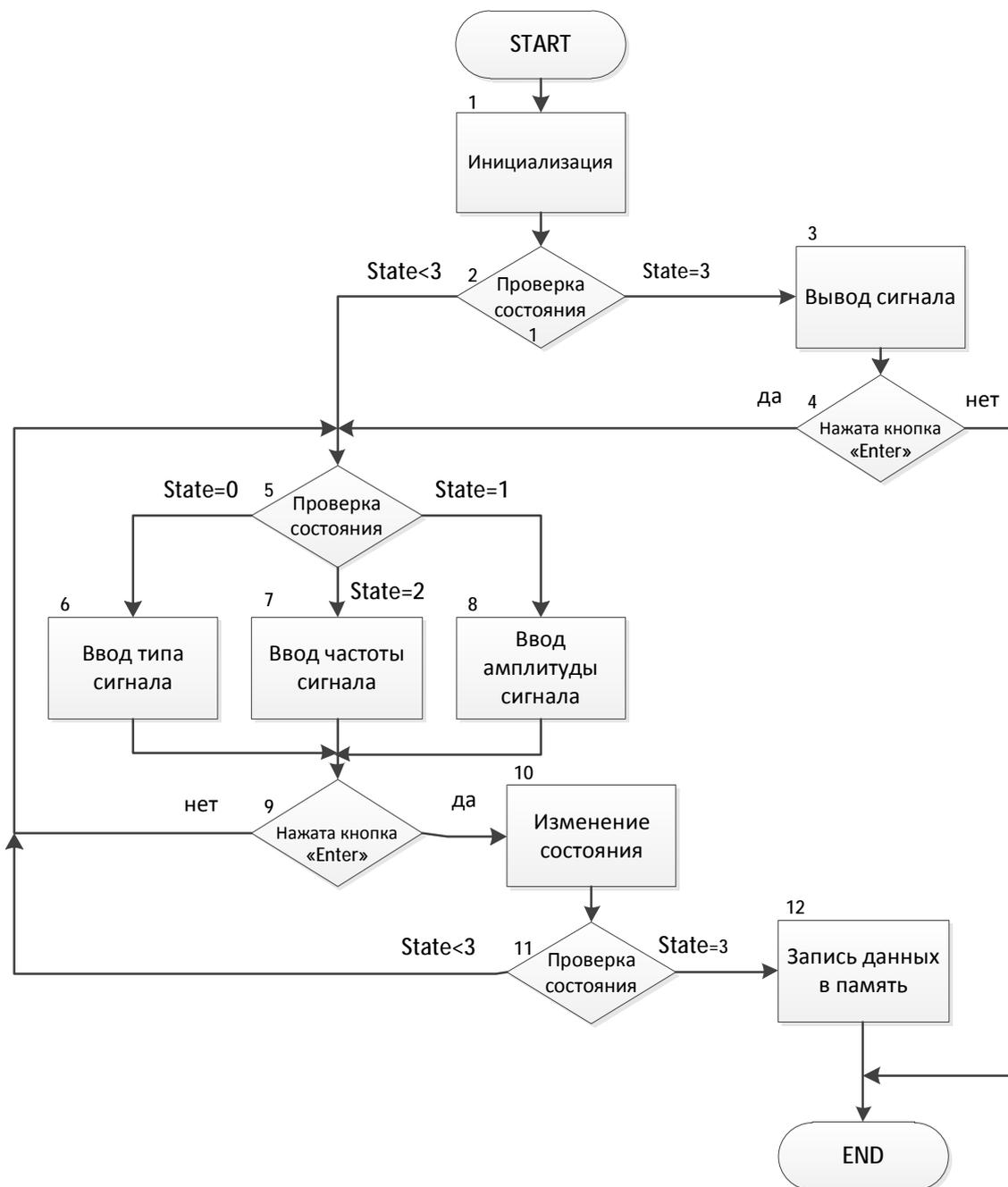


Рис. 3. Блок-схема программы.

Ввод данных также осуществляется в зависимости от значения переменной «state» (блок №5). Так, при нулевом значении вводится тип сигнала, при единице – амплитуда, при двойке – частота.

Кроме того, периодически при выводе сигнала и вводе данных проверяется нажатие кнопки «Enter». При вводе данных её нажатие играет роль утверждения и перехода к следующей ступени, а при выводе сигнала она используется для остановки генерации.

В качестве примера здесь приведён отрывок из программы для вывода данных на диапазоне частот от 1кГц до 100 кГц.

Main:  
cpi state,3 ; сравнение состояния с тройкой  
brne Center\_Butt ; при неравенстве трём осуществляется прыжок к метке проверки нажатия кнопки «Enter»  
cpi d,0 ; проверка разрешения считывания новых данных из памяти микроконтроллера  
breq Main ; выход при запрете чтения  
cpi hfreq,80 ; сравнение частоты с диапазоном от 1кГц до 1Гц  
breq L\_freq ; при частоте, принадлежащей данному диапазону, прыжок к соответствующей метке  
cp number,hfreq ; проверка завершения периода  
brne Continue ; если период не завершён, происходит прыжок к метке «Continue»  
clr number ; переход на начало периода  
ldi ZH,0x60 ; переход на начало периода  
Continue:  
ld zn,z+ ; загрузка из памяти в переменную значения  
ldi d,0 ; запрет последующей загрузки  
rjmp Center\_state\_3 ; прыжок к метке проверки нажатия кнопки «Enter»

Непосредственный вывод значений на порт микроконтроллера осуществляется в прерывании таймера для обеспечения точности в частоте. В этом случае необходима переменная для разрешения чтения – d, позволяющая считывать новое значение, только если предыдущее уже было выведено в прерывании.

### III. Заключение

Разработанный функциональный генератор позволяет реализовать широкий спектр практических задач, связанных с проектировкой, работой и тестированием различных радиоэлектронных устройств. Схема такого генератора достаточно проста и выгодна с материальной точки зрения при достаточно высокой точности значения напряжения выходного сигнала и частоты. Кроме того, данная реализация позволяет осуществить генерацию сигналов в широком частотном диапазоне. Так, при частоте тактирования, равной 16 МГц, диапазон находится в пределах от 1 Гц до 100 кГц. Принцип построения программы не сложен, что даёт пользователю возможность вносить какие-либо изменения.

### IV. Библиография

1. Мортон Дж. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс. /Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Додэка-21», 2006. – 272 с.
2. Дьяконов В. П. Генерация и генераторы сигналов. – М. ДМК Пресс, 2009. – 384с.