Генератор сигналов AVR DDS V1.0 — сделай это легко с ScienceProg

Иногда при настройке различного электронного оборудования нам нужен простой генератор сигналов с различными формами и частотами. Один из вариантов — купить профессиональный генератор с регулируемым коэффициентом усиления, профессиональным покрытием и множеством дополнительных функций. Но если вы любитель, возможно, вам захочется собрать свой генератор самостоятельно. Этот небольшой проект посвящён созданию такого генератора.



Спецификация

Генератор сигналов AVR DDS состоит из следующих частей:

- 8-битный микроконтроллер Atmel Atmega8;
- Источник питания и регулятор напряжения;
- 2×16 стандартный ЖК-дисплей и сдвиговый регистр 74HC164;
- Семь кнопок;
- Поводковый резистор R-2R для ЦАП;
- Три выхода: универсальный (OUT) от ЦАП, ШИМ и импульсов;
- Металлический корпус;
- и прошивка микроконтроллера.

Микроконтроллер Atmega8 — самый простой из серии Atmega. Объём Flash-памяти программ составляет 8 кбайт, а максимальная частота — 16 МГц, что позволяет достичь максимального разрешения DDS-генераторов при максимальной частоте. В настоящее время частота ограничена от **1 до 65535 Гц** с минимальным шагом 1 Гц.

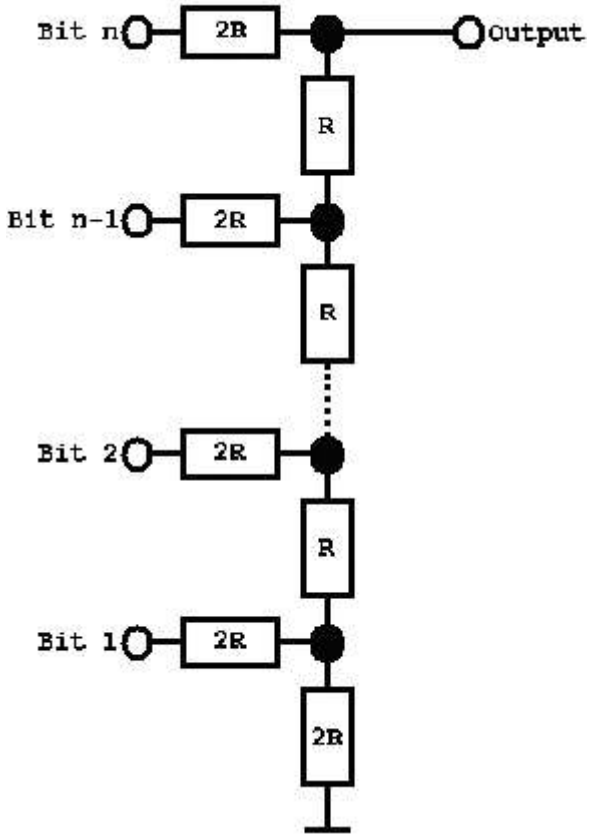
Генератор DDS AVR питается от батареи напряжением 9 В. Напряжение понижается до 5 В и стабилизируется регулятором напряжения 7805.

Управление ЖК-дисплеем осуществляется по трём проводам через сдвиговый регистр 74HC164. Этот регистр используется как преобразователь последовательного интерфейса в параллельный для экономии выводов микроконтроллера. ЖК-дисплей управляется в 8-битном режиме.

Генератор AVR DDS использует семь кнопок управления:

- Начинать;
- Стоп, что также является сбросом;
- IP-повышение ценности;
- ВНИЗ- уменьшение значения;
- Mode1 – кнопка выбора сигнала;
- Mode2 – свойства сигнала;
- Freq – выбор множителя частоты сигнала.

Генератор сигналов AVR DDS использует цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) R-2R. Это простейшее решение, при котором резисторы соединены в лестничную цепь:



В этой схеме R = 10 кОм. При использовании 8 бит и шага 5 В значение составляет около 18,5 мВ. Этого достаточно для получения сигналов среднего качества.

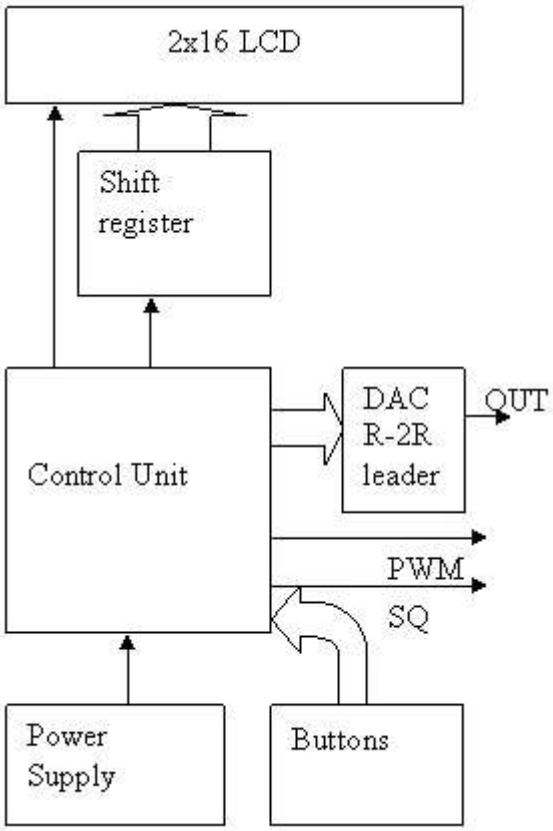
Генератор имеет три выхода:

- Универсальный выход ЦАП через лестницу R-2R;
- ШИМ;
- Импульс (SQ);

Универсальный выход (OUT) — это выходной сигнал ЦАП. Этот выход формирует различные сигналы, такие как пилообразные, синусоидальные, прямоугольные и треугольные.

Канал ШИМ используется для формирования выходного сигнала ШИМ – непосредственно с таймера.

Канал SQ — дополнительный канал для формирования прямоугольных импульсов или второго ШИМ-сигнала. Будет реализован в будущем.



На блок-схеме представлена структура генератора сигналов AVD DDS. Вы можете увидеть пути прохождения сигналов. Каждая часть блока описана в спецификации.

Меню и этапы программы:

После включения генератора на ЖК-дисплее отображается сообщение: ЖК-ЭКРАНЫ

Кнопка «Mode2» выбирает шаг частоты от 1 до 10000 Гц последовательным нажатием. Кнопки «Вверх» и «Вниз» изменяют значение частоты на шаг.

После нажатия кнопки «Старт» последние настройки сохраняются в EEPROM и начинается генерация сигнала.

Вышеуказанная функциональность реализована и протестирована. В будущем планируется добавить несколько дополнительных режимов генерации сигнала. При нажатии кнопки «Mode1» отображаются следующие экраны, которые могут немного измениться в процессе реализации: LCD Screens1

Принципиальная схема и печатная плата

Печатная плата односторонняя, часть проводов расположена на верхней стороне.

Пояснение к принципиальной схеме:

Контакты порта микроконтроллера подключены к:

- ЦАП R-2R подключен к контактам порта D 0…7;
- Линия данных сдвигового регистра подключена к контактам 0 порта C;
- Линия синхронизации сдвиговых регистров подключена к выводу порта C;
- Сигнал E ЖК-экрана управляется контактом 2 порта C;
- Кнопка пуска подключена к контакту 0 порта B;
- Кнопка «Стоп» — это кнопка сброса;
- Кнопка «Вверх» подключена к контакту 3 порта B;
- Кнопка «Вниз» подключена к контакту 4 порта B;
- Кнопка Mode1 подключена к контакту 3 порта C;
- Кнопка mode2 подключена к контакту 4 порта C;
- Кнопка Freq подключена к контакту 5 порта C;
- Сигнал SQ поступает с контакта 2 порта AVR b;
- Сигнал ШИМ поступает с контакта 1 порта B.

Список деталей (экспортирован из eagle): Список деталей

Используемые инструменты

При разработке этого генератора сигналов AVR DDS использовались следующие инструменты:

Программное обеспечение:

- Eagle Cadsoft

Несколько слов о прошивке

Программа написана на языке C и может быть скомпилирована с помощью набора инструментов WinAVR20060421. Программирование осуществляется с использованием AVR ISP и программного обеспечения PonyProg.

Краткое описание программы:

При включении генератора AVR DDS:

- Инициализация ЖКИ;
- Считывание предыдущих настроек из памяти EEPROM и отображение на ЖК-дисплее;
- С помощью кнопок можно изменять настройки и сигналы. При нажатии кнопки «Старт» новые настройки сохраняются в EEPROM и начинается генерация сигнала.
- Примечание: После включения питания вы можете нажать кнопку «Старт», чтобы немедленно начать генерацию последнего сохраненного сигнала;
- Генератор останавливается нажатием кнопки «Стоп», которая сбрасывает генератор. После сброса генератор снова загружает свою последнюю конфигурацию из памяти EEPROM и готов к новой генерации.

Память EEPROM хранит следующие данные: данные EEPROM

Значения режима:

- 0 – ВЫХОД_| ¯|_;
- 1 – ВЫХОД|/|/|;
- 2 – ВЫХОД|\|\|;
- 3 – ВЫХОД/\/\/\;
- 4 – ВЫХОД~~~~;
- 5 – ВНЕШНИЙ ШУМ;
- 20 – ШИМ-ОСС;
- 21 – ШИМ-SINMDS;
- 22 – ПВМCQCMДС;
- 23 – ШИМ-CMDS;

Значение частоты делится на 3 байта EEPROM. Поскольку максимальная теоретическая частота составляет 16 МГц, шестнадцатеричное значение равно 0XF42400:

Частота[23…16]

Частота[16…8]

Частота[7…0]

Величина пошлины составляет от 1 до 99 процентов.

Структура программы:

LCD_3w.h – настройки ЖК-дисплея

LCD_3w.c содержит функции управления ЖК-дисплеем

- void sendByteToRegister(uint8_t);
- void LCDenableCommand(void);
- void LCDdisableCommand(void);
- void LCDenableData(void);
- void LCDdisableData(void);
- void LCDsendChar(uint8_t); //формирует данные, готовые к отправке на 74HC164
- void LCDsendCommand(uint8_t); //формирует данные, готовые к отправке на 74HC164
- void LCDinit(void);
- void LCDwritebyte(uint8_t, uint8_t);
- void LCDdefinechar(const uint8_t* ,uint8_t);
- void LCDclr(void);
- void LCDhome(void);
- void LCDstring(uint8_t*, uint8_t);
- void LCDGotoXY(uint8_t, uint8_t);

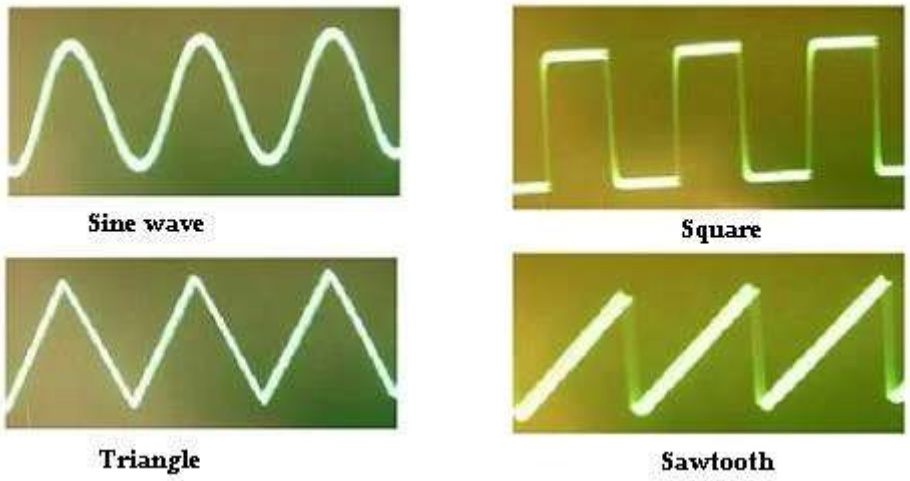
main.c – основной текст программы, где:

- таблицы сигналов хранятся;
- сообщения на ЖК-дисплей описаны
- Инициализация EEPROM выполнена;
- реализовано изменение параметров;
- выполняется генерация сигналов (с использованием встроенных процедур ASM).

<h2 > Тестирование

На данный момент тестирование проводится с помощью частотомера и осциллографа. В диапазоне частот от 1 до 65535 Гц всё работает нормально. Можно запрограммировать и более

широкий диапазон частот, но с меньшим разрешением. Думаю, для тестирования аудиооборудования частот более чем достаточно.



Обсуждение

Как я уже упоминал, это первая урезанная версия генератора с управлением от AVR. В нём реализована лишь половина рабочего функционала, и во многих случаях этого может быть достаточно. Основные сигналы генерируются и могут управляться. В будущем функционал может быть расширен за счёт добавления генерации ШИМ с использованием таймеров. Генератор генерирует сигналы непосредственно с ЦАП. Регулировка коэффициента усиления отсутствует. Для большего интереса можно использовать усилитель VGA с обратной связью для управления напряжением выходного сигнала. Исходный код проекта открыт для модификации и расширения функционала. Если будут какие-то хорошие доработки — отзывы всегда приветствуются.

Вы можете загрузить документацию AVR DDS и исходные файлы AVR DDS «как есть».

Еще фотографии с проекта: