

# ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР НА МИКРОСХЕМЕ AD9833 С МНОГОЗВЕННЫМ RC-ФИЛЬТРОМ

**Кулаков Владимир Геннадьевич**  
**SPIN РИНЦ: 2111-7702**

Контакт с автором: [kulakovvlge@gmail.com](mailto:kulakovvlge@gmail.com)

Любые ошибки и неточности, допущенные в процессе расчета или технической реализации фильтра, содержащего в своем составе кварцевые резонаторы, могут привести к тому, что данный фильтр просто не пропустит полезный сигнал, так как его резонансная частота будет смещена относительно несущей частоты сигнала.

Проблема с проверкой реальных значений параметров фильтров с резонаторами заключается в том, что у подобных фильтров полоса пропускания очень узкая: она может составлять менее одной десятитысячной доли от резонансной частоты фильтра. Далеко не всякий лабораторный генератор сигналов может обеспечить необходимую для решения данной задачи плавность перестройки частоты.

Синтезатор частот – это техническое устройство, предназначенное для генерации периодических сигналов с помощью линейных повторений. Синтезаторы обычно служат источниками стабильных по частоте колебаний. Стабильность частоты достигается применением фазовой автоподстройки или прямого цифрового синтеза (DDS) с использованием опорного генератора с кварцевой стабилизацией.

Микросхема AD9833 представляет собой самый простой из цифровых синтезаторов сигналов [1], выпускаемых фирмой Analog Devices. Она способна формировать сигналы синусоидальной, треугольной и прямоугольной формы с частотой от 0 до 12,5 МГц. Частота и фаза выходного сигнала AD9833 являются программируемыми. Программирование AD9833 осуществляется с внешнего микроконтроллера по интерфейсу SPI, причем можно использовать контроллеры различных типов, в том числе – простые в эксплуатации и широко распространенные контроллеры линейки Arduino.

Обычно микросхему AD9833 используют только для создания низкочастотных генераторов, так как при синтезе высокочастотных сигналов начинает заметным образом проявляться лестничный эффект (ступенчатость), создающий шумовой сигнал помехи. На рисунке 1 в качестве примера показана осциллограмма, демонстрирующая форму сигнала на выходе синтезатора AD9833 при частоте 1 МГц.

Однако следует заметить, что полосовые фильтры, построенные на основе резонаторов, сами по себе обладают способностью подавлять помехи, поэтому для проверки их параметров можно использовать и не слишком качественные сигналы, имеющие значительный уровень шумов. Таким образом, для сглаживания помех вполне достаточной может оказаться установка на выходе синтезатора простого многозвенного RC-фильтра.

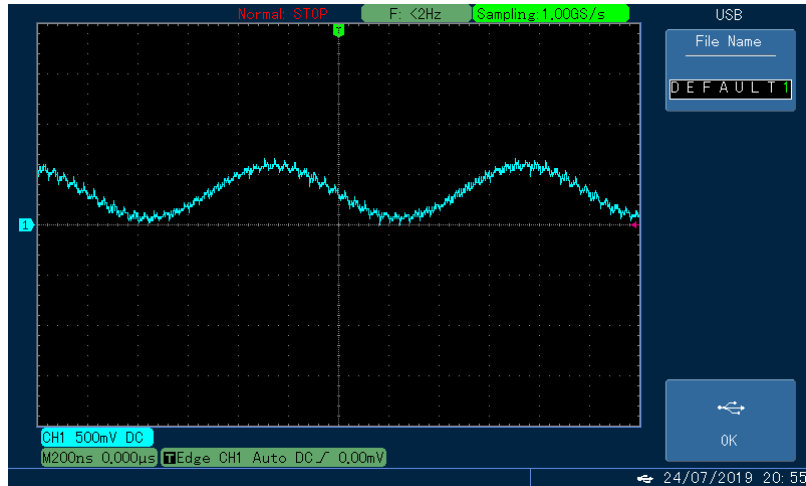


Рисунок 1. Осциллограмма сигнала на выходе AD9833 при частоте 1 МГц

На рисунке 2 в качестве примера показана схема простого высокочастотного генератора с многозвенным RC-фильтром. Частота сигнала на выходе генератора определяется программой, загруженной в контроллер Arduino [2], и информацией, поступающей с энкодера на входы контроллера [3].

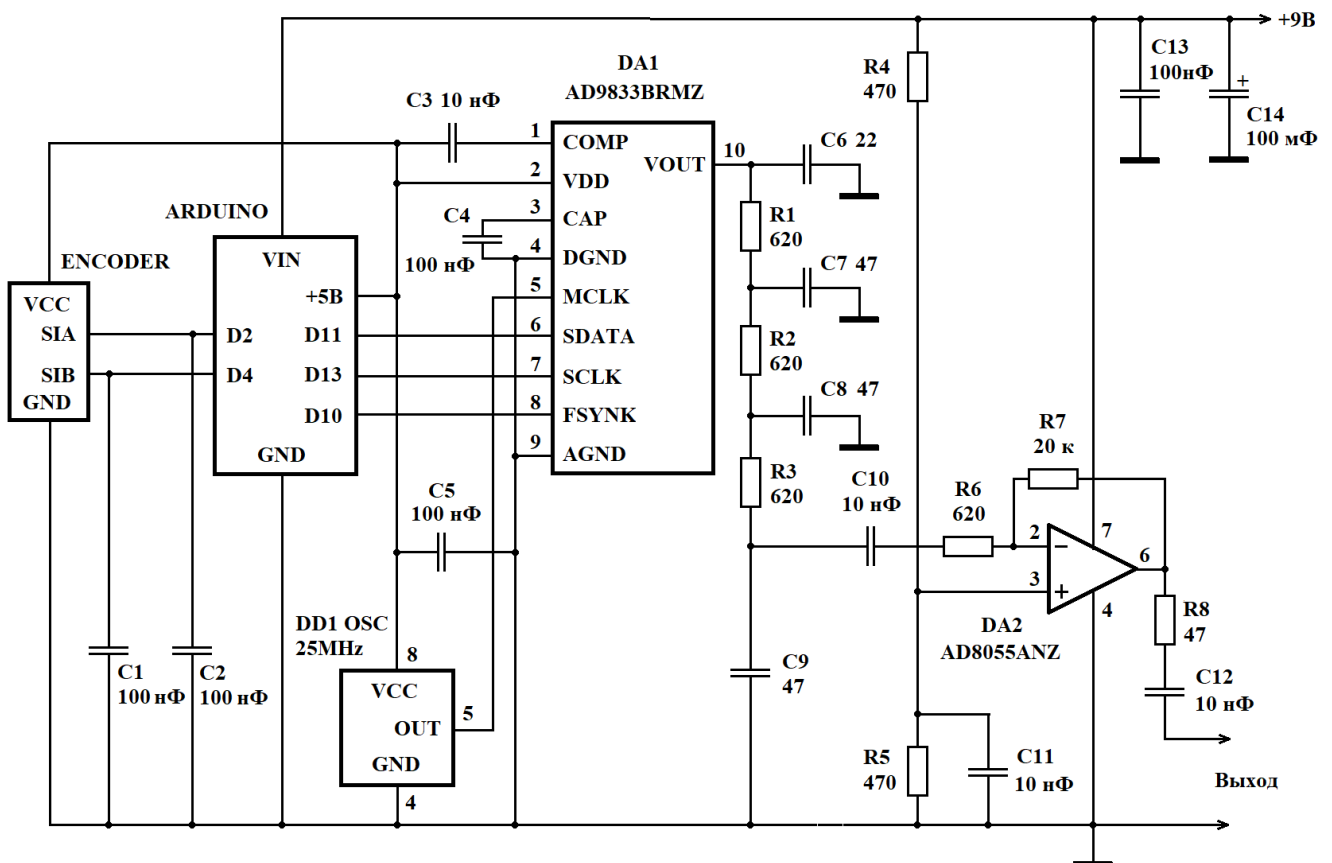


Рисунок 2. Высокочастотный генератор на микросхеме AD9833 с многозвенным RC-фильтром

Форма сигнала на выходе генератора при частоте колебаний 1 МГц показана на рисунке 3.

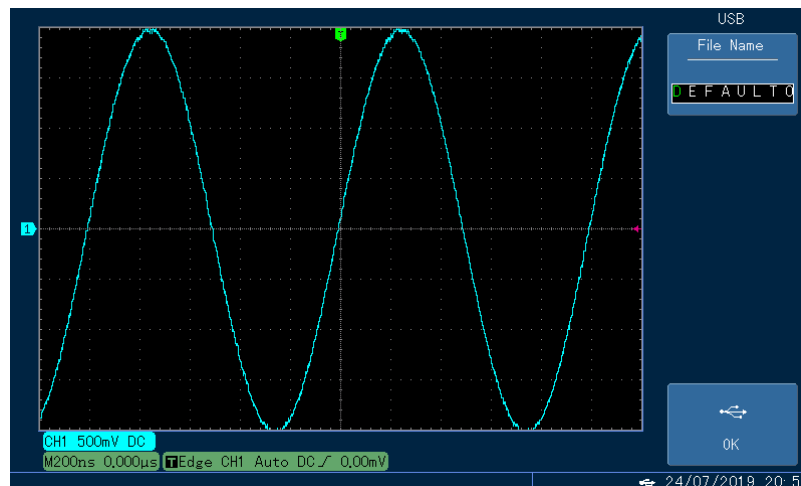


Рисунок 3. Осциллограмма выходного сигнала генератора при частоте 1 МГц

По мере увеличения частоты амплитуда сигнала уменьшается, однако он сохраняет синусоидальную форму до частоты 6 МГц (рисунок 4).

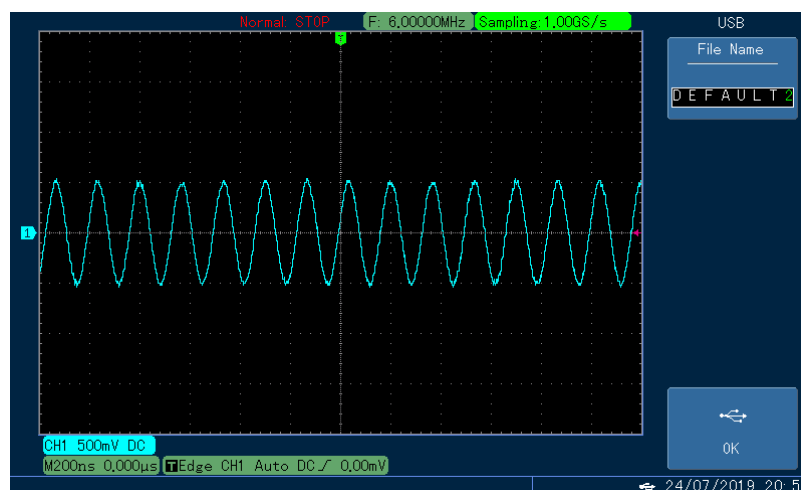


Рисунок 4. Осциллограмма выходного сигнала генератора при частоте 6 МГц

### Список использованной литературы

1. AD9833: Low Power, 12.65 mW, 2.3 V to 5.5 V, Programmable Waveform Generator Data Sheet (Rev. G). – Analog Devices.
2. Кулаков В.Г. Определение ширины полосы пропускания фильтров на кварцевых и керамических резонаторах при помощи генератора на микросхеме AD9833. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200808081704.pdf> (дата обращения: 08.08.2020).
3. Кулаков В.Г. Генератор на микросхеме AD9833 с инкрементальным энкодером. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200810082331.pdf> (дата обращения: 10.08.2020).