

# ПРОСТОЙ ДВУХФАЗНЫЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

Кулаков Владимир Геннадьевич  
SPIN РИНЦ: 2111-7702

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

Лабораторные многофазные генераторы синусоидальных сигналов обычно состоят либо из аналогового генератора и устанавливаемых на его выходе фазовращателей, либо из цифрового генератора и устанавливаемых на его выходах аналоговых фильтров. Лабораторные генераторы позволяют плавно менять частоту выходного сигнала, но представляют собой довольно дорогие устройства, по стоимости сопоставимые с осциллографами.

Если необходимо работать только на определенной фиксированной частоте, то можно построить цифровой многофазный генератор, а затем использовать кварцевые Т-образные фильтры для преобразования меандра в синусоиду.

Рассмотрим простейший случай: допустим, что необходимо сформировать на выходах генератора синусоидальные сигналы со сдвигом по фазе  $90^\circ$ .

Блок-схема подобного генератора приведена на рисунке 1. Цифровая часть схемы генератора включает кварцевый генератор, синхронный двоичный счетчик, дешифратор и два асинхронных RS-триггера. Аналоговая часть схемы состоит из двух Т-образных кварцевых фильтров  $\Phi 1$  и  $\Phi 2$ .

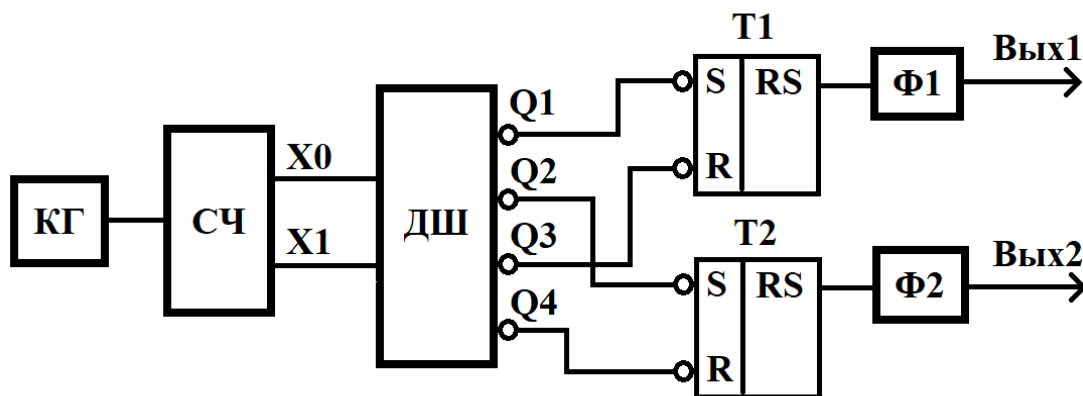


Рисунок 1. Блок-схема двухфазного генератора синусоидального сигнала

Сигнал с выхода кварцевого генератора КГ поступает на вход синхронного двоичного счетчика СЧ. Счетчик формирует на своих выходах циклически повторяющуюся последовательность двухразрядных двоичных кодов: 00, 01, 10 и 11. С выходов счетчика X0 и X1 двухразрядный двоичный код поступает на вход дешифратора ДШ, вырабатывающего соответствующий данному коду сигнал на одном из своих инверсных выходов.

Сигналы с выхода дешифратора подаются на инверсные входы RS-триггеров:

- 1) Сигнал на выходе Q1 устанавливает триггер T1 в состояние 1.
- 2) Сигнал на выходе Q2 устанавливает триггер T2 в состояние 1.
- 3) Сигнал на выходе Q3 сбрасывает триггер T1 в состояние 0.
- 4) Сигнал на выходе Q1 сбрасывает триггер T2 в состояние 1.

В результате на выходах триггеров T1 и T2 формируются сигналы, имеющие форму меандра, причем сигнал на выходе триггера T2 запаздывает на четверть периода относительно сигнала на выходе триггера T1. Затем эти сигналы проходят через кварцевые фильтры Ф1 и Ф2, отсекающие высшие гармоники, и на выходах Вых1 и Вых2 получают сигналы, имеющие синусоидальную форму. Сигнал на выходе Вых2 будет иметь запаздывание по фазе на  $90^\circ$  относительно сигнала на выходе Вых1. Частота выходных синусоидальных сигналов будет в четыре раза ниже частоты сигнала, вырабатываемого задающим кварцевым генератором КГ.

Пример принципиальной схемы генератора двухфазного сигнала приведен на рисунке 2.

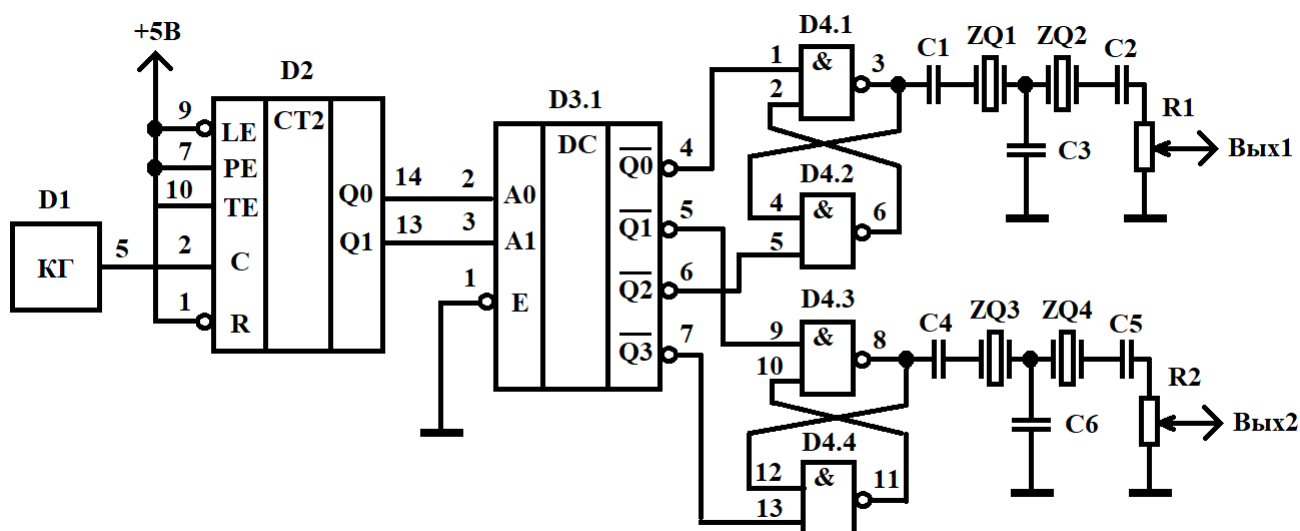


Рисунок 2. Электрическая принципиальная схема генератора

В данном примере используются следующие микросхемы:

- D1 – SDE 8,000M 5V/E (номинальная частота 8 МГц),
- D2 – IN74AC161N,
- D3 – SN74AC139N,
- D4 – SN74NC00N.

Номинальная частота кварцевых резонаторов ZQ1-ZQ4 – 2 МГц.

Емкость конденсаторов C1, C2, C4 и C5 составляет 220 пФ, емкость конденсаторов C3 и C6 – 47 пФ.

Сопротивление переменных резисторов R1 и R2 составляет 4,7 кОм.

Разводка цепей электропитания на схеме не показана. Необходимо установить возле каждой микросхемы фильтрующий конденсатор емкостью 0,1 мкФ, а также общий для всей цепи питания конденсатор емкостью 220 мкФ.

Номинальное напряжение питания двухфазного генератора составляет +5В, но при необходимости можно использовать для питания схемы солевую или щелочную батарею с номинальным выходным напряжением 4,5В.

Временная диаграмма сигналов на выходах логических элементов D4.1 и D4.3 показана на рисунке 3, а временная диаграмма сигналов на выходах генератора – на рисунке 4. Частота сигналов на выходе генератора в данном примере составляет 2 МГц.

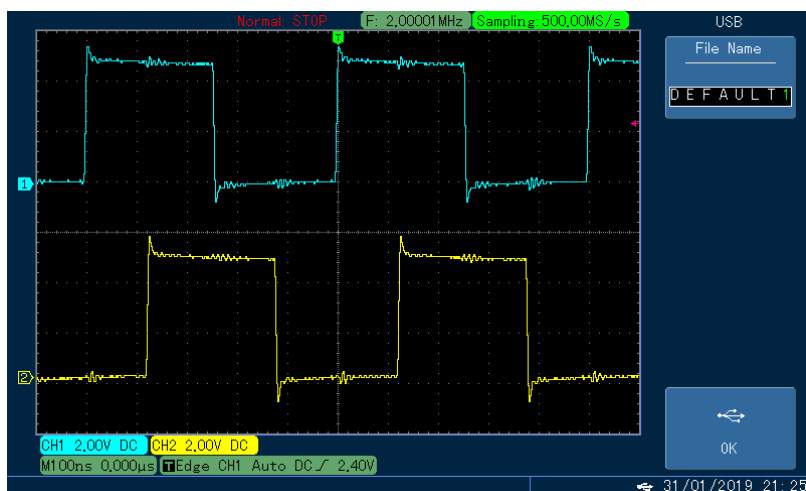


Рисунок 3. Временная диаграмма сигналов на выходах логических элементов D4.1 и D4.3

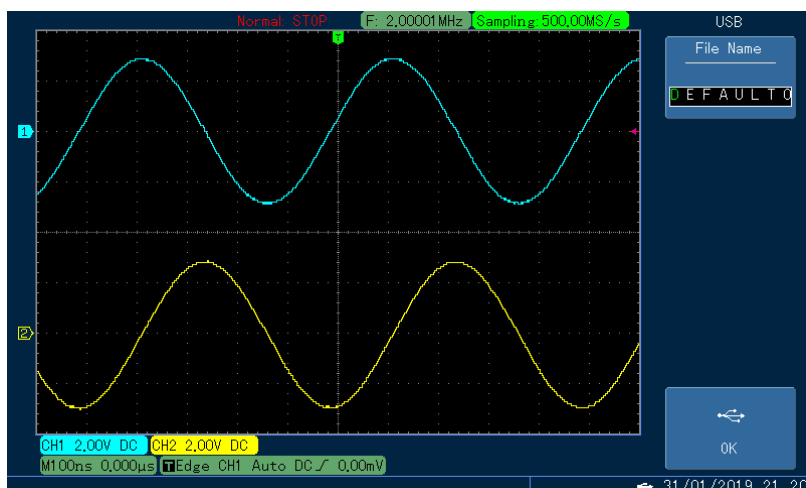


Рисунок 4. Временная диаграмма сигналов на выходах генератора

### **Список использованной литературы**

1. Жалнераускас В. Кварцевые фильтры на одинаковых резонаторах // «Радио». 1982. №1, С. 18-21; №2, С. 20-21.
2. Кулаков В.Г. Простой высокочастотный генератор синусоидального сигнала. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200225082020.pdf> (дата обращения: 25.02.2020).
3. Лабутин Л. Кварцевые резонаторы // «Радио». 1975. №3. С. 13-16.
4. Пьезоэлектрические резонаторы : справочник / В. Г. Андросова и др.; под ред. П. Е. Кандыбы и П. Г. Позднякова. – М. : Радио и связь, 1992. – 392 с.

© В.Г. Кулаков, 2020