

Рожкина Д.В.

*Научный руководитель к.т.н., доцент каф. радиотехники Докторов А. Н.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: rozkinad@gmail.com, doctorov_a_n@mail.ru*

Формирователь тактового сигнала цифрового вычислительного синтезатора на транзисторах 2SC3357

Существует проблема формирования симметричного тактового сигнала цифрового вычислительного синтезатора. К таким формирователям предъявляются особые требования к стабильности частоты, уровню фазовых шумов, прямоугольной форме импульсов, а также необходимость генерации симметричного сигнала с определенными значениями логических уровней. Цифровой вычислительный синтезатор работает на основе метода прямого цифрового синтеза, когда из базового тактового сигнала прямоугольной формы формируются выходные колебания синусоидальной формы требуемой частоты, фазы и амплитуды, задаваемой программно [1, 2]. Преобразование осуществляется с помощью цифровых операций суммирования, адресации ячеек памяти со значениями выборок синусоидального сигнала. Одним из лидеров по разработке новых ЦВС является компания Analog Devices [3]. Тактовый сигнал может подаваться на тактовый вход ЦВС разными способами: в виде синусоидальных колебаний от несимметричного источника, в виде прямоугольных колебаний, от несимметричного источника, от симметричного источника с цифровым формированием прямоугольных сигналов логик LVDS, PECL.[4] Однако для этого требуется использование дорогостоящих интегральных микросхем, способных работать на высоких тактовых частотах и носящих минимальные искажения фронтов тактовых импульсов.

В данной работе исследуется схема формирователя тактовых сигналов ЦВС на основе транзисторов 2SC3357, она позволяет сформировать симметричный тактовый сигнал в виде прямоугольных импульсов. Схема формирователя приведена на рисунке 1.

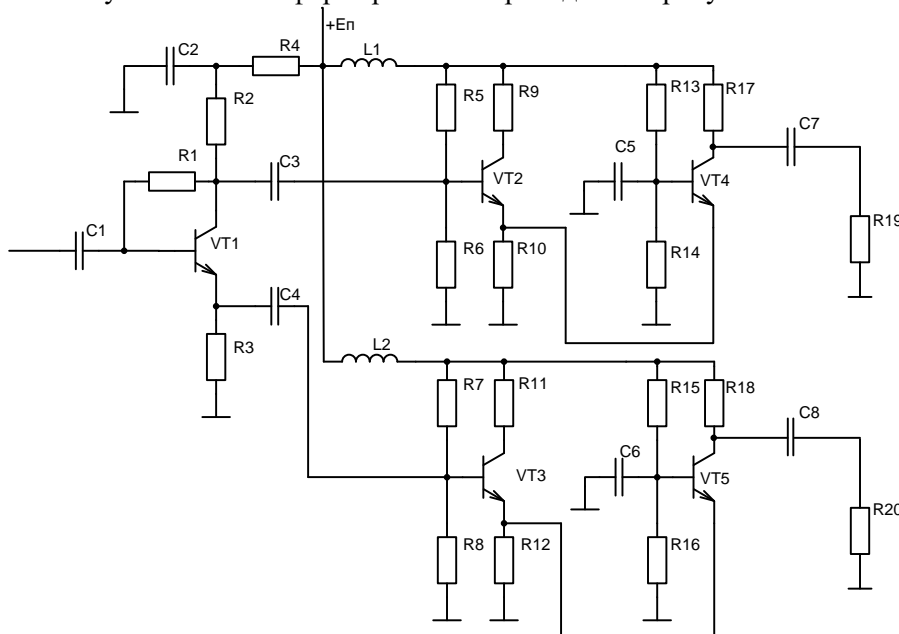


Рис. 1 – Схема формирователя тактовых сигналов ЦВС на основе транзисторов 2SC3357

Схема формирователя тактовых сигналов ЦВС на основе транзисторов 2SC3357 [5] работает следующим образом. Входной синусоидальный опорный сигнал от высокостабильного высокочастотного источника через конденсатор С1 поступает на предварительный каскад, формирующий два противофазных синусоидальных колебания,

каждое из которых поступает на соответствующий вход преобразователей формы сигнала из синусоидальной в прямоугольную. Каскады преобразователей представляют собой дифференциальные усилители, охваченные глубокой положительной обратной связью, при которой в случае поступления на входы сигнала начинается генерация прямоугольных импульсов. Это является ключевой особенностью данной схемы, но также может вызвать значительные трудности при изготовлении и настройке прототипа формирователя тактовых сигналов. Поэтому возможно изменение принципиальной схемы для повышения устойчивости ее работы. В качестве резисторов R19, R20 на схеме показаны входные сопротивления симметричных тактовых входов исследуемого цифрового вычислительного синтезатора AD9910.

Используемые для разработки транзисторы 2SC3357 обладают высокой граничной частотой, равной 7 ГГц, и достаточно высокой мощностью (1.2 Вт). Поэтому на основе данных транзисторов возможна реализация данного устройства.

В данной работе предполагается анализ работоспособности схемы, поиск альтернативных схемотехнических решений, разработка двухсторонней печатной платы транзисторного формирователя тактовых сигналов ЦВС. При разработке печатной платы необходимо учитывать особенности трассировки высокочастотных цепей, поскольку диапазон рабочих частот достигает 500-1000 МГц. Для этого необходимо учитывать паразитные индуктивности и емкости дорожек, сдвиги фаз от различной длины дорожек, организовать экранирование каскадов друг от друга, и согласование волновых сопротивлений входов и выходов формирователя сигналов с 50-ти омными линиями для уменьшения потерь. В качестве высокочастотных соединителей предполагается использовать коаксиальные разъемы типа SMA, максимальная рабочая частота которых равна 3 ГГц. Экранирование необходимо реализовать с использованием второй металлизированной стороны печатной платы для повышения устойчивости работы схемы.

Разрабатываемая печатная плата транзисторного формирователя тактовых сигналов ЦВС в дальнейшем будет использоваться в экспериментальных исследованиях характеристик и параметров интегральных цифровых вычислительных синтезаторов.

Литература

1. Kroupa, V.F. Direct Digital Frequency Synthesizers. / V.F. Kroupa – New York: John Wiley & Sons, Ltd, 1998. – 396 p.
2. Technical Tutorial on Digital Signal Synthesis. /Analog Devices, 1999, Inc., - 122 p.
3. Сайт компании Analog Devices, Inc., 2022. [Электронный ресурс] URL: <http://www.analog.com>
4. Описание ЦВС AD9910 [Электронный ресурс] URL: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD9910.pdf>
5. Описание транзисторов 2SC2257 [Электронный ресурс] URL: <http://www.unisonic.com.tw/datasheet/2SC3357.pdf>