

Ромашов В.В., Якименко К.А., 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: yakimenko.kirill@yandex.ru

### Схемотехническое моделирование быстродействующих цифро-аналоговых преобразователей в специальных режимах работы

Одним из наиболее перспективных методов снижения уровня сигнал/шум синтезаторов прямого цифрового метода синтеза является использование быстродействующих цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) в специальных режимах работы [1–3]. Специальные режимы позволяют изменять форму выходного сигнала ЦАП таким образом, что в спектре наблюдается перераспределение и увеличение амплитуд спектральных составляющих в высших зонах Найквиста. Сигнал с необходимой частотой выделяется фильтрующим элементом. Благодаря использованию специальных режимов работы происходит увеличение выходной частоты с сохранением отношения сигнал/шум. Кроме того такой метод синтеза поддерживает основные виды модуляции, вследствие чего, активно применяется в формирователях сигналов современных перспективных радиосистем. Однако зачастую фильтрующие элементы не позволяют полностью устранить нежелательные дискретные составляющие. Целью данной работы является разработка схемотехнических моделей формирователей сигналов на основе быстродействующих ЦАП в специальных режимах работы и исследование с помощью полученных моделей спектров выходных сигналов.

В программе Multisim были получены схемотехнические модели формирователей сигналов в режимах RZ и RF (рис. 1).

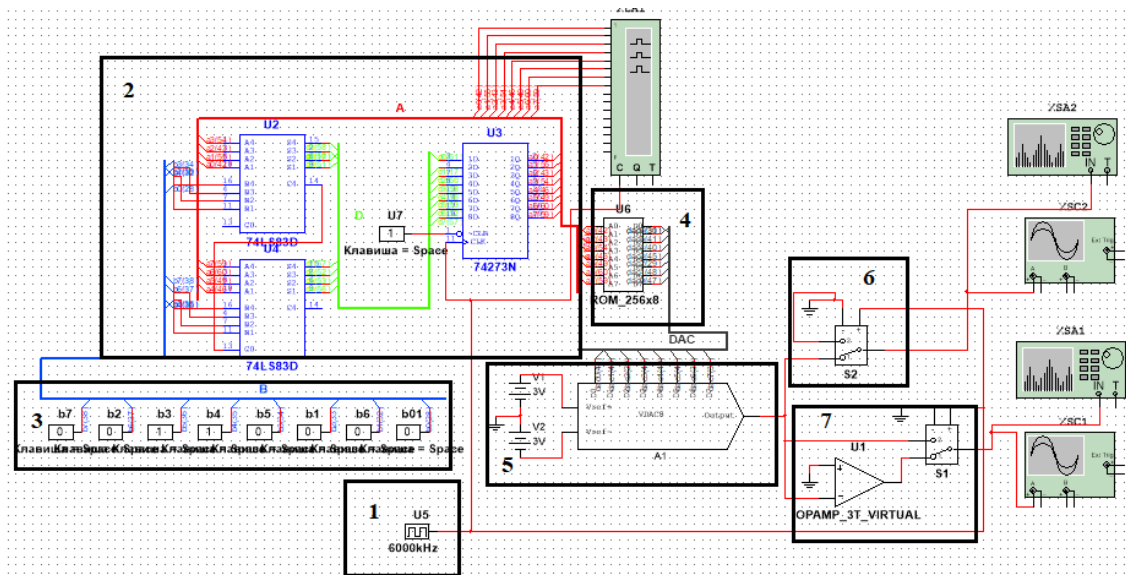
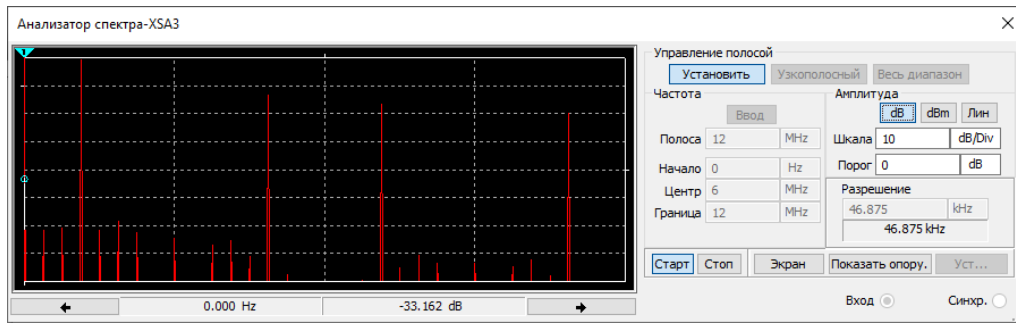


Рис. 1. Схемотехническая модель формирователя сигналов

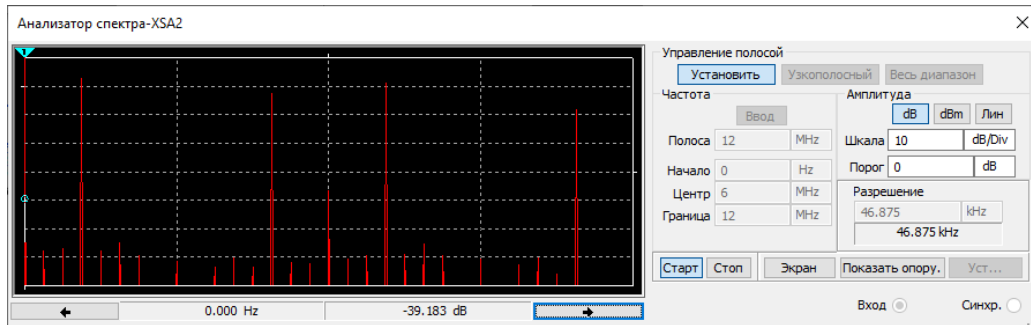
Цифрами на рис. 1 обозначены:

1 – модель генератора тактовой частоты; 2 – накопитель кода фазы, состоящий из двух последовательно соединенных регистров и сумматора; 3 – управляющие биты, формирующие код частоты; 4 – постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), хранящее таблицу синуса; 5 – формирователь NRZ-сигнала; 6 – блок, организующий режим RZ; 7 – блок, организующий режим RF.

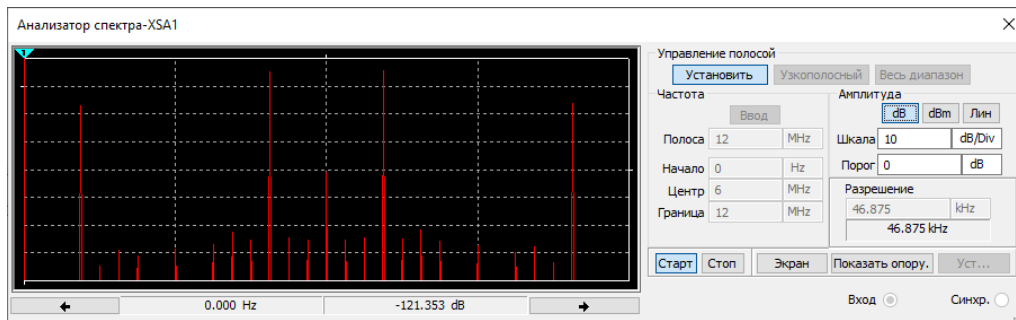
На рис. 2 представлены спектры выходных сигналов в NRZ, RZ и RF режимах.



а)



б)



в)

Рис. 2. Спектры выходных сигналов в NRZ (а), RZ (б) и RF (в) режимах

Представленные спектры показывают перераспределение амплитуд гармоник дискретных составляющих. По результатам моделирования сделаны выводы и определен план дальнейшего проведения исследований по данной тематике.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-358.2022.4, Совета по грантам Президента Российской Федерации.

### Литература

1. Kuckreja Ajay, OstremGeir, “High-Speed DACs ease transmitter designs,” August 2010. Ajay K. Geir O. High-Speed DACs ease transmitter designs. Microwave & RF. 2010. No. 49(8). Pp. 66–71.
2. Overhoff S. Direct-Sampling DACs in Theory and Application [Электронный ресурс] // Maxim Integrated company [сайт]. [2013]. URL: <https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/5446> (дата обращения 12.12.2021).
3. High Speed DACs [Электронный ресурс] // Analog Devices. Inc. [сайт]. [2021]. URL: <http://www.analog.com/en/products/digital-to-analog-converters/high-speed-da-converters.html> (дата обращения 12.12.2021).