

УДК 621.385.832.84

МОДЕЛЬ УСТРОЙСТВА ДЛЯ УМНОЖЕНИЯ ЧАСТОТЫ НЕСУЩЕГО КОЛЕБАНИЯ PSK СИГНАЛОВ

П. В. Лимаренко
Аспирант

Харьковский национальный университет радиозлектроники
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166
Контактный тел.: 068-890-61-16
E-mail: lpv1985@mail.ru

Розроблена модель та проведено імітаційне моделювання помножувача частоти несучого коливання фазоманіпульованих сигналів, що дозволяє оцінити ступінь впливу параметрів складових блоків пристрою на інформаційні параметри вихідного сигналу

Ключові слова: модель, помножувач частоти, фазове придушення

Разработана модель и проведено имитационное моделирование умножителя частоты несущего колебания фазоманипулированных сигналов, позволяющее оценить степень влияния параметров составных блоков устройства на информационные параметры выходного сигнала

Ключевые слова: модель, умножитель частоты, фазовое подавление

This article represents the model of PSK signals frequency multiplier and the simulation results that describe the composite units parameters' influence on the output signal

Key words: model, frequency multiplier, phase suppression

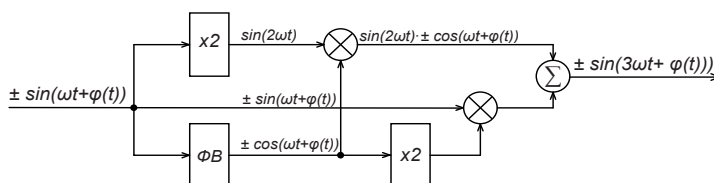
1. Введение

В настоящее время программы моделирования электронных схем общепризнанны в качестве обязательного элемента при проектировании сложных электронных схем. Для проведения имитационного моделирования был использован профессиональный программный пакет MATLAB Simulink.

2. Умножителя частоты несущего колебания PSK сигналов

Как оговаривалось в [1] структура умножителя частоты несущего колебания фазоманипулированных сигналов может быть представлена в виде, приведенном на рис. 1.

Устройство имеет четырехканальную структуры и включает в себя такие блоки как: блок базового



$x2$ – базовый умножитель частоты кратности 2 [2]; ΦB – звено, обеспечивающее сдвиг фазы входного гармонического сигнала на величину $\pi/2$; \otimes – перемножитель сигналов; \oplus – сумматор сигналов.

Рис. 1. Структура умножителя частоты несущего колебания PSK сигналов

умножителя (обеспечивает удвоение частоты входного сигнала), блок дифференцирования (обеспечивает сдвиг фазы входного сигнала на величину $\pi/2$), блок перемножения сигналов (ПС) и блок суммирования сигналов (СС).

Соответствующая данной структуре имитационная модель представлена на рис. 2.

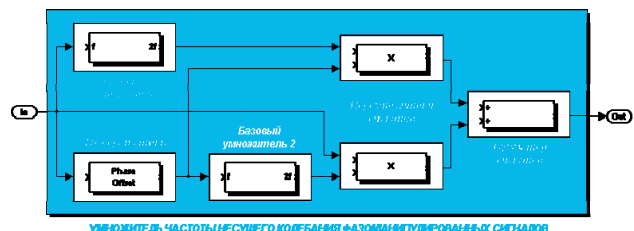


Рис. 2. Модель умножителя частоты несущего колебания PSK сигналов

В качестве базового умножителя используется структура с фазовым подавлением смежных гармоник (рис. 3) [2]; в качестве фазовращателя используется блок "Phase Offset", настроенный на обеспечение сдвига фазы входного сигнала на $\pi/2$; в качестве блока перемножения сигналов используется блок "Product"; а в качестве сумматора используется блок "Sum".

Использование в качестве БУ структуры с фазовым подавлением смежных гармоник позволяет значительно упростить цепи фильтрации.

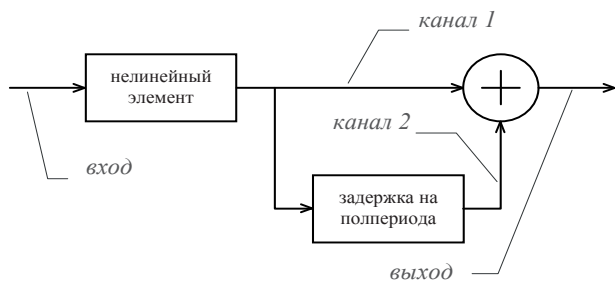


Рис. 3. Структура БУ

БУ имеет двухканальную структуру. На вход каждого из каналов поступает сигнал с выхода нелинейного элемента, формирующего последовательность эквидистантных однополярных импульсов с углом отсечки в 65.9° .

При этом в одном из каналов организовывается задержка сигнала на половину периода входного воздействия, а затем происходит суммирование сигналов из обоих каналов.

Как было показано в [2], в работе БУ могут возникать погрешности такого характера как неточность фазовых сдвигов импульсов в каналах, а также неидентичность амплитуд отдельных импульсов. Имитационная модель БУ позволяющая оценить степень влияния указанных погрешностей на работу устройства приведена на рис. 4.

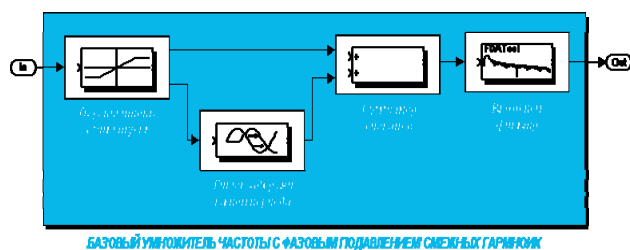


Рис. 4. Модель базового умножителя частоты

В модели в качестве нелинейного элемента используется блок "Saturation" (ограничитель амплитуды), который настроен на угол отсечки в 65.9° [1]; в качестве линии задержки используется блок "Delay", обеспечивающий задержку последовательности импульсов на π , в качестве сумматора используется блок "Sum", а в качестве выходного фильтра используется полосовой фильтр, настроенный на выделение гармонической составляющей на частоте в двое большей частоты входного воздействия.

3. Имитационное моделирование базового умножителя частоты

Для проверки адекватности модели БУ, проведем исследование для случая идеальности характеристик всех элементов при входном воздействии BPSK сигнала (рис. 5).

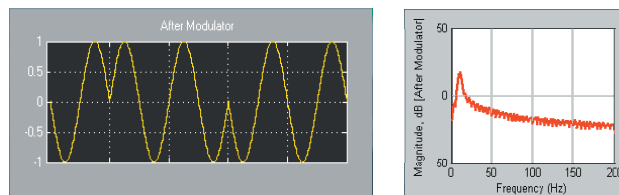


Рис. 5. Характеристики входного фазоманипулированного сигнала

На рис. 6 - 8 представлены эюры и спектральные диаграммы сигналов на выходе каждого из блоков.

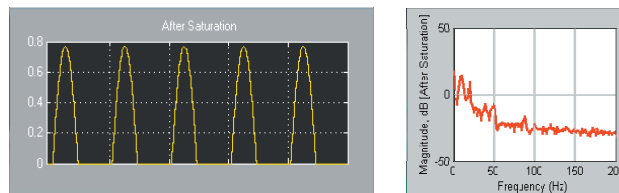


Рис. 6. Сигнал на выходе НЭ при угле отсечки $\theta = 65.9^\circ$

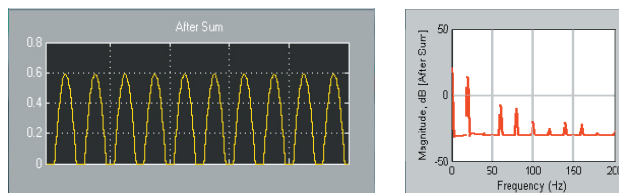


Рис. 7. Сигнал на выходе сумматора сигналов

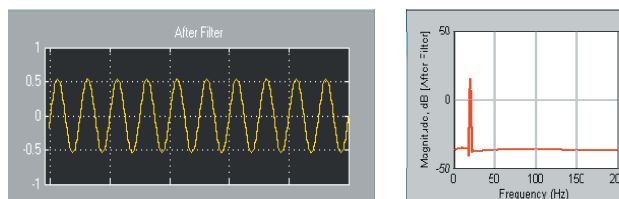


Рис. 8. Сигнал на выходе базового умножителя

Полученные характеристики полностью подтверждают теоретические расчеты, проведенные в [2], что позволяет сделать вывод, что модель является адекватной и в полной мере описывает процесс работы базового умножителя частоты, что в свою очередь позволяет использовать ее для оценки погрешностей работы БУ, вызванных как неточностью фазовых сдвигов импульсов в каналах, так и неидентичностью коэффициентов передачи в каналах.

Основные результаты моделирования приведены на рис. 9-12.

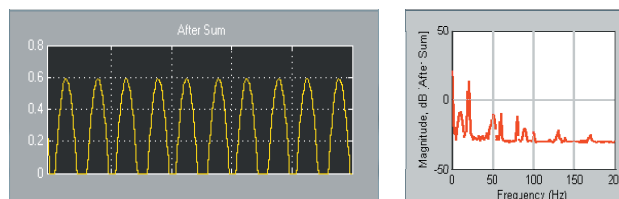


Рис. 9. Сигнал на выходе сумматора при неточности $\Delta\varphi = 10^\circ$

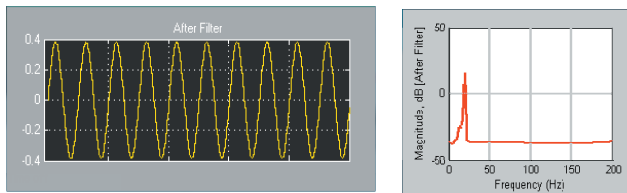


Рис. 10. Сигнала на выходе БУ при неточности $\Delta\phi = 10^\circ$

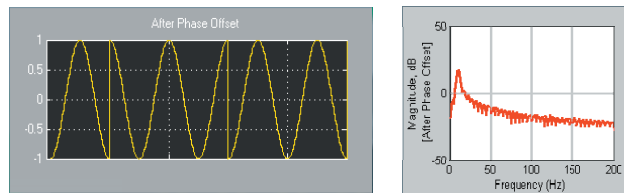


Рис. 13. Сигнал на выходе фазовращателя

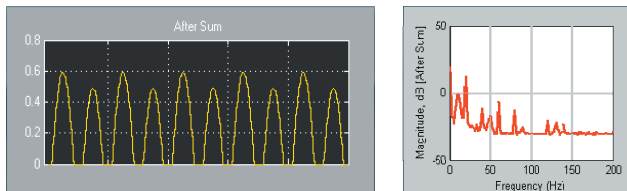


Рис. 11. Сигнал на выходе сумматора сигналов при $\Delta A = 0.1 B$

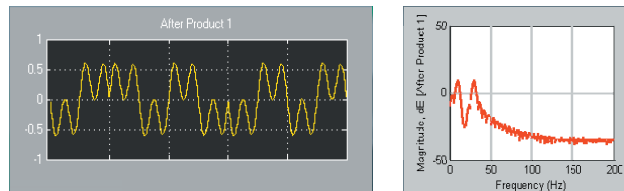


Рис. 14. Сигнала на выходе перемножителя сигналов ПС1

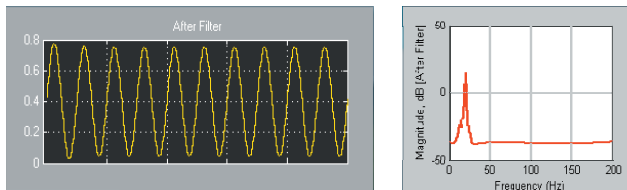


Рис. 12. Сигнал на выходе базового умножителя при $\Delta A = 0.1 B$

На рис.9-12 представлены результаты моделирования "худших" режимов работы БУ, но при которых, как следует из полученных характеристик, схема еще обеспечивает достаточно четкое умножение частоты сигнала в два раза.

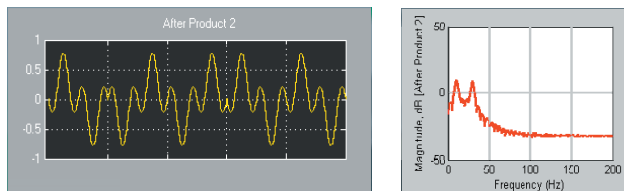


Рис. 15. Сигнал на выходе перемножителя сигналов ПС2

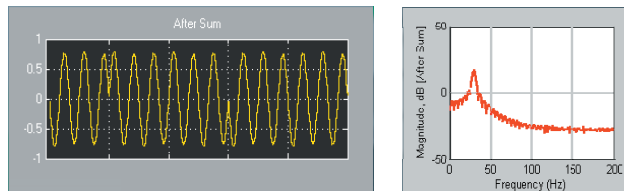


Рис. 16. Сигнала на выходе умножителя частоты несущего колебания PSK сигналов

4. Имитационное моделирование умножителя частоты несущего колебания PSK сигналов

Аналогично моделированию работу БУ, для проверки адекватности модели, проведем исследования для случая идеальности характеристик всех элементов при входном воздействии BPSK сигнала (рис. 5). Следует отметить, что сигналы на выходе БУ1 и БУ2 аналогичны сигнал на рис. 8.

Полученные характеристики полностью подтверждают теоретические расчеты, проведенные в [4], что позволяет сделать вывод, что модель умножителя частоты несущего колебания PSK сигналов (рис. 2) является адекватной и в полной мере описывает процесс работы устройства, что позволит в дальнейшем оценить помехозащищенность предложенного способа умножения частоты несущего колебания PSK сигналов.

Литература

1. Лимаренко П.В., Зеленин А.Н. Устройство для умножения частоты несущего колебания сигнала с бифазной модуляцией // Патент Украины на изобретение №86655 от 12.05.2009
2. Лимаренко П.В., Чуев И.А., Зеленин А.Н. Влияние неточности фазовых сдвигов на подавление смежных гармоник //Східно-Европейський журнал передових технологій №3/2(27). – Харьков: ИП «Технологічний центр», 2007.
3. Зеленин А.Н., Бондарь Д.В., Чуев И.А. Оптимизация спектра выходного колебания умножителя частоты с фазовым подавлением смежных гармоник // Радиотехника: Всеукр. міжвед. науч.-техн. сб. №142. 2006.
4. Лимаренко П.В., Зеленин А.Н. Умножитель частоты несущего колебания сигналов с угловой модуляцией на основе структуры с фазовым подавлением смежных гармоник //Орландын гылым жарышысы: Научно-теоретический и практический журнал. сб. № 7(15). – Казахстан: «Уралнаучкнига», 2008.