

УДК 621.37

А.В.Рашич (5 курс, каф. РТиТК), В.А.Сороцкий, к.т.н., доц.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ДЧМ–СИГНАЛОВ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ИСКАЖЕНИЯМИ В АНТЕННО-СОГЛАСУЮЩЕМ ТРАКТЕ РПДУ

Решение задачи оценки энергетических потерь, обусловленных искажением сигнала при прохождении его через сложные согласующие цепи произвольного вида, в аналитическом виде оказывается достаточно трудоемким. Поэтому применительно к случаю, когда антенное согласующее устройство (АСУ) и эквивалентная схема замещения антенны описываются системой дифференциальных уравнений выше второго порядка, решение задачи определения энергетических потерь представляется целесообразным осуществить на основе компьютерного моделирования.

Разрабатываемая модель должна включать в себя:

- источник сигналов (в рамках настоящей работы рассмотрение ограничено двухчастотными сигналами, что вполне допустимо при условии, что переходные процессы успевают закончиться до окончания чипа);
- канал вычисления энергии эталонного сигнала;
- канал вычисления энергии сигнала, прошедшего через антенно-согласующее устройство и эквивалентную схему замещения антенны;
- блок сравнения эталонного и исследуемого сигналов.

В качестве эталонного используется сигнал, состоящий из двух отрезков колебаний синусоидальной формы постоянной длительности, следующих друг за другом (2-х элементный дискретный частотно-манипулированный (ДЧМ) сигнал). При этом переход с одной частоты на другую происходит без разрыва фазы. Амплитуда эталонного сигнала выбирается равной максимальному значению амплитуды исследуемого сигнала. Эталонный сигнал не содержит ни амплитудных, ни фазовых искажений.

В отличие от эталонного сигнала, исследуемый сигнал проходит через АСУ. Необходимо предпринять специальные меры, чтобы исследуемый сигнал содержал только переходные процессы, связанные со сменой частот. Переходные процессы, обусловленные непосредственно включением и выключением исследуемого сигнала перед тем, как он поступит на вход блока сравнения, должны быть исключены.

Разработанная модель обеспечивает возможность быстрого внесения изменений в анализируемую схему, задания параметров используемых сигналов (средняя частота, количество частот в сетке, разнос соседних частот, длительность отрезка синусоиды на одной частоте (длительность чипа)), а также наблюдения сигнала в любой точке модели для визуального контроля процесса моделирования.

В среде Matlab-Simulink была разработана модель для анализа энергетических искажений, вносимых избирательной цепью в двухчастотные радиоимпульсы (рис. 1).

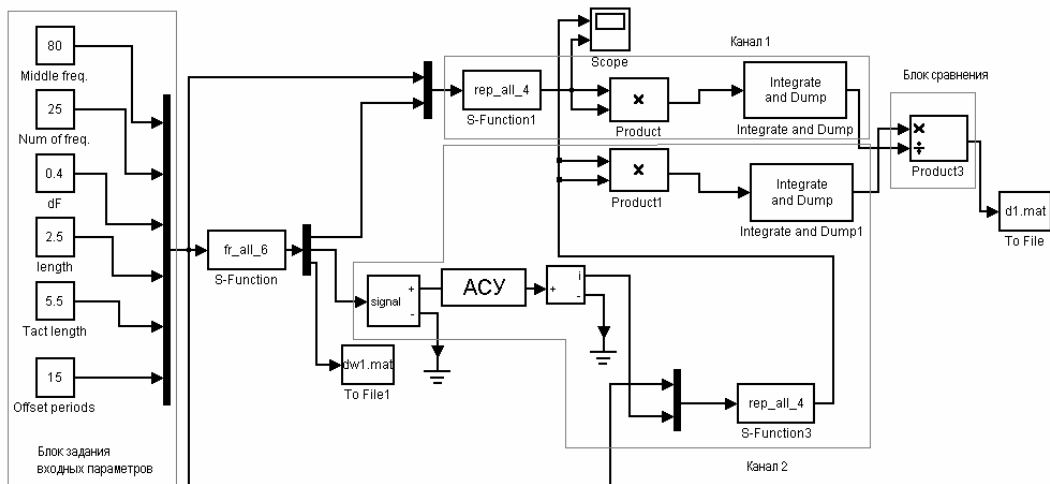


Рис. 1.

Функционально модель можно разделить на следующие блоки.

1. Блок задания входных параметров (средняя частота полосы пропускания избирательной цепи, число частот в сетке, величина перестройки по частоте, длительность одного чипа, длительность такта в секундах, число отбрасываемых периодов). Активное сопротивление избирательной цепи передается в S-функцию fr_all_6, формирующую анализируемое колебание, путем двойного нажатия на соответствующий ей блок и введения необходимого значения.
2. Блок формирования анализируемого сигнала – S-функция fr_all_6.
3. Канал 1 (канал эталонного сигнала). В него входят S-функция rep_all_4, которая осуществляет обнуление избыточных периодов, перемножитель (формирует квадрат сигнала) и интегратор со сбросом, который в конце каждого такта формирует значение энергии неискаженного сигнала, выдает его на блок сравнения и сбрасывается в нуль для интегрирования сигнала на следующем такте;
4. Канал 2 (канал исследуемого сигнала). Данный канал включает управляемый источник напряжения, который служит для согласования источника двухчастотного радиоимпульса и электрической цепи, измеритель тока для согласования электрической цепи с последующими блоками, S-функция rep_all_4, перемножитель, интегратор со сбросом;
5. Блок сравнения. Данный блок осуществляет деление энергии исследуемого сигнала на энергию эталонного сигнала, полученных с выхода интеграторов в конце каждого такта, и записывает полученный результат в файл d.mat. По окончании моделирования в файле записан массив отношений энергий для всех возможных комбинаций частот из сетки.

В ходе работы была разработана модель устройства формирования двухчастотных сигналов в виде S-функции.

Основную часть работы выполняет программный модуль mdlOutputs, алгоритм работы которого и определяет алгоритм работы всей S-функции (рис. 2). Рассмотрим его более подробно. Данный модуль вырабатывает три сигнала: двухчастотный радиоимпульс тока (неискаженный сигнал), двухчастотный радиоимпульс напряжения и текущий разнос частот. Импульс напряжения в Simulink-модели подается на избирательную цепь, с выхода которой снимается искаженный сигнал (ток). Третий выход не является строго необходимым: он введен для

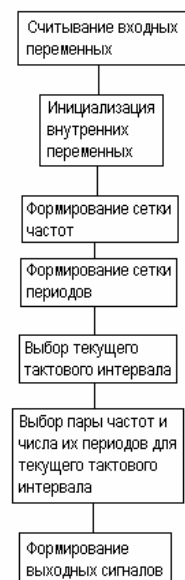


Рис. 2.

возможной последующей обработки всех результатов моделирования в среде Matlab. S-функция принимает следующие параметры пользователя:

- активное сопротивление избирательной цепи R (сопротивление на резонансной частоте); далее оно используется для формирования неискаженного сигнала (тока);
- средняя частота полосы пропускания избирательной цепи;
- число частот в сетке;
- величина перестройки по частоте;
- длительность одного чипа;
- длительность такта в секундах;
- число отбрасываемых (обнуляемых) периодов.

S-функция самостоятельно осуществляет перебор всех возможных комбинаций частот из сетки. Существует также входной параметр “число обнуляемых периодов”, введение которого не вытекает из условия поставленной задачи. В моменты включения и выключения сигнала в избирательной цепи развиваются переходные процессы, которые необходимо исключить из дальнейшего анализа. Для этого исходное двухчастотное колебание в начале и конце дополняется “лишними” периодами, которые далее обнуляются. Считается, что указанные переходные процессы за время этих периодов закончатся и не будут далее влиять на конечные результаты моделирования. С учетом вышеизложенного, потребовалось создать еще одну S-функцию, которая включалась бы непосредственно после избирательной цепи и обеспечивала бы обнуление введенных избыточных периодов. Алгоритм ее работы практически полностью аналогичен алгоритму предыдущей S-функции, за исключением процесса формирования выходного сигнала. На основании тех же входных переменных данная S-функция обнуляет избыточные периоды.