

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОГЛАСОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ АНТЕННЫХ СОГЛАСУЮЩИХ УСТРОЙСТВ КОРТКОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ковалевич Д.А.

Листопад Н.И. – д.т.н., профессор

Разработана модель, позволяющая с высокой степенью достоверности моделировать процесс согласования автоматических согласующих устройств коротковолнового диапазона.

С целью проверки качества согласования выходных каскадов передатчика с нагрузкой при использовании различных алгоритмов работы автоматических антенных согласующих устройств (ААНСУ), так же для оценки влияния отклонения от номинальных значений различных параметров, в процессе проектирования используется имитационная модель, которая представляет собой четырехполюсник с дискретно перестраиваемыми номиналами входящих в него элементов [1]. Тип четырехполюсника может быть произвольным, но чаще всего используется Г-звено (или обратное Г-звено) с последовательно включенной катушкой индуктивности и параллельным конденсатором. Такое построение ААНСУ является наиболее универсальным, и позволяет согласовывать выход передатчика с любым сопротивлением нагрузки. Однако результаты моделирования работы алгоритма поразрядного поиска, описанного в [1], и вычислительного способа, описанного в [2], значительно отличаются от реального поведения ААНСУ в процессе согласования. Наиболее заметно это отличие на нагрузках с высокой добротностью, а так же при согласовании в верхней части рабочего диапазона частот. Эти несоответствия обусловлены тем, что при конструировании согласующих устройств, применяются не идеальные, а реальные реактивные элементы. Их параметры значительно отличаются от параметров идеальных катушек индуктивности и конденсаторов, используемых в модели. Можно выделить два основных механизма, которые определяют это отличие:

- 1) активные потери;
- 2) паразитные реактивности.

Основным источником активных потерь являются катушки индуктивности вследствие их невысокой добротности. К тому же потери в них функционально зависят от частоты сигнала. Зависимость активных потерь от частоты обусловлена:

- 1) скин-эффектом и эффектом близости (для воздушных катушек [3]);
- 2) потерями в магнитном материале (для катушек с сердечниками [4]).

Помимо катушек индуктивности значительные потери могут вноситься элементами коммутации. Так, например, сопротивление контактов реле находится в диапазоне 10...100 мОм практически для любого типа реле.

Кроме потерь есть еще один фактор, существенно влияющий на качество результатов моделирования. Практически любой реактивный элемент, используемый в процессе согласования, не является в чистом виде емкостью или индуктивностью. Его схему замещения можно представить как в виде соединенных вместе дискретных элементов, так и в виде элементов с распределенными параметрами. С учетом того, что длина волны даже на максимальной частоте коротковолнового диапазона значительно превосходит геометрические размеры элементов, целесообразно сделать выбор в пользу схемы замещения с сосредоточенными параметрами. В рамках такого подхода можно построить обобщенную модель согласующего устройства (рисунок 1) и определить схемы замещения для ее элементарных составляющих. Элементарными составляющими модели являются:

- 1) разомкнутый контакт реле (рисунок 2а);
- 2) замкнутый контакт реле (рисунок 2б);
- 3) катушка индуктивности (рисунок 2в);
- 4) конденсатор (рисунок 2г);
- 5) вспомогательный элемент: датчик, печатная дорожка, коаксиальная линия, провод, клемма и т.п. (рисунок 2д).

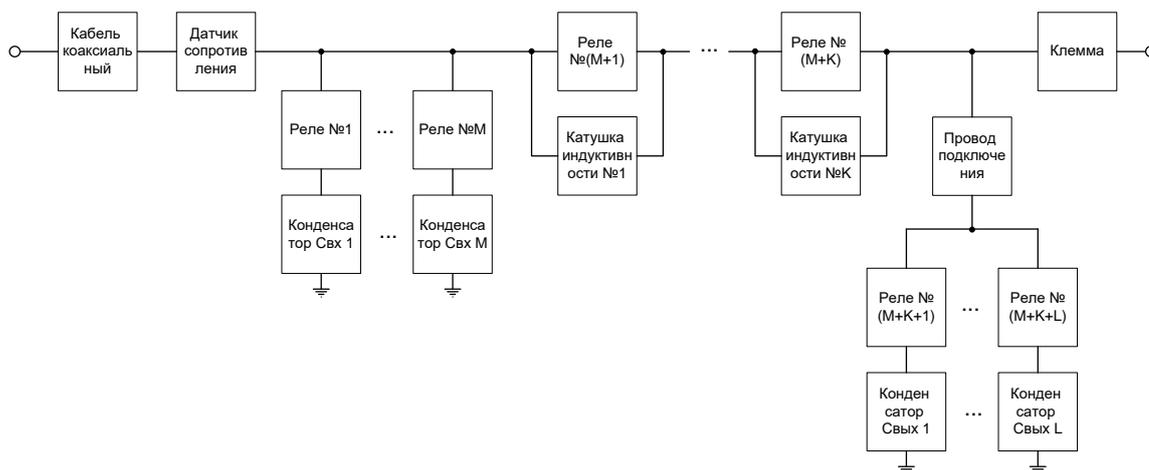


Рисунок 1 – Модель ААНСУ

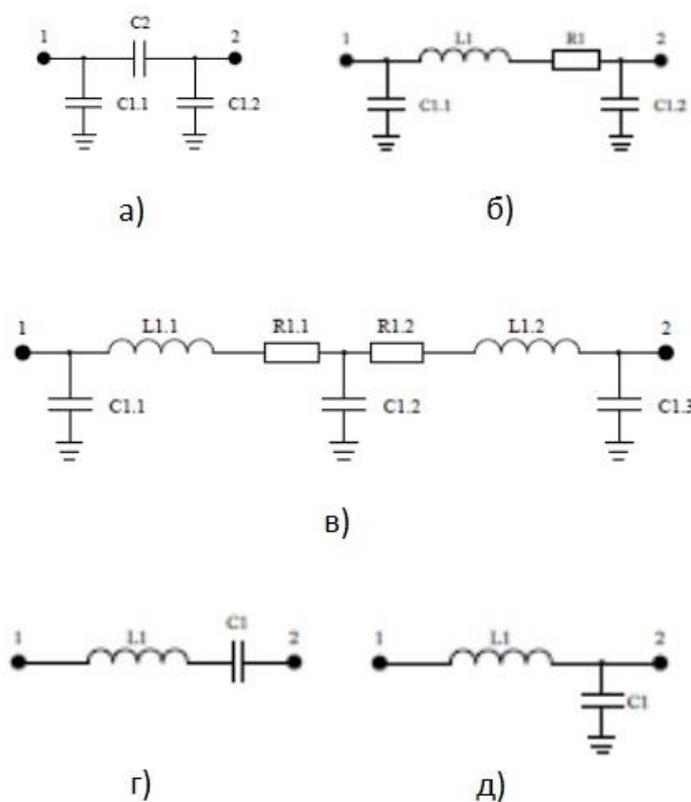


Рисунок 2 – Элементы модели

Моделирование процесса поразрядного поиска и вычислительного метода подтвердило, что использование предложенной модели ААНСУ позволяет получить высокую степень достоверности результатов моделирования.

Список использованных источников:

1. Бабков В.Ю., Муравьев Ю.К. Основы построения устройств согласования антенн. ВАС: 1980.
2. Жуков В.М., Шилов А.А. Устройства автоматики в системах радиосвязи. Тамбов: 2013.
3. Рэй Ридли. Потери в обмотках вследствие эффекта близости // Современная электроника, №6 2005. С.60 - 64
4. Christopher Oliver. A New Core Loss Model For Iron Powder Material // Switching power Magazine. Spring 2002. P.28 – 30.