СВЧ АВТОГЕНЕРАТОР НА ОСНОВЕ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА

А.И. Заревич, к.т.н., доц.,
М. Афанасьев, студент гр. 8ГМ01
Томский политехнический университет
E-mail: maa21@tpu.ru

Введение

Автогенераторы, осцилляторы, или же генераторы с самовозбуждением широко используются в разных областях электронной промышленности и радиотехнических системах, таких как радиосвязь, радиолокация, спутниковых системах и др. В свою очередь, быстрые темпы развития технологий диктуют разработчикам все более разнообразные и жесткие требования к характеристикам производимых устройств. Необходимо постоянно совершенствовать схемотехнику приборов, минимизировать их габариты, повышать мощность или понижать энергозатратность. Поэтому вопрос о поиске новых альтернативных решений, касательно разработки автогенераторов в СВЧ диапазоне, является вполне актуальным для нашего прогрессивного времени. [1]

Автогенераторы в радиосистемах является первичными источниками электрических колебаний, и как правило это сильно влияет на свойства радиосистем.

Колебания непосредственно возникают в колебательной цепи, если она будет подключена к источнику постоянного напряжения. Для того чтобы колебания не затухли к ним нужно приложить усиление, для этого должны быть установлены активный элемент (АЭ) и цепь обратной связи. Независимо какой способ генерации в автогенераторе должно быть: источник питания, активный элемент, колебательная цепь и положительная обратная связь.

Описание проектирования

Для проектирования генератора будет использована такая САПР, как AWR Design Environment. Программа автоматизированного проектирования AWR Design Environment имеет большую популярность во многих странах мира. В университетах где готовят специалистов в области радиоэлектроники - это чуть ли не первая программа. Такой программный пакет, как Microwave Office включает в себя проектирования многочастотным методом, а также и одночастотными методами гармонического баланса, чтобы анализировать нелинейные схемы. Программа имеет много способов анализа шумов, а также данная программа отлично считает фазовые шумы, анализирует устойчивость схем усиления, отлично анализирует генераторы. [2]

Моделирование автогенератора будет производиться использованием микрополосковых линий, которые в большей мере приближены к реальным элементам, следовательно, и результат будет наиболее приближен к реальному. Основное достоинство микрополосковой линии в том, что благодаря высокой диэлектрической проницаемости подложки длина волны в линии становится существенно меньше, чем длина волны в свободном пространстве, что позволяет более свободно использовать ее в области СВЧ, нежели традиционные компоненты электрической цепи. Так же очень важным и безусловным плюсом в использовании МПЛ на практике является возможность автоматизации производства СВЧ компонентов на основе МПЛ с применением технологии изготовления печатных плат, пленочных и гибридных интегральных микросхем.

СВЧ линии передачи характеризуются величиной погонной емкости и индуктивности.

Величины этих реактивностей зависят от соотношения размеров линии. На использовании их строится возможность создания реактивных элементов СВЧ в виде отрезков линии передач. Таким образом, если конденсатор в схеме слишком маленького значения, которое сложно реализовать на практике, его можно заменить на микрополосок, чья эквивалентная емкость будет равна необходимой. Однако МПЛ имеет и свои недостатки, такие как трудности конструирования ряда устройств (согласованная нагрузка, перестраиваемые устройства и др.), так же техника измерений в полосковых линиях заметно усложняется. [3]

Моделирование автогенератора

В качестве основы МПЛ возьмем подложку от компании Rogers Corporation ROGERS RO4350B. Параметры подложки составляют: диэлектрическая проницаемость: ε = 3,66 мм; толщина подложки: H = 0.762 мм; толщина проводящего слоя: T = 0.035 мм; тангенс диэлектрических потерь: $tg\partial$ = 0.004. Размеры полосков будем рассчитывать исходя из данных подложки, частоты генерации, импеданса, а так же с учетом фазового смещения.

Среда AWR DE включает в себя инструмент TXLine, позволяющий автоматически считать длину и ширину полосков.

Для моделирования автогенератора немаловажным шагом является выбор подходящего высокочастотного транзистора, за основу был взят биполярный транзистор AT30511, данный транзистор изготавливается на основе кремния (Si). Структура полупроводникового перехода: npn.

Вторым шагом было моделирования генератора на основе биполярного транзистора в среде AWR Design Environment, а именно составление схемы, которая будет функционировать. Цепь согласования и цепь усилительного каскада представлены на рисунках 1 и 2.

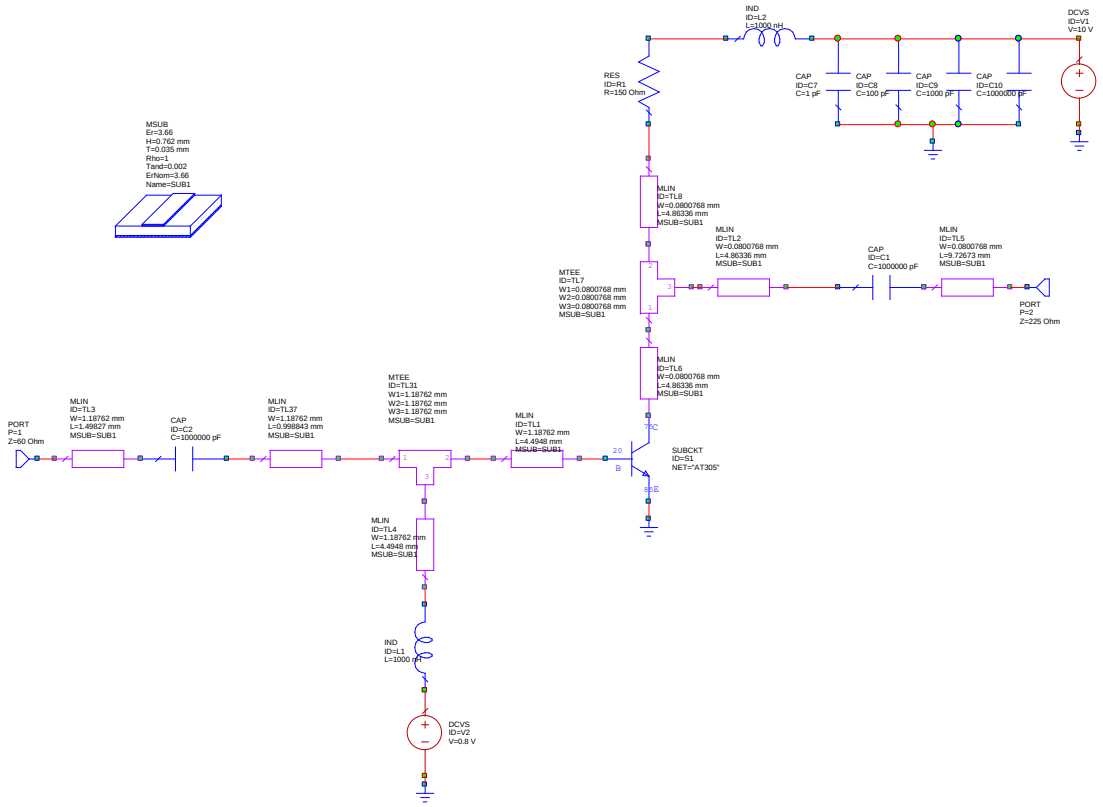

Рис. 1. Цепь согласования

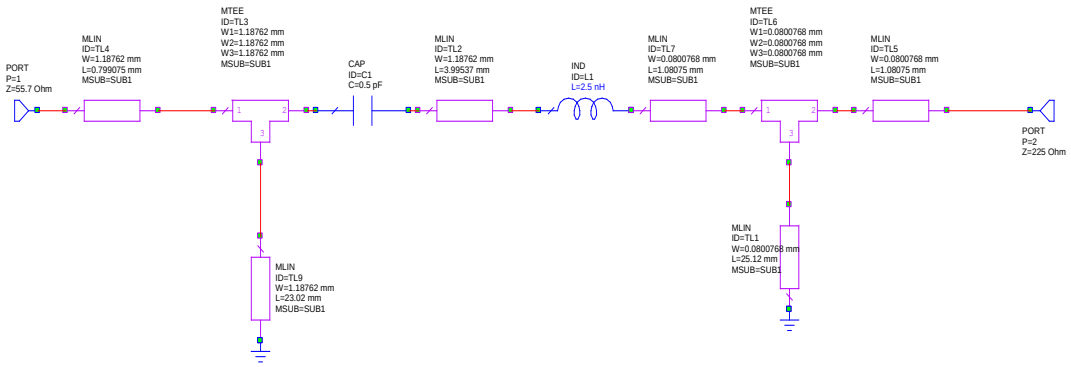

Рис. 2. Цепь усилительного каскада

Схема данного автогенератора функционирует на частоте 5 ГГц, рассчитывая каждый элемент данной схемы, можно подстраивать работу генератора на разных частотах.

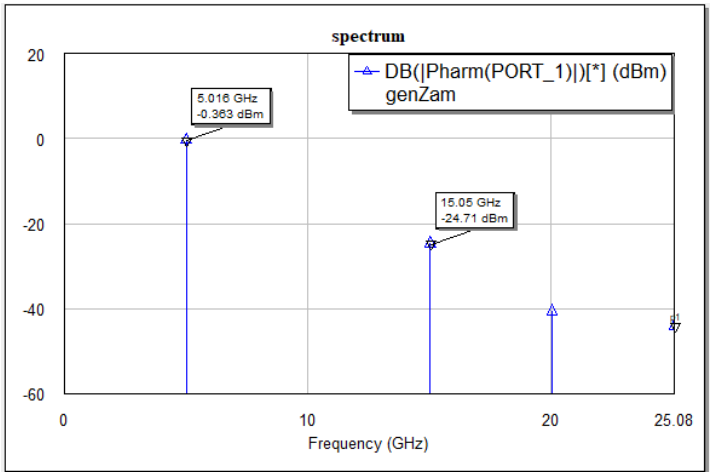

Рис. 3. Спектр автогенератора

Видим, что осциллятор генерирует на частоте 5 ГГц, а амплитуда главной гармоники составляет -0,363 ДБм (Рисунок 3).

Заключение

В результате проведенного моделирования был спроектирован СВЧ автогенератор на основе биполярного транзистора AT30511. Данный генератор работает на частоте 5 ГГц. Рассчитывая номиналы элементов схемы генератора, можно генерировать на выходе какую угодно частоту.
Так же можно сделать вывод, что микрополосковые линии передачи близко приближены к реальным элементам, так как выдают почти такие же значения.

Список использованных источников

1. Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р., Смирнов В.П. Справочник по элементам волноводной техники. – М.: Сов. радио, 1967.
2. «Устройства генерирования и формирования радиосигналов» под ред. Г.М.Уткина.- М.: «Радио и связь», 1994.
3. Радиотехнические системы: учеб. / Под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 592 с
4. Петров Б.Е., Романюк В.А. Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах. - М.: «Высшая школа». –1989.
5. Веселов Г.И Микроэлектронные устройства СВЧ. УП для радиотехнических ВУЗов //М.; Высш. шк., 1988 – 280 с.