

ГЕНЕРАТОР МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

Представлены результаты разработки базовой модели автогенератора миллиметрового диапазона длин волн с применением в качестве колебательной системы открытых диэлектрических резонаторов (ДР).

НАЗНАЧЕНИЕ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Устройства спецтехники и связи в качестве экономичных стабильных источников СВЧ колебаний малой и средней мощности.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Перспективным направлением создания автогенераторов (АГ) в настоящее время является применение в них в качестве активного элемента – согласованных усилительных микросборок. Это упрощает (ускоряет и удешевляет) процесс разработки АГ, так как сводит его к проектированию (синтезу) лишь колебательной системы.

Современные линейные усилители миллиметрового диапазона длин волн на основе ММІС технологии, обладающие высокими коэффициентами усиления и выходной мощностью при согласованных входах и выходах, удобны для создания автогенераторов, построенных по схеме с параллельной обратной связью (ОС). При этом свойства АГ в значительной степени определяются свойствами колебательной системы (КС). Ниже приведены алгоритм и результаты проектирования АГ миллиметрового диапазона длин волн (на частоту 37250 МГц) специального назначения с волноводным выводом мощности. Высокодобротная КС построена на базе диэлектрического резонатора (ДР) в микрополосковой структуре и совмещена с полосково-волноводным переходом вывода мощности (рис. 1).

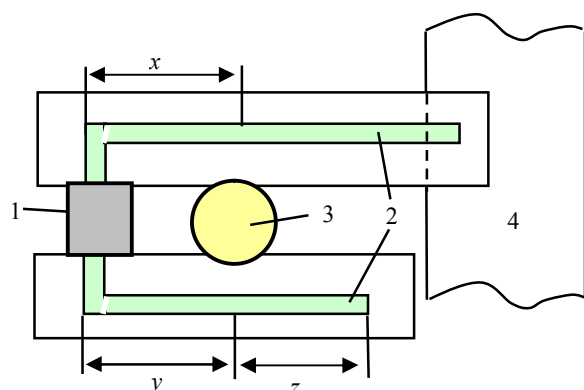


Рис. 1. Структура АГ с параллельной ОС:
1 – усилитель;
2 – отрезки микро-полосковых линий связи;
3 – ДР;
4 – переход в волновод

В такой системе ОС на частоте генерации определяется взаимным положением ДР и отрезков полосковых проводников x , y и z микрополосковых линий (МПЛ). Поэтому проектирование колебательной системы состоит из: 1) определения взаимного расположения ДР и полосковых проводников, обеспечивающего требуемую связь, и 2) согласования выхода генератора с волноводом.

Требуемые величины коэффициентов связи β ДР и МПЛ и длины x, y, z отрезков полосковых проводников, обеспечивающие режим генерации, рассчитываются на основе малосигнальных S -параметров усилителя в предположении реализации при этом уровня выходной мощности АГ не ниже возможной выходной мощности усилителя в линейном режиме. Учитывая высокую добротность ДР, смещение частоты генерации относительно рассчитываемой не превышает резонансной полосы ДР и компенсируется возможной механической подстройкой резонансной частоты ДР.

Пример процесса синтеза автогенератора миллиметрового диапазона

Проектирование колебательной системы реализовано с помощью численного расчета. Для решения задачи было разработано специальное программное обеспечение, позволяющее создавать расчетную модель в программе ANSYS, включая адаптивное конечно-элементное разбиение. Это позволило на основании анализа картин поля и добротностей для множества собственных частот КС снизить трудоемкость определения требуемого типа колебания для построения колебательной системы на ДР, и тем ускорить процесс синтеза (на основе регрессионного анализа) конструктивных параметров КС (длин отрезков МПЛ, положение ДР), соответствующих требуемому режиму генерации. Синтез осуществляется с учетом потерь в металле и диэлектриках. Численное моделирование позволяет выявить влияние на параметры АГ технологического разброса изготовления элементов конструкции, элементов цепей питания и иных вспомогательных элементов конструкции АГ. В комплекс разработанного программного обеспечения включен модуль, реализующий автоматизированный численный синтез полосково-волноводного перехода.

С применением разработанного программного обеспечения проведен синтез колебательной системы АГ на частоте 37,25 ГГц на основе усилителя НММС-5038 (коэффициент усиления ≥ 20 дБ; выходная мощность 12 дБ при 1 дБ компрессии).

Результате расчета кольца обратной связи

В результате расчета кольца обратной связи получены следующие требования к параметрам КС: электрические длины отрезков полосковых проводников $x=\pi/2$, $y=\pi/5$, $z=7\pi/20$ и коэффициент связи $\beta=0,07$.

КС синтезирована на образце дискового ДР с относительной диэлектрической проницаемостью 20, высотой 1 мм и диаметром 2 мм. Резонатор размещен на кварцевом держателе в корпусе генератора. Генерация контролируется низким видом колебаний ДР. Полосковые проводники реализованы на поликоровой подложке толщиной 0,25 мм.

Синтезированы параметры полосково-волноводного перехода с КСВ 1,15.

Параметры автогенератора

Разработанный АГ имеет габариты 30x24x15 мм, его внутренний и внешний виды приведены на рис. 2.

Экспериментально получены следующие результаты: КСВ при подключении генератора к волноводу 7,2x3,4 мм составляет не более 1,3 в частотном диапазоне от 37,1 до 37,4 ГГц. Диапазон перестройки резонансной частоты ДР составляет 37,07 – 37,45 ГГц. потребляемая мощность 410 мВт, выходная мощность 30 мВт (КПД 7,3%). Спектр выходного сигнала показан на рис. 3.

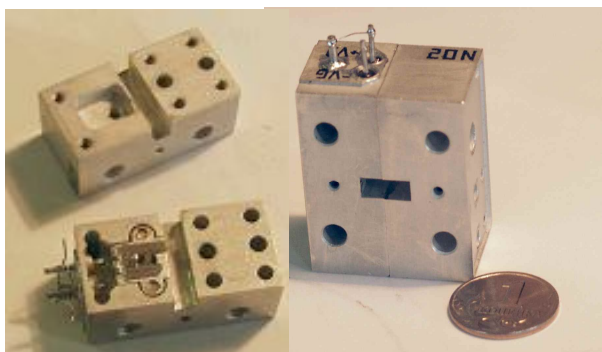


Рис. 2. Внешний вид элементов и автогенератора в целом

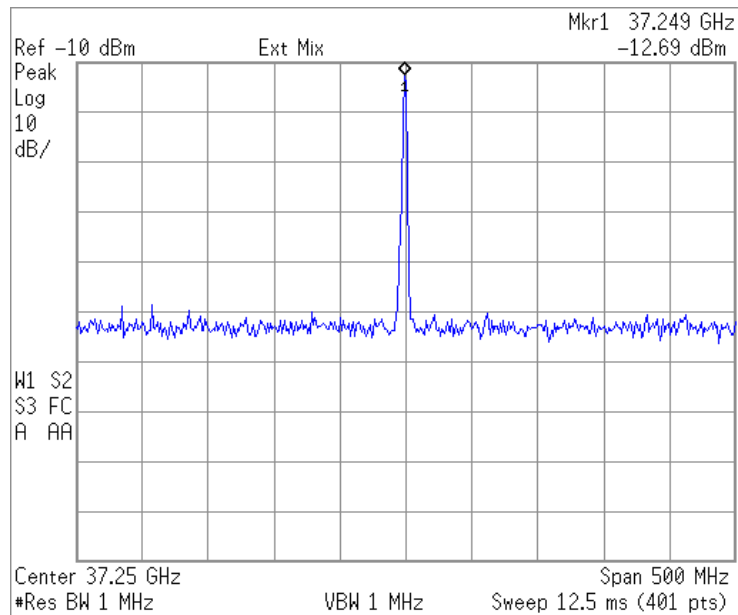


Рис. 3. Спектр генерируемого сигнала

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ

1. Разработана методика проектирования колебательной системы генератора миллиметрового диапазона длин волн, основанная на численном расчете электромагнитных полей;
2. Разработано специальное программное обеспечение, позволяющее автоматизировать процесс проектирования;
3. Экспериментальные результаты подтвердили достоверность методики;
4. Время проектирования АГ, включая численный синтез, разработку конструкции и экспериментальное исследование, без учета времени изготовления образца, около 1 месяца.

ПРАВОВАЯ ЗАЩИТА

Авторские права на специальное программное обеспечение, позволяющее автоматизировать процесс проектирования, защищены Свидетельствами РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ.

Конструкция автогенератора разработана на уровне конструкторской документации.

ФОРМЫ СОТРУДНИЧЕСТВА

- Продажа лицензии на программное обеспечение;
- Поставка автогенераторов;
- Разработка автогенераторов с иными характеристиками и дополнительными требованиями.

КОНТАКТЫ

Геворкян Владимир Мушегович, кафедра электрофизики МЭИ(ТУ),
тел./факс 362-12-22, e-mail – gvm@emc.mpei.ac.ru