Андрианов А.В., Зикий А.Н., Падалко А.Д.
Задающий генератор для передатчика скользящих помех

*АО «Таганрогский НИИ связи»
Институт компьютерных технологий и информационной безопасности Южного
федерального университета
(Россия, Таганрог)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2019-64

idsp: sciencerussia-10-04-2019-64

Аннотация

Проведено экспериментальное исследование транзисторного генератора с варикапной перестройкой. Приведены принципиальная схема, дано краткое описание конструкции и методика эксперимента. В качестве результатов эксперимента даны:

- зависимость частоты от управляющего напряжения (модуляционная характеристика)
- зависимость мощности от управляющего напряжения (паразитная амплитудная модуляция)
- спектр выходного сигнала в полосе 500 МГц.

Ключевые слова: Генератор ЧМ сигналов, генератор, управляемый напряжением, модуляционная характеристика, спектр выходного сигнала.

Введение

Одним из важнейших узлов передатчика скользящих помех является задающий генератор, так как он обеспечивает ряд основных технических параметров передатчика:

- диапазон рабочих частот;
- девиацию частоты;
- стабильность частоты настройки;
- линейность модуляционной характеристики;

По перестраиваемым генераторам имеется обширная литература, в том числе монографии [1,2], учебные пособия [3,4], статьи [5-7], изобретения [8], реклама, однако продолжается их совершенствование, в том числе для расширения диапазона рабочих частот, повышения мощности и линейности, а также улучшения других параметров.

Схема и конструкция

Объектом исследования в данной работе является транзисторный генератор с варикапной перестройкой, изготовленный по гибридной технологии [4]. К нему предъявляются следующие требования:

- центральная частота 750 МГц;
- выходная мощность не менее 13 дБм;
- максимальная девиация частоты не менее 9 МГц
- неравномерность выходной мощности не более 1 дБ;

Схема генератора приведена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Принципиальная схема генератора

В качестве объекта испытаний использовался транзисторный автогенератор с заземленным коллектором и резонансными отрезками микрополосковых линий в цепи базы и в цепи эмиттера. Цепь электрической подстройки частоты, содержащая варикап VD, два резистора R1, R2, один терморезистор R3, два конденсатора постоянной емкости C1, C2 и один подстроечный конденсатор C7, подключена к базе транзистора VT1, через отрезок микрополосковой линии. Выход автогенератора оформлен в виде направленного ответвителя и П-образного резистивного аттенуатора из базовой цепи. Транзистор VT1 запитан со стороны эмиттера через резистор R4 и фильтр нижних частот, содержащий два отрезка высокоомной микрополосковой линии и два блокировочных конденсатора C3 и C4.

Режим работы транзистора по постоянному току обеспечивается базовым делителем напряжения, содержащим R5, R6, R8 и терморезистор R7, а также фильтр нижних частот из двух отрезков высокоомной микрополосковой линии и двух блокировочных конденсаторов C5 и C6.

Генератор имеет достаточно традиционную конструкцию. Основные электрические элементы размещены на диэлектрической плате из поликора размером 30×48×1 мм. Плата помещена в корпус чашечного типа, закрытого герметично запаиваемой крышкой. В качестве выходного соединителя используется коаксиально-микрополосковый переход типа СРГ50 – 751ФВ. Напряжения питания, управления и модуляции подаются через стеклянные изоляторы типа ИСПП.

Экспериментальное исследование

Эксперимент проводился на установке, содержащей источники питания постоянного тока типа Б5-70, Б5-47, анализатор спектра типа МХА, комплект кабелей и переходов. Структурная схема измерительной установки показана на рисунке 2.

Рисунок 2 - Структурная схема измерительной установки

Управляющее напряжение на варикапе менялось от 1 до 15В с шагом 1В. Результаты измерения выходной мощности и частоты заносились в таблицу 1. По данным таблицы 1 построены графики на рисунке 3. Из этих графиков видно, что модуляционная характеристика монотонна в пределах изменения управляющего напряжения от 7 до 15 В. Кроме того, выходная мощность достаточно стабильна в пределах от 15 до 16 дБм.

На рисунке 4 можно видеть спектр выходного сигнала генератора. Генератор достаточно чувствителен к наводкам и помехам, поэтому в конструкции передатчика должны быть помехоподавляющие фильтры (конденсаторы) по цепям управления и питания, а также экран для этих цепей.

Таблица 1.

Зависимость мощности и частоты ГУН от управляющего напряжения

$U_{упр}, В$	$P_{вых}, дБм$	$F_{вых}, МГц$
-1	15,33	744,50
-2	15,33	744,50
-3	15,77	744,57
-4	15,93	744,64
-5	16,01	744,85
-6	16,10	745,13
-7	16,15	745,53
-8	16,15	746,69
-9	16,05	748,21
-10	16,04	749,45
-11	16,00	750,43
-12	15,95	751,45
-13	15,90	752,29
-14	15,83	753,13
-15	15,76	753,85

Рисунок 3 – Зависимость выходной частоты и мощности от управляющего напряжения

Рисунок 4 – Спектр выходного сигнала ГУН

Выводы

1. Среднее значение частоты 750 МГц, средняя выходная мощность 15, 75дБм.
2. Диапазон изменения частоты (максимальная девиация) равен 9 МГц при изменении управляющего напряжения на варикапе от 7 до 15 В.
3. Перепад мощности составляет 1дБ.
4. Нелинейность модуляционной характеристики позволяет применять этот ГУН в качестве задающего генератора передатчика скользящих помех.

1. Grebennikov Andrew RF and Microwave Transistor Oscillator Design. John Wiley & Son's Ltd. England, 2007, – 441 p.
2. Ali Hajimiri Low Noise Oscillators. N.Y.et al. Kluwer Academic Publishers, 1999. – 207 p.
3. Белов Леонид Алексеевич Устройства формирования СВЧ сигналов и их компоненты. Учебное пособие / М.: Издательский дом МЭИ, 2010, - 320 с.
4. Зикий Анатолий Николаевич, Помазанов Александр Васильевич Стабильность частоты генераторов СВЧ. Учебное пособие / Ростов-на-Дону-Таганрог: Издательство ЮФУ, 2017. – 138 с.
5. Авдеенко Андрей Викторович Экспериментальное исследование генератора на диоде Ганна с варакторной перестройкой частоты / Авдеенко Андрей Викторович, Беляев Денис Владимирович, Додаев Сергей Эрнестович, Зикий Анатолий Николаевич / Известия ЮФУ. Серия «Технические науки», 2008, №3, с. 174-178.
6. Зикий Анатолий Николаевич, Марченко Александр Геннадьевич, Помазанов Александр Васильевич, Модуляционные характеристики генераторов ЧМ сигналов. Вопросы специальной радиоэлектроники, серия Общие вопросы радиоэлектроники, 2001, №3, с. 36-39.
7. Додаев Сергей Эрнестович, Зикий Анатолий Николаевич, Помазанов Александр Васильевич, Румянцев Константин Евгеньевич Имитатор ЧМ сигналов со встроенным девиометром. Авиакосмическое приборостроение, 2005, №6, с. 16-19.
8. Горбатенко Александр Юрьевич, Зикий Анатолий Николаевич, Помазанов Александр Васильевич, Мазин Евгений Георгиевич Генератор ЧМ сигналов. А.С.СССР №1.667.845, Опубл. 15.09.1991, Бюл. №34, М.кл. НОЗ с 3/08.