РАЗДЕЛ V. РАДИОТЕХНИКА

Зикий А.Н., Давтян А.Д.

Генератор дециметровых волн, управляемый напряжением

*Южный федеральный университет
(Россия, Таганрог)*

doi: 10.18411/lj-05-2020-29

idsp: ljjournal-05-2020-29

Аннотация

Проведено экспериментальное исследование генератора управляемого напряжением. В качестве результатов эксперимента представлены:

- зависимость выходной частоты от управляющего напряжения;
- зависимость выходной мощности от управляющего напряжения;
- фото спектра выходного сигнала.

Генератор обеспечивает следующий набор параметров:

- диапазон перестройки от 598 до 1294 МГц;
- выходная мощность не менее минус 10,3 дБм;
- неравномерность выходной мощности не более 8,3 дБ;
- перепад крутизны перестройки по частоте не более 3,6 раз;
- ток потребления 20 мА.

Генератор рекомендуется использовать в качестве задающего в передатчиках скользящих помех.

Ключевые слова: генератор, управляемый напряжением; модуляционная характеристика; неравномерность выходной мощности; перепад крутизны перестройки по частоте.

Abstract

An experimental study of a voltage-controlled generator was conducted. The results of the experiment are presented as follows:

- dependence of the output frequency on the control voltage;
- dependence of the output power on the control voltage;
- photo of the output signal spectrum.

The generator provides the following set of parameters:

- tuning range from 598 to 1294 MHz;
- output power of at least minus 10.3 dBm;
- uneven output power no more than 8.3 dB;
- the difference in the steepness of the frequency adjustment is no more than 3.6 times;
- current consumption of 20 mA.

The generator is recommended to be used as a master in the transmitters of sliding interference.

Keywords: voltage-controlled generator; modulation characteristic; unevenness of output power; difference in the steepness of the frequency adjustment.

1. Введение

Генераторы, управляемые напряжением (ГУН), являются важной составной частью передатчиков скользящих помех, синтезаторов частоты, передатчиков сигналов псевдослучайной перестройкой рабочей частоты, поэтому их исследование является актуальным [1-8].

Целью данной работы является экспериментальное исследование ГУН с октавной перестройкой. В качестве элементов перестройки используются варакторы. Достоинством ГУН с варакторной перестройкой является быстрая скорость перестройки. К недостаткам таких ГУН относят высокую нелинейность перестройки по частоте, повышенные фазовые шумы.

2. Схема и конструкция

Перечисленные выше требования можно реализовать по схеме, показанной на рисунке 1. В этой схеме можно выделить три составные части; генераторную на транзисторе VT1, направленный ответвитель на микрополосковых линиях и диодный ограничитель на диодах VD4, VD5. Для перестройки частоты используются три варактора VD1-VD3, подключенных к микрополосковому резонатору.

Рисунок 1 – Принципиальная схема ГУН

Конструктивно ГУН представляет собой печатную плату из фольгированного стеклотекстолита размером 42x26x1,5мм, на которой с одной стороны установлены все радиоэлементы. Фото ГУН показано на рисунке 2. Использованы конденсаторы, резисторы, варакторы и диодные сборки для поверхностного монтажа (SMD). СВЧ выход ГУН выполнен в виде гнезда SMA-F. Обратная сторона печатной платы вся металлизирована.

Рисунок 2 – Фото платы ГУН

3. Эксперимент

Эксперимент проводился на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 3. В качестве источника питания использован трёхканальный блок GPS-3303. В качестве индикатора выходной мощности и частоты использовался анализатор

спектра типа GSP-827. Управляющее напряжение менялось от 1 до 18 В с шагом 1 В. Результаты измерений заносились в таблицу 1. По данным таблицы 1 построены графики на рисунке 4. Эти графики позволяют сформулировать количественные выводы. Анализ кривых на рисунке 4 показывает, что неравномерность выходной мощности составляет 8,3 дБ, а крутизна перестройки по частоте падает от 72 МГц/В до 20 МГц/В при увеличении управляющего напряжения от 1 до 18В.

Следующий эксперимент проводился на той же измерительной установке. Он заключался в фотографировании спектра выходного сигнала при управляющем напряжении 13В. Фото спектра можно видеть на рисунке 5.

Рисунок 3 – Структурная схема измерительной установки

Таблица 1

Результаты эксперимента при $U_{пит}=6В$

$U_{упр}, В$	$f, МГц$	$P_{вых}, дБм$
1	598	-10,3
2	670	-8,7
3	733	-8,2
4	780	-8,1
5	832	-8,1...-7,9
6	884	-6,6
7	941	-5,6
8	993	-4,0
9	1040	-3,1
10	1076	-2,0
11	1112	-3,1
12	1144	-2,4
13	1175	-2,2
14	1201	-3,1
15	1227	-2,5
16	1248	-2,0
17	1274	-2,5
18	1294	-3,2

Рисунок 4 – Зависимость мощности и частоты выходного сигнала ГУН от управляющего напряжения

Рисунок 5 – Спектр выходного сигнала ГУН

4. Выводы

Ниже в таблице 2 проведено сравнение заданных и полученных параметров ГУН.

Таблица 2

Основные параметры ГУН

Наименование параметра, размерность	Задано	Измерено
Нижняя рабочая частота, не более МГц	600	598
Верхняя рабочая частота, не менее МГц	1200	1294
Напряжение питания, В	5...6	6
Напряжение управления, В	1...18	1...18
Выходная мощность, дБм, не менее	-12	-10,3
Неравномерность выходной мощности, дБ	10	8,3
Перепад крутизны перестройки, не более, раз	4	3,6
Ток потребления, мА	-	20
Подавление второй гармоники полезного сигнала, дБ	-	24

Из этой таблицы видно, что все требования к ГУН выполняются.

ГУН рекомендуется использовать в передатчиках помех системам связи и навигации CDMA, GSM900, JTTIDS, GPS

1. Grebennikov A. RF and Microwave Transistor Oscillator Design. John Wiley & Son's Ltd. England, 2007. – 441 p.
2. Ali Hajimiri, Thomas H.Lee. The Design of Low Noise Oscillators. Kluwer Academic Publishers, N.Y. et al, 2003, – 206 p.
3. Зикий А.Н, Помазанов А.В., Стабильность частоты генераторов СВЧ. Учебное пособие. Ростов на Дону – Таганрог, Издательство ЮФУ, 2017, - 138 с.
4. Белов Л.А. Устройство формирования СВЧ сигналов и их компоненты: Учебное пособие. – М.; Издательский дом МЭИ, 2010. – 320 с.
5. Зикий А.Н., Давтян А.Д. Генератор, управляемый напряжением. В сборнике «Фундаментальный и прикладные научные исследования: инноватика в современном мире. Уфа, март 2020, с. 23-29.
6. Зикий А.Н., Шутов И.И. ЧМ-генератор с высокой линейностью модуляционной характеристики. В сб.: Научные разработки: евразийский регион. Материалы международной научной конференции теоретических и прикладных разработок. Москва, 2 августа, 2019, с. 111-114.
7. Андрианов А.В., Зикий А.Н., Давтян А.Д., Генератор ЧМ сигналов. Инженерный вестник Дона, 2019, №2. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2019/5722>
8. Андрианов А.В., Зикий А.Н., Падалко А.Д. Задающий генератор для передатчика скользящих помех. Сборник трудов 14 международной конференции «Наука России цели и задачи». Часть 4. Екатеринбург, НИЦ «Л-Журнал», 2019, с. 5-8.