

СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЙ ГЕНЕРАТОР ХАОТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ОСНОВЕ Si-Ge ТРАНЗИСТОРА

Максимов Н. А.

Фрязинский Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова
Российской академии наук

141190, г. Фрязино, Московская обл., площадь им. акад. Б.А. Введенского, дом 1
e-mail: maksna49@mail.ru

Аннотация — Приводятся результаты моделирования и экспериментального исследования сверхширокополосного генератора хаоса. Показано, что такой генератор может быть изготовлен на сосредоточенных элементах и продемонстрировать устойчивые хаотические колебания в полосе 0.5-16ГГц по уровню 10дБ с к.п.д.~5%.

I. Введение

Многообразие режимов работы генераторов динамического хаоса, возможность оптимизации энергетической эффективности, делает их привлекательными для применения в различных областях, как-то: средства связи, шумовая радиолокация, радиопротиводействие, медицина и т. д.

II. Основная часть

В работах [1-5] приводятся результаты исследований СВЧ-генераторов хаотических колебаний с верхней границей спектральной характеристики ~ 8 ГГц. Полосу генерации можно значительно расширить, если использовать дополнительный пассивный нелинейный элемент. Известно [6], что при гармоническом воздействии на колебательный контур, содержащий нелинейную емкость р-п перехода в системе возбуждаются хаотические колебания. В нашем случае использовался один из р-п переходов (коллектор-база) транзистора BFP620F, соединенный с индуктивностью $L=1$ нГн. На рис.1 приведены характеристики выходного сигнала генератора промоделированного в пакете ADS.

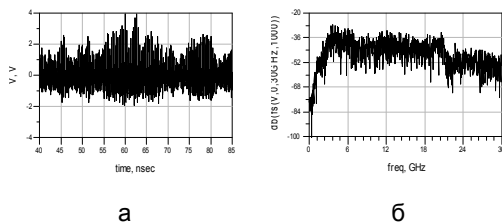
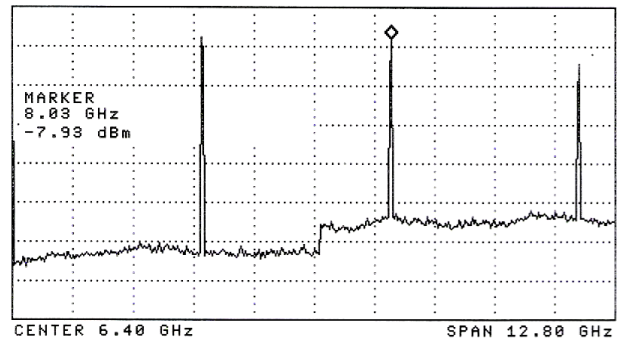


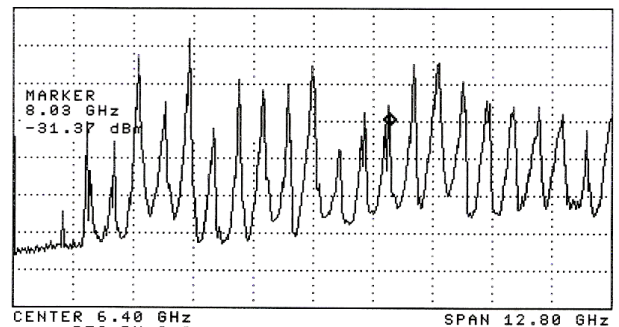
Рис. 1. Временная (а) и спектральная (б) характеристики сигнала генератора.

Fig. 1. Time (a) and spectral (b) characteristics of a signal of the generator

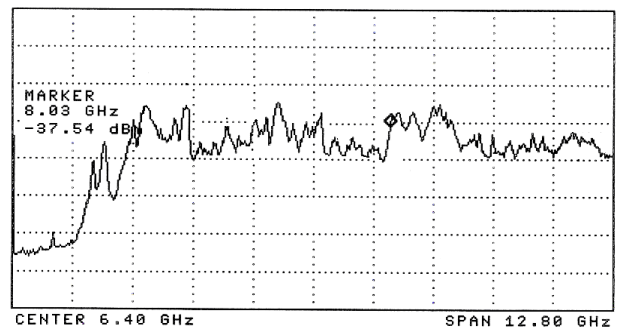
Вид спектральной характеристики свидетельствует о том, что хаотические колебания примерно одинаковой интенсивности сохраняются в системе до 22ГГц, что значительно превышает диапазон колебаний в схемах рассмотренных выше. Экспериментальный макет генератора был собран по технологии описанной в [1,2]. Динамика режимов генератора в зависимости от напряжения питания приведена на рис.2. Генерация возникает на частоте ~ 8ГГц при напряжении порядка $U=2$ В, далее при $U=2.4$ В появляются субгармоники этой частоты, рис.2а. Этот режим сменяется многочастотным с зонами хаоса у основания спектральных составляющих при $U=2.6$ В, рис. 2 б и при $U=2.8$ В система переходит в режим хаотических колебаний, рис. 2 в.



а



б



в

Рис. 2. Спектральные характеристики демонстрирующие динамику режимов генератора при увеличении напряжения питания.

Fig. 2. Spectral characteristics showing dynamics of modes of the generator at a voltage increase

III. Заключение

В пакете ADS был промоделирован и исследован во временной и частотной областях в СВЧ диапазоне генератор на Si-Ge транзисторе BFP 620F. На основе результатов симулирования был изготовлен и экспериментально проверен макет такого генератора. Как при моделировании, так и в физическом эксперименте было установлено, что в генераторе возможно существование сверхширокополосных хаотических режимов в диапазоне частот ($\Delta f/f_c \sim 2$, $\Delta f \sim 16$ ГГц, $f_c = 8$ ГГц) с к.п.д.~5%. Добавление нелинейного пас-

сивного элемента в схему генератора в виде колебательного контура с р-п переходом, позволяет значительно расширить диапазон генерации хаотических колебаний.

Эта работа была выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Проект 08-07-00298).

IV. Список литературы

- [1] Максимов Н. А. "Сверхширокополосный генератор хаоса СВЧ диапазона на сосредоточенных элементах", *Труды Всероссийской конф. "Сверхширокополосные сигналы в радиолокации и акустике (СРСА-2006)"*, 2006, 4-7 июля, Муром. Россия. С. 154-157.
- [2] Maximov N. A., "S-band transistor chaotic oscillators on lumped elements", 2005 15th International Conference "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo'2005), Conference Proceedings, In Two volumes, Volume 1, September 12-16, 2005. –Sevastopol, Crimea, Ukraine, 2005. 192 p.
- [3] N. A. Maksimov and A. I. Panas, "Three-point circuit for generating band-limited chaotic oscillators", Proc. Int. Symp. Signals Circuits Systems (SCS'2001), Iasi, Romania, July 10-11, 2001, pp. 65-68.
- [4] Efremova E. V., Maksimov N. A. and Panas A. I., "Control of Power Spectrum Envelope in Single-Transistor Chaotic Oscillator", Proc. Int. Symp. Signals, Circuits and Systems (SCS-2003), July 10-11, 2003, Iasi, Romania, pp. 17-20.
- [5] Дмитриев А. С., Ефремова Е. В., Максимов Н. А. "Управление огибающей спектра мощности в однотранзисторном генераторе хаотических колебаний", *Радиотехника и электроника*, 2004, т. 49, № 2, с. 22-27.
- [6] Lindsay P. S. Period doubling and chaotic behaviour in a driven anharmonic oscillator. // *Phys. Rev. Lett.* 1981. V. 47. P. 1349-1352.

UWB CHAOTIC GENERATOR ON Si-Ge TRANSISTOR

Maksimov N. A.

*Fryazino Branch of Kotelnikov Institute of
Radio Engineering and Electronics of RAS
1, Vvedenskii sq., Fryazino, 141190,
Moscow region, Russia
e-mail: maksna49@mail.ru*

Abstract — Results of simulation and experimental investigation of UWB chaotic generator are presented. As it is shown, such generator can be built on lumped elements and it can produce stable chaotic oscillations in the band 0.5-16 GHz at -10 dB level with efficiency ~5%.

I. Introduction

Multitude of operation modes of dynamic chaos generators, possibility of optimizing their energy efficiency, makes them attractive for application in various areas, such as communications, noise-signal radiolocation, counter radio measures, medicine, etc.

II. Main Part

Results of investigations of microwave chaotic oscillators with upper spectrum boundary near 8 GHz are given in [1-5]. Generation band can be substantially extended if an additional passive nonlinear element is introduced. As it is known [6], during harmonic excitation of an oscillation circuit, containing nonlinear capacitance of p-n junction, chaotic oscillations appear. In our case, one of p-n junctions (collector-base) of BFP620F transistor connected with inductor $L = 1$ nH is used. Output signal characteristics of the generator simulated in ADS and spectral characteristics of output signal of experimental generator sample are presented in Figs.1 and 2.

III. Conclusion

By means of simulation as well as in physical experiment the possibility of UWB chaotic modes in the frequency band ($\Delta f/f_c \approx 2$, $\Delta f \approx 16$ GHz, $f_c = 8$ GHz) with efficiency ~5% was confirmed.