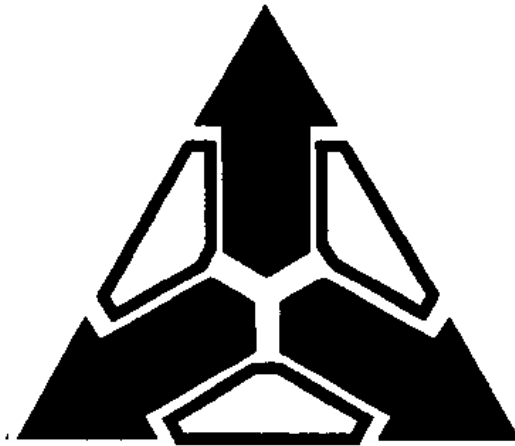


Міністерство освіти і науки України
Українська технологічна академія
Редакція міжнародного науково-технічного журналу "ВОТТП"
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С.Попова
Хмельницький національний університет,
Редакція міжнародного науково-технічного журналу "Вісник ХНУ"
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Вінницький національний технічний університет
National Instruments
Міжнародне відділення Інституту інженерів
по електротехніці і радіоелектроніці IEEE



ВИМІРЮВАЛЬНА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА
В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ
(ВОТТП_17_2017)

*25-річчю МНТК «ВОТТП» і 20-річчю МНТЖ «ВОТТП»
Присвячується*

Матеріали
XVII міжнародної науково-технічної конференції

8 – 13 червня 2017 р. в м. Одеса (Затока)

Одеса 2017

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МАЛОПОТУЖНОГО
ТРАНЗИСТОРНОГО ГЕНЕРАТОРУ ДЕТЕРМІНОВАНОГО ХАОСУ ЗАСОБАМИ
ВИМІРЮВАННЯ NATIONAL INSTRUMENTS MULTISIM**

Анотація. Здійснено експериментальне дослідження генератора детермінованого хаосу на біполярній транзисторній структурі з від'ємним опором. Експериментальні дослідження проведені при різних напругах живлення. Отримано фазові портрети, часові та частотні характеристики генерованих коливань. Оцінено статистичні характеристики генерованих хаотичних коливань.

Ключові слова: генератор хаосу, від'ємний опір, транзисторна структура, фазовий портрет, спектр сигналу.

A.O. SEMENOV

Vinnytsia national technical university
Semenov79@ukr.net**EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE TRANSISTOR LOW-POWERED DETERMINISTIC CHAOS
OSCILLATOR WITH MULTISIM MEASURING EQUIPMENT OF NATIONAL INSTRUMENTS**

Annotation. A deterministic chaos oscillator based on a bipolar transistor structure with negative resistance has been experimentally studied. Experimental research was performed at different supply voltages. Phase portraits, time and frequency characteristics of the generated oscillations have been obtained. Statistic characteristics of the generated chaotic oscillations have been estimated.

Keywords: chaos oscillator, negative resistance, transistor structure, phase portrait, signal spectrum.

Однією з практичних задач сучасного електронного приладобудування є розробка та дослідження транзисторних генераторів детермінованого хаосу [1,2]. Перспективним напрямком побудови генераторів детермінованого хаосу є застосування транзисторних структур з від'ємним опором [3,4]. На етапі проектування та обрання елементної бази перед розробником виникає задача дослідження часових і частотних характеристик генерованих хаотичних коливань. Тому актуальною задачею є застосування пакетів програм для схемотехнічного проектування та моделювання радіоелектронних пристроїв.

Пакет програм National Instruments Multisim 10.0 створює віртуальні лабораторні умови для дослідження радіоелектронних пристроїв з можливістю їх фізичної реалізації. Взаємозв'язок віртуальних і реальних приладів дозволяє створити нові підходи до проектування, дослідження та пошуку несправностей радіоелектронних схем. При цьому середовище Multisim дозволяє виконувати різні за складністю експериментальні дослідження. Це значно спрощує дослідницьку діяльність і мінімізує затрати при проектуванні радіоелектронних пристроїв на фізичному рівні.

Метою роботи є отримання результатів експериментального дослідження генератора детермінованого хаосу на основі біполярної транзисторної структури з від'ємним опором за допомогою засобів вимірювання National Instruments Multisim 10.0.

Для експериментального дослідження автором було зібрано в Multisim електричну схему генератора детермінованого хаосу на основі біполярної транзисторної структури з від'ємним опором, який запропонований в роботі [5]. Електрична схема генератора детермінованого хаосу з підключеним вимірювальним обладнанням в Multisim 10.0 подана на рис. 1, а. На рис. 1,б наведено фазовий портрет генератора в площині генерованих напруг U_{C1} та U_{C2} .

Експериментальні дослідження показали, що генератор на рис. 1,а стійко працює в режимі детермінованого хаосу. Було проведено статичну обробку результатів моделювання шляхом імпортування даних з Multisim 10.0 до MATLAB 7.0.1. На рис. 3,а наведена часова діаграма генерованої хаотичної напруги U_{C2} , а на рис. 3,б гістограма функції розподілу ймовірності в MATLAB 7.0.1. Як видно з рис. 3,б об'єднана функція розподілу ймовірності генерованої напруги U_{C2} відрізняється від форми графіку нормального закону розподілу, що свідчить про хаотичні, а не стохастичні коливання.

Експериментальні дослідження показали можливість ефективного керування параметрами хаотичних напруг шляхом зміни величин $V1$ і $V2$. Але, як видно з рис. 4,б і рис. 5,б, при $V1 = 1,5$ В і $V2 = 1,5$ В фазовий портрет генератора являє собою аттрактор з граничним циклом, що призводить до переходу від хаотичних до періодичних коливань з частотою трохи більше 5 МГц (рис. 5,б). Для забезпечення хаотичного режиму генерації при підвищених напругах живлення потрібно змінити параметри пасивних компонентів електричної схеми, зокрема резистору $R1$ до величини 28 кОм.

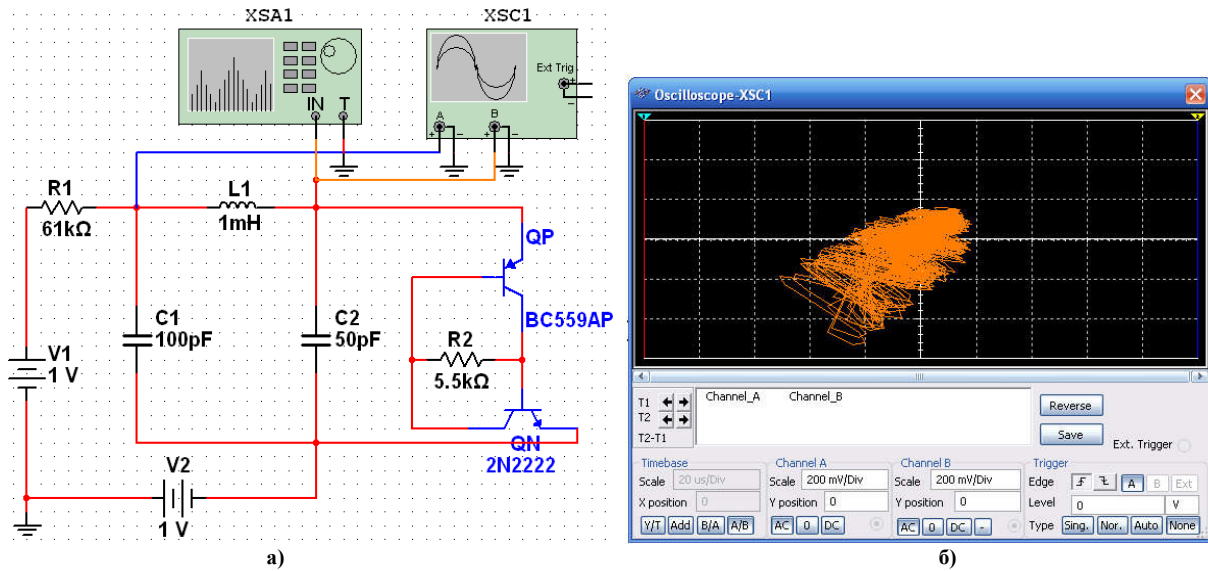


Рисунок 1 – Електрична схема генератора детермінованого хаосу (а) та його фазовий портрет в площині $U_{C1}-U_{C2}$ (б)

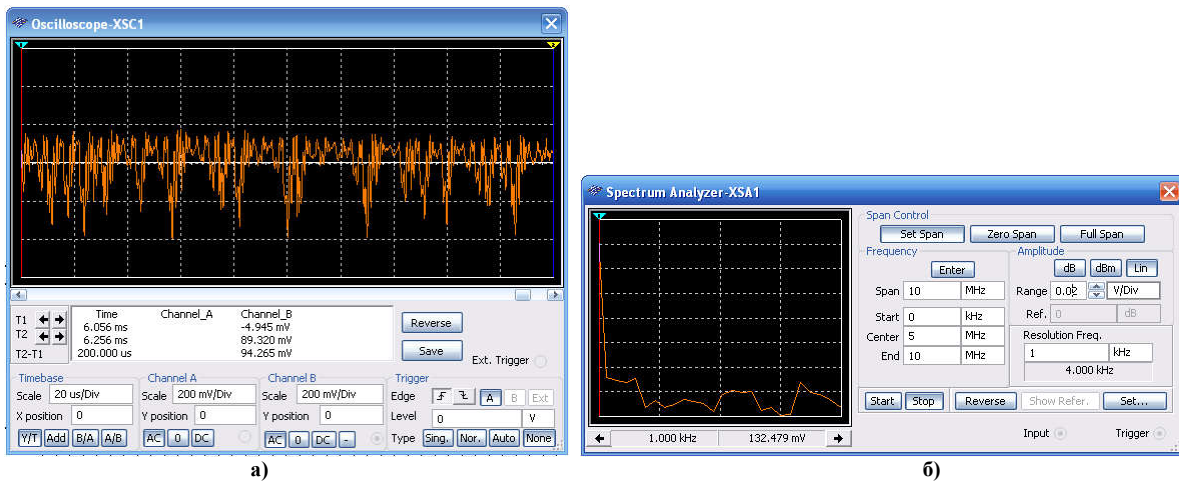


Рисунок 2 – Осцилограма генерованої напруги U_{C2} (а) та її амплітудо-частотний спектр (б)

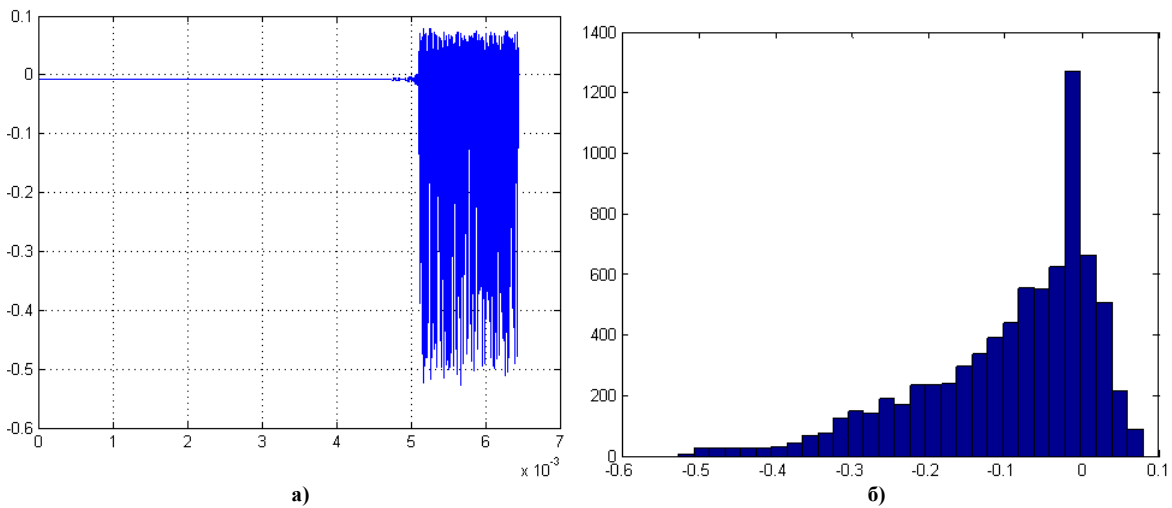


Рисунок 3 – Часова діаграма генерованих коливань хаотичної напруги U_{C2} (а) та гістограма функції розподілу (б)

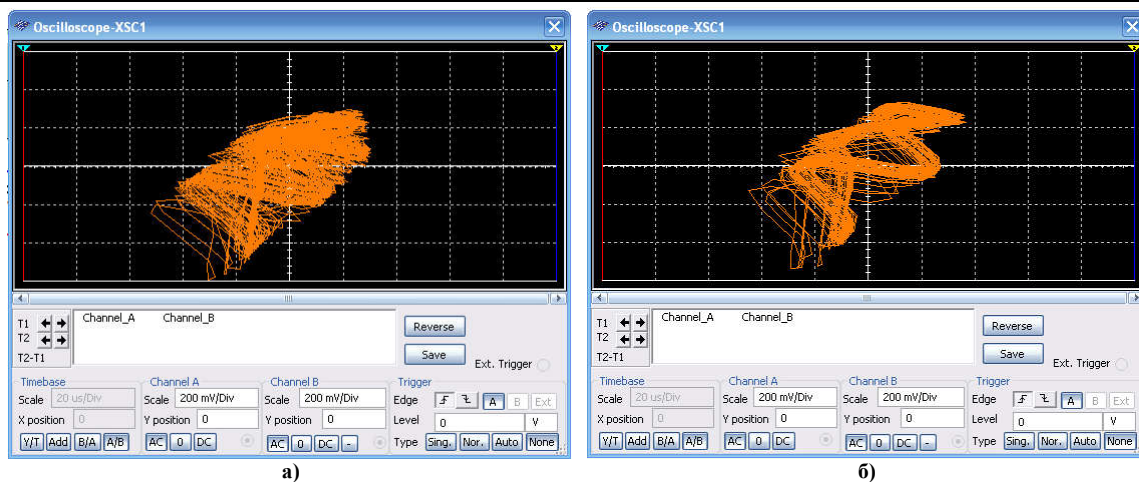


Рисунок 4 – Фазові портрети генератору при $V_1 = 1,0$ В і $V_2 = 1,5$ В (а) та $V_1 = 1,5$ В і $V_2 = 1,5$ В (б)

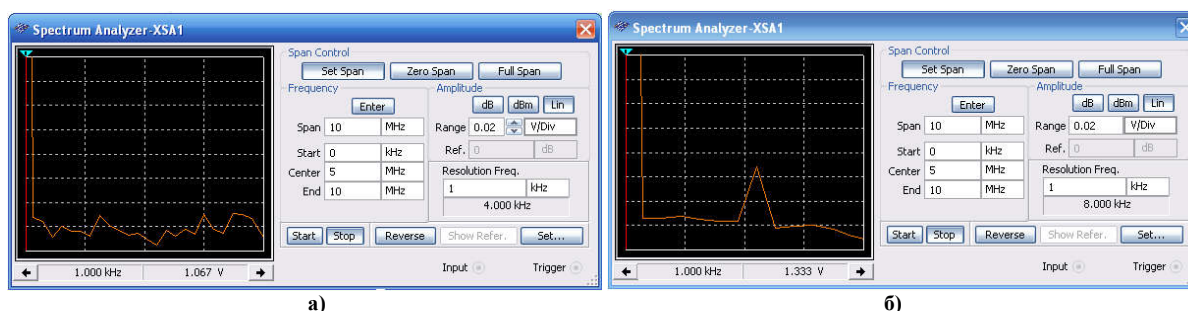


Рисунок 5 – Амплітудо-частотні спектри генерованої напруги U_{C2} при $V_1 = 1,0$ В і $V_2 = 1,5$ В (а) та $V_1 = 1,5$ В і $V_2 = 1,5$ В (б)

Висновки

У роботі отримано результати експериментальних досліджень малопотужного транзисторного генератору детермінованого хаосу на за допомогою засобів вимірювання NI Multisim. Здійснено статистичну обробку результатів вимірювання шляхом імпортування даних з Multisim до MATLAB.

Література

1. Генераторы хаотических колебаний: Учебное пособие. 2-е издание / [Б. И. Шахтарин, П. И. Кобылкина, Ю. А. Сидоркина, А. В. Кондратьев, С. В. Митин]. – М.: Гелиос АРВ, 2014. – 248 с.
2. Генерация хаоса / [Дмитриев А.С., Ефремова Е.В., Максимов Н.А., Панас А.И.] под общ. ред. Дмитриева А.С. – М.: Техносфера, 2012. – 424 с.
3. Осадчук В. С. Генераторы электрических колебаний на основе транзисторных структур с від'ємним опором : монографія / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, А. О. Семенов. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 184 с.
4. Функціональні вузли радіовимірювальних приладів на основі реактивних властивостей транзисторних структур з від'ємним опором : монографія / [Осадчук В. С., Осадчук О. В., Семенов А. О., Коваль К. О.]. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 336 с.
5. Elwakil A. S. A low-voltage, a low-power, chaotic oscillator, derived from a relaxation oscillator / A. S. Elwakil, M. P. Kennedy // *Microelectronic Journal*. 2002. – No 31. – pp. 459-468.

References

1. Generatory khaoticheskikh kolebaniy: Uchebnoe posobie. 2-e izdanie / [B. I. Shakhhtarin, P. I. Kobylkina, Yu. A. Sidorkina, A. V. Kondrat'ev, S. V. Mitin]. – М.: Gelios ARV, 2014. – 248 s.
2. Generatsiya khaosa / [Dmitriev A.S., Efremova E.V., Maksimov N.A., Panas A.I.] pod obshch. red. Dmitrieva A.S. – М.: Tekhnosfera, 2012. – 424 s.
3. Osadchuk V. S. Heneratory elektrychnykh kolyvan na osnovi tranzystornykh struktur z vid'iemnym oporom : monohrafiia / V. S. Osadchuk, O. V. Osadchuk, A. O. Semenov. – Vinnytsia: VNTU, 2009. – 184 s.
4. Funktsionalni vuzly radiovymiriuvalnykh pryladiv na osnovi reaktyvnykh vlastyvostey tranzys-tornykh struktur z vid'iemnym oporom : monohrafiia / [Osadchuk V. S., Osadchuk O. V., Semenov A. O., Koval K. O.]. – Vinnytsia: VNTU, 2011. – 336 s.
5. Elwakil A. S. A low-voltage, a low-power, chaotic oscillator, derived from a relaxation oscillator / A. S. Elwakil, M. P. Kennedy // *Microelectronic Journal*. – 2002. – No 31. – pp. 459-468.