

# Online pulse-exciting chaotic generator

Sviatoslav Khrapko, Oleg Eliyashiv

Department of Radio Engineering and Information Security,  
Jurij Fed'kovych Chernivtsi National University, UKRAINE,  
Chernivtsi, Storohynetska street 101

Deterministic chaos is a widespread phenomenon consisting in the appearing of nonlinear dynamical systems of complex aperiodic fluctuations. The construction and investigation of chaotic generators is a key issue for the development of nonlinear dynamics.

The paper elaborates a mathematical model of the online pulse-exciting chaotic generator and proposes its scheme-technical implementation.

The active linear four-terminal network, the main element of the system, is investigated.

The conducted research parameters of the scheme indicate the possibility of applying the pulse-exciting chaotic generator for building secure communication systems. The main advantage of such generators is the possibility of transition from complex periodic signals to chaotic oscillations, performed by means of control impulses of different frequencies.

Scheme-technical implementation of the active linear four-terminal network and nonlinear element is implemented by means of feedback current operational amplifiers which are nowadays widely used in modern chaos generators and secure communication due to a number of advantages over operational amplifiers.

The study of properties and scheme-technical solution of online pulse-exciting chaotic generator construction will provide several advantages such as connectivity with digital scheme, and also use it to replace the classical digital schemes of pseudorandom sequences.

The results of the study show the topicality of further study and the improvement of online pulse-exciting chaotic generator.

*Переклад зроблено Горьковою Н.Г., центр іноземних мов «Universal Talk», www.utalk.com.ua*

# Неавтономний імпульсно збуджуємий хаотичний генератор

Святослав Храпко, Олег Еліяшів

Кафедра радіотехніки та інформаційної безпеки,  
Чернівецький Національний Університет  
імені Юрія Федьковича, УКРАЇНА, м. Чернівці,  
вул.Сторожинецька, 101

*Запропонована схема реалізації неавтономного генератора хаосу імпульсно збуджуємого. Проведено дослідження властивостей активного лінійного чотирьохполюсника, і можливості його використання для систем з хаотичною поведінкою.*

**Ключові слова** –хаос, генератор, аттрактор.

## I. Вступ

Побудова та дослідження генераторів детермінованого хаосу є актуальним питанням для розвитку нелінійної динаміки. Неавтономні імпульсні генератори хаосу привертають до себе велику увагу у зв'язку з широкою областю їх застосування [1]. Використання прямокутних імпульсів для управління хаотичним станом системи, дозволяє отримати різноманітні періодичні і хаотичні коливання.

## II. Модель генератора хаосу неавтономно збуджуємого

Основою неавтономного генератора хаосу є активний лінійний чотирьохполюсник, до виходів якого приєднані конденсатори  $C_1$  і  $C_2$ , зображений на рис. 1 (а), що описується наступним виразом:

$$\begin{pmatrix} -C_1 V_{C_1} \\ -C_2 V_{C_2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} \\ q_{21} & q_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_{C_1} \\ V_{C_2} \end{pmatrix} \quad (1)$$

де  $V_{1,2} = VC_{1,2}$ ,  $I_{1,2} = -C_{1,2} \dot{V}_{C_{1,2}}$  відповідно і  $q_{11} = -q_{22}$  – постійні ненульові провідності.

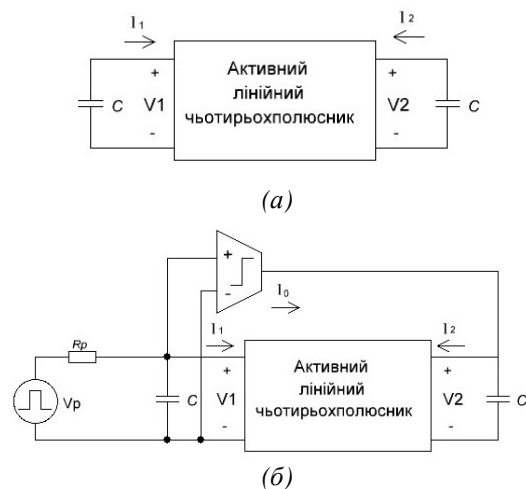


Рис.1. Активний лінійний чотирьохполюсник та структурна схема генератора хаотичних коливань неавтономно збудження а) і б) відповідно

При  $q_{11}=-q_{22}$  цей чотириполюсник є генератором гармонійних коливань. При виконанні умови  $q_{11}=-q_{22}$ , то і  $C_1=C_2=C$ .

Частота коливань генератора, буде рівною:

$$\omega_0 = \sqrt{npq_{22}} / C \quad (2)$$

де  $n$  – довільний масштабний коефіцієнт.

При введенні, в схему що розглядається гармонійного генератора зовнішнього періодичного збудження – послідовністю імпульсів  $V_p(t)$  вигляду:

$$V_p(t) = V_p \text{sign}(\sin \omega_p t) \quad (3)$$

де  $V_p$  – максимальна напруга,  $\omega_p$  – частота коливань, та додавання нелінійного елемента матимемо схему, що зображена на рис.1(б). Опір  $R_p$  використовується для регулювання сили струму збудження  $I_{cx}=(V_p-V_1)/R_p$ . Нелінійний елемент керується напругою  $V_1$  і струм на виході елемента дорівнюватиме:

$$I_0 = I_{нас} \text{sign}(V_1) = \begin{cases} I_{нас}, & V_1 \geq 0 \\ -I_{нас}, & V_1 < 0 \end{cases} \quad (4)$$

де  $I_{нас}$  – струм насичення нелінійного елемента.

Використовуючи співвідношення (1)–(3), рівняння що описує систему можна записати в наступному вигляді:

$$C \dot{V}_{C_1} = -(q_{11} + q_p)V_{C_1} - q_{12}V_{C_2} + q_p V_p(t) \quad (5)$$

$$C \dot{V}_{C_2} = -q_{21}V_{C_1} - q_{22}V_{C_2} + I_0$$

На рис. 2 представлені можливі варіанти реалізації генератора, що описується рівняннями (5), зі структурною схемою представленою на рис.1(б).

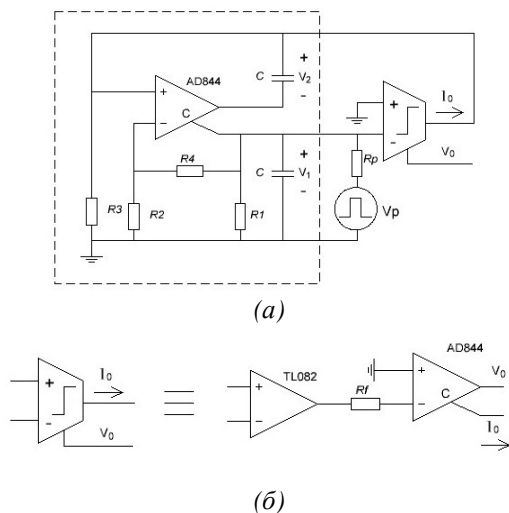
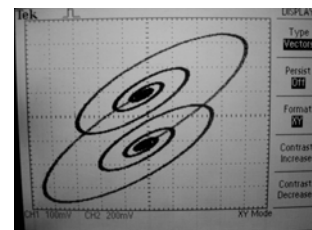


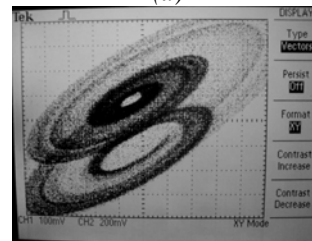
Рис.2. Схема електрично-принципова неавтономного генератора та реалізація структури нелінійного елемента, а) і б) відповідно

### III. Результати експерименту

Експериментальні результати отримані при наступних значеннях параметрів елементів схеми:  $R_1=R_3=10$  кОм,  $R_2=4,02$  кОм,  $R_4=100$  кОм,  $R_p=20$  кОм,  $R_f=125$  кОм,  $C=1$  нФ [2]. При експериментальних дослідженнях частота прямокутних імпульсів керування змінювалась в діапазоні 4–10kHz. Амплітуда імпульсів керування становила 1 В. На рис.3(а) зображено проекцію аттрактора на площину  $x-y$ , при поданні імпульсів керування з частотою 2 kHz спостерігались періодичні перехідні процеси. Зі збільшенням частоти до 5 kHz система характеризується хаотичною поведінкою, фазова траєкторія системи зображена на рис.3(б).



(а)



(б)

Рис.3. Проекція аттрактора системи на площину  $x-y$ , періодичного режиму і хаотичного, а) і б) відповідно

### Висновок

В роботі запропонована схемотехнічна реалізація неавтономного генератора хаотичних коливань імпульсно збуджуемого, та досліджено його поведінку при різних частотах імпульсів керування.

### Література

- [1] Шахтарин Б.И. Генераторы хаотических колебаний / Б.И. Шахтарин, П.И. Кобылкина, Ю.А. Сидоркина, А.В. Кондратьев, С.В. Митин // Учебное пособие. – М.: Гелиос АРВ, 2007. – С. 232-235.
- [2] S. Ozoguz On the realization of circuit-independent nonautonomous pulse-excited chaotic oscillator circuits / S. Ozoguz, A. S. Elwakil // IEEE Trans. Circuits & Syst.-II, vol. 51, pp. 552-556, 2004.