

**Электронное устройство, реализующее
странный нехаотический аттрактор Ханта–Отта**

С. П. Кузнецов

Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова
РАН

Россия, 410019 Саратов, ул. Зеленая, 38

E-mail: spkuz@yandex.ru

Поступила в редакцию 30.10.2018, принята к публикации 18.12.2018

Тема и цель исследования. Цель работы – предложить схему электронного устройства, представляющего собой неавтономную динамическую систему со странным нехаотическим аттрактором, нечувствительным к вариации параметров (с тем существенным ограничением, что остается неизменным задаваемое иррациональным числом отношение частот компонент внешнего воздействия). Исследуемые модели. Рассматривается схема на основе двух автоколебательных элементов, возбуждающихся поочередно за счет модуляции параметров, причем фазы возбуждения передаются от одной подсистемы к другой так, что за период модуляции для них реализуется отображение с определенными топологическими свойствами, соответствующими формальной модели, предложенной Хантом и Оттом. Результаты. Проведено моделирование процесса функционирования схемы в программной среде Multisim, результаты которого позволили подтвердить правомерность отнесения аттрактора к классу Ханта–Отта. Представлены осциллограммы порождаемых системой сигналов, фазовый портрет аттрактора, диаграммы, иллюстрирующие топологическую природу отображения для фаз и характер инвариантного распределения плотности вероятности на аттракторе. Обсуждение. С точки зрения дискутируемых возможных применений странных нехаотических аттракторов (системы коммуникации, обработки информации, криптографические схемы) грубость рассмотренной системы составляет очевидное преимущество. В методическом плане предлагаемый материал может быть интересен для студентов и аспирантов, специализирующихся в области радиофизики и электроники, в плане обучения принципам построения и анализа систем со сложной динамикой. Хотя приведенная схема является низкочастотной (звуковые частоты), она, очевидно, допускает модификацию для использования в области частот радиодиапазона.

Ключевые слова: динамическая система, странный нехаотический аттрактор, генератор сложных сигналов, схемотехническое моделирование.

Образец цитирования: Кузнецов С.П. Электронное устройство, реализующее странный нехаотический аттрактор Ханта–Отта // Изв. вузов. ПНД. 2019. Т. 27, No 2. С. 61–72. <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2019-27-2-61-72>

An electronic device implementing a strange nonchaotic Hunt–Ott attractor

S. P. Kuznetsov

Kotelnikov's Institute of Radio-Engineering and Electronics of RAS, Saratov Branch,
38, Zelenaya st., 410019 Saratov, Russia
E-mail: spkuz@yandex.ru

Received 30.10.2018, accepted for publication 18.12.2018

Topic and aim. The aim of the article is to propose an electronic device representing a non-autonomous dynamical system with a strange nonchaotic attractor insensitive to variation of parameters (with the only limitation that the ratio of the frequencies of the components of the external control driving remains unchanged being equal to a fixed irrational number). **Investigated model.** A scheme is composed of two self-oscillating elements excited alternately due to the external modulation of parameters, and the excitation phases are transferred from one subsystem to another in such way that on a period of the modulation they are transformed with fulfillment of certain topological properties corresponding to the formal model proposed by Hunt and Ott. **Results.** The simulation of the operation of the circuit in Multisim software has been carried out, the results of which allow to confirm validity of the attributing the attractor to the Hunt–Ott class. Oscilloscope traces of signals generated by the system, phase portrait of the attractor, diagrams illustrating the topological nature of the transformation for the phases and the nature of the invariant probability density distribution on the attractor are presented. **Discussion.** From the point of view of possible applications of strange nonchaotic attractors (communication systems, information processing, cryptographic schemes), the robustness of the considered system is an obvious advantage. In terms of methodology, the proposed material may be interesting for teaching undergraduate and graduate students specializing in radiophysics and electronics with principles of design and analyzing systems with complex dynamics. Although the scheme is demonstrated for a low-frequency band (sound frequencies), it obviously allows modification for use in the radio-frequency band.

Key words: dynamical system, strange nonchaotic attractor, complex signal generation, circuit simulation

Reference: Kuznetsov S.P. An electronic device implementing a strange nonchaotic Hunt–Ott attractor. *Izvestiya VUZ, Applied Nonlinear Dynamics*, 2019, vol. 27, no. 2, pp. 61–72. <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2019-27-2-61-72>