

СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ КОЛЬЦЕВОЙ СТРУКТУРЫ С ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКОЙ, ОТВЕЧАЮЩЕЙ АТТРАКТОРУ СМЕЙЛА – ВИЛЬЯМСА

Д.С. Аржанухина, С.П. Кузнецов

ОАО «Саратовский радиоприборный завод»

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

E-mail: arzhanukhinadarja@rambler.ru

Один из продуктивных подходов к построению генераторов хаоса состоит в использовании схем в виде кольцевых цепочек, составленных из нелинейных активных и пассивных элементов и фильтров первого и второго порядка. Генерация в них обусловлена наличием обратной связи в силу замыкания кольца, а не автоколебательной природой индивидуальных элементов. Такие схемы в разных вариантах были предложены, исследованы теоретически и численно, а также созданы в виде реальных электронных устройств в ИРЭ РАН группой А.С.Дмитриева и его сотрудников [1]. Заслуживает внимания вопрос о построении на этой основе генераторов грубого гиперболического хаоса [2], первые примеры которых предложены В.П. Кругловым [3, 4]. В настоящей работе предложены два варианта схемотехнической реализации кольцевых генераторов, функционирование которых обусловлено присутствием аттракторов Смейла – Вильямса, и представлены результаты схемотехнического моделирования в среде Multisim.

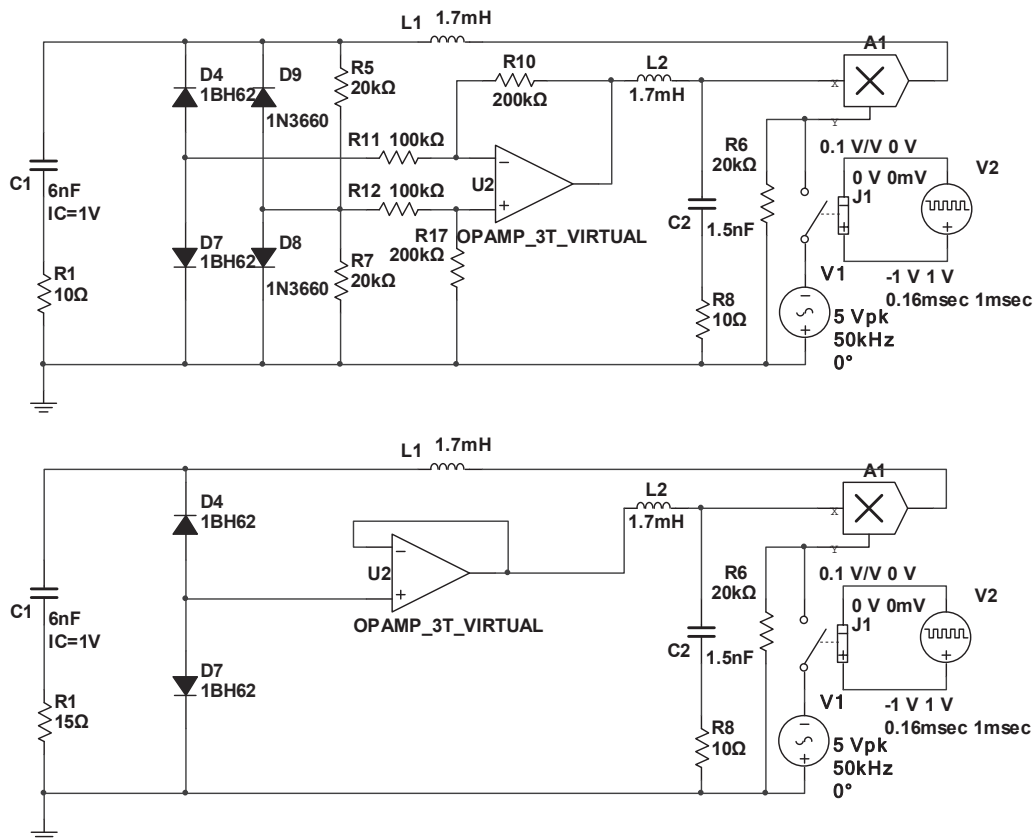


Рис.1. Схемы устройств с динамикой, соответствующей аттрактору Смейла-Вильямса.

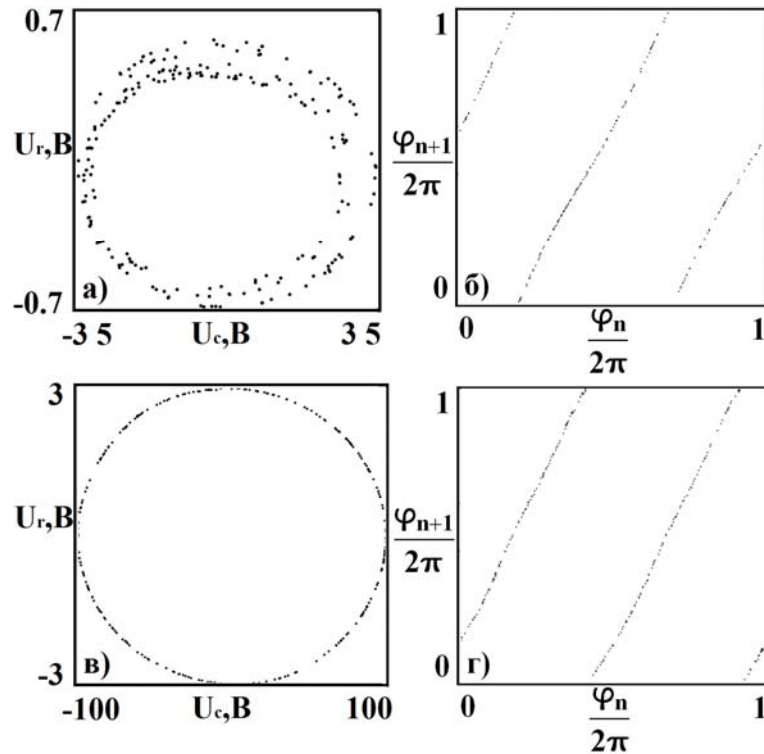


Рис.2. Фазовые портреты и диаграммы для фаз первой схемы (а, б) и второй схемы (в, г).

На рис.1 представлены схемы устройств, состоящих из двух осцилляторов, собственные частоты которых находятся в соотношении 1:2, и двух нелинейных элементов. Операционный усилитель совместно с диодами и резисторами образует первый нелинейный элемент, с квадратичной характеристикой при малых амплитудах и дальнейшим насыщением, которое обусловлено предельными параметрами операционных усилителей. На втором нелинейном элементе происходит умножение сигнала удвоенной частоты на вспомогательный внешний сигнал. Рис 2. демонстрирует графики, полученные при моделировании схем в среде Multisim с последующей обработкой данных внешней программой. На рис 2 а, в представлены фазовые портреты аттракторов в стробоскопическом сечении, а на диаграммах б, г данные в виде зависимости значений фаз φ_{n+1} от φ_n . Как можно видеть, диаграммы для фаз соответствуют растягивающему отображению окружности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 16-32-00449 (Д.С.А.) и 16-02-00135 (С.П.К.)).

Библиографический список

1. Дмитриев А.С., Ефремова Е.В., Максимов Н.А., Панас А.И. Генерация хаоса. М.: Техносфера, 2012. 424с.
2. Кузнецов С.П. Динамический хаос и гиперболические аттракторы: от математики к физике. ИКИ Москва - Ижевск, 2013. 488с.
3. Круглов В.П. // Известия вузов – Прикладная нелинейная динамика. 2010. Т. 18, № 5. С. 138-150.
4. Круглов В.П. // Известия вузов – Прикладная нелинейная динамика. 2012. Т. 20, № 1. С. 124-128.