

©2011 р. О.М. Еліяшів, С.М. Храпко, Л.Ф.Політанський

Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, Чернівці

ГЕНЕРАТОР ГІПЕРХАОТИЧНИХ КОЛИВАНЬ НА ОСНОВІ СХЕМ ЧУА

Спроектвана електрична принципова схема генератора, що реалізує гіперхаотичні коливання. Досліджено властивості генератора детермінованих гіперхаотичних коливань аналогового типу, що може бути використано в експериментальних дослідженнях системи передавання інформації з використанням хаосу, а також при вивченні нелінійних і хаотичних коливань у детермінованих системах. Отримані вольт-амперні характеристики нелінійного елемента за різних режимів ввімкнення, та чотирьох- і шестивиткові аттрактори системи.

Ключові слова: гіперхаос, Чуа, аттрактор.

Спроектирована электрическая принципиальная схема генератора, реализующая гиперхаотические колебания. Исследованы генератор детерминированных гиперхаотических колебаний аналогового типа, что может быть использовано в экспериментальных исследованиях системы передачи информации с использованием хаоса, а также при изучении нелинейных и хаотических колебаний в детерминированных системах. Получены вольт-амперные характеристики нелинейного элемента при различных режимах включения, четырех- и шестивитковые аттракторы системы.

Ключевые слова: гиперхаос, Чуа, аттрактор.

Designed circuit electric generator principle, which sells hiperhaotychni fluctuations. Investigated the generator hyperchaotic deterministic oscillations of the analog type, that can be used in experimental studies of transmission of information using chaos and, in the study of nonlinear and chaotic oscillations in deterministic systems. In the studies were obtained current-voltage characteristics of the nonlinear element in enabling different modes, and four and six coils attractors system.

Keywords: hiperhaos, Chua, attrktor.

В умовах швидкого розвитку інформаційних технологій і вдосконалення технічних засобів оброблення, передавання і зберігання інформації проводиться розроблення нових технічних засобів для забезпечення конфіденційності при передаванні інформації. Одним з напрямків вирішення цього завдання є використання широкосмугових хаотичних сигналів. Кількість праць, присвячених застосуванню у системах зв'язку широкосмугових хаотичних коливань, постійно зростає. Встановлено, що при певних умовах у деяких динамічних системах виникають особливого типу нелінійні коливання, спектр яких не відрізняється від спектра нормального шумового процесу. При цьому існує певний алгоритм, що забезпечує відтворення таких коливань.

Головна особливість детермінованих хаотичних коливань полягає у їх великій ін-

формаційній місткості. Можливість їх застосування у системах передавання інформації обумовлена перш за все існуванням певного детермінованого алгоритму, за допомогою якого можна забезпечувати відтворюваність хаотичних коливань безмежну кількість разів, що необхідно для технічного використання [1].

Отже, розробка фізичних моделей генераторів детермінованого хаосу і дослідження їх властивостей є актуальним завданням, перш за все для створення телекомунікаційних систем, а також для застосування в інших галузях науки і техніки.

Досліджувана модель

Схеми Чуа є однією із найпростіших систем з хаотичною поведінкою і визначається як автоколивна система з 1,5 ступенями вільності [2]. Схема складається з коливного контуру з втратами $rLC2$, інерційної ланки $RC1$

і активного нелінійного елемента, реалізованого за допомогою операційних підсилювачів (рис. 1).

У схемі генератора гіперхаотичних коливань, легко розпізнати модифіковану схему Чуа, що описується системою рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dV_{C1}}{dt} = \frac{1}{R_{C1}}(V_{C2} - V_{C1}) - \frac{1}{C_1} f(V_{C1}), \\ \frac{dV_{C2}}{dt} = \frac{1}{R_{C2}}(V_{C1} - V_{C2}) + \frac{1}{C_2} i_L, \\ \frac{di_L}{dt} = -\frac{1}{L}(V_{C3} - V_{C2}), \\ \frac{dV_{C3}}{dt} = -\frac{1}{C_3} i_L - \frac{1}{R_0 C_3} V_{C3}, \end{cases} \quad (1)$$

де $f(V_{C1})$ – кусково-лінійна характеристика нелінійного елемента.

$$\begin{aligned} f(V_{C1}) &= \frac{m_{N-1}}{R} V_{C1} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{m_{i-1}}{R} - \frac{m_i}{R} \right) \times \\ &\times (|V_{C1} + E_i| - |V_{C1} - E_i|) = \\ &= G_{N-1} V_{C1} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-1} (G_{i-1} - G_i) \times \\ &\times (|V_{C1} + E_i| - |V_{C1} - E_i|), \end{aligned} \quad (2)$$

де G_{i-1} , G_i – розмірні крутизни лінійних ділянок, $+E_i$, $-E_i$ – точки перегину нелінійної характеристики, $E_i = x_i B_P$, $G_i = m_i/R$, $B_P = 1$ В.

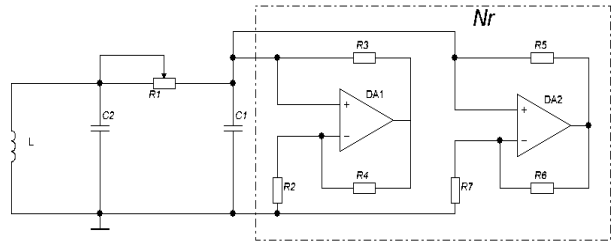


Рис 1. Генератор Чуа.

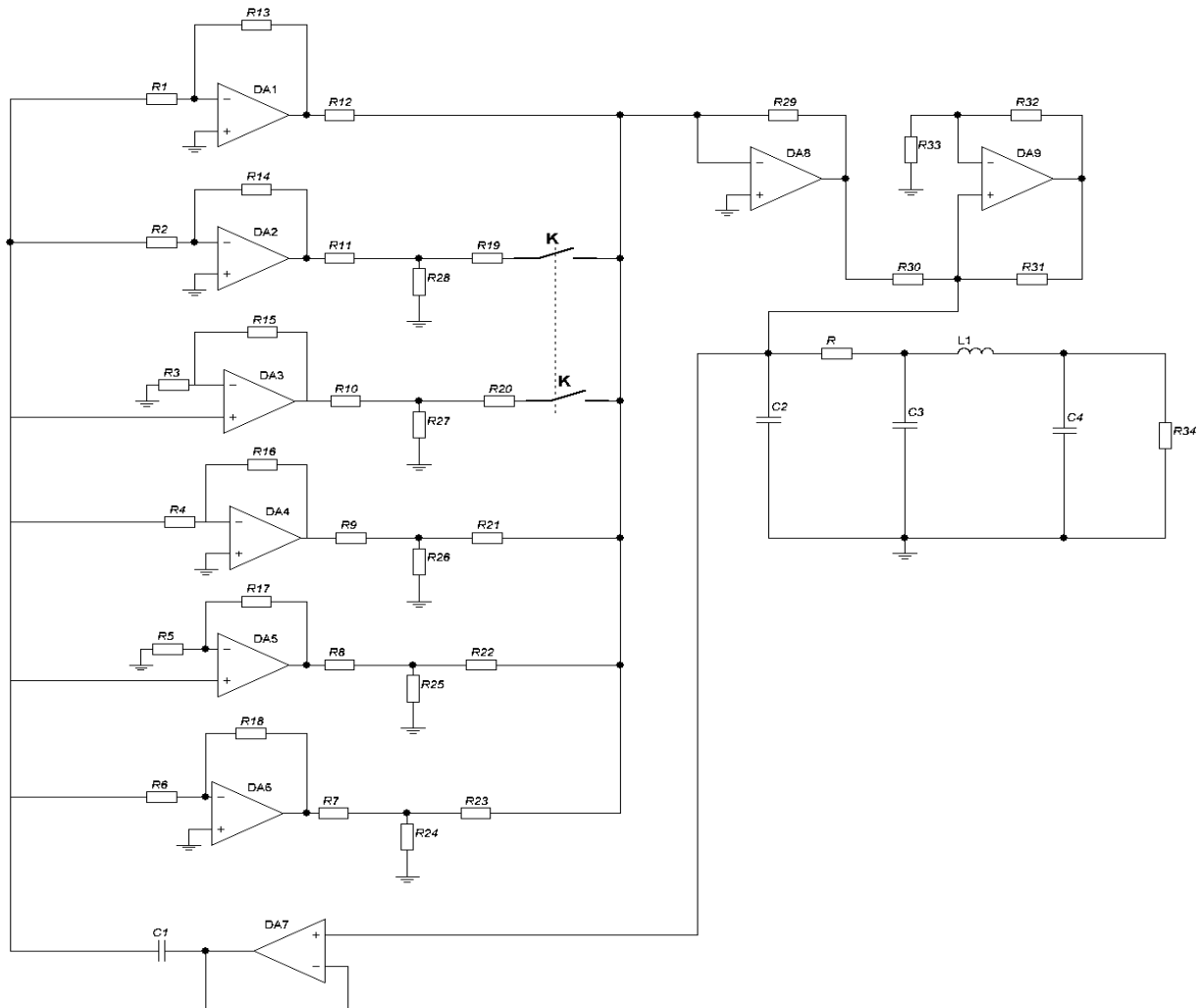


Рис. 2. Досліджувана схема генератора гіперхаотичних коливань на основі схеми Чуа.

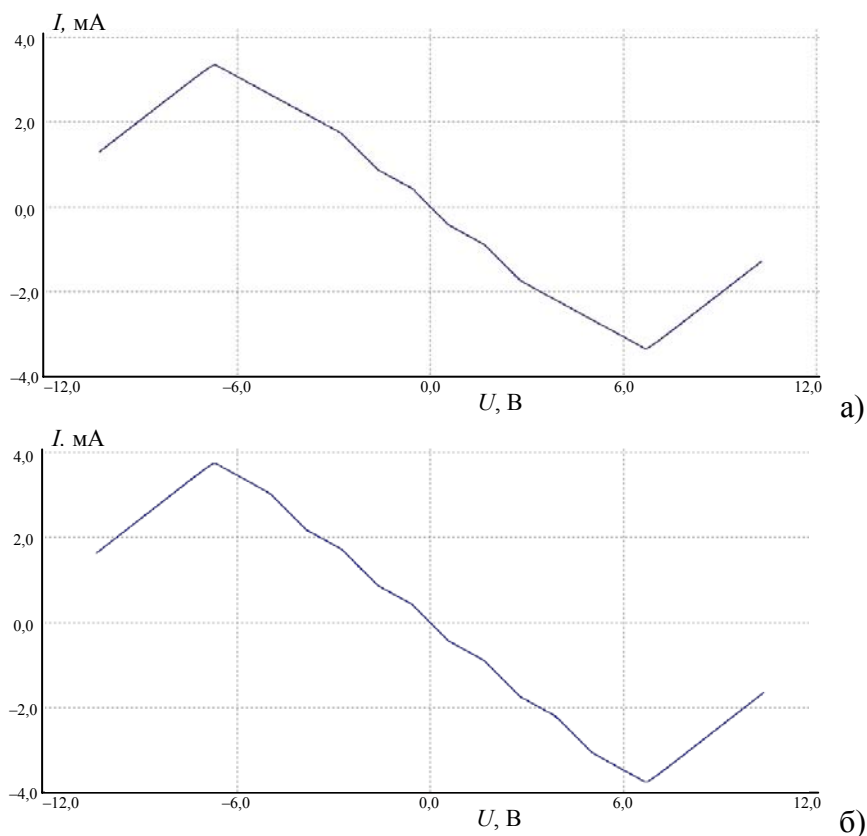


Рис. 3. ВАХ нелінійного елемента схеми при режимі генерування чотирьох- (а) і шестивиткового (б) аттрактора.

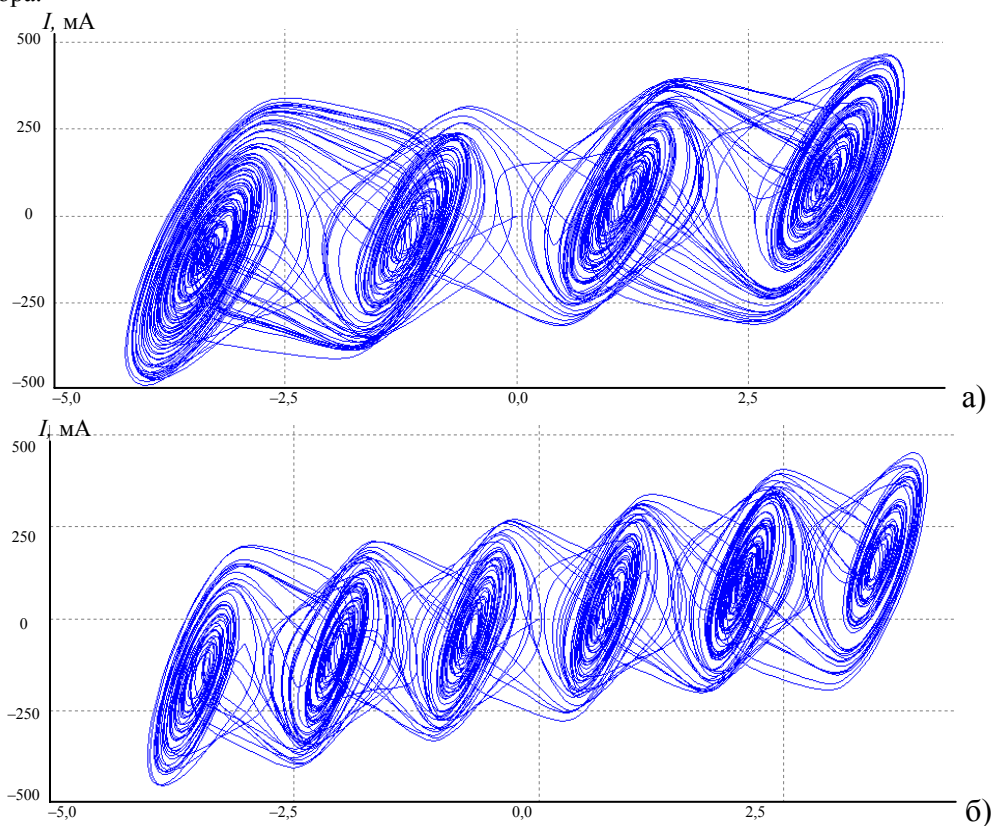


Рис. 4. Хаотичний чотирьох- (а) і шестивитковий (б) аттрактор схеми генератора гіперхаотичних коливань на основі схеми Чуа (осцилограма фазової траєкторії на площині V_{C3}, V_{C2}).

Генератор гіперхаотичних коливань на основі схеми Чуа працює у двох режимах, що дозволяє отримати чотирьох- і шестивитковий хаотичний аттрактори. Керування режимами роботи генератора, схема якого наведена на рис.2, здійснюється за допомогою ключа K .

Комп'ютерне моделювання

Моделювання системи проводилось у середовищі *Micro Cap*. У результаті моделювання були отримані ВАХ нелінійного елемента за різних режимів ввімкнення, осцилограми часових залежностей сигналів V_{C3} , V_{C2} , і чотирьох- і шестивиткові аттрактори системи.

Результати комп'ютерного моделювання схеми гіперхаотичного генератора на осно-

ві Чуа у програмному середовищі *Micro-Cap* наведені на рис.3-5.

Для моделювання схеми генератора гіперхаотичних коливань на основі схеми Чуа використовувалися компоненти з наступними номіналами: $C1=200$ мкФ, $C2=10$ нФ, $C3=100$ нФ, $C4=2$ мкФ, $L=22$ мГн, $R1=R2=R3=R4=R5=R6=20$ кОм, $R13=16,5$ кОм, $R14=53,8$ кОм, $R15=49,6$ кОм, $R16=96,8$ кОм, $R17=143$ кОм, $R18=476$ кОм, $R11=5,7$ кОм, $R10=7,9$ кОм, $R9=11,8$ кОм, $R8=21,4$ кОм, $R7=66,2$ кОм, $R1=1,64$ кОм, $R34=60$ Ом, $R12=R19=R20=R21=R22=R23=R28=200$ кОм, $R28=R27=R26=R25=R24=R33=R32=R30=R31=2$ кОм, $R7=R8=300$ Ом, $R6=1,25$ кОм, $DA=TL082$.

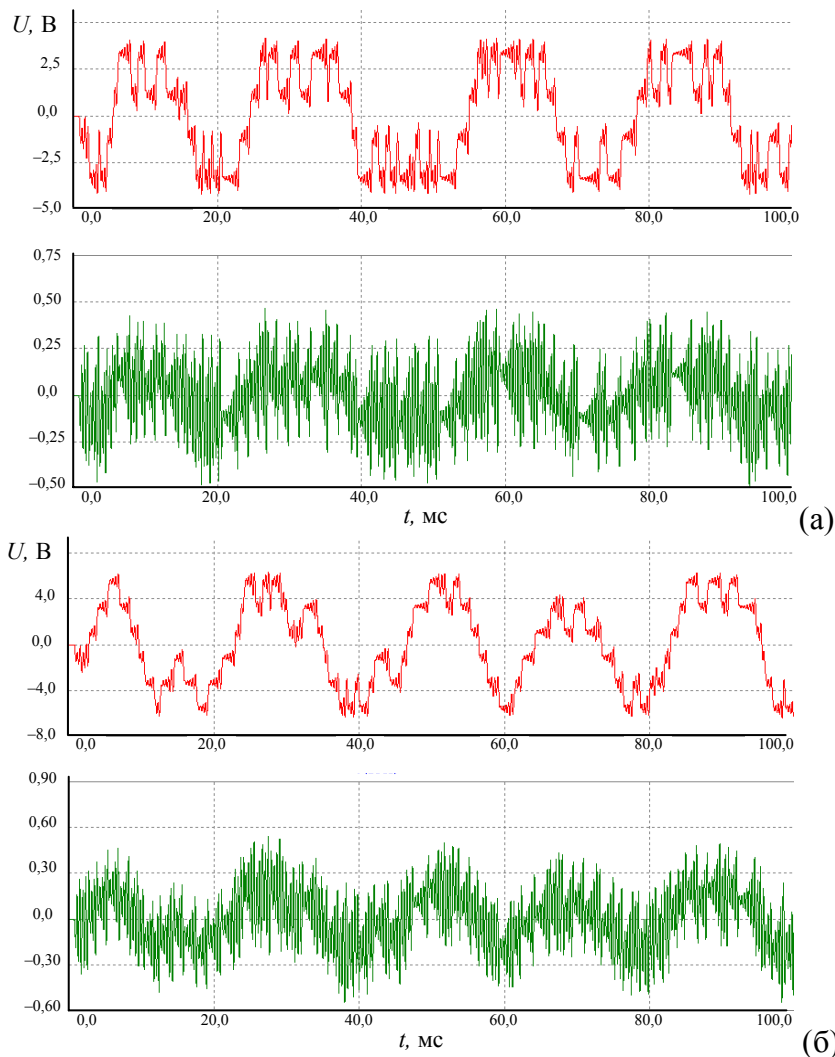


Рис. 5. Осцилограма часових залежностей сигналів V_{C2} , V_{C3} генератора гіперхаотичних коливань на основі схеми Чуа при режимі генерування чотирьох- (а) і шестивиткового (б) аттрактора.

Висновки

Представлений гіперхаотичний генератор хаотичних коливань з можливістю перемикання режимів роботи. Досліджено його властивості. Основна увага при цьому надавалась питанню керованості режимами роботи генератора і перевірці стійкості його роботи у хаотичних режимах. Змодельовано і досліджено нелінійний елемент схеми.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Jinhu L., Guanrong C.* Generating multiscroll chaotic ttractors: theories, methods and applications // International journal of Bifurcation and Chaos. – 2006. – **16**. – P.775.
2. *Kennedy M. P.* Three steps to chaos–part II: A Chua’s circuit primer // IEEE Transaction on circuits and systems. I. Fundamental theory and applications. – 1993. – **40**. – P.657.
3. *Yu S.M., Ma Z.G., Qui S.S. et all.* Generation and synchronization of n-scroll chaotic and hyperchaotic attractors in fourthorder systems // Chin. Phys. –2004. – **13**. – P.317.