

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В АВТОГЕНЕРАТОРНОМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НА ОСНОВЕ ЦЕПИ ЧУА

Патрушева Т.В., Патрушев Е.М.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
г. Барнаул

Разработка измерительного преобразователя, основанного на осцилляторе Чуа должна учитывать рабочий диапазон измеряемых величин. Так как принципиальная схема содержит три реактивных элемента, оценим возможность применения каждой из них в качестве модулирующего параметра схемы. Анализ режима бифуркаций определит информативный параметр измерительного преобразователя. Ранее нами был рассмотрен возможный рабочий диапазон по каждому из модулирующих параметров, без учёта анализа выходного сигнала, были получены пределы существования хаоса в системе [1].

Рассмотрим механизм чувствительности цепи Чуа в пространстве двух бифуркационных параметров  $\alpha$  и  $\beta$ . Учитывая, что траектория движения системы определяется ее собственными значениями, которые непосредственно зависят от  $\alpha$  и  $\beta$ , будем в качестве выходного параметра рассматривать

величину средней скорости движения по аттрактору. Ограничим область исследования только зоной, в которой наблюдаются хаотические колебания с аттрактором «двойной завиток».

Экспериментальные зависимости проще всего получить используя методы численного моделирования. Лучше всего воспользоваться численными методами Рунге-Кутты [2], и в расчётах реализовать алгоритм обработки выходного сигнала, но проще и быстрее построить измерительный преобразователь в системе схемотехнического моделирования.

В MicroCap 9 была выполнена схема осциллятора Чуа, а также схемы обработки к ней. Так как требовалось получить среднюю скорость движения по аттрактору, в трёхмерном пространстве параметров  $vC2, vC2, iL$  то была использована нелинейная схема обработки, представленная на рисунке 1.

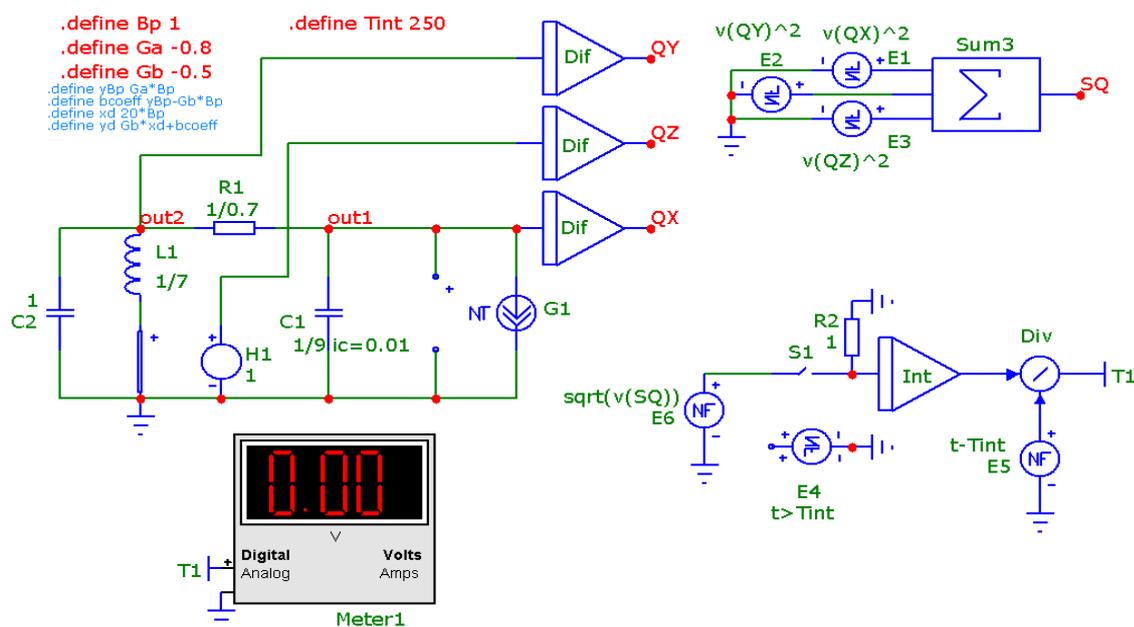


Рисунок 1 – Расчётная схема для определения средней скорости движения по аттрактору. Элементы  $C1, C2, L1, R1, G1$  – цепь Чуа; Dif – дифференциаторы; Sum3 – сумматор на 3 входа; Int – интегратор; Div – делитель; Meter1-показывающий прибор

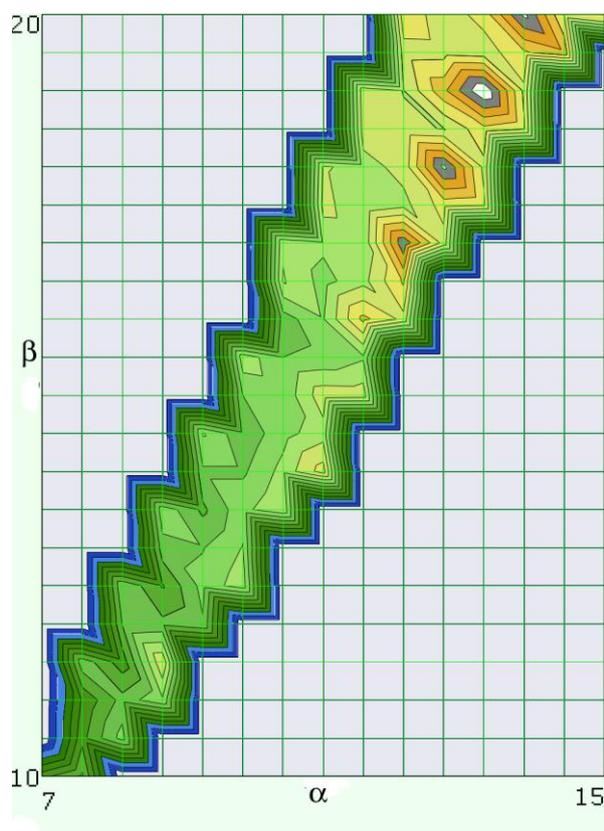


Рисунок 2 – Бифуркационная диаграмма средней скорости движения по аттрактору в пространстве параметров  $\alpha$  и  $\beta$ . Светлые области показывают более высокую скорость

Интервал времени исследования задавался 1000с, однако расчёт средней скорости выполнялся начиная с 250с для устранения влияния начальных переходных процессов.

Величина  $\alpha$  задавалась в интервале [7,15] с шагом 0,5, величина  $\beta$  задавалась в интервале [10,20] с шагом 0,5. Фиксировались только те области, в которых траектория системы посещала все окрестности своих трёх точек равновесия. Отдельно отмечались случаи когда обнаруживались окна периодичности. Бифуркационные параметры устанавливались в схему заданием величины элементов согласно следующим соотношениям [3]

$$\alpha = \frac{C_2}{C_1} \quad \beta = \frac{C_2}{L \cdot G^2} \quad (1)$$

На рисунке 2 представлена полученная бифуркационная диаграмма, она имеет несколько угловатый вид из-за значительной величины шага при исследовании.

Тем не менее, проведённое исследование позволило подтвердить ранее сделанные предположения, а именно:

- хаотическая область весьма неоднородна по своей структуре, нередки окна периодичности;

- отсутствуют зоны протяжённого роста информативного параметра, скорее можно говорить об одиночных пиках;

- непосредственное преобразование измеряемой величины в сигнал возможно только в узком диапазоне;

- наибольшая средняя скорость движения наблюдалась в окнах периодичности, а наименьшая вблизи границ рождения и гибели аттрактора;

- наиболее значительный прирост информативного параметра наблюдался вблизи границы хаоса и порядка, что даёт предпосылки для использования этого свойства в более сложных структурах, например в связанных системах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патрушев Е.М., Патрушева Т.В. Выбор оптимального режима работы измерительного преобразователя основанного на осцилляторе Чуа//Измерение, контроль и информатизация: Материалы девятой международной научно-технической конференции ИКИ-2009.- Барнаул: АлтГТУ, 2009.с93-93.
2. Kennedy, M.P. ABC (Adventures in Bifurcation and Chaos): a program for studying chaos. Journal of the Franklin Institute, vol.331B, no.6,1994. pp.631-658.
3. Matsumoto, T., Chua, L.O., Komuro, M.; "Birth and death of the double scroll," Physica D, Jan.-Feb. 1987, vol. 24D, (no. 1-3): 97-124.