

ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СИГНАЛУ ВІД РЕЗИСТИВНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА НА ОСНОВІ RL-ДІОДНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЕТЕРМІНОВАНО-ХАОТИЧНОГО СИГНАЛУ

© В. Кучерук, В. Маньковська, В. Севастьянов, 2017

Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Ускладнення технологічних процесів призводить до необхідності визначення великої кількості фізичних величин. Автоматизація складних виробничих процесів пов'язана із застосуванням різних вимірювальних перетворювачів, що забезпечують отримання оперативної вимірювальної інформації в належному обсязі і ефективно управління технологічним процесом. Найбільш розповсюдженими є параметричні резистивні вимірювальні перетворювачі.

Значним науковим відкриттям останніх десятиліть є відкриття детермінованого хаосу в динамічних системах [1]. Суть цього відкриття полягає в тому, що повністю певна (детермінована) динамічна система, при відсутності будь-яких випадкових впливів на неї, починає поводитися непередбачуваним (хаотичним) чином. Однак у цій непередбачуваності (хаотичності) при більш ретельнім розгляді вдається виявити ряд закономірностей в поведінці системи, відрізняє дане явище від класичних випадкових процесів. Незважаючи на хаотичний характер, коли на практиці передбачити стан системи в заданий момент часу можна тільки статистично, процес в таких системах істотно відрізняється від звичайного статистичного шуму. До фундаментальних властивостей таких систем відноситься досить висока чутливість хаотичного процесу до зміни внутрішніх параметрів генератора детерміновано-хаотичного сигналу.

Було встановлено, що характерні риси, встановлені для одних хаотичних систем, також виявляються і у більшості інших. Так, наприклад, більшості хаотичних систем притаманні сценарії виникнення хаосу через каскад біфуркацій подвоєння періоду, руйнування тора, чергування (рос. „перемежаемость”, англ. „intermittency”). Самі сигнали, одержувані від генераторів детерміновано-хаотичного сигналу, також мають схожі властивості – неповторюваний процес в часовій області і складний спектр, з нерівномірною структурою заповнення смуги частот. Частотний і часовий аналіз сигналів генераторів детерміновано-хаотичного сигналу без зусиль дозволяє встановити їх фрактальну структуру, в якій присутня самоподібність в менших масштабах. Виявлення такого поєднання властивостей в простих системах привело до досліджень в області застосування генераторів детерміновано-хаотичного сигналу для практичних потреб, в тому числі і для вимірювань, але первісний захват дослідників тепер слід визнати згаслим в зв'язку з тим, що більшість вимірювань хаотичного атрактора залежно від параметрів системи - також мають фрактальний характер.

Якщо вимірювальний перетворювач, представлений на рис. 1, піддається параметричному впливу на свою систему вимірюваною величиною v , то вихідний відгук такої системи $F(v, t)$ буде складною залежністю, що є аттрактором в тривимірному просторі. Якщо вхідний вплив v змінюється - то, відповідно, змінюються параметри динамічної системи і, аттрактор, який вона формує.

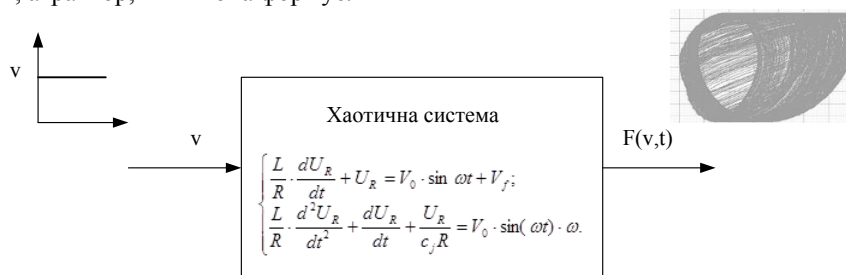


Рис. 1. Вимірювальний перетворювач на основі RL-діодного генератора детерміновано-хаотичного сигналу

Вимірювальний перетворювач, в основі якого лежить RL-діодний генератор детерміновано-хаотичного сигналу (рис. 2), є коливальною системою зі складною динамікою [2]. Різноманітні коливальні режими, які демонструє така система, потребують детального розгляду для вибору оптимальних режимів роботи вимірювального перетворювача. Схема включає в себе всього два лінійні елементи (опір R і індуктивність L) і один нелінійний елемент (діод D). При виборі елементів схеми перетворювача на основі RL-діодного генератора детерміновано-хаотичного сигналу необхідно враховувати не тільки можливість попадання в зону хаосу, але також сусідство з іншими коливальними системами.

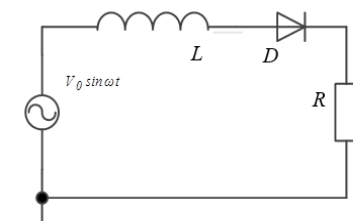


Рис. 2. Схема RL-діодного генератора детерміновано-хаотичного сигналу

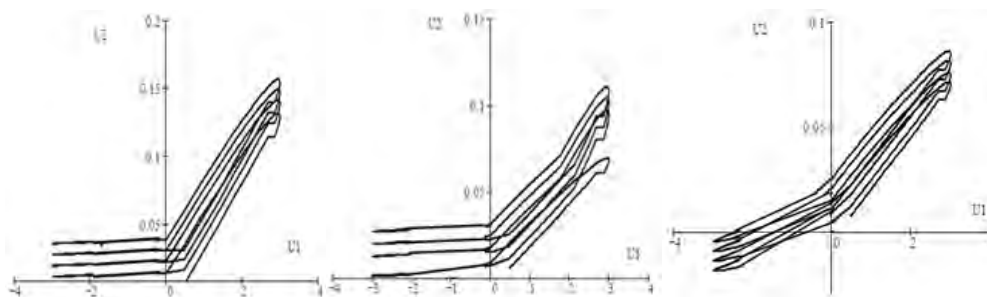


Рис. 3. Атрактори RL-діодного генератора детерміновано-хаотичного сигналу при різних параметрах

Аналіз атракторів, представлених на рис. 3 показує, що в RL-діодному генераторі детерміновано-хаотичного сигналу, якщо період коливальних порівнюємо з постійною часу перехідного процесу, може виникнути ситуація, коли в кінці періоду струм в колі не загасає до нуля і новий період починається з ненульових початкових умов. При цьому, внаслідок суттєвої нелінійності параметрів схеми заміщення діода, в ланцюзі має місце практично незатухаючий перехідний процес, який набуває форми хаотичних коливальних. При збільшенні індуктивності ланцюга розмах атрактора збільшується. У разі збільшення частоти вхідної напруги спостерігається тенденція деякого зміщення атрактора в напрямку негативних напруг.

Виконати вимірювання атрактора - завдання, яке повинно бути виконано для отримання інформації про вимірювальну величину v . Серед відомих, для практичного втілення, методів, слід відзначити наступні: вимірювання об'єму атрактора шляхом оцінки величини паралелепіпеда описаного навколо атрактора, вимірювання середньої швидкості точки по атрактору, чисельне знаходження по часових рядах фрактальної, кореляційної або інформаційної розмірностей [3], знаходження старшого показника Ляпунова і т. д. Однак залежність одержуваних оцінок від величини вхідного впливу носить виключно фрактальний характер: як правило, завжди немонотонна, з повною відсутністю лінійних ділянок, самоподібна в менших масштабах.

Проте, такі вимірювання можуть бути корисні в біфуркаційних вимірювальних перетворювачах, дозволяючи безпомилково відрізнити хаотичний рух від періодичного.

1. Воронов С.С., Колпакова Л.В., Кузнецов В.А. Метод хаотического генератора: подходы к диагностированию параметров нелинейных хаотических систем. //Измерительная техника.-2000. – №4. – С.19-21. 2. W. Kucheruk, Z. L. Warsza, W. Sewastyanow, W. Mankowska Generator oscylacji chaotycznych o układzie RL-diody jako przetwornik rezystancja-napięcie. // Przegląd Elektrotechniczny, 2013, V. 10, p. 266-269. 3. Патрушева Т. В. Численное моделирование процесса обнаружения периодических сигналов на фоне преобладающих шумов в приборах контроля, основанных на использовании генераторов хаоса /Т. В. Патрушева, Е. М. Патрушев // Ползуновский альманах. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013, № 1. – С.59-64.