

ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ RL-ДІОДНОГО ГЕНЕРАТОРА ХАОТИЧНИХ КОЛИВАНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджувалося явище «детермінованого хаосу» в нелінійному RL-діодному електричному колі синусоїдного струму. Були визначені рекомендовані сукупності параметрів кола для конструювання генераторів хаотичних коливань.

Ключові слова: детермінований хаос, бар'єрна ємність, дифузійна ємність, залишкова напруга, початкові умови, генератор хаотичних коливань.

Abstract

In work the phenomenon of "the determined chaos" in nonlinear RL-diodes electric circuit of a sinusoidal current was investigated. The recommended sets of parameters of a circuit for designing of generators of chaotic fluctuations have been defined.

Keywords: The determined chaos, barriers capacity, diffusions capacity, residual voltage, entry conditions, the generator of chaotic fluctuations.

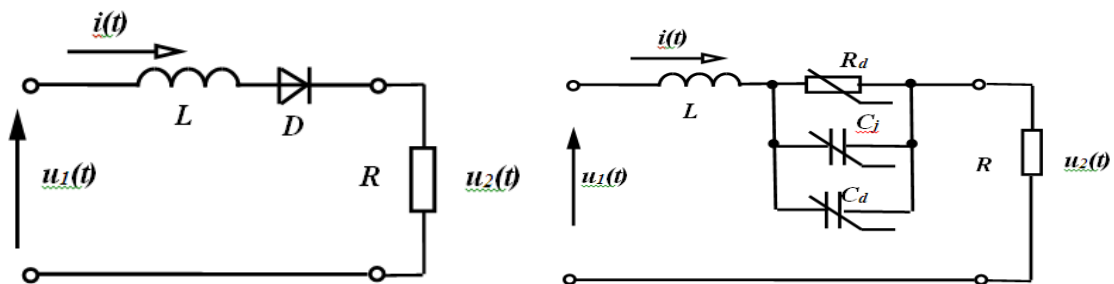
Вступ

При створенні параметричних резистивних вимірювальних перетворювачів для забезпечення необхідних метрологічних (зокрема, роздільної здатності) характеристик досить часто доводиться перетворювати вельми малі зміни вихідного опору, наприклад, при тензOMETричних вимірюваннях. Це в свою чергу призводить до посилення випадкових перешкод на корисному сигналі, внаслідок чого зростає випадкова похибка вимірювань. Тому підвищення чутливості резистивних вимірювальних перетворювачів з одночасним забезпеченням низького рівня випадкових шумів є актуальною задачею. Одним із способів вирішення цієї задачі є використання RL-діодних генераторів хаотичних коливань [1]. В роботі [2] було проведено аналіз причин виникнення хаотичних коливань в RL-діодних колах і виконані необхідні розрахунки.

Метою цієї роботи є визначення рекомендованих сукупностей параметрів кола для конструювання генераторів хаотичних коливань.

Дослідження явища «детермінованого хаосу»

Найпростіша схема генератора хаотичних коливань є чотириполюсником, на виході якого увімкнений резистор (рис. 1, а), або з урахуванням схеми заміщення діода (рис. 1, б).



а б
Рисунок 1 – Схема генератора хаотичних коливань

За цією схемою діод є паралельним з'єднанням нелінійного резистора R_d і двох нелінійних ємностей – бар'єрної $C_j = \frac{C_{j0}}{\left(1 - \frac{U}{U_D}\right)^n}$ та дифузійної $C_d = \frac{\tau_B I_S}{m U_T} e^{\frac{U}{m U_T}}$, де C_{j0} – бар'єрна ємність

за нульової напруги діода; U – поточна напруга діода; U_D – дифузійна напруга діода; n – техно-

логічний коефіцієнт, який міститься в діапазоні $(\frac{1}{3} \dots \frac{2}{3})$, I_S – тепловий струм діода; τ_B – час життя неосновних носіїв заряду; U – поточна напруга діода; U_T – тепла напруга діода; m – коефіцієнт емісії. Зазначимо, що в режимі прямої напруги за умови $U \geq U_D$ бар’єрною ємністю можна знехтувати. В режимі оберненої напруги можна знехтувати дифузійною ємністю.

Остаточний вираз для нелінійного диференційного рівняння другого порядку, якому відповідає режим роботи кола (рис.3), з урахуванням виразів (1) та (2) виглядає так

$$\begin{aligned} & \left(L \frac{C_{j0}}{\left(1 - \frac{u_C(t)}{U_D}\right)^n} + L \frac{\tau_B I_S}{m U_T} e^{\frac{u_C(t)}{m U_T}} \right) \frac{d^2 u_C(t)}{dt^2} + \\ & + \left(\frac{L}{R_d(u_C(t))} + R \frac{C_{j0}}{\left(1 - \frac{u_C(t)}{U_D}\right)^n} + R \frac{\tau_B I_S}{m U_T} e^{\frac{u_C(t)}{m U_T}} \right) \frac{du_C(t)}{dt} + \\ & + \left(\frac{R}{R_d(u_C(t))} + 1 \right) u_C(t) = u_1(t) \end{aligned} \quad (1)$$

Як було показано в [2], при певних співвідношеннях частоти і параметрів кола перехідний процес за період коливань вхідної напруги не встигає закінчитися, тому на початку кожного періоду на ємностях присутня залишкова напруга, тобто кожен новий цикл перехідного процесу має ненульові початкові умови. В цьому випадку відбувається незгасаючий перехідний процес, параметри якого мають хаотичний характер.

Висновки.

1. В нелінійному RL-діодному електричному колі синусоїдного струму при певних співвідношеннях частоти вхідної напруги і параметрів кола відбувається незгасаючий перехідний процес, режимні параметри якого мають хаотичний характер.

2. Перехід від детермінованого процесу до хаотичного відбувається не стрибком, а поступово, тому для генераторів хаотичних коливань необхідно щоб їх амплітуда була суттєвою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kucheruk V., Z. L. Warsza, V. Sevastyanow, W. Mankowska Generator oscylacji chaotycznych o układzie RL-dioda jako przetwornik rezystancja-napięcie // PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 89 NR 10/2013.

2. Volodymyr Kucheruk et al., «Deterministic chaos in RL-diode circuits and its application in metrology» *Proc. SPIE 10031, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments*, № 9. 2016.

Самоїл Шулімович Каців – канд. техн. наук, доцент кафедри теоретичної електротехніки та електричних вимірювань, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: katsyv@ukr.net.

Артем Сергійович Мельник – учень 10ІТ класу Подільського науково-технічного ліцею для обдарованих дітей.

Samoil Sh. Katsyv – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Theoretical the Electrical Engineer and Electric Measurements, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: katsyv@ukr.net.

Artem S. Melnik – the pupil 10IT class of Podolskogo of scientific and technical lycée for exceptional children.