

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА «ДЕТЕРМІНОВАНОГО ХАОСА»
В RL -ДІОДНОМУ ГЕНЕРАТОРІ ХАОТИЧНИХ КОЛИВАНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджувалося явище «детермінованого хаосу» в нелінійному RL -діодному електричному колі синусоїдного струму. Для розрахунку перехідного процесу було складене нелінійне диференційне рівняння яке розв'язувалось модифікованим методом кусково-лінійної апроксимації.

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. For transient calculation the nonlinear differential equation which dared the modified method of kusochno-linear approximation has been worked out.

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 тензометричних 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]. Метою цієї роботи є аналіз причин виникнення хаотичних коливань в RL -діодних колах.

Результати дослідження

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

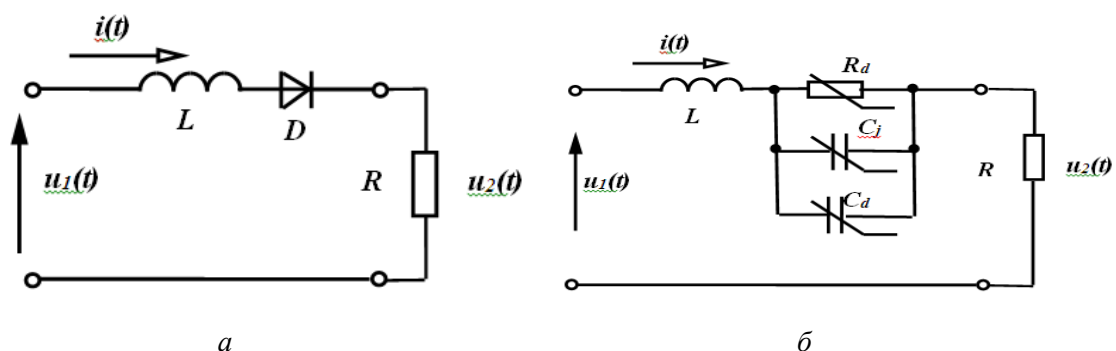


Рис. 1. Схема генератора хаотичних коливань

За цією схемою діод є паралельним з'єднанням нелінійного резистора R_d і двох нелінійних ємностей – бар'єрної C_j та дифузійної C_d . Значимо, що в режимі прямої напруги 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 виглядає так

$$\frac{L}{R_d(i_1)} \frac{dU_C}{dt} + LC_j(U_C) \frac{d^2U_C}{dt^2} + LC_d(U_C) \frac{d^2U_C}{dt^2} + \frac{R}{R_d(i_1)} U_C + RC_j(U_C) \frac{dU_C}{dt} + RC_d(U_C) \frac{dU_C}{dt} + U_C = e.$$

Це нелінійне рівняння було розв'язано операторним методом з використанням модифікованого алгоритму кусково-лінійної апроксимації. В результаті були отримані залежності вихідної напруги від вхідної, одна з яких зображена на рис. 2.

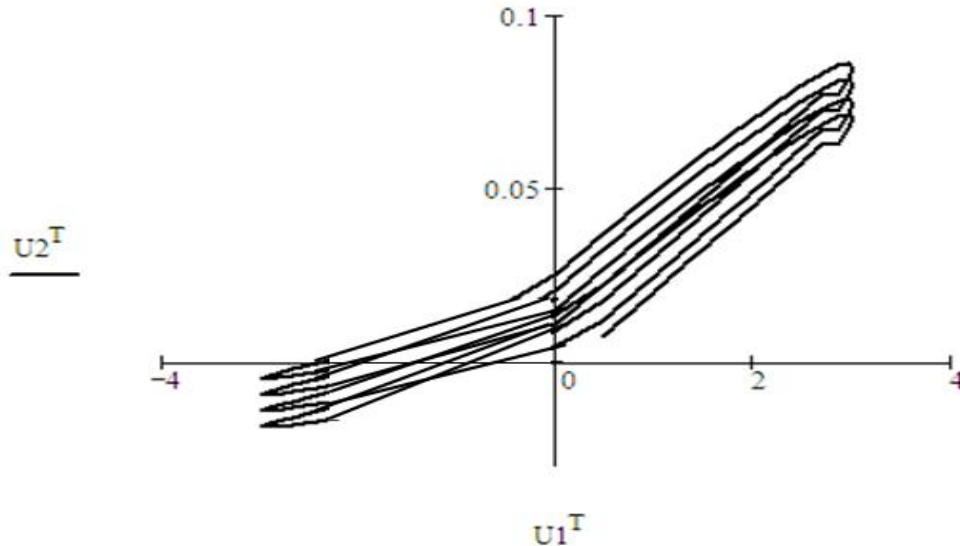


Рис. 2. Графік залежності $U_2=f(U_1)$, при $f=20$ кГц, $L=50$ мГн, $R=2$ кОм.

Їх аналіз показує, що 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. 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.

Каців Самоїл Шулімович – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем та комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: katsyvsam@ukr.net.

Гаврилюк Богдана Володимирівна – студентка групи ЕЕ-21б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: gavrylykbog@gmail.com.

Katsyv Samoil Sh. – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: katsyvsam@ukr.net.

Gavryluk Bogdana V. – Department of Electric power industry and electromecanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: gavrylykbog@gmail.com.