

## ГЕНЕРАТОРИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ НА С-НЕГАТРОНАХ

*Лазарєв О. О.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент*

<sup>1</sup>*Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна*

Подальше підвищення ефективності радіотехнічних та телекомунікаційних пристроїв вимагає використання нової елементної бази та схемотехнічних підходів, що забезпечують зменшення енергоспоживання, збільшення швидкої, схемотехнічну простоту та покращення надійності. В багатьох випадках це можна досягнути за рахунок використання R-, L-, C-негатронів (приладів, що в певному режимі роботи мають від'ємне значення основного диференційного параметру: від'ємний активний опір (R-негатрони), від'ємна індуктивність (L-негатрони), від'ємна ємність (C-негатрони) [1].

Метою роботи є покращення характеристик генераторів електричних сигналів за рахунок використання C-негатрона.

Для досягнення поставленої мети в роботі виконуються такі задачі:

1. Аналіз режимів роботи схеми з C-негатроном в яких забезпечується режим автогенерації.
2. Розробка та дослідження схем автогенераторів на C-негатронах.
3. Аналіз параметрів та характеристик запропонованих автогенераторів на C-негатронах.

Найпростішу еквівалентну схему навантаженого C-негатрона N-типу можна представити в вигляді рис. 1, де враховані:  $R_n$  — загальний активний опір навантаження та внутрішнього опору джерела живлення;  $C_n$  — ємність навантаження;  $L$  — сумарна індуктивність навантаження та C-негатрона;  $C^{(-)}$  — від'ємна диференційна ємність C-негатрона;  $R^{(-)}$  — від'ємний диференційний активний опір C-негатрона N-типу,  $E_T$  — електрорушійна сила (ЕРС) джерела живлення. Дана схема, в залежності від співвідношення параметрів навантаження та C-негатрона, може працювати в різних режимах, зокрема в режимі автогенерації електричних коливань [2].

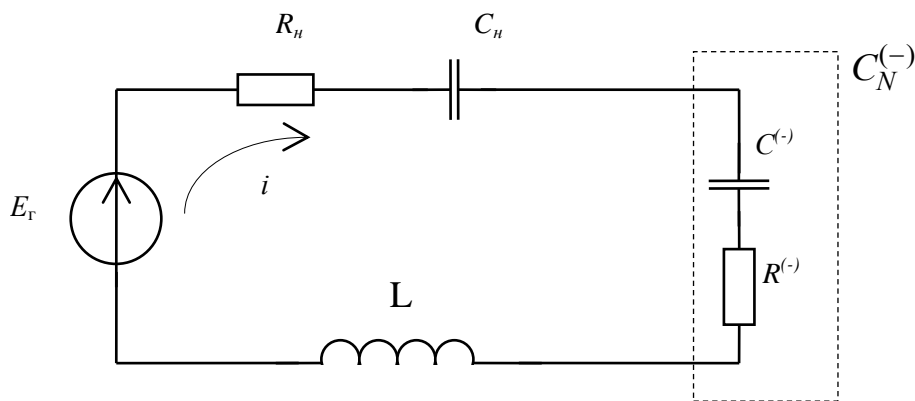


Рисунок 1. Еквівалентна схема навантаженого C-негатрона N-типу

В залежності від параметрів навантаження, пряма навантаження перетинає кулон-вольтну характеристику С-негатрона в одній або в трьох точках (рис. 2). На падаючій ділянці кулон-вольтної характеристики диференційна ємність С-негатрона є від'ємною і схема може бути стійкою, або не стійкою.

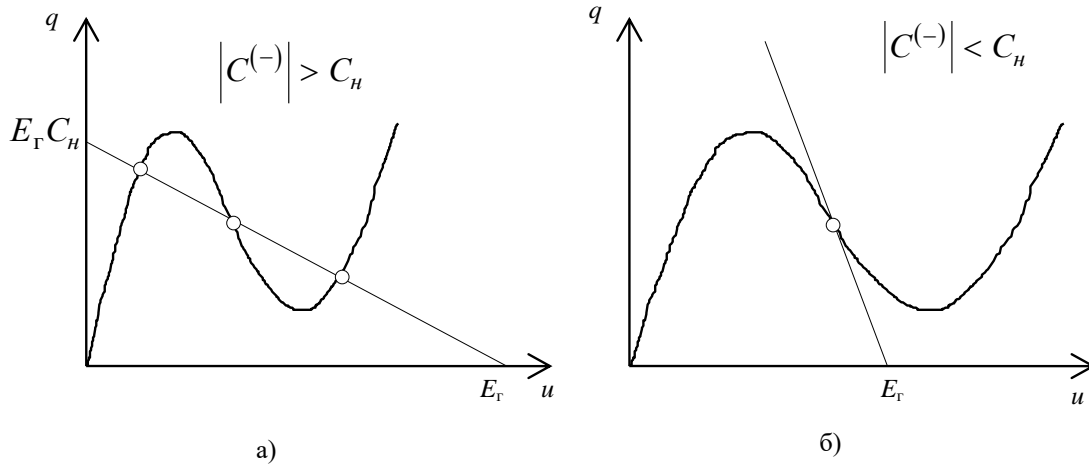


Рисунок 2. Можливі положення рівноваги навантажених С-негатронів N-типу

Припустивши, що  $C^{(-)}$  і  $R^{(-)}$  є лінійними елементами, що справедливо для режиму малого сигналу, схема на рис. 1 описується диференціальним рівнянням:

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{R_n + R^{(-)}}{L} \frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{L \frac{C_n \cdot C^{(-)}}{C_n + C^{(-)}}} = \frac{E_T}{L \frac{C_n \cdot C^{(-)}}{C_n + C^{(-)}}}.$$

В цьому випадку характеристичне рівняння для схеми запишемо в виді:

$$\lambda^2 + \sigma \lambda + p = 0,$$

де  $\sigma = \frac{R_n + R^{(-)}}{L}$ ,  $p = \frac{C_n + C^{(-)}}{LC_n C^{(-)}}$ ,  $\lambda_{1,2} = -\frac{\sigma}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma^2}{4} - p}$ ,  $\lambda_{1,2}$  — корені характеристичного рівняння.

Проаналізувавши корені характеристичного рівняння можна визначити умови, при яких схема може працювати в режимі генерації гармонійних та релаксаційних коливань.

На рис. 3 наведена схема генератора гармонійних коливань на схемотехнічному С-негатроні, реалізованому на операційному підсилювачі [2]. Реалізована від'ємна ємність знаходиться за формулою:

$$C^{(-)} = -C_1 (K - 1),$$

де  $K$  — коефіцієнт підсилення, який визначається резисторами  $R_1$  і  $R_2$ .

Від'ємний опір визначається за формулою:

$$R^{(-)} = -K^2 / (2\pi f_1 C_1 (K-1)^2),$$

де  $f_1$  — частота одиничного підсилення операційного підсилювача.

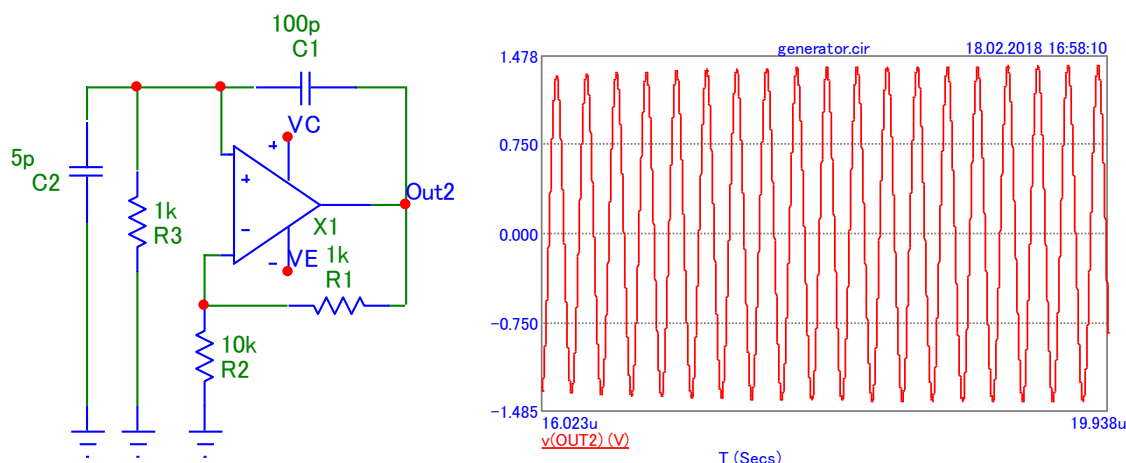


Рисунок 3. Схема генератора гармонійних коливань на С-негатроні та часова діаграма сигналу на виході

Перевагою запропонованої схеми є менша кількість елементів та більша частота генерації за відомі схеми RC генераторів гармонійних коливань, так як необхідне значення коефіцієнта підсилення лише  $K > 1$ , а для схеми генератора на основі моста Віна  $K = 3$ , для генератора з фазозсувним колом  $K = 29$ .

### Перелік посилань

1. Filinyuk N.A. Short historical review of development of scientific branch “negatronics” / N.A. Filinyuk A.A. Lazarev // AEU - International Journal of Electronics and Communications, Volume 68, Issue 2, February 2014, P. 172-177, ISSN 1434-8411, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aeue.2013.07.015>.

2. Філінюк М.А. LC-негатрони та їх застосування: монографія / М.А. Філінюк, О.О. Лазарев, О.В. Войцеховська. - Вінниця: ВНТУ, 2012. - 308 с.

### Анотація

Розглянуто генератори електричних сигналів на С-негатроні. Показано, що використання С-негатрона дозволяє збільшити максимальну частоту генерації та зменшити кількість елементів схеми.

**Ключові слова:** С-негатрон, від’ємна ємність, генератор електричних сигналів.

### Аннотация

Рассмотрены генераторы электрических сигналов на С-негатроне. Показано, что использование С-негатрона позволяет увеличить максимальную частоту генерации и уменьшить количество элементов схемы.

**Ключевые слова:** С-негатрон, отрицательная емкость, генератор электрических сигналов.

### Abstract

Oscillators on C-negatrons are considered in paper. It is shown that the use of C-negatrons allows increasing maximum oscillation frequency and decreasing number of circuit elements.

**Keywords:** C-negatron, negative capacitance, oscillator on C-negatron.