

ЄМНІСНИЙ АВТОГЕНЕРАТОРНИЙ СЕНСОР НА С-НЕГАТРОНІ

Філінюк М. А., д.т.н., професор; Ліщинська Л. Б., к.т.н., доцент;
Бондарюк Д. В., аспірант

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

Для підвищення якості сенсорів слід використовувати нові фізичні явища та принципи реалізації. Використання негatronів (приладів, що в певному режимі роботи мають від’ємне значення свого основного диференціального параметра) у багатьох випадках дозволяє поліпшити техніко-

економічні показники електронних пристроїв. Підвищити чутливість сенсорів і, відповідно, точність вимірювання неелектричних фізичних величин можна використовуючи негatronи.

Частота вихідного сигналу такого вибіркового кола (рис. 1, а) буде визначатися в цьому випадку виразом $f_0 = 1/(2\pi RC_x)$, де C_x — ємності ємнісного первинного вимірювального перетворювача. Звідки абсолютна $S(\omega_0, C_x)$ і відносна $S_{C_x}^{\omega_0}$ чутливості частоти вихідного сигналу до зміни ємності C_x будуть відповідно визначатися виразами:

$$S(f_0, C_x) = -\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C_x^2 \cdot R}, \quad S_{C_x}^{f_0} = -1. \tag{1}$$

Ввівши у RC-коло паралельно С-негатрон, отримаємо частотний ємнісний сенсор на С-негатроні (рис. 1, б) [1], в якому наявність негативної ємності призводить до збільшення чутливості.

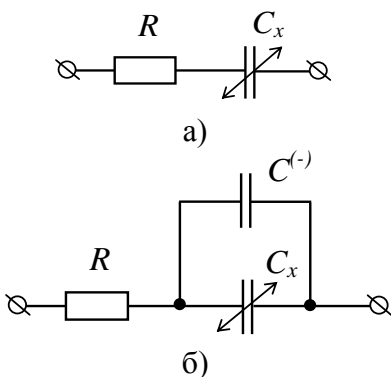
При паралельному включенні від’ємної (рис. 2, б) [2] ємності в коло частота вихідного сигналу в цьому випадку буде визначатися виразом, $f_0'' = 1/(2\pi R \cdot C_{\Sigma 2})$ звідки $C_{\Sigma 2} = C_x + C^{(-)}$. Значення абсолютної та відносної чутливості:

$$S(f_0'', C_x) = -\frac{1}{2(C^{(-)} + C_x)^2 \pi R}, \quad S_{C_x}^{f_0''} = -\frac{C_x}{C^{(-)} + C_x} \tag{2}$$

Виходячи з виразів (2) і (1), коефіцієнти зміни чутливостей складають:

$$\alpha_2 = \frac{S(f_0'', C_x)}{S(f_0, C_x)} = \frac{1}{C^{(-)2}}, \quad \beta_2 = \frac{S_{C_x}^{f_0''}}{S_{C_x}^{f_0}} = \frac{C_x}{C^{(-)} + C_x}. \tag{3}$$

Рисунок 1. Вибіркове RC-коло ємнісного сенсора (а), з паралельним включенням С-негатрону



При паралельному включенні від'ємної ємності $C^{(-)}$, частота генерації буде визначатися виразом $f_0 = 1/(2\pi RC_x)$, де $C_\Sigma = C_x + C^{(-)}$ — сумарна ємність кола, де C_x — ємність первинного ємнісного вимірювального перетворювача $C2$. $C^{(-)}$ — від'ємна ємність, в якості якої використана схематехнічна реалізація, що включає операційний підсилювач $DA1$, ємність $C1$, резистори $R1$ та $R2$. За рахунок від'ємної ємності в схемі виникає автогенерація.

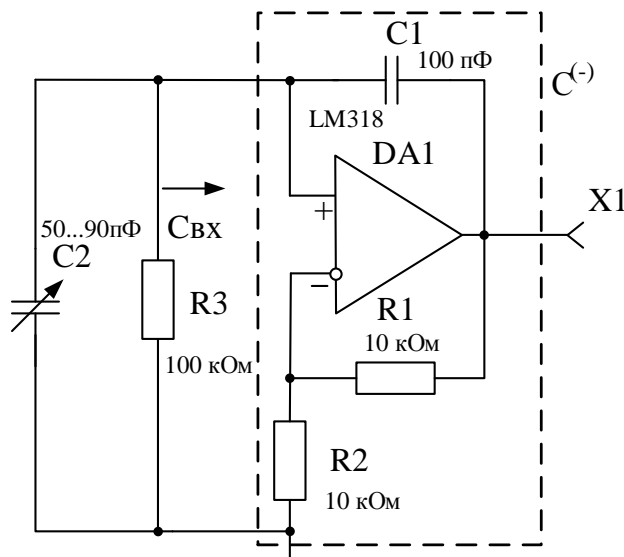


Рисунок 2. Схема ємнісного автогенераторного сенсора на С-негатроні

Схема С-негатрона виконана на конверторі від'ємного опору (рис. 2). Резистори $R1$, $R2$ утворюють коло негативного зворотного зв'язку, що визначає коефіцієнт підсилення $K_n = \frac{R1 + R2}{R2}$

. Коефіцієнт конверсії визначається виразом

$$K_k = 1 - K_n = 1 - \frac{R1 + R2}{R2}$$

За умови, що $K_n > 1$, тобто якщо $R1 > 0$, коефіцієнт конверсії є від'ємним $K_k < 0$. Єм-

ність $C1$ є навантаженням конвертора та утворює коло позитивного зворотного зв'язку за напругою.

Проведемо моделювання схеми в програмному середовищі *MicroCap* 9.0 [2, 3]. Конденсатор $C2$ представляє собою одиничний сенсор первинного ємнісного вимірювального перетворювача, оскільки спроектований первинний сенсор дає 50пФ ємності, тому конденсатору $C2$ ми надаємо такого ж значення.

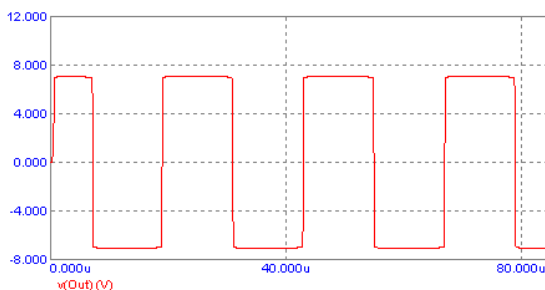


Рисунок 3. Часові діаграми сигналу на виході ємнісного автогенераторного сенсора на С-негатроні при $C2=50$ пФ

З рисунку 3 видно, що на виході схеми відбувається генерація частоти амплітудою 9В. Значення частоти 41кГц. Далі змінимо значення ємності конденсатора $C2$ з 50 пФ до 90 пФ, тим самим зімітуємо дотик фаланги пальця до одиничного сенсора. З рисунку 4 видно, що значення частоти в даному випадку буде дорівнювати 159 кГц.

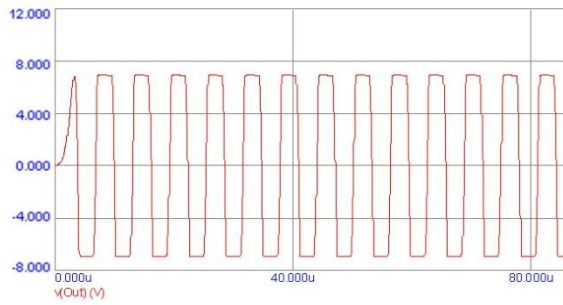


Рисунок 4. Часові діаграми сигналу на виході ємнісного автогенераторного сенсора на С-негатроні при $C_2=90\text{пФ}$

Розроблена та досліджена схема ємнісного автогенераторного сенсора на С-негатроні. Показано, що наявність від'ємної ємності С-негатрона призводить до підвищення чутливості сенсора в 2–5 разів, а наявність від'ємного активного опору С-негатрона забезпечує автогенераторний режим, що спрощує схемотехнічну реалізацію.

Література

1. Філінюк М. А. Основи негатроніки: Том I Теоретичні і фізичні основи негатроніки / М. А. Філінюк — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. — 456с. — ISBN 966-641-198-9.
2. Філінюк М. А. Аналіз чутливості електричних кіл з L-, С-негатронами / М. А. Філінюк, О. О. Лазарєв // Вісник ЖІТІ. — 2003. — № 2. — С. 92—98.
3. Філінюк М. А. Частотні датчики на L-, С- негатронах Філінюк М. А., Лазарєв О. О. Лободзінська Р. Ф. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2004. — № 1. — С. 84—89.

Анотація

Розроблена та досліджена схема ємнісного авто генераторного сенсора на С-негатроні. Показано, що наявність від'ємної ємності призводить до підвищення чутливості сенсора в 2–5 разів, а наявність від'ємного активного опору С-негатрона забезпечує автогенераторний режим, що спрощує схемотехнічну реалізацію.

Ключові слова: негатрон, від'ємна ємність, сенсор.

Аннотация

Разработана и исследована схема емкостного автогенераторного сенсора на С-негатроне. Показано, что отрицательная емкость приводит к повышению чувствительности сенсора в 2–5 раз, а отрицательное активное сопротивление С-негатрона обеспечивает автогенераторный режим, упрощает схемотехническую реализацию.

Ключевые слова: негатрон, отрицательная емкость, сенсор.

Abstract

The scheme of a capacitive generator sensor on C-negatron has been created and investigated. It has been demonstrated that the availability of a negative capacity of C-negatron leads to increase of a sensor sensitiveness by 2–5 times, and the availability of a negative active resistance provides a regime of a generator, which simplifies circuit implementation.

Keywords: negatron, negative capacitance, sensor.