

УДК 621.382

**В. С. Осадчук, д. т. н., проф.; О. В. Осадчук, д. т. н., проф.;  
Н. А. Яремішена**

## **МІКРОЕЛЕКТРОННИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ВИТРАТ ГАЗУ НА ОСНОВІ ДВОХ БІПОЛЯРНИХ ТРАНЗИСТОРІВ З АКТИВНИМ ІНДУКТИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ**

*Запропоновано схему мікроелектронного перетворювача витрат газу на основі двох біполярних транзисторів з активним індуктивним елементом, що реалізує автогенераторний пристрій, у якому реалізується перетворення витрат газу у вихідний частотний сигнал. Отримано аналітичні вирази функції перетворення й рівняння чутливості.*

***Ключові слова:** частотний перетворювач, частота генерації, чутливість.*

### **Вступ**

Для сучасного рівня розвитку інформаційно-вимірювальної техніки властива значна різноманітність методів визначення витрат газу, у яких вихідним сигналом є напруга або струм, що призводить до низької завадостійкості й точності вимірювання.

Мікроелектронні перетворювачі із частотним вихідним сигналом поєднують як простоту, так і універсальність, які властиві аналоговим пристроям, а також точність і завадостійкість, що характерні для перетворювачів із кодовим виходом. Вони мають високу чутливість до вимірюваних параметрів, малу масу і габарити, інформаційну, конструктивну й технологічну сумісність із мікроелектронними засобами обробки інформації, що забезпечує їхню перевагу над сучасними витратомірами [1].

Отже, завдання статті є отримання: теоретичних залежностей активного та реактивного складників повного вихідного опору від витрат; теоретичної та експериментальної залежностей частоти генерації та чутливості від витрат газу.

### **Розрахунки параметрів мікроелектронного перетворювача витрат газу**

Використання частотного сигналу в якості інформативного параметра первинного перетворювача характеризується високою завадостійкістю, простотою та значною точністю перетворення в цифровий код, а також зручністю комутацій у багатоканальних вимірювальних системах. Мікроелектронний перетворювач витрат газу виконано на основі автогенераторного пристрою з активною індуктивністю коливального контуру, що ґрунтується на транзисторній структурі з від'ємним опором.

Електрична схема мікроелектронного перетворювача витрат газу подана на рис. 1.

Конструктивно пристрій складається [2] з двох біполярних транзисторів VT1 і VT2, які утворюють ємність коливального контуру, та біполярного транзистора VT3 з RC-колом, що утворює індуктивний опір коливального контуру. Чутливими елементами виступають транзистори VT1, VT2, VT3, що дозволяє підвищити чутливість перетворювача.

Активний і реактивний складники повного вихідного опору, які необхідні для визначення функції перетворення, визначають на основі еквівалентної схеми (рис. 2), що утворена на основі електричної схеми (рис. 1).

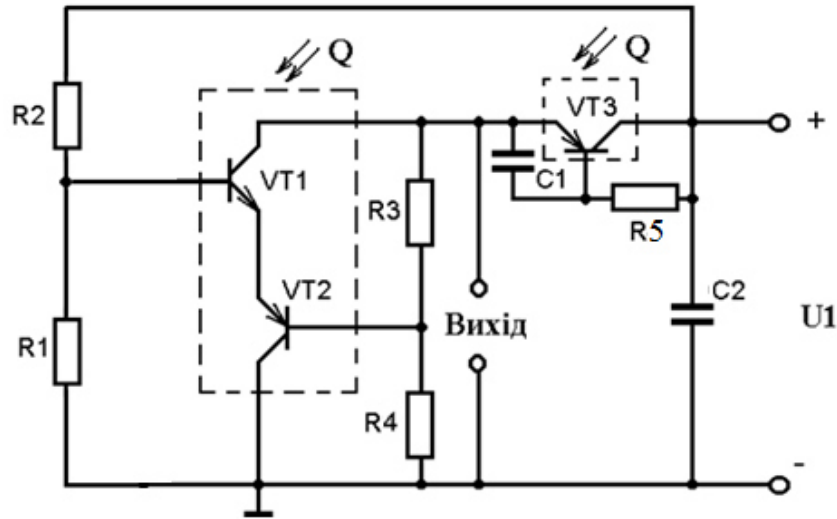


Рис. 1. Електрична схема мікроелектронного перетворювача витрат газу з активним індуктивним елементом

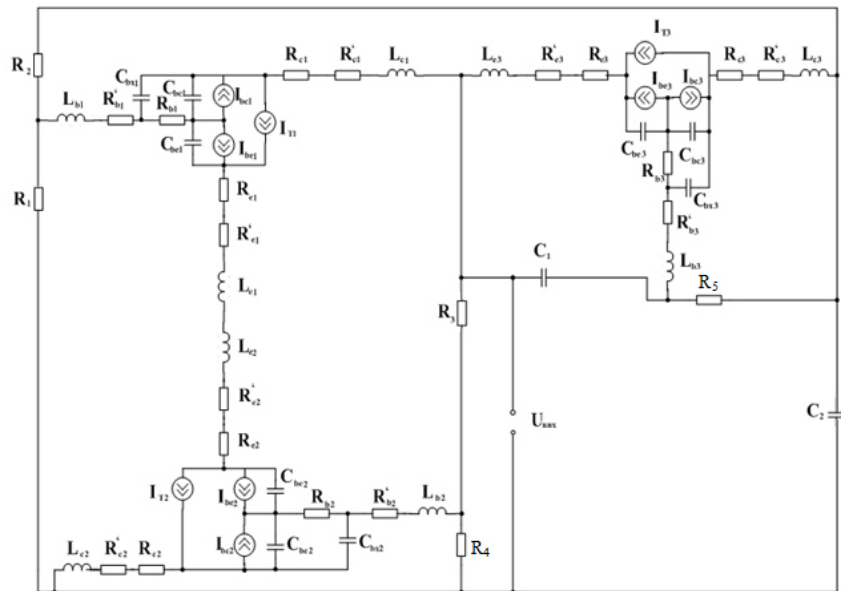


Рис. 2. Еквівалентна схема перетворювача на основі двох біполярних транзисторів з активним індуктивним елементом

Параметри елементів еквівалентної схеми і їхні значення взяті з літератури [3].

На рис. 3 подана теоретична залежність активного складника від витрат за різних значень напруги керування. Зростання напруги керування від 2,1 до 2,3 В призводить до збільшення активного опору: так, за значення  $U_1=2,2$  В він має майже лінійну залежність.

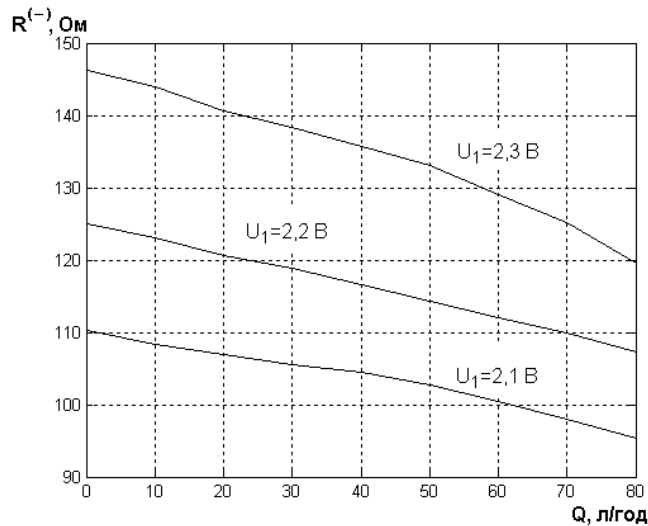


Рис. 3. Теоретична залежність активного складника повного вихідного опору від витрат

На рис. 4 наведена теоретична залежність реактивного складника повного опору від витрат. Із графіка видно, що зі зростанням  $U_1$  від 2,1 В до 2,3 В реактивний складник збільшується, а зі зростанням витрат вона зменшується, проте за  $U_1=2,2$  В вона має лінійний характер.

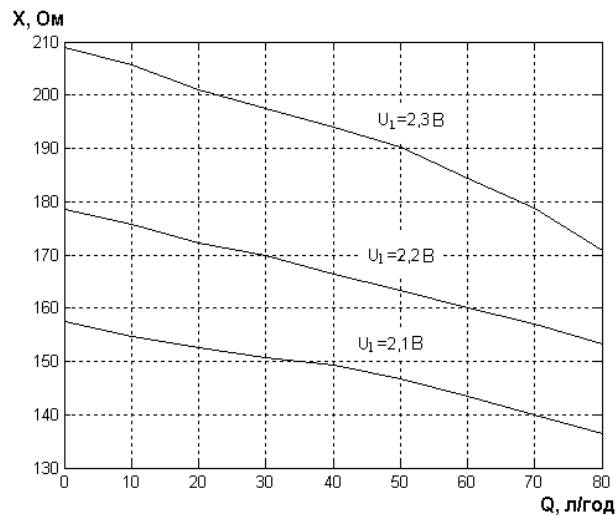


Рис. 4. Теоретична залежність реактивного складника повного вихідного опору від витрат

На рис. 5 представлена залежність еквівалентної ємності від витрат за різної напруги керування. Із представлених графіків видно, що зі збільшенням напруги керування еквівалентна ємність зменшується.

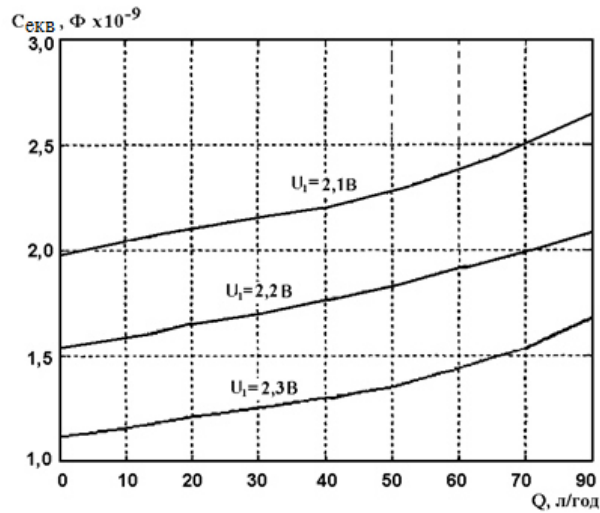


Рис. 5. Теоретична залежність еквівалентної ємності від витрат

На рис. 6 подані теоретична та експериментальна залежності частоти генерації від витрат газу. Як видно з графіка, лінійну залежність для функції перетворення можна одержати, якщо напруга керування складає  $U_1=2,2$  В.

Залежність частоти генерації від витрат газу, тобто функцію перетворення, визначають виразом:

$$F_0 = \frac{1}{2\pi R^{(-)}(Q)C_{екв}(Q)} \sqrt{\frac{R^{(-)2}(Q)C_{екв}(Q)}{L} - 1}, \quad (1)$$

де  $R^{(-)}$  - активний складник повного вихідного опору;  $C_{екв}$  - еквівалентна ємність коливального контуру генератора, яку визначають на основі реактивного складника  $X$  вихідного сигналу;  $L$  - величина активної індуктивності.

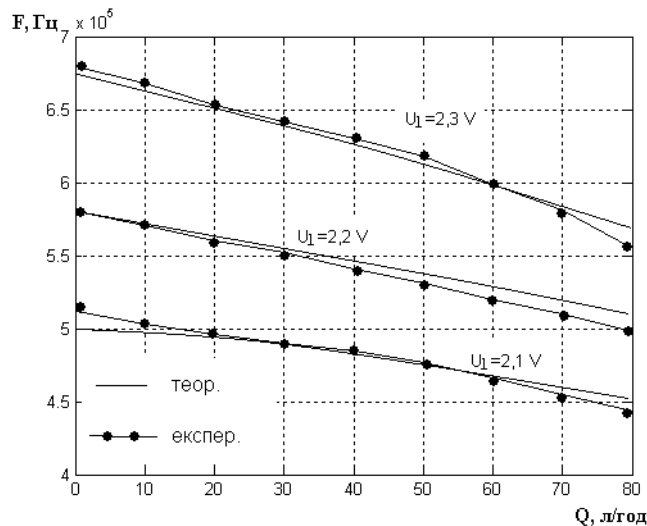


Рис. 6. Теоретична та експериментальна залежності частоти генерації від витрат газу

Чутливість перетворювача визначають на основі виразу (1) та описують рівнянням:

$$S_Q^{F_0} = \frac{\partial F_0}{\partial Q} = -\frac{1}{2\pi R^{(-)}(Q)C_{екв}(Q)} \left[ \sqrt{\frac{R^{(-)2}(Q)C_{екв}(Q)}{L}} - 1} \frac{\partial R^{(-)}(Q)}{\partial Q} + \frac{1}{C} \sqrt{\frac{R^{(-)2}(Q)C_{екв}(Q)}{L}} - 1} \frac{\partial C_{екв}(Q)}{\partial Q} - \left( 2L \sqrt{\frac{R^{(-)2}(Q)C_{екв}(Q)}{L}} - 1} \right)^{-2} \left( 2R^{(-)}(Q)C_{екв}(Q) \frac{\partial R^{(-)}(Q)}{\partial Q} + R^{(-)2}(Q) \frac{\partial C_{екв}(Q)}{\partial Q} \right) \right] J. \quad (2)$$

Графік залежності чутливості подано на рис. 7.

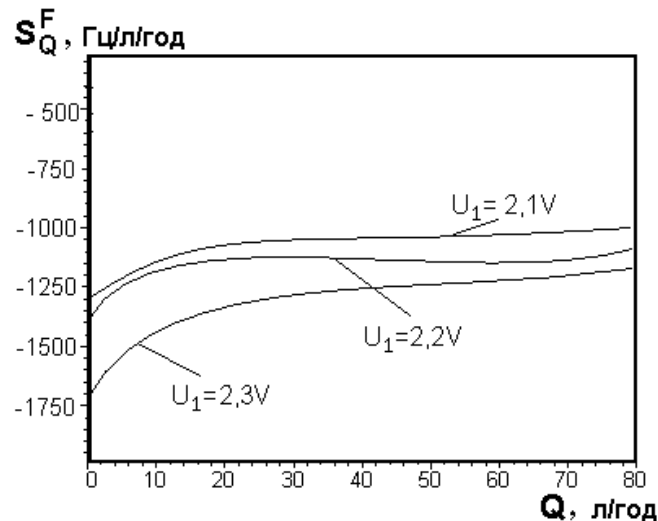


Рис. 7. Залежність чутливості від витрат газу

Згідно з графіком, найбільша чутливість пристрою лежить від 0,1 до 25 л/год і складає 1000 – 1750 Гц/(л/год).

### Висновки

Запропоновано схему мікроелектронного перетворювача витрат газу на основі двох біполярних транзисторів з активним індуктивним елементом, що реалізує автогенераторний пристрій, у якому реалізується перетворення витрат газу у вихідний частотний сигнал. Отримано аналітичні вирази функції перетворення й рівняння чутливості. Чутливість пристрою змінюється від 1000 Гц/(л/год) до 1750 Гц/(л/год).

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества / П. П. Кремлевский. – Л. : Машиностроение, 1975. – 776 с.
2. Осадчук О. В. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі структур з від'ємним опором / О. В. Осадчук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2001. – 303 с.
3. Разевич В. Д. Применение программ Р-САД и Pspise для схемотехнического моделирования на ПЭВМ. Выпуск 2: Модели компонентов аналоговых устройств / В. Д. Разевич. М.: Радио и связь. 1992. – 64 с.

**Осадчук Володимир Степанович** – д. т. н., професор кафедри електроніки.

**Осадчук Олександр Володимирович** – д. т. н., професор, завідувач кафедри радіотехніки.

**Яремішена Наталія Андріївна** – аспірант.  
Вінницький національний технічний університет.