

ЧАСТОТНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

Осадчук В.С. д.т.н., проф., Осадчук О.В. д.т.н., проф., Притула М.О., асп.
 Вінницький національний технічний університет (Україна), Тел.(0432)59-84-81,
 E-mail: osadchuk69@mail.ru

Перетворювачі з частотним виходом мають ряд переваг перед амплітудними, які полягають у значному підвищенні завадостійкості, що підвищує точність вимірювання, а також уможливорює отримання великих вихідних сигналів. Це дозволяє відмовитись від підсилювальних пристроїв у подальшій обробці сигналів. Використання частотного сигналу в якості інформативного дає можливість відмовитись від аналого-цифрових перетворювачів, що підвищує економічність вимірювальної апаратури [1].

На теперішній час проводяться інтенсивні дослідження з вивчення властивостей аналогових перетворювачів [2, 3], проте дослідження частотних перетворювачів магнітного поля на основі реактивних властивостей транзисторів знаходяться у початковій стадії. Тому дослідження властивостей перетворювачів магнітного поля на основі транзисторних структур з від'ємним опором представляють інтерес для розробників вимірювальної апаратури магнітного поля.

Електрична схема перетворювача подана на рис.1. Вона являє собою гібридну інтегральну схему, яка складається з біполярного і польового транзисторів, опорів R_1 - R_2 , ємності C_1 , що дозволяє створити автогенераторний пристрій. Коливальний контур пристрою утворений на основі еквівалентної ємності повного опору на електродах стоку польового двозатворного транзистора VT2 і колектор біполярного транзистора VT1 та пасивної індуктивності L1 [4].

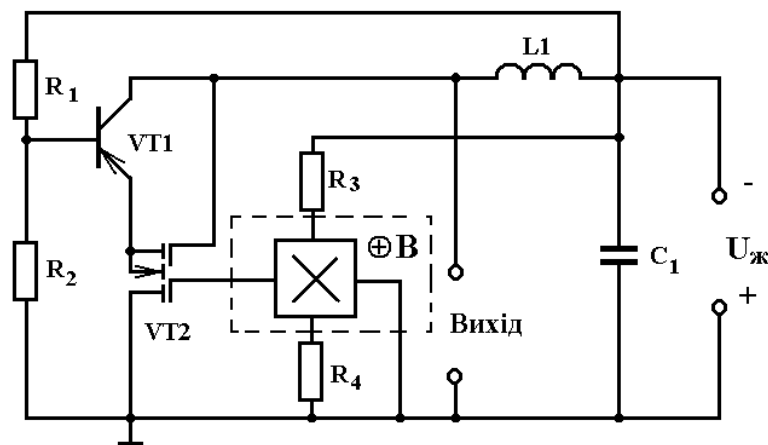


Рис.1. Електрична схема частотного перетворювача магнітного поля

На елемент Холла діє магнітне поле, що приводить до зміни як еквівалентної ємності коливального контуру, так і від'ємного опору на виході пристрою, що викликає зміну резонансної частоти автогенератора. Втрати енергії в коливальному контурі компенсуються за рахунок від'ємного опору [5,6].

Опори ($R_1 - R_2$) здійснюють живлення автогенераторного пристрою з допомогою джерела постійної напруги. Ємність C_1 запобігає проходженню змінного струму через джерело постійної напруги. Вольт-амперна характеристика на вихідних клеммах, яка розраховується на основі еквівалентної схеми перетворювача, має спадаючу ділянку, що відповідає існуванню від'ємного опору.

Згідно методу стійкості Ляпунова, виходячи з еквівалентної схеми перетворювача, визначена функція перетворення, яка є залежністю частоти генерації від магнітної індукції. Аналітична залежність функції перетворення має вигляд

$$F_0 = \frac{\sqrt{\frac{R_g^2(B)C(B)}{L} - 1}}{2\pi |R_g(B)| C(B)}, \quad (1)$$

де $R_g(B)$ – активна складова повного опору на електродах стік-колектор біполярного транзистора VT1 і польового транзистора VT2, яка має від'ємне значення; $C(B)$ – ємність коливального контуру, яка визначається ємнісною складовою повного опору на електродах стік-колектор транзисторів VT1 і VT2; L – індуктивність.

Графічна залежність функції перетворення подана на рис.2. Чутливість перетворювача магнітного поля з частотним виходом визначається з виразу (1) і описується формулою

$$S_B^{F_0} = \frac{dF_0}{dB} = -\frac{1}{2} \frac{\sqrt{\frac{R_g^2(B)C(B)}{L} - 1} \left(\frac{\partial R_g(B)}{\partial B} \right)}{\pi R_g^2(B) C(B)} - \frac{1}{2} \frac{\sqrt{\frac{R_g^2(B)C(B)}{L} - 1} \left(\frac{\partial C(B)}{\partial B} \right)}{\pi R_g(B) C^2(B)} + \frac{1}{4} \frac{\left(2 R_g(B) C(B) \left(\frac{\partial R_g(B)}{\partial B} \right) / L + R_g^2(B) \left(\frac{\partial C(B)}{\partial B} \right) / L \right)}{\pi R_g(B) C(B) \sqrt{\frac{R_g^2(B)C(B)}{L} - 1}} \quad (2)$$

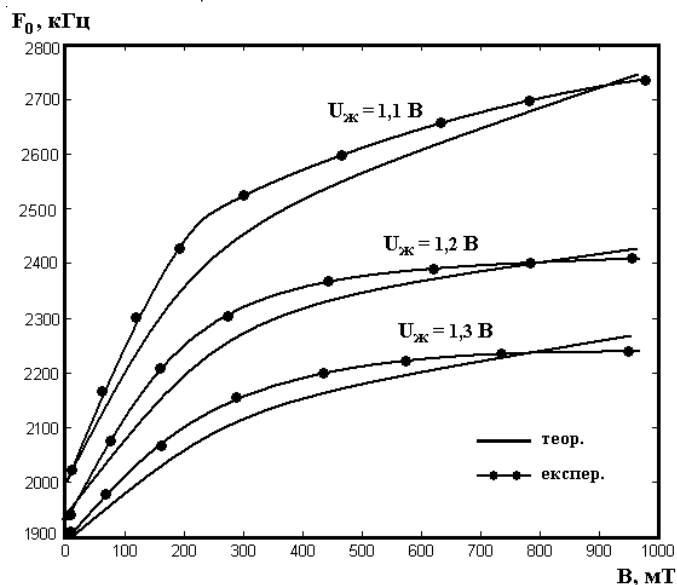


Рис.2. Залежності частоти генерації від індукції магнітного поля

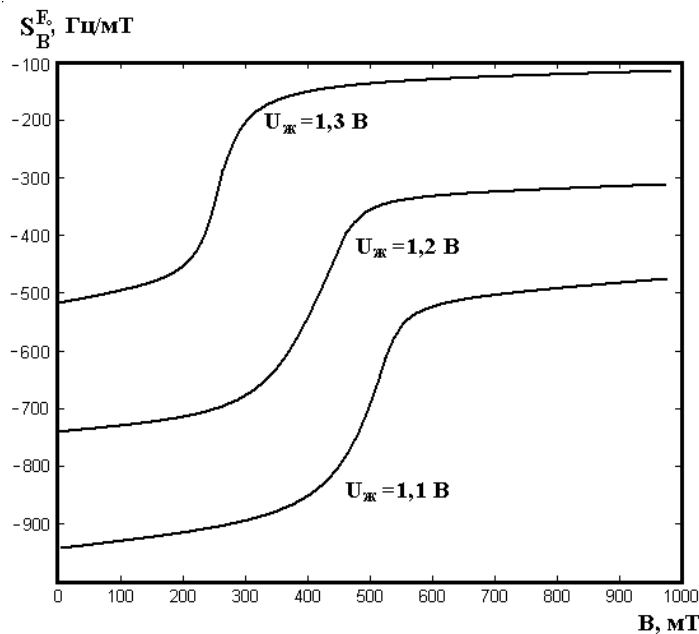


Рис.3. Залежності чутливості перетворювача від індукції магнітного поля

Графік залежності чутливості перетворювача магнітного поля з частотним виходом подано на рис.3. Як видно з графіка, найбільша чутливість приладу лежить у діапазоні від 1 мТ до 175 мТ і складає 500 – 950 Гц/мТ.

Висновки

Показана можливість перетворення магнітної індукції у частотний сигнал на основі гібридної інтегральної схеми, яка складається з біполярного і польового транзисторів, а також магніточутливого елемента Холла. Отримані аналітичні залежності функції перетворення та рівняння чутливості. Теоретичні та експериментальні дослідження показали, що чутливість розробленого перетворювача магнітного поля складає 150 – 900 Гц/мТ.

Література

1. Новицкий П.В., Кноринг В.Г., Гутников В.С. Цифровые приборы с частотными датчиками. –Л.: Энергия, 1970. –424с.
2. Мікроелектронні сенсорні пристрої магнітного поля / За редакцією З.Ю. Готри. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2001.–412с.
3. Гуменюк С.В., Подлепецкий Б.И. Интегральные полупроводниковые магниточувствительные датчики //Зарубежная электронная техника. –1989. – №12(343). –С.3-47.
4. Осадчук В.С., Осадчук О.В. Сенсори тиску і магнітного поля. – Вінниця: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2005. – 207 с.
5. Сенсор магнітної індукції. Патент №78565 України, МПК Н01 L 43/06, G01R 33/06. / Осадчук В.С., Осадчук О.В. Опубл. Бюл.№7 від 10.04.2007. –5с.
6. Осадчук В.С., Осадчук О.В. Реактивні властивості транзисторів і транзисторних схем. – Вінниця: «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 1999. – 275 с.