

ФАКУЛЬТЕТ РАДІОТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Радіовимірювальні сенсори магнітного поля на основі транзисторних структур з від'ємним опором

Виконав: ст. гр. РТ-14м з/в

Демчук Т.О.

Керівник: к.т.н., доцент

Криночкін Р.В.

Вінниця – 2015

Радіовимірювальні сенсори магнітного поля на основі транзисторних структур з від'ємним опором

Метою роботи є покращення метрологічних показників, зокрема чутливості та точності, перетворювачів магнітної індукції, які є технологічно сумісними з мікроелектронною елементною базою.

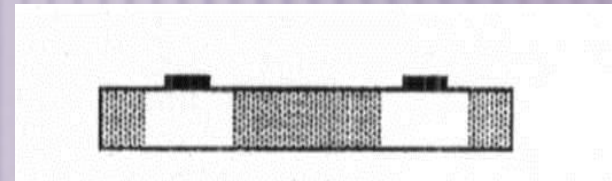
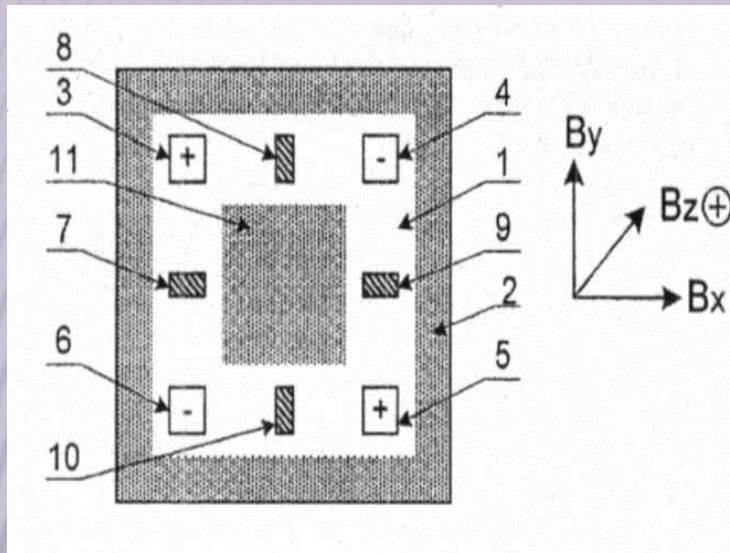
Об'єктом дослідження є процеси перетворення магнітної індукції в частоту в магніто-частотних перетворювачах на основі сенсорів Холла.

Предметом дослідження є показники точності та чутливості перетворювачів.

Розв'язуються такі задачі:

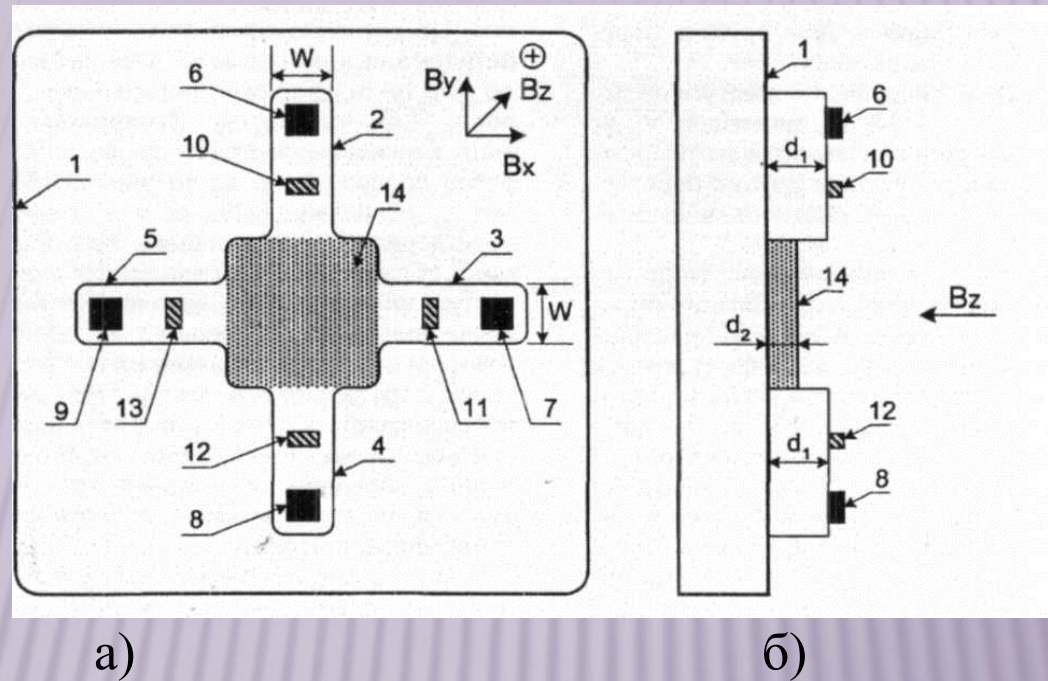
- 1) проаналізувати існуючі сенсори магнітного поля та обґрунтувати переваги перетворювачів індукції магнітного поля з частотним виходом по відношенню до існуючих;
- 2) побудувати математичні моделі магніточастотних перетворювачів на основі біполярних транзисторів та здійснити їх аналіз;
- 3) здійснити метрологічну оцінку похибок вимірювання магнітного поля та розглянути можливість їх застосування при вирішенні прикладних задач.

Вимірювальний перетворювач магнітного поля



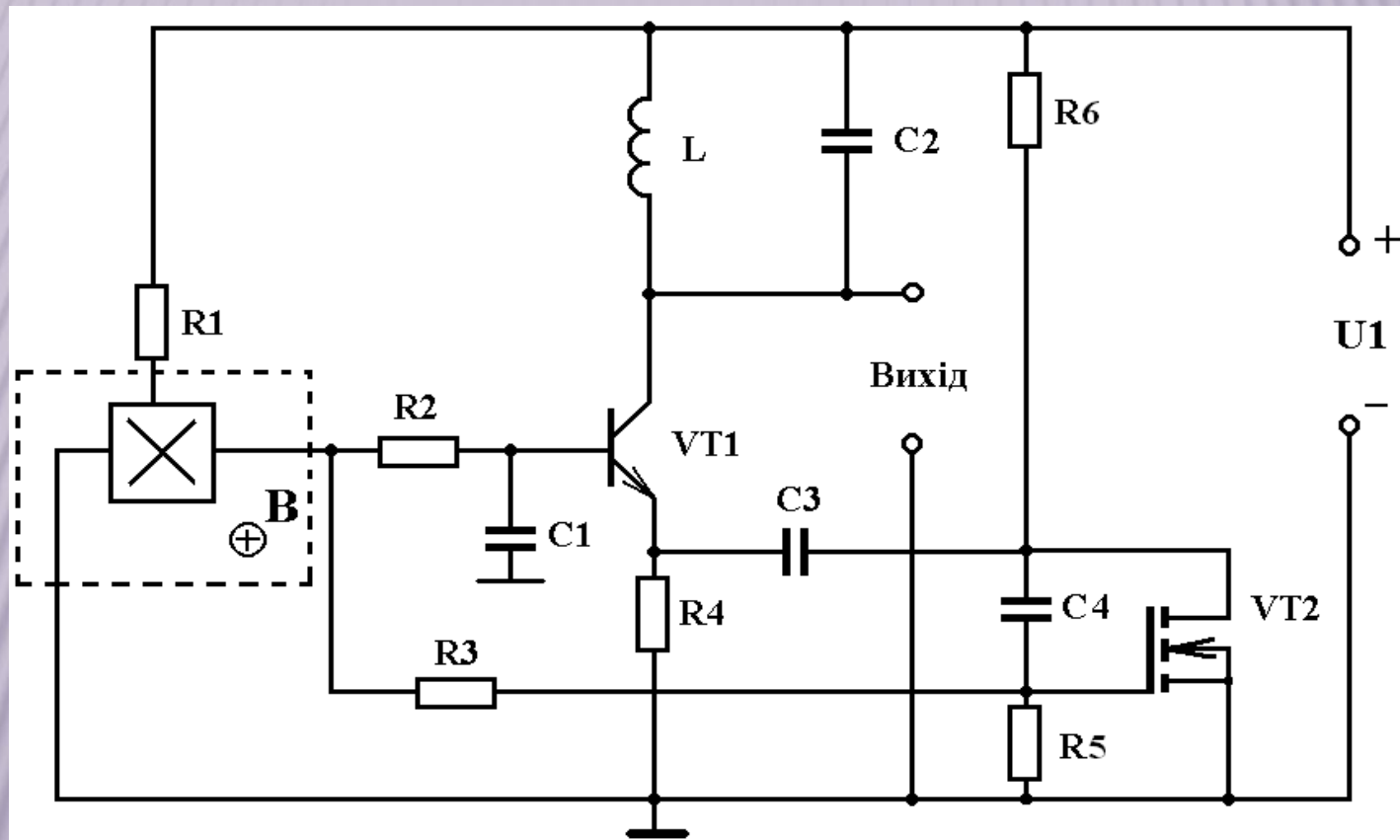
1 напівпровідникова робоча область; 2 - зовнішня ізолююча область;
3, 4, 5, 6 - чотири струмові контакти; 7, 8, 9, 10 - чотири потенційні
контакти; 11 - внутрішня ізолююча область.

Схема вимірювального перетворювача магнітного поля

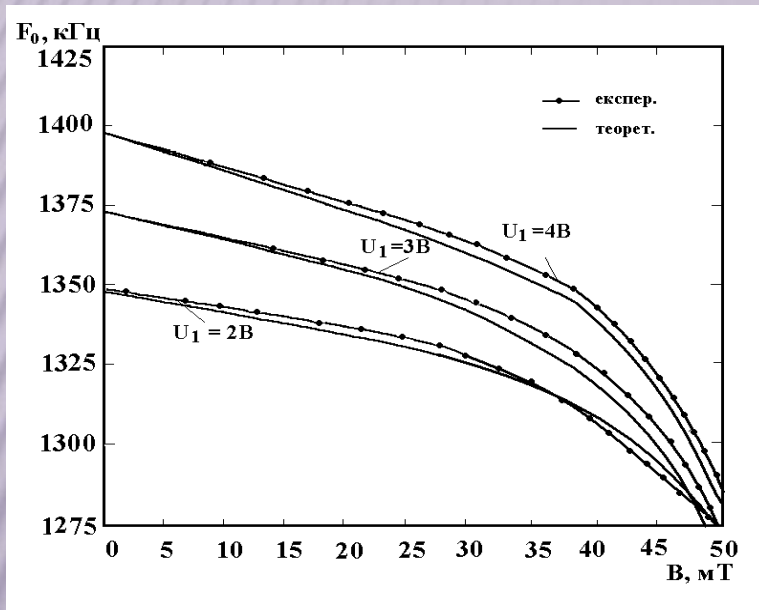


1 - підкладка; 2, 3, 4 та 5 - чотири плеча хрестовидної фігури, яка утворена перехрещенням двох напівпровідникових областей вертикальних перетворювачів Холла; 6, 7, 8 та 9 - струмові контакти; 10, 11, 12 та 13 - потенційні контакти; 14 - напівпровідникова область горизонтального перетворювача Холла.

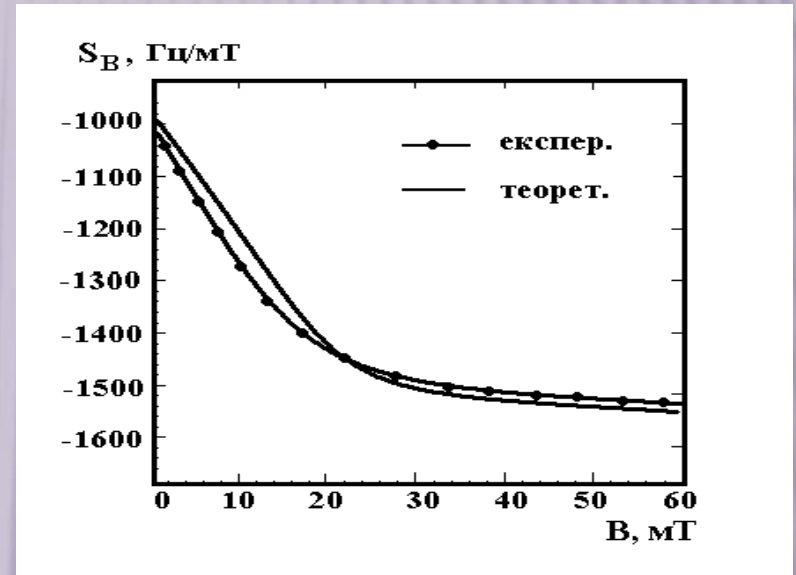
Схема частотного магнітного перетворювача



Теоретичні і експериментальні залежності частоти генерації від магнітної індукції



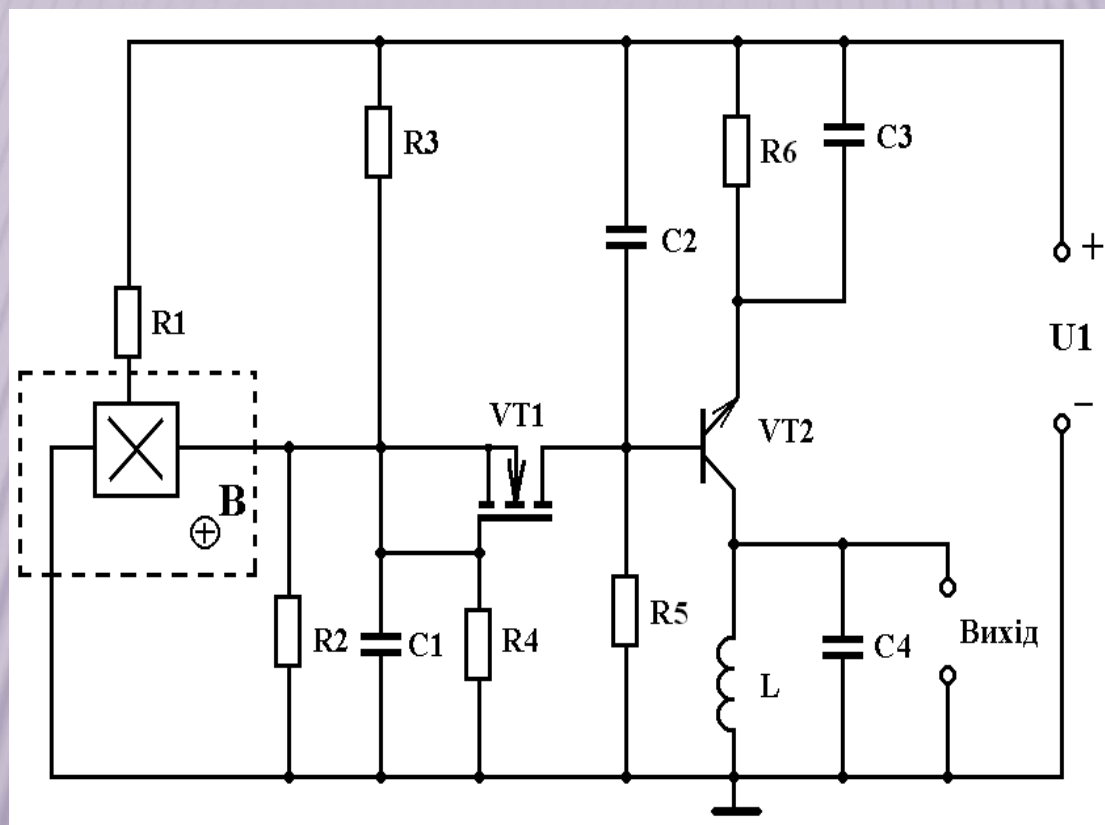
Залежність чутливості перетворювача від магнітної індукції



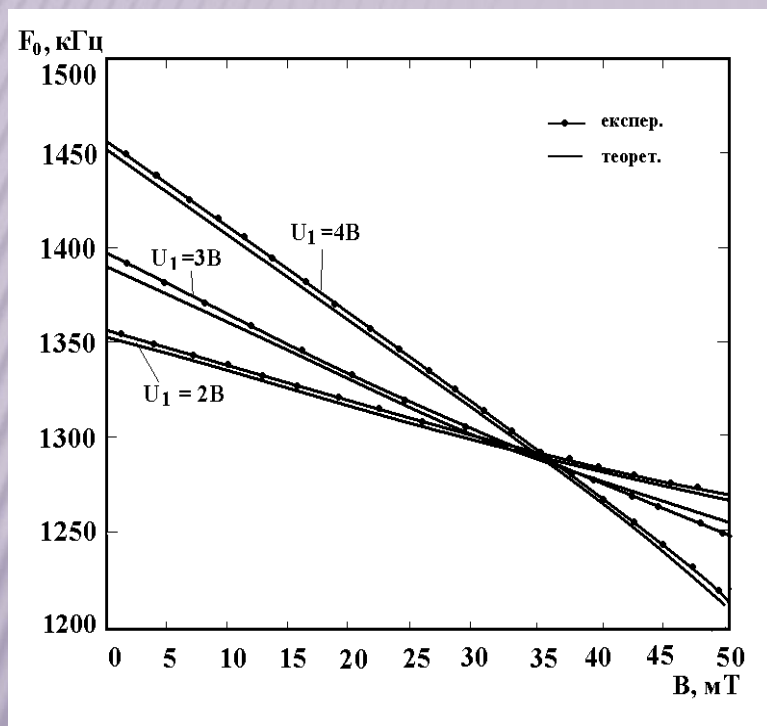
$$F_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_{be}(B) + C_{bc}(B) + C_{be}(B)C_{bc}(B)}{C_{bc}(B)C_{be}(B)}}$$

$$S_B = \frac{1}{4} \left(\frac{\frac{\partial C_{be}(B)}{\partial B} + \frac{\partial C_{bc}(B)}{\partial B} + \frac{\partial C_{be}(B)}{\partial B} C_{bc}(B) + \frac{\partial C_{bc}(B)}{\partial B} C_{be}(B)}{C_{bc}(B)C_{be}(B)} - \frac{A \left(\frac{\partial C_{bc}(B)}{\partial B} \right)}{C_{bc}^2(B)C_{be}(B)} - \frac{A \left(\frac{\partial C_{be}(B)}{\partial B} \right)}{C_{bc}(B)C_{be}^2(B)} \right) / \left(\pi \sqrt{\frac{A}{C_{bc}(B)C_{be}(B)}} \right),$$

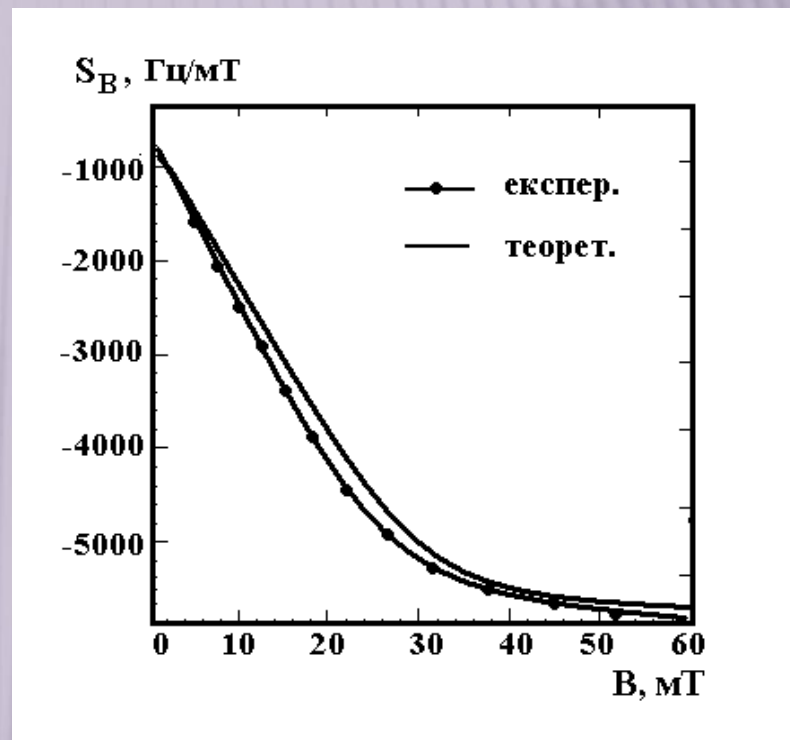
Схема частотного магнітного перетворювача



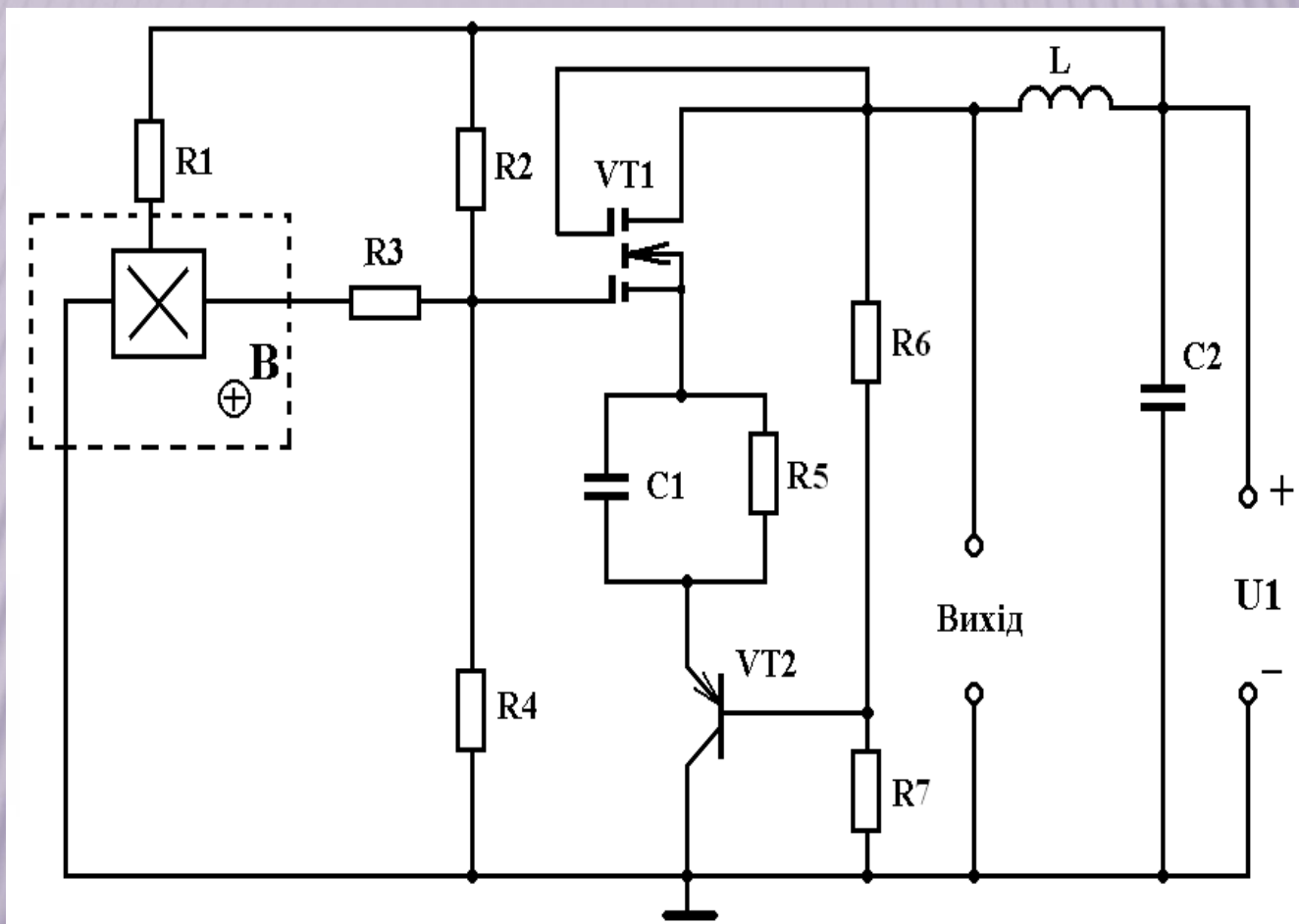
Теоретичні і експериментальні залежності частоти генерації від магнітної індукції



Залежність чутливості перетворювача від магнітної індукції



Електрична схема перетворювача



Наукова новизна одержаних результатів

1. Вперше розроблено магніточастотні перетворювачі на основі сенсорів Холла, які на відміну від існуючих дають можливість розрахувати їх повний опір та основні параметри залежно від зміни напруги живлення і керування.
2. Отримано нові аналітичні вирази для опису частотних залежностей дійсної та уявної складових повного опору, що забезпечують можливість оцінювати вплив індукції магнітного поля на частотні перетворювачі.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі розв'язана задача підвищення завадостійкості, чутливості та точності радіовимірювальних сенсорів магнітного поля на основі сенсорів Холла. Огляд наукової літератури показав, що на сьогодні дана задача залишається розв'язаною частково, для окремих типів приладів. Причому більшість існуючих на сьогодні схем орієнтована на покращення швидкодії, чутливість розглядається рідко.

Досліджено радіовимірювальні сенсори магнітного поля з активним індуктивним елементом. Встановлено, що виникнення індуктивних властивостей в біполярних структурах зв'язано з кінцевою швидкістю руху носіїв заряду у базовій області. Показана можливість перетворення магнітної індукції у частотний сигнал на основі гібридної інтегральної схеми, яка складається з двох біполярних 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 300 Гц/мТ.

Дякую за увагу!!!