

ПЕРША МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ВОЛОДИМИРА ПОДЖАРЕНКА

ВИМІРЮВАННЯ, КОНТРОЛЬ ТА ДІАГНОСТИКА В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ВКДТС–2011

Збірник тез доповідей

м. Вінниця, 18–20 жовтня 2011 року



ROHDE & SCHWARZ

Інститут Автоматики,
Електроніки та
Комп'ютерних
Систем Управління

ІнАЕКСУ

В.С. Осадчук, д.т.н., проф.; О.В. Осадчук, д.т.н., проф.

РЕКОМЕНДАЦІ ПО ПРОЕКТУВАННЮ МІКРОЕЛЕКТРОННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

Ключові слова: магнітне поле, мікроелектронний перетворювач, від'ємний опір.

Магніточутливими елементами в мікроелектронних перетворювачах виступають магніторезистори, сенсори Холла, магніодіоди, біполярні і польові магнітотранзистори. Проведемо аналіз енергетичної ефективності магніточутливих елементів, оскільки вони визначають ефективність роботи магнітних перетворювачів.

В магніточутливому мікроелектронному перетворювачі відбувається три етапи перетворення енергії: енергія магнітного поля перетворюється в енергію зміни опору; енергія зміни опору в енергію зміни еквівалентної ємності, а енергія зміни еквівалентної ємності в енергію зміни частоти. Згідно цим етапам зміни енергії визначимо коефіцієнт корисної дії магніточутливого перетворювача. Першому етапу перетворення енергії відповідає таке значення коефіцієнта корисної дії:

$$\eta_1 = \frac{I^2 R [1 + (\mu_n B)^2] 2t}{\mu \mu_0 H^2 V}, \quad (1)$$

де I - струм через опір, R - величина опору без дії магнітного поля, μ_n - рухливість електронів, B - магнітна індукція, t - час дії магнітного поля на резистор, μ, μ_0 - відповідно магнітна стала матеріалу опору і вакууму, H - напруженість магнітного поля, V - об'єм резистора.

Аналіз виразу (1) показує, що чим більша величина зміни опору і чим менший об'єм магніторезистора, тим більше значення коефіцієнта корисної дії, тобто тим краще енергетичний коефіцієнт пристрою. Другому етапу перетворення енергії, який описує зміну енергії опору у зміну енергії ємності відповідає рівняння:

$$\eta_2 = \frac{C_{ek} U^2}{2t I^2 R [1 + (\mu_n B)^2]}, \quad (2)$$

де C_{ek} - еквівалентна ємність коливального контуру автогенератора, U - змінна напруга на еквівалентній ємності. Третій етап перетворення енергії ємності в енергію зміни частоти описується формулою:

$$\eta_3 = \frac{\bar{I}^2}{U^2 C_{ek}^2 4\pi^2 f_0^2}, \quad (3)$$

де \bar{I} - змінний струм в індуктивному елементі коливального контуру генератора, f_0 - резонансна частота коливального контуру. Коефіцієнт енергетичної ефективності перетворювача відповідає добутку коефіцієнтів корисної дії кожного з етапів перетворення енергії, тому з врахуванням (1), (2) і (3), можна записати:

$$\eta = \frac{\bar{I}^2 \mu}{4\pi^2 f_0^2 C_{ek}^2 B^2 V \mu_0}. \quad (4)$$

Аналіз (4) показує, що чим більший вихідний змінний струм перетворювача, тим більше значення має енергетична ефективність пристрою. Із збільшенням частоти і еквівалентної ємності зменшується коефіцієнт корисної дії, проте це твердження містить в собі суперечність, тому що при збільшенні еквівалентної ємності зменшується резонансна частота пристрою, тому треба шукати компромісне рішення.

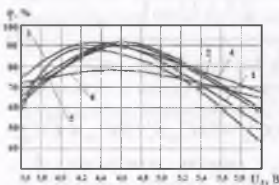


Рис.1. Залежність коефіцієнта корисної дії від напруги живлення для різних конструкцій перетворювачів магнітного поля: 1 - з магніторезистором; 2 - з магніодіодом; 3 - магніточутливий біполярний і МДН транзистори; 4 - 2-МДН транзистори; 5 - два польових транзистори з керуючим р-п переходом; 6 - біполярна структура з активною індуктивністю