

Зибалов Д.С., аспірант спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

ОПТИМІЗОВАНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ МАГНІТНОГО ПІДСИЛЮВАЧА З ТОРОІДАЛЬНИМ СЕРДЕЧНИКОМ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ

Вступ

Магнітний підсилювач – це електромагнітний пристрій, який забезпечує плавну зміну напруги змінного струму в результаті зміни індуктивного опору робочої котушки, яка намотана на феромагнітний сердечник за рахунок підмагнічування його обмотки керування постійним струмом [1]. Ідея використання магнітного насичення сердечника для керування рівнем напруги з'явилася ще на початку двадцятого століття, коли вчені досліджували властивості феромагнітних матеріалів. Принципи магнітного насичення для зміни рівня напруги струмів були відомі завдяки роботам таких дослідників, як Майкл Фарадей та Джеймс Максвелл. Один із перших патентів на магнітний підсилювач належить Ернсту Александерсону, американському інженеру шведського походження.

Аналіз існуючих рішень.

На рисунку 1 зображено схему магнітного підсилювача, де W1 та W2 робочі обмотки та W3 та W4 обмотки керування.

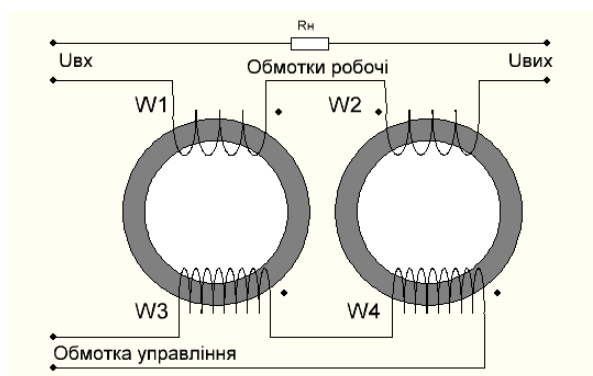


Рисунок 1 – Конструкція магнітного підсилювача

Магнітний підсилювач має дві робочі обмотки, які ввімкнені зустрічно та мають рівну кількість витків для запобігання індукування напруги в обмотці керування. Використовують магнітний підсилювач для регулювання напруги чи потужності високої величини в схемах, де неможливо використовувати напівпровідники.

Постановка задачі та мета

Використовуючи аналітичні методи оптимізувати методику розрахунку магнітного підсилювача за схемою приведеною на рисунку 1.

Опис методики

1. Розрахунок потужності:

$$P_{H \max} = I_{H \max}^2 \cdot R_H = I_{H \max} \cdot U_{H \max}$$

2. Розрахунок об'єму сердечника:

$$V = \frac{U_c \cdot I_{H \max} \cdot 10^4}{2 \cdot 4.44 \cdot f \cdot H_{\max} \cdot B_{xx}}, \text{ де } U_c = (1.4 - 2.2) I_{H \max} \cdot R_H, \quad B_{xx} = 1.6 T_x H$$

За кривими одночасного намагнічування для вибраного сердечника знаходимо такі параметри: B_{xx} , H_{max} , H_{xx} та після розрахунку об'єму вибираємо сердечник серед наявних за розрахованим об'ємом ($V = S \cdot l$).

3. Розрахунок кількості витків робочої обмотки:

$$Wp = H_{max} / I_{Hmax}$$

4. Розрахунок діаметру проводу робочої обмотки:

$$d = \frac{4 * I_H / \Delta}{\pi}, \text{ де } \Delta - \text{ щільність струму}$$

5. Розрахунок кількості витків обмотки керування:

$$W_y = \frac{H \cdot l}{I_y}$$

6. Розрахунок діаметру проводу обмотки керування:

$$q_y = \frac{I_y}{\Delta}$$

На малюнку 2 приведено конструкцію магнітного підсилювача на тороїдальному сердечнику. Така конструкція широко використовується в схемах управління, автоматизації, стабілізації електричних сигналів [2], де важливо мати компактний та надійний пристрій з плавним регулюванням параметрів. У деяких конструкціях додатково використовують постійний магніт, розташований у центральній частині тороїда, що дозволяє зменшити реактивну складову.

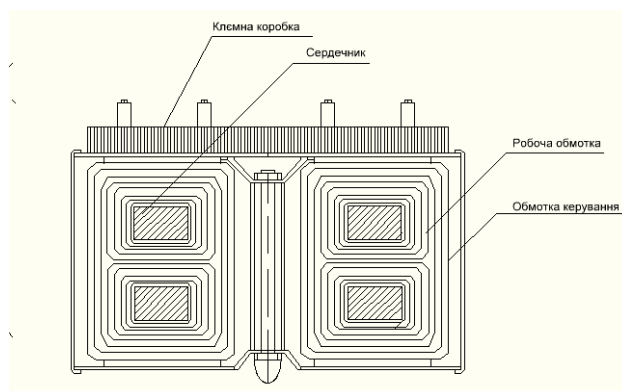


Рисунок 2 – Конструкція магнітного підсилювача

Висновок

У ході роботи було детально розглянуто питання проектування та розрахунку конструкції магнітного підсилювача. Проведено аналіз граничних електричних параметрів. Визначено перерізи та кількість витків для робочої та керуючої обмоток, що забезпечує оптимальні робочі параметри. Дана робота спрямована на забезпечення максимальної ефективності роботи пристрою та стабільності регулювання вихідної напруги та є важливою основою для подальших досліджень, зокрема, можливості зменшити активну складову робочої обмотки та підвищити стабільність і надійність підсилювача в різних режимах роботи, що є перспективним напрямом для оптимізації пристрою.

Перелік посилань

1. Mali P. Magnetic amplifiers: Principles and Applications. NewYork: J. F. Rider, 1963, P.101.
2. Geyger W. Magnetic-Amplifier Circuits. McGraw-Hill, 1954, P. 277.