

УДК 519.876.5

Пукас А.В., к.т.н., доцент

Масляк Ю.Б., магістрант

Тернопільський національний економічний університет, Україна

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИСОКОЧАСТОТНИХ МАГНІТНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ

Анотація. Розроблено програмне забезпечення для побудови інтервальної моделі універсальної енергетичної характеристики високочастотного магнітного підсилювача для оптимізації процесу створення уніфікованого ряду імпульсних джерел вторинного електроживлення в широкому діапазоні вихідних потужностей.

Ключові слова: ВИСОКОЧАСТОТНИЙ МАГНІТНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ, ДЖЕРЕЛО ВТОРИННОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Andriy Pukas, Yuriy Maslyiak

SOFTWARE FOR MODELLING OF ENERGY CHARACTERISTIC THE HIGH-FREQUENCY MAGNETIC AMPLIFIERS

Abstract. The software for building of model of universal energetic characteristic of high-frequency magnetic amplifier for optimization of process of creation unified row of impulse secondary power suppliers in wide output powers range was created.

Keywords: HIGH-FREQUENCY MAGNETIC AMPLIFIER, SECONDARY POWER SUPPLIER, MODELLING, SOFTWARE

Актуальність. Одним з основних компонентів джерел вторинного електроживлення (ДВЕЖ) є високочастотні магнітні підсилювачі (ВМП). Матеріал магнітопроводу ВМП порівняно дорогий (0,5-1 \$/грам). Так для стабілізатора постійної напруги з вихідними параметрами 5 В, 50 А затрати на осердя магнітопроводів ВМП знаходяться на рівні 10 \$. З іншого боку, як правило, кожен виробник цих матеріалів має свій ряд номіналів типорозмірів магнітопроводів. Тому на практиці часто зустрічаємось із надлишковою їх установленою потужністю. В той же час на сьогоднішній день технологічно стало можливим виготовлення осердь магнітопроводів ВМП за даними замовника. Аналіз принципів функціонування імпульсного регулятора напруги на ВМП показує, що оптимальні розміри магнітопроводів можна буде визначати шляхом використання універсальної енергетичної характеристики ВМП уніфікованого ряду ДВЕЖ. Вказана характеристика співставляє вхідну напругу U_{bx} , силовий струм I_n , що визначається навантаженням, та необхідну енергію $E(U_{bx}, I_n)$ для забезпечення сили даного струму в робочому циклі ВМП. З іншого боку для уніфікованого ряду ДВЕЖ вказану характеристику $E(l, s)$ можна знайти виходячи з масо-габаритних характеристик магнітопроводів, а саме – довжини магнітопроводу l та перерізу осердя s . На основі співставлення величин $E(U_{bx}, I_n)$ та $E(l, s)$ можна знаючи вхідні напруги та струм навантаження перейти до довжини магнітопроводу та перерізу осердя.

Тому виникає задача розробки програмного забезпечення для отримання універсальної енергетичної характеристики ВМП, придатної для використання при побудові уніфікованого ряду ДВЕЖ.

Зауважимо, що для побудови енергетичної характеристики ВМП для уніфікованого ряду необхідно провести експериментальні дослідження ряду приладів – ДВЕЖ із різними як масо-габаритними так і експлуатаційними характеристиками.

Постановка задачі.

Енергетична характеристика ВМП задається вольтсекундною площею ΔS , що відповідає насиченому стану ключа, під час якого в колі протікає силовий струм, що

визначається опором навантаження в робочий півперіод, і яка пропорційна вихідній потужності з врахуванням втрат в стабілізаторі [1]. Її вимірювання проводилося за допомогою інформаційно-вимірювального комплексу на базі ПК та цифрового осцилографа типу GDS-810S. При цьому похибка вимірювань включала дві складові: систематичну похибку, яка при попередньому калібруванні приладу була зведена до 1%, приведена похибка, пов'язана із випадковим коливанням напруги мережі складала максимум 10%. Таким чином, аналіз похибок при вимірюванні енергії E для забезпечення сили заданого струму в робочому циклі ВМП, дозволив обґрунтувати прийнятну гіпотезу про змішану інтервальну похибку вимірювань, яка використовується для побудови моделей „вхід-вихід” в інтервальному аналізі [2]. З метою мінімізації кількості вимірювань, точки вимірювань вибирались відповідно до таблиць оптимальних планів для експериментів з інтервальними похибками вимірювань, наведених в праці [3].

Основні результати.

Згідно апріорного аналізу залежності енергетичної характеристики від вхідного струму та напруги, а також масогабаритних характеристик вибрано для її представлення інтервальну квадратичну модель

$$\hat{E}(x_1, x_2) = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_1^2 + b_4 x_2^2 \quad (1)$$

Значення напруги для ряду стабілізаторів постійної напруги знаходились у межах $10 \leq U_{bx} \leq 50$ В, а струму – $0 \leq I_n \leq 50$ А, відповідно довжина магнітопроводу – $56 \leq l \leq 176$ мм і площа перерізу – $8 \leq s \leq 92$ мм². Дані величини були пронормовані на діапазоні від -1 до 1.

Щоб побудувати інтервальну модель енергетичної характеристики виду (1) необхідно провести як мінімум $N=m=5$ вимірювальних експериментів. Оскільки, невідомі апріорні статистичні характеристики похибки вимірювань, то для мінімізації кількості вимірювань виберемо план насиченого експерименту, який забезпечує мінімізацію максимальної похибки прогнозування моделі, тобто насичений I_G -оптимальний план.

Внаслідок дослідження 5 розроблених пристроїв отримано експериментальні дані, на основі яких було проведено ідентифікацію моделі (1).

У результаті отримано наступну інтервальну модель:

$$[E(U_{bx}, I_n)] = 191,837 + 83,672U_{bx} + 24,928I_n - 38,616U_{bx}^2 + 15,379I_n^2 \pm \frac{1}{2} \Delta_{\hat{E}(U_{bx}, I_n, F)},$$

де

$$\Delta_{\hat{E}(U_{bx}, I_n, F)} = 2 \cdot \sqrt{1610,1 + 232,1U_{bx} - 232,1I_n - 667U_{bx}I_n - 1209,5U_{bx}^2 - 1209I_n^2 + 230U_{bx}^2I_n - 230I_n^2 \times U_{bx} - 22U_{bx}^2I_n^2 + 430U_{bx}^3 - 430I_n^3 + 810U_{bx}^4 + 1810I_n^4} \quad (2).$$

Аналогічна модель отримана для співвідношення $E(l, s)$.

На основі побудованих моделей розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє побудувати модель (2) енергетичних характеристик високочастотних магнітних підсилювачів з візуалізацією на графіку (рис. 1).

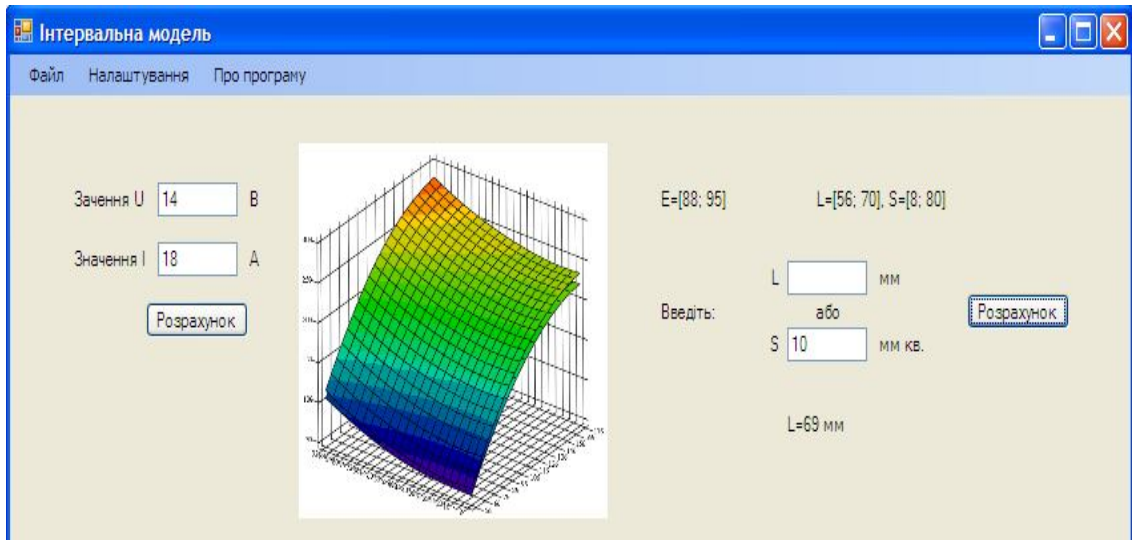


Рис. 1. Головне вікно програми

Висновки.

У роботі розглянуто задачу розробки програмного забезпечення для побудови інтервальної моделі універсальної енергетичної характеристики високочастотного магнітного підсилювача з метою подальшого її використання при створенні уніфікованого ряду імпульсних вторинних джерел електроживлення в широкому діапазоні вихідних потужностей.

Література.

1. Яськів В.І. Нові методи проектування імпульсних джерел вторинного електроживлення засобів комп'ютерної техніки // "Теоретична електротехніка" Збірник наукових праць Випуск 56, Львівський національний університет імені Івана Франка, 2002 р., с. 135-141.
2. Design of experiments and data analysis: New trends and results / Letzky E.K., Voshinin A.P., Dyvak N.P., Simoff S.J., Orlov A.I., Gorsky V.G., Nikitina E.P., Nosov V.N./ Edited by E.K. Letzky. – Moscow.: ANTAL, 1993 – 192p.
3. Дивак М.П., Пукас А.В. Таблиці оптимальних планів експерименту у випадку локалізації області параметрів інтервальної моделі // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2002.- №2. -с.181-190.