

3. Розроблений тонкоплівковий варіант датчика температури на підкладинці розміром 20x15 мм, при використанні в якості ПВП термісторів Sck-101, за-

безпечує в діапазоні температур -30 - +90°C середнє значення чутливості 15 МГц/град.

Література

1. Ерофеева И. А. Импульсные устройства на однопереходном транзисторе / И. А. Ерофеева. – М.: Связь, 1974. – 72 с.
2. Двухбазовые диоды в автоматике / А. Е. Ольсевич и др. – М.: Энергия, 1972. – 67 с.
3. Стафаев, В. И. Теоретические и экспериментальные исследования двухбазового диода. / В. И. Стафаев, А. П. Штагер – Рига: Знание, 1986. – 525 с.
4. Ліщинська Л. Б. Дослідження узагальненого перетворювача імітансу (УПІ) на базі одноперехідного транзистора від параметрів його фізичної еквівалентної схеми / Л. Б. Ліщинська, М. В. Барабан, Я. С. Рожкова // Електронний журнал «Наукові праці ВНТУ». – 2010. – № 2. – С. 7 -14.
5. Филинук Н. А. Инжекционно-пролётный транзистор: материалы VI междунар. науч.-практ. конф. «Микроэлектронные преобразователи и приборы на их основе», Баку / Н. А. Филинук, И. В. Булыга. – Баку: Сумгаит, 2007. – 95 – 97 с.
6. Ліщинська Л. Б., Визначення, класифікація і параметри багатопараметричних узагальнених перетворювачів імітансу / Л. Б. Ліщинська // Вісник ВПІ. – 2010. - №5. – С. 105 – 108.
7. Ліщинська Л. Б. Експериментальний метод визначення параметрів одноперехідного транзистора: тези доп. наук.-практ. конф. «Контроль і управління в складних системах» (окт.2008) / Л. Б. Ліщинська, А. Г. Шведюк, М. А. Філінук. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 137 с.
8. Установка для измерения граничной частоты однопереходного транзистора: пат. 41314 України: МПК8 G01R 27/28 (20-06.01) / Ліщинська Л.Б., Шведюк А. Г., Філінук М.А.;заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет. - № 200900490/09; заявл. 23.01.2009; опубл. 12.05.2009, Бюл. №9. – 4 с.
9. Сигорский, В. П. Основы теории электронных схем: учеб.пособие для вузов / В.П. Сигорский, А.И. Петренко. – К.: Техника, 1967. - 609 с.

У статті розглянуто методи визначення параметрів моделі ферромагнетиків. Розглянутий метод рою часток. Розглянуто використання генетичного алгоритму для оцінки параметрів

Ключові слова: модель Джілса – Аттертона, метод рою часток, генетичний алгоритм

В статье рассмотрены методы определения параметров модели ферромагнетиков. Рассмотрен метод роя частиц. Рассмотрено использование генетического алгоритма для оценки параметров модели

Ключевые слова: модель Джилса – Аттертона, метод роя частиц, генетический алгоритм

In article the methods of determination of model parameters of ferromagnetics are considered. Particle swarm method is considered. Use of genetic algorithm for an assessment of parameters is considered

Keywords: Jiles – Atherton model, particle swarm optimization, genetic algorithm

УДК 004.94:004.896

АЛГОРИТМИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ФЕРОМАГНЕТИКІВ В КОМП'ЮТЕРНІЙ СИСТЕМІ

В. Ю. Ларін

Доктор технічних наук, професор

Контактний тел.: (044) 362-31-73, 050-830-53-63

E-mail: vjlarin@gmail.com

Є. В. Шкурников

Аспірант*

Контактний тел.: 099-931-93-42

E-mail: nikshev@i.ua

*Кафедра аеронавігаційних систем

Національний авіаційний університет

пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680

1. Вступ

Модель Джілса-Аттертона була запропонована в 1983 році. Основа моделі – безгістерезисна крива,

яка є залежністю безгістерезисної намагніченості від напруженості магнітного поля H . Вона виходить у тому випадку, коли на додаток до постійної складової на магнітний матеріал впливає сильне змінне

поле з амплітудою, що поступово убуває до нуля. Модель Джілса-Аттертона не виражає в явному вигляді залежність магнітної індукції B від напруженості магнітного поля H , а встановлює їх взаємозв'язок через систему диференціальних рівнянь, що описують поведінку доменних структур. На даний момент модель Джілса-Аттертона найбільш поширена в комерційних системах автоматичного проектування[1].

2. Постановка завдання

Модель Джілса-Аттертона є однієї з найбільш використовуваних в системах автоматичного проектування. Але достатнім мінусом моделі є складне визначення параметрів моделі по експериментальним даним.

Мета роботи

Метою роботи є розгляд методів визначення параметрів моделі Джілса-Аттертона. Основні параметри моделі, представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Параметри моделі Джілса-Аттертона

Позначення	Параметр	Розмірність
MS	Намагніченість насичення	A/м
A	Параметр форми безгістерезисної кривої намагнічення	A/м
C	Постійна пружного зсуву доменних кордонів	
K	Постійна необоротній деформації доменних стінок	A/м
ALPHA	Параметр ефективності поля	—

Практичне значення

Здобуття параметрів моделі Джілса-Аттертона по експериментальним даним грає важливу роль для подальшого використання їх в системах автоматичного проектування.

3. Метод рою часток

У 1995 році Джеймс Кенеді (James Kennedy) і Рассел Еберхарт (Russel Eberhart) запропонували метод для оптимізації безперервних нелінійних функцій, названий ними алгоритмом рою часток [2].

Поточний стан частки характеризується координатами в просторі рішень (тобто, власне, пов'язаним з ними рішенням), а також вектором швидкості переміщення.

Обидва цих параметра вибираються випадковим чином на етапі ініціалізації. Крім того, кожна частка зберігає координати кращого із знайдених їй рішень, а також краще з пройдених всіма частками рішень – цим імітується миттєвий обмін інформацією між птацями.

На кожній ітерації алгоритму напрям і довжина вектора швидкості кожною з часток змінюються у

відповідність з відомостями про знайдений оптимум:

$$v_i = v_i + a_1 \cdot \text{rnd}() \cdot (pbest_i - x_i) + a_2 \cdot \text{rnd}() \cdot (gbest_i - x_i)$$

де v - вектор швидкості часток (v_i його i -я компонента), a_1, a_2 - постійні прискорення, $pbest$ - краща знайдена часткою точка, $gbest$ - краща точка з пройдених всіма частками системи, x - поточне положення частки, $\text{rnd}()$ - повертає випадкове число від 0 до 1 включно.

Після обчислення спрямованості вектора v , частка переміщається у точку $x = x + v$. У разі потреби, оновлюються значення кращих точок для кожної частки і для всіх часток в цілому. Після цього цикл повторюється [3].

Деяка частка i у рої є потенційним вирішенням проблеми ідентифікації параметрів в п'ятимірному просторі. Ця частка і асоційована з позицією $x_i = (\alpha_i, a_i, c_i, k_i, Ms_i)$ і має свою швидкість.

Функцією придатності для частки i є квадрат помилки між виміряним значенням статичної петлі гістерезису і расчитаним значенням моделі Джілса-Аттертона (на певній позиції).

$$\text{fitness} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{B_{\text{exp}}(i) - B_{\text{sim}}(i)}{\max(B_{\text{exp}})} \right)^2}$$

де N – кількість вимірів, B_{exp} - виміряне значення, B_{sim} - розраховане за допомогою моделі Джілса – Аттертона значення.

Позиція x_i з найменшим значенням функції придатності на певній ітерації буде прирівняна до кращої точки пройденої всіма частками ($gbest$). Кожна частка і так само зберігає кращі значення $pbest$. Таким чином:

$$v_i = (v_{\alpha_i}, v_{a_i}, v_{c_i}, v_{k_i}, v_{Ms_i})$$

$$v_i^t = \omega \times v_i^{t-1} + p_1 \times rd_1 \times (pbest - x_i^t) + p_2 \times rd_2 \times (gbest - x_i^t)$$

$$x_i^{t+1} = x_i^t + v_i^t$$

де x_i – поточна позиція частки i , v_i – поточна швидкість частки i , ω – інерційна вага, p_1, p_2 – постійні прискорення, rd_1, rd_2 – випадкові величини в інтервалі від 0 до 1.

Інерційна вага поступово зменшується для збільшення точності на останніх ітераціях.

$$\omega = \frac{(\omega_{\text{start}} - \omega_{\text{end}}) \times (\text{Maxiter} - \text{Iter})}{\text{Maxiter}} + \omega_{\text{end}}$$

де $\omega_{\text{start}}, \omega_{\text{end}}$ – інерційна вага початкова і кінцева (випадкові величини). Maxiter - максимальна кількість ітерацій, Iter - поточна ітерація[4].

4. Використання генетичного алгоритму для визначення параметрів моделі Джілса-Аттертона

Генетичні алгоритми здатні не лише вирішувати і скорочувати перебір в складних завданнях, але і легко адаптуватися до зміни проблеми.

Спочатку ГА-функція генерує певну кількість можливих рішень, а потім обчислює для кожного "рівень виживаності" (fitness) - близькість до істини. Ці рішення дають потомство. Ті що "сильніші", тобто більше личать, має більший шанс до відтворення, а "слабкіші" поступово відмирають. Йде еволюція.

Процес повторюється до тих пір, поки не знайдено рішення, або не отримано достатне до нього наближення.

1) Генерація випадкового початкового стану. Перше покоління створюється з довільно вибраних рішень (хромосом). Це відрізняється від стандартних методів, коли початковий стан завжди одне і те ж.

2) Обчислення коефіцієнта виживаності (fitness). Кожному рішення (хромосомі) зіставляється якесь чисельне значення, залежне від його близькості до відповіді.

3) Відтворення. Хромосоми, що мають велику виживаність (fitness), потрапляють до нащадків (які потім можуть мутувати) з більшою вірогідністю. Нащадок, результат злиття "батька" і "матері", є комбінацією їх ген. Цей процес називається "кроссінг-овер" (crossing over).

4) Наступне покоління. Якщо нове покоління містить рішення, досить близьке до відповіді, то завдання вирішене. У протилежному випадку воно проходить через той же процес. Це триває до досягнення рішення [5].

Структура популяцій для параметрів моделі Джілса - Аттертона приведена нижче:

$$pop = \begin{bmatrix} a_1 & \alpha_1 & c_1 & Ms_1 & k_1 & fitness_1 \\ \frac{n}{n} & \frac{n}{n} & \frac{n}{n} & \frac{n}{n} & \frac{n}{n} & \frac{n}{n} \\ \frac{n}{n} & \frac{n}{n} & \frac{n}{n} & \frac{n}{n} & \frac{n}{n} & \frac{n}{n} \\ a_n & \alpha_n & c_n & Ms_n & k_n & fitness_n \end{bmatrix}$$

де n – число індивідуальних включень в популяцію.

Кожен рядок є однією індивідуальною хромосомою, стовпець складений з параметрів моделі Джілса - Аттертона називається геномом. Останній стовпець є оцінкою придатності.

У нашому випадку функція придатності відображує собою різницю між вимірним значеннями індукції і порахованими в моделі Джілса – Аттертона.

$$fitness = -abs \sum_{i=1}^m (Bm_i - Bc_i)$$

де Bm – вимірне значення індукції, Bc – розрахункове значення за допомогою моделі Джілса – Аттертона, m – кількість вимірів.

Генетичний алгоритм шукає найбільш краще рішення в області можливих вирішень визначеної параметрами моделі Джілса - Аттертона. Область можливих рішень обмежена зверху і знизу обмеженнями параметрів моделі [6].

5. Висновок

Запропоновано методику реалізації генетичного алгоритму для знаходження параметрів моделі феромагнітних елементів та визначено структуру популяцій для параметрів моделі Джілса - Аттертона.

Література

1. А.А. Новиков., М.А. Амелина. Конспект лекцій по курсу «Математическое моделирование». Часть 1,2,3. – Смоленск, 2006. – 464 с.
2. J. Kennedy, R. C. Eberhart, "Particle swarm optimization" // In Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, стр. 1942–1948, 1995 г.
3. Алгоритм роя частиц. [Электронный ресурс]: Хабрахабр –.– Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/105639/>, свободный – Загл. с экрана – Яз. рус.
4. Identification of Jiles–Atherton Model Parameters Using Particle Swarm Optimization / Marion R, Scorretti R, Siauve N, Raullet M.-A, Krahenbühl, L. / Magnetics, IEEE Transactions on. – 2008. – vol.44. – pp. 894-897.
5. Введение в ГА и Генетическое программирование. [Электронный ресурс]: Algolist.manual.ru –.– Режим доступа: <http://algolist.manual.ru/ai/ga/intro.php>, свободный – Загл. с экрана – Яз. рус.
6. J-A hysteresis model parameters estimation using GA / Bogomir Zidari, Damijan Miljavec // Advances in Electrical and Electronic Engineering – 2005. – vol.4. – pp. 174 – 177.