

УДК 621.311.1

ВІДСТЕЖЕННЯ ТОЧКИ МАКСИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ФОТОБАТАРЕЇ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ТА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

О.П. Кравченко, кандидат технічних наук

Київський національний університет технологій та дизайну

І.В. Масляник, студентка

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: сонячна батарея, відстеження точки максимальної потужності, нечітка логіка, нейронна мережа.

Сонячна енергія – одне з найбільш важливих відновлюваних джерел енергії, яке на відміну від звичайних невідновлюваних джерел (нафта, вугілля) є невичерпним та легкодоступним. Фотоелектричні системи для генерації електричної енергії з сонячного світла головним чином використовуються в автономному (наприклад, для освітлення приміщень та вулиць за допомогою світло-діодних ламп, зарядки акумуляторів електромобілів) або в мережевому (для SmartGrid, MicroGrid) режимах.

Сонячні елементи характеризуються двома вираженими недоліками:

- 1) низьким показником перетворення світлової енергії в електричну;
- 2) залежності генерації електричної енергії від погодних умов.

Вольт-амперні характеристики (ВАХ) сонячної батареї нелінійно залежать від рівня освітленості та температури навколишнього середовища. Тому, фотоелектричні системи, що з'єднані з навантаженням, характеризуються загальною низькою енергоефективністю. Для того, щоб підвищити ефективність енергосистеми виконують відстеження точки максимальної потужності (ТМП) системи. В загальному випадку, на графіках залежності напруги від струму (U-I) та потужності (U-P) існує точка максимальної потужності, при якій вся фотоелектрична система працює з максимальною ефективністю та виробляє максимальну вихідну потужність. Система контролю ТМП відстежує і порівнює показники потужності фотоелементів, і згодом вибирає оптимальну напругу, при якій буде забезпечуватися максимальна продуктивність приладів, які живляться. Крім цього, виконується постійний моніторинг стану акумуляторної батареї, і на основі цих даних здійснюється коригування сили і величини напруги, яка подається на акумулятор.

Локалізацію ТМП можна визначити за допомогою т.зв. пошукових алгоритмів, які компілюються у програмований мікроконтролер (рис. 1).

Незважаючи на те, що була розроблена велика кількість методів для відстеження ТМП, актуальною залишається задача пошуку кращих, точніших та швидших пошукових алгоритмів. Одним з таких напрямків є методи відстеження на основі алгоритмів нечіткої логіки та нейронної мережі.

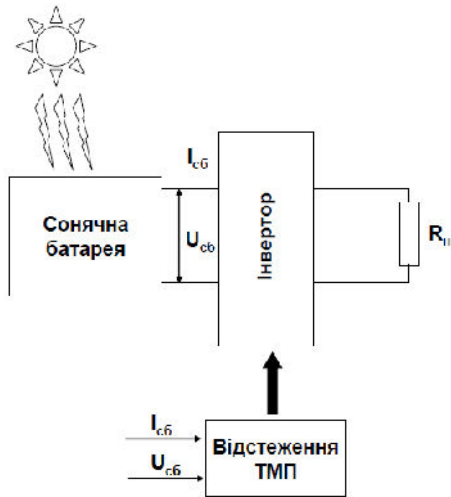


Рисунок 1 – Схема фотоелектричної системи

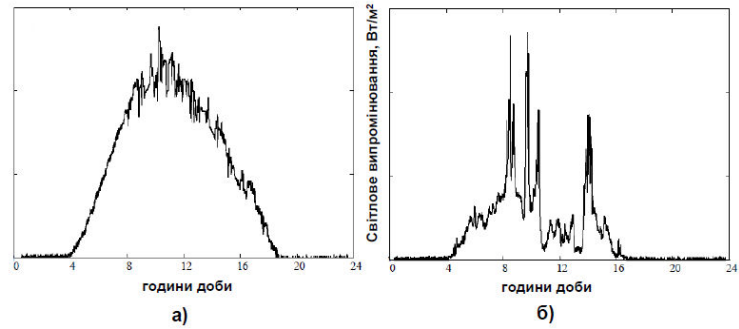


Рисунок 2 – Сонячне випромінювання протягом:
а) сонячного дня; б) похмурого дня

Нечітко-логічний контролер (НЛК) використовує нечіткі евристичні правила для пошуку ТМП при різних рівнях освітленості (рис. 2) та температурі. Цей метод легко виконується і складається з покрокового адаптивного пошуку, який приводить до швидкої збіжності. НЛК складається з трьох функціональних блоків: 1) блоку розмивання вхідних даних, 2) блоку з алгоритмом нечітких правил та 3) блоку відновлення чіткості вихідних даних (рис. 3).

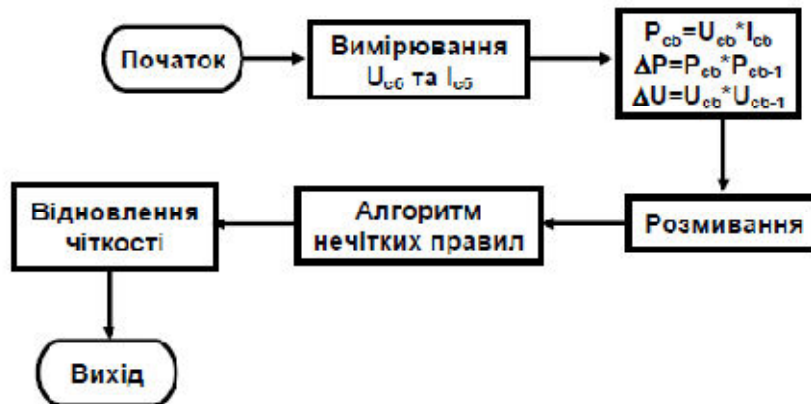


Рисунок 3 – Схема нечітко-логічного контролера

Моделювання відстеження ТМП на основі нечіткої логіки виконується в середовищі MatLab Simulink, використовуючи Fuzzy Logic Toolbox. Цей пакет дозволяє створювати системи нечіткого логічного висновку і нечіткої класифікації в рамках середовища MatLab, з можливістю їх інтегрування в Simulink. Базовим поняттям Fuzzy Logic Toolbox є FIS-структура - система нечіткого виведення (Fuzzy Inference System). FIS-структура містить всі необхідні дані для реалізації функціонального відображення "входи-виходи" на основі нечіткого логічного висновку згідно зі схемою, наведеною на рис. 4.

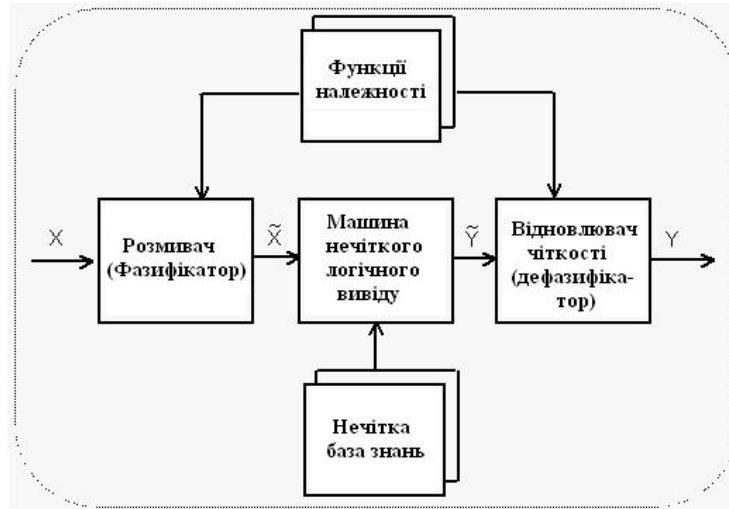


Рисунок 4 – FIS-структура Fuzzy Logic Toolbox в середовищі MatLab Simulink

Відстеження ТМП за допомогою нейронної мережі є точним та достатньо простим у виконанні методом. Створюється трьохшарова нейронна мережа, яка містить два нейрони (I_{cb} та U_{cb}) у вхідному шарі, три нейрони в прихованому шарі та один нейрон у вихідному шарі (рис. 5).

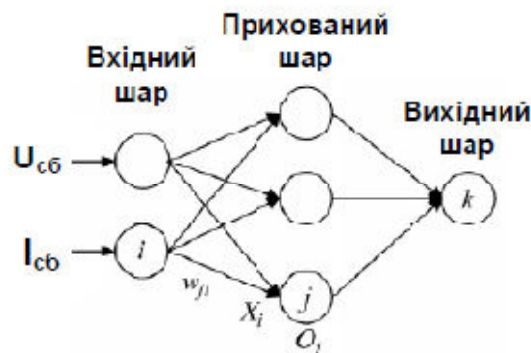


Рисунок 5 – Трьохшарова нейронна мережа

Виходи кожного вузла вхідного та прихованого шарів задаються сигмоїдними функціями. Так, вихід прихованого шару (O_j) описується рівнянням:

$$O_j(N) = \frac{1}{1 + e^{-X_j(N)}}$$

де X_j – вхід до нейрону прихованого шару для N -ої ітерації та w_{ji} – вага з'єднання.

Ваги з'єднань налаштовуються за допомогою навчального алгоритму, який впливає на точність цього методу. Навчання нейронної мережі може потребувати досить довгий час в умовах асиметричної зміни освітленості та температури.

Моделювання відстеження ТМП на основі нейронної мережі виконується в середовищі MatLab Simulink, використовуючи Neural Network Toolbox.