

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ МРРТ АЛГОРИТМА «ВОЗМУЩЕНИЕ-НАБЛЮДЕНИЕ»

Гимазов Р. У., Шидловский С. В.
Томский политехнический университет
e-mail: ruslgin@gmail.com

Введение

МРРТ (Maximum Power Point Tracking) – отслеживание точки максимальной мощности – это один из способов повышения энергетической эффективности фотоэлектрических модулей и ветроэнергетических установок, путём получения максимальной возможной мощности на выходе указанных систем. Для реализации МРРТ используются цифровые устройства, анализирующие вольт-амперную характеристику (ВАХ) с целью определить оптимальную пару ток-напряжение, обеспечивающую максимум выходной мощности.

На рисунке 1 приведён пример ВАХ фотоэлектрического модуля с обозначенной на ней точкой максимальной мощности.

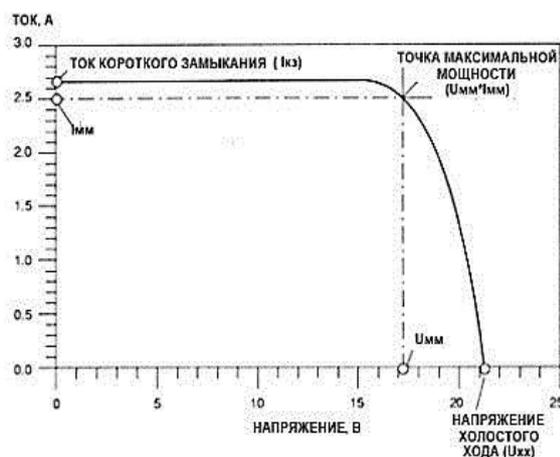


Рис. 1. МРРТ на ВАХ фотоэлектрического модуля

Наиболее распространённым МРРТ алгоритмом является алгоритм «возмущение-наблюдение». В этом методе устройство МРРТ на небольшую величину изменяет входное сопротивление, вследствие чего изменяется напряжение солнечной установки и измеряет мощность, если мощность увеличивается — контроллер продолжает изменять напряжение в этом же направлении, пока мощность не перестанет увеличиваться. Принцип работы алгоритма «возмущение-наблюдение» показан на рисунке 2.

Недостатками алгоритма «возмущение-наблюдение» являются колебания мощности и фиксированное время «восхождения». Решением указанных проблем видится применение аппарата нечёткой логики [1].

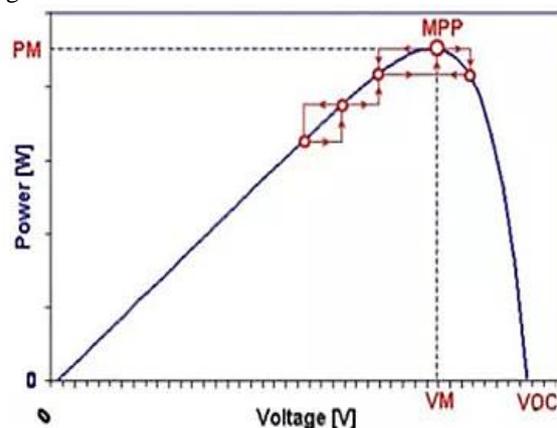


Рис. 2. Принцип поиска точки максимальной мощности по алгоритму «возмущение-наблюдение»

Аппарат нечёткой логики

Математическая теория нечетких множеств позволяет формализовать нечеткие понятия и знания, оперировать этими знаниями и осуществлять нечеткие выводы. Экспериментально показано, что использование нечеткой логики в управлении (нечеткое управление) дает лучшие результаты, по сравнению с получаемыми при традиционных алгоритмах управления [3].

Моделирование МРРТ контроллера

Для исследования внедрения аппарата нечёткой логики в МРРТ-алгоритм разработана модель солнечной фотоэлектрической установки с МРРТ-контроллером заряда [4]. Для создания модели использовалась среда MATLAB, Simulink.

В разработанной модели, представленной на рисунке 3, поиск точки максимальной мощности ведётся по алгоритму «Возмущение-Наблюдение», принцип которого был рассмотрен ранее.

Блок нечёткой логики служит для формирования коэффициента, задающего величину приращения в зависимости от входной лингвистической переменной. Значение масштабирующего коэффициента от входной лингвистической переменной определяется в зависимости от набора правил нечёткого контроллера [2], приведённых в таблице.

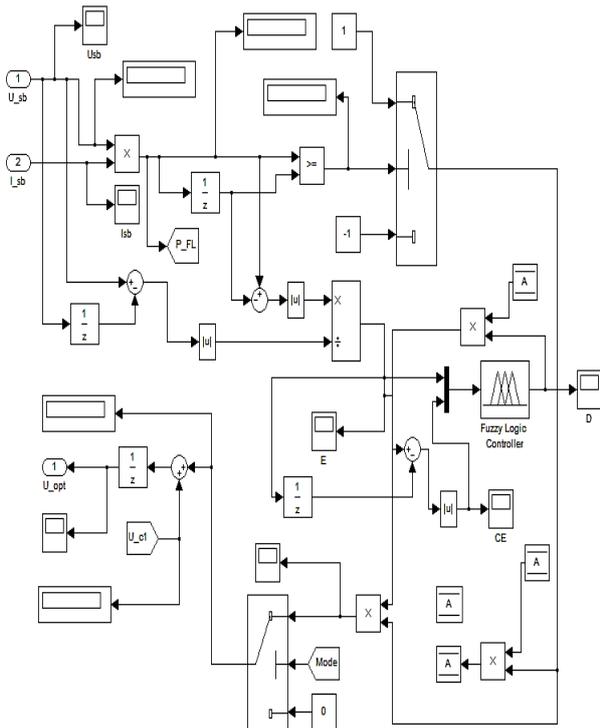


Рис. 3. Модель МРРТ контроллера с нечёткой логикой

Таблица. Правила нечёткого контроллера

$E \downarrow \ dE \rightarrow$	low	middle	high
low	low	low	low
middleL	midL	midL	low
middleH	midH	midL	low
high	high	midH	midL

Исследование влияния блока нечёткой логики на работу МРРТ контроллера

Для исследования влияния работы блока нечёткой логики на солнечную фотоэлектрическую установку, были заданы следующие исходные параметры модели:

- напряжение холостого хода $U_{xx}=24$ В, ток короткого замыкания $I_{kz}=6,14$ А;
- нормальные условия: температура 25 °С, уровень солнечной инсоляции $W=1000$ кВт/м², угол падения лучей $\alpha=900$;
- нагрузка потребителей отключена;
- модуль заряжает аккумулятор с номинальным напряжением 12 В, разряжённый до 80 %;

Результаты моделирования представлены на рисунках 4, 5. Зелёным цветом обозначены показатели обычного контроллера, а синим – с нечёткой логикой.

Из рисунка 4 видно, что применение блока нечёткой логики в МРРТ контроллере позволило значительно увеличить скорость нахождения точки максимальной мощности, а также нейтрализовало колебания напряжения, что в свою очередь снизило колебания мощности (рисунки 5).

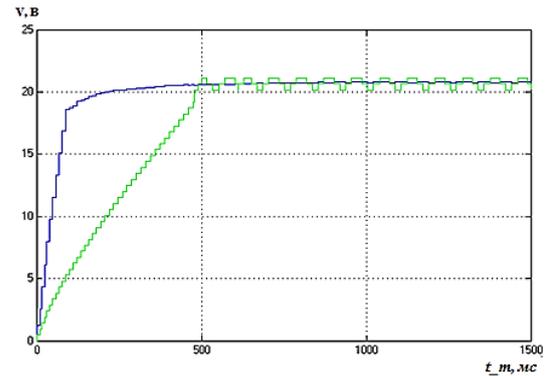


Рис. 4. Сравнение режимов поиска точки максимальной мощности по напряжению

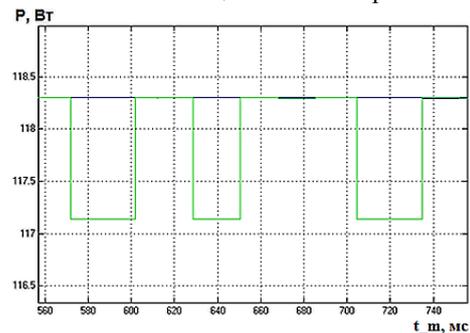


Рис. 5. Сравнение режимов поиска точки максимальной мощности по мощности

Заключение

Подводя итог проведённым исследованиям, можно сделать вывод, что применение аппарата нечёткой логики для улучшения характеристик солнечных фотоэлектрических установок является функциональным и актуальным решением. Изменяя логику нечёткого регулирования и подстраивая её под конкретную систему можно добиться увеличения КПД фотоэлектрической установки на дополнительные 1-2%.

Список использованных источников

1. Шидловский С.В. Автоматическое управление. Перестраиваемые структуры. – Томск: Томский государственный университет, 2006. – 288 с.
2. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru>, свободный (дата обращения 08.09.2016).
3. Pkuksa.org. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pkuksa.org>, свободный (дата обращения: 08.09.2016).
4. Шидловский С.В. Математическое моделирование сложных объектов с распределенными параметрами в задачах автоматического управления структурно-перестраиваемых систем // Известия Томского политехнического университета.– 2009.– Т. 309.– №. 8.– С. 19–22.