

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ В ЭЛЕКТРОКАРАХ

Ли В.К., Пригара Ю.А., Гурский С.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Хорошко В.В. – канд.техн.наук, доцент

В работе рассматриваются вопросы, связанные с алгоритмами работы солнечных батарей в электромобилях. Рассмотрена система отслеживания точки максимальной мощности (ОТММ, англ. maximum power point tracking, MPPT) для высокоэффективной фотоэлектрической матрицы, применяемой к транспортному средству на солнечной энергии.

В данной работе приводится улучшение преобразования мощности с использованием современного высокопроизводительного алгоритма ОТММ на основе нечеткой логики. Каждая матрица фотоэлектрических элементов имеет оптимальную рабочую точку, которая называется точкой максимальной мощности (ТММ), она варьируется в зависимости от температуры элемента и уровня падающей инсоляции. [1].

Типичная система питания солнечного транспортного средства состоит из матрицы, состоящей из заданного количества последовательно соединенных фотоэлектрических элементов [2, 3, 4], параллельно соединенного блока батарей, выполняющего функцию буфера энергии, и преобразователя постоянного тока в постоянное напряжение солнечной батареи с одной из батарей. Коэффициент преобразования преобразователя изменяется контроллером для постоянной регулировки рабочего напряжения солнечной панели в соответствии с ее ТММ, он работает как ОТММ [1]. Архитектура системы отслеживания точки максимальной мощности для солнечного электромобиля приведена на рисунке 1.

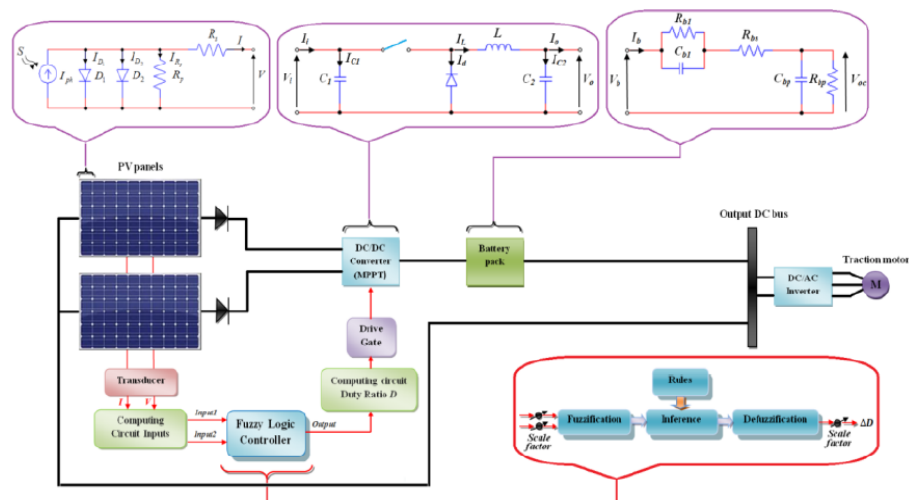


Рисунок 1 – Компонентная архитектура ОТММ для солнечного электромобиля с нечетким контроллером [1]

Как показано на рисунке 2, запитанная мощность от фотоэлектрических батарей P зависит не только от его рабочего напряжения V (и значения нагрузки), но также от температуры и интенсивности излучения. Точка максимальной мощности, обозначенная как MPP (Maximum Power Point), является желаемой рабочей точкой для фотоэлектрической матрицы для достижения максимальной эффективности. В этих обстоятельствах механизм отслеживания точки максимальной мощности (ОТММ) может помочь значительно увеличить выходную мощность солнечной энергосистемы путем регулировки параметров системы (таких как нагрузка или рабочее напряжение V) таким образом, чтобы рабочее напряжение V всегда оставалось примерно равным оптимальному рабочему напряжению $V_{ТММ}$. В случае электромобилей на солнечных батареях использование ОТММ имеет большое значение, поскольку оно дает возможность повысить мощность и эффективность, несмотря на быстро меняющиеся параметры (освещенность и температура) из-за подвижности транспортного средства и аэродинамически изогнутых солнечных батарей. ОТММ помогает в обеспечении высокой доступности электроэнергии без необходимости увеличения размера солнечной панели, в этом случае вес транспортного средства излишне увеличивается и общая производительность снижается [1, 5, 6].

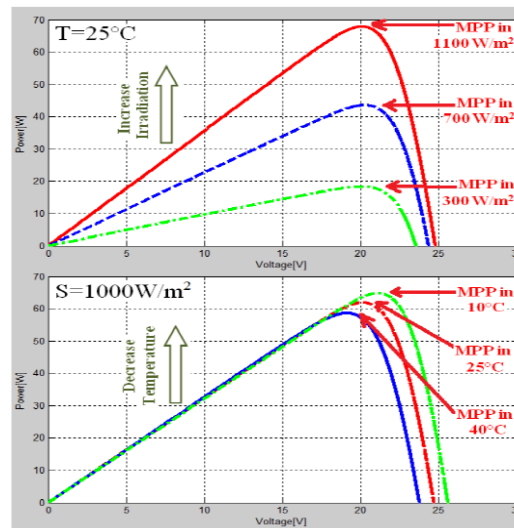


Рисунок 2 – Варьирование ТММ с изменением освещенности и температуры [1]

ОТММ состоят из аппаратных и программных компонентов. Структуры ОТММ обычно оснащены преобразователем постоянного тока, датчиками и блоком управления. Блок управления имеет встроенное программное обеспечение, которое запускает специальный алгоритм для отслеживания ТММ. Несколько различных алгоритмов отслеживания ТММ были разработаны многими исследователями в литературе [7]. Оценка эффективности разработанных алгоритмов показала, что алгоритм инкрементной проводимости (IC) достиг наилучших результатов при различных погодных условиях [8]. Кроме того, в сравнительных экспериментах, проведенных в реальных условиях окружающей среды, было также обнаружено, что алгоритм IC обеспечивает наивысшую эффективность [9].

Соответствующий алгоритм для микросетки на базе PV реализуется путем модификации классического алгоритма Р&О. Модифицированный Р&О исключил колебания классического Р&О вокруг ТММ и необходимость знания начальных параметров панели [10]. Кроме того, адаптивный алгоритм Р&О исправил проблемы классического Р&О с более быстрым динамическим откликом и устойчивой стабильностью [11].

Согласно результатам сравнительного тестирования четырех различных алгоритмов, приведенных в литературе [12], алгоритм IC имеет лучшую производительность, а алгоритм SC имеет худшую производительность для движущихся систем. Два других алгоритма, которые попадают между ними, то есть Р&О и ОС, имеют приблизительно равные характеристики друг другу. Алгоритм ОС показал несколько лучшую производительность, чем алгоритм Р&О в первых экспериментах. Однако алгоритм ОС не может повторить тот же успех в повторных тестах. Поэтому было принято, что эти два алгоритма имеют почти одинаковую производительность для движущихся систем [12].

Таким образом контроллеры ТММ играют важную роль в системах солнечной энергии. Слежение за ТММ происходит с помощью импульсного преобразователя постоянного напряжения с аналоговой или цифровой системой управления, которая позволяет реализовать алгоритмы.

Список использованных источников:

1. Maximum Power Point Tracking for a Solar Electric Vehicle with an Intelligent Fuzzy Controller/ T. Obeidi [et al.] // *Acta Polytechnica Hungarica*, 2018.
2. Cheddadi, Y., et al: Design and verification of photovoltaic MPPT algorithm as an automotive-based embedded software. *Solar Energy* 171: 414-425. 2018.
3. Shweta Pandey, Prasanta Kumar Jena: A Review on Maximum Power Point Tracking Techniques for Photovoltaic Systems. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Volume: 04 Issue: 06 | June -2017
4. Onat, N: Recent developments in maximum power point tracking technologies for photovoltaic systems. *International Journal of Photoenergy*, 2010.
5. Karami, N., et al: General review and classification of different MPPT Techniques." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68: 1-18. 2017.
6. Wolfs, P. and Q. Li: A current-sensor-free incremental conductance single cell MPPT for high performance vehicle solar arrays. in *Power Electronics Specialists Conference, 2006. PESC'06. 37th IEEE. 2006. IEEE.*
7. Salas, V., Olias, E., Barrado, A., and Lazaro, A., 2006, "Review of the Maximum Power Point Tracking Algorithms for Stand-Alone Photovoltaic System," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 90(11), pp. 1555–1578.
8. Hussein, K. H., Muta, I., Hoshino, T., and Osakada, M., 1995, "Maximum Photovoltaic Power Tracking: An Algorithm for Rapidly Changing Atmospheric Conditions," *IEE Proc. Gener., Transm. Distrib.*, 142(1), pp. 59–64.
9. Hohm, D. P., and Ropp, M. E., 2003, "Comparative Study of Maximum Power Point Tracking Algorithm," *Prog. Photovoltaic Res. Appl.*, 11(1), pp. 47–62.
10. Abdelsalam, A. K., Masoud, A. M., Ahmed, S., and Enjeti, P. N., 2011, "High-Performance Adaptive Perturb and Observe MPPT Technique for Photovoltaic-Based Microgrids," *IEEE Trans. Power Electron.*, 26(4), pp. 1010–1021.
11. Piegari, L., and Rizzo, R., 2010, "Adaptive Perturb and Observe Algorithm for Photovoltaic Maximum Power Point Tracking," *IET Renewable Power Gener.*, 4(4), pp. 317–328.
12. Hameed Metghalchi, 2015, "A New MPPT Algorithm for Vehicle Integrated Solar Energy System," *Journal of Energy Resources Technology*.