



Обуховський Олександр,
магістр спеціальності 122 "Комп'ютерні науки",
Західноукраїнський національний університет

Науковий керівник:
Гладій Григорій Михайлович,

к.е.н., доцент,

доцент кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління,
Західноукраїнський національний університет



Модифікований алгоритм відслідковування максимальної потужності сонячних панелей

Серед трьох основних факторів, які впливають на продуктивність будь-якої фотоелектричної (PV) системи є сонячне випромінювання, температура навколишнього середовища та робочі умови електричного навантаження, перші два фактори неможливо контролювати. Отже, робочу точку фотоелектричного модуля слід контролювати таким чином, щоб передавати максимальну потужність до навантаження, що відбувається в точці максимальної потужності (MPP) [1] на кривій залежності потужності від напруги фотоелектричного модуля. Зміна електричної робочої точки фотоелектричних (PV) модулів робиться таким чином, щоб вони передавали максимальну потужність навантаженню за заданої температури та освітленості, що і є відстеженням максимальної точки потужності (MPPT) [2]. Це робиться шляхом поєднання фотоелектричного модуля та навантаження через перетворювач постійного струму та керування перемиканням цього перетворювача. Неізольовані понижувальні та підвищувальні перетворювачі постійного струму через їх простоту та ефективність широко використовуються у фотоелектричних системах живлення. З певних причин, зазначених у [3], топологія підвищення широко використовується для систем інтерфейсу фотоелектричної енергії.

Для відстеження MPP струм PV або напруга PV можуть використовуватися як змінна керування, тобто контролер MPPT може регулювати будь-яку з двох змінних керування. Однак фотоелектрична напруга є кращою керуючою змінною [3], яка використовується в більшості алгоритмів для MPPT.

Існує багато алгоритмів MPPT, розроблених для фотоелектричних систем, таких як Climbing [4]/Perturb & Observe (P&O), Incremental Conductance (InCond), Fractional Open Circuit Voltage, Fractional Short Circuit Current, Neural networks та інші [2], але всі вони мають обмеження та недоліки.

Контролер на основі алгоритму LV-MPPT вимагає, щоб були відомі повні PV та IV криві PV модуля. На рис. 1 показано ВАХ фотоелектричного модуля при двох рівнях опромінення. Позначаючи I, V як струм, напругу відповідно, і суфікси short, open, PV, MPP як коротке замикання, розрив, PV,

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Batteries & Charging, 'What is Maximum Power Point Tracking (MPPT)', [Online]. Available: <https://www.solar-electric.com/learning-center/mppt-solar-charge-controllers.html/>. [Accessed: 01.06.2022].
2. ESRAM T. and Chapman P.L., "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques," in IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 22, no. 2, pp. 439-449, June 2007, doi: 10.1109/TEC.2006.874230.
3. Ragab, A. G. Radwan and A. Soltan, "Impact of Oustaloup and Matsuda Approximations on Fractional PID Controller of PV Panel," 2019 Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES), 2019, pp. 205-208, doi: 10.1109/NILES.2019.8909330.
4. Vibhu Jatily, Brian Azzopardi, Jyoti Joshi, Balaji Venkateswaran V, Abhinav Sharma, Sudha Arora, Experimental Analysis of hill-climbing MPPT algorithms under low irradiance levels, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 150, 2021, 111467, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111467>.
5. ZHANG, L., YU, S.S., FERNANDO, T. et al. An online maximum power point capturing technique for high-efficiency power generation of solar photovoltaic systems. J. Mod. Power Syst. Clean Energy 7, 357-368 (2019). <https://doi.org/10.1007/s40565-018-0440-2>.

значення максимальної потужності, ми маємо такі важливі параметри фотоелектричного модуля - I_{short} , V_{open} ,

Посилаючись на практичну фотоелектричну модель, пояснену в [5], PV струм, IPV можна подати як (1).

$$I_{PV} = I_{short} \left[1 - C_1 \left(\frac{V_{PV}}{e C_2 V_{open} - 1} \right) \right] \quad (1)$$

де C_1 і C_2 задані рівняннями (2) і (3)

$$C_2 = (K_{OC} - 1) [\ln \ln (1 - K_{SC})]^{-1} \quad (2)$$

$$C_1 = (1 - K_{SC}) e^{-K_{OC}/C_2} \quad (3)$$

де K_{OC} і K_{SC} є двома константами як VMPP/ V_{open} і IMPP/ I_{short} відповідно, отже, розглядаються як відомі.

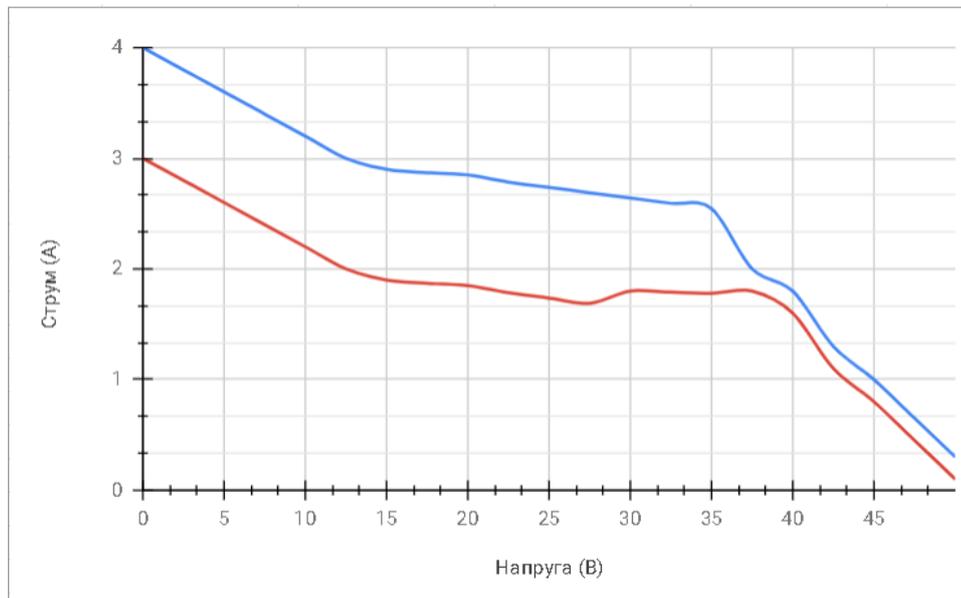


Рисунок 1 - криві при 1000 Вт/м² і 750 Вт/м²

Блок-схема для алгоритму LV-MPPC показана на рисунку 2. Як видно з рівнянь (1), (2), (3), ініціалізації моделі LV-MPPC за допомогою K_{OC} і K_{SC} буде достатньо для генерації коефіцієнтів C_1 і C_2 . З C_1 і C_2 і двома точками IPV і VPV, з простою розгорткою значення напруги в алгоритмі, без використання будь-яких складних чисельних ітераційних методів, струм короткого замикання (I_{short}) і напруга холостого ходу (V_{open}) фотоелектричного модуля для певний рівень опромінення оцінюється при відомих I_{short} , V_{open} , K_{OC} , K_{SC} , IMPP і VMPP.

Даний алгоритм LV-MPPC, призначений для фотоелектричного модуля, підключеного до навантаження через підвищувальний перетворювач DC-DC.

Таким чином, співвідношення між опором навантаження R_L , опором фотоелектричного модуля ($R_{MPP} = VMPP/IMPP$) при MPP і робочим циклом перемикача підвищувального перетворювача при MPP ($DMPP = D_m$) буде наступним:

$$R_{MPP} = (1 - D_m^2) \cdot R_L \quad (4)$$

Використовуючи (4), D_m можна точно обчислити, і робочий цикл можна негайно оновити до цього значення D_m замість постійного оновлення та збурення, як у звичайних методах МРРТ. Таким чином, використовуючи розроблене керування на основі LV-MPPC, робочий цикл, що відповідає бажаній оптимальній точці потужності, можна розрахувати без використання будь-яких чисельних ітераційних методів.

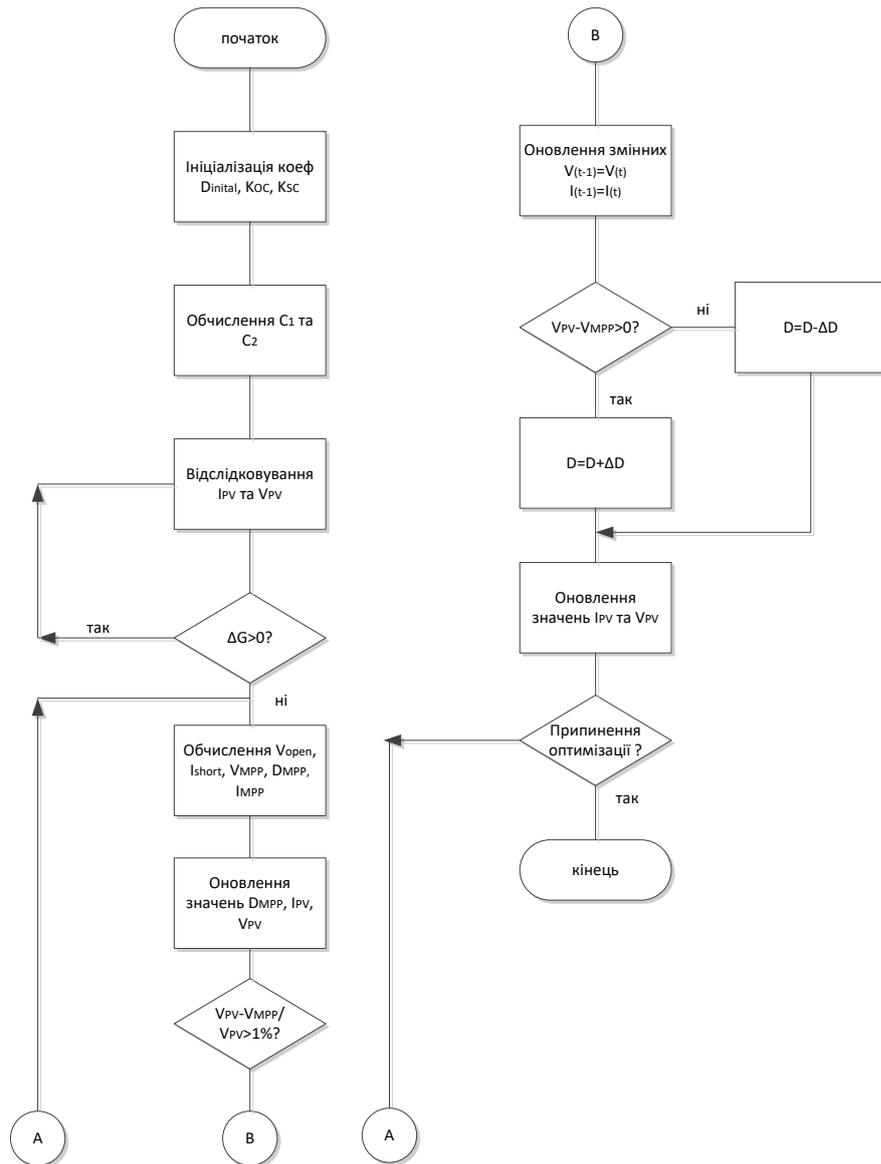


Рисунок 2 –Удосконалений алгоритм МРРТ

На основі проведеного аналізу алгоритмів слідкування за МРР впливає такий висновок - велика кількість методів, алгоритмів і засобів показує про те, що не отримано фінального рішення методу та алгоритму роботи програмно-апаратної реалізації пошуку точки максимальної потужності. Тому було запропоновано простий та ефективний вдосконалений алгоритм відслідковування максимальної потужності сонячних панелей на основі техніки захоплення точки максимальної потужності (МРРС), що базується на аперіодичному збуренні МРРС порівняно зі звичайним методом відстеження точки максимальної потужності з періодичним збуренням.

