

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖЕВИМИ ІНВЕРТОРАМИ ДЛЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ З MPPT (MAXIMUM POWER POINT TRACKING)

Вінницький національний технічний університет

Анотація

За останні роки використання відновлюваних джерел електроенергії значно зросло, зокрема все більшу популярність здобувають сонячні електростанції. Головною проблемою сонячних електростанцій є зниження ККД при погіршенні погодних умов. Для формування вихідної змінної напруги у функції узгоджувальних пристроїв значну популярність здобули багаторівневі мережеві інвертори напруги, що виготовляються серійно. Така система потребує адаптації до вимог, більш актуальних для споживача, а це підтримання необхідних графіків напруги та частоти, тобто параметрів якості електроенергії.

Ключові слова: сонячні електростанції, мережеві інвертори, MPPT, PWM.

Abstract

In recent years the use of renewable energy sources increased significantly, in particular, are becoming increasingly popular solar power. The main problem of solar power plants is the reduction of efficiency at severe weather conditions. For the formation of the AC output voltage in function of the matching devices a significant popularity of multi-level inverters voltage produced commercially. Such a system needs to be adapted to the requirements more relevant to the consumer, and is maintaining the required schedules the voltage and frequency, i.e. the quality parameters of electricity.

Keywords: solar power, network inverters, MPPT, PWM.

Вступ

В Україні найбільш перспективними сьогодні є такі напрями використання сонячної енергії як: безпосереднє її перетворення в низькопотенційну теплову енергію без попередньої концентрації потоку сонячної радіації (для гарячого водопостачання об'єктів, комунально-побутового та технологічного теплопостачання, потреб сільського господарства) з коефіцієнтом корисної дії (ККД) 45-60%, а в разі застосування концентраторів -80-85%; безпосереднє її перетворення в електричну енергію постійного струму за допомогою фотоперетворювачів (фотомодулів) в середньому з ККД 10-15%, хоча існують перспективні розробки з ККД близько 30%.

Оптимально підібране устаткування зменшує річне використання енергії для підігріву води на 50-60% і енергії з мережі на 50-70%. У період з квітня по вересень правильно встановлена система покриває 95% витрат тепла та енергії.

На сьогодні в Україні зростає необхідність енергонезалежності це призводить до збільшення генерування електричної енергії в тому числі і до збільшення числа відновлювальних джерел. Також набуває розповсюдження створення власних сонячних електростанцій для будинків [1].

Результати дослідження

Для зменшення втрат електричної енергії при заряджанні акумуляторних батарей і при погіршенні погодних умов використовують інвертори з MPPT (відслідковування точки максимальної потужності)[2].

Типовий MPPT контролер постійно відстежує струм і напругу на сонячній батареї, помножує їх значення і визначає пару струм-напруга, при яких потужність акумуляторних батарей буде максимальною. Вбудований процесор також стежить, на якій стадії заряду знаходиться акумулятор (наповнення, насичення, вирівнювання, підтримка) і на підставі цього визначає, який струм повинен

подаватися в акумулятори. Одночасно процесор може давати команди на індикацію параметрів на табло (при наявності), зберігання даних, і т. і.

Точка максимальної потужності може обчислюватися наступними формулами:

$$I = I_L - I_{OS} \left[e^{\frac{q}{Ak_B T} (V + IR) - 1} \right]; \quad (1)$$

$$I_{OS} = I_{OR} \left(\frac{T}{T_R} \right) e^{\left(\frac{qE_G}{Ak_B} \left(\frac{1}{T_R} - \frac{1}{R} \right) \right)}; \quad (2)$$

$$I_L = \frac{G}{1000} (I_{SC} + K_{T,I} (T - T_R)); \quad (3)$$

$$V = \frac{Ak_B T}{q} \ln \left(\frac{I_L - I}{I_{OS}} + 1 \right) - IR. \quad (4)$$

де $T_R = 298$ (базова температура), $I_{OR} = 2,2510^{-6}$ (зворотній струм насичення при $T=T_R$), $I_{SC} = 3,2$ (струм короткого замикання), $E_G = 1,810^{-9}$ (розрив кремнію), $A=1,6$ (ідеалізуючий фактор), $k_B = 1,3810^{-23}$ (стала Больцмана), $q=1,610^{-19}$ (заряд електрона), $R=0,1$ (опір), $K_{T,I}=0,8$ (коефіцієнт температури короткого замикання).

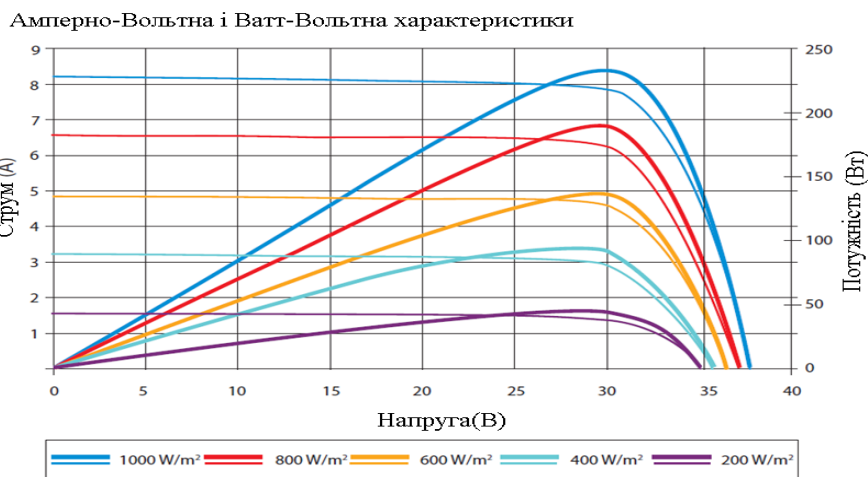


Рис.1 Характеристики потужності без використання MPPT (товста лінія) і з MPPT (тонка лінія)

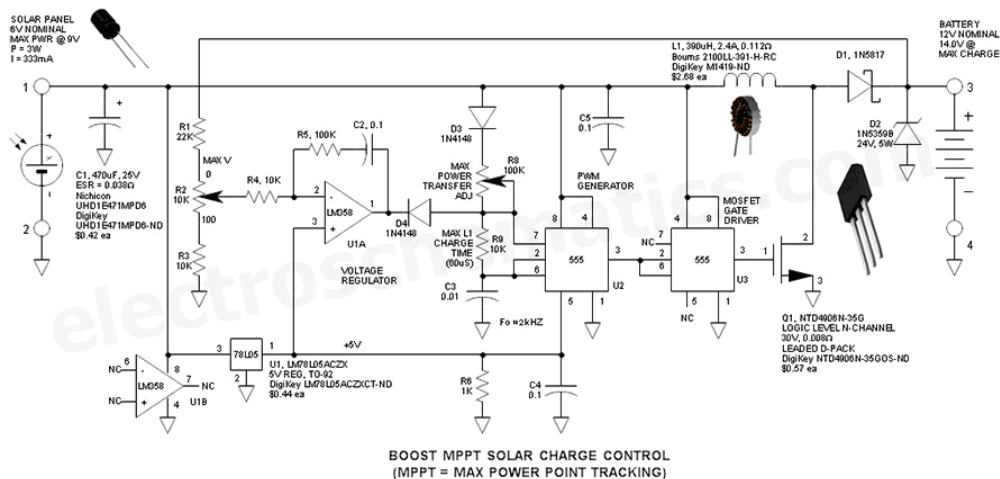


Рис.2 Схема MPPT інвертора

Більшість сучасних MPPT інверторів мають ККД 93-97% ефективності перетворення. Зазвичай отримуємо від 20% до 45% збільшення потужності взимку і 10%-15% влітку. Фактичний коефіцієнт

підсилення може широко варіювати в залежності від погоди, температури, рівня заряду акумулятора, та інших факторів [3].

Обчислення максимальної точки ефективності заряду від сонячних панелей, дозволяє підвищити ККД використання сонячної енергії до 20-30% в порівнянні із звичайними PWM (ШІМ) сонячними контролерами. Однак MPPT сонячні інвертори дорожче звичайних PWM (ШІМ). Тому, недолік ефективності систем з звичайним сонячним контролером в малопотужних системах (якщо встановлено сонячних панелей менше 300 – 400 Вт), можна компенсувати, придбавши на різницю в ціні між контролерами, зайву сонячну панель. У разі ж якщо встановлені сонячні панелі від 400 Вт і більше, необхідний тільки сонячний контролер з технологією MPPT.

Основні переваги інверторів MPPT порівняно з PWM (ШІМ) контролерами:

- високий ККД/ефективність;
- оптимальна робота при затіненні частини площі сонячних панелей;
- підвищена віддача при слабкій освітленості і при хмарній погоді;
- підвищена віддача при підвищенні температури сонячного модуля (що веде до зниження його потужності), і при негативних температурах повітря (що, відповідно, веде до збільшення потужності);

Висновки

Використання MPPT інверторів дає можливість більш повно використовувати потенціал сонячних батарей і як наслідок знімати на 15-45 % більше електроенергії порівняно з іншими контролерами.

MPPT інвертори є найбільш ефективним при наступних умовах:

Зима, або хмарні, туманні дні - коли додаткова потужність необхідна найбільше. MPPT може змінюватися постійно для отримання максимальної потужності заряду батареї.

Холодна погода - сонячні батареї працюють краще при низьких температурах, але без MPPT ви втрачаєте велику частину цього переваги, коли світлові години мінімальні.

Низький заряд батареї - чим нижчий стан заряду батареї, тим більше контролер MPPT вкладає в них.

При порівнянні MPPT інверторів з PWM контролерами кращу ефективність мають MPPT інвертори але вони значно дорожчі, тому для малопотужних станцій краще купити ще сонячних панелей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Сонячна енергетика України / [Електронний ресурс] / Режим доступу// https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонячна_енергетика_України#.D0.A0.D0.BE.D0.B7.D0.B2.D0.B8.D1.82.D0.BE.D0.BA.
2. Відслідковування точки максимальної потужності / [Електронний ресурс] / Режим доступу// https://ru.wikipedia.org/wiki/Отслеживание_точки_максимальной_мощности.
3. Що таке MPPT контролери / [Електронний ресурс] / Режим доступу// <http://ust.su/solar/media/section-inner100/8258/>.

Ігор Вікторович Сапун – студент групи ЗЕ-136, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sapuman@ukr.net.

Науковий керівник: **Сергій Михайлович Левицький** – кандидат технічних наук, доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Igor V. Sapun – Power and Electrical Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sapuman@ukr.net.

Supervisor: **Sergey M. Levitsky** – Cand. Sc. (Eng), associate Professor of electrical power consumption and power management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.