

УДК 620.92

Пристрій заряду акумуляторних батарей від сонячних елементів

Середенко В.В., к.т.н., проф. Циганок Б.А.

Вступ

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є розробка універсального контролера заряду акумуляторних батарей від сонячної панелі, за критерієм мінімальної вартості, високої надійності виробу, з урахуванням максимальної ефективності - ККД.

У відповідності з цією метою в роботі вирішуються наступні завдання:

- розглянути особливості сонячних елементів, виконаних по полікристалічній і монокристалічній технологіях і вибрати тип сонячної панелі;
- провести аналіз типових схемотехнічних і конструкторських рішень контролерів заряду АКБ від сонячних панелей;
- розробити схему структурну і схему електричну принципову універсального контролера заряду для АКБ, виконаних за різною технологією (Ni-Cd, Li-Ion, Ni-Mh), що мають різну ЕРС і ємність;
- розробити конструкцію пристрою заряду АКБ від

сонячних панелей, здійснивши при цьому компонування, розміщення елементів і розробку друкованої плати радіоелектронного функціонального вузла (РЕФВ);

- для забезпечення низької вартості і високої надійності пристрою застосовувати елементи високого ступеня інтеграції, прості схемотехнічні і конструкторські рішення, з урахуванням необхідного рівня функціональності виробу;
- провести імітаційне моделювання розробленого пристрою і здійснити визначення його основних характеристик.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження в даній роботі є електрохімічні зарядно-розрядні процеси, що відбуваються в акумуляторних батареях.

Предмет дослідження. Контролер заряду акумуляторної батареї від сонячної панелі.

Практичне значення результатів. Можливість заряду акумуляторів різних типів - Ni-Cd, Li-Ion, Ni-Mh, що мають різну ЕРС і ємність. Цей

пристрій можна використовувати, також, для живлення всілякої радіоелектронної апаратури: мобільних телефонів, планшетів, ноутбуків, навігаторів, відеокамер, мобільних освітлювальних установок, що мають істотно відмінні характеристики по організації живлення.

Характеристики сонячних елементів

Спосіб отримання електроенергії з сонячного світла відомий близько 130 років. Явище фотоефекту вперше спостерігав Едмон Беккерель в 1839. Це випадкове відкриття, яке залишалося непоміченим аж до 1873 р. Коли Віллоубі Сміт виявив подібний ефект при опроміненні світлом селенової пластини. І хоча його перші досліди були далеко недосконалі, вони знаменували собою початок історії напівпровідникових сонячних елементів.

У пошуках нових джерел енергії в лабораторії Белла був винайдений кремнієвий сонячний елемент, який став попередником сучасних сонячних фотоперетворювачів. Лише на початку 50-х років ХХ-го століття сонячний елемент досяг відносно високого ступеня досконалості.

Перетворення енергії в сонячних елементах засноване на фотовольтаїчному ефекті в неоднорідних напівпровідникових структурах при впливі на них сонячного випромінювання.

Використовувати енергію сонячних елементів можна також як і енергію інших джерел живлення, з

тією різницею, що сонячні елементи не бояться короткого замикання. Кожен з них призначений для підтримки певної сили струму при заданій напрузі. Але на відміну від інших джерел струму характеристики сонячного елемента залежать від кількості падаючого на його поверхню світла. Наприклад, хмара може знизити вихідну потужність більш ніж на 50%. Крім того відхилення в технологічних режимах тягнуть розкид вихідних параметрів елементів однієї партії. Отже, бажання забезпечити максимальну віддачу від фотоелектричних перетворювачів призводить до необхідності сортування елементів по вихідному струму.

Кремнієві сонячні елементи є нелінійними пристроями, для пояснення характеристик елемента можна користуватися сімейством простих для розуміння кривих - вольтамперних характеристик (ВАХ) зображених на рис 1.

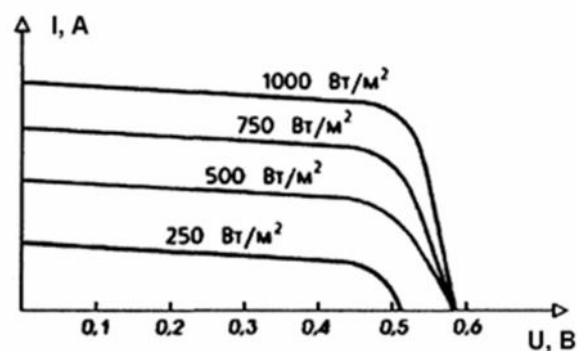


Рис. 1. ВАХ кремнієвих сонячних елементів

Напруга холостого ходу, що генерується одним елементом, злегка змінюється при переході від одного елемента до іншого в одній партії і від

однієї фірми виробника до іншого і становить близько 0,6 В. Ця величина не залежить від розмірів елемента. Струм залежить від інтенсивності світла і розміру елемента, під яким мається на увазі площа його поверхні.

Пікова потужність відповідає напрузі близько 0,47 В. Таким чином, щоб правильно оцінити якість сонячного елемента, а також заради порівняння елементів між собою в однакових умовах, необхідно навантажити його так, щоб вихідна напруга дорівнювала 0,47 В. Після того, як сонячні елементи підібрані для роботи, необхідно їх спаяти. Серійні елементи забезпечені струмознімальними мережами, які призначені для припаювання до них провідників.

Батареї можна складати в будь-якої бажаній комбінації. Простою батареєю є ланцюжок з послідовно включених елементів. Можна з'єднати паралельно, отримавши так зване послідовно-паралельне з'єднання.

Важливим моментом роботи сонячних елементів є їх температурний режим. При нагріванні елемента на один градус понад 25 °С він втрачає в напрузі 0,002 В, тобто 0,4%/градус. На рисунку 2. наведені сімейство кривих ВАХ для температур 25 °С і 60 °С.

У яскравий сонячний день елементи нагріваються до 60-70 °С втрачаючи 0,07-0,09 В кожен. Це і є основною причиною зниження ККД сонячних елементів, що призводить до падіння напруги, що генерується елементом.

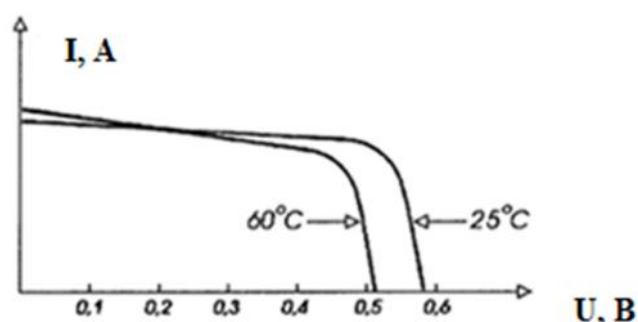


Рис. 2. Сімейство кривих ВАХ для температур 25°C і 60°C

ККД звичайного сонячного елемента в даний час коливається в межах 10-16%. Це означає, що елемент розміром 100x100 мм при стандартних умовах може генерувати 1-1,6 Вт.

Стандартними умовами для паспортизації елементів у всьому світі визнаються наступні:

1. освітленість 1000 Вт / м;
2. температура 25 °С;
3. спектр АМ 1,5 (сонячний спектр на широті 45 °С).

Контролер заряду акумуляторних батарей

Контролер заряду управляє процесами заряду блоку акумуляторних батарей від сонячних батарей (рис. 1.5). Контролери заряду розрізняються по алгоритмам заряду on/off, pwn, mppt. Від алгоритму заряду залежить: чи повністю використовується ємність акумуляторних батарей (для алгоритму on/off заряд до 90% від ємності), термін служби акумуляторних батарей, чи повністю буде використана потужність сонячних батарей (контролери працюють за алгоритмом

MPPT дозволяють знімати на 10 - 30% більше енергії з сонячних батарей).

Пристроями найбільш адаптованими до умов експлуатації, ємності і напруги акумуляторних батарей є MPPT - контролери. MPPT - контролери представляють собою останнє покоління контролерів заряду з кращої технології перетворення енергії, що генерується фотомодулів. Аббревіатура MPPT (Maximum power point tracker) - стеження за точкою максимальної потужності (ТМП). Ці контролери самі вибирають оптимальне співвідношення напруги і струму, які знімаються з фотомодулів. Такі контролери знімають більш високу напругу з сонячних батарей і конвертують її в оптимальну напругу для заряду акумуляторних батарей (АКБ).

Оптимальна напруга фотомодуля майже завжди відрізняється від напруги на АКБ. Для стандартних 12 В акумулятора необхідно витримувати заряд напругою 14,4 В протягом 2-4 годин. Ця стадія називається стадією абсорбції (насичення).

При слабкій освітленості, коли напруга на фотомодулі нижче напруги акумуляторної батареї і як наслідок відсутність заряду, MPPT контролери підвищують цю напругу і заряд все одно відбувається. MPPT контролер весь час стежить за струмом і напругою на фотомодулі, примножує їх значення і визначає пару струм-напруга, при яких потужність сонячної батареї максимальна. Процесор стежить за стадією заряду, в якій знаходиться акумулятор

(наповнення, насичення, вирівнювання, підтримка) і на підставі цього регулює струм, що подається в АКБ.

Також процесор може давати індикацію параметрів на табло (при наявності), зберігати дані і т.п.

Застосування MPPT контролерів дозволяє отримувати від сонячних батарей на 15-30% більше електроенергії у порівнянні з іншими контролерами.

Якщо розглянути стандартну вольтамперну характеристику фотоелектричного модуля, можна відзначити, що вироблена електроенергія може бути збільшена, якщо контролер заряду відстежить точку максимальної потужності фотомодуля (рис. 3).

Точка максимальної потужності може обчислюватися різними способами. Як правило, контролер послідовно знижує напругу від точки холостого ходу до напруги на акумуляторі. Точка максимальної потужності буде знаходитися десь в проміжку між цими значеннями.

Положення точки максимальної потужності залежить від ряду факторів - від освітленості, температури модуля, різномірності використовуваних модулів і т.д. Контролер час від часу намагається злегка «відійти» від знайденої точки в обидві сторони, і якщо потужність при цьому збільшується, то він переходить на роботу в цій точці. Теоретично, при пошуку ТМП втрачається трохи енергії, але ця втрата дуже незначна в

порівнянні в тій додатковій енергії, яку забезпечує MPPT контролер.

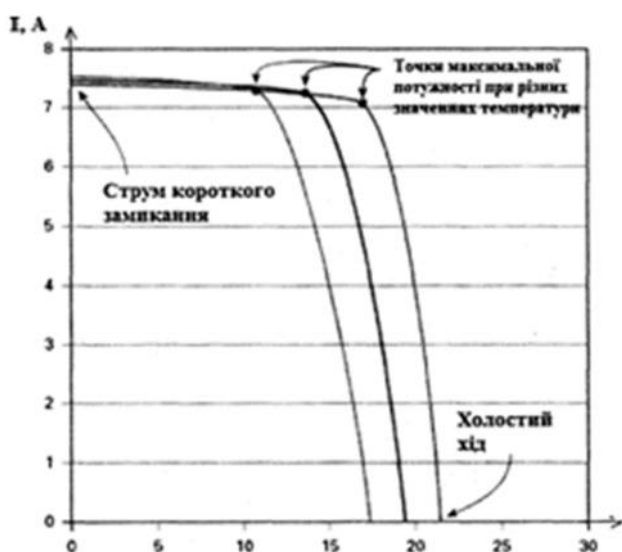


Рис 3. Зміна напруги в точці максимальної потужності при різних температурах модуля

За допомогою постійного перетворення напруг контролер підтримує різну напругу на вході і виході. Кількість додатково отриманої енергії, яку дають MPPT контролери, складно однозначно оцінити чисельно. Основними факторами, що впливають на додаткову вироблення, є температура і рівень зарядженості акумуляторної батареї. Найбільша добавка буде помітна при низьких температурах модуля і виряджених АКБ.

Напруга може змінюватися в точці максимальної потужності при різних температурах модуля, чим більше нагріте сонячний модуль, тим нижче його напруга, і, відповідно, виробляється енергія фотомодуля.

Тому, як правило, при використанні MPPT контролерів сонячні модулі збирають на більш

високу напругу. Основна маса контролерів відстежує точку максимальної потужності в досить широких межах. Таке рішення дозволяє збільшувати вироблення енергії сонячною батареєю при низькій освітленості. Однак не слід робити занадто велику різницю між вхідний і вихідним напругою, так як це приводить до зниження ККД контролера.

Основні переваги контролерів MPPT:

- відсутність втрат при заряді АКБ;
- оптимальна робота при затіненні частини площі сонячних панелей;
- підвищена віддача при слабкому освітленні і при похмурій погоді;
- можливість використовувати більш високу вхідну напругу від фотомодулів;
- дозволяє зменшити перетин кабелів;
- дозволяє збільшити дистанцію від панелей до контролера.

Висновки

В результаті вивчення матеріалів аналітичного огляду, як розробки виділений контролер заряду акумуляторної батареї від сонячних модулів.

З розглянутих варіантів найбільш перспективним рішенням, при побудові контролера, представляється

МРРТ-контролер - пошук точки
максимальної потужності (ТМП).

2016. - 145 с. : іл., табл., схеми.
— ISBN 9789669210784

Література

1. Накашидзе, Лілія Валентинівна. Застосування фотоелектричних систем для отримання електричної енергії / Л.В. Накашидзе, В.О. Габрінець, Ю.О. Мітіков ; Міністерство освіти і науки України, Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара. - Дніпропетровськ : Акцент ПП,

2. Шелест, Микола Борисович. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей : навчальний посібник / М.Б. Шелест, П.І. Гайда ; Міністерство освіти і науки України, Сумський державний університет. - Суми : СумДУ, 2014. - 210 с. : табл., іл. — ISBN 9789666575305