

ИНТЕГРИРАНЕ НА СЛЪНЧЕВАТА ЕНЕРГИЯ КЪМ СИСТЕМИ ЗА СЪХРАНЕНИЕТО Ё - ЧАСТ 1

Даниела Марева
Бургаски свободен университет

INTEGRATING SOLAR ENERGY INTO ITS STORAGE SYSTEMS – PART 1

Daniela Mareva
Burgas Free University

Abstract: *The comprehensive use of renewable energy is growing worldwide. It is linked to climate change, the reduction of CO₂ emissions in nature and geopolitical aspirations, which are growing into tensions in certain countries. The general drive is to move away from fossil fuels to alternative energy sources. This is a global investment in renewable energy sources. To achieve these goals, renewable energy technologies and their accelerated and widespread deployment in industry and domestic consumption are needed. Renewable energies produce „intermittent“ energy, which makes balancing the energy system more difficult.*

Keywords: *renewable energy, converters, designing.*

Слънчевата енергия не винаги се произвежда в момента, в който енергията е най-необходима. Пиковото потребление на енергия често се случва през летните следобеди и вечери, когато производството на слънчева енергия намалява. Температурите могат да бъдат най-високи през тези времена и хората, които работят през деня, се прибират и започват да използват електричество, за да охладят домовете си, да готвят и да работят с уреди. [1]

Производство на енергия от слънчеви електростанции през 2023 г.

Китай - 584 TWh
САЩ - 238 TWh
Индия - 113 TWh
Япония - 110 TWh
Германия - 62 TWh
Бразилия - 52 TWh
Австралия - 47 TWh
Испания - 45 TWh
Италия - 31 TWh
Южна Корея - 29 TWh
България - 0,3250TWh
ЕС - 99,4TWh

Съхранението на енергията допринася за регулярните доставки на електричество, дори когато слънцето не грее. Може също така да помогне за изглаждане на вариациите в начина, по който слънчевата енергия протича в мрежата. Тези вариации се дължат на промени в количеството слънчева светлина, която свети върху фотоволтаични (PV) панели или системи за концентриране на слънчева топлинна енергия (CSP). Производството на слънчева енергия може да бъде повлияно от сезона, времето от деня, облаците, праха, мъглата или препятствия като сенки, дъжд, сняг и мръсотия. Понякога съхранението на енергия е съвместно с или поставено до слънчева енергийна система, а понякога системата за съхранение стои самостоятелно, но и в двете конфигурации може да помогне за по-ефективното интегриране на слънчевата енергия.

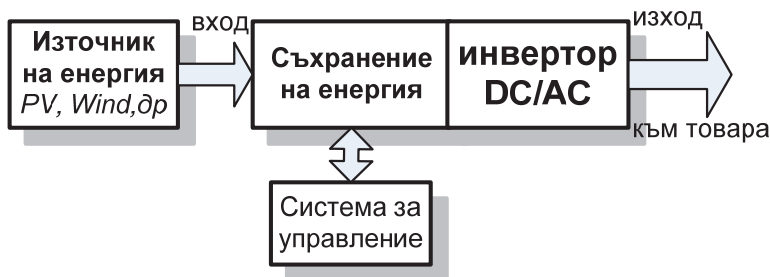
Технологията за слънчева енергия всяка година придобива все по-големи размери и капацитет. Когато количеството енергия и плътност на енергийния източник варира (често непредсказуемо) и нивото на мощност на системата се променя, доставката на енергия става сложен за изпълнение процес. Необходимо е да се интегрира процеса на пренос на енергията от източника до системата за съхранение на енергия (ESS) и след това към консуматора. Използваемата слънчева енергия не е достатъчно да се съхрани в батерия и след това да се изпрати към товара чрез инвертор. По-правилната стратегия е да се събере тази енергия при максимална ефективност и да се насочи към подсистемата за съхранение на енергия с висококачествен контролер.

Тази статия дава насоките на доставката на енергия и разглежда по-прилаганите методи за ESS. [2]

Система за съхранение на енергия

Три основни компонента определят ESS:

- Пътят между енергиен източник и устройство за съхранение на енергия (често система за съхранение на енергия от батерия (BESS), въпреки че са възможни и други форми)
- Устройството за съхранение на енергия и неговото управление
- DC/AC инвертор между устройството за съхранение и товара (т.е. краен потребител или мрежи).



Фиг. 1. Енергията се приема и акумулира в батерии от различни източници, преминава през DC/AC инвертор и захранва товарите

ESS акумулира енергията на източника и я разпределя като мощност към товара при поискване. Със слънчевата енергия обаче тази енергия е достъпна само периодично. Тази функция прави устойчивостта на мощността, критична за приложения

като жилища и предприятия. Съхранението на енергия се очертава като важен междинен продукт за изглаждане на периодичността на енергията от възобновяеми източници.

За сега батериите са водещо решение за съхранение на енергия поради бързото търсене на усъвършенствани химични технологии, създадени за електрическите превозни средства (EV). Батерията за съхранение на енергия и системата за управление, разположени между източника и товара, трябва да посредничат, количеството събрана и налична енергия да задоволи изискванията за мощност.

Комбинации от енергиен източник и консуматори е многообразна. Няма определено една предпочитана архитектура, която да осигури оптимална производителност. Освен това базираните на слънчева енергия фотоволтаични (PV) устройства имат широко варираща сегментация въз основа на потребяемата мощност.

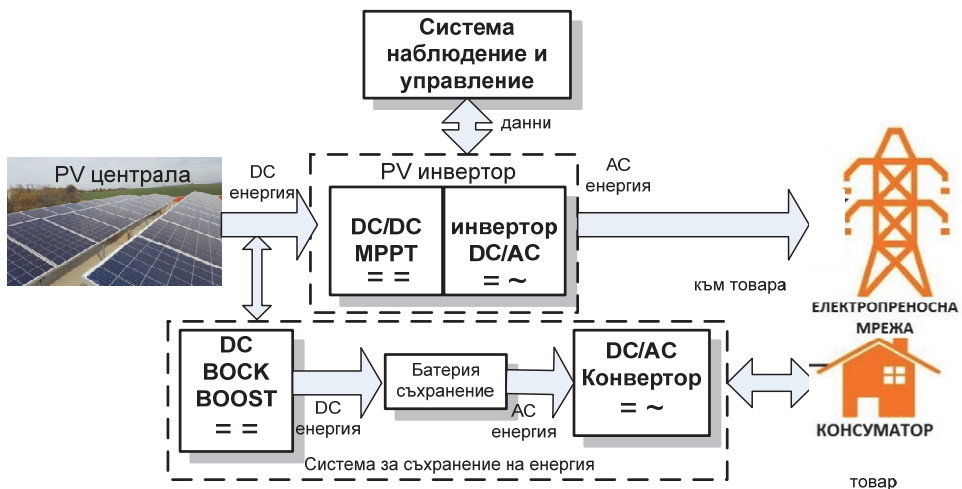
За слънчевите фотоволтаични (PV) устройства има три раздела:

- Жилищни: – частни помещения, изискващи до 10kW мощност
- Търговски: – офиси и фабрики, изискващи до 5MW мощност
- В по-голям мащаб: Инсталиран на място, осигуряващ повече от 5MW мощност

Съображения за мащабно проектиране на слънчевата енергия [2]

Слънчевите панели са изградени от множество отделни фотоволтаични клетки, всяка от които произвежда нисковолтово изходно напрежение. Системните специалисти свързват тези панели последователно, за да увеличат максимално ефективността на архитектурата и да осигурят необходимата мощност. В резултат на това размерът на слънчевата енергийна система може да осигури по-точно мощността за конкретното приложение.

Удобно предимство на съхраняваната от батериите енергия е потенциалът да се използва самостоятелно или да се свързва с мрежата като резервно захранване или захранване при пиково потребление. Блокова диаграма на критичните функции, необходими за цялостна система за съхранение на енергия със слънчево захранване, която захранва локални товари и мрежата е изобразена на фигура 2.

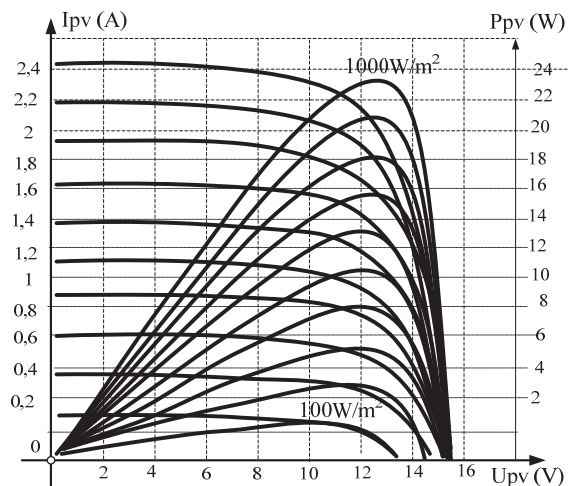


Фиг. 2. Блокова диаграма на критичните функции

Електронният интерфейс между PV панелите на фотоволтаичните клетки и батериите е DC/DC преобразувател с характеристики за понижаване, усилване или понижаване/усилване. Типът преобразувател, който се избира, зависи от сравняването на относителното максимално напрежение на фотоволтаичния изход и максималните напрежения на батерията.

Позволяването на оптимално захранване от слънчеви панели обаче изисква контролер за зареждане. Контролерът за зареждане прехвърля максимална мощност от изхода на фотоволтаичната клетка, първо към DC/DC преобразувателя и след това към акумулаторната батерия в точката на максимална мощност (MPP), където мощността на източника съответства на товара. Той осигурява максимална производителност в произволен ландшафт.

Соларната клетка произвежда ток пропорционално на количеството слънчева светлина, падаща върху нея, докато нейното напрежение на отворена верига остава относително постоянно. Максималната изходна мощност се получава в извивката на всяка крива, където клетката преминава от устройство с постоянно напрежение към устройство с постоянен ток, както е показано от кривите на мощността – фигура 3. [2]



Фиг. 3. Максималната изходна мощност на слънчевия панел – получена, когато клетката премине от устройство с постоянно напрежение към устройство с постоянен ток

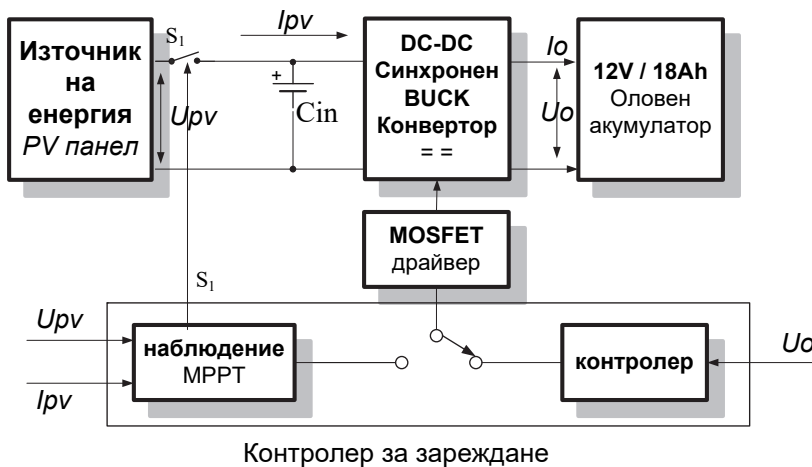
MPP е функция на енергийните характеристики на фотоволтаичния панел, яркостта на слънчевия източник и температурата на околната среда. Конфигурацията на зарядното устройство за по-добра ефективност изпълнява функцията да изравнява изходното напрежение на PV панела към точката на максимална мощност, когато нивата на слънчева светлина не могат да поддържат изискванията за пълна мощност на зарядното устройство. Извлича се повече мощност от етапа на преобразуване, повишавайки енергийната ефективност. За извличане на максимална мощност от PV панела в работен режим, трябва да се наблюдават параметрите: MPP и натоварването на панела, за да се контролира преобразувателя и да се оптимизира динамично изходната мощност (фигура 4). Това действие се нарича проследяване на максимална мощност или MPPT.

MPPT изисква стратегия или алгоритъм в контролера за зареждане, за да определи MPP и след това да го проследи. Използват се две техники за проследяване на максимална мощност: [3]

- Постоянно напрежение на панела

Техниката за проследяване задава напрежението на панела на постоянно ниво, определено от напрежението на отворена верига (U_{OC}) на клетката. Оценява се напрежението на слънчевия панел при максимална мощност (U_{MP}) при фиксирано напрежение малко под U_{OC} . Температурният коефициент при U_{MP} е равен на U_{OC} и е линеен в очаквания температурен диапазон. Тези приближения позволяват да се замести с резистор температурната компенсация и се задава напрежението на панела на U_{MP} .

- Отклонение и наблюдение (P&O)



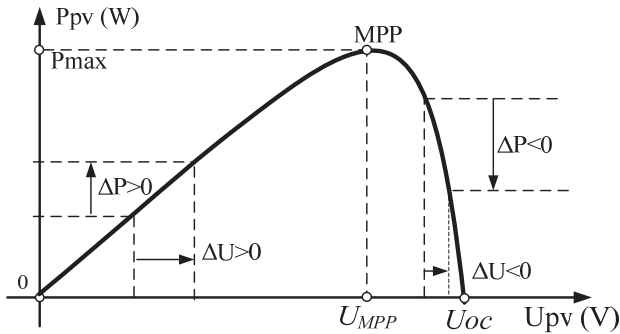
Фиг. 4. Основно управление на MPP - изисква регулиране на DC-DC преобразувателя

Постоянното напрежение на панела има недостатък: не може да продължи да осигурява максимална ефективност при промяна на условията, като излагане на различни плътности на облаци и нормално износване на фотоволтаичните компоненти.

По-усъвършенстван подход, който се адаптира към условията за проследяване на MPPT, се нарича „Отклонение и наблюдение“ (P&O). P&O MPPT оценява наклона на промяната в мощността спрямо промяната в напрежението ($\Delta P/\Delta V$), която е положителна – вляво от MPP, отрицателна – вдясно от MPP и нула при локалния максимум, обозначавайки оптималното напрежение. Динамичният MPPT алгоритъм изобразява всички промени в MPP, като умишлено „отклонява“ леко натоварването на панела около номиналната му стойност и след това наблюдава промените (положителни или отрицателни) на изхода.

Вграденият MPPT алгоритъм на контролера предлага максимална ефективност по отношение на мощността, получена от PV и прехвърлена към изхода, независимо от променящите се условия на околната среда, като облъчване, замърсяване и температура. След като контролерът завърши своя стартов режим, той започва MPPT режим за търсене на максимална точка на мощност. Фигура 5 показва как работният цикъл

на сигнала на импулс с модулация (PWM) се променя, за да локализира точката на нулевия наклон на кривата.



Фиг. 5. Подходът MPPT – оценява наклона на промяната в мощността спрямо промяната в характеристиките на напрежението за фотоволтаичния панел около неговите номинални работни точки

Отдаване на изходната мощност [3]

Насочването на енергия към батерията е само половината от възможностите на BESS. Системата има за цел да пренесе натрупаната мощност от батериите към товара, обикновено шина 120/240V_{AC}, която може да захранва устройства и системи, управлявани по шина.

Изходната функция изисква DC/AC инвертор, който взема постоянното напрежение от изхода на батерията и го трансформира да е съвместим с мрежата променливотоково. Този инвертор не е „универсален за всички“. Трябва да се вземе в предвид топологията и дизайна на инверторите и многото компромиси при проектирането. В индустрията често класифицират инверторите в три категории мощност: ниска, средна и висока.

Микроинвертор (ниска мощност)

➤ С мощност между 50W и 400W, микроинверторът с ниска мощност интегрира отделен инвертор и MPPT тракер във всеки слънчев панел и е по-ефективен от стринговите инвертори. Има минимално окабеляване по постоянен ток, но изисква голямо окабеляване по променлив ток. Това е икономичен вариант за малки системи.

➤ последователно – стринг (средна мощност)

Стринг е конфигурация със средна мощност между 1kW и 20kW. При този подход слънчевите панели се свързват с множество инвертори последователно (или низове), най-често по един на низ. Процесът позволява висока ефективност, тъй като всеки ред може да работи независимо при максималната си мощност.

➤ Централен инвертор (висока мощност)

Централният инвертор е конфигурация с висока мощност, работеща при 20kW и повече. Тази категория подрежда редове паралелно, само с един инвертор за набор от слънчеви панели. Тъй като редовете са с различни напрежения, се добавят специални диоди, за да управляват панелите до максимална мощност. Диодите обаче носят загуби, което намалява ефективността. Следователно централният инвертор може да не позволи на всички слънчеви панели да постигнат максималната си мощност.

Възобновяемата енергия носи нови възможности за контрол на мощността в области като периодично захранване и архитектура за доставка на енергия. Свързването

на соларен панел към батерия с неуточнен контролер и използването на батерията за захранване може понякога да работи, но също така носи недостатъци в производителността, опасения за безопасността и проблеми с ефективността.

Вместо това изборът на подходящ контролер и DC/DC топология за поредица за управление на енергиен източник: батерия за съхранение – батерия осигурява подобър метод. Трябва да се оптимизира избрания DC/AC инвертор, за да осигурят ефективност, последователност, дълготрайност и устойчивост. [2]

Интегрирането на системи за съхранение на енергия значително повишава ефикасността и надеждността на слънчевата енергия, изграждайки взаимна връзка за устойчиво и ефективно захранване. На пръв поглед слънчевата енергия представлява чист възобновяем ресурс, който е неограничен през дневните часове, но има периодичен характер. Технологиите за съхранение на енергия, като батерии, кондензатори и помпено съхранение, се превръщат в основата за оптимизиране на използването на слънчевата енергия. Като съхраняват излишната енергия, генерирана по време на пиковите слънчеви часове, тези решения за съхранение гарантират, че мощността продължава да тече дори когато слънцето не грее.

Заключение:

1. Получава се стабилизиране на електрическата мрежа: Комбинацията от слънчева енергия и системи за съхранение изглажда колебанията в изходната мощност, което води до по-стабилна и надеждна мрежа.

2. Подобряване на енергийната сигурност: С увеличен капацитет за съхранение, енергийната сигурност се подобрява, тъй като зависимостта от непредвидими източници и електрическата мрежа намаляват.

3. Максимизиране на инвестициите в слънчева енергия: Системите за съхранение на енергия дават възможност на производителите на слънчева енергия да увеличат максимално своята продукция и финансова възвръщаемост, което прави инвестициите в слънчева енергия по-доходоносни.

4. Не се пренебрегнат екологичните стимули. Намалената зависимост от изкопаемите горива ограничава емисиите на парникови газове, тласкайки към основните цели, определени от международните споразумения за климата.

Литература:

1. Jon Gabay, Bill Schweber The Key to Renewable Energy Energy Storage Systems for Mouser Electronics
2. Jennifer Leisch, Jaquelin Cochran Integrating variable renewable energy into the grid: KEY ISSUES, GREENING THE GRID - USAID Office of Global Climate Change
3. <https://resources.mouser.com/green-energy-storage-systems/energy-storage-systems-getting-solar-energy-to-the-batteries>
4. Силвия Лецковска, Камен Сейменлийски, Радослав Симионов, ФАКТОРИ, ВЛИЯЕЩИ ВЪРХУ ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТТА НА ФОТОВОЛТАИЧНИТЕ ЦЕНТРАЛИ, (научна студия), Годишник БСУ, 2021, том XLVI, стр. 83 - 109, ISSN: 1311-221X
5. Камен Сейменлийски, ИЗСЛЕДВАНЕ ПРОЦЕСИТЕ НА ОБМЕН НА ЕЛЕКТРО-ЕНЕРГИЯ В УСЛОВИЯТА НА ЕНЕРГИЙНА КРИЗА, Бургас, 2020 г., Компютърни науки и комуникации, Vol 10 № 1 (2021), ISSN 1314-7846, с 11-15