

Напрямок «Енергетика»

Шифр «Сонце»

**СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СОНЯЧНИМ ГЕНЕРАТОРОМ  
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

**2018**

## АНОТАЦІЯ

Робота складається зі вступу, 5 розділів, списку використаних джерел (8 джерел).

У даній науковій роботі розглянута система керування генератором сонячної електроенергії та втілення даної технології у практичне використання. Головним завданням дослідження є розробка і застосування методів модернізації управління сонячними батареями за допомогою штучних нейронних мереж.

Актуальною є проблема впровадження альтернативних джерел енергії. Причиною цього є висока вартість і конкуренція на світовому ринку. Тому дуже важливо мати таку установку яка зможе перетворювати сонячну енергію в електричну з незначною кількістю затрат та з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище.

Було проаналізовано улаштування сонячних батарей, принцип їх роботи та будову сонячного генератора. Крім того, у роботі наведені приклади різних сонячних установок, що використовуються в повсякденному житті. В ході цього встановлено, що система керування генераторами сонячної енергії набуде більшої ефективності, якщо нею керуватиме безпосередньо не людина, а система на основі штучного інтелекту.

Ключові слова: автоматизована система керування, коефіцієнт корисної дії, електрорушійна сила, штучний інтелект, нейронна мережа, сонячна батарея.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
1. АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГЕНЕРАТОРАМИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	6
2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ.....	7
3. НОВИЙ СПОСІБ ПЕРЕТВОРЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ .....	12
4.ПРОЕКТУВАННЯ КЕРОВАНОЇ СИСТЕМИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	14
5.ПРИКЛАД ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТОРА СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРО ЕНЕРГІЇ ВЖИТТІ.....	22
ВИСНОВОК.....	24
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	25

## **ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

АСК - автоматизована система керування;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ЕРС – електрорушійна сила;

ІНС – інтелектуальна система

ШІ - штучний інтелект;

ШНМ – штучна нейронна мережа;

SLA – сонячна батарея місткістю ;

## ВСТУП

Сьогодні більше 2 мільярдів людей на планеті досі залежать від дров та газу для приготування їжі і обігріву приміщень. Ці джерела палива, а також відсутність доступу до електрики призводять до значних негативних наслідків для здоров'я, довкілля і економічного розвитку.

Нині впровадження альтернативних джерел енергії, автономних і децентралізованих, в багатьох країнах вигідніше, як з економічної, так і з екологічної точки зору. Вископне паливо стає джерелом енергії вчорашнього дня, яке не може забезпечити стійкий розвиток людства в довгостроковій перспективі. Сьогодні в майбутнє сміливо заглядають інші форми енергії, одна з яких - енергія сонця [1 – 8].

Східна Європа - сонячний регіон, тому застосування сонячних фотоелектричних панелей тут, є особливо актуальним.

Сонячна фотоелектрична система - це сонячна електростанція, в якій використовується спосіб прямого перетворення енергії сонячного випромінювання в електричну. Установка складається з набору сонячних модулів - панелей, що розміщуються на опорній конструкції або даху житлового будинку, акумуляторної батареї, регулятора заряду-розряду акумулятора, і інвертора, на випадок, коли необхідно мати напругу змінного струму.

Сонячні панелі є основним компонентом для побудови фотоелектричних систем. Збираються вони з окремих сонячних елементів, принцип роботи яких побудований на основі явища внутрішнього фотоефекту в напівпровідниках. У фотоелектричних перетворювачах сонячної енергії використовується кремній з добавками інших елементів, що утворюють структуру з р-п - переходом. Причому товщина напівпровідника не перевищує 0,2-0,3 мм.

Незважаючи на всі переваги використання сонячних батарей, такі технології мають певні недоліки. Одним із них є складнощі, викликані тим, що такі батареї залежать від ступеня освітлення. Системи сонячної енергії найчастіше є нерухомими і тому вони працюють у різний час доби по-різному.

Цю проблему можна вирішити методом використання штучного інтелекту як способу управління системою генерування сонячної енергії. Для цього в системі повинен бути влаштований контролер, який буде запрограмований на те, щоб переміщувати і повертати під потрібним кутом сприймаючі пластини, в залежності від того, у якій частині неба знаходиться сонце. Також за допомогою датчиків освітлення, контролер самостійно зможе налаштовувати потужність системи, залежно від того, скільки сонячних променів надходить до системи.

# **1. АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ І СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГЕНЕРАТОРАМИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

На сьогоднішній день зі зростанням енергетичних потреб, з безпосереднім використанням вичерпних ресурсів збільшується рівень забрудненості навколишнього середовища, а отже єдиним виходом із даної ситуації є використання альтернативних джерел енергії. Одним з таких джерел є сонячна енергія яку за допомогою сонячного генератора можна перетворити в електричну.

Людство використовує енергію майже скрізь. Найбільш затратним є зберігання, транспортування та охолодження електроенергії. Сонячна енергія може бути застосована до всіх цих випадків, але з різною ефективністю результату.

Сонячна енергія – основна енергія життя, що надходить від сонця у формі радіації та світла. Методи збереження та накопичення сонячної енергії залежать від способу її подальшого використання. Існує три основні види накопичувачі сонячної енергії: плоскі колектори, колектори фокусування та пасивні колектори.

Плоскі колектори є більш зручні у використанні на сьогодні. Вони являють собою масиви сонячних батарей, що розташовуються в простій площині. Розміри даної установки можуть бути довільними, але при цьому колекторні панелі можуть мати автоматизовану систему керування.

Автоматизована система керування – це управління складними технічними об'єктами за допомогою технічних, автоматичних, інформаційних засобів. Інформаційною базою АСК – розміщення на технічних пристроях даних, які необхідні для керування процесом чи об'єктом.

## 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ

За принципом роботи сонячна батарея являє собою фотоелектричний генератор постійного струму, який використовує ефект перетворення променевої енергії в електричну. Точніше, у сонячних батареях використана властивість напівпровідників на основі кристалів кремнію. Кванти світла, потрапляючи на пластину напівпровідника, вибивають електрон із зовнішньої орбіти атома даного хімічного елементу, що створює достатню кількість вільних електронів для виникнення електричного струму. Однак для того, щоб напруги й потужності такого джерела було достатньо для застосування в побутових цілях, одного або двох кремнієвих елементів недостатньо. Тому їх збирають у цілі панелі, де з'єднують паралельно або послідовно. При цьому площа таких панелей може становити від декількох квадратних сантиметрів до декількох квадратних метрів. Збільшуючи кількість панелей можна добитися більшої генерованої потужності сонячною батареєю. Однак продуктивність сонячної батареї залежить не тільки від площі, але також від інтенсивності сонячного світла й кута падіння променів. Отже, продуктивність сонячної батареї залежить від місцевості й географічної широти, де розташований будинок, від погоди й пори року, від часу доби. Крім того, щоб система із сонячних батарей працювала й подавала енергію в мережу, потрібно встановити ряд додаткових електроприладів, зокрема:

- інвертор, що перетворить постійний струм у перемінний;
- акумуляторну батарею, роль якої накопичувати енергію й згладжувати перепади напруги через зміну освітленості;
- контролер заряду акумулятора, який не дозволяє акумулятору перезарядитися або розрядитися завчасно.

Усе це в комплексі називається «автономною системою енергопостачання». У той же час у системі, яка працює на постачання енергії в загальну мережу, акумулятори й контролери не потрібні. Необхідний тільки мережевий інвертор.

## Види фотоелектричних систем

Можна виділити 2 типи фотоелектричних систем : автономні і сполучені з електричною мережею. Станції другого типу віддають надлишки електричної енергії в мережу, яка служить резервом у разі виникнення внутрішнього дефіциту електричної енергії. Наприклад, установка для дачного будиночка може, складатися з двох фотоелектричних панелей загальною потужністю 100 ват і акумуляторної батареї на 100 ампер/годин. Такий пристрій може виробляти досить енергії для освітлення, роботи телевізора, маленького холодильника і насоса для поливу.

Сонячні фотоелектричні системи мають ряд переваг :

- Їх робота механічно дуже проста, немає частин, що обертаються, і не треба експлуатаційного обслуговування, окрім періодичного очищення поверхні сонячних панелей.

- Сонячні панелі виробляють електрику, яка може запасатися в акумуляторних батареях і використовуватися залежно від місткості акумуляторної батареї.

- Вироблення електричної енергії фотоелектричним процесом зовсім безшумне і не робить ніяких вуглекислотних і інших токсичних випарів.

- Фотоелектричні сонячні панелі незамінні у важкодоступних і видалених районах, де прокладення ліній електропередач економічно не вигідно.

Кремній, з якого виготовляються сонячні елементи, називають "нафтою 21-го століття". Розрахунки показують, що сонячний елемент з ККД 15 %, на які пішов 1 кг кремнію, за 30 років служби можуть зробити 300 МВт електроенергії. Рівну кількість електроенергії можна отримати, витративши 75 т нафти (з урахуванням ККД теплоелектростанцій 33 % і теплотворній здатності нафти 43,7( МДж/кг). Таким про разом, 1 кг кремнію виявляється еквівалентний 75 т нафті.

Залежно від того, яким чином організовані атоми кремнію в кристалі, сонячні елементи діляться на види:

- Сонячні модулі з монокристалічного кремнію

- Сонячні елементи з полікристалічного кремнію
- Сонячні елементи з аморфного кремнію
- Сонячні модулі з монокристалічного кремнію

Монокристалічні елементи мають найвищу ефективність перетворення енергії. Основний матеріал - вкрай чистий кремній, з якого виготовлені монокристалічні сонячні панелі, добре освоєний в області виробництва напівпровідників.

Ці диски піддаються ряду виробничих операцій, таких як:

- обточування, шліфовка і очищення;
- накладення захисних покриттів;
- металізація;
- антирефлексорне покриття.

ККД сонячної панелі на основі монокристалічного кремнію складає 14-17%.

Сонячні модулі з полікристалічного кремнію

Полікристалічний кремній розвивається, коли кремнієвий розплав охолоджується повільно і знаходиться під контролем. При виробництві полікристалічних панелей операція витягування опускається, воно менш енергоємне і значно дешевше. Проте усередині кристала полікристалічного кремнію є області, відокремлені зернистими межами, такі, що викликають меншу ефективність елементів. ККД сонячної панелі на основі полікристалічного кремнію складає 10-12%.

Сонячні модулі з аморфного кремнію

Аморфний кремній виходить за допомогою "техніки випарної фази", коли тонка плівка кремнію осідає на матеріал, що несе, і захищається покриттям. Ця технологія має ряд недоліків і переваг :

- процес виробництва сонячних панелей на основі аморфного кремнію відносно простий і недорогий;
- можливе виробництво елементів великої площі;
- низьке енергоспоживання.

Проте:

- ефективність перетворення значно нижча, ніж в кристалічних елементах;

- елементи схильні до процесу деградації.

### 3.2 Штучний інтелект

Кілька тисячоліть тому виникла ідея створення подоби людського розуму для розв'язання складних задач та моделювання розумової здатності. Штучний інтелект (ШІ) – галузь комп'ютерної науки, яка займається дослідженням і автоматизацією розумової поведінки, що є частиною інформатики. Вона базується на теоретичних прикладних принципах, які зводяться до структур даних, що використовуються для зображення знань та розробки алгоритмів, їх застосування, а також до мов і методик програмування.

### **3. НОВИЙ СПОСІБ ПЕРЕТВОРЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Світло має не тільки електричну складову, але і магнітну. Відомо, що світло певної інтенсивності, проходить через непровідні матеріали, такі як скло, хоча і не веде до появи в них електричних струмів, але створює магнітні поля, які опинилися в 100 разів сильніше, ніж було прийнято вважати. В результаті, магнітне поле виходить досить сильним, щоб створити електрорушійну силу (ЕРС).

Це може привести до створення «оптичних» сонячних батарей, яким для вироблення електрики з енергії сонця не потрібні будуть напівпровідники, а потрібні тільки лінзи для фокусування світла. Перевагою такого типу батарей стане низьке теплове навантаження, так як лінзи будуть нагріватися набагато менше, ніж напівпровідники, і вся енергія сонця буде перетворюватися в магнітний момент. Чим більшою буде інтенсивність світла, що падає на «оптичну батарею», тим більше електроенергії вона буде виробляти.

Додатковою перевагою «оптичних» батарей є той факт, що скляних заводів, які могли б виробляти для них лінзи, досить багато, і ще прозорі сонячні батареї можна було б використовувати, наприклад, в якості вікон в будинках (тут вже все залежить від фантазії архітекторів). Ну і звичайно ж, такі батареї будуть коштувати дешевше.

Однак виробникам «традиційних» напівпровідникових сонячних елементів поки немає про що турбуватися: для того, щоб створити працюючу «оптичну батарею» на сьогоднішній день необхідно, щоб інтенсивність світла, що припадає на її 1 квадратний сантиметр, досягала 10000000 ват. Природно, сонячне світло має набагато нижчу інтенсивність, тому на даний момент проводяться роботи по вишукуванню матеріалів, що працюють при менших значеннях інтенсивності світла.

У зв'язку з прискореним поширенням великомасштабних сонячних енергетичних установок по всьому світу, існуючі лінії електропередачі більше не можуть підтримувати розширений тягар додаткових потужностей електропередач. Крім того, існуючим мережам бракує оснащення, щоб регулювати і керувати динамічними навантаженнями живлення і попиту,

необхідних для приєднання сонячної енергії. Основною метою системи «розумної» сітки є надання електроенергії з різних джерел, таких як сонячні енергетичні станції, для споживачів. Для постачання такої електроенергії потрібно використовувати двосторонні цифрові технології для керування навантаженнями для кінцевих користувачів, таких, як прилади у будинках споживачів.

На нашу думку, найоптимальнішим рішенням для цієї задачі стало б використання систем зі штучним інтелектом. У своїй роботі ми описали принцип дії моделі сонячного модуля фотоелектричного і зворотного поширення нейронної мережі. Такий підхід до вирішення цієї проблеми дає змогу автоматизувати генерування сонячної енергії, удосконалити передачу отриманого струму від установки до користувачів. Система запрограмована так, що самостійно може повертатися сприймаючими пластинами до сонця і працювати з потужністю, яка залежатиме від інтенсивності сонячних променів (освітлення).

#### 4. ПРОЕКТУВАННЯ КЕРОВАНОЇ СИСТЕМИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

В роботі запропоновано поліпшену модель сонячного модуля фотоелектричного ізворотного поширення нейронної мережі на основі максимального відстеження силової точки (МВСТ) для підвищувального перетворювача в автономній фотоелектричній системі зі змінною температурою і інсоляцією в статичній та динамічній стадії. Сонячні панелі є джерелом живлення, що має нелінійний внутрішній опір. Коли світло падає на панелі, то змінюється його інтенсивність, напруга на вході, а також його внутрішній опір. Щоб отримати максимальну потужність від панелі, опір навантаження має дорівнювати внутрішньому опору панелі. Максимальні силові точки – трекари - використовуються для управління фотоелектричними панелями для орієнтації сонячних панелей на максимальні силові точки з метою підвищення ефективності системи. Для моделювання використовується пакет прикладних програм MATLAB, довідка та штучна нейронна мережа (ШНМ).

Земля отримує енергію потужністю 174 пВ, що надходить із сонячного випромінювання ( інсоляції ) у верхніх шарах атмосфери. Приблизно 30 % відбивається назад в космос, а решта поглинається хмарами, океанами і сушею. Сонячна енергія безпосередньо перетворюється в електричну енергію за допомогою сонячних фотоелектричних модулів. Вихідна потужність масиву Р.V. панелі залежить від напруги PV і непередбачуваних погодних умов. Для того щоб оптимізувати співвідношення між вихідною потужністю і вартістю установки, використовуються перетворювачі DC DC щоб отримати максимальну потужність з масиву Р.V. панелі. Багато підходів було запропоновано для регулювання робочого циклу перетворювача для максимальної силової точки. У більшості MPPT методів спостерігається додаткова провідність, постійна напруга і нечітка логіка алгоритмів представлених виразами (4.1- 4.4]. Ці методи мають свої недоліки, такі як значна вартість і нестійкість.

Для моделювання виберем ANN рішення MATLAB-7.6. ANN рішення використовується для роботи нелінійної варіації параметрів у контрольованому середовищі у звичайних методиках. З цією метою були розроблені алгоритми на основі інтелектуальних систем (ІНС).

Метою даної роботи є розробка на основі ІНС схеми МВСТ для сонячної фотоелектричної системи зі змінами у статичних і динамічних умовах. Повна система моделюється за допомогою середовища MATLAB - 7.6 .

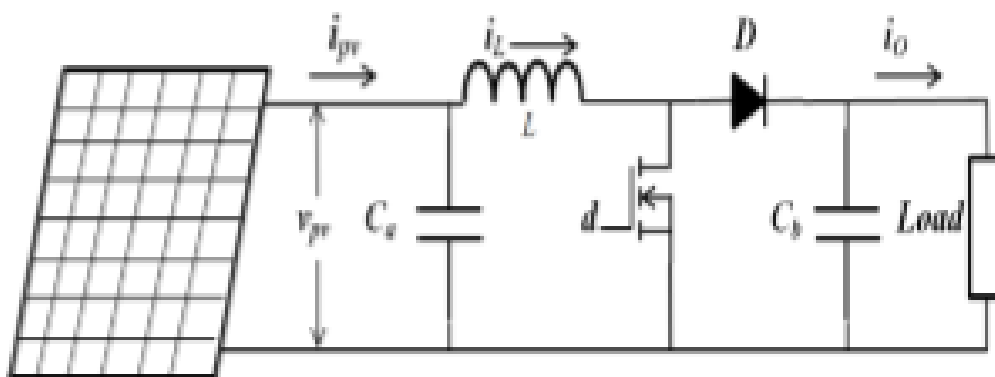


Рисунок 4.1 Сонячна система виробництва електроенергії з підвищуючим перетворювачем DC / DC.

Розглянемо масив P.V. панелі, що складається з сонячних батарей, розташованих в конфігурації серії NS-NP-паралельної. Нехай  $V_{PV}$  і  $I_{PV}$ , відповідно означають вихідну напруга і струм сонячної батареї. Характеристичне рівняння сонячної батареї може бути описано за допомогою світла, що генерується джерелом струму і діодом. Якщо внутрішнім шунтом і опором знехтувати, вихідний струм сонячної батареї подамо у такому вигляді:

$$I_{pv} = I_{ph} + I_{rs} \quad (4.1)$$

де,  $I_{ph}$  - світло-генерований струм;

$I_{rs}$  - струм зворотного насичення.

Крім того, зворотний струм насичення і світло-генерований струм залежить від інсоляції і температури з наступними виразами,

$$I_{rs} = I_{rr} \left( \frac{T}{T_r} \right) e^{qE_{gp} \left( \frac{1}{T_r} - \frac{1}{T} \right) / pK} \quad (4.2)$$

$$I_{ph} = (I_{sc} + K_1(T - T_r)) \frac{\lambda}{100} \quad (4.3)$$

де  $I_{rr}$  - зворотний струм насичення при нормальній температурі  $T_r$ ;

$E_{gr} = 1.1\text{eV}$  - енергія забороненої зони напівпровідника, осередок складових, струм к.з. поточна частина короткого замикання при нормальній температурі та інсоляції;

$K_1$  - (ампер на Кельвін) це струм короткого замикання, температурний коефіцієнт і  $\lambda$  це інсоляція (ват на квадратний сантиметр).

Вираз потужності масиву одержуємо у такий спосіб:

$$P_{PV} = i_{pv} v_{pv} = n_p I_{ph} V_{pv} - n_p I_{rs} V_{pv} \left( e^{\frac{k_{pv} v_{pv}}{n_s}} - 1 \right) \quad (4.4)$$

Згідно цього рівняння, рис. 2 зображує характеристики потужності масиву по відношенню до PV напруги, сонячної радіації і температури клітин. Можна помітити, що максимальна точка потужності є максимальною напругою PV і залежить від різних сонячної енергії і температури.

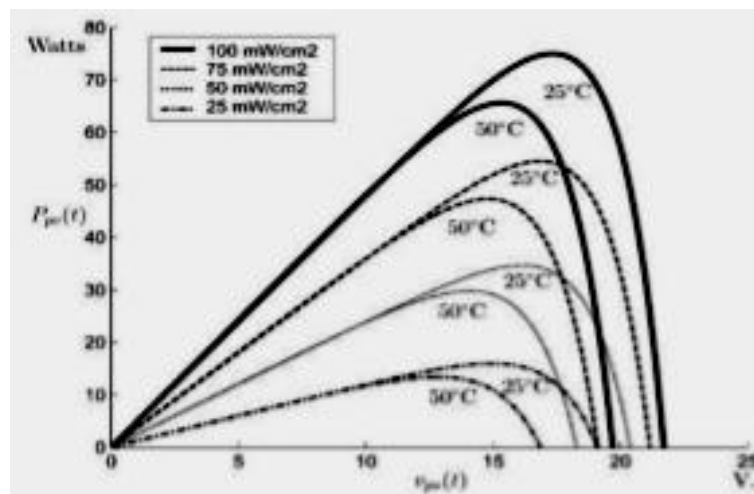


Рисунок 4.2 Характеристика масиву щодо напруги PV.

За силою масиву в рівнянні (4.4) і, взявши частинну похідну  $P_{pv}$  по відношенню до P.V. напруги  $V_{pv}$ , отримуємо,

$$\frac{dP_{PV}}{dv_{PV}} = i_{pv} + v_{pv} \frac{di_{pv}}{dv_{pv}} \quad (4.5)$$

$$\frac{dP_{PV}}{dv_{PV}} = i_{pv} - \frac{n_p k_{pv}}{n_s} I_{rs} v_{pv} e^{k_{pv} v_{pv} / n_s} \quad (4.6)$$

**Таблиця 4.1 – Електричні характеристики батареї**

Електричні характеристики	Чисельне значення
Максимальна потужність (Pmax)	75 Вт
Напруга на Pmax (ВМП)	17 В
Струм при Pmax (LMP)	4.4А
Гарантована мінімальна Pmax	45 Вт
Струм короткого замикання (ISC)	4.8А
Напруга холостого ходу (VOC)	21.7
Температурний коефіцієнт Isc	2.06мА /°С
Температурний коефіцієнт (Voc)	-(0.077)мВ/°С
Температурний коефіцієнт потужності	-(0.5±0.05)%/°С

Одна P.V. клітина виробляє вихідну напругу менше 1 вольта. Тому необхідно з'єднати разом ряд фотоелектричних елементів послідовно для досягнення бажаної вихідної напруги. Панель сонячних батарей є джерелом енергії, що має нелінійний внутрішній опір. При зміні інтенсивності світла, падаючого на панель змінюється його напруга, а також його внутрішній опір. Точна максимальна потужність з панелі опору навантаження має дорівнювати внутрішньому опору панелі. З сонячного модулю панелі, який містить 36 клітин в серії, з метою цього проекту обраний один. Кожна напруга холостого ходу клітини дорівнює 0.585V. Характеристика для запропонованої моделі надає наступну інформацію про модуль.

Нижче наведені напруга в порівнянні струму (V-I) і потужність залежно від напруги (PV). Характеристики змодельовані за допомогою використання даних запропонованого модуля.

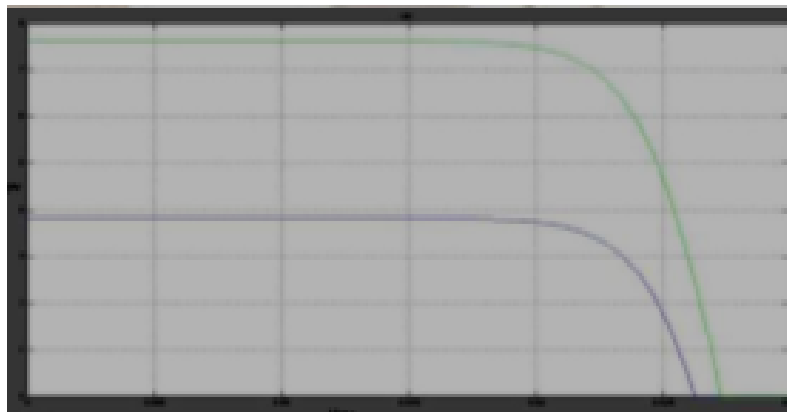


Рисунок 4.3 криві для різних рівнів ІЧ-випромінювання ( $G = 0,5, 1,0$  Сонця,  $T = 320\text{C}, N = 1$ )

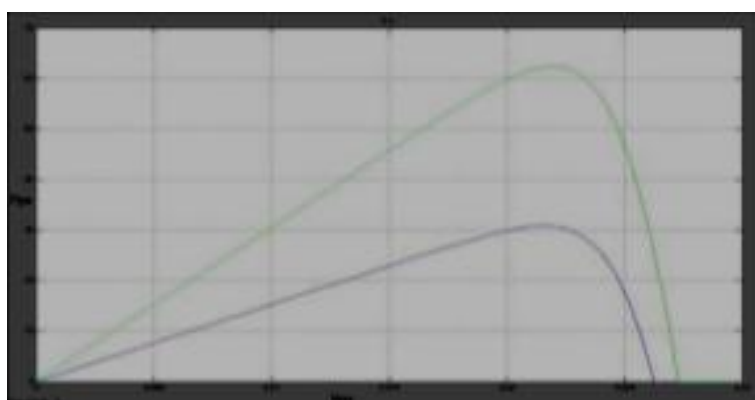


Рисунок 4.4 Криві P-V для різних рівнів ІЧ-випромінювання ( $G = 0,5, 1,0$  Сонця,  $T = 320\text{C}, N = 1$ )

На малюнках 3 і 4 представлені IV і PV характеристики модуля PV, зі зміною сонячного випромінювання ( $G$ ). Оскільки сонячне випромінювання збільшується, потужність по ФВ істотно збільшується.

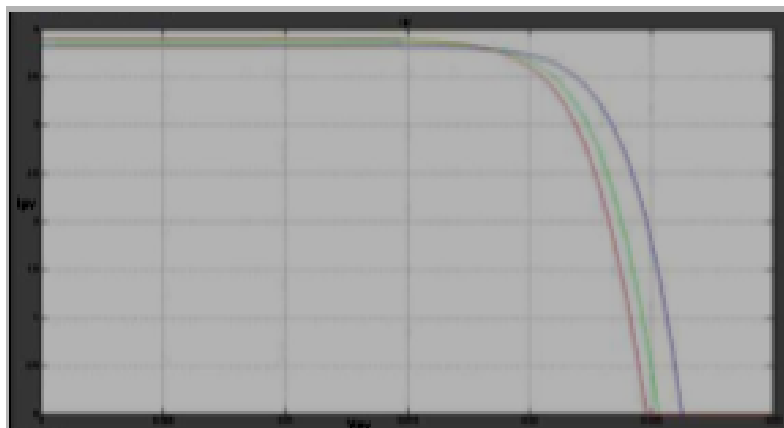


Рисунок .4.5 Криві для різних температурах ( $T = 30, 40, 45\text{ C}, G = 0,5$  Сонця,  $n = 1$ )

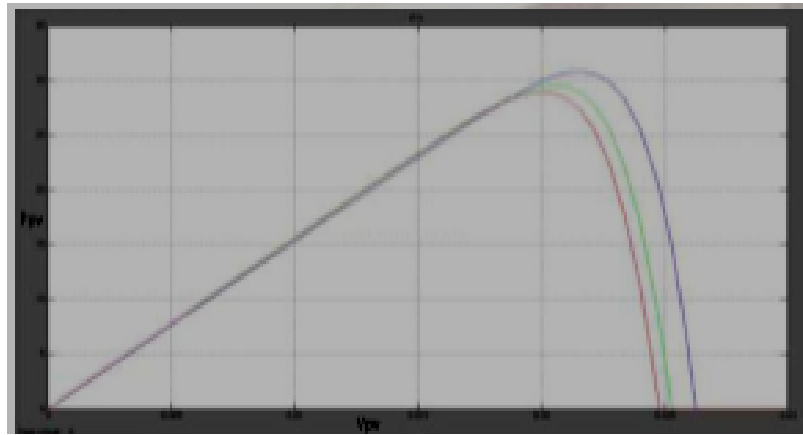


Рисунок .4.6 Криві P-V для різних температурах ( $T = 30, 40, 45 \text{ C}$ ,  $G = 0.5\text{Suns}$ ,  $\pi = 1$ )

Рис. 4.6 представляють IV і PV характеристики фотоелектричних модулів зі зміною температури ( $T$ ). Коли температура підвищується, потужність в PV суттєво зменшується. Максимальна силова точка відстежень в МВСТ це значення максимальної потужності сонячних батарей. Thei-V і PV характеристики сонячних батарей нестійкі через атмосферні зміни, таких як зміни в сонячному випромінюванні ( $G$ ), температурі ( $T$ ) і діодному факторі ідеальності ( $\pi$ ). Отже МВСТ повинні відслідковувати максимальну потужність від сонячного суб'єкта панелі до цих змін.

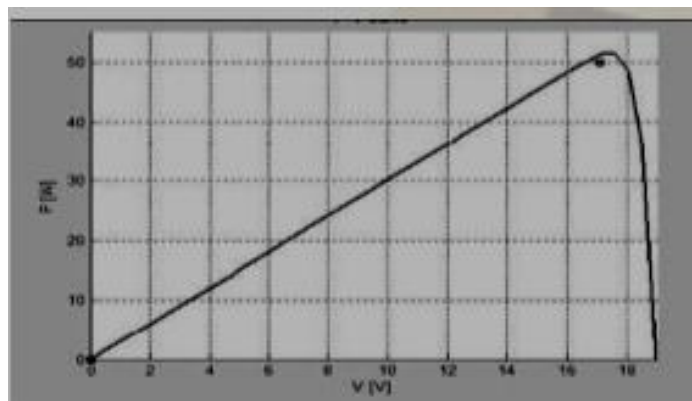


Рисунок .4.7 Характеристики PV масиву з МРРТ

DC/DC підвищуючий перетворювач використовується в даному дослідженні для підключення PV панелі з навантаженням для регулювання робочої напруги і струму PV панелі в оптимальному збільшенні величин. Конвертор містить MOSFET і діод, який представлений у вигляді подвійного

ідеального перемикача  $U$  для того, щоб спростити аналіз ланцюга. Якщо  $U$  це стан 0, цей діод горить і MOSFET вимкнений, і навпаки, якщо  $U$  це стан 1. Підвищуючий перетворювач містить також пасивні компоненти індуктивності  $L$ , в конденсаторі  $C$  і опір  $R$ . Принцип роботи підвищувального перетворювача можна продемонструвати для кожного комутаційного періоду в безперервному режимі провідності (CCM) у двох режимах. Перший режим ON режим тривалості в період  $0 \leq t \leq t_{on}$

. Записуємо рівняння стану:

$$L \frac{di_L}{dt} = V_s - V_o \quad (4.7)$$

$$L \frac{di_L}{dt} = V_s - V_o \quad (4.8)$$

де  $T$  цей час режим ON і  $i_L$ the продовжує струм індуктора . Другий режим OFF тривалістю  $t_{off} \leq t \leq T$  і його рівняння стану можна представити в наступному вигляді:

$$L \frac{di_L}{dt} = V_s \quad (4.9)$$

$$C_b \frac{dv_o}{dt} = -\frac{v_o}{R_L} \quad (4.10)$$

де  $T_s$  це період перемикання. Конструкція підвищувального перетворювача для системи PV є комплексним завданням, яке включає в себе безліч факторів. Загалом, вхідна і вихідна напруга з підвищувального перетворювача змінюються з сонячними опромінення і зміною навантаження. Вихідна напруга також різноманітна: та, що відповідає еталонній напрузі, яка генерується від контролера МВСТ. Таким чином, вибір компонентів підвищувального перетворювача (вхідної котушки індуктивності і вихідного конденсатора) являє собою компроміс між динамічними характеристиками і часом алгоритму МРРТ тригера. Максимальне значення змінних стану слід розраховувати оцінивши значення підвищувального перетворювача.

Штучні нейронні мережі (ІНС) , як було доведено , щоб бути універсальними, використовують теорії апроксимації з нелінійних динамічних

систем . Вони наслідують нелінійні системи з використанням багаторівневої нейронної мережі. Нейронна мережа має потенціал , щоб забезпечити покращений спосіб отримання нелінійних моделей , які комплементарні звичайним методам. Робота присвячена додаткам з штучних нейронних мереж на основі МВСТ ПВ систем. Зворотні поширення нейронної мережі використовуються як шаблон класифікатора . Мережа зворотного руху нейронів є прикладом нелінійних мереж з прямим зв'язком. Метод зворотного поширення помилки будує глобальні наближення до нелінійного відображення введення-виведення, де є можливість узагальнень в регіонах вхідного простору, у яких мало або зовсім немає доступних навчальних даних. У запропонованій роботі, ми розробляємо метод МВСТ для автономних сонячних систем вироблення енергії через нейромережевий підхід. Вихідна потужність фотоелектричних масивів регулюється за допомогою підвищувального перетворювача DC / DC. Тоді система представлена в нейронній моделі мережі, де частинні похідні від фотоелектричної потужності відносно напруги PV беруться в якості виходу управління. При цьому нейронні мережі були навчені для бажаної відповіді.

Статична нейронна мережа (SNN)      Статична нейронна мережа (SNN) - це нейронна мережа, в якій потрібно , щоб вихідний сигнал виходив з потрібного входу. SNN це та мережа, в якій вихід, що проводиться, буде однаковим для конкретного діапазону вхідних сигналів.

Динамічна нейронна мережа (DNN)      Динамічна нейронна мережа (DNN) - це нейронна мережа, яка може змінити себе, самостійно оновитися. Вічна новинка - це дані, які постійно змінюються. DNN ніколи не закінчує навчання. ADNN завжди приймає наведені дані. Для досягнення цієї мети, DNN необхідно не лише змінювати свої знання, але й топологію, яка зберігає їх. Суто динамічні нейронні мережі ніколи не перестають оновлюватися або змінювати свою топологію. Поле DNNS знаходиться в зародковому стані. Більшість прикладів DNN лише частково динамічні, тобто вони є динамічними протягом певного етапу їх використання.

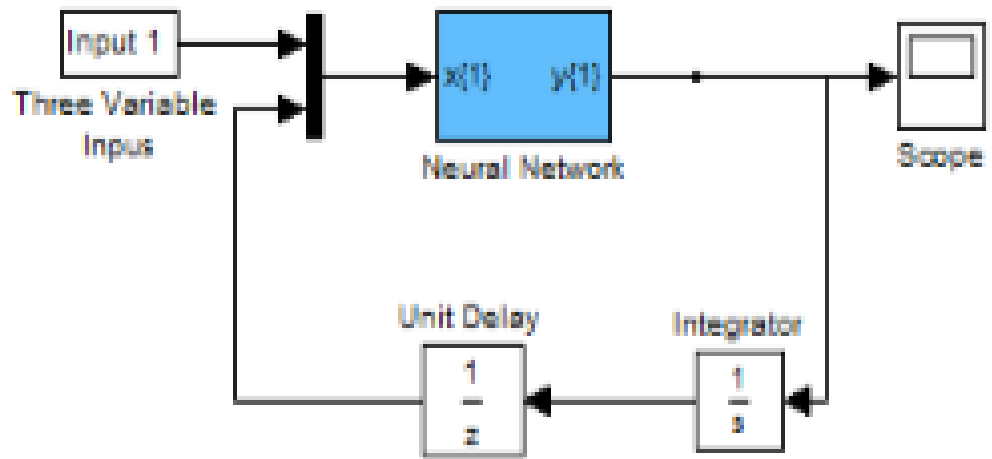


Рисунок .4.8 Simulink для DNN

Запропонована MPPT модель ІНС навчається за допомогою набору вхідних і вихідних даних, які оптимізовані за допомогою TRAINLM в нейронній мережі інструментів. Щоб звести до мінімуму втрати довгострокової системи, потрібно зазначити, що вхідний перетворювач струму має дуже маленький коефіцієнт перетворення пульсації і дуже високе навіть у частині навантаження. Отже, установку підвищувального перетворювача буде повідомлено . У даній роботі підвищуючий перетворювач використовується як МВСТ.

## 5. ПРИКЛАД ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТОРА СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРО ЕНЕРГІЇ В ЖИТТІ

В багатьох країнах широкомаштабно використовують альтернативні джерела електроенергії, зберігаючи в такий спосіб не відновлювані ресурси, а також зменшуючи викиди  $\text{CO}_2$  в атмосферу та зводять рахунок за електроенергію майже до мінімуму.

Представимо SNE нову систему автоматичного вуличного освітлення, що має живлення від енергії сонця і в деяких випадках від енергії вітру. Отже, сонячна енергія перетворюється в електричну за допомогою фотоелектричних модулів, яка потім завантажується до батарей. В нічний час з метою освітлення електрична енергія надходить від батарей до ліхтарів.

Система SNE вуличного освітлення розроблена на базі PV фотоелектронів та оснащена інтелектуальною системою збереження енергії та системою керування генераторами сонячної енергії. Тому вуличний ліхтар, що оснащений такою системою автоматично вмикається на заході сонця і вимикається відповідно на сході.

Енергія, яка накопичується в батареях забезпечує постійне функціонування ліхтарів навіть за несприятливих погодних умов. Найчастіше батареї знаходяться під землею. SNE складається з багатьох провідних технологій таких як: високоефективна панель сонячних батарей, модуль управління енергоспоживання, і т.д.

Світлодіодне світло має ряд переваг: в 2,5 раз має кращу яскравість ніж ГЕС, зберігається понад 80% енергії в порівнянні зі звичайними лампами натрію і ртуті, має значний термін використання понад 12 років. Але найголовнішою перевагою є те, що такі системи не потребують керівництва, є цілком безпечними, не несуть шкоди навколишньому середовищі та є економічно ефективними для зовнішнього освітлення. Основні переваги та застосування подані до таблиці 5.1..

Таблиця 5.1 Основні переваги та застосування

Характеристика	
Час роботи	12 годин; 5-7 днів резервна батарея
Переваги	економічний ефект: дешевше, ніж традиційні лампи на громадську мережу, хороші соціальні пільги та екологічні вигоди.
Області застосування	<p>Міські вулиці, Дороги, Дорожні перетини.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Площі та історичні центри.</li> <li>. Парки, місця для стоянки, сади. Стоянка для автомобілів.</li> <li>. Сільське господарство або рудники.</li> <li>. Шлях велосипедів.</li> <li>. Рекламні вивіски.</li> <li>. Безпечне використання освітлення небезпеч ділянок таких як мости або перехрестя або інших жваві відкриті майданчики.</li> </ul>



Рисунок.5.1. Приклад використання генератора сонячної енергії який оснащений системою керування.

Дана установка є складовою системи вуличного освітлення.

## **ВИСНОВОК**

В результаті дослідження було проведено проектування генератора сонячної енергії, що управляється штучним інтелектом.

Було оглянуто будову сонячного генератора та принцип роботи автоматизованої системи керування. Сонячний генератор – альтернативне джерело живлення, що використовує енергію сонця. Автоматизована система керування – це управління складними технічними об'єктами за допомогою технічних, автоматичних, інформаційних засобів. Інформаційною базою АСК – розміщення на технічних пристроях даних, які необхідні для керування процесом чи об'єктом.

В четвертому розділі було представлено новий спосіб перетворення сонячної енергії в електричну за допомогою фотоелектричних перетворювачів. Фотоефект - електричне явище, яке відбувається при освітленні речовини, а саме: вихід електронів з металів (фотоелектрична емісія чи зовнішній фотоефект); переміщення зарядів через границю розділу напівпровідників з різними типами провідності (р-п) (вентильний фотоефект); зміна електричної провідності (фотопровідність).

Безумовно основними компонентами сонячної енергетичної установки є сонячна батарея з приладами контролю і керування, акумуляторна батарея, інвертор для перетворення постійного струму сонячної батареї в перемінний струм промислових параметрів, що споживається більшістю електричних пристроїв. Незважаючи на нерівномірність добового потоку сонячного випромінювання і його відсутність у нічний час, акумуляторна батарея за рахунок накопичення електрики, яка виробляється сонячною батареєю, дозволяє забезпечити безупинну роботу сонячної енергетичної установки.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи моделювання складних систем / Под ред. І. В. Кузьміна. -К . : Вища школа, 1981. - 360 с.
2. Експертні системи. Принципи роботи і приклади : Пер. з англ. / А. Брунінг, П. Джонс, Ф. Кокс / За ред. Р. Форсайта. М.:Радіо і зв'язок, 2007. 224с.
3. Нільсон Н. Штучний інтелект. Методи пошуку рішень : Пер. з англ. / Под ред. С.В.Фоміна. -М . : Світ, 1999. - 270 с.
4. Методи розрахунку ресурсів поновлюваних джерел енергії», Навчальний посібник / А.А. Бурмістров , В.І. Віссаріонов, Г.В. Дерюгіна , В.А. Кузнєцова, Д.Н. Кунакін, Н.К. Малінін, Р.В. Пугачов / Под ред. В.І. Віссаріонова. - М.: Видавничий Дім МЕІ; 2007 р. - 144 с.
5. Розрахунок ресурсів сонячної енергетики / В.І. Віссаріонов, Г.В. Дерюгіна, С.В. Кривенкова, В.А. Кузнєцова, Н.К. Малінін. - М.: Видавництво МЕІ, 1998 - 61 с.
6. Теоретичні основи нетрадиційної та відновлюваної енергетики. Ч. 1. Визначення вітроенергетичних ресурсів регіону : Учб. посібник. Єлістратов В.В, Кузнєцов М.В. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2004. - 59с.
7. <http://economstroy.com.ua>
8. <http://www.eco-live.com.ua>