

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **РОЗРОБКА МІНІ-СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ
ДЛЯ ЗАРЯДКИ АКУМУЛЯТОРІВ
АВТОМОБІЛІВ**

Виконав студент VI курсу, групи ЕМм-61
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Величко Ю.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Козак К.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Вакуленко О.О.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Тарасенко М.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить пояснювальну записку та графічну частину. Пояснювальна записка має 69 сторінок, 8 аркушів презентації, 39 ілюстрацій, 7 таблиць та 14 використаних першоджерел.

Об'єкт дослідження – процеси заряду та розряду акумуляторної батареї.

Предмет дослідження – автомобіль із двома акумуляторними батареями, які заряджаються від генератора та від автономної сонячної міні-електростанції.

Метою кваліфікаційної роботи є: розробка сонячної електростанції з накопичувачами електричної енергії, здатної забезпечувати додатковий заряд основного акумулятора автомобіля за рахунок перетворення енергії Сонця.

У роботі наведено: аналіз акумуляторів, які використовуються в автомобілях; імітацію роботи сонячної панелі; схему сонячної електростанції та обрано основне обладнання відповідно до схеми; графіки вироблення та споживання електричної енергії сонячною батареєю; блок-схему підзарядки основного акумулятора за рахунок підключення додаткового; результати дослідження процесу заряду та розряду цих акумуляторів і зроблено відповідні висновки.

Ключові слова: СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА, АВТОНОМНЕ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, АКУМУЛЯТОР, НАКОПИЧУВАЧ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Огляд акумуляторних батарей. Технологія AGM	10
1.2. Існуючі контролери заряду двох акумуляторів	12
1.3 Використання інверторів в системі з поновлюваним джерелом енергії.....	17
1.4 Висновки до розділу	17
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	19
2.1 Особливості електропостачання малої енергетики	19
2.2 Вибір обладнання для пересувний станції вбудованої на автомобілі 4x4.....	24
2.2.1 Вихідні дані	24
2.2.2 Вибір джерела живлення для системи заряду основного і додаткового акумулятора	25
2.2.3 Вибір контролера для заряду основного і додаткового акумулятора.....	29
2.2.4 Додатковий акумулятор для зарядки основного акумулятора	29
2.3 Схеми підключення акумуляторів.....	33
2.4 Висновок до розділу	36
3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	38
3.1 Моделювання сонячної батареї	38
3.2 Вольт-амперні характеристики сонячної станції 300W	44
3.3 Характеристик потужності фотоелектричної системи	46
3.4 Підзарядка основного акумулятора	48
3.5 Імітація паралельної роботи додаткових акумуляторів.....	51
3.6 Імітація роботи одного акумулятора.....	54

3.7 Висновки до розділу	56
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	58
4.1 Інструктажі з охорони праці	58
4.2 Захист від статичної електрики	60
4.3 Запобігання виникненню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного походження на об'єктах електроенергетики	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	67

ВСТУП

Актуальність теми. У енергосистеми житлових приміщень сонячні батареї проникли досить давно. Але автомобілі, які оснащуються зарядками акумулятора від енергії сонця, поки що є рідкістю. Хоча вже є серійні зразки, які використовуються у реальних умовах на дорогах загального користування. Автомобільні гіганти зайнялися цим питанням через збільшення інтересу до джерел альтернативної енергії у всіх сферах народного господарства. І у продажу можна зустріти різні зразки, які заряджають АКБ, перетворюючи сонячну енергію на електричну. Так що вже можна використовувати такі пристрої на практиці.

Практично всі автолюбители знайомі з проблемою розрядки акумулятора автомобіля в невідповідний момент. Причини можуть бути різні: тривалий час було включено музику, забули вимкнути фари, автомобіль довго стояв. Дуже пощастить, якщо вам дасть «прикурити» власник іншого автомобіля. Дехто навіть возить із собою запасну акумуляторну батарею. У подібних ситуаціях може виручити геліопанель, яка є батареєю із сонячних елементів. Цей пристрій зарядить акумулятор, що дозволить завести автомобіль.

Виробники вже освоїли випуск сонячних батарей, пропонуючи різні варіанти по напрузі і потужності. В тому числі для зарядки автомобільного акумулятора. Тому вибрати є з чого вже зараз і надалі асортимент тільки розширюватиметься.

Тут варто зазначити, що зарядка автомобільного акумулятора від сонячних батарей є процесом, сильно розтягнутим за часом. Процес заряджання повністю розрядженого акумулятора від такої панелі може тривати від 9 до 11 годин.

В результаті на даху автомобіля знаходиться мобільна електростанція, за допомогою якої можна заряджати акумулятор.

Такі рішення дуже популярні у місцях, які віддалені від цивілізації. Є приклади, коли завдяки сонячним панелям із автомобіля прибирали генератор. Замість нього зарядка акумулятора велося від геліопанелі. Внаслідок цього

знімається деяке навантаження з двигуна і зменшується витрата палива. Але такі рішення не мають масового характеру. Для цього потрібна достатня кількість сонячних батарей та наявність сонячного світла.

Компактні сонячні батареї можуть також розміщуватися і в салоні. У цьому випадку вони застосовуються для живлення приймача, телевізора та інших споживачів струму в салоні. Для зарядки акумулятора вони не підійдуть, а здатні лише звільнити його від зайвого навантаження. Якщо ціль в тому, щоб заряджати автомобільний акумулятор, буде потрібна потужніша модель.

Якщо водій не може собі дозволити встановити сонячні батареї на даху, можна подумати про придбання мобільного варіанту. Складні геліопанелі для зарядки акумулятора автомобіля можна возити у багажнику. Практично всі сучасні сонячні батареї для автомобільних акумуляторів пропонують для підключення два варіанти, або за допомогою клем безпосередньо до акумулятора або через прикурювач.

Фахівці рекомендують для автомобіля вибирати модуль сонячних батарей, який завдовжки становить 1 метр, номінальною потужністю приблизно 15 ват та напругою 12 вольт. Вкрай рекомендується купувати модель з контролером заряду або придбати окремо відповідний пристрій.

Саме тому актуальним є робота у напрямку дослідження процесів зарядки основного та при наявності і допоміжного автомобільного акумулятора від сонячної міні-електростанції так як це зменшить навантаження на двигун та мінімізує ситуації повної розрядки акумулятора.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є: розробка сонячної електростанції з накопичувачами електричної енергії, здатної забезпечувати додатковий заряд основного акумулятора автомобіля за рахунок перетворення енергії Сонця.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз акумуляторів, які використовуються в автомобілях та вибрати їх для автономної сонячної електростанції.

2. З використанням середовища імітаційного моделювання MathLab Simulink провести імітацію роботи сонячної панелі.
3. Розробити схему сонячної електростанції та обрати основне обладнання відповідно до схеми.
4. Отримати графіки вироблення та споживання електричної енергії сонячною батареєю.
5. У середовищі імітаційного моделювання MathLab Simulink сформовано блок-схему підзарядки основного акумулятора за рахунок підключення додаткового. Дослідити процеси заряду та розряду цих акумуляторів і зробити висновки.

Об'єкт дослідження – процеси заряду та розряду акумуляторної батареї .

Предмет дослідження – автомобіль із двома акумуляторними батареями, які заряджаються від генератора та від автономної сонячної міні-електростанції.

Наукова новизна отриманих результатів.

На основі імітаційного моделювання в середовищі MathLab Simulink встановлено, що використання автономної сонячної міні-електростанції з додатковим акумулятором у автомобілі позитивно впливає на роботу основного, особливо після тривалої автономної роботи системи в літній і зимовий період часу.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропонована більш ефективна та надійна схема для заряду основного і додаткового акумулятора від енергії Сонця.

Отримані прикладні індикатори ресурсів сонячної енергії та визначена можлива тривалість роботи геліоустановки в місяць при певних значеннях сумарної радіації.

Апробація. Результати досліджень за темою кваліфікаційної роботи були представлені на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25-26 листопада 2021 року. ТНТУ [1]

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (14 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 69 сторінок, 7 таблиць, 39 рисунків.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд акумуляторних батарей. Технологія AGM

На відміну від гелевих технологій, в технології AGM як сепаратор для утримання електроліту використовуються пластини з надтонких скляних волокон, що утворюють неоднорідну пористу систему, між якими циркулюють електроліт і газ. Причому електроліт зв'язується в дрібних порах сепаратора за рахунок капілярного ефекту, а газ блукає через більші пори в об'ємі батареї. При первинному заповненні акумулятора кількість електроліту дозується таким чином, щоб заповнити тільки дрібні пори, що додатково скорочує витрату електроліту [2].

Конструктивно сепаратор може виконуватися у вигляді пластин і спіралі. Спіральна технологія запатентована компанією Johnson Controls і може застосовуватися тільки в серії Optima. Такі блоки випускаються тільки в Америці.

У спіральних акумуляторів з технологією AGM збільшена площа сепаратора, що дозволяє отримувати від такої батареї великі короткочасні струми і менший час заряду.

Однак, такі батареї мають меншу питому ємність за рахунок більшого співвідношення об'єм/електрична ємність.

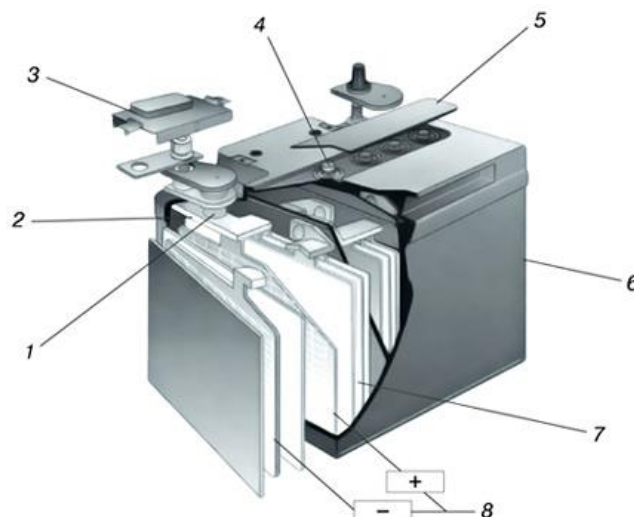


Рисунок 1.1 – Конструкція акумуляторної батареї по технологій AMG

1 – герметичне кільце вводу; 2 – додатна клема; 3 – ізоляційна кришка; 4 – клапан надлишкового тиску; 5 – кришка клапанів; 6 – корпус; 7 – сепаратор; 8 – пластини

Переваги AGM акумуляторів їх технології:

– акумуляторні батареї з такою технологією не вимагають обслуговування протягом всього терміну служби за рахунок повної герметизації при виготовленні;

– клапанне регулювання і герметичність виключають витік електроліту і корозію контактів, причому батарея зберігає працездатність навіть при пошкодженнях корпусу;

– герметичність корпусу забезпечує можливість експлуатації батареї в будь-якому -положенні. Однак, не рекомендується ставити батарею догори дном, тому що регулювальні клапани виявляються знизу;

– дотримання рекомендованого режиму заряду батареї робить процес підзарядки безпечним і виключає виділення кислотних випарів і можливість вибуху;

– батареї зберігають працездатність в широкому діапазоні температур вище 30 °С. Через кристалізації електроліту при менших температурах відбувається руйнування контактних поверхонь електродів, що скорочує термін служби і ємність батареї.

– батареї зберігають робочі характеристики при тривалій експлуатації в умовах сильної вібрації, що характерно для авто і залізничного транспорту;

– найважливішою перевагою батарей з технологією AGM вважається стійкість до глибокої розрядки. Це забезпечується за рахунок більш щільної упаковки сепараторів і електродів, утримання електроліту в порах сепаратора і відсутності випаровування електроліту і, як наслідок, окислення поверхні електродів.

Недоліки батарей з технологією AGM.

Оскільки в якості електроліту використовується кислотний розчин, то для батарей притаманні всі недоліки звичайних кислотно-свинцевих акумуляторів:

- велика маса батареї, екологічна шкідливість за рахунок використання кислоти і свинцю;
- обмежене число циклів повний заряд/розряд – від 100 до 4000 (залежить від типу батареї);
- чутливість до перенапруг при зарядці пов'язана з меншим об'ємом електроліту, ніж в звичайних батареях, тому необхідно дотримуватися режиму заряду АКБ і правильно підбирати зарядний пристрій.

1.2 Існуючі контролери заряду двох акумуляторів

Контролер акумуляторів призначений для індикації напруги та інтелектуального перемикання бортової мережі між двома акумуляторами.

В результаті гарантується наявність зарядженого акумулятора для запуску двигуна і живлення споживачів на стоянці від резервного акумулятора. Контролер акумуляторів може використовуватися тільки як індикатор і сигналізатор напруги, так і для управління підключенням акумуляторів в бортову мережу [3].

Спектр застосування контролера акумуляторів не обмежується автомобілями з 12-вольтової бортової мережею, обладнаних двома паралельно включеними акумуляторами. Так контролер акумуляторів можна використовувати на мотоциклах з додатковим (експедиційним) акумулятором, трейлерах, кемперах і т.п.

Контролер виконаний в міцному металевому корпусі для експлуатації у важких умовах.

Контролер акумуляторів не призначений для експлуатації при напрузі бортової мережі 24 В. Також слід мати на увазі те, що на ряді старих моделей японських позашляховиків застосовано рішення, при якому бортова мережа має напругу 12 В., а стартер – 24 В. Тобто в момент запуску два бортових

акумулятора підключаються послідовно для забезпечення необхідного напруги живлення стартера. Без кардинальної переробки бортової мережі і заміни стартера, використовувати контролер можна тільки як індикатор напруги на одному акумуляторі.

Основні функції контролера акумуляторів:

- два незалежних кольорових індикатора напруги з оцифруванням в Вольтах і відсотках зарядки акумулятора;
- контрольні точки індикаторів підібрані відповідно до типової характеристикою свинцевого акумулятора для більшої наочності;
- світлова та звукова сигналізація граничного розряду і перезаряду акумуляторів;
- можливість роздільного вимикання світлової індикації та звукової сигналізації;
- автоматичне зниження яскравості індикаторів при вмиканні габаритних вогнів;
- автоматичне вимикання індикаторів напруги через певний проміжок часу при вимкненому запаленні для зниження енергоспоживання (з можливістю вмикання індикаторів на момент контролю напруги) і автоматичним вмиканням при вмиканні запалення;
- наявність двох додаткових індикаторів підключення акумуляторів до бортової мережі;
- робота як від двох, так і від одного акумулятора (автоматична перевірка наявності двох акумуляторів);
- можливість примусового підключення обох акумуляторів до бортової мережі з автоматичним відключенням за таймером;
- безкоштовна підтримка виробником протягом року з наданням оновлених версій програмного забезпечення (мікрокод змінюється шляхом заміни основного процесора).

Технічні характеристики контролера акумуляторів.

- Напруга живлення: + 8 ... + 16 В. постійного струму.
- Максимальний струм споживання при максимальній яскравості двох повністю включених індикаторів: не більше 250 мА.
- Максимальний струм споживання в режимі стоянки (при вимкнених індикаторах): не більше 40 мА.
- Максимальний допустимий струм на будь-який вихід управління контакторами: 600 мА. (Імпульсно до 1,2 А.)
- Тривалість імпульсу управління поляризованими контакторами: 0,5 сек.
- Час підключення «резервного» акумулятора після початку заряду: 5 хв.
- Час примусового підключення двох акумуляторів: 6 хв.
- Час відключення індикації (перехід в енергозберігаючий режим) після вимикання запалення: 8,5 хв.
- Точність вимірювання напруги: +/- 0,05 В.
- Температурний діапазон: -40 ... + 105 град. С.
- Виконання: віброзахищене.

Принцип роботи наступний. Після подачі напруги живлення контролер виконує функцію самодіагностики (при цьому обидва індикатора повністю спалахують і гаснуть) і перевіряє наявність двох акумуляторів в бортовій мережі. Якщо виявлений тільки один акумулятор, він підключається до бортової мережі незалежно від напруги на ньому, індикатор відсутнього акумулятора вимикається і контролер переходить в режим безперервної індикації напруги на виявленому акумуляторі до тих пір, поки не буде виявлений другий акумулятор.

Після подачі напруги (при перевірці наявності двох акумуляторів) «Стартовий» акумулятор (АКБ №1) короткочасно від'єднується від бортової мережі. Це треба мати на увазі як при першому вмиканні (після установки) контролера, так і при вмиканні після тривалої стоянки за допомогою тумблера

живлення. Щоб уникнути виходу з ладу бортових споживачів не рекомендується проводити повне вмикання/вимикання контролера на працюючому двигуні. Також, щоб уникнути скидання налаштувань годин, магнітоли і т.п., при повному вмиканні/вимиканні контролера має бути гарантовано наявність «Резервного» акумулятора (АКБ №2).

Якщо контролер виявив два акумулятори, то подальша робота залежить від стану кола запалювання. Якщо запалення включене, то до бортової мережі підключається «стартовий» акумулятор (АКБ №1), а «Резервний» (АКБ №2) – відмикається.

Після цього починається безперервний контроль напруги на АКБ №1. Якщо напруга досягає значення, відповідного нормальної зарядки, починається відлік часу. По закінченню заданого проміжку часу до бортової мережі підключається АКБ №2.

Якщо запалення вимкнене, то починається безперервний контроль напруги на АКБ №1. Якщо напруга падає до певного значення, АКБ №1 відмикається від бортової мережі. Таким чином, на стоянці гарантується живлення споживачів тільки від «резервного» (АКБ №2) акумулятора, а запуск двигуна гарантується, тому що здійснюється від невикористаного «стартового» (АКБ №1) акумулятора. Підключення «Резервного» (АКБ №2) акумулятора для підзарядки проводиться після заповнення ємності «стартового» акумулятора (АКБ №1). Через певний проміжок часу всі індикатори напруги вимикаються для забезпечення максимальної економії енергії. При цьому зберігається можливість вмикання індикаторів – з подальшим автоматичним вимиканням через певний проміжок часу – одним натисканням кнопки. Для аварійних ситуацій є можливість примусово підключити обидва акумулятора до бортової мережі, що здійснюється одним натисненням спеціальної кнопки. Перехід до звичайного режиму відбувається примусово повторним натисканням кнопки, або автоматично через заданий проміжок часу.



Рисунок 1.2 – Існуючі контролери заряду двох акумуляторів

Основні недоліки існуючих контролерів.

Так як в літній період часу спостерігається дуже високий рівень інсоляції то з'являється можливість заряджати акумулятори до 100 А·год їх можна розділити на дві батареї по 50 А·год, які будуть використовуватися в залежності від пори року, контролери заряду призначені тільки для живлення одного додаткового акумулятора, а використання одного 100 А·год акумулятора не актуально так як в зимовий період часу акумулятор буде заряджатися тільки на половину, що небажано для акумуляторів – недозаряд веде до швидкого виведення з ладу акумуляторної батареї.

Ще одним важливим недоліком є те, що всі контролери заряду за замовчуванням випускаються для свинцево-кислотних акумуляторних батареї, внаслідок чого без дорогої перепрошивки пристрою, немає можливості підключати гелевий акумулятор як додаткове джерело живлення. Контролери запуску двигуна включають паралельно акумулятори, а якщо один з них гелієвий або AMG то при паралельному їх підключень і запуску двигуна можуть бути дуже погані наслідки.

1.3 Використання інверторів в системі з поновлюваним джерелом енергії

Автомобільний інвертор може бути з струмом у формі чистого синуса і "квазі-синуса". На квазі-синусі не працюватимуть або можуть вийти з ладу такі прилади: автоматика газових котлів, безперебійно працюючі циркуляційні насоси (перегрів і гудіння). Є думка, що імпульсні блоки живлення (наприклад, для нотбука і ЖК-екранів) виходять з ладу. Квазі-синус не рекомендований при живленні особливо цінних побутових приладів (плазма і аудіо апаратура, відеопроєкційну техніка) [3].

Перевагою моделей з чистою синусоїдою струму 220 В можна назвати назвати те, що форма хвилі змінного струму на виході має дуже мале спотворення, і не відрізняється від стандартної форми напруги в побутовій мережі 220 В. Індуктивні двигуни в мікрохвильових печах, і в інших домашніх приладах, які містять електродвигуни, працюють, нагріваючись менше. Невеликий шум в лампах денного світла, підсилювачах, ігрових приставках, менша ймовірність зависання комп'ютера, перебоїв і шуму, помилок друку принтера.

Інвертори з модифікованою синусоїдою працюють практично з усіма побутовими електроприладами. Якщо необхідно забезпечити безперебійне живлення для освітлення в будинку, роботи телевізора, холодильного обладнання, то інвертор з модифікованою синусоїдою є найекономічнішим рішенням. Інвертори з чистим синусом призначаються для роботи з найбільш чутливою і дорогою апаратурою.

1.4 Висновки до розділу

1. Пошук нових методів і джерел одержання і перетворення електричної енергії є одним з основних завдань сучасних науково-технічних робіт.

2. Традиційна енергетика, заснована на використанні неорганічного палива (в першу чергу спалювання природного газу і нафти), цілком може істотно вичерпати ресурси вже в 21 столітті. На сьогодні особливої важливості набуває правильний вибір використання джерел енергій в конкретному місці і в конкретний час. Який же вибір найкращого варіанту електричного постачання? Сьогодні вибір очевидний – це наведені грошові витрати на отримання теплової енергій або електричної енергій і вплив на навколишнє середовище. Мінімум негативного впливу на навколишнє середовище і мінімум наведених грошових витрат визначають той шлях, по якому повинна розвиватися сучасна енергетика.

3. Проведено аналіз акумуляторів, які використовуються в автомобілях і можуть заряджатися контролером із фотоелектричною батареєю. Виокремлено їх переваги та недоліки.

4. Проведено аналіз роботи контролера акумуляторів, який призначений для індикації напруги та інтелектуального перемикання бортової мережі між двома акумуляторами. В результаті його використання гарантується наявність зарядженого акумулятора для запуску двигуна і живлення споживачів на стоянці від резервного акумулятора.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Особливості електропостачання малої енергетики

В Україні та за кордоном останнім часом отримали значний розвиток малі системи генерації електричної і теплової енергії, розташовані безпосередньо у споживача. Такі системи можуть бути повністю автономними або працювати паралельно з централізованими електричними і тепловими мережами, забезпечуючи зниження витрат за спожиту енергію і резервування живлення в разі відключення централізованого енергоживлення [4].

Характерною рисою кінця ХХ – початку ХХІ ст. є збільшення споживання електроенергії, як промисловими виробництвами, так і житловим сектором. Це пов'язано з автоматизацією багатьох технологічних процесів, появою великої кількості побутових приладів з новими функціями. У той же час слід враховувати, що велика частина спожитої енергії виробляється тепловими електростанціями, що використовують в якості палива газ і нафтопродукти, ціни на які постійно зростають як за рахунок збільшення об'єму споживання (ще одним великим споживачем органічного палива є транспорт, чийі потреби також постійно зростають), так і за рахунок вичерпання освоєних і розвіданих родовищ. А розробка нових родовищ з подальшим розвитком інфраструктури вимагає серйозних капіталовкладень.

У 60-70-ті роки минулого століття в Україні і в більшості зарубіжних країн була створена потужна інфраструктура централізованих енергетичних мереж для енергопостачання промислових споживачів і населення, однак в даний час спостерігається процес її старіння, що також вимагає серйозних капіталовкладень для підтримки стабільного живлення споживачів. Як наслідок, спостерігається погіршення якості енергопостачання при зростанні витрат на нього. Тому в Україні і за кордоном останнім часом отримали значний розвиток малі системи генерації електричної і теплової енергії, розташовані безпосередньо у споживача. Такі системи можуть бути повністю

автономними або працювати паралельно з централізованими електричними і тепловими мережами.

Деяка частина території України знаходиться в зоні, де відсутня централізована інфраструктура розподілу теплової енергії, а місцями і електричної. Електроживлення споживачів, розташованих в цій зоні, зазвичай здійснюється за рахунок застосування дизель-генераторних установок (ДГУ), а теплопостачання – за рахунок мазутних або дров'яних котелень. При цьому собівартість виробленої енергії безпосередньо пов'язана з витратами на транспортування дизельного палива або мазуту до даного споживача (населений пункт, мале підприємство або базова станція стільникового зв'язку). У цьому випадку одним із способів зниження витрат на енергопостачання може стати використання місцевих енергоресурсів – сонця, вітру, торфу, біомаси. Дослідження, показують, що в ряді регіонів поновлювані джерела енергії, такі як сонце і вітер, мають досить істотний потенціал, що дозволяє в літній (а з часом – в осінній та весняний) час повністю покрити потреби автономних споживачів з теплової та електричної енергії.

Гарантованість енергопостачання досягається за рахунок збереження у складі енергоустановки теплового двигуна (ДГУ, газових мікротурбін). При цьому сучасне обладнання дозволяє працювати не тільки на природному газі або дизельному паливі, а й на біогазі, продуктах газифікації вугілля і торфу (генераторному газі), газі, що отримується після переробки стічних вод.

На рис. 2.1 і 2.2 наведені схеми гібридних установок на основі ВД і теплового двигуна для великих і дрібних автономних споживачів [6]. Найбільший ефект від використання таких установок спостерігається при включенні в їх склад накопичувачів електричної енергії, що дозволяють використовувати надлишкову вироблену електроенергію від вітрогенераторів і сонячних батарей для роботи в нічний час або покриття піків споживання. Це призводить до подорожчання установки, але в той же час дозволяє довести економію органічного палива до 40-50 %.

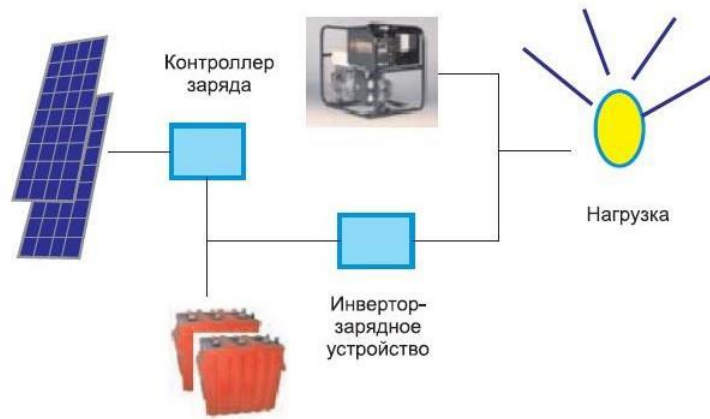


Рисунок 2.1 – Схема гібридної установки електропостачання

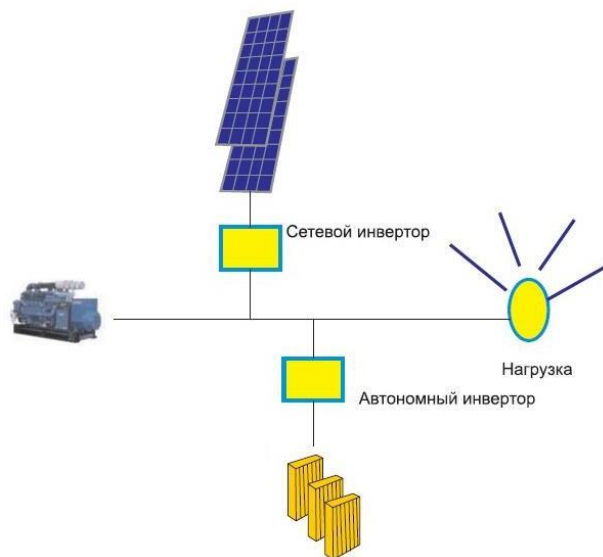


Рисунок 2.2 – Блок-схема гібридної роботи електропостачання

Акумулятори можуть бути застосовані і в установках без використання ВДЕ, при цьому економічний ефект досягається за рахунок роботи теплового двигуна в номінальному режимі: всі коливання споживання компенсуються блоком акумуляторів, який поглинає надлишки генерації і покриває піки споживання. Такий режим підвищує коефіцієнт використання палива дизельними двигунами, а також знижує витрати мастильних матеріалів і збільшує ресурс. Теплопостачання споживача, а також завдання теплової енергії на потреби гарячого водопостачання можуть здійснюватися за рахунок застосування сонячних колекторів та теплових двигунів з утилізацією скидного тепла. Практично всі великі сучасні енергоустановки на основі теплових

двигунів забезпечені теплообмінниками, що дозволяють використовувати теплову енергію, одержувану при охолодженні двигуна або вихлопних газів. Як гібридні установки, так і установки із застосуванням теплових двигунів виконуються в блочно-модульному варіанті, що дозволяє змінювати їх потужність і склад залежно від конкретного проекту. [4]

Вартість таких установок цілком залежить від їх складу. Збільшення частки інноваційних компонентів тягне за собою зростання вартості. При цьому важливим є підбір оптимальних співвідношень первинних джерел енергії (сонячних модулів, вітрогенераторів, теплових двигунів) і системи акумулювання. Для проведення такої оптимізації фахівцями розроблені математичні моделі, які використовують з якості вихідних даних кліматичні бази для обраної місцевості і графіки навантаження споживача. Такі моделі дозволяють формувати оптимальні конфігурації енергетичної установки з урахуванням актуальних баз даних з фотоелектричними панелями, вітрогенераторами, акумуляторами та іншими ключовими компонентами.

Можливості для використання рішень малої енергетики існують і в зонах, де є централізоване електро- та газопостачання. Зазвичай їх застосування економічно виправдано в двох випадках.

По-перше, це «слабка» мережа з частими аварійними відключеннями і низькою якістю електроенергії. В цьому випадку в районах з істотним потенціалом вітру або сонця доцільне використання фотоелектричних модулів і вітрогенераторів в якості первинних джерел енергії, які працюють паралельно з мережею на блок акумуляторів (рис. 4), який, в свою чергу, видає енергію споживачу або заряджається від мережі через інвертор/зарядний пристрій. В даний час на ринку присутня велика кількість таких інверторів, правда, переважно зарубіжного виробництва. Вони можуть також підвищувати якість електроенергії з мережі споживача (стабілізувати напругу і частоту струму), що дозволить продовжити термін служби дорогої і чутливої до якості електроенергії побутової електроніки. У більшості випадків такий інвертор також дозволяє забезпечити автоматичне підключення дизель-генератора або

бензоагрегата при вичерпанні ємності акумуляторів і відсутності первинних джерел енергії, або їх недостатньою генерацією. При недостатньому потенціалі ВДЕ в районі від вітрогенераторів і сонячних фотоелектричних модулів доцільно відмовитися, дещо збільшивши блок акумуляторів. У газифікованій місцевості або місцевості, яка має такі видами палива, як відходи лісової промисловості або сільського господарства, доцільно використовувати газопоршневі або мікротурбіни установки на газовому паливі. Зазвичай таке рішення обходиться дешевше, ніж застосування ВДЕ. Існує параметричний ряд технічних рішень, розрахованих на різні діапазони потужностей.

У роботі [7,8] проаналізовано джерела на базі вітроустановок і сонячних батарей, що працюють паралельно з енергосистемою малої генерації. Очевидно, що в цьому випадку необхідно максимально використовувати поновлювані джерела у всіх режимах роботи енергосистеми, в умовах, що випадково змінюються по величині швидкості вітру і змінні електричних навантажень, забезпечуючи зниження навантаження лінії живлення.

Основною відмінною рисою енергогенеруючих комплексів на базі ВДЕ є стохастичний характер параметрів первинного джерела енергії. Більшою мірою це відноситься до геліо- і вітроенергетики.

Другою особливістю розглянутих систем є наявність характеристик первинних перетворювачів енергії з вираженим максимумом коефіцієнта корисної дії, що залежить від комбінації параметрів самого джерела енергії, перетворювача і питомих споживачів, що викликає необхідність регулювання процесів перетворення для підвищення їх ефективності.

Також варто наголосити на необхідності оцінки стану мережі, тобто, режиму роботи споживачів, стану буферного накопичувача, оцінки запасу його потужності.

Ідеальною за погодженням роботою ВДЕ з інтелектуальною енергетичною системою була б наявність системи, яка також прогнозувала б споживання енергії в мережі, для початку хоча б на невеликий період часу. Другим сучасним аспектом, що значно збільшує інтерес з боку споживачів,

було б наявність можливості оцінювати економічну вигоду від використання в певний проміжок часу того чи іншого типу джерела і автоматичного ухвалення рішення про виборі такого.

На наш погляд побудова таких багатозадачних і одночасно різнопланових систем логічніше виконувати на базі нечітких регуляторів, оскільки вони мають здатність до навчання і на відміну від існуючих загальноприйнятих систем працюють не з конкретними числами, а з масивами даних, що дозволяє більш гнучко підходити до питань оцінки роботи сполучених систем.

2.2 Вибір обладнання для пересувний станції вбудованої на автомобілі 4x4

2.2.1 Вихідні дані

Основним завданням даної є дослідити питання та розробити систему зарядки основного і додаткового акумулятора автомобіля від енергії сонця. Як і в типовій сонячній електростанції система повинна складатися з основних частин:

- сонячних модулів;
- контролера живлення;
- акумуляторних батарей;

Із додаткового обладнання:

- інвертор (для переходу в змінну напругу 220В);
- індикатор заряду акумуляторів;

Робота поновлюваних джерел енергії (вітер і сонце) обумовлена швидше погодними і кліматичними умовами ніж потребами користувачів, що робить управління і розподіл електроенергії ще більш складним. Так як робота системи залежить від кліматичних умов, вибір обладнання складається в основному від локального місцезнаходження автомобіля, а так як автомобіль може пересуватися по різних ділянках з різним рівнем інсоляції то ми виберемо

найбільш ефективно обладнання для місцевості з малим рівнем інсоляції – Тернопільська область.

2.2.2 Вибір джерела живлення для системи заряду основного і додаткового акумулятора

При розгляді даного питання було розглянуто два варіанти джерела живлення [5]:

- стандартна панель розміром 1 650 x 990 x 36;
- гнучкі сонячні модулі (капот, дах).

Як стандартну панель було обрано сонячну панель потужністю 270 Вт. Характеристики даної моделі сонячної панелі наведені в табл. 2.1:

Таблиця 2.1 – Характеристики сонячної панелі

Номінальна потужність	270 Вт
Пікова потужність	270 – 255 Вт
Напруга холостого ходу	38,79 В
Напруга в точці МП	31,7 В
Струм короткого замикання	8,69 А
Струм в точці МП	9,26 А
ККД панелі	16,6%
Сонячні елементи	156 x 156 моно
Маса	18,5 кг

Ми досліджували сонячний потенціал в певній місцевості з використанням даного панелі. Локальне місцезнаходження вибрали місто Тернопіль.

Місто Тернопіль знаходиться за координатами – 49°34' пн. ш. 25°36' сх.д. Знаючи ці параметри ми отримали дані про денну і місячну інсоляцію в місті Тернопіль [6].

Таблиця 2.2 – Денна і місячна інсоляція в місті Тернопіль усереднена за 22 роки

Місяць	Січ.	Лют.	Березе нь	Квіт.	Траве нь	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Листо пад	Груд.
Денна сума сонячної радіації кВт/м ²	0,61	1,59	2,94	4,29	5,48	5,79	5,80	4,55	2,83	1,58	0,83	0,46
Місячна сума сонячної радіації Вт/м ²	18,91	44,52	88,2	132,99	164,4	179,49	179,8	136,5	87,73	48,98	24,9	14,26

Аналізуючи сезонний розподіл енергетичного потенціалу, помічаємо, що інсоляція в літні місяці більш ніж в 20 разів перевершує зимову інсоляцію.

За вказаними енергетичними характеристиками сонячної панелі проведемо розрахунок вироблення електричної енергії в кожному місяці року W_{fn} (2.1)(2.2).

Для літнього періоду:

$$W_{fn} = 0,5 \cdot p \cdot i. \quad (2.1)$$

Для зимового періоду:

$$W_{fn} = 0,7 \cdot p \cdot i, \quad (2.2)$$

де 0,5 і 0,7 поправочні коефіцієнти для літнього і зимового періоду відповідно;

p – номінальна потужність панелі $p=300$;

i – середня денна інсоляція.

Таблиця 2.3 – Генерування електричної енергії сонячними панелями

Місяць	Січ.	Лют.	Березе нь	Квіт.	Трав ень	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Листо пад	Груд.
Вироблення електричної енергії за місяць (Вт·год)	115,2 9	300,5 1	555,66	579,15	739, 8	781,61	783	614,2 5	382,05	213,3	156,87	86,94

Для подальшої роботи було обрано гнучку сонячну панель Sunways ФСМ – 200F (встановлюється на дах автомобіля):

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики сонячної панелі Sunways ФСМ- 200F

Габарити	1435 x 769 x 2,5 мм
Номінальна потужність	200 Вт
Номінальна напруга	12 В
Напруга холостого ходу	47,3 В
Напруга при роботі на навантаження	36,3 В
Струм при роботі на навантаження	6,1 А
Інтервал робочих температур	-40 ... + 85С *
ККД панелі	20%
Сонячні елементи	Sunpower grade A моно
Маса	4 кг

Розглянемо конкретний приклад встановлення сонячних панелей на автомобіль 4x4 (рис.2.3).

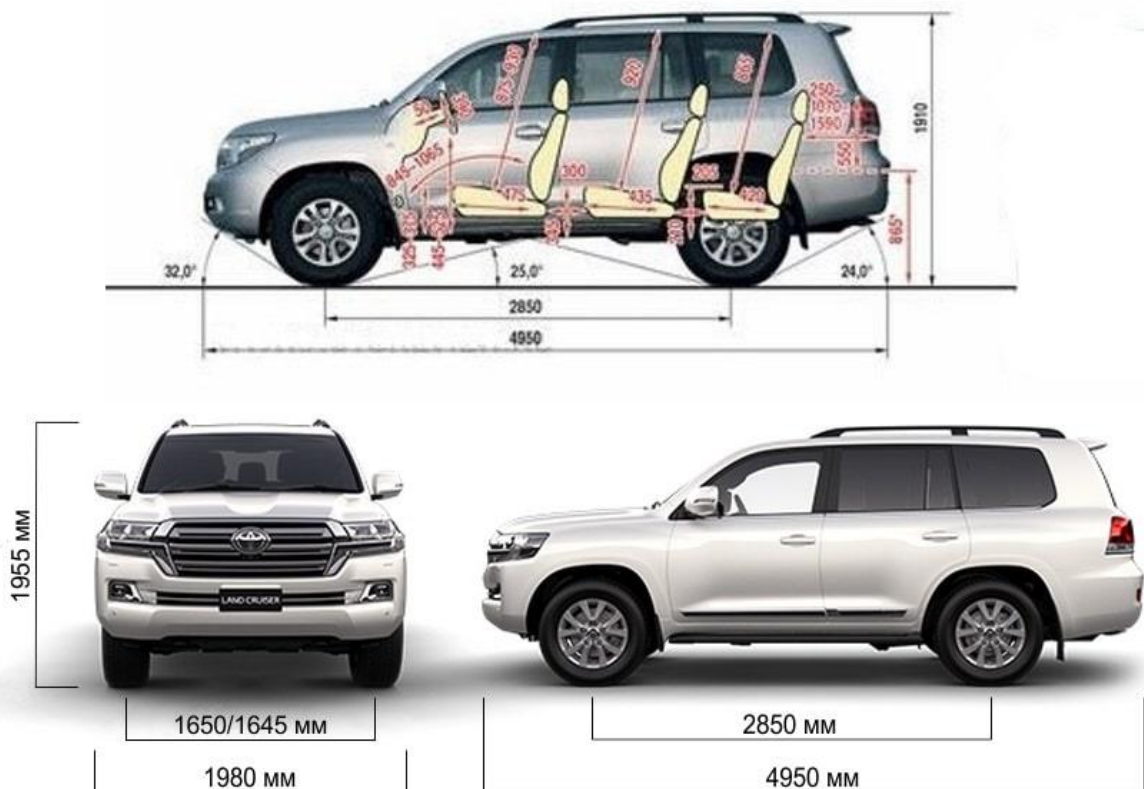


Рисунок 2.3 – Розміри кузова Toyota Land Cruiser 200

Габарити даної моделі дозволяють установку гнучкої сонячної панелі на даху автомобіля, плюс до всього розглянемо і варіант із установкою ще однієї

сонячної панелі на капоті, габарити сонячної панелі також дозволяють установку на капот. Гнучку сонячну панель Sunways ФСМ – 100F (встановлюється на капот автомобіля)

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики сонячної панелі Sunways ФСМ – 100F

Габарити	1060 x 540 x 3 мм
номінальна потужність	100 Вт
Номінальна напруга	12 В
Напруга холостого ходу	21,7 В
Напруга при пікової потужності	17,7 В
Струм короткого замикання	6,1 А
Інтервал робочих температур	-40 ... + 80С *
ККД панелі	17,6 %
Сонячні елементи	Sunpower grade А моно
Маса	2 кг

Для подальшого розрахунку генерованої потужності ми беремо дані сонячної інсоляції міста Тернопіль і розраховуємо генеровану потужність двома панелями 300 Вт за формулами (2.1) та (2.2).

Генерування електричної енергії протягом року сонячними панелями Sunways ФСМ – 200F і Sunways ФСМ – 100F (з'єднаних послідовно) наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Генерування електричної енергії протягом року сонячними панелями Sunways ФСМ – 200F і Sunways ФСМ – 100F

Місяць	Січ.	Лют.	Березень	Квіт.	Травень	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Листопад	Груд.
Генерування електричної енергії протягом дня (Вт·год)	128,1	333,9	617,4	674,4	822	868,5	870	682,5	424,5	237	174,3	96,6

2.2.3 Вибір контролера для заряду основного і додаткового акумулятора

У даній роботі були обрані контролери систем MPPT і ШІМ MPPT фірми Morningstar SunSaver MPPT 15L. Характеристики даного контролера наведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Характеристики Morningstar SunSaver MPPT 15L

Сила струму	10А/20А
Пікова ефективність	97,5%
Номінальна напруга системи	12, 24В
Макс. сила струму	15А
Діапазон напруги АКБ	7-36В
Макс. потужність сонячних панелей	200 Вт (12 В); 400 Вт (24 В)
Контроль навантаження	15А
Власне споживання	35мА
Типи використовуваних АКБ	GEL, AGM
Робоча температура	-40 ... + 60С

Даний контролер підходить до підключення панелей типу RZMP – 270М і 2 сонячних модулів Sunways ФСМ – 200F і Sunways ФСМ – 100F.

2.2.4 Додатковий акумулятор для зарядки основного акумулятора

Річний прихід сумарної радіації при реальних умовах хмарності змінюється в широких межах. Максимум припадає на липень і становить від 618 МДж/м² до 690 МДж/м². Найменша сумарна радіація в грудні на півночі області становить всього 25 МДж/м². Як і для прямої радіації, для сумарної радіації характерно різке зростання значень від січня до лютого (збільшення в 3 рази) і від лютого до березня (збільшення в 2,5 рази), а також різке зменшення їх від серпня до листопада (зменшення в 2 рази кожен місяць).

Середня тривалість сонячного сяйва збільшується від зими до літа і в липні вона найбільша. Різке зростання числа годин з сонячним сяйвом

спостерігається в період від січня до березня, що пов'язано зі збільшенням тривалості дня і зі зменшенням повторюваності похмурого стану неба по загальній хмарності. [2]

Велике значення для практичних завдань має оцінка безперервної тривалості сонячного сяйва 6 і більше годин на добу. Найбільша повторюваність такої тривалості сонячного сяйва відзначається з березня по червень (56 - 51 % від загального числа випадків). У грудні і січні в Тернопільській області повторюваність безперервної тривалості сонячного сяйва 6 і більше годин становить 1 - 8 %.

Використовуючи всі зазначені характеристики, були отримані прикладні індикатори ресурсів сонячної енергії. Так, визначена можлива тривалість роботи геліоустановки в місяць при певних значеннях сумарної радіації.

Вибір акумуляторної батареї в основному залежить від сонячної інсоляції, немає необхідності ставити батарею великої ємності при малій потужності сонячної панелі, тому провели розрахунок сонячної інсоляції в певній місцевості і при певній ємності акумулятора. Для оптимізованої роботи системи було обрано 2 акумуляторної батареї ємності 44А•год і 38 А•год, в залежності від пір року батареї працюватимуть окремо і сумісно.

В системі підзарядки основного і додаткового акумулятора були обрані акумулятори американського виробництва Optima (рис. 2,4; 2,5)



Рисунок 2.4 – Акумуляторна батарея Optima RedTop 8022-255 U 3.7



Рисунок 2.5 – Акумулятор Optima YellowTop 8072-176 YT R 2,7J

У період з вересня по березень включена в систему акумуляторна батарея ємністю 44 А•год, в Літній період включені в систему 2 акумуляторні батареї сумарною потужністю 82 А•год. Нижче приведені результати розрахунку необхідної потужності акумуляторних батареї з гнучкими сонячними панелями при інсоляції Тернопільської області – Sunways ФСМ – 200F і Sunways ФСМ – 100F. При ємності 82 А•год заряд акумуляторної батареї актуальний тільки в період з квітня до середини вересня.

Таблиця 2.7 – Заряд необхідний для зарядки акумулятора ємністю 82 А•год

Місяць	Коефіцієнт інсоляції	Потужність сонячної панелі (кВт)	Необхідний заряд акумулятора (кВт)
Січень	0,61	0,1281	0,6888
Лютий	1,59	0,3339	0,6888
Березень	2,94	0,6174	0,6888
Квітень	4,29	0,6435	0,6888
Травень	5,48	0,822	0,6888

Продовження таблиці 2.7

Червень	5,79	0,8685	0,6888
Липень	5,8	0,87	0,6888
Серпень	4,55	0,6825	0,6888
Вересень	2,83	0,4245	0,6888
Жовтень	1,58	0,237	0,6888
Листопад	0,83	0,1743	0,6888
Грудень	0,46	0,0966	0,6888

У період спаду сонячної інсоляції одна акумуляторна батарея виводиться з системи, переходить в роботу з акумуляторною батареєю 44 А•год.

Таблиця 2.8 – Заряд необхідний для акумуляторної батареї ємністю 44 А•год

Місяць	Коефіцієнт інсоляції	Потужність сонячної панелі (кВт)	Необхідний заряд акумулятора (кВт)
Січень	0,61	0,1281	0,3696
Лютий	1,59	0,3339	0,3696
Березень	2,94	0,6174	0,3696
Квітень	4,29	0,6435	0,3696
Травень	5,48	0,822	0,3696
Червень	5,79	0,8685	0,3696
Липень	5,8	0,87	0,3696
Серпень	4,55	0,6825	0,3696
Вересень	2,83	0,4245	0,3696
Жовтень	1,58	0,237	0,3696
Листопад	0,83	0,1743	0,3696
Грудень	0,46	0,0966	0,3696

Дане перемикання акумуляторних батарей дозволить продовжити необхідну роботу системи до середини листопада.

2.3 Схеми підключення акумуляторів

Циклічність заряду-розряду йде не на користь самій батареї, з часом її заряд зменшується, тобто батарея потихеньку розряджається, повністю відновити кількість енергії отриманої від генератора не вдається, і в кінцевому підсумку заряду батареї вже не буде вистачати для запуску двигуна. При правильному обслуговуванні і своєчасному огляді за акумулятором цих проблем можна уникнути, а також продовжити термін служби пристрою [7].

Так як в роботі вибрано акумулятори із різними технологіями, то характеристика їх заряду різна.

Для якісного заряду стартерного кислотно-свинцевого акумулятора необхідно [8,9]:

- Періодично перевіряти густину електроліту. Це можна зробити за допомогою спеціального приладу. Прилад для перевірки густини – Аріометр. В ідеалі густина повинна становити $1,25-1,27 \text{ г/см}^3$ при температурі $+ 25$, а щільність в банках акумулятора не повинна відрізнятись більше, ніж на $0,01 \text{ г/см}^3$.

- Виставити струм на контролері заряду. Струм повинен бути рівний строго $0,1$ від ємності акумулятора, наприклад, якщо ємність $65 \text{ А}\cdot\text{год}$, струм повинен бути не більше $6,5 \text{ А}$ на зарядному пристрої. При глибокій розрядці акумулятора ці показники повинні бути зменшені до $1,5 \text{ А} - 2 \text{ А}$.

У літню пору електроліт википає швидше, а пластини що знаходяться на відкритому повітрі піддаються руйнуванню, тому необхідно періодично перевіряти рівень електроліту.

Варіант 1 схеми підключення акумуляторів.

У цьому варіанті задіяні два акумулятора 65 і $60 \text{ А}\cdot\text{год}$, ШІМ контролер, сонячні модулі (рис.2.6). ШІМ контролер відмінно підтримує заряд акумуляторів протягом світлового дня як при паралельній роботі акумуляторних батарей, так і при роздільній роботі. При паралельній роботі ємність акумуляторів збільшується, і запуск двигуна в холодний період часу

проходить досить легко. При роздільному роботі система ділиться на дві незалежні частини – генератор – акумулятор, сонячні модулі, ШІМ контролер і акумулятор. При необхідності акумулятори з'єднуються в паралельне коло за допомогою звичайного перемикача який можна вмонтувати на панель приладів в салоні.



Рисунок 2.6 – Варіант 1

Варіант 2 схеми підключення акумуляторів.

В даному варіанті розглядається паралельна робота систем з різною технологією роботи акумуляторних батареї. Так як під час пуску двигуна формуються великі пускові струми (стартерні), де сила струму в літній період досягає 200 ампер, а в зимовий 300 ампер. Акумуляторні батареї з технологією GEL і AMG мають пускові струми менше ніж у кислотно-свинцевих акумуляторів тому ускладнюють процес запуску двигуна, особливо в зимовий період. Так само їх з'єднання в паралельну роботу не рекомендується, тому вони розділені на роботу двох систем які видно на рисунку 2.7.

Установка додаткового акумулятора в позашляховиках зазвичай супроводжується установкою з електричними лебідками. А також в машину монтують додаткове обладнання яке споживає велику кількість електричної енергії.



Рисунок 2.7 – Варіант 2

Підзаряд основного акумулятора в даному варіанті проходить безпосередньо з контролера. Як тільки на контролер потрапляє сигнал про розряд акумуляторної батареї, то починається процес заряду відповідною напругою і силою струму. У той час як автомобіль перебуває в русі і основний акумулятор заряджається від генератора, додатковий акумулятор заряджається від сонячної панелі. У такій системі часто буде формуватися надлишок енергії і тому передбачена система баластного розвантаження у вигляді навантаження – інвертора або вмикання додаткових фар [10,11].

Варіант 3 схеми підключення акумуляторів.

В даному варіанті передбачена паралельна робота акумуляторів. Але на момент пуску двигуна вмикання додаткового акумулятора здійснюється за допомогою поляризованого реле (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Варіант 3

В системі паралельна робота акумуляторів дуже ефективна, особливо в зимовий період часу, коли на момент зупинки автомобіля здійснюється перемикання реле і крім заряду основного акумулятора від сонячної панелі відбувається заряд від додаткового акумулятора [12].

2.4 Висновок до розділу

1. Вибрано компоненти необхідного обладнання та наведено попередній розрахунок електроенергії, що генерується сонячними панелями.
2. Отримані прикладні індикатори ресурсів сонячної енергії. Так, визначена можлива тривалість роботи геліоустановки в місяць при певних значеннях сумарної радіації.
3. Обрані сонячні панелі загальною потужністю в 300 Вт.
4. Вибрано акумуляторні батареї з необхідною ємністю для підзарядки основного акумулятора. Вибір акумуляторної батареї в основному залежить від сонячної інсоляції, немає необхідності ставити батарею великої ємності при малій потужності сонячної панелі, тому провели розрахунок сонячної інсоляції в певній місцевості і при певній ємності акумулятора. Для

оптимізованої роботи системи було обрано 2 акумуляторні батареї ємністю 44А•год і 38 А•год, в залежності від пів року батареї працюватимуть окремо і сумісно.

5. Обрана найбільш ефективна та надійна схема для заряду основного і додаткового акумулятора від енергії сонця.

3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Моделювання сонячної батареї

Модель фотоелектричного (PV) генератора зазвичай базується на електричних характеристиках, тобто, поточне відношення напруги, комірки (модуля) під різними рівнями випромінювання і при різній температурі осередку. Найпростіша еквівалентна схема сонячного елемента – це джерело енергії паралельно з діодом. Енергія яка генерується джерелом прямо пропорційна до світла, що падає на площину елемента (комірки) (I_{ph}). Під час темряви сонячний елемент не активний; він працює як діод, тобто як p-n перехід. При цьому не генерує ні струму, а ні напруги. Таким чином математична модель фотоелектричного генератора базується на еквівалентній схемі одного діода, як показано на рис. 3.1 [3]. Нижче наведені рівняння, що характеризують цю модель (3.1), (3.2), (3.3).

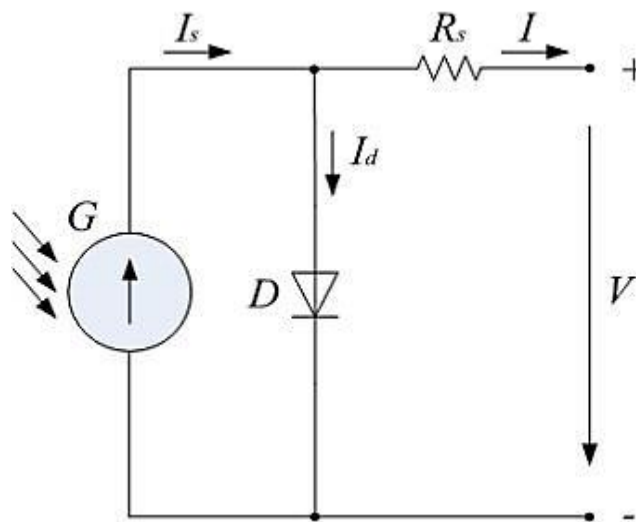


Рисунок 3.1 – Еквівалентна схема сонячної батареї

$$I = I_s - I_d; \quad (3.1)$$

$$I_d = I_0 \cdot \left[\exp\left(\frac{V}{\varphi_T}\right) - 1 \right]; \quad (3.2)$$

$$\varphi_T = \frac{k \cdot T}{e}; \quad (3.3)$$

де I_s - струм фотонів, що залежить від щільності потоку випромінювання;
 I_d - Струм, що протікає через ідеалізований рп-перехід;
 I – струм навантаження;
 V – вихідна напруга;
 φ_T - тепловий потенціал, що дорівнює контактній різниці потенціалів на межі р-п-переходу за відсутності зовнішньої напруги (при $T = 300$ К, $\varphi_T = 0,025$ В);

e – заряд електрона;

k - стала Больцмана;

T – абсолютна температура.

Математична модель на основі еквівалентної схеми рис. 3.1 використовується у системі імітаційного модулювання MathLab Simulink. Побудуємо в MathLab Simulink моделі сонячних панелей. На рис. 3.1 зображена блок-схема досліджуваної моделі.

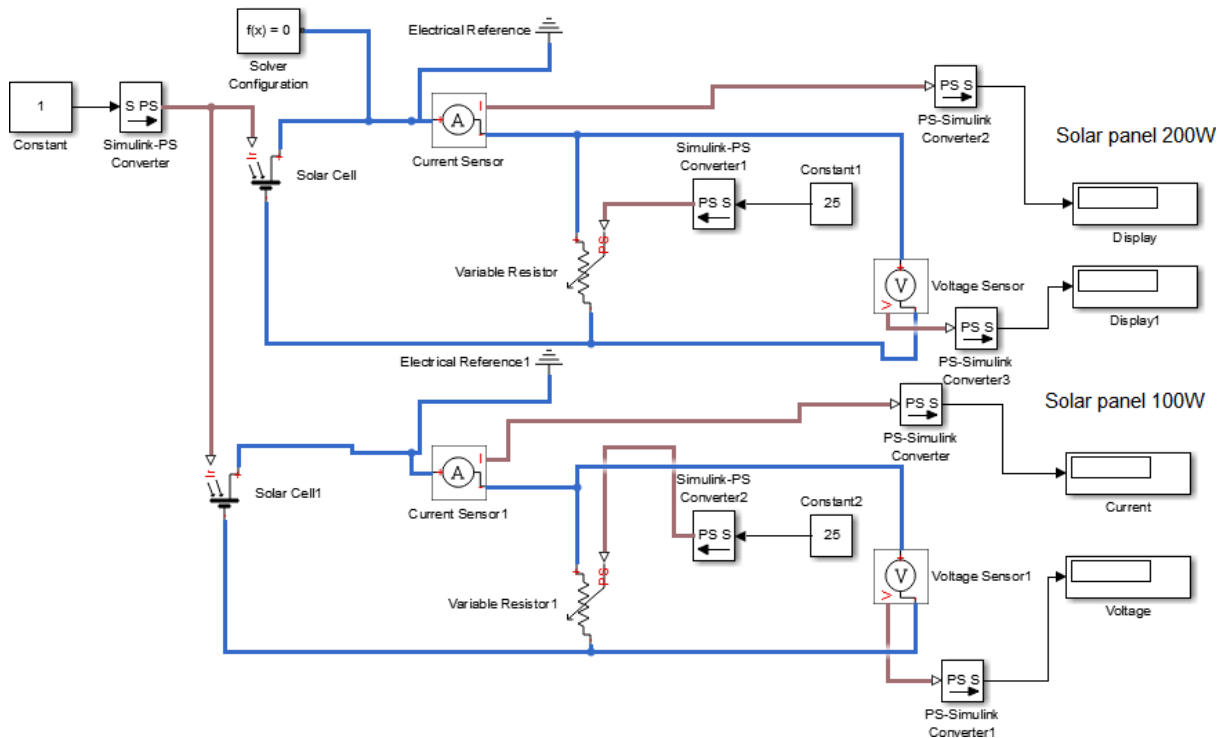


Рисунок 3.2 – Блок-схема сонячних панелей

Для того щоб здійснити імітацію даної моделі необхідно перевірити модель при сонячній інсоляції в 1000 Вт/м^2 . Для це блок «Constant» перейменовуємо в «Irradiance» і задаємо значення 1000 (рис. 3.3).

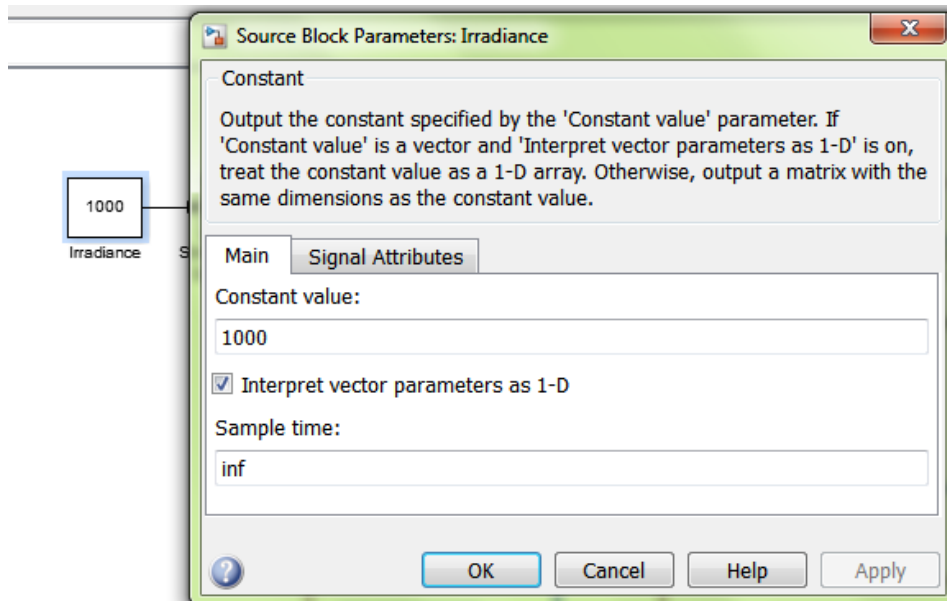


Рисунок 3.3 – Введення величини інсоляції

У параметри сонячної панелі достатньо вести значення напруги холостого ходу сонячного елемента і струм короткого замикання.

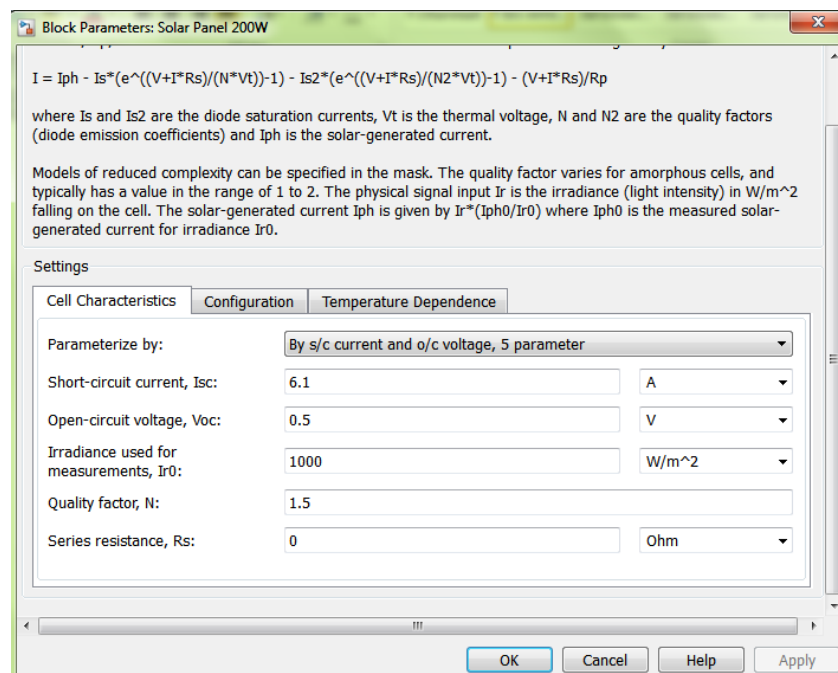


Рисунок 3.4 – Параметри сонячного елемента

Як видно на рис. 3.4 при сонячній інсоляції 1000 Вт/м^2 сонячний елемент видає 0,5 вольт. Далі необхідно вказати кількість сонячних елементів. Гнучка сонячна панель яка розташована на даху позашляховика містить 60 сонячних елементів і видає приблизно 30 Вольт (рис. 3.5).

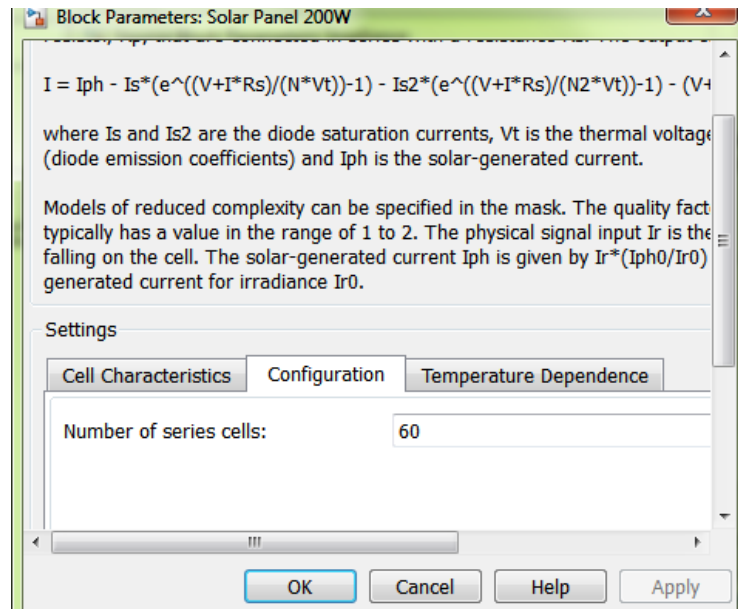


Рисунок 3.5 – Кількість сонячних елементів

Для кожної фізичної мережі, представленій зв'язаною блок-схемою Simscape, потрібно дані для налаштування обчислювального модуля для моделювання. Блок конфігурації «Solver configuration» визначає параметри обчислювального модуля, які необхідні даній моделі, перш ніж можна почати імітацію. Кожна топологічно відмінна блок-схема Simscape вимагає, щоб до неї був підключений один блок конфігурації «Solver configuration».

На схемі (рис. 3.2, 3.6) також встановлені амперметри та вольтметри для вимірювання сили струму і напруги відповідно. Після першої імітації відповідно до схеми (рис. 3.6) отримуємо характеристики холостого ходу сонячних панелей.

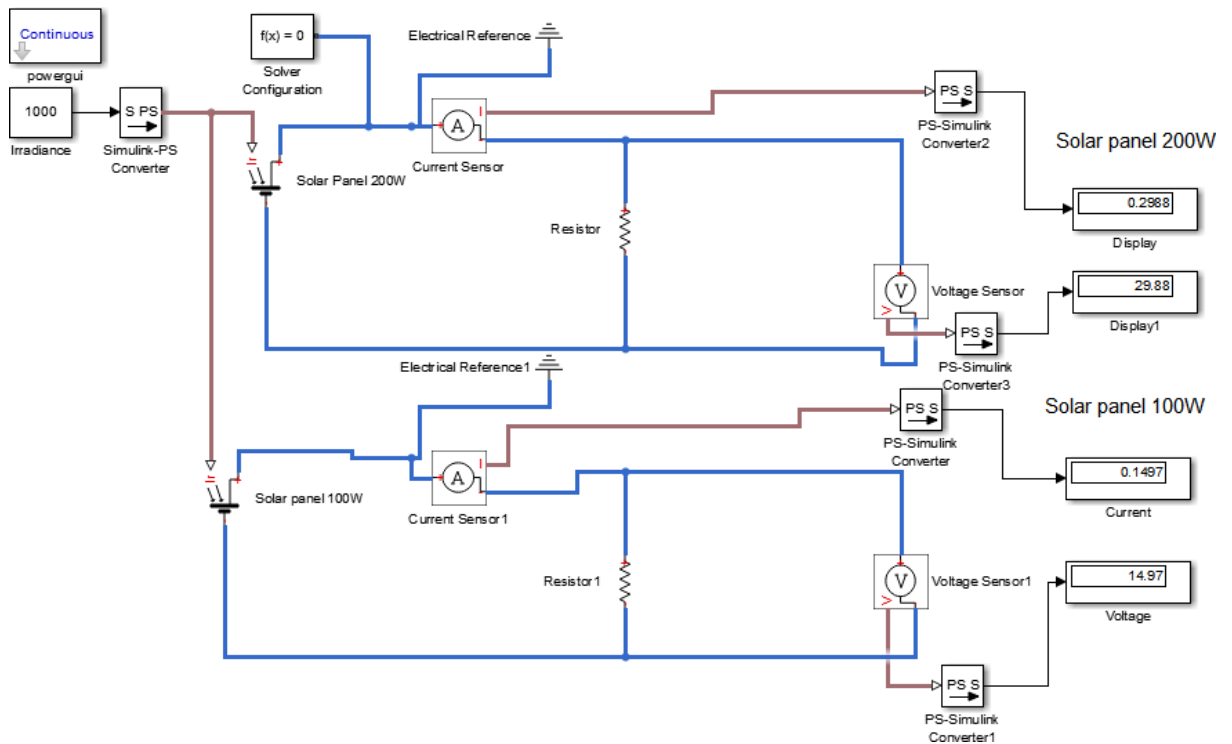


Рисунок 3.6 – Блок-схема першої імітації

Після першої імітації видно що напруга сонячних модулів відповідає технічним характеристикам заявлених виробником.

Далі розглянемо сонячні панелі для загальної системи – 300 Вт. Для того щоб зменшити втрати і нагрів провідників сонячні панелі підключаємо послідовно і отримуємо загальну систему потужністю 300 Вт.

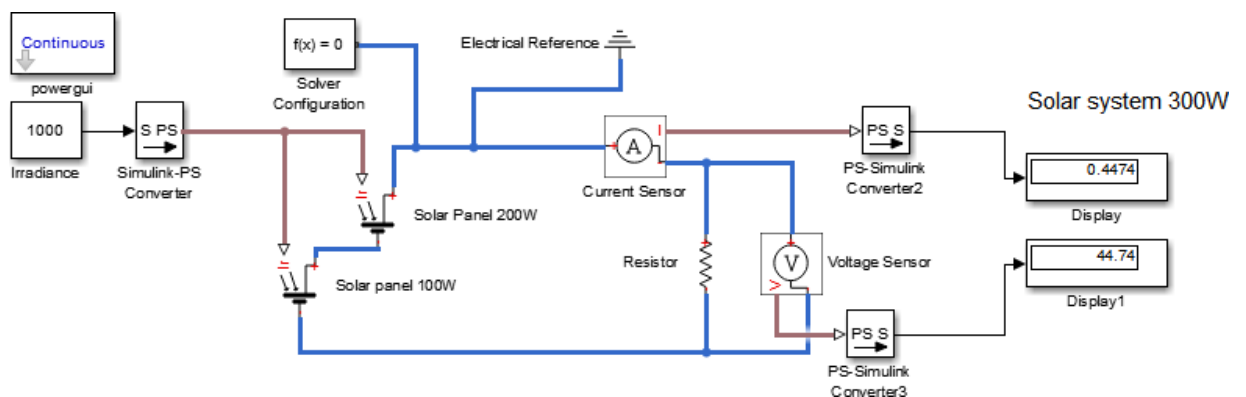


Рисунок 3.7 – Система 300 Вт

Імітуємо установку в літній період часу при максимальній сонячній інсоляції (м. Тернопіль, місяць липень). У вікні «Irradiance» вводимо необхідну кількість сонячної радіації:

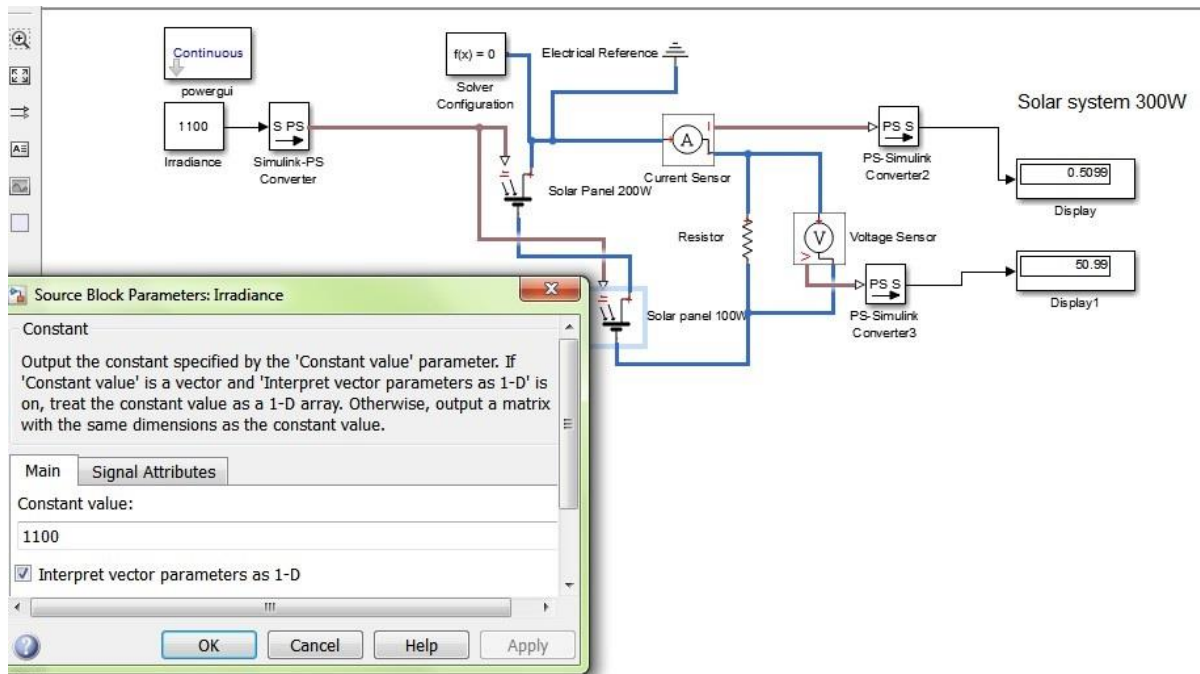


Рисунок 3.8 – Імітація сонячної установки в літній період часу

При максимальній інсоляції в літній період часу установка видає 50 вольт. При таких параметрах необхідно вибрати необхідний контролер заряду у якого вхідна напруга не менше 50 вольт.

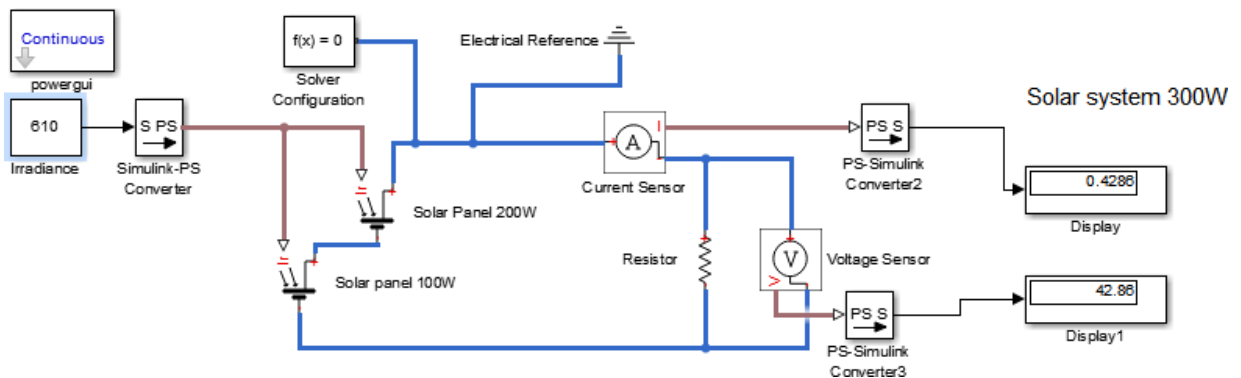


Рисунок 3.9 – Імітація установки в зимовий період часу

Як видно з рис. 3.9 що при зимовій середній інсоляції в м. Тернопіль 610 Вт/м^2 напруга холостого ходу в системі досягає 42 вольт. Далі для вивчення

більш детальних характеристик в MathLab Simulink були отримані графіки вольт-амперної характеристики (V-I curve).

3.2 Вольт-амперні характеристики сонячної станції 300W

Сонячні електростанції, в основу роботи яких покладено принцип прямого перетворення енергії сонячного випромінювання в електричну енергію, зайняли міцні позиції в загальній системі енергозабезпечення. З кожним роком потужності цих енергоустановок зростає.

Найважливішим параметром є вольт-амперна характеристика сонячної батареї. По суті, мова йде про параметри кожної окремо взятого елемента, що входить до складу панелі. Адже потужність панелі в цілому – це сумарна потужність елементів, з яких вона складається.

У загальному випадку вольт-амперна характеристика (V-I curve) – це залежність струму, що протікає через електричне коло від напруги, прикладеної до цього кола. У разі сонячної батареї ця характеристика розглядається при наявності додаткових умов, які у світовій практиці були стандартизовані і застосовуються зараз при проектуванні всіх подібних систем у всьому світі. Згідно з цими стандартами ВАХ сонячних елементів визначається при потужності випромінювання сонця рівної 1000 Вт/м^2 . При цьому температура елементів повинна дорівнювати $+ 25 \text{ }^\circ\text{C}$, а вимірювання повинні проводитися на широті 45 ° .

При побудові графіків ВАХ внесемо зміни (рис.3.10, 3.11) в раніше побудовану блок-схему (див. рис.3.6). Для спрощення робочого вигляду сумістимо сонячні панелі 200 і 100 Вт в одну систему.

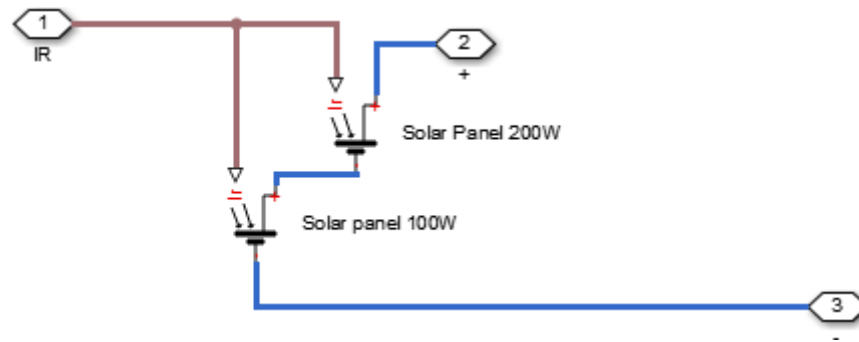


Рисунок 3.10 – Підсистема (Subsystem)

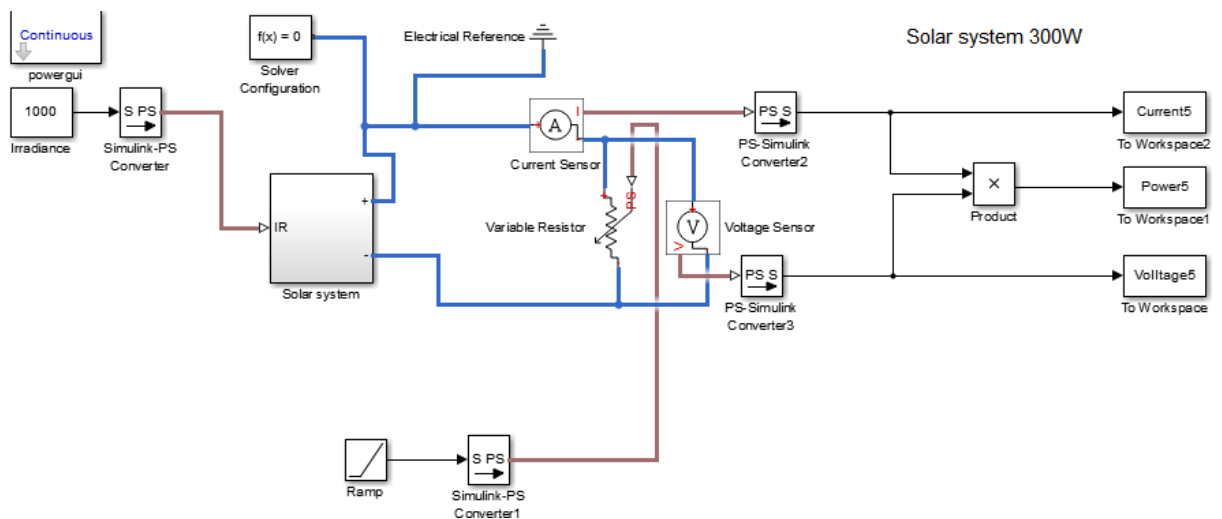


Рисунок 3.11 – Блок-схема для виведення ВАХ

На рис. 3.12 показано криві, що характеризують ВАХ досліджуваної сонячної панелі. Ці графіки є функцією струму елементу в залежності від навантаження. Напруга, при якому досягається максимальна потужність, є робочою напругою і позначається U_p . Відповідно струм, що відповідає максимальній потужності, є робочим і позначається I_p .

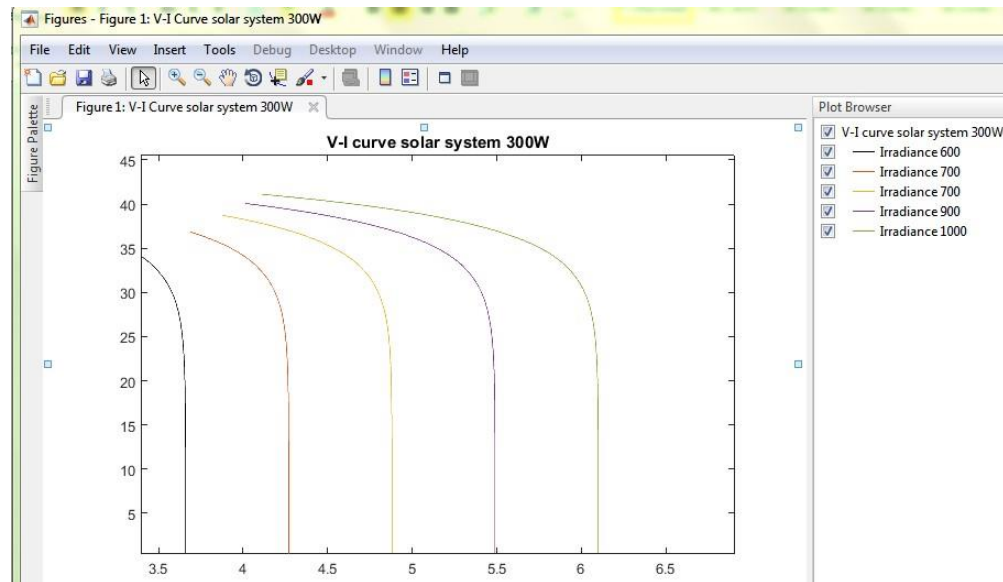


Рисунок 3.12 – ВАХ сонячної системи 300W

3.3 Характеристик потужності фотоелектричної системи

Для порівняння різних моделей сонячних панелей між собою та із панелями інших виробників використовується параметр номінальної потужності сонячної панелі.

Це означає, що сонячна панель буде генерувати потужність не менше номінальної потужності, в сонячний день при дотриманні певних умов:

- Освітленість не менше 1000 Вт/м^2 ;
- Орієнтація строго на Південь і під кутом, відповідним азимуту;
- Навколишня температура повітря $25 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Відсутність затінення і інші менш значні фактори.

Для отримання характеристики потужності необхідно додати кілька нових блоків (рис.3.13).

Блок «To Workspace» виводить сигнал і записує дані сигналу у робочий простір. Під час моделювання блок записує дані у внутрішній буфер. Коли імітація завершена або припинена, ці дані записуються в робочий простір. Дані недоступні до тих пір, поки імітація не буде зупинена або припинена. Для моделювання на основі меню дані записуються в базовий робочий простір MATLAB. Команда «sim» в функції MATLAB відправляє дані, зареєстровані

блоком «To Workspace», в робочий простір функції, а не в робочий простір MATLAB. Щоб відправити зареєстровані дані в базовий робочий простір, використано команду «assignin» в цій функції.

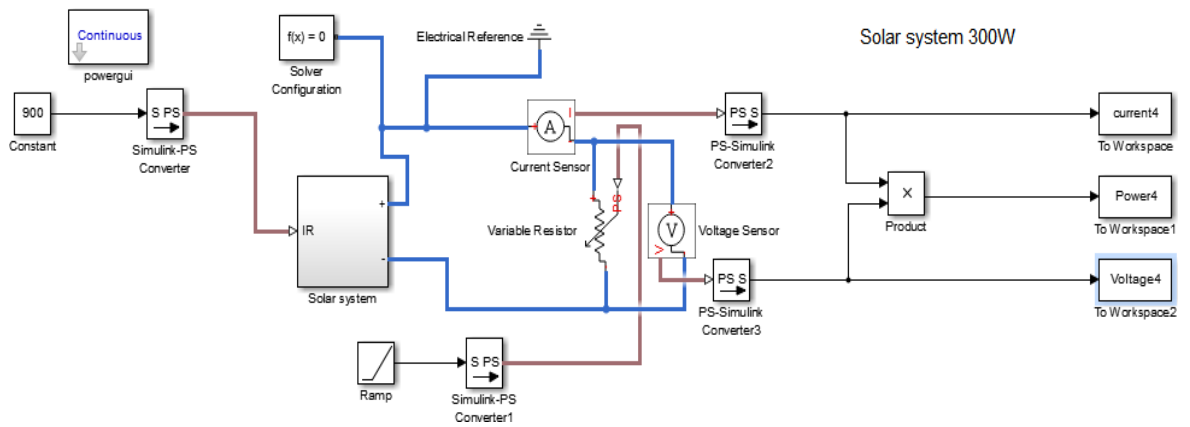


Рисунок 3.13 – Схема виведення потужності сонячної системи

Для виведення характеристики потужності було проведено 5 імітацій при інсоляції від 500 до 1000 Вт/м². При кожній новій імітації необхідно ставити в блоці «const» кількість сонячної інсоляції і міняти назву змінних «current», «power», «voltage». Також необхідно враховувати тривалість імітації, для більш точного виводу графіка необхідно ставити час «150» секунд.

Для виведення графіків в командному рядку ПО MathLab ввели команду виведення графіка (рис.3.14).

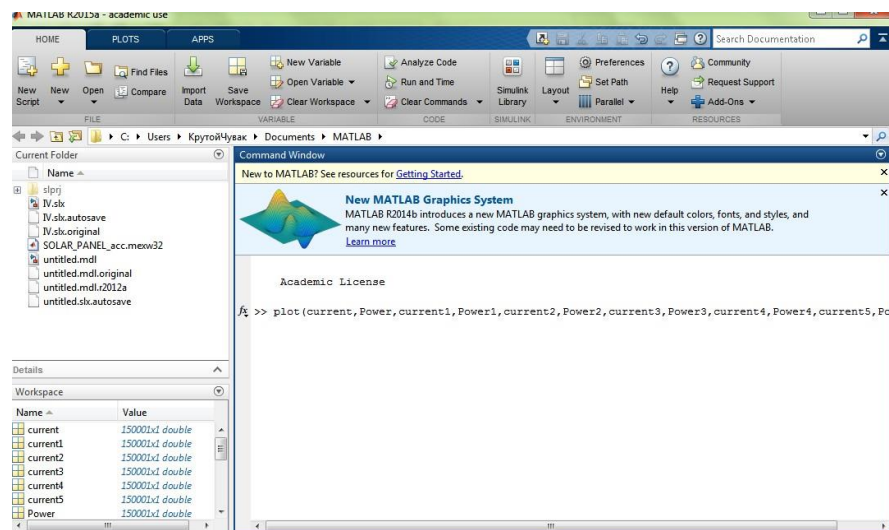


Рисунок 3.14 – Вивід графіків потужності

При побудові графіків необхідно вибрати осі абсцис і координат. Вісь абсцис «Power», вісь координат «Current». З графіків (рис.3.15) видно що при інсоляції в 1000 Вт/м^2 потужність сонячної панелі відповідає 300 Вт – номінальне значення двох сонячних модулів з'єднаних послідовно і струмі короткого замикання 6,1 А. При сонячній інсоляції рівній 500 Вт/м^2 потужність сонячної системи знижується до 145 Вт.

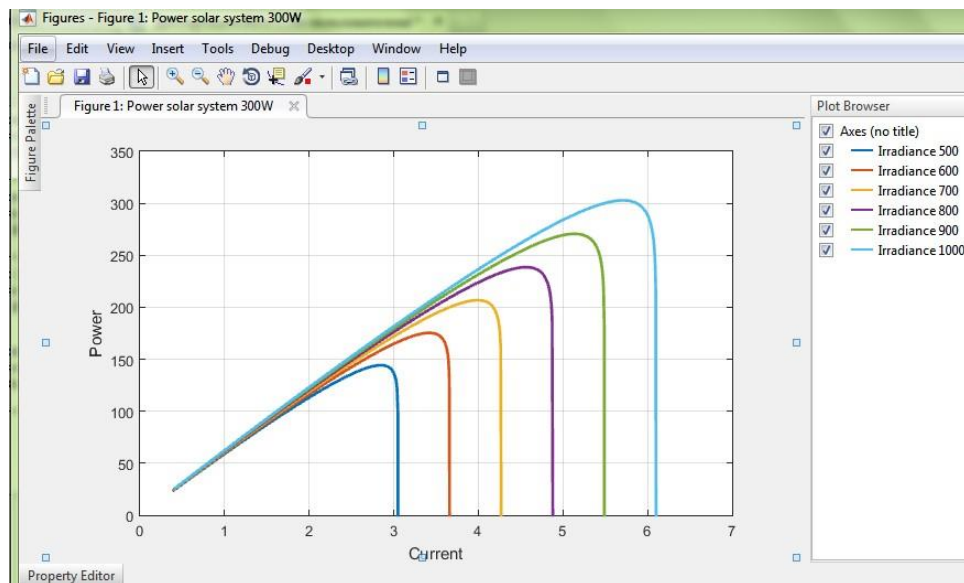


Рисунок 3.15 – Ват-амперні характеристик сонячної системи 300W

3.4 Підзарядка основного акумулятора

На рисунку 3.16 зображені 2 акумуляторні батареї і логіка перемикачів, а також 3 осцилографа. Battery-1 – основна акумуляторна батарея, яка встановлена під капотом автомобіля. Battery -2 – додаткове джерело енергії яке заряджається в денний час доби від енергії сонця. Score 1 – осцилограф, який показує розряд акумуляторної батареї, Score 2 – осцилограф, який показує заряд акумуляторної батареї. Score відображає показники з навантаження встановленого знизу блок-схеми.

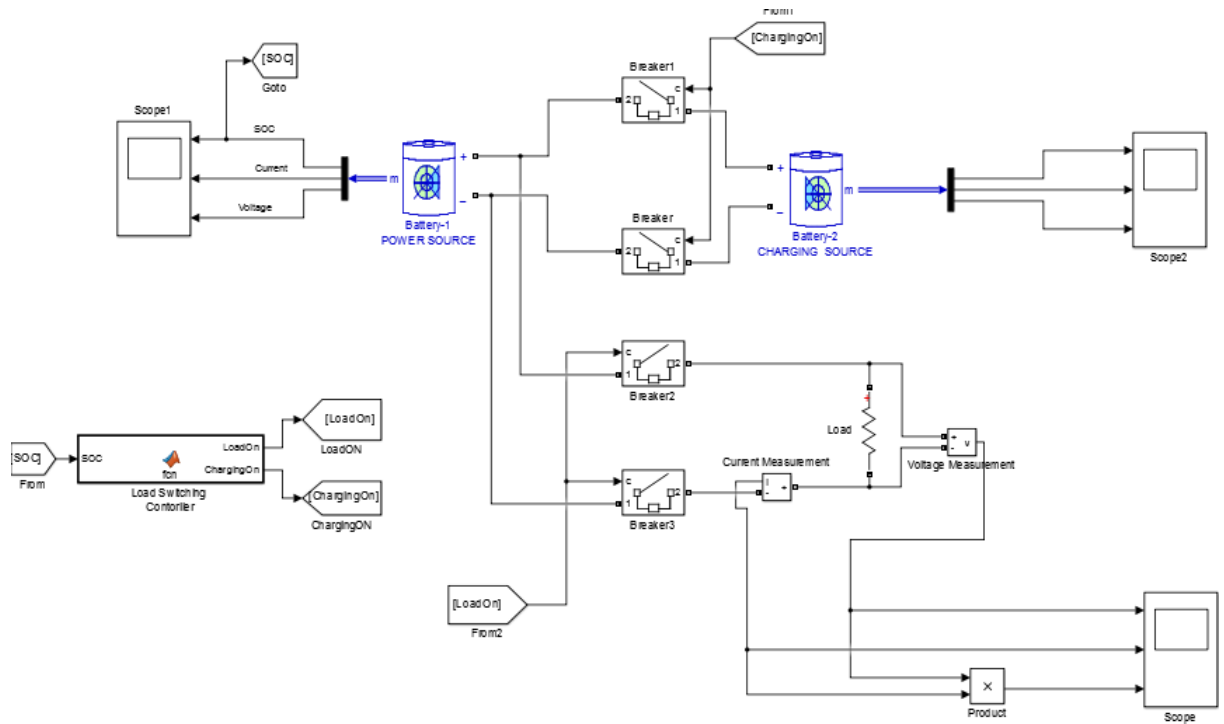


Рисунок 3.16 – Блок-схема підзарядки основного акумулятора

Схема складається з батареї 1 – в якості основного акумулятора звичайний акумулятор ємністю в 77А•год. Номінальна напруга 12 вольт. Характеристики акумуляторної батареї наведені нижче на рис. 3.17.

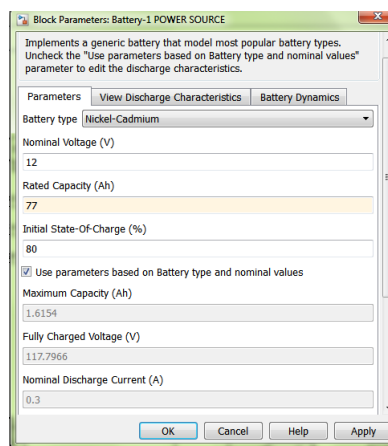


Рисунок 3.17 – Параметри основної акумуляторної батареї

У другому додатковому акумуляторі Battery -2 будемо вводити параметри акумуляторів Optima YellowTop 8072-176 і Optima RedTop 8022-255. Першу імітацію робимо з 2 акумуляторами з'єднаними паралельно для збільшення ємності. При імітації літнього періоду часу має місце надлишок електричної

енергій за рахунок активності сонця. Загальна ємність акумуляторів 82 А•год.
(рис.3.18)

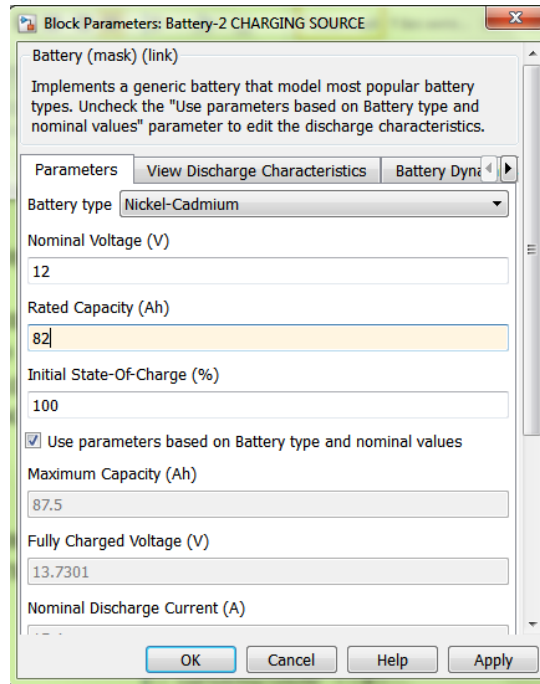


Рисунок 3.18 – Параметри додаткової акумуляторної батареї

При цьому повний заряд додаткової акумуляторної батареї (~ 12,9 В).

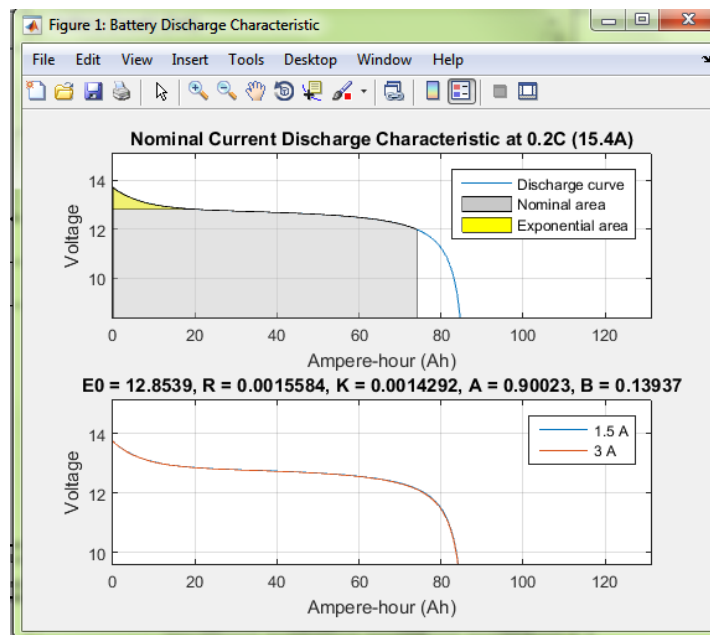


Рисунок 3.19 – Характеристики розряду додаткових акумуляторних
батарей

Також при імітації заряду і розряду акумуляторних батарей нам необхідний блок керування вимикачами (рис. 3.20).

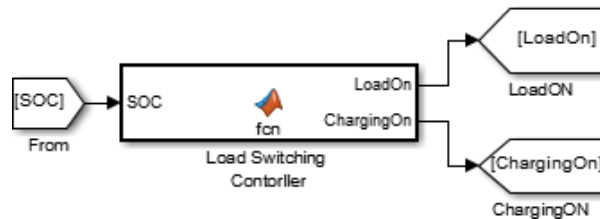


Рисунок 3.20 – Блок керування вимикачами

Блок-схема імітує заряд і розряду акумуляторної батареї. Логічний блок, описує роботу вимикачів наведений на рис. 3.21. Тут SOC – це ступінь заряду акумулятора (State of Charge) при заряді акумуляторної батареї більше 80 % заряд від додаткової батареї припиняється. При розряді додаткової батареї понад 40 % перестає надходити заряд на основний акумулятор.

```

Editor - Block: BatteryChargingDischarging/Load Switching Controller
Load Switching Controller
1 function [LoadOn, ChargingOn] = fcn(SOC)
2     %#codegen
3     LoadOn=1;
4     ChargingOn=0;
5     if (SOC >=80)
6         LoadOn=1;
7         ChargingOn=0;
8     end
9
10    if (SOC<40)
11        LoadOn=0;
12        ChargingOn=1;
13    end
14

```

Рисунок 3.21 – Логіка вмикання і вимикання

3.5 Імітація паралельної роботи додаткових акумуляторів

Для імітацій розряду акумулятора ми підключаємо додатковий блок. Це блок навантаження еквівалентом в 300 Вт, що імітує роботу системи в нічний час доби з використанням інвертора і споживачів електроенергії.

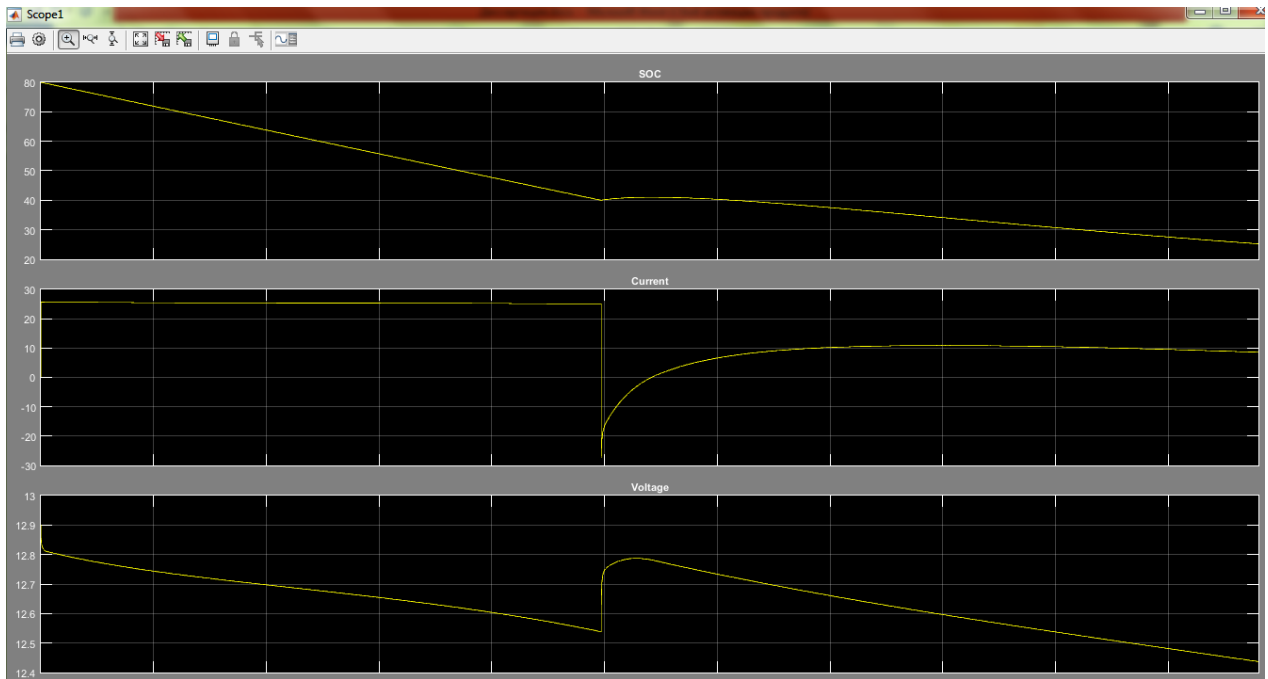


Рисунок 3.22 – Scope 1

На осцилограмі (рис. 3.22) зображені три параметра – SOC – Ступінь заряду акумулятора (State of Charge), current – сила струму, voltage – напруга

Час імітації 10800 секунд – що відповідає 3 години. На 4970 секунді 1 год 22 хвилини спостерігається перехідний процес – вмикання додаткового акумулятора і підтримування роботи системи. Ступінь заряду дуже швидко знижується до початку перехідного процесу, потім після вмикання додатково акумулятора спостерігається більш повільний спад заряду акумулятора. Розряд до 80-40 % в продовж 1 год 22 хв, потім з 40 % до 25 % в продовж наступних 1 год і 38 хвилин.

На осцилограмі (рис. 3.22) зображені характеристики додаткового акумулятора. Тут зображені три параметра – SOC – Ступінь заряду акумулятора (State of Charge), current – сила струму, voltage – напруга. На першій осцилограмі SOC в перші 1 год 22 хвилин не відбувається жодних змін – заряд залишається на рівні 100 %, а потім йде на повільний спад до позначки в 68 % заряду акумулятора. Напруга спадає величини 12,75 В, що достатньо , щоб додатковий акумулятор запустив двигун при автономній роботі установки впродовж 3 годин без підзарядки.

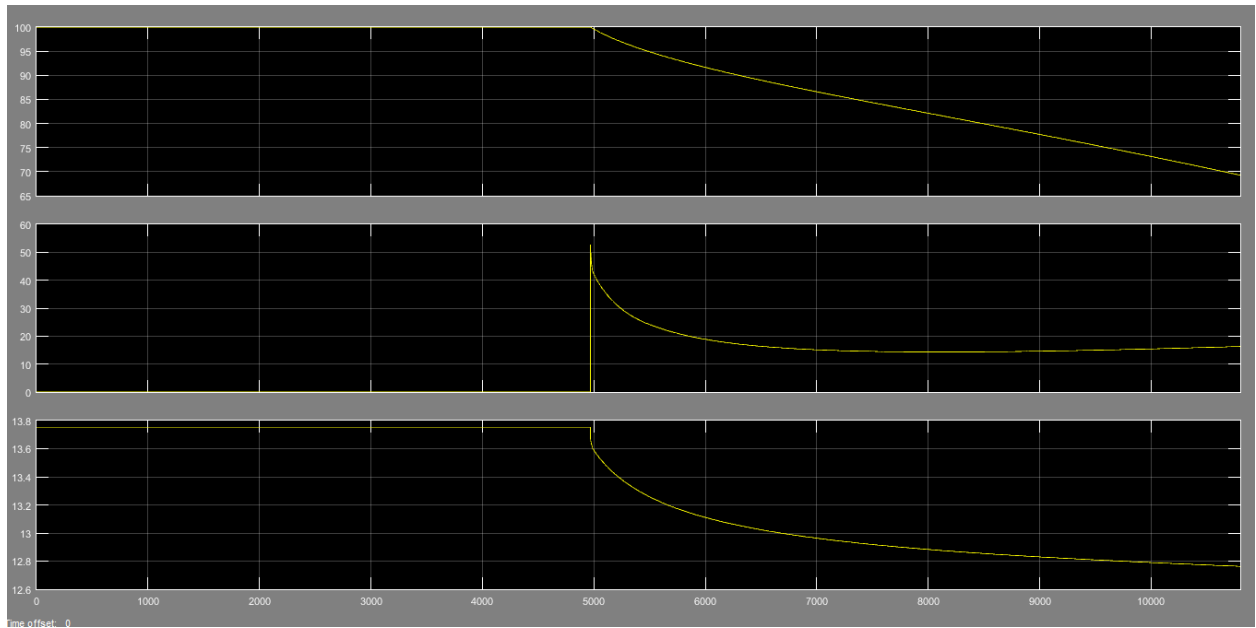


Рисунок 3.23 – Scope 2

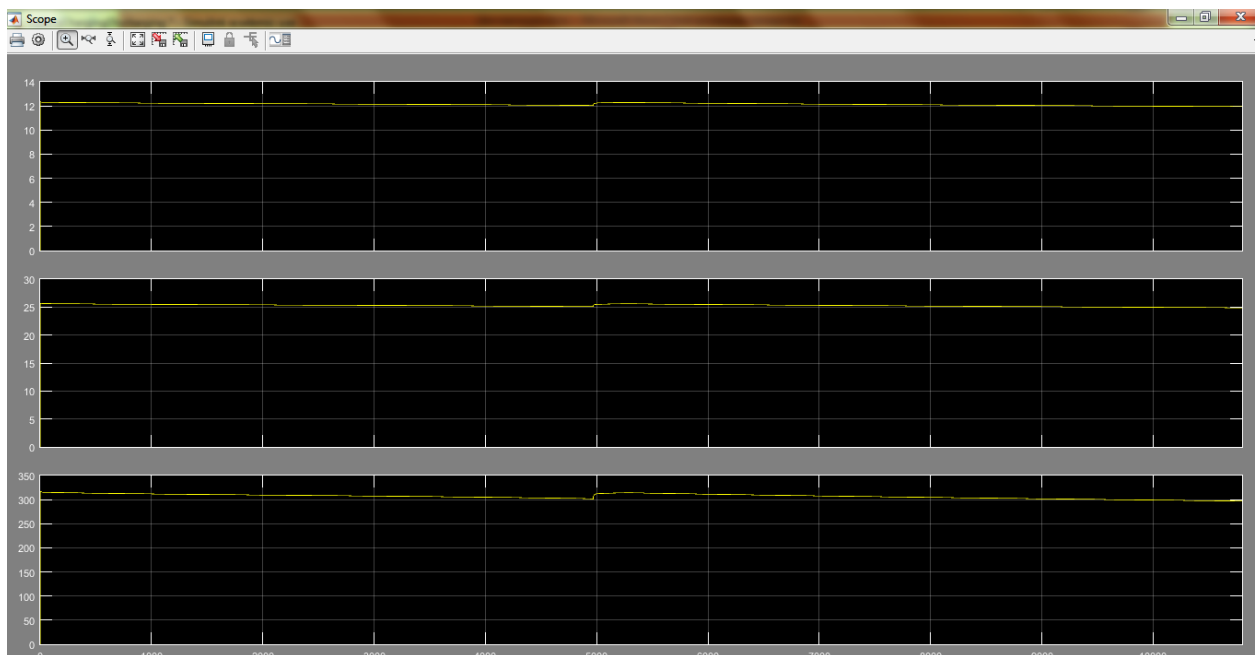


Рисунок 3.24 – Scope

На даній осцилограмі зображені дані напруги, сили струму, і споживаної потужності. Тут видно зміни їх вилучин на навантаженні. При споживаній потужності 300 Вт спостерігається повільне, але стабільне падіння напруги і сили струму. Але як тільки включається додатковий акумулятор, то напруга на навантаженні вирівнюється і залишається стабільною в продовж 3 годин.

3.6 Імітація роботи одного акумулятора

Так як в зимовий період часу потужності сонячних панелей бракуватиме для зарядки 2-х акумуляторів, то необхідно використовувати лише один акумулятор. У даній імітації був використаний один акумулятор марки Optima RedTop 8022-255 – ємністю в 44А·год (рис.3.25), час імітацій 2 години – 7200 секунд, навантаження 300 Вт.

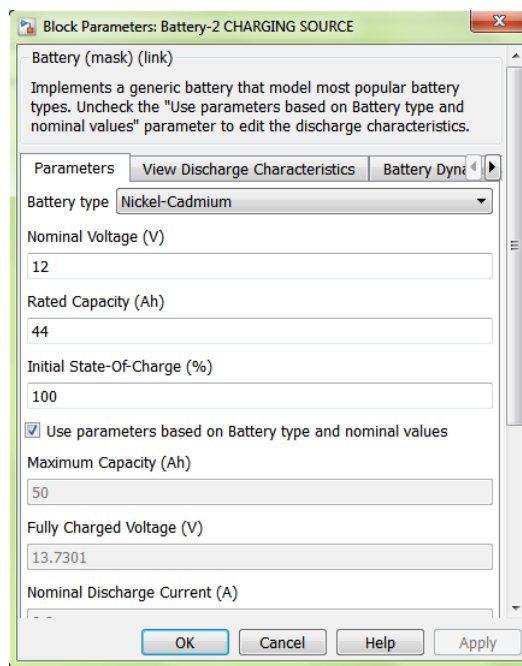


Рисунок 3.25 – Параметри додаткового акумулятора

На осцилограмі (рис.3.26) зображені три параметра – SOC - ступінь заряду акумулятора (State of Charge), current – сила струму, voltage – напруга. Так як і в попередньому імітаційному моделюванні, тут можна спостерігати, що додаткова акумуляторна батарея добре підтримує заряд основного акумулятора. Після 4900 секунд спостерігається перехідний процес вмикання додаткового акумулятора. Ступінь розряду основного акумулятора після двох годин знижується до 35 %.

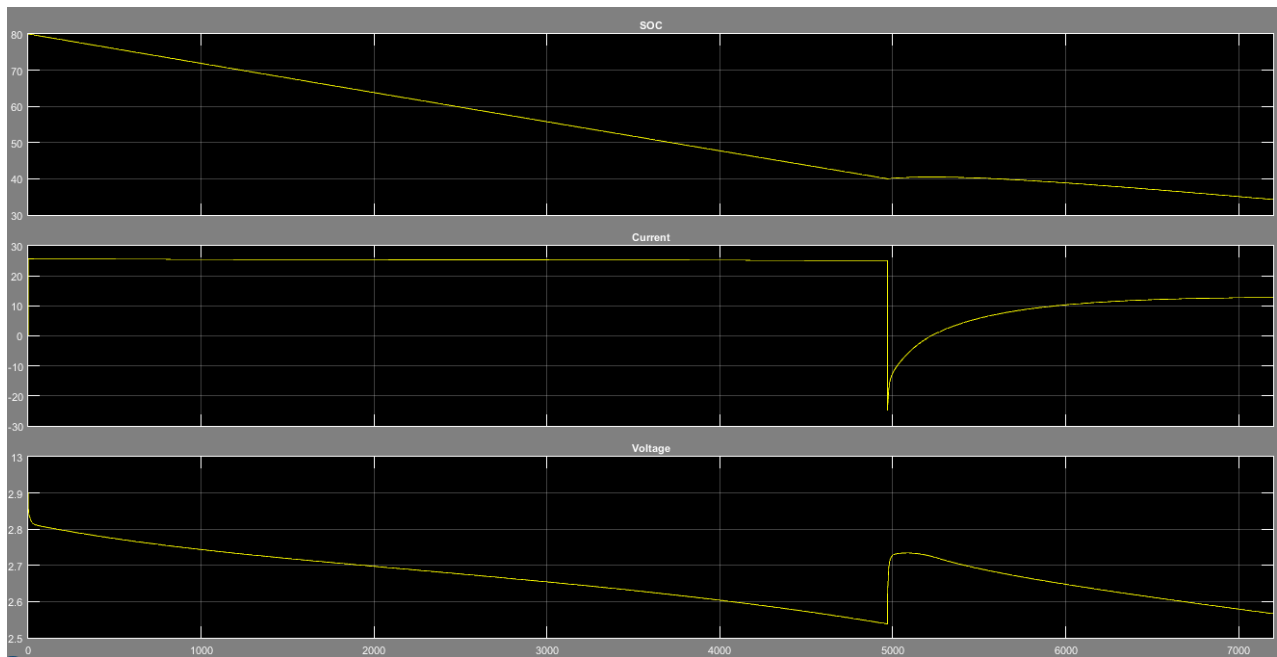


Рисунок 3.26 – SCOPE1

На осцилограмі (рис. 3.37) видно, що акумулятор не включається, поки буде достатньо основного акумулятора і він не розрядиться до рівня в 40 %. Потім йде повільний спад ємності до рівня в 78 % впродовж в 2-х годин. Тобто після використання електроенергії впродовж двох годин, без використання заряджаючих пристроїв, система цілком здатна працювати і завести двигун автомобіля.

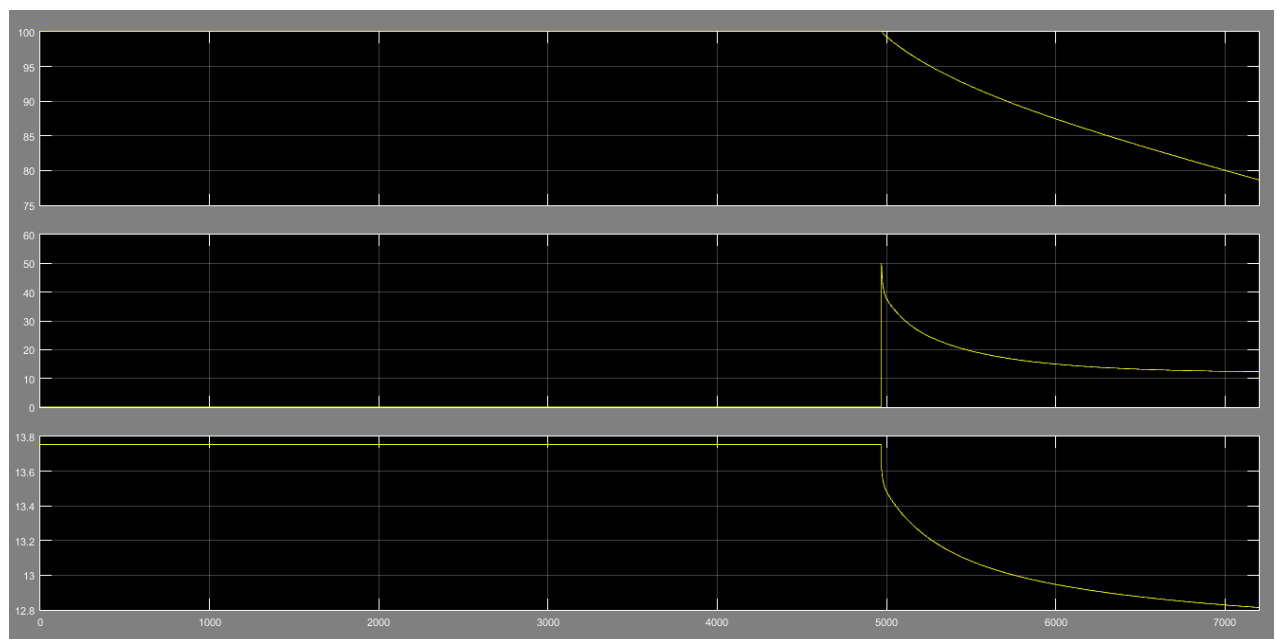


Рисунок 3.27 – Scope2

Напруга на навантаженні дотримується стабільно без стрибків напруги або ж сили струму (рис. 3.28).

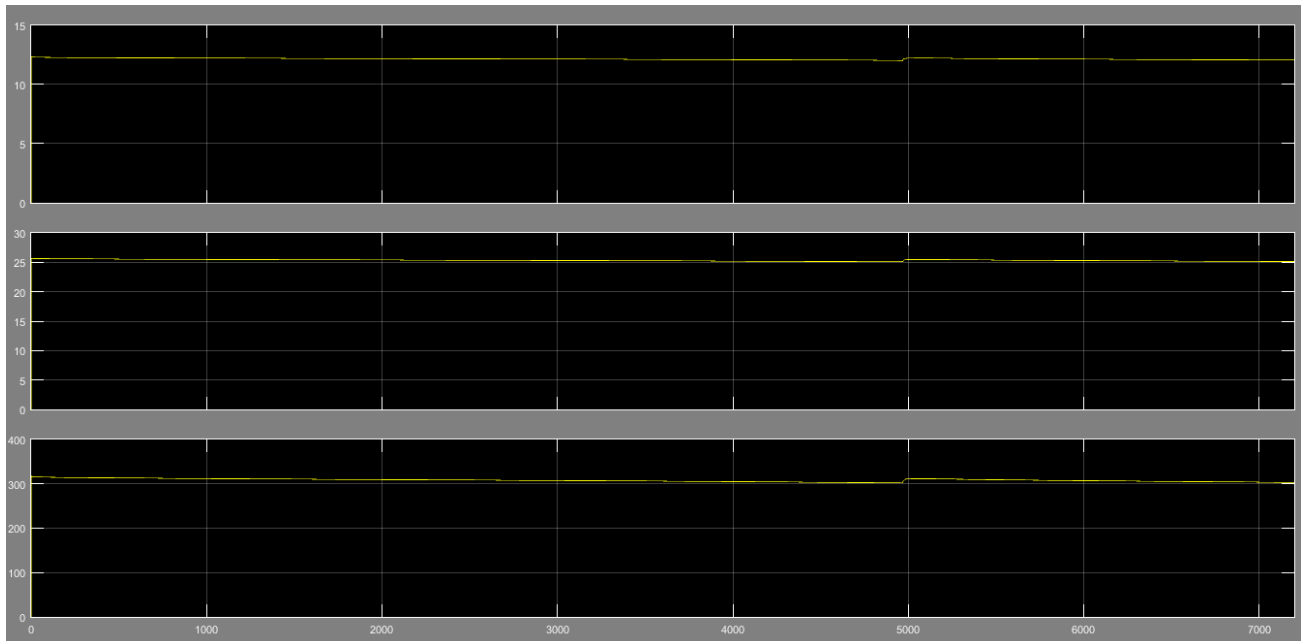


Рисунок 3.28 – Scope

Навантаження величиною 300 Вт залишається стабільним в продовж 2 годин роботи.

3.7 Висновки до розділу

1. Побудовано в MathLab Simulink моделі сонячних панелей, які описані у розділі 2. Після першої імітації встановлено, що напруга сонячних панелей відповідає технічним характеристикам заявлених виробником.

2. На основі імітаційного моделювання отримано розрахункові ВАХ.

3. Для отримання характеристики потужності було проведено 5 імітацій при інсоляції від 500 до 1000 Вт/м². Встановлено, що при інсоляції в 1000 Вт/м² потужність сонячної панелі відповідає 300 Вт – номінальне значення двох сонячних модулів з'єднаних послідовно і струмі короткого замикання 6,1 А. При сонячній інсоляції рівній 500 Вт/м² потужність сонячної системи знижується до 145 Вт.

4. У MathLab Simulink сформовано блок-схему підзарядки основного акумулятора за рахунок підключення додаткового при зниженні його заряду нижче 40 %. Вона імітує заряд і розряд акумуляторної батареї. Для імітацій розряду акумулятора підключено блок навантаження еквівалентом в 300 Вт, що імітує роботу системи в нічний час доби з використанням інвертора і споживачів електроенергії. В результаті моделювання отримано часові осцилограми розряду акумуляторів. Встановлено, що розряд з 80 % до 40 % відбувається впродовж 1 год 22 хв, а потім, після підключення додаткового акумулятора, з 40 % до 25 % впродовж наступних 1 год і 38 хвилин.

5. При запуску імітацій було помічено позитивну роль додаткового акумулятора в якості підтримуючого пристрою для основного і запуску двигуна після довгої автономної роботи системи в літній і зимовий період часу. Однак, слід врахувати той факт, що заряд акумулятора безпосередньо залежить від температури навколишнього середовища. Matlab Simulink не дозволяє внести параметри навколишнього середовища, тому отримані результати можна вважати коректними при роботі системи в середовищі з кімнатною температурою.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Інструктажі з охорони праці

Усі працівники, які приймаються на постійну чи тимчасову роботу, і при подальшій роботі, повинні проходити на підприємстві навчання в формі інструктажів з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий [13].

Вступний інструктаж проводиться:

- з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;

- з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;

- з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики;

- у разі екскурсії на підприємство;

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство;

- який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;

- який буде виконувати нову для нього роботу;

- відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві [13].

Повторний інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці в терміни, визначені відповідними чинними галузевими нормативними актами або керівником підприємства з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

- на роботах з підвищеною небезпекою - 1 раз на 3 місяці;
- для решти робіт - 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;

- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;

- при порушеннях працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо;

- при виявленні особами, які здійснюють державний нагляд і контроль за охороною праці, незнання вимог безпеки стосовно робіт, що виконуються працівником;

- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою;
- при ліквідації аварії, стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

Стажування (дублювання) та допуск працівників до роботи.

Новоприйняті на підприємство працівники після первинного інструктажу на робочому місці до початку самостійної роботи повинні під керівництвом досвідчених, кваліфікованих фахівців пройти стажування протягом 2 - 15 змін або дублювання протягом не менше шести змін.

Працівники, функціональні обов'язки яких пов'язані із забезпеченням безаварійної роботи важливих і складних господарчих потенційно небезпечних об'єктів або з виконанням окремих потенційно небезпечних робіт (теплові та атомні електричні станції, гірничодобувні підприємства, інші подібні об'єкти, порушення технологічних режимів яких являє загрозу для працівників та навколишнього середовища), до початку самостійної роботи повинні проходити дублювання з обов'язковим суміщенням з протиаварійними і протипожежними тренуваннями відповідно до плану ліквідації аварій.

Допуск до стажування (дублювання) оформлюється наказом (розпорядженням) по підприємству (структурному підрозділу), в якому визначаються тривалість стажування (дублювання) та прізвище відповідального працівника. Перелік посад і професій працівників, які повинні проходити стажування (дублювання), а також тривалість стажування (дублювання) визначаються керівником підприємства. Тривалість стажування (дублювання) залежить від стажу і характеру роботи, а також від кваліфікації працівника. Керівнику підприємства надається право своїм наказом (розпорядженням) звільняти від проходження стажування (дублювання) працівника, який має стаж роботи за відповідною професією не менше 3 років або переводиться з одного цеху до іншого, де характер його роботи та тип обладнання, на якому він працюватиме, не змінюються.

Стажування (дублювання) проводиться за програмами для конкретної професії, посади, робочого місця, які розробляються на підприємстві і затверджуються керівником підприємства (структурного підрозділу) на робочих місцях свого або іншого подібного за технологією підприємства. У процесі стажування працівники повинні виконувати роботи, які за складністю, характером, вимогами безпеки відповідають роботам, що передбачаються функціональними обов'язками цих працівників.

4.2 Захист від статичної електрики

Статична електрика – це сукупність явищ, що пов’язані з виникненням, накопиченням та релаксацією вільного електричного заряду на поверхні або в об’ємі діелектричних та напівпровідникових речовин, матеріалів та виробів. Виникнення зарядів статичної електрики є результатом складних процесів перерозподілу електронів чи іонів при стиканні двох різнорідних тіл (речовин) [13].

Порушення поверхневого контакту при терті тіл призводить до електризації - виникнення електричних зарядів, які можуть утримуватись на поверхні цих тіл протягом тривалого часу. Такі заряди, на відміну від рухомих зарядів динамічної електрики (електричний струм) знаходяться у статичному стані.

Електричні заряди виникають:

- при терті діелектричних тіл один об одного або об метал (наприклад, пасові передачі);
- при переливанні, перекачуванні, перевезенні в ємностях горючих та легкозаймистих рідин;
- при транспортуванні горючих газів трубопроводом;
- при подрібненні діелектриків;
- при переміщенні сухого запиленого повітря зі швидкістю понад 15 – 20 м/с і т.п.

Систематичний вплив електростатичного поля підвищеної напруженості негативно впливає на організм людини, викликаючи, в першу чергу, функціональні розлади центральної нервової та серце-судинної систем. Відповідно до ГОСТ 12.1.045-84 гранично допустима напруженість електричного поля $E_{доп}$ на робочих місцях не повинна перевищувати 60 кВ/м, якщо час впливу t_v не перевищує 1 год; при $1 \text{ год} < t_v < 9 \text{ год}$ – $E_{доп} = 60\sqrt{t_v}$.

Захист від статичної електрики та її небезпечних проявів досягається трьома основними способами:

- запобіганням виникнення та накопичення статичної електрики,
- прискоренням стікання електростатичних зарядів,
- нейтралізацією електростатичних зарядів.

4.3 Запобігання виникненню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного походження на об'єктах електроенергетики

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій — це підготовка та реалізація комплексу правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу (спостережень), експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків [14].

Зазначені функції запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру в нашій країні виконує Єдина державна система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1198.

Єдина державна система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру (ЄДСЗР) включає в себе центральні та місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад, державні підприємства, установи та організації з відповідними силами і засобами, які здійснюють нагляд за забезпеченням техногенної та природної безпеки, організують проведення роботи із запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного походження і реагування у разі їх виникнення з метою захисту населення і довкілля, зменшення матеріальних втрат.

Основною метою створення ЄДСЗР є забезпечення реалізації державної політики у сфері запобігання і реагування на надзвичайні ситуації, забезпечення цивільного захисту населення.

Завданнями ЄДСЗР є:

- розроблення нормативно-правових актів, а також норм, правил та стандартів з питань запобігання надзвичайним ситуаціям та забезпечення захисту населення і територій від їх наслідків;
- забезпечення готовності центральних та місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, підпорядкованих їм сил і засобів до дій, спрямованих на запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;
- забезпечення реалізації заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- навчання населення щодо поведінки та дій у разі виникнення надзвичайної ситуації;
- виконання цільових і науково-технічних програм, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям, забезпечення сталого функціонування підприємств, установ та організацій, зменшення можливих матеріальних втрат;
- збирання та аналітичне опрацювання інформації про надзвичайні ситуації, видання інформаційних матеріалів з питань захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій;
- прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій, визначення на основі прогнозу потреби в силах, засобах, матеріальних та фінансових ресурсах;
- створення, раціональне збереження і використання резерву матеріальних та фінансових ресурсів, необхідних для запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;
- проведення державної експертизи, забезпечення нагляду за дотриманням вимог щодо захисту населення і територій від

- надзвичайних ситуацій (у межах повноважень центральних та місцевих органів виконавчої влади);
- оповіщення населення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, своєчасне та достовірне його інформування про фактичну обстановку і вжиті заходи;
 - захист населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій;
 - проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації надзвичайних ситуацій, організація життєзабезпечення постраждалого населення;
 - пом'якшення можливих наслідків надзвичайних ситуацій у разі їх виникнення;
 - здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалого населення, проведення гуманітарних акцій;
 - реалізація визначених законодавством прав у сфері захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій, в тому числі осіб (чи їх сімей), що брали безпосередню участь у ліквідації цих ситуацій;
 - участь у міжнародному співробітництві у сфері цивільного захисту населення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз акумуляторів, які використовуються в автомобілях і можуть заряджатися контролером із фотоелектричною батареєю. Виокремлено їх переваги та недоліки.

2. Вибір акумуляторної батареї в основному залежить від сонячної інсоляції, немає необхідності ставити батарею великої ємності при малій потужності сонячної панелі, тому провели розрахунок сонячної інсоляції в певній місцевості і при певній ємності акумулятора. Для оптимізованої роботи системи було обрано 2 акумуляторні батареї ємністю 44 А·год і 38 А·год, в залежності від пір року батареї працюватимуть окремо і сумісно.

3. У середовищі імітаційного моделювання MathLab Simulink побудовано моделі сонячних панелей. Після першої імітації встановлено, що напруга сонячних панелей відповідає технічним характеристикам заявлених виробником.

4. В результаті проведених досліджень побудовано графіки вироблення та споживання електричної енергії, обрано тип та ємність акумуляторних батарей, розроблено схему сонячної електростанції та обрано основне обладнання відповідно до схеми.

5. Розроблена схема сонячної електростанції здатна забезпечити додатковий заряд основного акумулятора та забезпечити безперебійне електропостачання споживача як за рахунок накопичувачів електричної енергії, так і безпосередньо від фотоелектричних елементів.

6. Для отримання характеристики потужності було проведено 5 імітацій у середовищі MathLab Simulink при інсоляції від 500 до 1000 Вт/м². Встановлено, що при інсоляції в 1000 Вт/м² потужність сонячної панелі відповідає 300 Вт – номінальне значення двох сонячних модулів з'єднаних послідовно і струмі короткого замикання 6,1 А. При сонячній інсоляції рівній 500 Вт/м² потужність сонячної системи знижується до 145 Вт.

7. У середовищі імітаційного моделювання MathLab Simulink сформовано блок-схему підзарядки основного акумулятора за рахунок підключення додаткового при зниженні його заряду нижче 40 %. В результаті моделювання отримано часові осцилограми розряду акумуляторів. Встановлено, що розряд з 80 % до 40 % відбувається впродовж 1 год 22 хв, а потім, після підключення додаткового акумулятора, з 40 % до 25 % впродовж наступних 1 год і 38 хвилин.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Величко Ю.М. Підвищення ефективності сонячної фотоелектричної енергоустановки// Ю.М.Величко, О.І.Демчук, В.Б.Пусь, А.Г.Стецюк, С.В.Слободян /Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей X міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 24–25 листоп. 2021.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон.техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: 2021. Т. 2. – 17-18.

2. Коваль В.П. Зарядка електричних транспортних засобів на основі безпровідної передачі енергії / П.П. Левчук // Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 117.

3. Robert Foster, Majid Ghassmi, Alma Cota. Solar energy: Renewable Energy and the Environment // USA: CRC Press. - 2009.

4. Коваль В.П. Збільшення ефективності використання сонячних панелей. / Я.О. Філюк, С.І.Гергега // Матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування“, 8-9 червня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — С. 202.

5. Філюк Я.О. Експериментальні вимірювання енергетичного потенціалу сонячного випромінювання / Я.О. Філюк, В.А. Андрійчук // XX наукова конференція Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 17 травня 2017 року. – Т.: ТНТУ, 2017. – С. 176-177.

6. Філюк Я.О. Використання даних метеослужб для оцінки енергетичного потенціалу сонячного випромінювання / Я.О. Філюк, В.А. Андрійчук. // Матеріали ІІІ всеукраїнська науково-технічна конференція «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування», 8-9 червня 2017 року. – Т.: ТНТУ, 2017. – С. 233.

7. Коваль В. П. Енергетична ефективність систем позиціонування плоских сонячних панелей / В. П. Коваль, Р. Р. Івасенчко, К. М. Козак // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2015. – № 3. – С. 2-10.

8. Faias S., Santos P., Sousa J., Castro R. An Overview on Short and Long-Term Response Energy Storage Devices for Power Systems Applications // Proceedings of the International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'08),2008.-pp.1-13.

9. K.C. Divya, J. Ostergaard, “Battery energy storage technology for power systems - An overview”, Electric Power Systems Research, Vol.79, p.511-520, 2009.

10. Ribeiro P. F., Johnson B. K., Crow M. L., Arsoy A., Liu Y. Energy Storage Systems for Advanced Power Applications // Proceedings of the IEEE, 2001. – Vol. 89. – No. 12. – P. 1744–1756

11. Smith S. C., Sen P. K., Kroposki B. Advancement of Energy Storage Devices and Applications in Electrical Power System // Proceedings of the IEEE, 2008.

12. J.I. San Martín, I. Zamora, J.J. San Martín V. Aperribay, P. Eguía. Energy Storage Technologies for Electric Applications. International Conference Renewable Energies and Power Quality. (ICREPQ'11) Las Palmas de Gran Canaria (Spain), 13th to 15th April, 2011, P. 1-7.

13. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник/ В.Ц.Жидецький, В.С Джигирей, О.В.Мельников. – Вид. 5-те, доповнене. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.

14. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – 2-ге вид., перероб. Затверджено МОН / М.І. Стеблюк.– К., 2010. – 487 с.