

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра

**СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ СОНЯЧНОЇ
СТАНЦІЇ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ**

Студент гр. ЕІ-71_к

С.В. Коновал

Науковий керівник,
к.ф.-м.н., ст. викладач

І.П. Бурик

Конотоп 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ХАРАКТЕРИСТИК СУЧАСНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ СОНЯЧНИХ СТАНЦІЙ	5
1.1 Основні типи сонячних електростанцій.....	5
1.2 Мережева сонячна електростанція.....	7
1.3 Автономна сонячна електростанція.....	8
1.4 Гібридна сонячна електростанція.....	9
1.5 Системи моніторингу сонячної електростанції.....	11
1.6 Пристрої моніторингу від виробників.....	15
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ	17
2.1 Використання мікроконтролерів AVR, PIC.....	17
2.2 Апаратна платформа Arduino.....	20
2.3 ESPressif мікроконтроллери	21
2.4 Bluetooth модуль HC-06.....	22
2.5 Датчик вимірювання сили струму ACS712.....	24
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	27
3.1 Розробка електричної принципової схеми	27
3.2. Експлуатаційні параметри диспетчерської системи.....	28
ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	31
ДОДАТОК А. ПРЕЗЕНТАЦІЯ	38

РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи бакалавра є сонячні станції малої потужності та системи їх моніторингу.

Мета роботи полягає в розробленні концепції побудови та застосування системи моніторингу та диспетчеризації сонячних станцій малої потужності, її тестування та визначення експлуатаційних параметрів.

На сьогодні автоматичні системи моніторингу роботи сонячних станцій малої потужності мають високу собівартість. У роботі розглядається питання розробки апаратно-програмного комплексу для портативного лабораторного стенду для вивчення основних параметрів сонячних станцій.

Робота складається із вступу, трьох розділів основної частини та висновків.

У першому розділі наведено огляд сучасних сонячних станцій малої потужності, а також системи їх диспетчеризації. У другому розділі розглядаються мікропроцесори та мікроконтролери на яких побудовано системи моніторингу та диспетчеризації сонячних станцій малої потужності. Третій розділ містить розроблену електричну принципову схему, зовнішній вигляд пристрою та його експлуатаційні параметри.

Робота викладена на 39 сторінках, у тому числі включає 17 рисунків, список цитованої літератури із 24 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СОНЯЧНА СТАНЦІЯ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ, СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ, МОНІТОРИНГ, ARDUINO

ВСТУП

Альтернативна енергетика стає одним з головних напрямків розвитку технологій у світі, поряд з інформацією та нанотехнологіями важливою складовою нової постіндустріальної технологічної системи. В даний час на відновлювані джерела енергії (ВДЕ) припадає приблизно 14% світового споживання первинної енергії, з них легкозаймисті та відходи біомаси складають 11%, гідроелектростанція - 2,3%, вітер - 0,026 %, сонячна енергія - 0,039%, геотермальна енергія 0,442%. Частка відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії сягає 18%, тепла - майже 26%. Це ВДЕ у глобальній безпеці електроенергія та тепло вже досягли рівня, який це дозволяє для ефективного вирішення енергетичних проблем у майбутньому [1-5].

Відновлювані джерела енергії стали одним із важливих критеріїв сталого розвитку світової спільноти, пошук нових та вдосконалення існуючих технологій, розповсюдження останніх на економічно ефективному рівні та розширенні сфер використання. Основними причинами такої уваги є очікуване виснаження запасів палива, різке подорожчання, недосконалість і низька ефективність технологій їх використання, шкідливий вплив на навколишнє середовище, тощо. Виробництво ВДЕ стають все більш важливими для будь-якої сучасної країни, яка хоче зменшити свою енергетичну залежність, зокрема, від інших держав та захистити себе від можливих порушень в органічних запасах та ядерному паливі.

Сонячна енергетика має деякі недоліки, а саме при малій інтенсивності світла фіксується невисокий коефіцієнт корисної дії, потребує площу для розташування під прямими сонячними променями. Але електроенергія яку генерує сонячна електростанція повністю безкоштовна, не включаючи вартість обладнання, і тому за сонячною енергетикою майбутнє.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ХАРАКТЕРИСТИК СУЧАСНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ СОНЯЧНИХ СТАНЦІЙ

1.1. Основні типи сонячних електростанцій

Сонячна енергія використовує відновлюване джерело енергії і в майбутньому може стати екологічно чистою, тобто такою, яка не створює небезпечних відходів.

Сьогодні (2021-ті роки) сонячна енергія широко використовується в тих випадках, коли відсутність інших джерел енергії в поєднанні з достатньою кількістю сонячної радіації виправдовує це економічно.

Потік сонячної радіації, що проходить через область 1 м^2 , яка перпендикулярна потоку випромінювання на відстані однієї астрономічної одиниці від центру Сонця (тобто поза атмосферою) Землі, дорівнює $1367 \text{ Вт} / \text{м}^2$.

Завдяки поглинанню атмосфери Землі максимальний потік сонячної радіації на рівні моря становить $1020 \text{ Вт} / \text{м}^2$.

Середньодобове значення потоку сонячного випромінювання є щонайменше втричі нижчим (через зміни вдень та вночі та зміни кута Сонця над горизонтом).

Взимку в помірних широтах ця ціна подвоюється.

Ця кількість енергії на одиницю площі визначає потенціал сонячної енергії.

Перспективи сонячної енергії також зменшуються через глобальне затемнення - техногенне зменшення сонячної радіації, що досягає поверхні Землі.

Сонячна енергія широко використовується як для підігріву води, так і для виробництва електроенергії.

Панелі сонячних батарей виготовляються з доступних матеріалів: сталі, міді, алюмінію тощо, тобто без використання рідкісного і дорогого кремнію.

Це дозволяє значно знизити вартість обладнання та енергію, яку ви отримуєте в ньому.

У ХХ столітті один із найпоширеніших хімічних елементів на Землі зміг здійснити глобальну енергетичну революцію.

Його властивості дали людству можливість перетворити сонячне світло в електрику.

Зокрема, це був початок процесу формування альтернативної енергії. Очевидно, що це аморфний кремній, кристали якого утворюють сонячні панелі. У свою чергу, фотоелектричні модулі є ключовим компонентом сонячної електростанції.

Все частіше СЕС виявляється на полях, дахах та ділянках приватних домогосподарств.

Дійсно, розвиток сонячної енергії досяг такого рівня, що сонячні станції стали багатофункціональними. Зараз певний тип станції відповідає основним завданням споживача.

Тож, вирішивши придбати сонячну електростанцію, майбутній власник стає перед вибором: яку станцію він вибере?

На сьогоднішній день кристалеві панелі утворюють три типи станцій: мережеві, автономні та гібридні.

Однак не забуваємо, що вчені активно вдосконалюють тонкоплівкові панелі, і найближчим часом ми можемо розраховувати на СЕС у будь-якому дизайні.

І поки цього не станеться, давайте детальніше розглянемо типи сонячних електростанцій, які користуються великим попитом [3-15].

1.2. Мережева сонячна електростанція

Цей тип станцій має ще одну альтернативну назву - станція прибутку. Мало того, що за допомогою цього типу СЕС це економічно вигідніше.

По-перше, станція значно зменшить витрати на комунальні послуги.

По-друге, надлишкове виробництво електростанції можна продати за

"зеленим" курсом і отримувати пристойний щомісячний дохід.

У свою чергу, автономність мережевої станції забезпечити не може. Оскільки для забезпечення постійного енергопостачання будинку виробництва сонячних батарей недостатньо.

Необхідно звернути додаткову увагу на накопичення надлишкової енергії.

Оскільки мережева станція не передбачає наявності акумуляторів, все надлишок надходить у мережу.

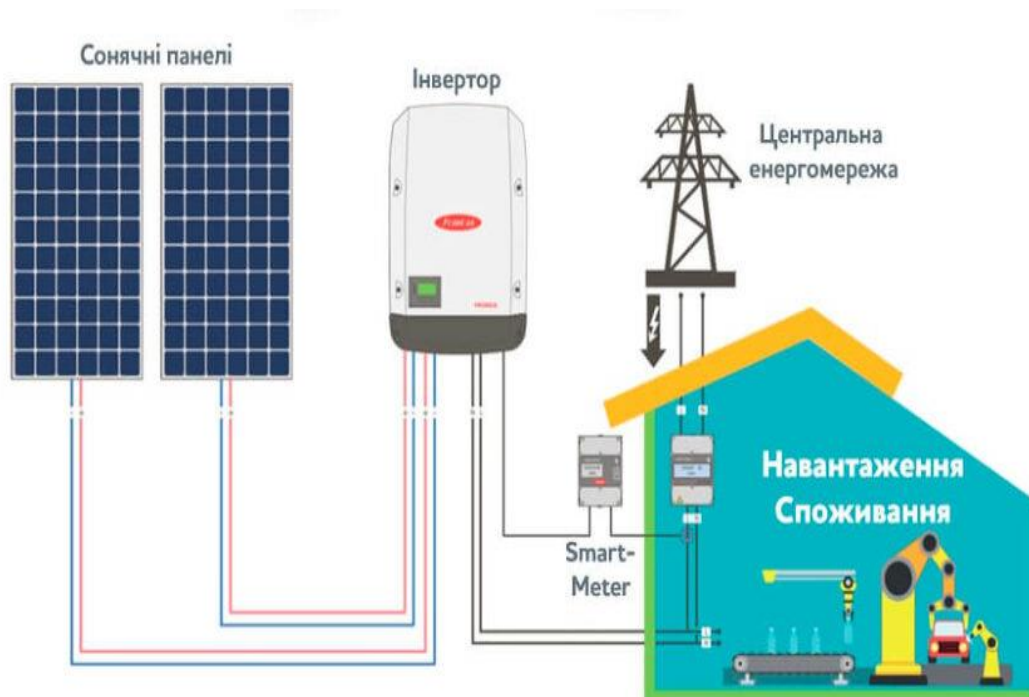


Рис.1.1 Схема мережевої сонячної електростанції [11]

1.3. Автономна сонячна електростанція

На відміну від мережі, автономна станція може забезпечувати безперерйне живлення будинку.

На додаток до стандартної установки, станція забезпечує системи зберігання.

Отже, у другій половині дня та при хорошому сонячному світлі станція буде виробляти електроенергію для особистого споживання та надсилати надлишки

до батарей. Це забезпечить домогосподарство необхідним джерелом живлення в темний час доби та у випадку аварійного відключення світла.

Автономні станції можна розділити на 2 типи: резервні та повністю автономні.

Станції зберігання, крім систем зберігання, підключені до загальної мережі.

Отже, якщо заряд акумуляторів низький, а СЕС не виробляє достатньо енергії - власник домогосподарства може використовувати електроенергію з електромережі.

Хорошою перевагою підключення до мережі є також те, що інвестор може продати надлишок енергії загальній мережі за "зеленою" ставкою.

На відміну від резервної, автономна станція забезпечує повну енергетичну незалежність будинку.

Будинок повністю відключений від мережі, а його потужність забезпечується СЕС та потужними системами зберігання.

У цій категорії станції такого типу є найдорожчими.

Зрештою, для цього потрібна велика електростанція, що складається з досить великої кількості фотоелектричних модулів, потужних акумуляторів та додаткового обладнання, яке забезпечить належну роботу СЕС.

Однак, незважаючи на високу вартість, резервні та автономні сонячні електростанції необхідні в тих районах, де немає електрики або безперебійних відключень електроенергії.

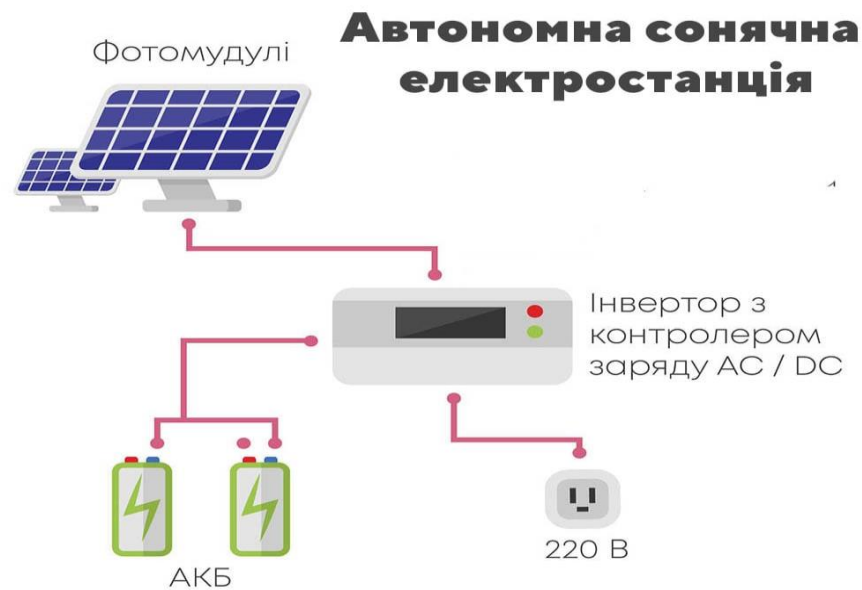


Рис.1.2 Схема автономної сонячної електростанції [11]

1.4. Сонячна гібридна електростанція

Гібридна сонячна станція поєднує в собі енергосистеми та автономні станції і може як зберігати енергію в батареях, так і продавати надлишки за „зеленим” тарифом, щоб заряджати батареї як від електромережі, так і від сонячних панелей [10].

Пріоритети роботи можна змінити в налаштуваннях гібридного інвертора. Гібридні інвертори дорожчі за мережеві, але можуть працювати в автономному режимі як окремі станції.

Це головна перевага гібридних систем.

Відключення електроенергії не страшне, як і жахливий і повний розряд акумуляторів за відсутності сонячної енергії, оскільки відсутню енергію можна взяти з електромережі та зарядити батареї.

Гібридні інвертори, залежно від моделі, дозволяють автоматично запускати бензинові / дизельні генератори, якщо акумулятори розряджені і в разі аварійної ситуації немає живлення від мережі.

Як результат, у нас є кілька джерел електроенергії: сонячна енергія, енергія, що зберігається в батареях, енергія від мережі та енергія від генератора.

У більшості моделей гібридних перетворювачів ви можете налаштувати пріоритет джерела.

Наприклад, ви можете споживати електроенергію безпосередньо від сонячних панелей вдень та від електромережі вночі, не використовуючи батареї, продовжуючи при цьому їх життя та використовуючи їх лише в екстрених випадках.

Заряджання акумулятора від сонячних панелей в гібридній сонячній станції здійснюється за допомогою контролера заряду, він може бути інтегрований в гібридний перетворювач або в окремий блок.

Система з окремими контролерами заряду не може жити будинок, не минаючи батареї безпосередньо від сонячних панелей.

У цьому випадку спочатку заряджаються батареї, від яких постійний струм надходить до гібридного перетворювача, а потім постійний струм перетворюється на змінний струм, який нам потрібен для живлення пристроїв.

В іншому конфігурація гібридних станцій схожа на автономні та мережеві станції. Для захисту від коротких замикань і стрибків напруги система оснащена захисною автоматикою, яка розташована на розподільних щитах.

Сюди входять запобіжники та запобіжники перенапруги, роз'єднувачі, додатковий захист акумулятора від короткого замикання, а також перевантаження та зворотний струм.

Система кріплення сонячних панелей забезпечує надійне кріплення панелей, вентиляцію та прийнятний естетичний вигляд.

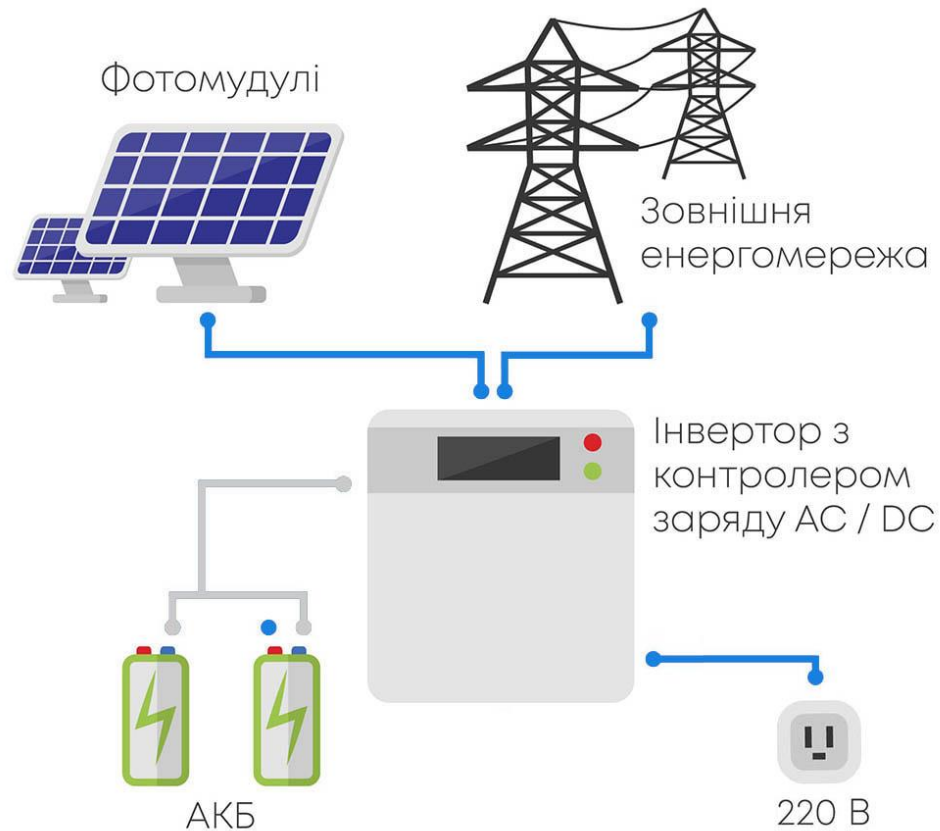


Рис.1.3 Схема гібридної сонячної електростанції [12]

1.5. Системи моніторингу сонячної енергії

Об'єктом диспетчерської системи може бути будь-який об'єкт, розташований окремо, або об'єкт, який є функціональним елементом промислової або побутової інфраструктури.

Щоб налаштувати систему дистанційного моніторингу, просто встановіть контролер WebNMI з 3G-модемом USB у кабіні з мікропроцесорним обладнанням.

Якщо об'єкт автоматизації може отримати доступ до Інтернету через Wi-Fi або дротове з'єднання, модем не потрібен.

Щоб уникнути екранування сигналу металевією шафою, модем можна зняти з нього або підключити віддалену антену.

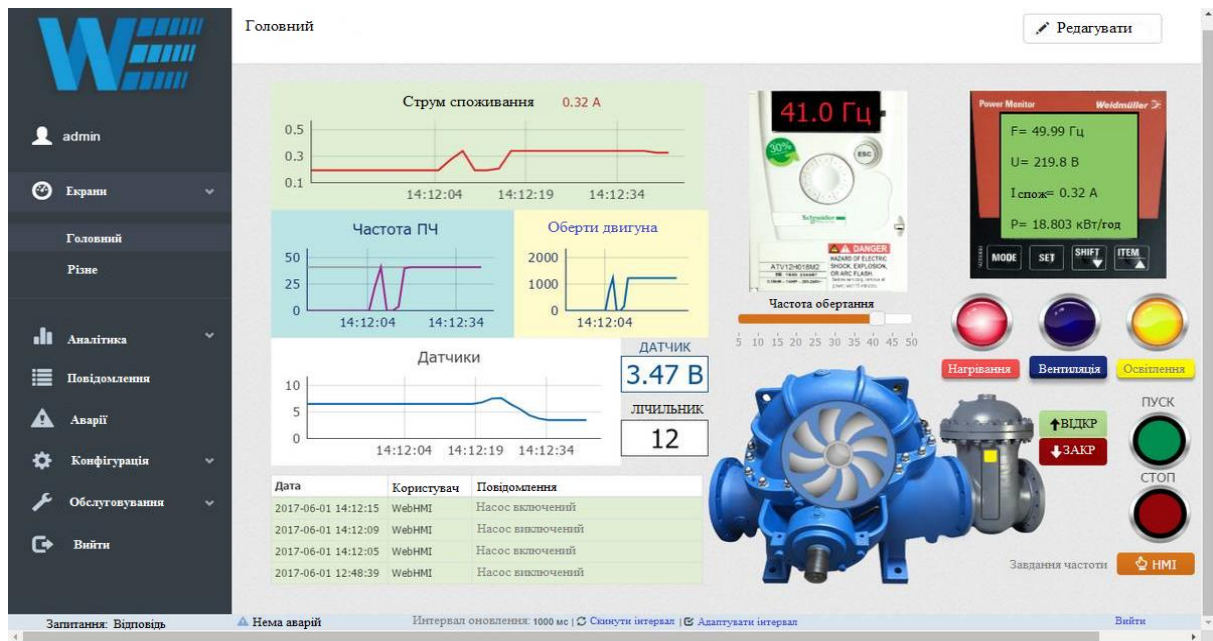


Рис. 1.4 Веб-інтерфейс контролера WebNMI [13]

Доступ до об'єктів можна здійснювати через звичайний веб-браузер з будь-якого стаціонарного або мобільного пристрою, не потрібно встановлювати будь-яке спеціальне програмне забезпечення.

Для доступу до системи можна використовувати смартфони, планшети, комп'ютери.

Модуль WebNMI, встановлений на локальному об'єкті, надає користувачам доступ лише до інформації про цей об'єкт.

Доступ до системи захищений паролем, тому користувач системи локального об'єкта не може ввійти в інший об'єкт. Крім того, модуль WebNMI веде журнал дій оператора, який реєструє всі дії користувача із зазначенням входу та часу кожної події.

WebNMI також може зберігати важливі дані для кожного об'єкта в пам'яті, які можуть відобразитися у вигляді графіків протягом обраного періоду часу із масштабованістю, а також за допомогою API для передачі в інші програми або передачі на спільний сервер для зберігання та резервне копіювання.



Рис. 1.5 Застосування програмного забезпечення Android WebHMI [13]

Якщо мультирозподілене планування об'єктів передбачає включення декількох модулів WebHMI в систему хмарного планування, це хмарний сервіс, який дозволяє об'єднати будь-яку кількість об'єктів, обладнаних модулями WebHMI, в одну систему планування.

Доступ до системи також здійснюється через звичайний веб-браузер, завдяки чому користувач може бачити карту місцевості та об'єкти, пов'язані з цією послугою.

Інформація про їх стан (Норма / Проблема / Аварія) може відобразитися разом з назвами об'єктів на карті.

Якщо ви хочете отримати повну інформацію про об'єкт, оператор може клацнути на вказівник і перейти до кожного окремого об'єкта.

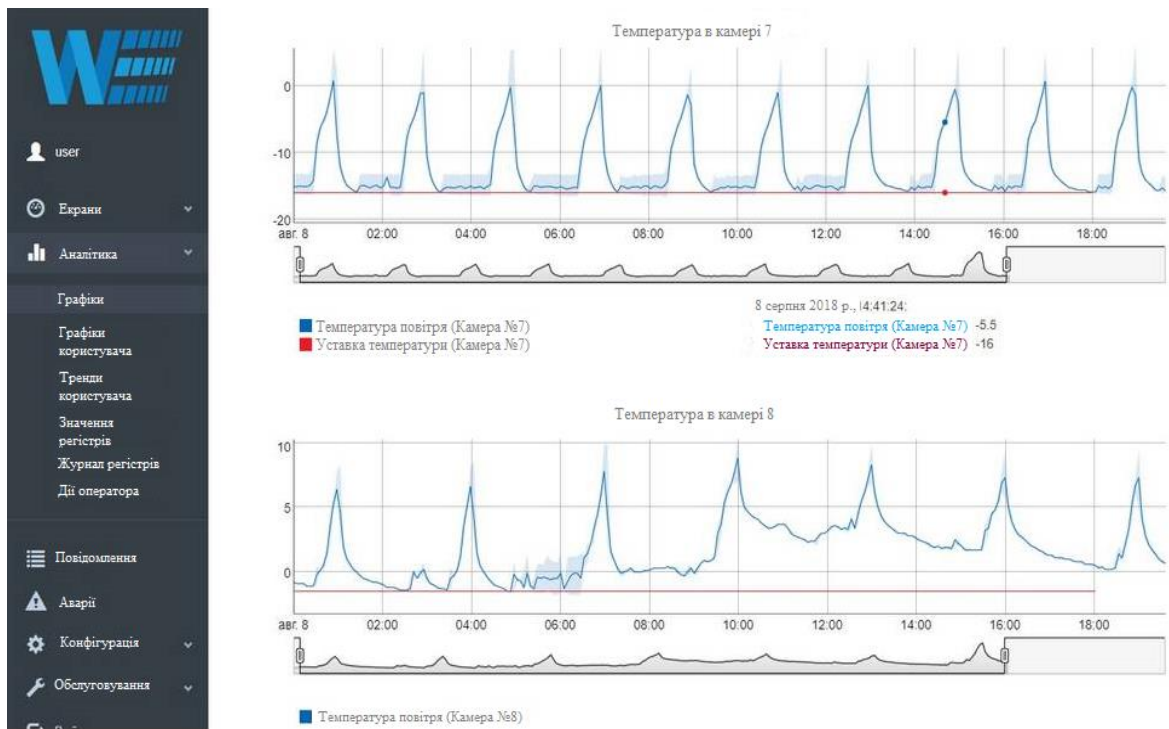


Рис. 1.6 Виведення графіків у програмному забезпеченні WebNMI [13]

Окрім завдання об'єднання групи розподілених об'єктів в єдину систему програмування, можна вирішити ряд проблем [10-19]:

1. Збір сукупних даних з усіх об'єктів та їх використання для підготовки звітів та графіків, аналізу витрат ресурсів та енергетичного аудиту.
2. Обмін даними між самими об'єктами, якщо є необхідність вирішити технологічні проблеми.
3. Передача декільком об'єктам одночасно (або одночасно) інформації, яка може бути використана для розрахунків у межах локального об'єкта.
4. Екстрене сповіщення у закладах шляхом надсилання SMS-повідомлень.
5. Користувач WebNMI отримує особистий кабінет для управління вибраними послугами, де ви можете швидко ввімкнути або вимкнути послугу, щоб заощадити гроші на рахунку.

1.6 Пристрої контролю від виробників

Такі пристрої, як порти USB-ключа або RS232 / 485, які вставляються безпосередньо в інвертор і використовують один із каналів даних (Wi-Fi, LAN, GPRS) - надсилають дані на сервери виробників, де ви вже отримали програми для мобільних пристроїв або на порталі.

З'єднання Growatt, які дозволяють надсилати дані безпосередньо на їх сервери, а потім відстежувати через моб. доповнення.



Рис. 1.7 3G-пристрій для інвертора [15]

Їх головними перевагами є ціна та відносна простота установки, наприклад, Plug & Play - вставлений, трохи підроблений та працює.

Такі пристрої працюють лише з інверторами одних і тих же виробників, і, звичайно, якщо у вас вдома є 2 або 3 інвертори - вам потрібно буде придбати по одному такому блоку для кожного з них.

Для них необхідний Інтернет, оскільки всі дані зберігаються на серверах виробників, і спочатку потрібно створити обліковий запис.

Додатки досить зручні, вони дозволяють відстежувати все з одного місця і підключати різні конвертери до одного облікового запису.

Останніми у списку є пристрої компаній, які орієнтуються на приватний ринок.

Основні недоліки - деякі з них перестануть працювати за відсутності Інтернету, і ви можете втратити виробничі дані, і вам доведеться їхати на станцію і вивантажувати журнали, щоб подивитися, що там сталося.

Основним недоліком є неможливість роботи з іншими інверторами.

Крім того, для кожного домашнього перетворювача ви повинні придбати модуль.



Рис.1.8 Загальна інформація від системи моніторингу [16]

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

2.1. Використання мікроконтролерів AVR, PIC

Мікроконтролер або мікрокомп'ютер - виготовляється у вигляді мікропроцесорної системи зі спеціалізованим чіпом, що включає мікропроцесор, блок пам'яті для зберігання програмного коду та даних, порти вводу / виводу та блоки зі спеціальними функціями (лічильники, компаратори тощо).

Використовується для управління електронними пристроями.

По суті, це комп'ютер з чіпом, здатний виконувати прості завдання. Використання мікросхеми значно зменшує розмір, енергоспоживання та вартість пристроїв, вбудованих у мікроконтролери [18,19].

Мікроконтролери містяться в багатьох сучасних пристроях, таких як телефони, пральні машини, відповідають за роботу двигунів і гальмівні системи сучасних автомобілів, використовуються для створення систем управління та систем збору інформації.

Переважає більшість процесорів, що випускаються у світі, є мікроконтролерами.

При розробці мікроконтролерів потрібно підтримувати баланс між розміром і вартістю, з одного боку, та гнучкістю та продуктивністю, з іншого.

Для різних застосувань оптимальне співвідношення цих та інших параметрів може сильно відрізнятися.

Тому існує величезна кількість типів мікроконтролерів, які відрізняються за архітектурою процесорного блоку, розміром і типом внутрішньої пам'яті, набором периферійних пристроїв, типом корпусу.

Хоча загальноприйняті 8-розрядні процесори були повністю замінені більш продуктивними моделями, 8-розрядні мікроконтролери продовжують широко використовуватися.

Це пов'язано з тим, що існує велика кількість додатків, які не потребують високої продуктивності, але важлива низька вартість.

У той же час існують мікроконтролери з більшою обчислювальною потужністю, такі як цифрові процесори сигналів.

Обмеження ціни та енергоспоживання також обмежують збільшення тактової частоти контролера.

Хоча виробники прагнуть забезпечити, щоб їх продукція працювала на високих частотах, вони також надають клієнтам можливість вибору, виробляючи модифікації, розроблені для різних частот і напруги живлення.

Багато моделей мікроконтролерів використовують статичну пам'ять для оперативної пам'яті та внутрішніх реєстрів.

Це дозволяє контролеру працювати на більш низьких частотах і не втрачати дані, навіть коли годинник повністю зупинений.

Часто існують різні способи економії енергії, при яких частина периферійних пристроїв та електронний блок вимикаються. - Один із світових лідерів у виробництві широкого спектру автономних мікросхем пам'яті, мікроконтролерів FLASH та програмованих мікросхем логіки x протягом багатьох років, використовуючи всі технічні рішення, які були зібрані до цього часу.

Сімейство мікроконтролерів ATtiny поєднує в собі потужний Гарвардський процесор RISC з окремим доступом до програми та пам'яттю даних, 32 реєстри загального призначення, кожен з яких може функціонувати як реєстр акумуляторів, та вдосконалену фіксовану 16-командну систему. - Довжина біта.

Більшість команд виконуються на одному машинному годиннику з одночасним виконанням поточної та вибором наступної команди, що забезпечує продуктивність до 1 MIPS на тактовій частоті МГц.

Реєстри загального призначення утворюють файл реєстру швидкого доступу, де кожен реєстр безпосередньо пов'язаний з АЦП.

По колу з файлу реєстру обираються два оператори, виконується операція і результат повертається до файлу реєстру. ADC підтримує арифметичні та логічні операції з реєстраторами, між реєстратором та стаціонарним телефоном або безпосередньо з реєстром.

Файл реєстру також доступний як частина пам'яті даних. 6 з 32 регістрів можна використовувати як три 16-бітові індексні регістри для непрямої адресації.

У старшому сімействі мікроконтролерів AVR є апаратний множник в ALU.

Основний набір команд AVR містить 120 інструкцій. Інструкції щодо бітових операцій містять інструкції щодо встановлення, очищення та тестування бітів. Всі мікроконтролери AVR мають вбудований FLASH-ROM з можливістю програмування внутрішньої схеми через 4-контактний послідовний інтерфейс.

До периферійних пристроїв МК AVR належать: таймери, модулятори широкого імпульсу, підтримка зовнішніх переривань, аналогові компаратори, 8-канальні канали АЦП, паралельні порти (від 3 до 48 ліній вводу / виводу), інтерфейси UART та SPI, таймер моніторингу та скидання живлення пристрою.

Усі ці функції роблять мікроконтролери AVR потужним інструментом для створення сучасних, високопродуктивних та економічно ефективних контролерів для різних цілей.

В рамках базової архітектури мікроконтролери AVR поділяються на три підсімейства: AVR - основна лінія мікроконтролерів з індивідуальними модифікаціями до 16 MIPS, програми FLASH ROM 2-8 КБ, дані EEPROM 64-512 байт, SRAM 128-512 байт, AVR з продуктивністю 4-6 MIPS для складних додатків, що вимагають великого обсягу пам'яті, програми FLASH ROM 64-128 Кбайт, дані EEPROM 64-512 байт, SRAM 2-4 Кбайт, SRAM 4 Кбайт, інтегрований 10-бітний 8-канальний АЦП, апаратний множник 8x8, AVR - недорогі мікроконтролери у 8-контактній конструкції мають вбудовану схему управління напругою живлення, що дозволяє обійтися без зовнішніх контрольних мікросхем.

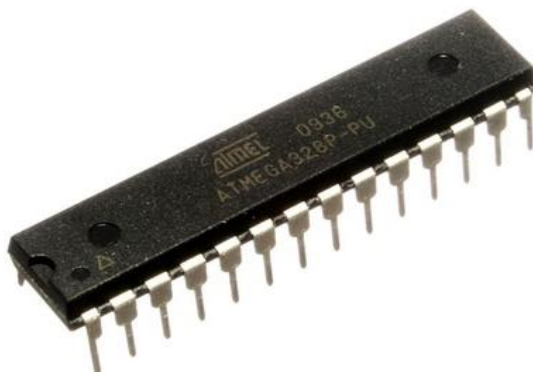


Рис.2.1 Мікроконтролер AVR [18]

2.2. Апаратна платформа Arduino

Arduino - це набір апаратно-програмного забезпечення для створення електронних пристроїв своїми руками, від маленького робота до системи «Розумний дім».

Ардуїно здобув свою популярність завдяки простоті та доброзичливості. Оскільки, щоб застосувати власний електронний пристрій, вам не потрібно читати купу фізичних книг, вивчати мови програмування.

Всього за кілька годин вільного часу ви зможете створити домашню метеостанцію, робота, керованого смартфоном, засоби для самополиву та інші круті проекти.

Arduino складається з апаратного та програмного забезпечення. Тобто, ви спочатку збираєте пристрій з «електронним мозком» на основі плати Arduino, а потім програмуєте отриманий модуль для своїх завдань.

Arduino - це друкована плата з центральним мікроконтролером та вбудованими аксесуарами.

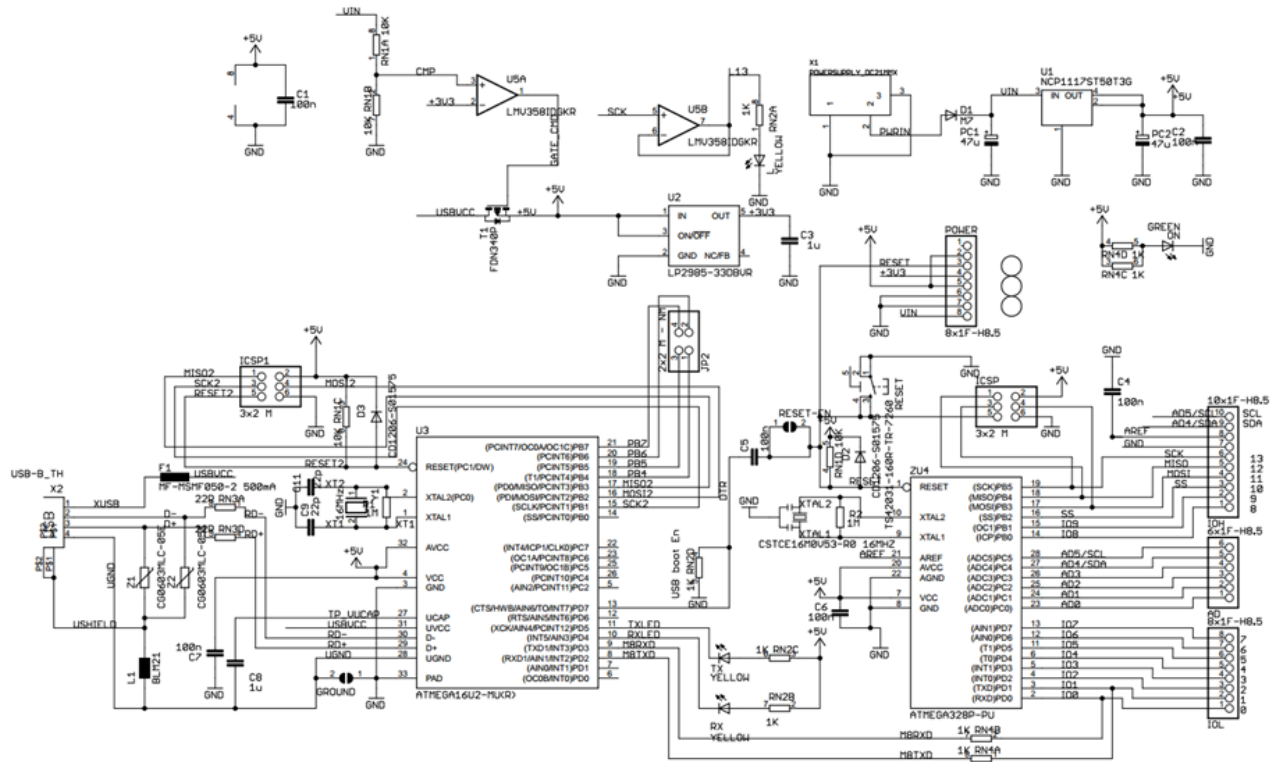


Рис.2.2 Електрична принципова схема Arduino [20]

2.3. Мікроконтролери ESPressif

ESP32 - це серія мікроконтролерів, таких як "система чіпів", із вбудованими контролерами Wi-Fi та Bluetooth (подвійний режим, англійський подвійний режим), низьким енергоспоживанням та низькою ціною.

Серія ESP32 використовує мікропроцесор Tensilica Xtensa LX6 у двоядерних та одноядерних варіантах та включає в себе вбудовані антенні вимикачі, радіочастоту, підсилювач потужності, приймач з низьким рівнем шуму, фільтри та модулі управління потужністю.

ESP32 був створений та розроблений китайською компанією Espressif Systems, що базується в Шанхаї, і виготовлений компанією TSMC. Він є наступником мікроконтролера ESP8266.

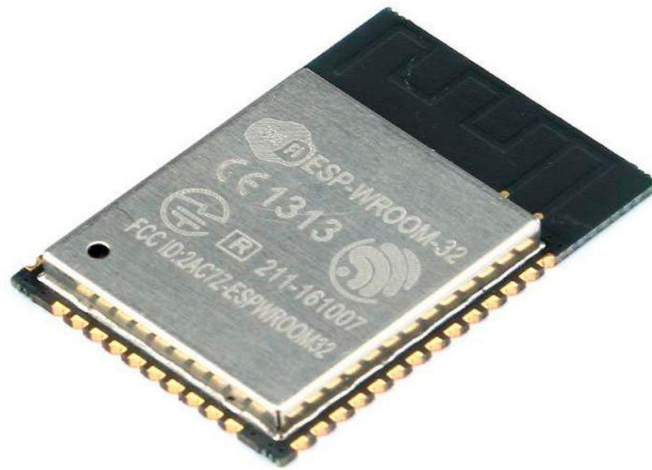


Рис.2.3 Серія мікроконтролерів ESP-32 [20]

2.4. Модуль Bluetooth HC-06

Модуль Bluetooth HC-06 - це широко використовуваний пристрій для підключення пристроїв через Bluetooth.

Модуль Bluetooth контролюється UART, тобто це, по суті, перетворювач UART в Bluetooth.

На відміну від HC-05, він може працювати лише у веденому режимі.

Це зручний інструмент для організації управління пристроями мікроконтролера за допомогою телефону або планшета.

Характеристики:

Чутливість: -84 дБ

Потужність передавача: + 4 дБм

Тип модуля: конфігурація з повною сертифікацією Bluetooth V2.0 + EDR з низьким споживанням енергії

Інтерфейс UART із програмованою швидкістю

Вбудована антена

Тип конфігурації: GFSK (маніпуляція Гауссовим зсувом частоти)

Швидкість передачі в асинхронному режимі: 2,1 Мбіт / с (макс.) / 160 кбіт /

Сучасна швидкість передачі даних: 1 Мбіт / с

Блок живлення: 3,3 В 50 мА

Робоча температура -20 - +70 ° С

Розміри: 15x45x1,5 мм



Рис.2.4 Відображення модуля Bluetooth HC-06 [20]

2.5. Датчик вимірювання струму ACS712

Вимірювання та керування потоком струму є основною вимогою для широкого кола застосувань, включаючи схеми захисту від перевантаження, зарядні пристрої, джерела живлення змінного струму, програмовані джерела живлення.

Вимірювання та контроль витрати є основною вимогою для широкого кола застосувань, включаючи схеми захисту від перевантаження, зарядні пристрої, джерела живлення змінного струму, програмовані джерела живлення тощо.

Одним з найпростіших методів вимірювання струму - за допомогою резистора з низьким опором - є відгалуження між навантаженням і загальним кабелем, падіння напруги якого пропорційне струму.

Хоча цей метод дуже простий у застосуванні, точність вимірювань залишає бажати кращого, оскільки опір гілки залежить від температури, яка не є постійною.

Крім того, цей метод не дозволяє організувати гальванічну розв'язку між навантаженням і лічильником струму, що дуже важливо в додатках, де навантаження забезпечується високою напругою.

Поточний датчик ACS712 заснований на ефекті Холла, суть якого полягає в наступному: якщо провідник струму розміщений в магнітному полі, на його кінцях є ЕРС, спрямована перпендикулярно напрямку струму та напрямку магнітного поля .

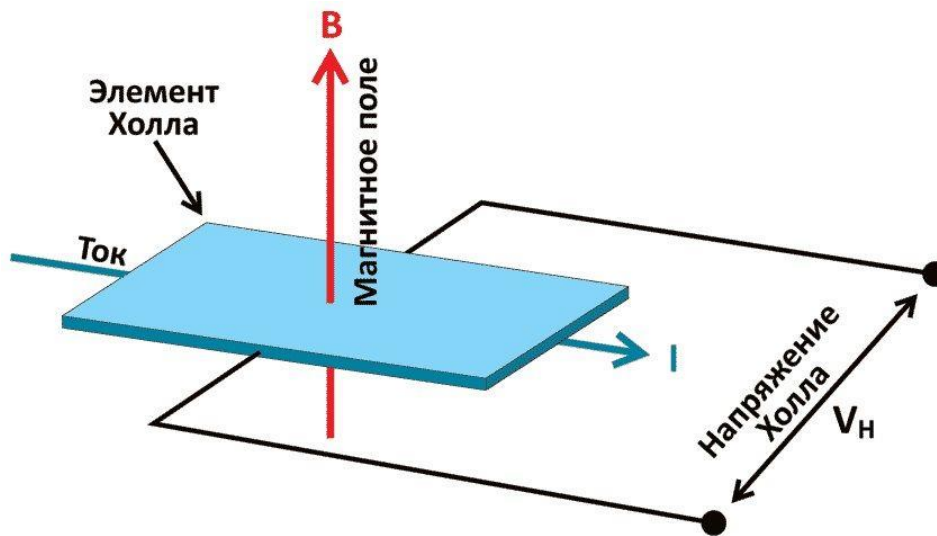


Рис.2.5 Принцип роботи датчика струму ACS712

Датчик струму ACS712 складається з датчика Холла та мідного провідника. Струм, що протікає через мідний провідник, створює магнітне поле, яке сприймається елементом Холла.

Магнітне поле лінійно залежить від струму. Датчик ACS712 заснований на ефекті Холла і має лінійну залежність між вимірним струмом та напругою вихідного сигналу.

Рівень вихідної напруги датчика пропорційний вимірюваному струму. Діапазон вимірювання від -5 А до 5 А.

Чутливість - 185 мВ / А.

Якщо струму немає, вихідна напруга буде дорівнює половині напруги живлення. Датчики ACS712 і ACS713 живляться від +5 і мають вихідну напругу.

Коли струм дорівнює нулю, вихідна напруга для ACS712 становить 2,5 В і відхиляється або наближається до нуля або ближче до напруги живлення - це залежить від напрямку потоку струму.

ACS712 забезпечує економічне та точне рішення для вимірювання змінного та постійного струму в промислових, автомобільних, комерційних та комунікаційних системах.

Корпус пристрою забезпечує зручне додаток для користувача. Пристрій складається з прецизійного лінійного датчика струму на основі ефекту Холла з мідним провідником внизу.

Струм, що подається на мідний провідник, створює, вловлює від датчика, магнітне поле, яке перетворюється в аналогову напругу.

Точність приладу оптимізована завдяки близькості магнітного сигналу до датчика.

Напруга подається мікросхемою BiCMOS Hall із низьким зміщенням та заводськими настройками точності.

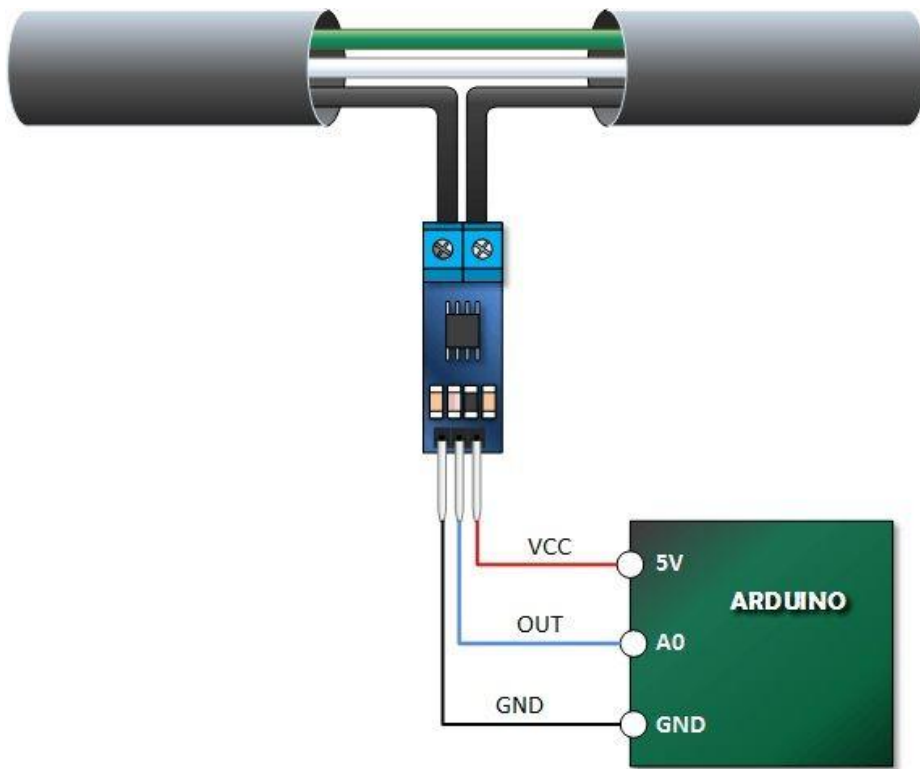


Рис. 2.6 Схема підключення датчика ACS712 [20]

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Розробка електричної принципової схеми

Основним етапом розробки системи моніторингу стало створення прототипу пристрою системи моніторингу та відправлення [14-24].

Була створена форма майбутнього пристрою. Пристрій встановлений на основі мікроконтролера atmega328, включаючи основну схему управління польовими транзисторами, яка також інтегрована в датчик температури. Дозволяє пристрою розуміти під час моніторингу даних із пристрою

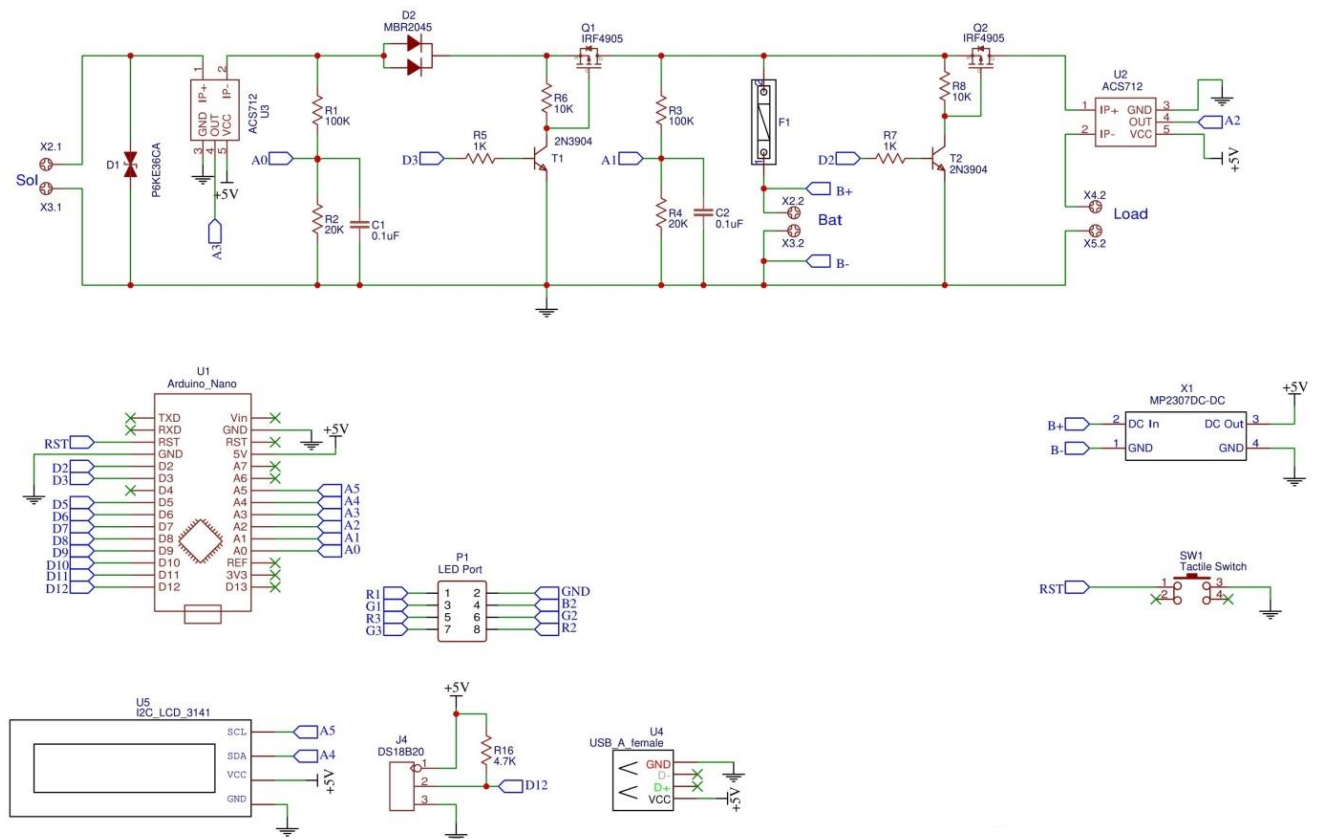


Рис.3.1 Електрична принципова схема диспетчерської системи для сонячних станцій малої потужності

3.2. Експлуатаційні параметри диспетчерської системи

Основною частиною контролера заряду є плата Arduino Nano, вона визначає напругу сонячної панелі та акумулятора за допомогою двох ланцюгів дільника напруги.

Відповідно до цих рівнів напруги він вирішує, як зарядити акумулятор і керувати навантаженням.



Рис.3.2 Зовнішній вигляд пристрою диспетчеризації для сонячних станцій малої потужності

PWM функція полягає у зменшенні напруги сонячної панелі до рівня, близького до напруги акумулятора, щоб забезпечити належну зарядку акумулятора.

Іншими словами, вони вирівнюють напругу сонячної панелі до напруги напруги акумуляторної системи без зміни струму.

Я використовував транзистор (MOSFET) для підключення та відключення сонячної панелі від батареї.

Змінюючи MOSFET на високу частоту з різною шириною імпульсу, ви

можете підтримувати постійну напругу. PWM-контролер саморегулюється, змінюючи амплітуду (довжину) і частоту імпульсів, що надходять на батарею.



Рис.3.3 Зовнішній вигляд інформаційної панелі

Інформаційна панель пристрою відображає вхідний струм і напругу сонячної панелі, а також її потужність і інші характеристики.

Експлуатаційні параметри пристрою:

- Робоча напруга: 6-12В
- Вхідна напруга: до 18В
- Вхідний струм: до 10А
- Діапазон температури: від -10 до +30 С

ВИСНОВКИ

Перевагами фотоелектричних перетворювачів порівняно з іншими є можливість інтеграції недорогих технологій з відмінними оптоелектричними властивостями, кращі експлуатаційні параметри, тощо. Слід відміти, що на даний момент одиночні нанодротові сонячні елементи досягли ефективності 10,2 % для горизонтальних структур і 40,0 % для вертикальних структур. Такі досягнення неодмінно сприяють розробці нових високоефективних та дешевих фотоелектричних перетворювачів, зокрема таких як тандемні або аксіально тандемні, розгалужені, неорганічні/органічні гібридні, на гнучких підкладках та підкладках із скла, аморфного кремнію, графену, вуглецевих нанотрубок, тощо.

В даній роботі розроблено стенд для дослідження системи моніторингу та диспетчеризації сонячних станцій малої потужності, який здатний проводити вимірювання з високою швидкістю. Проект базується на платформі Arduino Nano, яка має відкритий вихідний код, а також інтегрований мікроконтролер atmega328.

Стенд об'єднує в собі сучасні технології економного енергоспоживання та доступну елементу базу. Такі системи моніторингу можуть вбудовуватися в сонячні електростанції малої потужності для оптимізації збору сонячної енергії шляхом контролю експлуатаційних характеристик портативних сонячних панелей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://avenston.com/articles/osnovi-tehnologiyi-virobnitstva-kremniyevih-sonyachnih-fotoperetvoryuvachiv/> - Еволюція сонячної енергетики, дата доступу: 23.05.2021 р.
2. <http://pv.mit.edu/home/education/resources-for-educators/build-your-own-sourcemeater> - Photovoltaic research laboratory, дата доступу: 25.04.2021 р.
3. Василюха Х. В. Вдосконалення нормативно-технічної бази випробувань сонячних перетворювачів: автореф. дис. на здобуття наук. Ступеня канд. техн. наук: спец. 05.01.02 / Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2017. – 20 с.
4. Zavorotnyi V.F. The laboratory tester of solar cells with dynamic reconfiguration of measuring system / V. F. Zavorotnyi, O.V. Borisov // *Microsyst Electron Acoust.* – 2018. – vol. 23, №. 1. – P. 23-29.
5. Рябко А. Використання сонячних модулів у лабораторному практикумі з фізики /А. Рябко, Р. Кухарчук // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2018, № 1 (75) . – С. 65-75.
6. Василюха Х. В. Вдосконалення нормативно-технічної бази випробувань сонячних перетворювачів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.01.02 / Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2017. – 20 с.
7. Божко К.М. Вдосконалення методів та засобів контролю дефектів фотоелектричних сонячних батарей: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.11.13 / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». – Київ, 2016. – 24 с.
8. <https://www.arduino.cc/> - Arduino, дата доступу: 14.05.2021 р.
9. <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28287/1/FEP.pdf> - Дослідження роботи фотоелектричного модуля дата доступу: 12.05.2021 р.

10. <http://page.if.ua/uploads/pcss/vol2/number2/0203-13.pdf> - Дослідження вихідних та діодних параметрів дата доступу: 14.05.2021 р.
11. <https://core.ac.uk/download/pdf/52159454.pdf> - Застосування фотоелектричних технологій, дата доступу: 14.05.2021 р.
12. <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/download/239/238> - Аналітичний огляд сучасних фотоелектричних технологій, дата доступу: 15.05.2021 р.
13. http://kntu.net.ua/ukr/content/download/75589/438715/file/2020_3.06.pdf. Дослідження залежності параметрів сонячних батарей, дата доступу: 08.05.2021 р.
14. https://seltokphotonics.com/info/articles/sipm_revolyutsiyni_tekhnologiyi_d_etektuvannya/ - Кремнієві ФСЕ: революційні технології детектування, дата доступу: 09.05.2021 р.
15. <https://events.pstu.edu/konkurs-energy/wp-content/uploads/sites/> - Кут нахилу сонячних батарей, дата доступу: 24.04.2021 р.
16. <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/download/239/238> - Аналітичний огляд сучасних технологій фотоелектричних перетворювачів, дата доступу: 24.05.2021 р.
17. Zavorotnyi V.F. The laboratory tester of solar cells with dynamic reconfiguration of measuring system / V. F. Zavorotnyi, O.V. Borisov // *Microsyst Electron Acoust.* – 2018. – vol. 23, №. 1. – P. 23-29.
18. https://elektrovesti.net/tools/483_vse-o-mikrokontrollerakh-avr - AVR мікроконтролери, дата доступу: 25.04.2021 р.
19. <https://www.compel.ru/lib/55060> - Огляд ARM-мікроконтролерів від STMicroelectronics, дата доступу: 28.05.2021 р.
20. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> - Arduino, дата доступу: 24.05.2021 р.
21. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мікроконтролер> - Мікроконтролер, дата доступу: 24.05.2021 р.

22. <https://autohome.org.ua/market/controller-arduino/arduino-nano-r3-v3-0-atmega328-detail> - Розпіновка Arduino Nano, дата доступу: 26.04.2021 р.
23. https://ru.wikipedia.org/wiki/App_Inventor - MIT App Inventor, дата доступу: 22.04.2021 р.
24. <http://appinventor.mit.edu/about-us> - MIT App Inventor, дата доступу: 21.04.2021 р.

Слайди презентації до роботи



Система диспетчеризації сонячної станції малої потужності

SOLAR ENERGY

Виконав студент групи: Еі-71к Коновал Сергій
Керівник: Бурик І.П



SOLAR ENERGY

Сонячні електростанції поділяються на:

- Мережеві
- Автономні
- Гібридні



ПОЛІКРИСТАЛ

● Краща ціна

Краща якість ●

Вищий ККД ●

Довший термін
служби ●

● Швидша окупність





Фотомодулі



Автономна сонячна електростанція



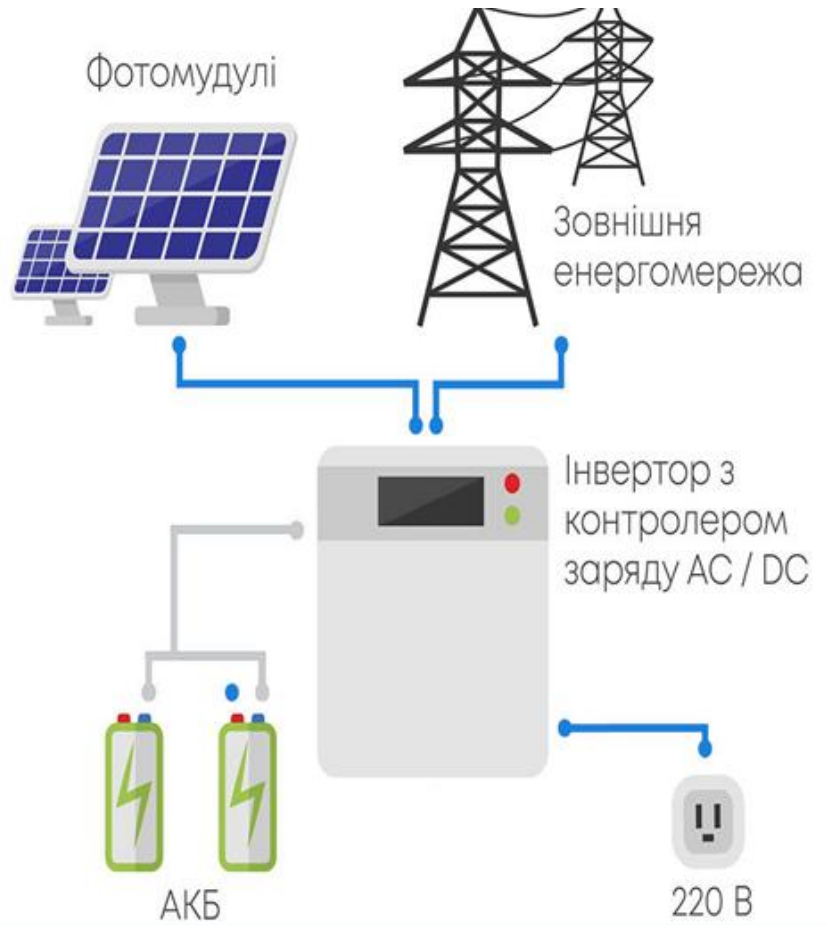
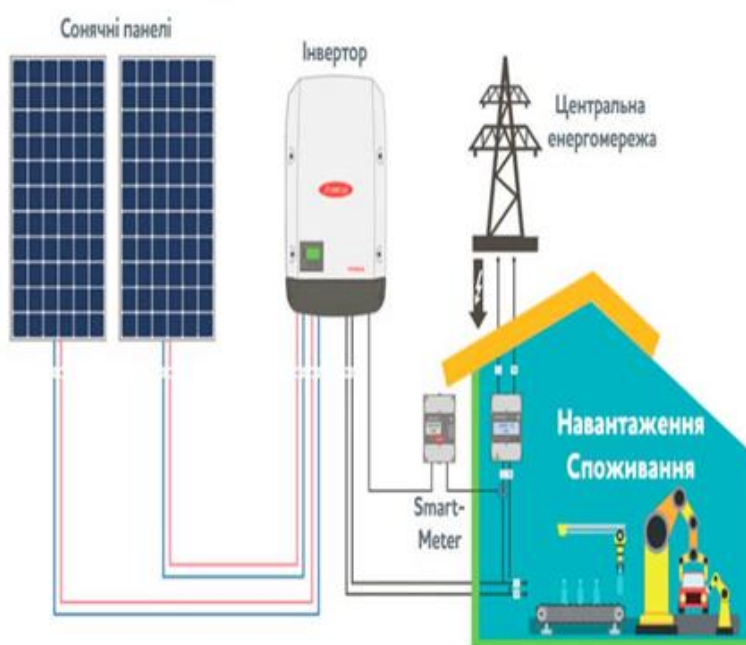
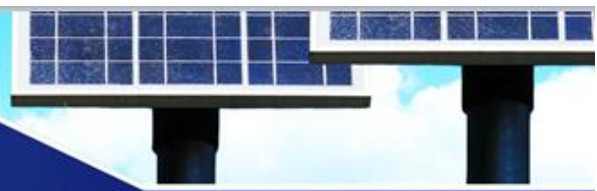




Схема роботи СЕС для економії



SOLAR ENERGY



Промислові зразки:

PWM



MPPT



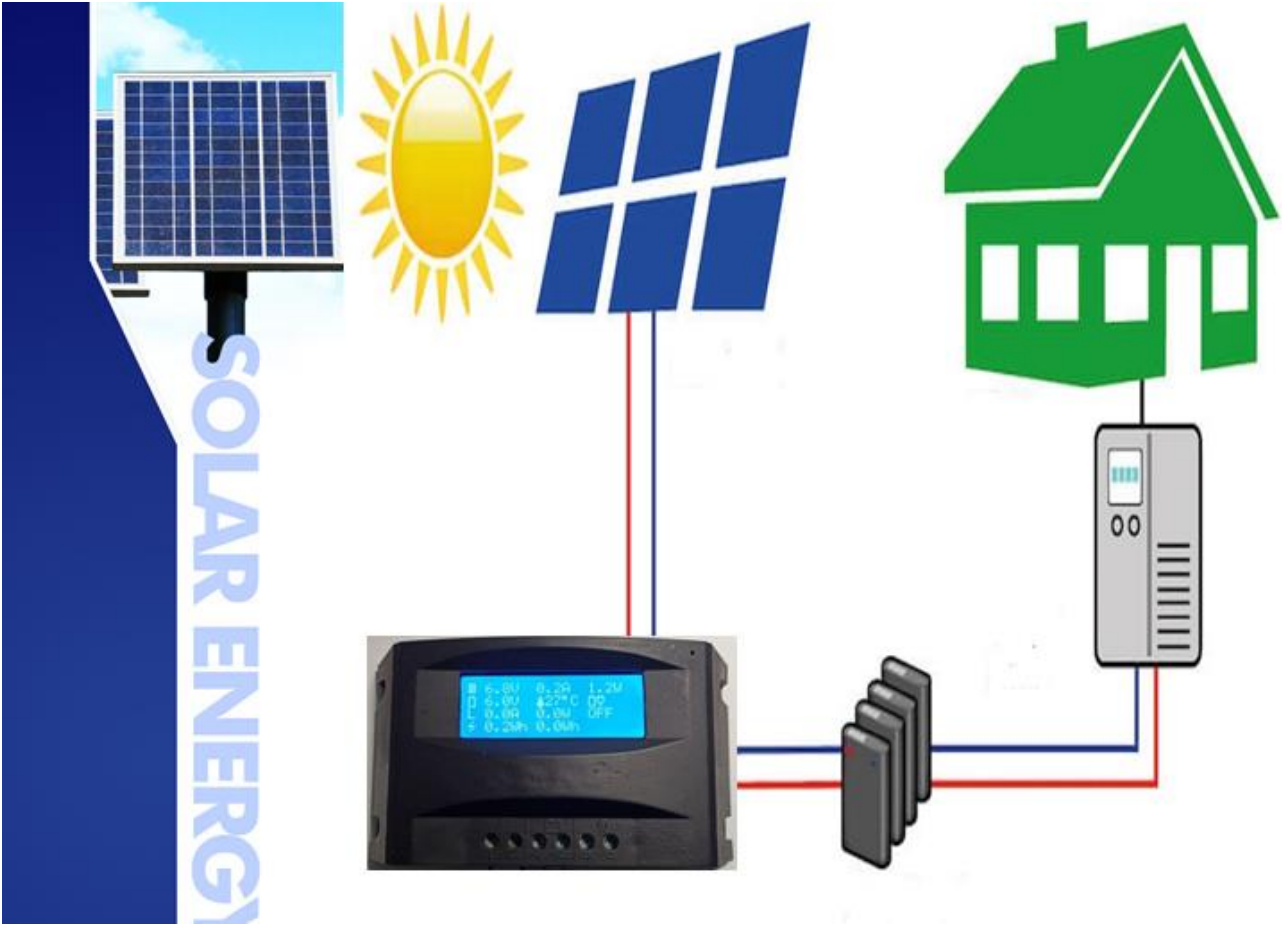
SOLAR ENERGY



Характеристики:

- Робоча напруга: 6-12В
- Сила струму: до 10А
- Вхідна напруга: до 18В
- Лічильник потужності Вт/ч
- Термокомпенсація





SOLAR ENERGY



Програмне забезпечення:

Android додаток

Система диспетчеризації

Стан контролера



Стан підключення

Підключитись

Вигляд на екрані смартфона



Solar_Monitor

SOLAR ENERGY



Дякую за увагу!