

Лабораторна робота № 1

Тема: Розробка програмного забезпечення для ефективного використання енергетичних ресурсів житлової будівлі

Мета - ознайомитися з задачами створення програмного забезпечення моніторингу та оптимізації використання енергетичних ресурсів в житловому будинку.

Завдання:

Розробити архітектуру (блок-схему) процесів для системи збору даних, їх обробки, зберігання, аналізу. У системі передбачено зчитування первинних даних:

- По електричній енергії:
виробництво:
 - контролер інвертора сонячної електростанції;
 - контролер інвертора вітрової електростанції;
 - лічильник поршневої електростанції;
 - лічильник зв'язку з зовнішніми мережами: об'єм споживання/генерації;споживання:
 - лічильник електричної енергії внутрішньобудинкових приладів;
 - лічильник електричної енергії теплового насос;
 - лічильник електричної енергії насоса сонячного колектора
- По тепловій енергії:
 - лічильник теплової енергії котла;
 - лічильник теплової енергії поршневої електростанції;
 - лічильник теплової енергії сонячного колектора;
 - лічильник теплової енергії теплового насоса;
- По природному газу/рідкому/твердому паливу:
 - лічильник витрати палива (для твердого палива – розрахунок за даними спрацювання датчиків рівня палива та об'ємом бункера палива, для рідкого палива – розрахунок за даними спрацювання датчиків рівня палива та об'ємом паливного баку);

В програмі передбачити збір та обробку даних з накопиченням інформації, отримання прогнозу погоди на наступний день, оцінкою виробництва електричної енергії та споживання теплової, оптимізацію використання енергоресурсів шляхом вибору типів агрегатів, які використаються для енергозабезпечення. Для проведення прогнозової оцінки виробництва електричної та теплової енергії використовується дані прогнозу погоди та дані, зібрані в попередні дні в близьких погодних умовах.

В житловій будівлі передбачено встановлення та використання таких джерел споживання/генерації енергетичних ресурсів:

- сонячна електростанція, обладнана батареєю аккумуляторів;
- вітрова електростанція, обладнана батареєю аккумуляторів;
- сонячні колектори вакуумні, розраховані на всесезонне використання;
- твердопаливний/газовий/рідкопаливний котел;
- тепловий насос вода-вода / повітря-повітря;
- рекуператор повітряний на лінії вентиляції;
- бак-аккумулятор теплової енергії;
- поршнева електростанція паливо газ/рідке паливо.

1. Опис проекту та його цілей

1.1. Загальний огляд

Метою даного проекту є:

- даної лабораторної роботи:
 - розробка архітектури комплексної програми оптимізації системи енергозабезпечення житлового будинку;
 - підготовка основи для розробки проекту математичної моделі енергоактивного будинку.
- проекту в цілому :
 - розробка програмного забезпечення для ефективного управління та оптимізації використання енергетичних ресурсів в будівлі;
 - моніторинг використання ресурсів;
 - прогнозування виробництва електричної та теплової енергії на наступний день за даними прогнозу погоди;
 - оптимізація використання енергетичних ресурсів за критеріями: зниження витрат викопних палив / витрат палив, включаючи біопаливо / фінансових витрат.

1.2. Основні завдання та функції

Основні завдання та функції програмного забезпечення включають в себе:

- Моніторинг та збір даних про стан всіх енергетичних ресурсів, включаючи сонячні панелі, вітрову електростанцію, тепло- та електроаккумулятори, сонячні колектори, опалювальні котли, тепловий насос та електростанцію на базі поршневої машини.
- Розрахунок прогнозованого виробництва електроенергії та теплової енергії на основі даних про сонячну активність, погоду та інші параметри.
- Аналіз споживання енергії в будівлі, включаючи опалення, гаряче водопостачання, споживання електроприладів та кондиціонування.
- Автоматичне управління роботою всіх енергетичних систем з метою максимізації використання відновлювальних джерел енергії та мінімізації споживання природного газу/рідкого/твердого палива.
- Інтеграція з службами прогнозу погоди для отримання прогнозів та врахування їх у виробництві та споживанні енергії.
- Візуалізація стану системи через веб-інтерфейс для зручного моніторингу та керування.

1.3. Очікувані результати

В результаті розробки програмного забезпечення очікується:

- Підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у будівлі.
- Зниження витрат на енергію та мінімізація використання дизельного палива.
- Підвищення комфорту для мешканців будівлі завдяки стабільному та ефективному енергопостачанню.

1.4. Задачі розробки

Для досягнення поставлених цілей, розробка програмного забезпечення передбачає наступні задачі:

- Розробка алгоритмів моніторингу та керування ресурсами.

- Розробка алгоритмів прогнозування виробництва енергії на основі погодних даних та інших параметрів.
- Розробка веб-інтерфейсу для візуалізації стану системи.
- Інтеграція зі службами прогнозу погоди.
- Забезпечення безпеки та захисту даних.
- Тестування та валідація програмного забезпечення.

2. Огляд енергетичних ресурсів будівлі та їх використання в різні сезони року

2.1. Сонячна електростанція

Комплектація сонячної електростанції (СЕС) зазвичай включає в себе різні компоненти та обладнання, необхідні для збору, перетворення та використання сонячної енергії. Основні компоненти сонячної електростанції:

- Сонячні панелі (фотоелектричні модулі): це сонцезахисні панелі, які перетворюють сонячну енергію в електроенергію. Вони можуть бути монокристалічні, полікристалічні або аморфні. На цей час ККД сонячної електростанції становить 20%.
- Інвертор – обладнання, яке змінює характеристики згенерованого сонячними панелями постійного струму (DC) у змінний струм (AC) для споживання, а також підтримання рівня постійного струму на рівні, необхідного для зарядки акумуляторів.
- Акумулятор зберігають надлишкову електроенергію, що генерується панелями/вітровими електростанціями/електрогенераторами/зовнішніми джерелами, для подальшого використання за відсутності інших джерел. Вони дозволяють зберігати енергію та забезпечувати незалежність від мережі.

Інформацію про об'єми виробленої електроенергії від електростанції отримуємо від інвертора та контролеру заряду, який входить в комплектацію інвертора, який керує зарядкою.

Основні протоколи, які можуть бути використані для обміну інформації з сонячними інверторами:

1. Modbus: Протокол Modbus є одним з найпоширеніших для спілкування з сонячними інверторами. Він дозволяє зчитувати дані про стан і продуктивність інвертора.
2. SunSpec: SunSpec є стандартизованим протоколом для спілкування з сонячними інверторами та іншими пристроями для відновлювальної енергії. Він забезпечує відкритий доступ до даних та контроль над інвертором.
3. Modbus TCP/IP: Це розширення протоколу Modbus для використання в мережах Ethernet. Дозволяє зчитувати дані інвертора через мережу.
4. RS-485: Це апаратний інтерфейс для зв'язку з інверторами. Використовується для передачі даних через дроти.
5. Wi-Fi або Ethernet: Деякі сучасні сонячні інвертори можуть мати вбудовану підтримку Wi-Fi або Ethernet для зв'язку з мережею.

Для взаємодії з інвертором та отримання даних про його роботу потрібно мати програмне забезпечення або контролер, який підтримує вибраний протокол та може взаємодіяти з інвертором через нього.

2.2. Вітрова електростанція

Комплектація вітрової електростанції (ВЕС) включає в себе компоненти та обладнання, необхідні для перетворення та використання кінетичної енергії вітру. Основні компоненти вітрової електростанції:

- Вітрові електростанції – обладнання, яке перетворює вітрову енергію в електроенергію. Вони можуть бути різних типів, виходячи з умов використання та встановленої потужності. На цей час ККД найкращих вітрових електростанцій досягає 45%.
- Інвертор – обладнання, яке змінює згенерований змінний струм (АС) у постійний (DC), для зарядки акумуляторів, а також приведення характеристик згенерованого змінного струму до рівня, який відповідає потребам споживачів.
- Акумулятор зберігають надлишкову електроенергію, що генерується панелями/вітровими електростанціями/електрогенераторами/зовнішніми джерелами, для подальшого використання за відсутності інших джерел. Вони дозволяють зберігати енергію та забезпечувати незалежність від мережі.

Інформацію про об'єми виробленої електроенергії від електростанції отримуємо від інвертора та контролеру заряду, який входить в комплектацію інвертора, який керує зарядкою.

Основні протоколи, які можуть бути використані для обміну інформації з інверторами див.п.2.1.

2.3. Сонячні колектори

Сонячні колектори використовуються для нагріву води на опалення, гаряче водопостачання та нагрів води в басейні. Влітку, коли сонце активне, сонячні колектори забезпечують значний обсяг тепла, взимку вони є підтримкою для системи опалення. Контроль об'єму виробленої теплової енергії забезпечується лічильником теплової енергії.

Лічильники теплової енергії використовують різні протоколи для зв'язку та моніторингу, залежно від виробника та моделі. Основні протоколи, які можуть бути використані для обміну інформації з інверторами див.п.2.1.

IoT Protocols: Лічильники також можуть бути обладнані протоколами, які підтримують Інтернет речей (IoT), такі як MQTT або CoAP, для віддаленого моніторингу та керування через Інтернет.

2.4. Котел водогрійний

В системі передбачається використання котла для забезпечення тепlopостачання та підігріву води на гаряче водопостачання. Котел може використовувати природний газ/рідке/ тверде паливо. Контроль об'єму виробленої теплової енергії забезпечується лічильником теплової енергії (див. п.2.3.). Котел споживає паливо, витрати якого фіксуються лічильником природного газу/рідкого палива, або, у разі використання твердого палива, розрахунком об'єму спожитого палива. Лічильники витрати рідкого палива можуть бути механічними або електронними. Електронні лічильники зазвичай мають більше функцій та можливостей, включаючи зберігання даних та зв'язок з іншими системами. Комунікаційні можливості – див.п2.1

Розрахунок об'єму твердого палива ведеться за даними датчиків рівня твердого палива.

2.5. Тепловий насос

Тепловий насос використовує теплову енергію навколишнього середовища (наприклад, повітря або ґрунт) для опалення та нагріву гарячої води. Він ефективний у виробництві тепла/холоду. Контроль об'єму виробленої теплової енергії забезпечується лічильником теплової енергії (див. п.2.3.). Тепловий насос споживає електричну енергію, витрати якої фіксуються лічильником електричної енергії.

2.6. Поршнева електростанція

Електростанція використовується для виробництва електроенергії і теплової енергії. Вона є додатковим джерелом електроенергії та допомагає забезпечувати незалежність від зовнішніх мереж. Контроль об'єму виробленої електричної енергії забезпечується лічильником електричної енергії. Контроль об'єму спожитого палива – лічильником природного газу/рідкого палива. Контроль об'єму виробленої теплової енергії – лічильником теплової енергії.

2.7. Зовнішні мережі

Будинок приєднано до зовнішніх мереж, які є джерелом енергії та дають можливість скидати надлишкову енергію зовнішнім споживачам. Контроль об'єму спожитої/переданої електричної енергії забезпечується лічильником електричної енергії.

3. Режими використання ресурсів в різні сезони

- Літо (за межами опалювального сезону):

Сонячні панелі генерують до 5 кВт*год електричної енергії на добу на кожний кВт встановленої потужності. Електроенергія використовується для роботи електроспоживаючого обладнання та зарядки акумуляторів.

Сонячні колектори генерують близько 5 кВт*год теплової енергії на 1 м² колектора. Теплова енергія використовується для гарячого водопостачання, нагріву води в басейні, кондиціонування та інших потреб.

Тепловий насос використовується для нагріву води в басейні/охолодження повітря в будівлі.

Поршнева електростанція забезпечує компенсацію нестачі електричної енергії та нагрівання води для гарячого водопостачання, нагріву води в басейні.

- Зима (опалювальний сезон):

Сонячні панелі генерують близько 1 кВт*год електричної енергії на добу на кожний кВт встановленої потужності. Електроенергія використовується для роботи електроспоживаючого обладнання та зарядки акумуляторів.

Сонячні колектори генерують близько 1 кВт*год теплової енергії на 1 м² колектора. Теплова енергія використовується для опалення, гарячого водопостачання, кондиціонування та інших потреб.

Тепловий насос використовується для опалення, гарячого водопостачання.

Поршнева електростанція забезпечує компенсацію нестачі електричної енергії та нагрівання води для опалення, гарячого водопостачання.

Котел забезпечує потреби опалення, гарячого водопостачання.

Вітрова електростанція залежить від швидкості вітру. В Україні середня швидкість вітру не суттєво коливається протягом року, що обумовлює близьку до рівномірної осередненої генерації.

4. Загальні вимоги

Програмне забезпечення для моніторингу, керування та оптимізації використання енергетичних ресурсів в приватному будинку, який обладнано сонячними панелями, вітровою електростанцією, аккумуляторами, сонячними колекторами, котлом, тепловим насосом, рекуператором, поршневою електростанцією має виконувати вирішувати такі задачі:

- моніторинг та збір даних про потоки всіх енергетичних ресурсів в реальному часі.
- аналіз та обробка даних, включаючи розрахунок прогнозованої виробництва та споживання енергії на базі інтеграції зі службами прогнозу погоди для отримання актуальних погодних даних та прогнозів, а також накопиченої в рамках роботи програми інформації з попередніх періодів.
- автоматичне управління енергетичними системами з метою забезпечення оптимального використання ресурсів.
- візуалізація стану системи через веб-інтерфейс для зручного моніторингу та керування.
- забезпечення безпеки та захисту даних.
- оптимізація за параметрами:
 - мінімізація використання природного газу/рідкого/твердого палива;
 - отримання максимального прибутку за рахунок реалізації виробленої електричної енергії;
 - мінімізація використання енергетичних ресурсів.

Платформа для розробки програмного забезпечення обговорюється. Програмне забезпечення має бути веб-орієнтованим для доступу через веб-браузери на різних платформах. Використання баз даних для зберігання і аналізу даних є обов'язковим.

Програмне забезпечення повинно забезпечувати високий рівень безпеки та захисту даних, що включає в себе захист від несанкціонованого доступу до системи та зашифроване зберігання чутливих даних.

Програмне забезпечення повинно мати інтуїтивний веб-інтерфейс для зручного моніторингу та керування системою. Дані про стан системи повинні бути представлені користувачу у зрозумілій та доступній формі.

Звіт про роботу

Звіт про роботу повинен містити:

1. Титульний лист.
2. Вступ (опис проблеми та мета роботи).
3. Оформлена блок-схема. Розробити логічну блок-схему алгоритму в обраній програмі (наприклад, Draw.io, Microsoft Visio або іншій).
4. Опис роботи системи. Написати детальний опис роботи алгоритму, пояснивши призначення кожного етапу блок-схеми та як це сприяє енергоефективності.
5. Висновки.