

РОЗДІЛ 5. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД

БЕЗПРОВІДНІ МЕРЕЖІ В РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ

Божок О.В., студент, Король С.В., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. В наш час доволі активно розвивається автоматизація будівель, це дозволяє зменшити втрати на освітлення, опалення приміщень, кондиціонування повітря та інші системи в будівлі.

Типова система автоматизації будівель має центральний керуючий пристрій, який збирає інформацію від датчиків (руху, відчинення дверей, температури, тиску, протікання води та ін.), обробляє її та керує обладнанням (освітлення, нагрівачі, кондиціонери, жалюзі, гідро клапани та ін.). Крім того, в сучасних системах стала стандартом наявність графічного інтерфейсу, а також функцій перегляду поточної інформації та історії подій у графічному вигляді.

На вартість системи автоматизації будівель досить суттєво впливає складність кабельної мережі, що об'єднує елементи системи, в деяких випадках прокладання кабелю взагалі не доцільне. В такому випадку оптимальним рішенням є використання бездротової мережі для опитування датчиків та відсилання інформації виконавчим пристроям.

Основні вимоги до безпроводних систем:

- просте масштабування і зміна конфігурації (додавання нових датчиків, виконавчих пристроїв);
- централізована обробка всіх даних з датчиків, що дозволяє керувати всім обладнанням, зберігати історію роботи, а також реалізувати графічний інтерфейс;
- нечутливість до зникнення інтернету (наявність локальної системи керування).

Безпроводні мережі мають суттєві переваги в системах не критичних до часу реакції, які застосовуються при невисокому рівні електромагнітних завад.

Мета роботи. Розробка концепції побудови розподіленої системи автоматизації будівель на основі безпроводної мережі.

Матеріали дослідження.

Огляд існуючих рішень. На даний час використовується ряд стандартів побудови безпроводних систем автоматизації, які мають свої недоліки і переваги.

Z-Wave – це закритий протокол передачі даних, призначений для домашньої автоматизації. Протокол *Z-Wave* був розроблений для квартир і невеликих будинків. Зазвичай такі системи містять від 5 до 100 пристроїв. Основні переваги *Z-Wave* полягають: в простоті конфігурування (не потрібно

розробляти програму керування), малому енергоспоживанні (керування здійснюється короткими командами), готовий набір програмного забезпечення, широкий вибір елементів для побудови системи. Недоліки: закритий протокол, висока вартість пристроїв і середовища для конфігурування та програмування (яке коштує близько 6000 грн) [1].

LPD433 (Low Power Device, які працюють на частоті 433 МГц). Цей тип зв'язку використовується безліччю побутових пристроїв (сигналізації, дистанційні пульти керування побутовими пристроями та іграшками, локальні радіостанції та ін.). Перевагами являється відносно низька ціна та велика дальність при низькому електроспоживанні. Недоліками являється те, що пристрої різних виробників не сумісні між собою, крім того вони заважають один одному.

EnOcean – схожий на Z-Wave стандарт автоматизації будівель (868.3 МГц). Переваги: є стандартизація до прикладного рівня, існують пристрої які працюють на сонячних батареях та п'єзо-індукційних елементах. Недоліки – немає підтвердження доставки пакета, не дозволена частота на території деяких країн.

ZigBee – дуже популярний промисловий протокол. Використовується в деяких країнах як стандарт для збору даних з лічильників та доставки до концентратора. Переваги – добре розвинений, має динамічну маршрутизацію (самоорганізовану мережу, де кожен вузол зберігає лише таблицю зі списком кластерів і найближчих сусідів, який може доставити туди данні). Недоліки – використовує більш завантажену смугу 2.4 ГГц і стандартизований лише до транспортного рівня, що робить пристрої різних виробників несумісними на прикладному рівні.

З розглянутих варіантів жодне рішення не є оптимальним з точки зору вартості рішення, тому розробка дешевших безпроводних пристроїв, які працюють в дозволеному діапазоні частот, є актуальною задачею.

Комунікація між елементами розподіленої системи. Мережа розподіленої системи складається з комутаторів (хостів), які обмінюються інформацією з клієнтами (датчики, виконавчі пристрої). Комутатори можуть об'єднуватися в магістральну мережу до якої підключається керуючий пристрій.

Основні методи комунікації між елементами безпроводних мереж:

1) Всі комунікації проходять через центральний мережевий пристрій. Недоліком цієї мережі для системи з великою кількістю пристроїв є те, що радіус її дії визначається радіусом дії центрального комутатора.

2) Mesh мережа – бездротова мережа побудована на принципі комірок, в якій кожна робоча станція мережі з'єднується одна з одною та може виконувати роль комутатора для інших учасників мережі (активно використовується військовими в польових умовах, де не має налагодженої мережі).

Другий варіант дозволяє значно розширити зону покриття мережі, зменшити витрати на додаткове обладнання і спростити зміну конфігурації мережі, тому він є кращим рішенням для систем автоматизації будівель.

Інтерфейс wi-fi є одним із найбільш розповсюджених і дозволених у всіх країнах, тому він обраний для комунікації між пристроями. Наявність великої кількості пристроїв на цих частотах не буде призводити до значного зниження пропускної здатності каналу, оскільки опитування датчиків виконується через великі інтервали часу (від декількох секунд) і кількість переданих даних за один такт не буде перевищувати 1Кбайт.

Вибір мікроконтролера для керування. Виходячи з необхідності зробити систему якомога дешевшою доцільно мати бездротовий інтерфейс на платі мікроконтролера, для забезпечення комунікації всередині мережі. Виходячи з ціни, розміру і наявності інтерфейсу wi-fi було обрано мікроконтролер ESP8266 (компанії Espressif).

Характеристики модуля: інтегрований 32-розрядний енергозберігаючий мікроконтролер з енергонезалежною пам'яттю; до 16 ліній вводу/виводу, які можуть бути використанні для створення 4 ШІМ каналів, 1 аналогового вводу з 10-бітним АЦП; підтримка wi-fi 2.4 ГГц 802.11 b/g/n, SPI, UART та I2C протоколів; малий розмір модуля (11.5mm x 11.5mm); низьке енергоспоживання в режимі сну (<10uA) з можливістю пробудження за <2мс і по перериванню чи через заданий проміжок часу; діапазон робочих температур від -40°C до + 125°C [2].

Для програмування ESP8266 було обрано середовище Arduino IDE, яке на відміну від NodeMcu (використовує мову Lua) має значну кількість зручних бібліотек і підтримує стандартну мову C++.

В роботі пропонується реалізація безпроводної мережі для системи автоматизації по технології Mesh мережі. Принцип її роботи зображений на рисунку 1. Кожен з пристроїв ESP8266 може працювати як хост чи як клієнт. Пристрій що працює в режимі хоста буде передавати дані напряму до керуючого пристрою через один з інтерфейсів. Всі інші пристрої будуть працювати в режимі клієнта, і, при необхідності – комутатора (передавати інформацію від клієнтів які знаходяться не в зоні дії хоста). За такого принципу роботи покриття мережі може бути значно більшим ніж радіус дії одного пристрою.

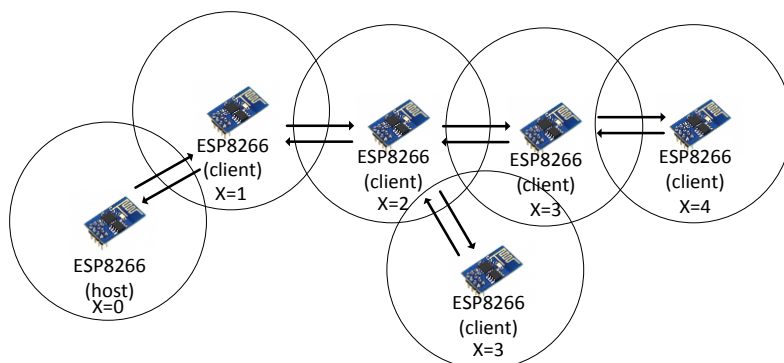


Рисунок 1 – Принцип роботи Mesh мережі

Задачі які потребують вирішення. Передача даних від клієнта до хоста у Mesh мережі потребує доопрацювання. Складність реалізації повноцінної Mesh мережі полягає в тому, що стандартні бібліотеки для ESP8266,

забезпечують передачу даних лише тим, хто знаходиться в зоні дії його wi-fi. При реалізації передачі даних по Mesh мережі необхідно реалізувати 3 режими роботи: мережі, передача даних до хоста та передача даних до клієнта.

Приєднання до мережі. Приєднання до потрібної Mesh мережі є однією з головних задач при проектуванні системи даного типу. Для однозначного підключення до необхідної мережі в енергонезалежну пам'ять чіпу записується префікс (початок назви мережі) та пароль до неї. При увімкненні ESP8266 відбувається сканування всіх мереж з необхідним префіксом, по черговому підключення до кожної з знайдених, передача даних про свій id (унікальний ідентифікатор) і типи підключених датчиків.

Передача даних до хоста. Це можна вирішити таким шляхом: кожен клієнт матиме так званий коефіцієнт віддалення від хоста, назвемо цей коефіцієнт x . Через певний проміжок часу клієнт сканує значення цього коефіцієнту у всіх сусідів. Якщо клієнт в своїй області бачення знаходить хост та підключається до нього, то його $x = 1$, отже він не має проміжних ланок при передачі даних до хоста. Якщо хоста не має в області бачення, для передачі обирається сусід з найменшим « x », а параметр самого клієнта встановлюється рівним $x = \min(x)+1$. Таким чином цей коефіцієнт відповідає найменшій кількості проміжних ланок до головного серверу. Таким чином буде досягатись оптимальний шлях передачі даних до серверу (рис. 1).

Передача даних до клієнта. Проблема відправки даних від хоста до кінцевої точки через оптимальну кількість проміжних ланок є дещо складнішою та вирішується тим, що кожен клієнт буде відправляти серверу дані про те, хто є його сусідом на даний момент. На сервері будується граф та обраховується оптимальний шлях до необхідного клієнта перед відправкою даних.

Для практичної реалізації цього способу необхідно експериментальним шляхом дослідити максимальну доцільну кількість клієнтів в мережі.

Вибір хоста. Одним з можливих алгоритмів роботи мережі є те, що клієнтом обирається шлях до найближчого хоста. Така ситуація можлива при наявності декількох хостів, які підключені до одного сервера (наприклад по локальній мережі).

Іншим варіантом рішення вибору хоста, є вибір по пріоритету або визначається при конфігуруванні клієнта.

Висновки. Представлена концепція організації безпроводної передачі даних у розподілених системах автоматизації будівель буде використана при створенні недорогих, компактних пристроїв (давачів, виконавчих елементів), які підключаються до головного керуючого пристрою через мережу Wi-Fi. Реалізація роботи безпроводної мережі в режимі Mesh дозволить значно збільшити зону покриття мережі при менших затратах на її побудову.

Перелік посилань

1. Mesh-сети - Режим доступу: <http://www.dateline.ru/resources/Публикации/mesh-osipov.pdf> (дата звернення: 13.11.16).
2. ESP8266-Datasheet-EN - Режим доступу: <http://download.arduino.org/products/UNOWIFI/0A-ESP8266-Datasheet-EN-v4.3.pdf> (дата звернення: 19.11.16).