

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії

Горопаха Катерина Віталіївна

**Мікроконтролерна система управління
освітленням "розумного" будинку /
Microcontroller system of "smart" house lighting
control**

напрямок підготовки: 6.050102 - Комп'ютерна інженерія
фахове спрямування - Комп'ютерні системи та мережі
Бакалаврська робота

Виконав студент групи КСМ-42/1
Горопаха Катерина Віталіївна

Науковий керівник:
Ігнатєв І.В.

Тернопіль - 2018

РЕЗЮМЕ

Дипломний проект містить 52 сторінки пояснючої записки, 18 рисунків, 6 таблиць, 2 додатки. Обсяг графічного матеріалу 2 аркуші формату А3.

Метою дипломної роботи є розробка системи управлінням освітленням "розумного" будинку

У дипломній роботі проаналізовано існуючі системи із різними технологіями передачі, збереження та візуалізації даних. Детальний огляд проектів на базі програмно-апаратного комплексу Arduino та датчиків дав змогу розроблено структуру системи, яка б відповідала вимогам поставленого завдання. Створений web-інтерфейс дає змогу переглядати дані в реальному часі, а також за певний період. Система є гнучкою, її можна розширювати додаючи як окремі датчики так і цілі модулі і може бути складовою технології "розумний дім".

Ключові слова: СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ, ARDUINO, WEB-ІНТЕРФЕЙС, МОДУЛЬ, ОСВІТЛЕННЯ.

REZUME

Diploma project contains 52 pages of explanatory note, 18 figures, 6 tables, 2 applications. The volume of graphic material is 2 sheets of A3 format.

The purpose of the thesis is to develop a control system for illumination of a "smart" home

The thesis analyzes the existing systems with different technologies of transmission, storage and visualization of data. A detailed overview of the projects on the basis of the Arduino software and hardware complex and the sensors allowed to develop a system structure that would meet the requirements of the task. The created web-interface allows you to view data in real time as well as for a certain period. The system is flexible, it can be expanded by adding both separate sensors and whole modules and can be part of the "smart home" technology.

Keywords: MONITORING SYSTEM, ARDUINO, WEB-INTERFACE, MODULES, LIGHTING.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 Огляд систем освітлення розумного будинку	11
1.1 Огляд існуючих рішень.....	11
1.2 Архітектура апаратних засобів розумного будинку	15
1.3 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту.....	19
2. Засоби управління системою освітлення розумного будинку	22
2.1 Опис апаратно-програмної платформи Arduino.....	22
2.2. Проектування схеми підключення пристрою.....	24
2.3 Проектування структурної схеми пристрою	27
3 Програмно-апаратна реалізація системи освітлення.....	30
3.1 Розробка системи освітлення розумного будинку.....	30
3.1 Алгоритм роботи пристрою.....	31
3.2 Розробка програмного забезпечення для пристрою	33
3.3 Симуляція та верифікація роботи пристрою	36
4 Техніко-економічне обґрунтування розробки.....	40
4.1 Розрахунок витрат на розробку підсистеми	40
4.2 Визначення експлуатаційних витрат	45
4.3 Розрахунок ціни споживання проектного рішення.....	47
Висновки	51
Список використаних джерел	52
ДОДАТОК А.....	56
Лістинг програмного коду.....	56
Додаток Б. Довідка про використання	61

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

ВСТУП

Електроенергія для сучасного будинку є не тільки одним з основних джерел життя систем будинку, але й однією з основних пунктів витрат бюджету на утримання будинку. У сучасному будинку багато побутової техніки та електронавантаження на систему електроживлення може зростати або знижуватися багаторазово. Чим більше площа сучасного будинку, тим більше розгалуженість системи електроживлення будинку. Здавалося б, система освітлення в будинку є найбільш простий з усіх інженерних систем. Начебто, що може бути складніше провідів в стінах, світильників та вимикачів, але сучасні технології «розумного будинку» дозволяють створити таку систему освітлення, при якій розподіл електроенергії на світлові прилади відбувається в залежності від обраного режиму і часу доби. Такі режими як «Гості», «Нікого немає вдома» та інші, дозволяють розподілити освітлення в залежності від кількості осіб, які знаходять у будинку. В залежності від часу доби автоматичний режим системи освітлення «розумного будинку», за допомогою різних датчиків і таймерів, дозволяє здійснювати включення і виключення освітлення в будинку.

Можливості:

- включення і виключення джерел світла з декількох місць (кількість місць необмежено);
- включення джерел світла на задану потужність (від 0 до 100%), в тому числі і люмінесцентних;
- плавне (з різною швидкістю) включення і виключення світильників, у тому числі і люмінесцентних;
- автоматичне включення і виключення світильників в залежності від присутності людей в приміщенні;

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

- створення світлових сцен (одночасне включення декількох джерел (груп) світла з різною швидкістю на задану потужність, за допомогою однієї кнопки);

- постановка складних світлових рішень для різних потреб (щоденне використання, прийом гостей, задушевна бесіда ...) та їх включення за допомогою однієї кнопки;

- підтримання постійної освітленості в приміщеннях в залежності від рівня природного освітлення;

- автоматичне включення груп світильників при настанні сутінків і їх виключення зі світанком;

- автоматичне перемикання освітлення в режим роботи на неповну потужність у нічний час;

- дистанційне керування освітленням за допомогою бездротових вимикачів і переносних радіо пультів;

- використання для імітації режиму присутності (функціонування в "звичайному" режимі за відсутності господарів).

Отже, основним завданням даної курсової роботи є розроблення системи автоматичного освітлення на основі давача руху з можливістю сповіщення.

					07126/14.00.00.000 ПЗ	10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

теплову енергію, спектр якої знаходиться в інфрачервоному діапазоні і не бачимо людського ока.

Рисунок 1.1 ілюструє розподіл температури людського тіла в інфрачервоному спектрі. Теплова радіація збирається оптичною лінзою і проєктується на інфрачервоні датчики. Зміни теплової радіації, тобто відмінності в температурі, викликані рухом, реєструються датчиками і перетворюються в електричний сигнал. Вбудована в датчик електроніка обробляє отриманий сигнал і виробляє заздалегідь встановлені дії (включення / виключення груп освітлення).

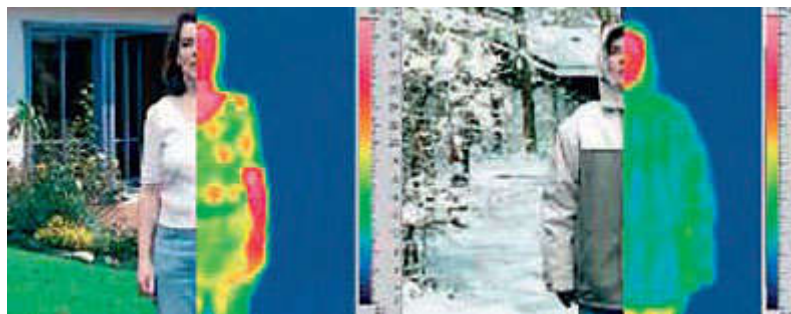


Рисунок 1.1- Розподіл температури людського тіла в інфрачервоному спектрі

Оптична система лінз фіксує теплову радіацію і проєктує дані на інфрачервоний датчик. Область виявлення датчика поділена на активні і пасивні зони. На інфрачервоний датчик проєктуються тільки активні зони. В результаті зміни показань інфрачервоної радіації від однієї активної зони до іншої надсилається сигнал (рисунок 1.2).

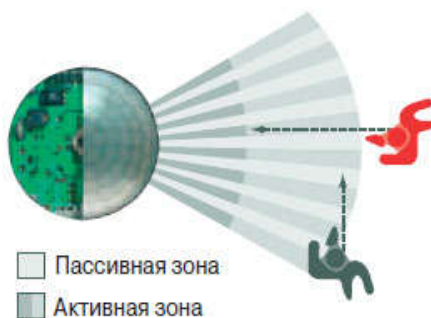


Рисунок 1.2- Активні і пасивні зони інфрачервоного датчика руху

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

Зорієнтуватися у виборі між застосуванням датчика руху або присутності допоможе таблиця. У будь-якому випадку, приймати рішення слід обдуманно, враховуючи різні параметри: від місця передбачуваного розміщення до бажаного сценарію роботи.

Необхідно також брати до уваги дальність дії датчиків і їх чутливість, яка залежить від ряду факторів, здатних змінюватися в залежності від стану навколишнього середовища та інших причин:

- діапазон дії (наприклад, збільшення зони покриття із збільшенням висоти установки датчика) (рисунок 1.3а, 1.3б). У цьому випадку чутливість зменшується, оскільки пасивні та активні зони стають більше (рисунок 1.3б);
- визначення оптимальної діагоналі рухів людини, щоб викликати спрацювання датчика (рисунок 1.2);
- вплив сезонних коливань температури навколишнього середовища. В середині літа відмінність температури навколишнього середовища і тіла людини буде невелика, в той же час взимку велика частина поверхні тіла людини щільно закрита одягом (рисунок 1.1). Також погодні явища, такі як сніг, дощ і туман, поглинають інфрачервоне випромінювання і можуть зменшити діапазон спрацювання датчика (рисунок 1.3а).

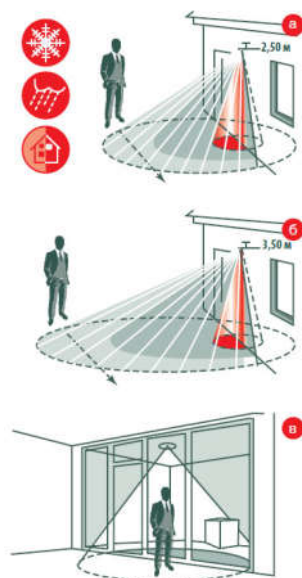


Рисунок 1.3- Зміна дальності дії і чутливості датчиків залежно від деяких факторів

1.2 Архітектура апаратних засобів розумного будинку

Візуальне зображення плати Arduino Uno (рисунок 1.4)



Рисунок 1.4- Вигляд плати Arduino Uno

Arduino Uno побудована на контролері ATmega328. Платформа має 14 цифрових входів / виходів (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ), 6 аналогових входів, кварцовий генератор 16 МГц, роз'єм USB, силовий роз'єм, роз'єм ICSP і кнопку перезавантаження. Для роботи необхідно підключити платформу до комп'ютера за допомогою кабелю USB, або подати живлення за допомогою адаптера AC / DC або батареї.

Платформа даної моделі є найдоступнішою й найпростішою, найкраще підходить для створення невеликих систем, також користується популярністю серед користувачів, які лише починають освоювати програмовані плати й створювати автоматизовані системи, й інші системи контролю і спостереження.

						07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			15

Таблиця 1.2 - Основні характеристики мікроконтролерної плати Arduino Uno.

Характеристики	Значення
Мікроконтролер	Atmega328
Робоча напруга	5 В
Вхідна напруга (рекомендована)	7-12 В
Вхідна напруга (гранична)	6-20 В
Цифрові входи/виходи	14 (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ)
Аналогові входи	6
Постійний струм через вхід/вихід	40 мА
Постійний струм для виводу 3.3 В	50 мА
Флеш-пам'ять	32 Кб (Atmega328) з яких 0.5 Кб використовується для завантажувача
ОЗП	2 Кб (Atmega328)
EEPROM	1 Кб (Atmega328)
Тактова частота	16 МГц

Платформа програмується за допомогою ПЗ Arduino (рисунок 1.5). Детальна інформація знаходиться в довіднику і інструкціях.

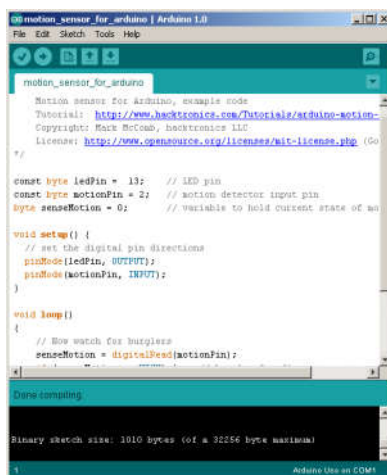


Рисунок 1.5- Програмна оболонка Arduino

Мікроконтролер ATmega328 поставляється з записаним завантажувачем, що полегшує запис нових програм без використання зовнішніх програматорів. Зв'язок здійснюється оригінальним протоколом STK500.

Є можливість не використовувати завантажувач і запрограмувати мікроконтролер через висновки блоку ICSP (внутрішньосхемного програмування). Детальна інформація знаходиться в даній інструкції.

Uno розроблена таким чином, щоб перед записом нового коду перезавантаження здійснювалася самою програмою Arduino на комп'ютері, а не натисканням кнопки на платформі. Одна з ліній DTR мікросхеми ATmega8U2, керуючих потоком даних (DTR), підключена до виводу перезавантаження мікроконтролера ATmega328 через 100 нФ конденсатор. Активація даної лінії, тобто подача сигналу низького рівня, перезавантажує мікроконтролер. Програма Arduino, використовуючи цю функцію, завантажує код одним натисканням кнопки Upload в самому середовищі програмування. Подача сигналу низького рівня по лінії DTR скоординована з початком запису коду, що скорочує таймаут завантажувача.

На Uno є можливість відключити лінію автоматичного перезавантаження розривом відповідної лінії. Контакти мікросхем з обох кінців лінії потім можуть бути з'єднані з метою відновлення. Лінія маркована «RESET-EN». Відключити автоматичне перезавантаження також можливо підключивши резистор 110 Ом між джерелом 5 В і даною лінією. Детальна інформація знаходиться в відповідній гілці форуму.

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

Архітектура системи управління зображена на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Архітектура системи управління

Опис структури системи.

Рівень 1: призначені для користувача системи управління, до них відносять: web- інтерфейс і мобільний пристрій, з яких здійснюється контроль системи і моніторинг показників датчиків

Рівень 2: центральний контролер, дає можливість користувальницької системв взаємодіяти з датчиками і периферією.

Рівень 3: датчики і периферія, знімає показання навколишнього середовища В системі контролю «розумного будинку» моніторинг параметрів здійснюється на підставі показників датчиків температури, вологості. Датчики встановлюються в приміщенні. Інформація з датчиків надходить на локальні контролери, які її обробляють і на основі отриманих даних здійснюють регулюючий вплив. Центральний контролер збирає інформацію з локальних контролерів, за запитом передає її на 1 рівень, приймає і виконує призначені для користувача команди, задає параметри локальним контролерам.

Призначена для користувача система контролю - це різноманітні мобільні і стаціонарні прилади, за допомогою яких Ви можете контролювати клімат в своєму будинку. Це може бути смартфон або персональний

комп'ютер. Для віддаленого доступу до підсистеми потрібно підключитися до мережі і ввести пароль. Крім того, Ви можете здійснювати деякі дії, що управляють за допомогою відправки SMS зі свого мобільного телефону.

Інформація про стан об'єкта управління фіксується датчиком і передається на локальний контролер через певні проміжки часу або по необхідності (наприклад, аварійне спрацювання датчика диму). Центральний контролер задає еталонне значення регульованого параметра локальному контролеру. Локальний контролер функціонально складається з блоку порівняння, блоку прийняття рішення і виконавчого пристрою. У блоці порівняння знаходиться різниця чинного і еталонного значення регульованого параметра. На підставі величини і знака цієї різниці у відповідному блоці приймається рішення про необхідність регулюючого впливу, яке здійснюється виконавчим пристроєм.

Центральний контролер збирає з локальних контролерів дані про стан об'єктів управління, задає локальним контролерам еталонні значення, передає на 1 рівень запитувані параметри, приймає і виконує призначені для користувача команди.

Як видно з функціональної схеми, користувачі безпосередньо можуть завдати параметри локальним контролерам і отримувати від них необхідну інформацію.

1.3 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту.

Система автоматичного освітлення з можливістю сповіщення розробляється на базі програмованої плати Arduino Uno. Для виявлення руху застосовується датчик руху.

					07126/14.00.00.000 ПЗ	19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

За допомогою модулю Ethernet реалізується сервер, на якому можна спостерігати стан PIR-датчика, а також віддалено керувати реле, до якого можна приєднати електричний пристрій і віддалено включати або виключати.

Так при отриманні даних про виявлення руху, дані передаються на модуль Ethernet, а він вже переправляє дані на сервер. Незалежно від сервера, при зафіксованому русі лунає звуковий сигнал, який сповіщає про рух, і замовкає коли рух припиняється.

На сервері реалізується проста браузерна сторінка, котра забезпечує зв'язок клієнта напряду з пристроєм. Так можна переглянути стан виявлення руху. Реалізована кнопка, якою можна керувати через браузер, підключившись до сервера. При потребі можна легко збільшити кількість кнопок, відповідно легко модернізувати свою систему.

Житловий автоматизований будинок тобто розумний будинок (англ. Digitalhome) створений для зручності проживання, у якому використовуються високотехнологічні пристрої сучасного типу. Це система яка повинна розпізнавати конкретні ситуації в будинку і наних реагувати відповідним чином. Завчасно виробленим алгоритмам головний модуль управляє поведінкою підмодулів. Інтелектувальний будинок має основну особливість, яка з'єднує окремі підсистеми в єдиний керований комплекс.

Особливість «розумного будинку» його організацією від інших способів життєвого простору є те, що взаємодія людини з житловим простором, найбільш прогресивна концепція, коли однією командою задає бажану обстановку, у відповідності із зовнішніми і внутрішніми умовами а автоматика задає та відстежує режими роботи інженерних систем і електроприладів.

Виключається необхідність користуватися десятками вимикачів при управлінні освітленням, вентиляційними і опалювальними системами, сигналізації та системами відеоспостереження, при перегляді ТБ, воротами і

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

іншим. «Розумний будинок» обладнаний системою який буде достатньо одним натисканням клавiші пульта ДУ, виконати один із сценарiїв. За побажанням людини будинок налаштує роботу всіх систем часом доби, погодою, зовнішнім освітленням, для комфортного життя.

					07126/14.00.00.000 ПЗ	21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2. ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ОСВІТЛЕННЯ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

2.1 Опис апаратно-програмної платформи Arduino.

Arduino - електроний конструктор, зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв як для новачків так і професіоналів. В усьому світі величезною популярністю користується платформа завдяки її зручності і простоті мови програмування, відкритій архітектурі, програмного коду. Програмується цей пристрій без використання програматорів через USB. Архітектура системи дозволяє вільно копіювати чи доповнювати лінійку продукції Arduino.

Arduino застосовується з можливістю для створення електронних пристроїв прийому сигналів від різних цифрових і аналогових датчиків, і управління різними виконавчими пристроями, які можуть бути підключені до неї. Застосовані на Arduino проекти пристроїв можуть взаємодіяти з програмним забезпеченням або працювати самостійно наприклад (Processing,MaxMSP,Fiah)[1]. Користувач може самостійно зібрати плати або купити в зборі. Доступне для безкоштовного скачування середовище розробки програм з відкритим вихідним кодом. Фірмою SmartProjects виробляється оригінальні плати Arduino. Доступно двадцять версій плат які різняться кількістю аналогових і цифрових виводів та характеристиками мікроконтролера. Для здійснення <physicalcomputing> існує безліч мікроконтролерів та платформ. Пропонують схожу функціональність; BX-24, MIT's Handyboard [1], Netmedla's, Phidgets, ParallaxBasicStamp і багато інших. Об'єднують всі ці пристрої розрізнену інформацію про програмування та укладають її в просту у використанні збірку. В свою чергу Arduino спрощує процес роботи з мікроконтролерами, який має ряд переваг перед іншими пристроями ; Низька вартість, Крос- платформеність процес

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

під (ОС Linux, Windows, Macintosh OSX [2], Програмування просте і зрозуміле для початківців і досвідченим користувачам, Програмне забезпечення з відкритим кодом і можливістю розширення, платформа має чотирнадцять цифрових виходів-входів; шість аналогових входів, шість з яких можуть використовуватись як виходи ШІМ, силовий роз'єм, роз'єм USB, ICSP, кварцовий генератор 16 МГц і кнопка перезавантаження.

В ідеалі Розумний будинок- це система в якій кожен прилад інтегрований в загальну екосистему, проте на відмінності різних протоколів зв'язку приладів, необхідності у здешевленні системи виробником та налаштування під конкретні завдання, відбувається поділ на три основні групи за призначенням .

Мультимедійний простір або мультимедійна система- це цілісна екосистема з мультимедійних пристроїв, розширеними можливостями взаємодії і загальним хабом пам'яті.

Ця концепція заснована на переважаючій функції взаємодії і складається з компонентів як Смарт ТВ з доступом до інтернет ресурсів та додатків, мультимедійний, файловий хаб, система об'ємного звуку, енергозбереження, віддалений контроль пристроїв. З появою Смарт ТВ і хмарних сервісів концепція легко реалізується користувачем без необхідності додаткового придбання окрім самих пристроїв.

З появою доповненої реальності мультимедійного розумного будинку знайшла нове бачення у вигляді шоломів віртуальної реальності. До основних функцій додали модуляцію віртуальних об'єктів на реальність і взаємодіяти з результатом як з цілісним середовищем. Тепер для побудови системи потрібно лише один пристрій додаткових аксесуарів функції системи залежать від вбудованого ПЗ в шолом. Приклад мультимедійної системи на рисунку 2.1.

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

недорогий мікропроцесор з відкритою архітектурою, здатний считувати вхідні дані у вигляді напруги на своїх аналогових контактах. Якщо до певних входів пристрою підключити датчики, то воно буде програмним засобом считувати інформацію з цих контактів.

Arduino призначене для створення електронних пристроїв, що працюють за заданим алгоритмом з можливістю реагувати на зовнішні сигнали. Arduino - це мікро ЕОМ з відкритою принциповою схемою, яка доступна як для підключення інших пристроїв, так і для зміни самої електричної схеми пристрою



Рисунок 2.1 -Плати розширення

Найпростішим засобом отримання даних з Arduino складається в підключенні цього пристрою через USB інтерфейс до персонального комп'ютеру, який буде зчитувати дані так, як ніби вони надходять по COM-порту. Так само цей пристрій може працювати незалежно від персонального комп'ютера при наявності джерела живлення і альтернативного каналу зв'язку. Arduino підтримує підключення плат розширення (рисунок) (Shield), які забезпечують додатковий функціонал.

У роботі були використані додаткові плати розширення, такі як Ethernet Shield (що забезпечує підключення до мережі і розгортання компактного Web-сервера) і GPRS/GSM Shield (використовується для відправлення SMS)

чутливість в кілька разів вище, ніж у попередніх виробів, тому вони реагують навіть на найменший рух. Зазвичай датчики присутності стельового виконання і охоплюють всю кімнату.

					07126/14.00.00.000 ПЗ	29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

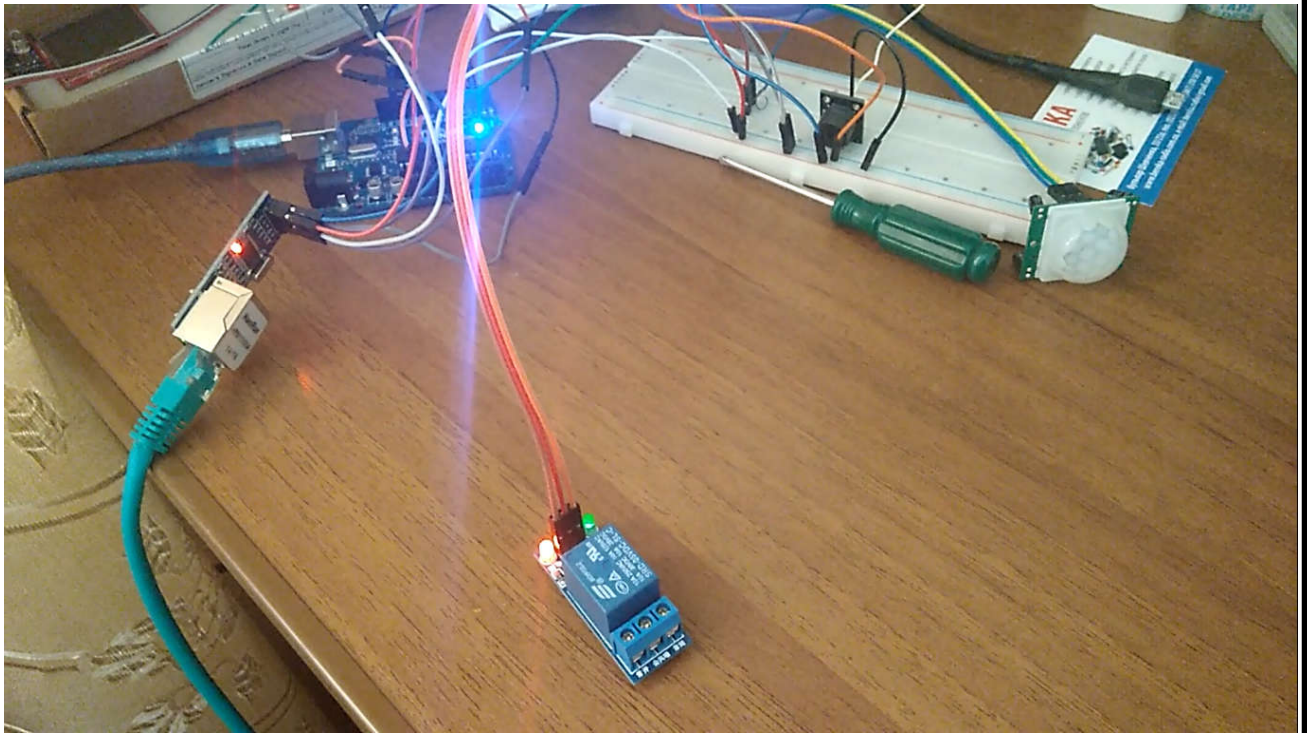


Рисунок 3.1- Розробка системи

PIR-сенсор має 3 виведення: плюс, мінус і вихід. До 7-му виводу Arduino підключаємо вихід PIR-сенсора.

Ethernet модуль ENC28J60 підключається наступним чином: GND - GND під контактом 5V, SCK - 13, SO - 12, VCC - 3.3V, CS - 10, SI - 11. З'єднуємо модуль ENC28J60 кабелем TCP \ IP з роутером.

Модуль Relay підключаємо по аналогії: VCC на + 5 вольт на Ардуіно, GND на будь-який з GND входів Ардуіно, IN на 3 PIN Arduino.

3.1 Алгоритм роботи пристрою.

Алгоритм роботи пристрою лежить в основі, і від нього буде залежати правильність виконання поставлених задач. Щоб реалізувати його роблять

блок схему, яка детально розкриває порядок виконання дій, для отримання потрібного результату.

Блок-схема алгоритму - графічне зображення алгоритму у вигляді пов'язаних між собою за допомогою стрілок (ліній переходу) і блоків - графічних символів, кожен з яких відповідає одному кроку алгоритму. У середині блоку дається опис відповідного дії.

При побудові поведінкової моделі системи використовуються основні принципи структурного підходу - принципи декомпозиції і ієрархічного упорядкування. Поведінкова модель являє собою набір взаємозалежних схем (діаграм) з різним рівнем деталізації, причому з кожним новим рівнем деталізації система набуває все більш закінчені обриси.

На схемах можуть бути присутніми наступні елементи графічної нотації:

- символи даних - вказують на наявність даних, вид носія або спосіб введення-виведення даних;
- символи процесу - вказують операції, які слід виконати над даними;
- символи ліній - вказують потоки даних між процесами і / або носіями даних, а також потоки управління між процесами;
- спеціальні символи - використовуються для полегшення написання і читання схем.

Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок **схема на рисунку 3.2:**

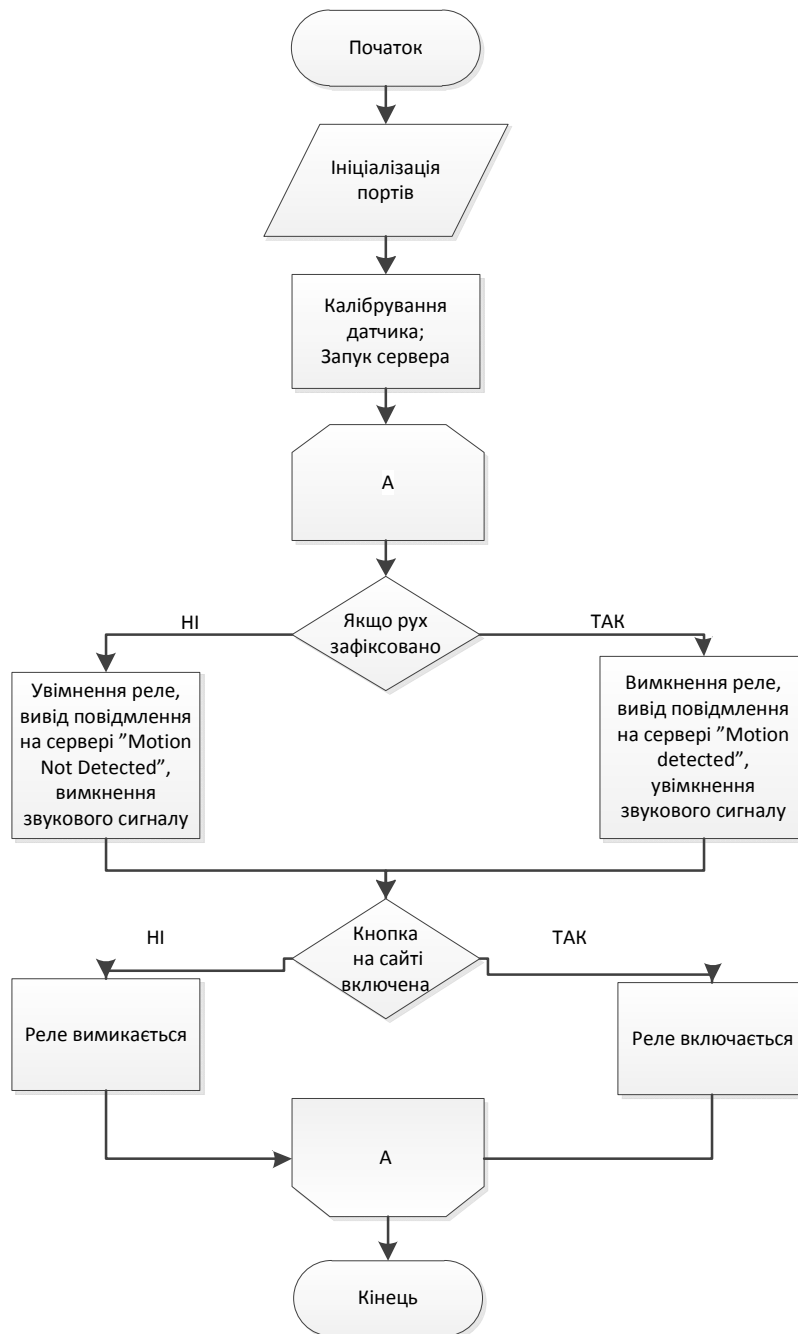


Рисунок 3.2- Блок схема роботи системи

3.2 Розробка програмного забезпечення для пристрою

У скетчі Arduino видно, що датчик проводить самодіагностику, а потім переходить в режим відстеження рухів. Коли рух виявлено, то загоряється світло діод, водночас на сервер передається значення що рух зафіксовано,

включається звуковий сигнал. За Serial Monitor ви можете відслідковувати скільки по часу тривав рух. На сервері реалізована кнопка, яка дає змогу керувати реле без використання датчика руху.

Даний проект можна використовувати як основу для виявлення руху в охоронних сигналізаціях, для включення освітлення, у робототехніці і т.п.

Вихідний код програми arduino.cc:

```
void setup(){
Serial.begin(9600);
Serial.print("calibrating sensor ");
for(int i = 0; i < calibrationTime; i++){
Serial.print(".");
delay(1000);}
Serial.println(" done");
Serial.println("SENSOR ACTIVE");
delay(50);
if (ether.begin(sizeof Ethernet::buffer, mymac,10) == 0);
if (!ether.dhcpSetup());
ether.printIp("My Router IP: ", ether.myip);
ether.staticSetup(myip);
for(int i = 0; i <= 1; i++) {
pinMode(LedPins[i],OUTPUT);
PinStatus[i]=EEPROM.read(i);
digitalWrite(LedPins[i],PinStatus[i]); }}
```

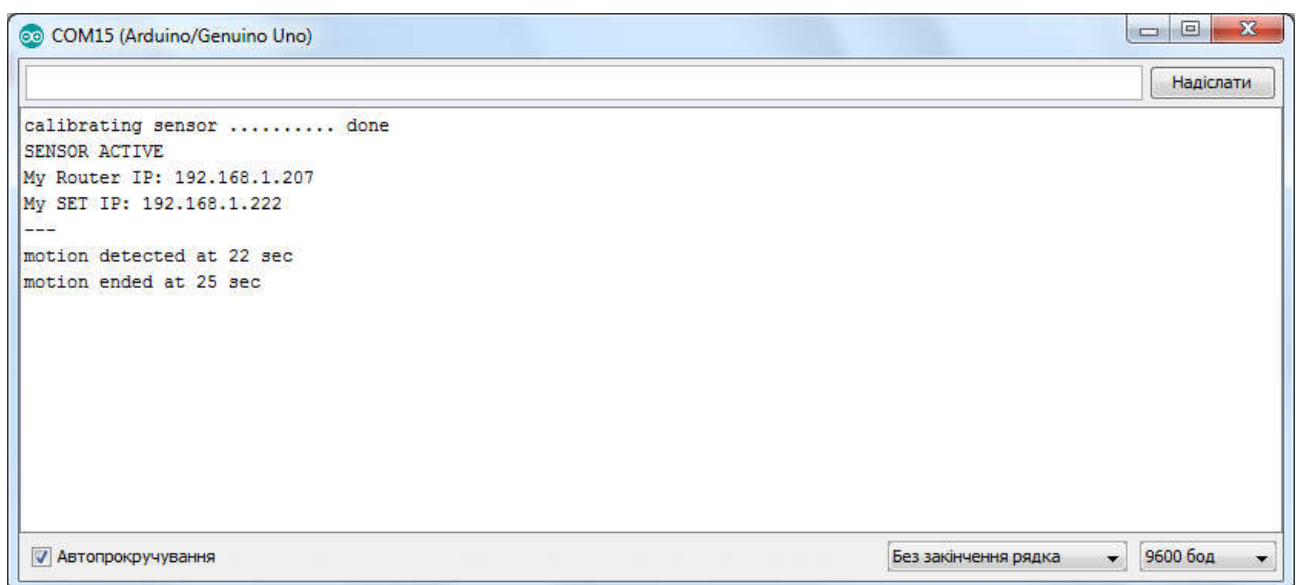
Код пройшов перевірку на логічні і синтаксичні помилки, про свідчить звіт про успішне виконання компілювання(рисунок 3.3).

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

3.3 Симуляція та верифікація роботи пристрою

Після успішного завантаження написаної програми на Arduino, можна поати тестування системи й перевірки чи поставлена задаа вирішена.

Спочатку система ініціалізує всі порти й запускає калібрування датчика. Після калібрування запускається наш сервер. Про успішне виконання свідчить рисунок 3.5



```
COM15 (Arduino/Genuino Uno)
calibrating sensor ..... done
SENSOR ACTIVE
My Router IP: 192.168.1.207
My SET IP: 192.168.1.222
---
motion detected at 22 sec
motion ended at 25 sec
```

Рисунок 3.5- Початок роботи

Далі перевіримо правильне виконання системи при зафіксованому русі й при його відсутності(рисунок 3.6):

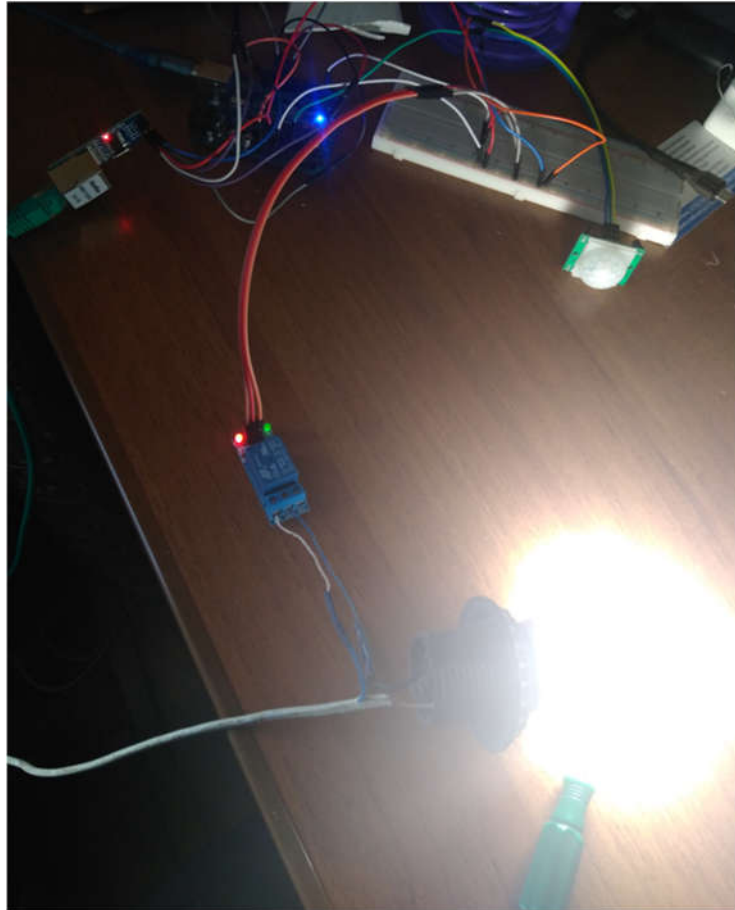
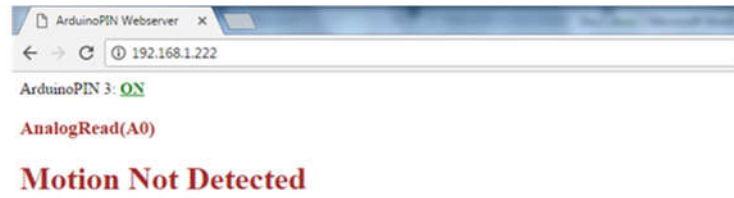


Рисунок 3.7-Реле виключено

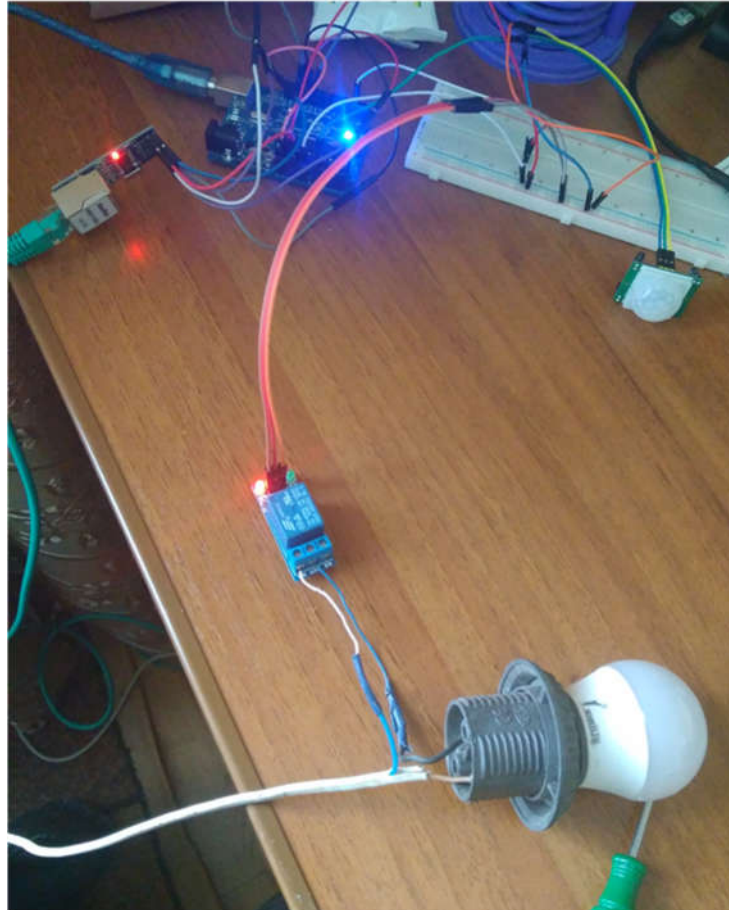
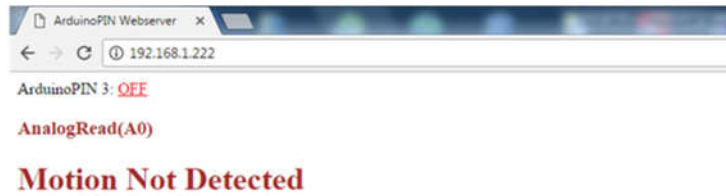


Рисунок 3.8-Реле включено

Підвівши підсумок тестування роботи створеної системи, можна сказати що алгоритм виконання реалізовано правильно, робота з системою зрозуміла і не викликає додаткових питань й незрозумілих моментів.

4.1.3 Відрахування на соціальні заходи

Величну відрахувань у спеціальні державні фонди визначають у відсотковому співвідношенні від суми основної та додаткової заробітних плат. Згідно діючого нормативного законодавства сума відрахувань у спеціальні державні фонди складає 16,4% від суми заробітної плати:

$$B_{\phi} = \frac{16,4}{100} \cdot 1232 = 197,12 \text{ грн.}$$

4.1.4 Розрахунок витрат на матеріали та комплектуючі

У таблиці 4.3 наведений перелік купованих виробів і розраховані витрати на них.

Таблиця 4.3 – Розрахунок витрат на матеріали та комплектуючі

№ п/п	Найменування купованих виробів	Одиниця виміру	Ціна, грн	Кількість купованих виробів	Сума, грн	Транспортні витрати	Загальна сума, грн
1	Реле	шт	45,0	1	45,0	35,0	128,0
2	Папір А4	шт	0,1	50	5,0	0	5,0
3	Езернет модуль	шт	56,0	1	56,0	0	689,0
4	Провідники	уп	8	1	8,0	0	8,0
Разом							820,0

4.1.5 Витрати на використання комп'ютерної техніки

Витрати на використання комп'ютерної техніки включають витрати на амортизацію комп'ютерної техніки, витрати на користування програмним забезпеченням, витрати на електроенергію, що

					07126/14.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			42

$$I = 1232 \cdot 0,1 = 123,2 \text{ грн.}$$

Витрати на розробку програмного забезпечення складають:

$$K_1 = B_{OP} + B_{\Phi} + B_{PB} + H + I, \quad (4.4)$$

$$K_1 = 1547,26 + 253,75 + 157,50 + 2320,89 + 154,73 = 4434,13 \text{ грн.}$$

Витрати на відлагодження і дослідну експлуатацію програмного продукту визначаємо за формулою:

$$K_2 = S_{m.z.} \cdot t_{vid}, \quad (4.5)$$

де $S_{m.z.}$ - вартість однієї машино-години роботи ПК, *грн./год*.

t_{vid} - комп'ютерний час, витрачений на відлагодження і дослідну експлуатацію створеного програмного продукту, *год*.

Загальна кількість днів роботи на комп'ютері дорівнює 30 днів. Середній щоденний час роботи на комп'ютері – 2 години. Вартість години роботи комп'ютера дорівнює 1,25 грн. Тому:

$$K_2 = 1,25 \cdot 60 = 75 \text{ грн.}$$

На основі отриманих даних складаємо кошторис витрат на розробку програмного забезпечення.

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44

Таблиця 4.6- Кошторис витрат на розробку програмного забезпечення

№ п/п	Найменування витрат	Сума витрат, грн.
1	Витрати на оплату праці	2261,1
2	Відрахування у спеціальні державні фонди	197,12
3	Витрати на куповані вироби	820,0
4	Накладні витрати	1848,0
5	Інші витрати	123,2
6	Витрати на відлагодження і дослідну експлуатацію програмного продукту	75,0
Разом		5324,42

4.2 Визначення експлуатаційних витрат

Для оцінки економічної ефективності розроблюваного програмного продукту слід порівняти його з аналогом, тобто існуючим програмним забезпеченням ідентичного функціонального призначення.

Експлуатаційні одноразові витрати по даному проекту і аналогу включають вартість підготовки даних і вартість роботи комп'ютера (за час дії програми):

$$E_{\text{п}} = E_{1\text{п}} + E_{2\text{п}} \quad , \quad (4.6)$$

де $E_{\text{п}}$ - одноразові експлуатаційні витрати на систему (аналог), грн.;

$E_{1\text{п}}$ - вартість підготовки даних для експлуатації системи (аналог), грн.;

$E_{2\text{п}}$ - вартість роботи комп'ютера для виконання проектного рішення (аналог), грн.

Ціна споживання - це витрати на придбання і експлуатацію проектного рішення за весь строк його служби:

$$Ц_{C(П)} = Ц_{П} + B_{(E)NPV} \quad , \quad (4.11)$$

де $Ц_{П}$ - ціна придбання проектного рішення, грн.:

$$Ц_{П} = K(1 + \frac{П_p}{100}) + K_0 + K_k \quad , \quad (4.12)$$

де K - кошторисна вартість;

$П_p$ - рентабельність;

K_0 - витрати на прив'язку та освоєння проектного рішення на конкретному об'єкті, грн.;

K_k - витрати на доукомплектування технічних засобів на об'єкті, грн.;

$$Ц_{П} = 5324,42 \cdot (1 + 0,3) = 6921,3 \text{ грн.}$$

Вартість витрат на експлуатацію проектного рішення (за весь час його експлуатації), грн.:

$$B_{енрв} = \sum_{t=0}^T \frac{B_{eП}}{(1 + R)^t} \quad , \quad (4.13)$$

де $B_{eП}$ - річні експлуатаційні витрати, грн.;

T - строк служби проектного рішення, років;

R - річна ставка проценту банку.

$$B_{енрв} = \sum_{t=1}^5 \frac{3060,0}{(1 + 0,09)^t} = 13759,4 \text{ грн.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					
								07126/14.00.00.000 ПЗ	48

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту одержані наступні результати:

1. Проаналізовано класичні джерела та сучасні наукові роботи, що стосуються систем мікроклімату будинку. Розглянуто основні мікроконтролерні платформи, виділено їх основні характеристики та проведено їх порівняльний аналіз. Здійснено огляд Ethernet модулів, датчиків та існуючих апаратних засобів для розробки системи мікроклімату будинку.

2. Розроблено схему взаємозв'язку програмних модулів системи моніторингу мікроклімату будинку. Розроблено алгоритм системи віддаленого управління опаленням. Розроблено алгоритм системи віддаленого управління опаленням .

3. Програмно реалізовано системи віддаленого управління опаленням з використанням датчика температури та вологості, Ethernet модуля на базі мікроконтролерної платформи Arduino Uno. Програмно реалізовано основні модулі моніторингу мікроклімату на базі Arduino Uno.

					07126/14.00.00.000 ПЗ	51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Что такое Ардуино? | Аппаратная платформа Arduino: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/About>.
2. Arduino – Software: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.cc/en/main/software>.
3. ATmega 328: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/ATmega328>.
4. Евстифеев А.В. «Микроконтроллеры AVR семейства Mega» – Москва – Издательский дом «Додэка - XXI», 2007.-595с.
5. Arduino Uno | Аппаратная платформа Arduino: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>.
6. Подключение датчика температуры и влажности DHT11 к Arduino: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/сенсоры:dht>.
7. Модуль датчика температуры и влажности DHT11 подключение к Arduino: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zelectro.cc/TemperatureHumiditySensor>.
8. Подключение дисплея на базе контроллера PCD8544 к микроконтроллеру AVR: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aterlux.ru/index.php?page=article&art=pcd8544>.
9. Среда разработки Arduino | Аппаратная платформа Arduino: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arduino.ru/Arduino_environment.
10. Широтно-імпульсна модуляція (ШИМ, PWM): [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://smart-home.te.ua/shyrotno-impulsna-modulyatsiya-shim-pwm>.

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

11. Бессарабов Б.Ф. Справочник "Диоды, тиристоры, транзисторы и микросхемы широкого применения"/ Б.Ф. Бессарабов, В.Д. Федюк, Д.В.Федюк / - Изд. «Воронеж», 1994-320с.
12. Чернышев А.Ю. Электронная и микропроцессорная техника: учебное пособие / А.Ю. Чернышев, Е.А. Шутов / – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 135 с.
13. Микропроцессорные системы [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / О. В. Непомнящий, Е. А. Вейсов, Г. А. Скотников, М. В. Савицкая. – Электрон. дан. (4 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – (Микропроцессорные исследования : УМКД № 1626/338–2008 / рук. творч. коллектива О. В. Непомнящий).
14. Евстифеев А.В. «Микроконтроллеры AVR семейства Mega» / А.В. Евстифеев / – Москва – Издательский дом «Додэка - XXI», 2007.-595с.
15. Бессарабов Б.Ф. Справочник "Диоды, тиристоры, транзисторы и микросхемы широкого применения"/ Б.Ф. Бессарабов В.Д. Федюк, Д.В. Федюк/ Изд. «Воронеж», 1994-320с.
16. Allan A. «Distributed Network Data» / A. Allan, K. Bradford / O'Reilly Media, Inc., 2013. — 168 pages.
17. Anderson R. Pro Arduino (+source code) / R. Anderson., D. Cervo / Apress, 2013. - 305 p.
18. Application Note: Event-Driven Arduino. Programming with QP: Document Revision H Quantum Leaps, LLC, July 2013. - 34 p.
19. Barrett S.F. Arduino Microcontroller Processing for Everyone Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems. / S.F. Barrett / Morgan & Claypool Publishers, 2010. — 344 p.
20. Bayle J. C. Programming for Arduino / J. C. Bayle / Packt Publishing, 2013. — 512 p.
21. Böhmer M. Beginning Android ADK with Arduino / Böhmer M. / Apress. 2012.- 310 с.

«Комп'ютерні системи та мережі» / О.М. Березький, Л.О.Дубчак / Під
ред. О.М. Березького. - Тернопіль: ТНЕУ, 2013.–62 с. с

					07126/14.00.00.000 ПЗ	55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ДОДАТОК А

Лістинг програмного коду

```
#include <EtherCard.h>
#include <EEPROM.h>
int calibrationTime = 10;

long unsigned int lowIn;

long unsigned int pause = 5000;

boolean lockLow = true;
boolean takeLowTime;

static byte mymac[] = {
  0xD8,0xD8,0xD8,0xD8,0xD8,0xD8 };

static byte myip[] = {
  192,168,1,222 };

byte Ethernet::buffer[950];
BufferFiller bfill;

int LedPins[] = {
  2,3};

int Rele = 2;

boolean PinStatus[1]; // с 0 до 7.
float Move[]={ 'Y', 'N'};
int i=0;

//-----

const char http_OK[] PROGMEM =
"HTTP/1.0 200 OK\r\n"
"Content-Type: text/html\r\n"
"Pragma: no-cache\r\n\r\n";

const char http_Found[] PROGMEM =
"HTTP/1.0 302 Found\r\n"
"Location: /\r\n\r\n";

const char http_Unauthorized[] PROGMEM =
```

					07126/14.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		56

```

"HTTP/1.0 401 Unauthorized\r\n"
"Content-Type: text/html\r\n\r\n"
"<h1>401 Unauthorized</h1>";

//-----

void homePage()
{
  int sensor0 = analogRead(A0);
  bfill.emit_p(PSTR("$F"
    "<title>ArduinoPIN Webserver</title>"
    "ArduinoPIN 3: <a href=\"?ArduinoPIN3=$F\">$F</a><br />"),
  http_OK,
  PinStatus[0]?PSTR("off"):PSTR("on"),
  PinStatus[0]?PSTR("<font color=\"green\"><b>ON</b></font>"):PSTR("<font
color=\"red\">OFF</font>"));

//-----

if(sensor0>=100){
  bfill.emit_p(PSTR(
    "<meta http-equiv='refresh' content='1'/>"
    "<font color=\"brown\"><h3>AnalogRead(A0)</h3>"
    "<h1>Motion Detected</h1>"));}
else{bfill.emit_p(PSTR(
    "<meta http-equiv='refresh' content='1'/>"
    "<font color=\"brown\"><h3>AnalogRead(A0)</h3>"
    "<h1>Motion Not Detected</h1>"));}
}

//-----
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.print("calibrating sensor ");
  for(int i = 0; i < calibrationTime; i++){
    Serial.print(".");
    delay(1000);
  }
  Serial.println(" done");
  Serial.println("SENSOR ACTIVE");
  delay(50);
}

```



```

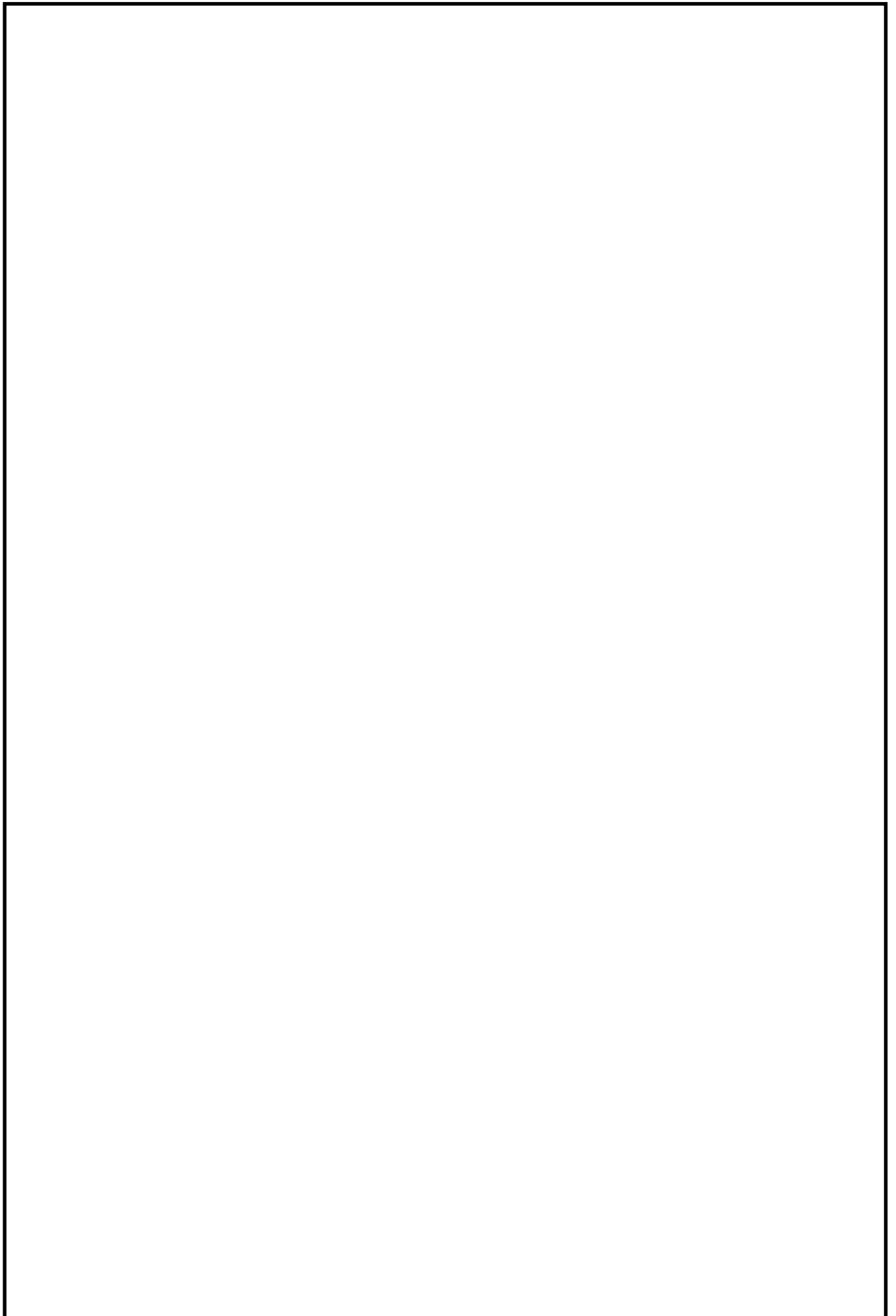
if(!lockLow && millis() - lowIn > pause){
  lockLow = true;
  Serial.print("motion ended at "); //output
  Serial.print((millis() - pause)/1000);
  Serial.println(" sec");
  delay(50);
}
}
if (pos) {
  bfill = ether.tcpOffset();
  char *data = (char *) Ethernet::buffer + pos;
  if (strncmp("GET /", data, 5) != 0) {
    bfill.emit_p(http_Unauthorized);
  }
  else {

    data += 5;
    if (data[0] == ' ') {
      homePage();
    }
    else if (strncmp("?ArduinoPIN3=on ", data, 16) == 0) {
      PinStatus[0] = true;
      digitalWrite(LedPins[1],PinStatus[0]);
      EEPROM.write(0,PinStatus[0]);
      bfill.emit_p(http_Found);
    }
    //-----

    else if (strncmp("?ArduinoPIN3=off ", data, 17) == 0) {
      PinStatus[0] = false;
      digitalWrite(LedPins[1],PinStatus[0]);
      EEPROM.write(0,PinStatus[0]);
      bfill.emit_p(http_Found);
    }
    //-----

    else {
      bfill.emit_p(http_Unauthorized);
    }
  }
  ether.httpServerReply(bfill.position());
}
}

```



					07126/14.00.00.000 ПЗ	60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Додаток Б. Довідка про використання

					07126/14.00.00.000 ПЗ	61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		