

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління
(повна назва)

Кафедра Автоматизації проектування обчислювальної техніки
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

IoT-система життєзабезпечення приміщень кібер-університету

(тема)

Виконав: студент 2 курсу, групи СКСм-18-2
Ковальчук А.Є.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність
123 Комп'ютерна інженерія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Спеціалізовані
комп'ютерні системи

(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Немченко В.П
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____
(підпис)

Чумаченко С.В.
(прізвище, ініціали)

2019 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерної інженерії та управління _____

Кафедра _____ Автоматизації проектування обчислювальної техніки _____

Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Спеціальність _____ 123 Комп'ютерна інженерія _____

Тип програми _____ Освітньо-професійна _____

Освітня програма _____ Спеціалізовані комп'ютерні системи _____

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

« _____ » _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Ковальчуку Артему Євгеновичу _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) _____ IoT-система життєзабезпечення приміщень
кібер-університету _____

The apartment life-support IoT-system of Cyber University _____

затверджена наказом по університету від " 04 " 11 2019 р. № 1624 Ст _____.

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 16.12.2019 _____

3. Вихідні дані до роботи (проекту) _____

Серійні сенсорні IoT-вузли; _____

Плата Arduino Uno _____

Засоби розширення плати _____

Хмарне сховище _____

Протокол зв'язку MQTT _____

Базова топологія Кібер-університету _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі _____

Загальна концепція кібер-університету _____

Інтернет речей: поняття, концепція, сфери використання _____

Загальні принципи автоматизації систем життєзабезпечення _____

Побудова моделі системи автоматизації теплового пункту _____

університету _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) 14 слайдів

6. Консультанти розділів роботи (проекту)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Спец. частина	Проф. каф. АПОТ Немченко В.П.		

7. Дата видачі завдання 03.09.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи (проекту)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Видача теми проекту, узгодження і затвердження	03.09.2019 -10.09.2019	
2	Аналіз проблемної галузі, постановка задачі, вибір інструментальних засобів	10.09.2019 -20.09.2019	
3	Аналіз систем життєдіяльності	20.09.2019 -30.09.2019	
4	Аналіз засобів і методів зв'язку приладів IoT	30.09.2019 -15.10.2019	
5	Дослідження засобів автоматизації	15.10.2019 - 30.10.2019	
6	Побудова функціональної схеми автоматизації ТП	30.10.2019 -10.11.2019	
7	Розробка моделі АТП	15.11.2019 -30.11.2019	
8	Оформлення пояснювальної записки	02.12.2019-15.12.2019	
9	Захист проекту	17.12.2019-24.12.2019	

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи (проекту) _____
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 59 сторінок, 26 рисунків, 4 таблиці, 27 джерел за переліком посилань.

КІБЕР-УНІВЕРСИТЕТ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ARDUINO, АТП, ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ, MQTT

Для вирішення проблеми автоматизації систем життєдіяльності запропоновано використати засоби IoT, хмарних сервісів і можливостей операційної плати Arduino.

Досліджено концепцію кібер-університету, його складові, мету створення і переваги.

Проаналізовано можливості, сфери використання і переваги IoT в сучасному житті, розглянуто методи функціонування системи у концепції розумного будинку. Розглянуто методи автоматизації теплового пункту.

Розроблена модель автоматизованого керування тепловим пунктом—схема АТП, вибрано засоби для реалізації, запрограмовано блоки системи.

ABSTRACT

The explanatory note contains: 59 pages, 26 figure, 4 tables, 27 sources according to the list of links.

CYBER UNIVERSITY, AUTOMATION, ARDUINO, ATP, CLOUD TECHNOLOGIES, MQTT

To solve the problem of automation of life-support systems, it is proposed to use IoT tools, cloud services and capabilities of the Arduino operating board.

The concept of cyber university, its components, purpose of creation and advantages are investigated.

The possibilities, spheres of use and advantages of IoT in modern life are analyzed, the methods of functioning of the system in the concept of a smart home are considered. Methods of heat point automation are considered.

The model of the automated control of a thermal point is developed - the ATP scheme, the means for realization are selected, the blocks of the system are programmed.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 КІБЕРФІЗИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ	11
1.1 ІоТ-системи життєзабезпечення приміщень кіберуніверситету	16
2 КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	18
2.1 Моделі комунікації інтернету речей	21
2.1.1 Модель зв'язку від пристрою до пристрою	21
2.1.2 Модель зв'язку від пристрою до хмари	22
2.1.3 Модель зв'язку від пристрою до шлюзу	23
2.1.4 Модель спільного використання даних на сервері.....	24
3 ПРОТОКОЛ ОБМІНУ ПОВІДОМЛЕННЯМИ MQTT.....	27
3.1 Як працює MQTT: основи	27
3.2 Сфери використання MQTT	29
4 АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УНІВЕРСИТЕТУ.....	31
4.1 Управління через Internet	32
4.2 Дистанційне управління	33
4.3 Управління з комп'ютера	33
4.4 Управління з промислового логічного контролера	34
5 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОПУНКТУ.....	35
6 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ І АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ.....	37
6.1 Апаратна платформа Arduino Uno	38
6.2 Апаратно-програмні засоби Arduino.....	39
6.3 Пристрої розширення Arduino	40
6.4 Входи і виходи	41
6.5 Зв'язок.....	42
6.6 Живлення Arduino.....	43
6.7 Апаратне розширення Arduino. Створення універсального Контролера	44
6.7.1 Збільшення числа аналогових входів.....	45
6.7.2 Збільшення числа аналогових виходів.....	45
6.7.3 Модуль Ethernet для Arduino.....	49

6.8 Апаратна реалізація системи управління.....	49
7 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ.....	54
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	57
ДОДАТОК А графічний матеріал атестаційної роботи.....	60
ДОДАТОК Б Матеріали публікації.....	67
ДОДАТОК В Програмна реалізація.....	68

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

АТП	–	автоматизований тепловий пункт.
СУ	–	система управління.
IoT (internet of things)	–	концепція обчислювальної мережі фізичних предметів («речей»), оснащених вбудованими технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем.
CyUni (Smart Cyber University)	–	кіберсоціальна система Smart Cyber University (CyUni), що характеризується наявністю оцифрованого простору регуляторних правил.
MQTT (message queuing telemetry transport)	–	спрощений мережевий протокол, який працює поверх TCP / IP, орієнтований для обміну повідомленнями між пристроями за принципом видавець-передплатник.
СЖЗ	–	системи життєзабезпечення.
ПЛК	–	промисловий логічний контролер.

ВСТУП

Автоматизація є одним з найважливіших чинників зростання продуктивності праці і зменшення використовуваних ресурсів. Беззаперечною умовою прискорення темпів зростання автоматизації є розвиток технічних засобів автоматизації. До технічних засобів автоматизації відносяться всі пристрої, що входять в систему управління і призначені для отримання інформації, її передачі, зберігання і перетворення, а також для здійснення керуючих і регулюючих впливів на технологічний об'єкт управління.

Інтернет речей вже давно займає провідні позиції з перспективності розвитку в сфері інформаційно-комунікаційних технологій. Скоріше за все, в майбутньому IoT стане найважливішим учасником бізнесу, мати колосальні ресурси в інформаційній сфері і соціальному житті людини, де Інтернет-речі зможуть налагоджувати взаємодію між собою, обмінюватися інформацією про навколишній світ, не потребуючи при цьому втручання людини. Завдяки процесорам і бездротових мереж в частину IoT можна перетворити що завгодно - від таблетки до літака. Це додає рівень цифрового інтелекту пристроїв, які в інакше були б неідеальними, даючи їм можливість взаємодіяти без участі людини.

Ще в 1926 році Нікола Тесла в інтерв'ю журналу «Collier's» заявив, що в майбутньому радіо буде перетворено в якийсь «великий мозок», і, як результат, всі прилади стануть частиною єдиної системи, а засоби управління, завдяки яким ними можна буде керувати, будуть без проблем поміщатися в кишені.

Навіть зараз важко уявити майже будь-яке виробництво без автоматизованих систем і приладів, якими керує всього одна людина. Можливо, у майбутньому інфраструктури цілих міст будуть керуватися засобами IoT.

Не є виключенням і навчальні заклади. Щороку ми бачимо тенденцію, що усі провідні університети прямують до перетворення на так звані «Кібер - університети». Оцифруванню підлягають навчальні матеріали, системи обліку і безпеки.

Звісно, кібер-університет повинен мати і автоматизовану систему життєзабезпечення приміщень. У якій кожна підсистема буде мати можливість управління з одного комп'ютера. Можна буде зробити світліше чи темніше, тепліше чи прохолодніше, змінювати вологість повітря усього з одного пристрою. Це допоможе значно покращити якість навчання, заощадити час та ресурси на управління цими системами

Метою даної роботи є дослідження методів автоматизації систем життєдіяльності кібер-університету за допомогою технології ІоТ.

1 КІБЕРФІЗИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кіберпростір – віртуальна платформа, яка дає змогу створювати комунікації та зв'язки з громадськістю через функціонування сусідніх систем обміну інформацією та забезпечення електронного зв'язку через Інтернет та інші глобальні мережі даних.

Кіберфізична система – це механізм, що керується або відстежується за допомогою комп'ютерних алгоритмів і тісно пов'язаний з мережею Інтернет та її користувачами. В кіберфізичних системах програмне забезпечення тісно пов'язано з фізичними об'єктами.

На сьогоднішній день усе більше і більше сфер нашого життя змінюють свою діяльність в кіберпростір. Обговорюються та з'являються різноманітні концепти кіберфізичних систем, що дозволяють відкрити можливості для інновацій і значних удосконалень в соціальних середовищах і бізнес-процесах. Концепти кіберфізичних систем розробляють або вже успішно використовують у виробничій середі, в охороні здоров'я, у відновлюваній енергетиці, інтелектуальних будівлях, у транспорті, сільському господарстві та інших сферах.

Таким чином викладачами ХНУРЕ була представлена стаття, в якій запропонована кіберсоціальна система Smart Cyber University (CyUni), що характеризується наявністю оцифрованого простору регуляторних правил, точним моніторингом і активним кіберуправлінням, адресованими компонентами науково-освітніх процесів, автоматичним створенням оперативних регуляторних впливів, незалежним від людських факторів прийняттям кібер-рішень з управління фінансами, кадрами та ресурсами життєзабезпечення, виключенням паперових носіїв з усіх сфер науково-освітніх процесів. Таким чином кіберсоціальна система Smart Cyber University (CyUni) зможе надати:

- точний моніторинг і кіберуправління науковоосвітніми процесами;

- незалежні системи прийняття рішень щодо управління фінансовими та кадровими ресурсами;

- автоматичне управління усіма системами інфраструктури та життєзабезпечення;

- виключення паперових носіїв з науково-освітнього процесу.

Мета CyberUniversity-системи - покращення освіти та наукових досягнень вищих навчальних закладів за рахунок утворення системи взаємодії, яка буде регулювати правила цифрового оцінювання та постійного хмарного кіберуправління в області науки та освіти, що дозволить викоринити корупцію, залучитися підтримкою іноземних інвесторів, значно підвищити рівень продуктивності праці і рівень життя конструктивних вчених-професорів, які створюють ринково затребувану продукцію в формі випускників і наукових досягнень. Створення розумного кібер-університету пов'язано з інтеграцією технологій big data, cloud computing, mobile services і cyber physical systems в рамках IoT-системи на основі використання платформ програмування які орієнтуються на сервісі, пропонованих провідними компаніями IBM, Google, Microsoft, NASA, Amazon, Facebook.

Хмарні сервіси Google розподіляються на наступні підгрупи:

- обчислення. До цієї підгрупи входять сервіс розробки додатків, сервіс хмарних обчислень, сервіс управління контейнерами;

- зберігання, що включає хмарне сховище даних, хмарне сховище сервісів, хмара управління даними, хмара великих таблиць (Рисунок 1.1);

- великі дані. Сервіс управління запитами, хмара потоків даних, хмара процедур обробки даних, хмара обміну повідомленнями.

- сервіси включають сервіс створення інтерфейсів, сервіс автоматичного перекладу, сервіс передбачення рішень.



Рисунок 1.1 – Хмарні сервіси Google

Для покриття зазначених вище пунктів кіберсоціальна система університету поділяється на 12 сервісів (Рисунок 1.2):

- хмарний кібер-сервіс захищеного електронного документообігу для забезпечення оцифрованого моніторингу та інтелектуального управління науково-освітніми процесами (створення, реалізація та утилізація документа), в форматі замкнутого циклу: «факт - вимір - оцінка - дія», який викорінює паперові носії за рахунок використання Cloud -Mobile Service Computing, баз даних, цифрових підписів, ID-карток, e-mail та мобільних пристроїв;

- хмарний кібер-сервіс віддаленого голосування e-voting для відстеження громадської позиції; проведення опитувань серед студентів; прийняття рішень на оперативних нарадах, зборах вчених рад, конференціях трудових колективів; проведення виборів експертів, студентського самоврядування, керівництва та педагогів при змінах вакантних посад;

- хмарний кібер-сервіс керування персоналом на основі online моніторингу, створення рейтингу та збору цифрових метрик компетенцій для

оцінки діяльності: студентської групи і всіх категорій співробітників для розробки прозорих регуляторних моральних і матеріальних стимулів, обрання переможців з претендентів на вакантні посади керівного складу та науково-педагогічного складу;

- хмарний кібер-сервіс керування структурними підрозділами на основі online моніторингу, вимірювання та накопичення цифрових метрик компетенцій кафедри, пов'язаних з навчальноосвітніми процесами для створення регуляторних правил, що керують і створюють пакети документів, які необхідні для життєдіяльності;

- хмарний кібер-сервіс оцінювання якості надання освіти і їх складових, online тестування знань і умінь, що виключає неправомірні взаємовідносини між викладачами і студентами під час складання іспитів і заліків;

- хмарний кібер-сервіс керування науковою діяльністю на основі цифрової оцінки діяльності вчених, підрозділів, наукових результатів, проектів і пропозицій по правилам, створеними експертними групами, з метою відкритого і правомірного розподілу фінансів, кадрів і часу між підрозділами і співробітниками;

- хмарний кібер-сервіс надання освітніх послуг у вигляді MOOC онлайн і офлайн курсів, а також управління освітньою діяльністю на основі відкритого розподілу фінансових і тимчасових (кредитних) ресурсів між підрозділами і співробітниками в чіткій відповідності з метричним оцінюванням роботи кожного суб'єкта в актив і імідж університету;

- хмарний кібер-сервіс відстеження і керування науково-освітніми процесами студента в реальному часовому масштабі, створення і зберігання електронної документації для його подальшого супроводження за допомогою створення піндивідуального онлайн-кабінету, пов'язаного з мобільним носієм та електронною поштою;

- хмарний кібер-сервіс виміру і супроводу бакалаврських, магістерських та дисертаційних робіт, а також конкурсних проектів

засновуючись на злитті міжнародних правил оцінювання наукового та практичного значення результатів проведених досліджень з внутрішніми нормами якості, розробленими експертною групою;

- хмарний кібер-сервіс ліцензування та акредитації спеціальностей на основі виміру науково-освітньої діяльності підрозділів і подальшого створення набору документації, потрібного для зовнішньої оцінки належності навчальних процесів;

- хмарний кібер-сервіс онлайн доступу та відстеження присутності викладацького і студентського складу в аудиторіях навчального закладу на основі користування мобільними пристроями і ID-картками, а також електронний банкінг для сплати послуг пов'язаних з освітою і користування внутрішніми кафедральними картками для придбання товарів і послуг в межах зароблених кафедрою засобів;

- хмарний кібер-сервіс захисту інформаційно-фізичного простору університету і санкціонування електронного доступу до всіх кібер фізичних складових та процесів, тісно пов'язаних з життєдіяльністю навчального закладу.



Рисунок 1.2 – Сервіси CyUni

Далі розглянемо сервіс доступу до інфраструктури.

Інтелектуальна система управління інфраструктурою надає можливість моніторингу, управління та автоматизації усіх сфер життєдіяльності університету.

Інфраструктура — комплекс будівель, систем, споруд і служб, необхідних для забезпечення роботи сфер матеріального виробництва та забезпечення умов життєдіяльності суспільства.

Інфраструктура університету включає в себе:

- соціальну інфраструктуру;
- інфраструктуру науково-дослідницької діяльності;
- інформаційну інфраструктуру;
- транспорту інфраструктуру;
- інженерну інфраструктуру.

У даній роботі буде розглянута тема саме інженерної інфраструктури університету.

Інженерна інфраструктура - це комплекс систем і комунікацій, які забезпечують нормальну життєдіяльність університету.

1.1 ІоТ-системи життєзабезпечення приміщень кібер університету

Однією з найважливіших складових інженерної інфраструктури університету є системи життєзабезпечення.

Системи життєзабезпечення (СЖЗ) в будинках - це група інженерно-технічних комплексів і мереж, які дають можливість кожному члену людської спільноти існувати в належних умовах та розв'язують завдання підтримки сприятливого рівня життя. За стандартних умов життя людина майже постійно знаходиться в замкнутому просторі. Саме цьому у приміщеннях повинно бути прийнятна атмосфера для досягнення нормального рівня існування мешканців і роботи працівників. Цих умов потрібно дотримуватися на протязі всього циклу перебування людини в межах будинку, створюючи необхідні ресурси, які споживає людина, і утилізуючи

залишки та відходи.

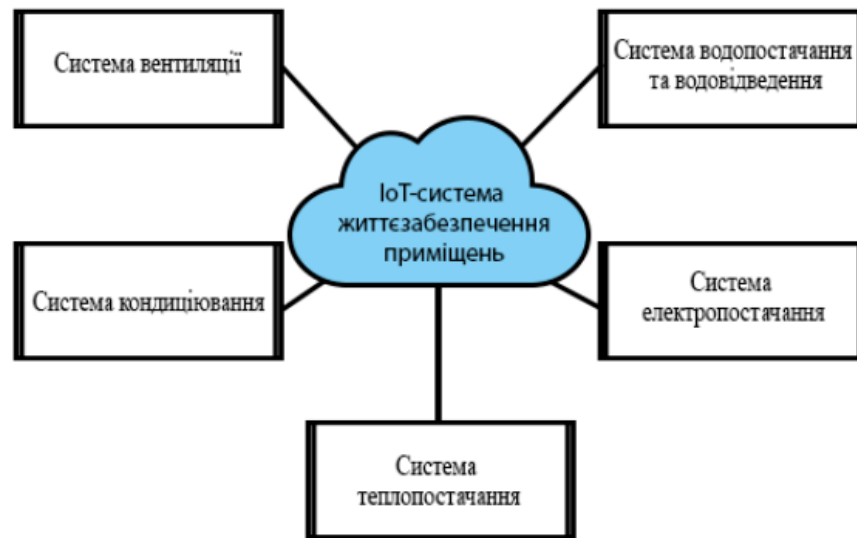


Рисунок 1.3 – Структура IoT-системи життєзабезпечення приміщень кібер-університету

IoT-система життєзабезпечення приміщень кібер-університету (Рисунок 1.3) включає в себе усі підсистеми та організовує їх. Підсистеми мають можливість взаємодіяти між собою, та налагоджувати роботу в залежності від різних факторів.

Кожна система, будь це система вентиляції, кондиціонування, чи будь-яка інша можуть працювати та змінювати свої налаштування без участі людини. Вони аналізують показання різноманітних датчиків і вже посилаючись на результати можуть регулювати «погодні умови» у приміщеннях.

2 КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Сучасна концепція Інтернету речей передбачає спілкування об'єктів, які використовують технології для комунікації між собою та з навколишнім середовищем. Така концепція дозволяє пристроям виконувати певні завдання виключаючи людське втручання. Тому всі пристрої в домогосподарствах, автівках та інших інфраструктурних системах мають обробляти, аналізувати та обмінюватися інформацією, приймати рішення та вживати певні заходи залежно від результатів.

Експерти роблять висновки, що Інтернет речей - одна з найбільш перспективних технологій останніх років, яка сьогодні фактично виробляє сотні новітніх продуктів і призводить до створення нових компаній на ринку, які диктують свої правила ІТ-корпораціям. Споживач не помічає, що він та його друзі чи колеги все не вперше користуються такими пристроями. Крім того, багато українських домогосподарств вже використовують системи розумних будинків з десятками датчиків. Переваги Інтернету речей, які вже доступні і все ще знаходяться в процесі розробки, можна краще продемонструвати, використовуючи приклади, тим більше, що існує багато напрямків, в яких цю технологію можна використовувати.

Термін "Інтернет речей" (IoT) був вперше введений в 1999 році. Сучасна сфера IoT - одна з найважливіших світових тенденцій. Навіть існуючі, старіші, функціонуючі пристрої можуть стати частиною Інтернету та виконувати нові завдання. Недарма ця галузь розглядається як рушійна сила четвертої промислової революції, яка зараз відбувається у всьому світі.

Кількісний перехід від "Інтернету людей" до "Інтернету речей" відбувся у 2008-2009 роках. У цей час кількість пристроїв, підключених до Інтернету, перевищила кількість користувачів Інтернету, і світ поступово вступив у нову фазу технологічного розвитку - Інтернет речей. На думку аналітиків, справжній бум в Інтернеті речей очікується в найближчі роки. За

даними Gartner, до 2020 року кількість підключених пристроїв становитиме 26 мільярдів, а продаж пристроїв, програмного забезпечення та послуг принесе дохід в 1,9 трильйона доларів. Найбільші світові ІТ-компанії, включаючи Intel, Google та інші, вже почали закріпитися в цьому напрямку. Так, у 2014 році Intel створила власний відділ Internet of Things Solutions Group для розробки цього напрямку. На початку 2014 року Google придбав за 3,2 мільярда доларів невелику компанію Nest Labs, яка виробляє інтелектуальні термостати. Спеціалісти Google широко впроваджують на американському ринку IoT-технологій. Виробники побутових пристроїв також займаються розробками у цій сфері.

Одним із прикладів впровадження Інтернету речей є система "розумного дому". Однією з функцій «розумного дому» є система контролю параметрів навколишнього середовища, в залежності від яких контролюється температура в будинку. Взимку обігрівачі регулюють інтенсивність нагрівання залежно від зовнішньої температури, вітру та часу доби без людського втручання, що може значно зменшити споживання енергії.

Сьогоднішня система «розумного дому», мабуть, найбільш тісно зв'язана з Інтернетом речей. Концепція включає використання побутових пристроїв, які вже перейняли цю технологію, таких як термостати, системи відеоспостереження, холодильники, телевізори та багато іншого. Цей сегмент технології базується на використанні ситуаційних, децентралізованих радіомереж. Багато з цих систем вже можна побачити в приватних домогосподарствах та офісах, доступні нові і нові послуги - дистанційний моніторинг через смартфон у власних приміщеннях або автоматичні кліматичні системи управління в будинках.

Основними функціями таких систем є безпека будинку та успішне використання енергоресурсів. Першою можна зазначити до Chui - вдосконалений домофон, який виконує функції електронного швейцара та розпізнає власників будинків за їхніми обличчями та автоматично відкриває

вхідні двері. Chui також може розпізнавати постійних відвідувачів, надсилаючи повідомлення на планшет або смартфон власника. Якщо гість електронному швейцару не знайомий, гаджет надсилає відеоповідомлення на мобільний пристрій замість SMS. Ще один приклад - електронний замок August SmartLock, який дозволяє вашому смартфону увійти до власного будинку. August SmartLock відкривається спеціальними цифровими ключами, які власник дому надсилає всім своїм мешканцям та іншим бажаним гостям. Такі ключі можуть бути постійними, тимчасовими або унікальними.

Інші функції надають Nest, Belkin WeMo та інші. Особливо варто згадати «розумний» кондиціонер розроблений компанією Aros. Відомо, що більшість систем розумного будинку включають клімат-контроль. Однак поки що на ринку не було окремого пристрою, який можна було б використовувати для охолодження повітря в приміщенні, отримавши повідомлення від господаря, що він вирушає додому. Aros дуже перспективний не лише завдяки віддаленому керуванню та гнучкій системі автоматизації, а ще і завдяки тому, що він надзвичайно економічний. За допомогою спеціального програмного забезпечення Aros, користувач може контролювати баланс між приємною температурою в приміщенні та витратами електроенергії і, таким чином, пропонує оптимальний контур охолодження з мінімальним споживанням енергії.

Полегшення повсякденного життя - важлива функція цієї концепції. Один із прикладів – прилад компанії Edyn. Це універсальний садовий інструмент, який надає користувачеві точну інформацію про рівень вологості, інтенсивність світла, температуру верхнього шару ґрунту, насиченість мінералами та багато іншого. На відміну від інших датчиків такого типу, Edyn є повністю автономним щодо енергопостачання: він отримує живлення від вбудованої сонячної батареї та передає результати вимірювань до власної хмарної служби через Wi-Fi. Тому власник має доступ до статистики з будь-якої точки світу, де є доступ до Інтернету.

ІоТ представляє великий інтерес для обробки інформації про об'єкти,

що рухаються, особливо для автотранспорту. Ці технології дозволяють діагностувати експлуатацію транспортних засобів, уникати аварій, замовити необхідні запчастини та дати рекомендації щодо пошуку необхідної станції та встановлення терміну обслуговування транспортного засобу. Варто зауважити, що Intel працює з автовиробниками над розробкою продуктів для підключення автомобілів до хмарних сервісів, інтеграції програм у системи транспортних засобів тощо. Компанія запустила найменший у світі 3G-модем Internet of Things (3G) Intel XMM 6255, який можна встановити за допомогою технологій третього покоління та підключити до сторонніх пристроїв.

2.1 Моделі комунікації інтернету речей

2.1.1 Модель зв'язку від пристрою до пристрою

Модель зв'язку від пристрою до пристрою представляє собою два або кілька пристроїв, підключених і здійснюючих зв'язок один з одним безпосередньо, а не через проміжні сервери додатків. Ці пристрої спілкуються через різні типи мереж, включаючи мережі IP або Інтернет. Однак ці пристрої часто використовують протоколи Wi-Fi, Bluetooth, Z-Wave або ZigBee для встановлення прямого зв'язку від пристрою до пристрою.

Ці мережі зі зв'язком від пристрою до пристрою дозволяють пристроїв, які підтримують певний протокол, здійснювати зв'язок і обмін повідомленнями для виконання своїх функцій. Ця модель зв'язку широко застосовується в таких додатках, як системи домашньої автоматизації, які зазвичай використовують невеликі пакети даних для зв'язку між пристроями з низькими вимогами швидкості передачі даних. Побутові пристрої IoT, такі як лампочки, вимикачі, термостати та дверні замки, обмінюються невеликою кількістю інформації в системі домашньої автоматизації.

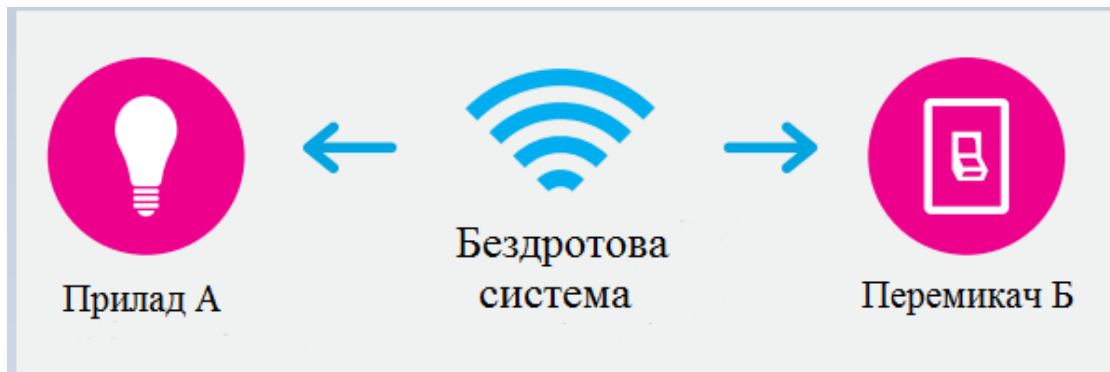


Рисунок 2.1 – Принципова схема моделі «Від пристрою до пристрою»

2.1.2 Модель зв'язку від пристрою до хмари

У моделі зв'язку від пристрою до хмари пристрій IoT підключається безпосередньо до хмарної інтернет-служби, такий як постачальник послуг оренди додатків, для обміну даними і управління комунікаціями. Цей підхід часто використовує існуючі механізми комунікації, наприклад традиційний дротовий Ethernet або з'єднання Wi-Fi для встановлення зв'язку між пристроєм та мережею IP, яка в свою чергу підключається до хмарної служби.

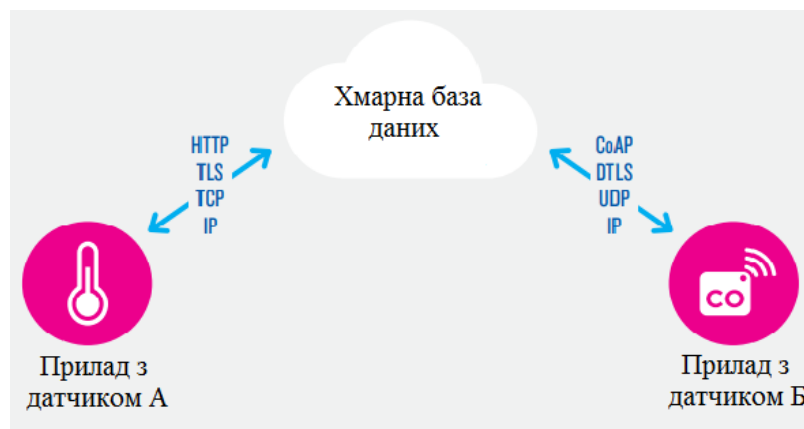


Рисунок 2.2 – Принципова схема моделі «Від пристрою до хмари»

2.1.3 Модель зв'язку від пристрою до шлюзу

У разі моделі від пристрою до шлюзу або, найчастіше, в моделі підключення пристроєм і шлюзом прикладного рівня (ALG) пристрій IoT підключається через службу ALG як канал для використання хмарної служби. Простіше кажучи, це означає, що прикладне програмне забезпечення працює на локальному пристрої шлюзу, який виступає посередником між пристроєм та хмарною службою та забезпечує безпеку та інші функції, такі як перетворення даних або протоколів.

Пристрої які призначені для користувача мають різні варіанти цієї моделі. У багатьох випадках локальний шлюз - це смартфон із додатком для спілкування з пристроєм та передачі даних до хмарної служби. Ця модель часто використовується з популярними споживчими пристроями, такими як браслети для спорту. Ці пристрої не мають прямого підключення до хмарної служби. Тому вони часто використовують програми для смартфонів, які діють як шлюз.

Ще один варіант моделі підключення пристрою до шлюзу - це пристрої, які виконують роль концентратора в додатках для домашньої автоматизації. Ці пристрої використовуються як локальний шлюз між окремими пристроями IoT та хмарною службою. Однак вони також можуть закрити прогалини в сумісності між самими пристроями.

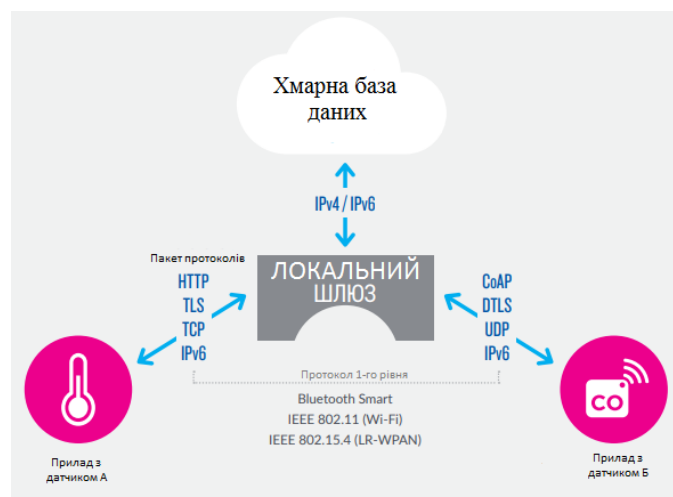


Рисунок 2.3 – Принципова схема моделі «Від пристрою до шлюзу»

2.1.4 Модель спільного використання даних на сервері

Модель обміну даними на серверній основі базується на архітектурі, яка дозволяє користувачам завантажувати та проводити аналіз даних інтелектуальних об'єктів із хмарної служби в сумісності з даними інших джерел. Така архітектура підтримує бажання користувачів надавати доступ третім сторонам до завантажених даними датчиків. Цей підхід відповідає моделі підключення хмара до пристрою, що може призвести до створення вихідної бази даних, в якій "пристрої IoT завантажують дані лише для постачальника програм прокату додатків". За допомогою архітектури обміну даними на стороні сервера ви можете комбінувати та аналізувати потоки даних з одного пристрою IoT.

Наприклад, користувач корпоративного штабу може бути зацікавлений у агрегації та аналізі фактичної потужності та інших даних про електропостачання, отриманих від усіх датчиків IoT та інженерних систем з підключенням до Інтернету. У моделі підключення до хмарних служб окремих пристроїв дані кожного датчика або системи IoT знаходяться в окремій базі. Ефективна архітектура обміну даними на стороні сервера повинна давати можливість компанії легко отримувати доступ та аналізувати хмарні дані, які отримують усі пристрої в будівлі. Крім того, цей тип архітектури дозволяє переносити дані. Завдяки ефективній архітектурі обміну даними на сервері, користувачі можуть переміщувати свої дані під час перемикання між послугами IoT і таким чином долати бар'єри звичайних окремих баз даних.

Модель обміну даними на серверній основі базується на єдиному підході до хмарних сервісів. В іншому випадку для забезпечення сумісності даних хмарних даних з інтелектуальних пристроїв необхідні інтерфейси програмного забезпечення на основі хмар (API).



Рисунок 2.4 – Принципова схема моделі спільного використання даних на сервері

Чотири найважливіші моделі комунікації ілюструють стратегії розвитку зв'язку між пристроями IoT. Окрім технічних аспектів, застосування цих моделей багато в чому визначається відмінностями між власницькими та відкритими пристроями IoT в мережі. І коли ви використовуєте модель зв'язку пристрою зі шлюзом, її головна особливість - це можливість подолати обмеження підключення запатентованих пристроїв IoT. Це означає, що сумісність пристроїв та відкриті стандарти є ключовими для створення та розвитку взаємопов'язаних систем IoT.

За допомогою цих моделей комунікацій ви можете краще зрозуміти потенціал створення цінності для кінцевих користувачів через мережеві пристрої. Загальна цінність пристроїв збільшується, надаючи користувачам більш зручний доступ до своїх пристроїв IoT та їх даних. Наприклад, у трьох з чотирьох моделей зв'язку пристрої встановлюють з'єднання з хмарними службами аналізу даних. Створюючи хмарні канали даних, користувачі та постачальники послуг можуть інтегрувати дані швидше та простіше, аналізувати та візуалізувати їх широко, а також використовувати аналітичні технології прогнозування, щоб скористатися перевагами даних

IoT у традиційних додатках вузькоспеціалізованих баз даних. Іншими словами, ефективні моделі комунікації є важливим фактором додавання цінності послугам кінцевих користувачів через використання нових засобів використання інформації. Незважаючи на ці переваги, є і недоліки. Вибираючи архітектуру, важливо враховувати додаткові витрати для користувачів при підключенні до хмарних ресурсів, особливо в регіонах з високою вартістю послуг зв'язку.

Незважаючи на переваги ефективних комунікаційних систем для користувача, слід зазначити, що ефективні моделі комунікацій IoT також сприяють розвитку технічних інновацій та відкривають можливості для зростання компаній. Для використання раніше існуючих потоків даних IoT можна створити нові продукти та послуги, які служать каталізатором подальших інновацій.

3 ПРОТОКОЛОБМІНУ ПОВІДОМЛЕННЯМИ MQTT

MQTT - це протокол обміну повідомленнями за шаблоном видавець-передплатник (pub / sub). Первинну версію в 1999 році опублікували Енді Стенфорд-Кларк з IBM і Арлен Ніппер з Cirrus Link. Вони розглядали MQTT як спосіб підтримки зв'язку між машинами в мережах з обмеженою пропускнуою спроможністю або непередбачуваним зв'язком. Одним з перших варіантів його використання було забезпечення контакту фрагментів нафтопроводу один з одним і з центральними ланками через супутники.

З урахуванням суворих умов експлуатації протокол зроблений маленьким і легким. Він ідеальний для пристроїв слабкої потужності і з обмеженим часом автономної роботи. До їх числа зараз відносяться і всюдиусці смартфони, і постійно зростаюче число датчиків і підключених пристроїв.

Таким чином, MQTT став протоколом для потокової передачі даних між пристроями з обмеженою потужністю CPU і / або часом автономної роботи, а також для мереж з дорогою або низькою пропускнуою здатністю, непередбачуваною стабільністю або високою затримкою. Саме тому MQTT відомий як ідеальний транспорт для IoT. Він побудований на протоколі TCP / IP, але є відгалуження MQTT-SN для роботи по Bluetooth, UDP, ZigBee і в інших мережах IoT, відмінних від TCP / IP.

MQTT - не єдиний у своєму роді протокол обміну повідомленнями pub/sub в реальному часі, але він вже набув широкого поширення в різних середовищах, які залежать від міжмашинного зв'язку.

3.1 Як працює MQTT: основи

Система зв'язку, побудована на MQTT, складається з сервера-видавця,

сервера-брокера і одного або декількох клієнтів. Видавець не вимагає яких-небудь налаштувань за кількістю або розташуванням передплатників, які отримують повідомлення. Крім того, передплатникам не потрібно налаштування на конкретного видавця. В системі може бути кілька брокерів, що поширюють повідомлення.

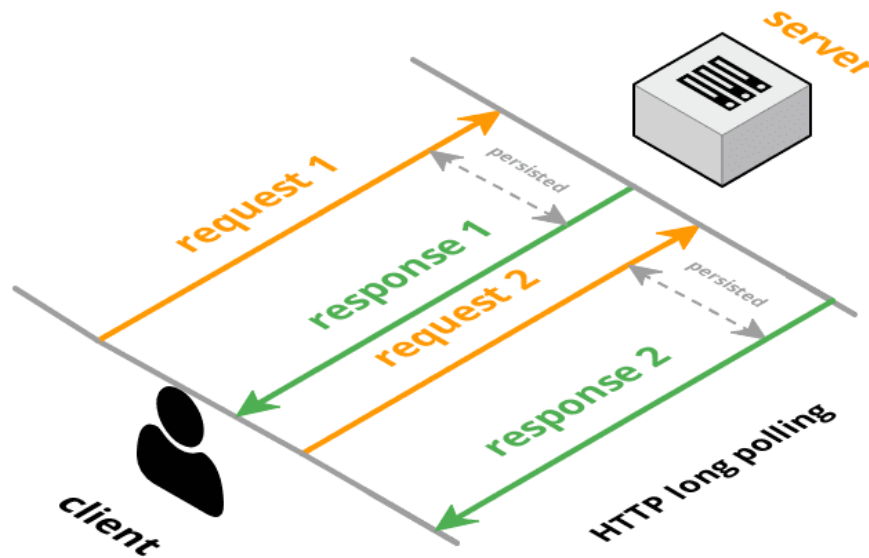


Рисунок 3.1 – принцип роботи MQTT

MQTT надає спосіб створення ієрархії каналів зв'язку - свого роду гілку з листям. Всякий раз, коли у видавця є нові дані для поширення серед клієнтів, повідомлення супроводжується приміткою контролю доставки. Клієнти більш високого рівня можуть отримувати кожне повідомлення, в той час як клієнти більш низького рівня можуть отримувати повідомлення, що відносяться тільки до одного або двох базових каналах, «відгалужується» в нижній частині ієрархії. Це полегшує обмін інформацією розміром від двох байт до 256 мегабайт.

Будь-які дані, опубліковані або отримані брокером MQTT, будуть закодовані в довічному форматі, оскільки MQTT є бінарним протоколом. Це

означає, що для отримання справжнього вмісту потрібно інтерпретувати повідомлення.

Брокери MQTT іноді можуть накопичувати повідомлення, пов'язані з каналами, у яких немає поточних передплатників. У цьому випадку повідомлення будуть або відкинуті, або збережені, в залежності від інструкцій в керуючому повідомленні. Це корисно в тих випадках, коли новим абонентам може знадобитися найостанніша записана точка даних, замість того, щоб чекати наступної відправки.

Примітно, що MQTT передає облікові дані безпеки відкритим текстом, інакше не підтримується аутентифікація або функції безпеки. Ось де вступає в гру фреймворк SSL, допомагаючи захистити передану інформацію від перехоплення або інший подробиці.

Основні особливості протоколу MQTT:

- асинхронний протокол;
- малі за розміром повідомлення;
- можливість роботи в умовах нестабільного зв'язку на лініях передачі даних;
- підтримка кількох рівнів якості обслуговування (QoS);
- легке підключення нових пристроїв.

3.2 Сфери використання MQTT

Оскільки додатки IoT нині впроваджуються в величезних масштабах, MQTT потрапив в центр уваги як відкритий, простий і масштабований спосіб розгортання розподілених обчислень і функціональності IoT для ширшої призначеної для користувача бази - як на споживчому, так і на промисловому ринках.

Як зазначено вище, MQTT - легкий протокол обміну повідомленнями, побудований для ненадійних мереж і пристроїв з обмеженнями на джерело живлення і CPU. Однак це не означає, що зв'язок з потенційною втратою

пакетів - його єдиний додаток. MQTT надає різні рівні обслуговування для різних типів інфраструктури IoT, від повторюваної вибірки даних до управління промисловими машинами:

а) дані датчиків навколишнього середовища: як уже згадувалося, MQTT підтримує модель доставки повідомлень «не більше одного разу». У мережах з частковим покриттям території або високою затримкою це означає, що інформація може бути втрачена або дублюватися. В областях, де вилучені датчики записують і передають дані з заданими інтервалами, це не є проблемою, так як нові свідчення надходять на регулярній основі. Датчики у віддалених середовищах - зазвичай малопотужні пристрої, що робить MQTT ідеальним рішенням для сенсорів IoT з відносно низьким пріоритетом передачі даних;

б) дані про працездатність машин: для швидкого реагування на виникаючі проблеми і запобігання простоїв. Наприклад, для вітроелектричної установки потрібна гарантована доставка поточних показників про працездатність місцевим командам ще до того, як ця інформація потрапить в центр обробки даних. У таких ситуаціях доставка повідомлень «принаймні один раз» гарантує, що відповідні прапори своєчасно помітять потрібні фахівці, навіть якщо вони надходять як дублікати. Це важливо для міжмашинна зв'язку з більш високим пріоритетом;

с) білінгові системи: є ще більш пріоритетні і точні повідомлення, які потрібно правильно обробляти. У бізнес-ситуаціях, де дублювання записів неприйнятно, в тому числі в білінгових системах, стане в нагоді прапор QoS передачі «точно один раз». Це усуває дублювання або втрату пакетів в системах виставлення рахунків або білінгу, скорочує кількість аномалій і непотрібних протиріч за погодженням.

4 АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УНІВЕРСИТЕТУ

Важливим етапом у розробці автоматизованої системи управління є аналіз систем життєзабезпечення університета як об'єкта керування, тобто виявлення всіх істотних вхідних, вихідних і обурюючих змінних (Рисунок 4.1).

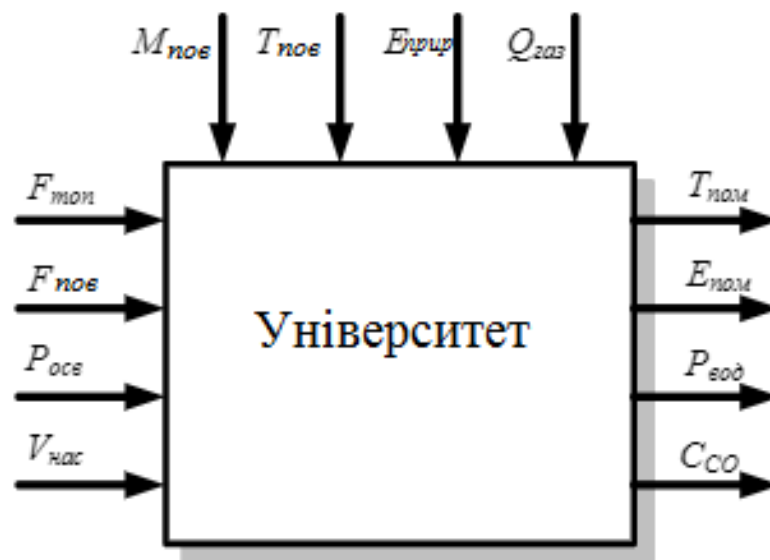


Рисунок 4.1 – Університет як об'єкт управління

З урахуванням реальних умов, всі істотні фактори, що впливають на життєзабезпечення і комфортний стан людини в університеті, розбиваються на наступні групи.

- Керуємі обурення це ті обурення, які можна виміряти:
 - а) температура $T_{нов}$ повітря;
 - б) вологість $M_{нов}$ повітря навколишнього середовища;
 - с) природна освітленість зовні будівлі $E_{прир}$ т.п.
- Неконтрольовані обурення - обурення, які неможливо або недоцільно

вимірювати безпосередньо. Прикладом таких обурень може бути:

- а) зміна якісного складу природного газу $Q_{газ}$;
- б) забруднення внутрішніх повітряних фільтрів $Q_{фiл}$ т.п.

- Керуємі змінні - змінні, на які можливо впливати за допомогою керуючих змінних з метою досягнення заданого режиму роботи установки.

Як приклад можна виділити наступні керовані параметри:

- а) температура повітря $T_{пов}$;
- б) освітленість $E_{ном}$ в приміщеннях будівлі;
- с) тиск води в системі водопостачання $P_{вод}$;
- д) концентрація чадного газу ССОі т.п.

- Керуючі змінні - змінні, які можливо змінювати і через них впливати на керовані змінні. У нашому випадку до них відносяться:

- а) кількість $F_{топ}$ води для підтримки заданого значення температури в системі опалення;
- б) швидкість обертання водяного насоса $V_{нас}$ т.п.

На шляху до кібер-університету автоматизація цих систем є необхідним етапом.

Таким чином, необхідно дослідити методи автоматизації цих систем.

4.1 Управління через Internet

Система «Smart house» - це набір простих механізмів, що підтримують SNMP, SMTP, TCP / IP і Web-інтерфейс на основі протоколу HTTP, що використовуються для менеджрування, конструювання і контролю роботи з будь-якого типового пристрою (комп'ютера, планшетного ПК, ноутбука, мобільного телефону) як локальною мережею, так і через інші її види: мобільна мережа / GPRS, Wi-Fi тощо. Слід підкреслити, що є можливість керування пристроями і самостійно, і також за допомогою особливого контролера (сервера), що зміг би спростити керування, використовуючи прогресивні можливості Web-інтерфейсу (Ajax, Flash). Це є один з

найважливіших аспектів, бо в Ethernet відсутні обов'язкові майстри мережі, тому усі пристрої мають можливість контактувати один з одним без посередників і залишатися доступними для менеджрування у разі будь-яких можливих несправностей з базовим контролером. Багато світових компаній високого рівня, що пропонують системи автоматизації будинку, починають переводити свої товари на технології Ethernet і TCP / IP, бо це більш комфортно, швидко, помірно за ціною і нескладно. До того ж, світовий ринок надає широкий асортимент товарів для звичайних і просунутих користувачів: розетки, роз'єми, кабелі UTP / STP / FTP, прилади, вибірку їх аксесуарів, коробки, інструменти. Доступ до цього є в навіть найбільш віддалених країнах, саме це дозволяє недорого і швидко обслуговувати системи навіть дуже високої складності.

4.2 Дистанційне управління

Задля комфортного керування побутовою технікою вдома, був створений пульт дистанційного управління, який дозволить поєднати в собі контроль роботи телевізора, супутникового ресивера, музичного центру та відеопроектора на дистанції. Також він має функції вмикання або вимикання тієї ж або іншої техніки: освітлювальних приладів; модернізованих електричних розеток, нагрівальних елементів як праска або чайник. Легкою комбінацією декількох кнопок ви можете відкрити ворота, увімкнути систему охорони і безпеки, відрегулювати температуру у кімнатах і навіть проконтролювати водопостачання у помешканні.

4.3 Управління з комп'ютера

За допомогою зручного програмного забезпечення, яке працює в середовищі операційної системи, ви можете активувати та дезактивувати певні режими системи розумного дому, налаштувати їх роботу, читати та

друкувати журнал повідомлень. Центральний блок управління є важливим елементом системи. Комп'ютер дає можливість універсальності, гнучкості, розширюваності та простоту використання. За допомогою комп'ютера ви можете вирішити найрізноманітніші завдання в одній системі. Велика кількість доступного програмного забезпечення, бібліотек та фреймворків надають системі відмінну функціональність. Комп'ютер пропонує майже все для апаратної та програмної інтеграції різних елементів в єдину систему. Сучасні тенденції виробників пристроїв які націлені на використання широко розповсюджених протоколів та стандартів (RS232, USB, Ethernet, TCP / IP, Wi-Fi), що використовуються в комп'ютерному світі, сприяють інтеграції блоків та створенню системи розумного дому. Розумний дім слід не тільки розуміти як інструмент комунікації, управління кліматом та пристроями, середовище для обміну та трансформації даних, медіа-сервер, контент-сервер, який не тільки економить енергію та покращує комфорт, але й засіб розваги та спілкування, які дозволяють підвищити рівень життя.

4.4 Управління з промислового логічного контролера

Як і будь-яка автоматизована система, система «Розумний дім» базується на трирівневому принципі: нижній рівень (датчики температури, силові контактори та реле), середній рівень - використовує програмований логічний контролер, вихідні модулі та модем GSM. Верхній рівень (HMI, SCADA) містить панель управління та серверний комп'ютер, на якому реалізований веб-інтерфейс.

5 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОПУНКТУ

Впровадження обладнання та пристроїв, що автоматизують виробничі процеси, в повній мірі торкнулося теплоенергетичної галузі та зокрема теплових пунктів. Автоматизація ЦТП і ІТП - це встановлення на елементах тепломережі пристроїв, що дозволяють здійснювати збір і зберігання інформації про стан обладнання, передавати дані в систему диспетчеризації, забезпечувати регулювання і управління технологічними параметрами роботи теплових пунктів в автоматичному режимі і вирішувати інші завдання.

Проектування теплових пунктів та монтаж ІТП в наш час здійснюється, як правило, з урахуванням використання комплексів автоматизації. Однак автоматизація ІТП може проводитися і в рамках модернізації діючого обладнання.

Автоматизація теплових пунктів дає можливість:

- зменшити і оптимізувати витрати теплоносія;
- знизити енергоспоживання;
- підтримати високу точність дотримання технологічних параметрів;
- збільшити міжсезонні цикли в 1,5-2 рази і термін служби обладнання

в цілому;

- зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій;
- включити теплоенергетичний об'єкт в централізовану систему диспетчеризації.

Автоматизований тепловий пункт:

- регулює подачу теплоносія в системи опалення в залежності від температурних параметрів зовнішнього середовища;
- обмежує максимальні витрати теплоносія;
- підтримує необхідний перепад тиску в трубопроводах теплової мережі;
- підтримує задану температуру теплоносія.

Використання автоматики в обладнанні теплового пункту приносить відчутний позитивний економічний ефект. Його можна досягти за рахунок скорочення витрат на аварійно-ремонтні роботи, збільшення терміну служби обладнання, економії теплової та електричної енергії, зменшення чисельності обслуговуючого персоналу. Підраховано, що на тепломережах з автоматизованими ТП в порівнянні зі звичайними зменшуються витрати на:

- паливо, що використовується для виробництва одиниці тепла - на 20-30%;
- електроенергію, яка використовується на поставку тепла - на 30-40%;
- теплові втрати - на 70%.

Серед недоліків автоматизованого теплового пункту - залежність від зовнішнього енергопостачання.

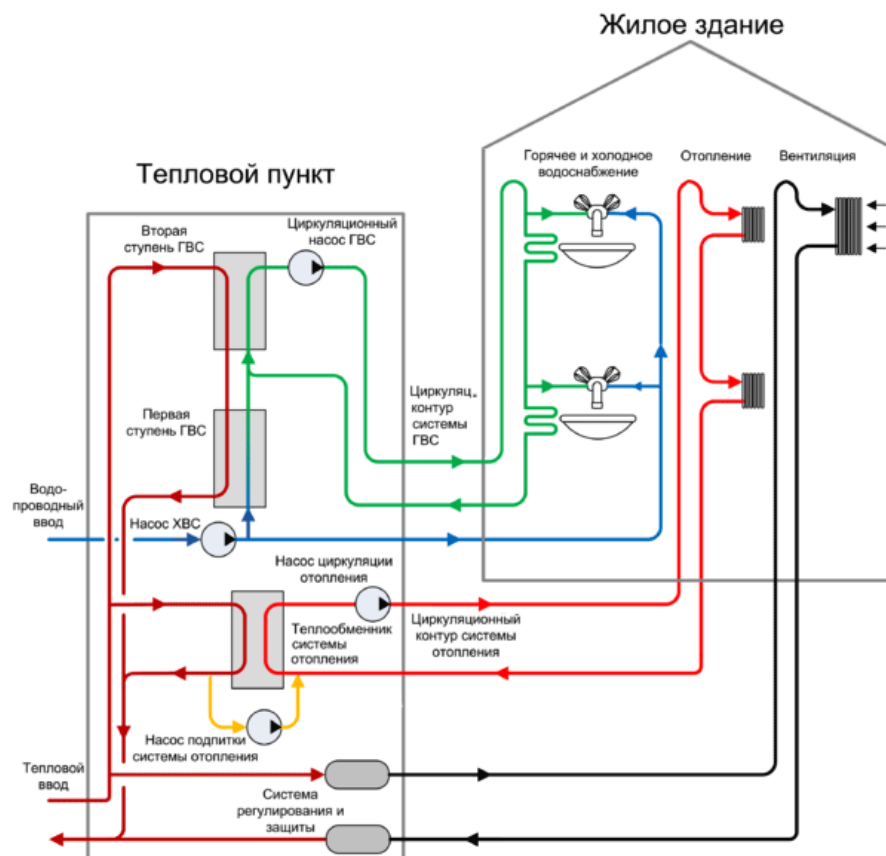


Рисунок 5.1 – Принципова схема теплового пункту

6 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ І АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Повна функціональна схема ОУ зображена на рис.6.1.



Рисунок 6.1 - Функціональна схема органа управління

В даному ОУ можна виділити основні пункти:

- електромагнітний клапан. У будинку є загальне водяне опалення. Подача води в водопровід приміщення регулюється електромагнітним клапаном;
- хмарне середовище IBM Watson IoT Platform;
- контролер. Отримує інформацію про температуру в приміщенні;
- датчик температури повітря зовні;
- датчик температури занурювальний (Вимірює температуру гарячої води).

Система здійснює автоматичне регулювання температури шляхом подачі напруги на котушку електромагнітного клапана.

Необхідна температура задається користувачем. Для денного і нічного часу можуть бути різні необхідні температури.

Взаємодія з системою здійснюється з хмарного сервісу.

6.1 Апаратна платформа Arduino Uno

Arduino – компанія з програмним забезпеченням з відкритим кодом, спільнота проектів та користувачів, яка розробляє та виготовляє однопланові мікроконтролери та набори мікроконтролерів для побудови цифрових пристроїв. Її продукція ліцензується за Ліцензією загальної публічної ліцензії GNU (LGPL), що дозволяє виробляти плати Arduino та розповсюджувати програмне забезпечення будь-ким. Дошки Arduino випускаються у продажу в заздалегідь зібраному вигляді або як комплекти "зроби сам" ("роби сам").

За допомогою Arduino ви можете створювати окремі інтерактивні об'єкти та підключатися до програмного забезпечення, яке працює на вашому комп'ютері. Інформація про оплату (креслення друкованої плати, технічні характеристики статті, програмне забезпечення) є загальнодоступною і може бути використана для самостійного створення плати.

Таблиця 6.1 - Характеристики Arduino UNO.

Основні критерії	Значення
мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Напруга живлення (рекомендований)	7-12В
Напруга живлення (граничне)	6-20В
Цифрові входи / виходи	14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів)
Аналогові входи	6
Максимальний струм одного виведення	40мА
Максимальний вихідний струм виводу 3.3V	50мА
Flash-пам'ять	32 КБ (ATmega328) з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем
SRAM	2 КБ (ATmega328)
EEPROM	1 КБ (ATmega328)
Тактова частота	16МГц

Однією з сильних сторін Arduino є крос-платформеність. Програмне забезпечення Arduino працює на операційних системах Windows, Macintosh OSX та Linux, тоді як більшість схожих систем базується лише на Windows.

Текож слід зазначити переваги відкритого програмного забезпечення. Пристрої Arduino базуються на мікроконтролерах Atmel ATmega8 та ATmega168. Оскільки всі схеми Arduino випускаються за ліцензією Creative Commons, досвідчені інженери та розробники можуть створювати власні версії пристроїв на основі існуючих версій. І навіть прості користувачі можуть збирати прототипи Arduino, щоб краще зрозуміти, як вони працюють, і заощадити гроші.

6.2 Апаратно-програмні засоби Arduino

Плата Arduino складається з мікроконтролера Atmel AVR та елементів для програмування та інтеграції з іншими пристроями. Багато плат мають лінійний регулятор напруги + 5 В або + 3,3 В. Тактування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц за допомогою кварцового резонатора. Мікроконтролер має інтегрований завантажувач (bootloader), для виключення необхідності зовнішнього програматора.

Концептуально всі карти програмуються через RS-232 (послідовне з'єднання), але реалізація цього методу відрізняється від версії до версії. Нові плати можна програмувати через USB, що стає можливим завдяки мікросхемі конвертера USB-to-Serial FTDI FT232R. На платформі Arduino Uno контролер Atmega8 в пакеті SMD використовується як конвертер.

За допомогою цього рішення ви можете запрограмувати конвертер так, щоб платформа була негайно розпізнана як миша, джойстик або інший пристрій за вибором розробника з усіма необхідними додатковими сигналами управління. У деяких варіаціях, таких як Arduino Mini або неофіційний Boarduino, для програмування потрібно підключення окремої плати USB-to-Serial або кабеля.

Плати Arduino дають можливість використовувати велику кількість виводів мікроконтролера як вхідні/вихідні контакти у зовнішніх схемах.

6.3 Пристрої розширення Arduino

Сумісні карти Arduino та Arduino Uno розроблені таким чином, що їх можна розширити, якщо необхідно, додавши до пристрою нові компоненти («щити»). Ці плати розширення підключаються до Arduino через встановлені на них штифтові з'єднання. Існує ряд уніфікованих плат, які дозволяють платі процесора та платі розширення жорстко з'єднуватися зі стеком за допомогою штирових роз'ємів. Також доступні плати зі зменшеним (наприклад, Nano, Lilypad) та спеціальним (для завдань робототехніки) форм-фактором.

Сторонні виробляють широкий спектр датчиків і виконавчих пристроїв, які так чи інакше сумісні між собою і з процесорними платами Arduino.

Сторонні виробники також виготовляють набори електромеханічних елементів, які працюють з платами Arduino (як правило, за допомогою спеціальних плат драйверів) - мотори, електромагніти тощо.

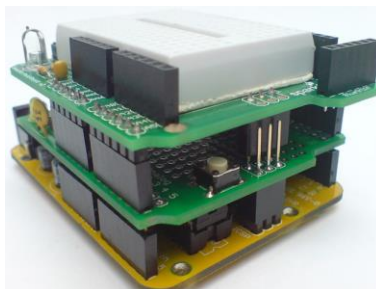


Рисунок 6.2 – Процесорна плата Arduino з платами макетування

Концепція Arduino не містить корпусних чи монтажних модулів. Розробник самостійно вибирає спосіб встановлення та механічного захисту процесорних карт та компонентів розширення.

6.4 Входи і виходи

Під час використання `pinMode()`, `digitalWrite()` та `digitalRead()` кожен з 14 цифрових виходів може функціонувати як вхід чи вихід. Рівень напруги на виходах обмежений 5В. Максимальний струм, який може вивести або споживати вихід, - 40 мА. Всі клеми підключені до внутрішніх підтягуються резисторами номіналом 20-50 кОм. Крім того, деякі виходи Arduino можуть виконувати додаткові функції:

- послідовний інтерфейс: виходи 0 (RX) і 1 (TX). Застосовуються для отримання (RX) і передачі (TX) даних по послідовному інтерфейсу. Ці виходи з'єднуються з відповідними виходами мікросхеми ATmega8U2, яка виконує роль конвертора USB-UART;

- зовнішні переривання: виходи 2 і 3. Або можуть служити джерелами переривань, що виникають при фронті, спаді або при низькому рівні сигналу на цих виходах;

- ШІМ: виходи 3, 5, 6, 9, 10 і 11. Використовуючи функції `analogWrite()` можуть виводити 8-бітові аналогові сигнали в вигляді ШІМ-сигналу.

- інтерфейс SPI: виходи 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Із застосуванням бібліотеки SPI дані виходи можуть здійснювати зв'язок по інтерфейсу SPI;

- світлодіод: 13. Вбудований світлодіод, з'єднаний з виходом 13. При відправці значення HIGH світлодіод включається, при відправці LOW - виключається.

Arduino Uno має 6 аналогових входів (A0 - A5), кожен з яких може представити аналогову напругу у вигляді 10-бітного числа (1024 різних значень). Стандартно, вимірювання напруги здійснюється в діапазоні від 0 до 5 В.

Але, верхню межу цього діапазону можна змінити, використовуючи вихід AREF і функцію `analogReference()`. Також, деякі з аналогових входів мають додаткові функції:

TWI: вихід A4 або SDA і вихід A5 або SCL. Використовуючи бібліотеку `Wire` дані виходи можуть здійснювати зв'язок по інтерфейсу TWI.

Крім вище перелічених на платі існує ще кілька виходів:

- AREF - опорна напруга для аналогових входів. Може бути задіяний функцією `analogReference()`.

- reset. Формування низького рівня (LOW) на цьому виході призводить до перезавантаження мікроконтролера. Зазвичай цей вихід використовується для функціонування кнопки скидання на платах розширення

6.5 Зв'язок

Arduino Uno пропонує ряд варіантів спілкування з комп'ютером, з іншим Arduino або іншими мікроконтролерами. ATmega328 має UART-приймач, який забезпечує послідовний зв'язок через цифрові виходи 0 (RX) та 1 (TX). Мікроконтролер ATmega16U2 на платі підключає цей приймач до порту USB на комп'ютері і, підключаючись до ПК, дозволяє визначити Arduino як віртуальний порт COM. Прошивка мікросхем 16U2 використовує

стандартні драйвери USB-COM, тому зовнішні драйвери не потрібні. Windows потрібен лише відповідний файл .INF. Програмний пакет Arduino містить спеціальну програму, яка дозволяє читати прості текстові дані та надсилати їх до Arduino. Світлодіоди RX і TX блимають на платі, коли дані передаються через перетворювач мікросхем USB-UART, поки є USB-з'єднання з комп'ютером.

Бібліотека SoftwareSerial дає можливість реалізації послідовного зв'язку на будь-яких цифрових виходах Arduino Uno.

У мікроконтролері ATmega328 також реалізована підтримка послідовних інтерфейсів I2C (TWI) і SPI.

6.6 Живлення Arduino

Оптимальною напругою живлення апаратної платформи Arduino є величина 12 В. Для зменшення втрат, а також зниження залежності від вхідної змінної напруги використовується імпульсний блок живлення зі стабілізацією напруги. Був обраний блок живлення IB12-500S (Рисунок 6.3) компанії Robiton.



Рисунок 6.3 - Імпульсний блок живлення IB12-500S

Характеристики обраного блоку:

- вхідна змінна напруга: 220 В;
- вихідна постійна напруга: 12 В;

- струм: 500 мА;
- потужність: 6 Вт;
- вихідна напруга стабілізувалася.

Такий блок живлення забезпечує стабільність роботи Arduino і всієї СУ.

Для реалізації необхідної моделі системи управління потрібні наступні попередні параметри:

- 30 портів цифрового вводу і 27 портів цифрового виводу - всього 57;
- 26 портів аналогового вводу;
- використання протоколу MQTT зв'язку з хмарним сервісом.

Очевидно, що вихідної платформи для реалізації необхідної моделі СУ недостатньо. Тому слід апаратно розширити плату Arduino Uno наступним чином:

- збільшити кількість портів цифрового вводу і виводу;
- збільшити кількість портів аналогового вводу.

Крім цього, для реалізації моделі СУ потрібно виконати ряд завдань:

- підібрати компоненти для управління об'єктами і здійснити їх підключення до контролера, з огляду на практичну доцільність і електричні параметри;

- створити алгоритми для зв'язку з хмарним сховищем;
- виконати програмну реалізацію алгоритмів управління.

6.7 Апаратне розширення Arduino. Створення універсального Контролера

Вихідної апаратної платформи недостатньо для реалізації всіх необхідних функцій СУ. В даному розділі представлено ряд рішень, які нам допоможуть позбавитися цієї проблеми.

6.7.1 Збільшення числа аналогових входів

Дане завдання вирішується використанням восьмиканального аналогового мультиплектора. Функціональна схема представлена на рис.6.4

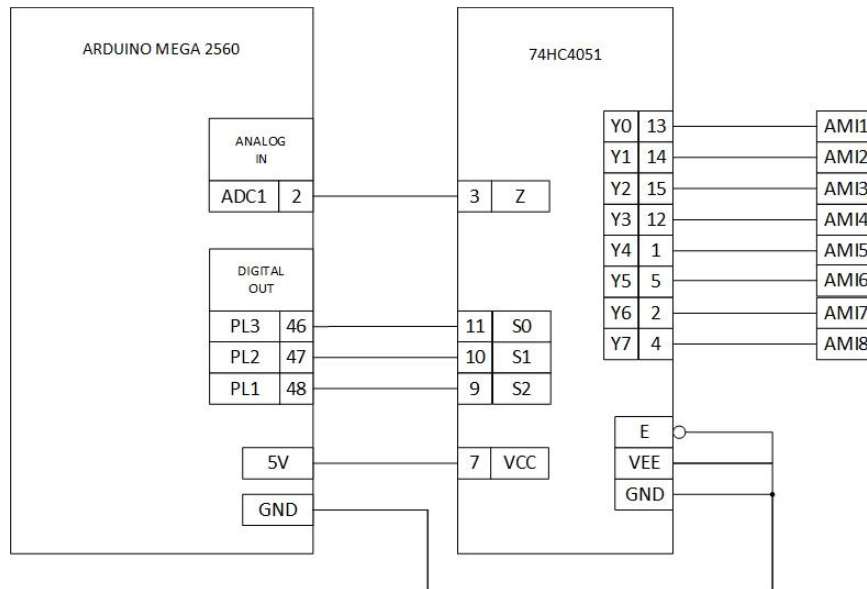


Рисунок 6.4 - Функціональна схема мультиплексування аналогового входу

Основою даної схеми є восьмиканальний аналоговий мультиплексор 74НС4051 (рис.6.4).



Рисунок 6.5 - Восьмиканальний аналоговий мультиплексор 74НС4051

Аналогові сигнали надходять на входи мультиплектора Y0-Y7. Сигнали, що передаються з цифрових виходів Arduino на входи мультиплектора S0-S2 формують трьохрозрядну адресу. Сигнал, що

надходить на вхід мультиплексора з такою адресою, передається на аналоговий вхід Arduino з виходу Z. Наприклад, якщо виходи 46-48 мають низький логічний рівень, на вхід ADC1 прийде сигнал з входу Y0. Змінюючи сигнали на виходах PL1-PL3, можна по черзі опитувати кожен аналоговий вхід мультиплексора. Таким чином, один аналоговий вхід Arduino може приймати сигнали з восьми пристроїв. Докладний опис портів в схемі представлено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Призначення портів в схемі збільшення кількості аналогових входів

Порт	Призначення
ADC1	Аналоговий вхід Arduino, приймаючий сигнали з входу мультиплексора
PL3-PL1	Цифрові виходи Arduino, комбінація сигналів яких визначає, з якого входу мультиплексора сигнал буде передаватися на контролер
S2-S0	Цифрові входи мультиплексора які приймають сигнали PL3-PL1 з контролера
Y0-Y7	Аналогові входи мультиплексора
AMI1-AMI8	Аналогові входи мультиплексора які будуть використовуватися в реалізації СУ
E	Інверсний вхід дозволу виводу (Завжди 0).
5V	Виход живлення 5В
GND	Земля
VCC	«+» живлення
VEE	«-» живлення

Для реалізації СУ необхідно мінімум 22 порта аналогового введення, відповідно, використано три мультиплексора, підключених до портів Arduino ADC1, ADC2 і ADC3, що забезпечує 24 порти введення-виведення AMI і 13 стандартних портів Arduino.

6.7.2 Збільшення числа цифрових входів

Додаткові дискретні виходи забезпечуються за допомогою восьмибітного зсувного регістру з паралельним входом і послідовним виходом. Класичним прикладом такого регістра є мікросхема 74НС597 (рис. 6.6).



Рисунок 6.6 - Восьмибітний зсувний регістр 74НС597

Функціональна схема рішення представлена на рис. 6.7.

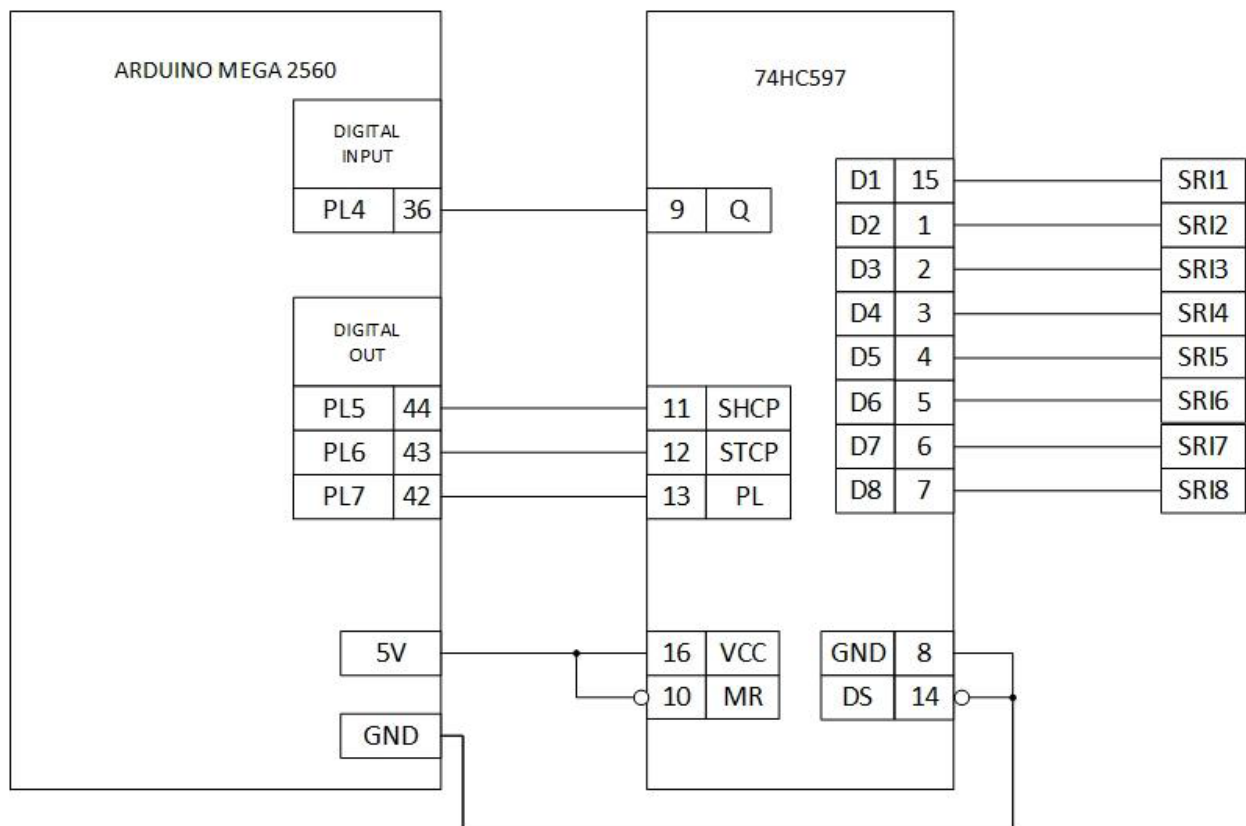


Рисунок 6.7 - Функціональна схема збільшення числа цифрових входів контролера за допомогою зсувного регістра

За сигналом синхронізації, що надходить з виходу Arduino PL6 на вхід регістра STCP, на регістр послідовно надходять дані з виходу PC3. За сигналом управління PL6, що приходить на вхід SHCP, на виходах 16 QA-QH виводиться код. Детальний опис портів в схемі представлено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Призначення портів в схемі збільшення кількості цифрових виходів

Порт	Призначення
PC3	Цифровий вихід Arduino, подаючий сигнали на вхід регістра DS
PL6	Цифровий вихід Arduino, подаючий синхронізаційний сигнал на вхід регістра STCP
PL5	Цифровий вихід Arduino, подаючий управляючий сигнал на вхід регістра STCP
DS	Цифровий вхід регістра
QA-QH	Цифрові виходи регістра
STCP	Вхід синхронізації даних
SHCP	Вхід, по приходу управляючого сигналу на який, з регістру на входи QA-QH виводяться зібрані дані.
Q7S	
OE	Інверсний вхід дозволу виводу інформації
SRO1-SRO8	Цифрові виходи контролера
MR	Інверсний вхід збросу зсувного регістра
5V	Живлення
GND	Земля
VCC	Вхід живлення регістра

6.7.3 Модуль Ethernet для Arduino

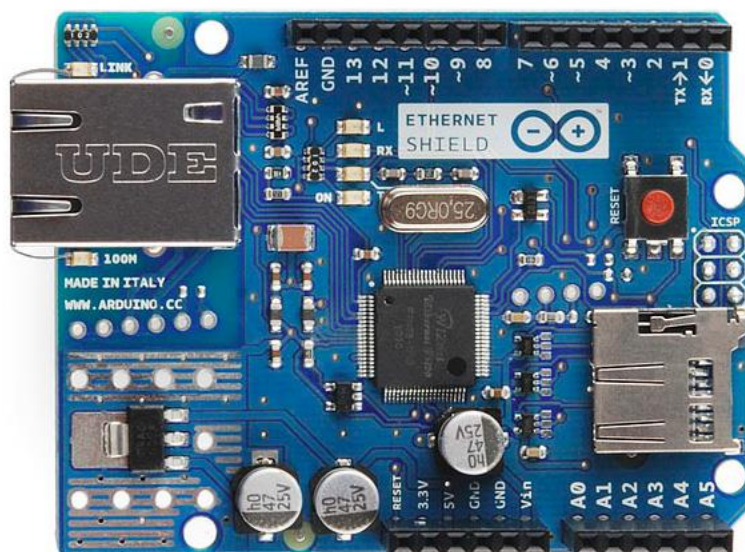


Рисунок 6.8 – Зовнішній вигляд модулю Ethernet

У цих платах чудово те, що їх можна підключати одна до іншої – тобто прилад може містити плату Arduino внизу, модуль Ethernet або WiFi в середині, наприклад, модуль управління двигунами (для робототехніки) або додатковий модуль розширення для спеціальних датчиків зверху. Після цього ми можемо ініціалізувати web-сервер (Додаток К).

6.8 Апаратна реалізація системи управління

Далі розглянута апаратна реалізація елементів управління технічними пристроями в житловому будинку, а також виконано підбір відповідних компонентів.

При підборі двоходових електромагнітних клапанів в системах теплоспоживання основною вимогою є пропускна здатність. Оберемо двоходовий електромагнітний клапан SMART SG55327 з пропускнуною спроможністю 18 т / год (Рис. 6.9).



Рисунок 6.9 - Зовнішній вигляд SMART SG55327.

Для управління подачею напруги на котушку використано твердотіле реле CMX60D10 (рис.6.10).



Рисунок 6.10 - Твердотіле реле CMX60D10

Занурювальним датчиком температури (Вимірювання температури води) оберемо датчик температури теплоносія ESMU (рис. 6.11), характеристики:

- довжина занурювальній частині 100 мм;
- робочий діапазон температур 0 + 140 °С;
- корпус IP 54.

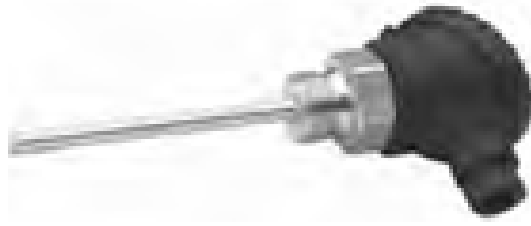


Рисунок 6.11 - Зовнішній вигляд ESMU.

У якості вуличного датчика зовнішньої температури оберемо датчик DS18B20 (рис 6.12). Діапазон його вимірюваних температур становить $-55 \dots +125 \text{ }^\circ\text{C}$, при цьому точність в $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (півградуса) забезпечується в діапазоні $-10 \dots +85 \text{ }^\circ\text{C}$.

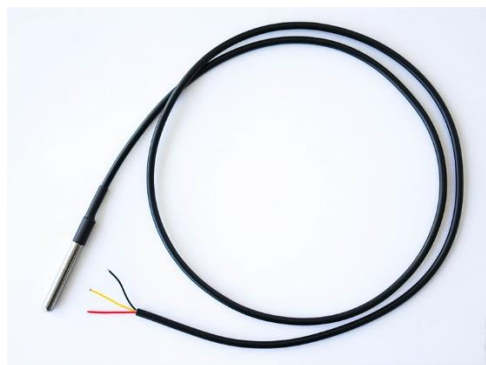


Рисунок 6.12 - Зовнішній вигляд датчика зовнішньої температури DS18B20

Для того, щоб система завжди мала точну інформацію про час, використовується модуль реального часу RTC DS1307 (Рис.3.3.5). Він також може живитися від Arduino, і простий в підключенні.

Для збереження інформації про час при відключеному контролері в модуль вбудована батарейка.



Рисунок 6.13 - Модуль реального часу на основі мікросхеми DS1307.

Функціональна схема системи зображена на рис. 6.14.

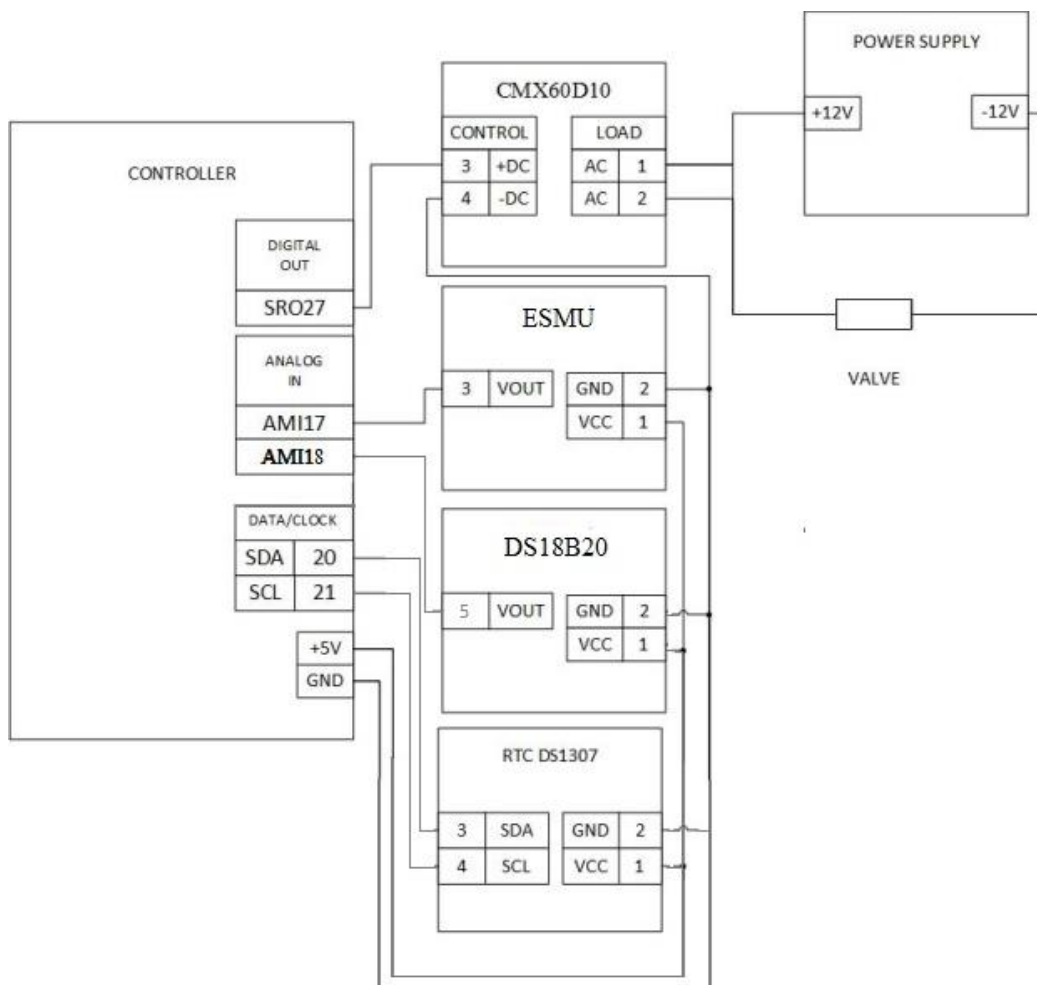


Рисунок 6.14 - Функціональна схема системи регулювання температури.

Контролер зчитує показання датчика температури і згідно алгоритму, управляє подачею напруги на котушку електромагнітного клапана. Модуль годинника реального часу дозволяє контролеру визначати час доби і підтримувати відповідну температуру.

Вся інформація з контролера буде передаватися на IoT Foundation Quickstart.

IoT Foundation Quickstart – це хмарна платформа для отримання даних, роботи з ними, їх обробки, відображення та аналізу.

А для зв'язку з IoT FQ буде використано протокол MQTT.

7 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Блок-схема алгоритму представлена на рис.7.1.

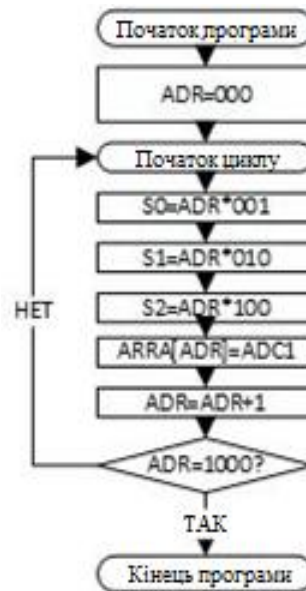


Рисунок 7.1 - Блок-схема алгоритму програми мультиплексування вхідних аналогових сигналів

Регулювання температури здійснюється за двопозиційним принципом з гістерезисом. Тобто якщо клапан закритий (температура знижується), від значення уставки віднімається значення гістерезису, і навпаки. Це запобігає частому включенню клапана в мережу.

На рис. 7.2 представлений алгоритм управління системою регулювання температури.

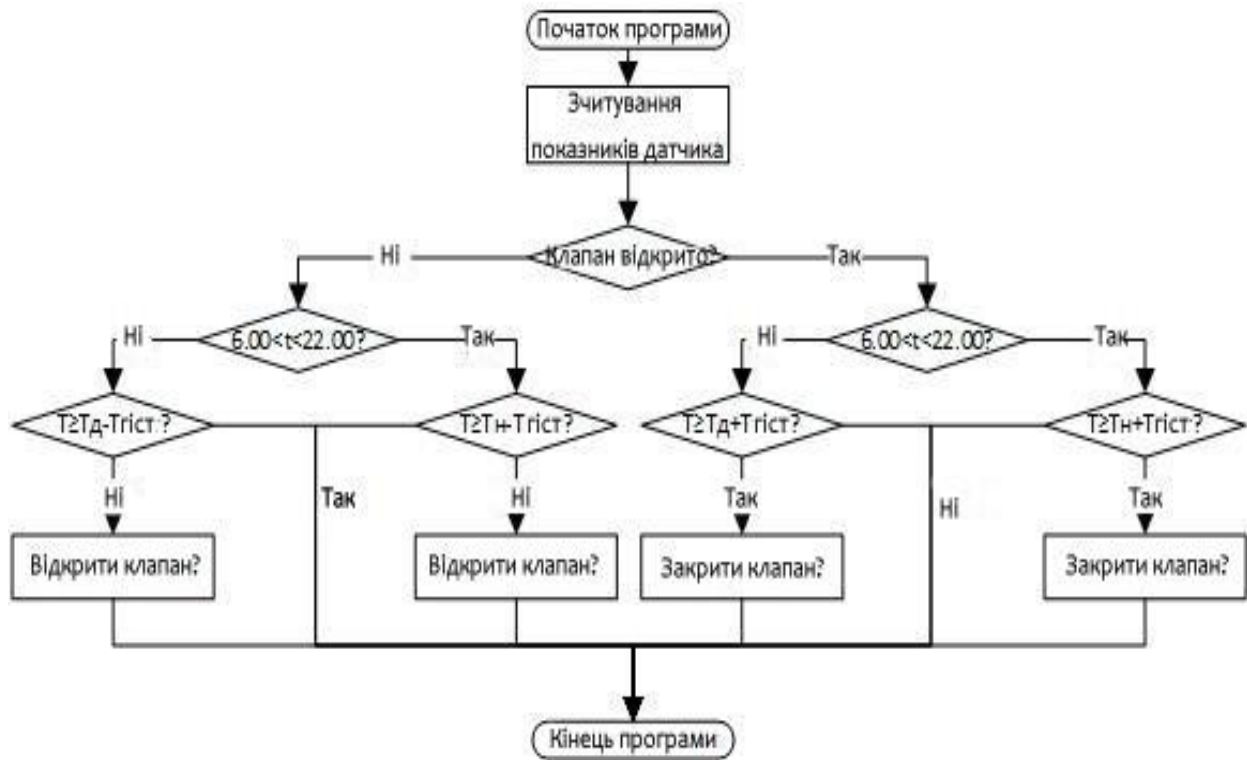


Рисунок 7.2 Блок-схема алгоритма регулювання температури.

У таблиці 7.1 вказані пояснення до умовних позначень вжитих в блок-схемі.

Ім'я	Значення
t	Поточний реальний час
T	Поточна температура
T _д	Денна уставка температури
T _н	Нічна уставка температури
T _{гіст}	Зона чутливості (гістерезіс)

Таблиця 7.1 Список змінних програми регулювання температури.

Для роботи з модулем реального часу підключені спеціальні бібліотеки Arduino, які дозволяють встановлювати і зчитувати час. Коди програм усіх модулів приведено у додатках.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день світ переходить на новий етап життя, де основну роль виконують машини, а не люди. Абсолютно усі сфери людського життя підпорядковуються електроніці.

Навчання в університетах є дуже важливим етапом нашого життя. Тому я вважаю, що створення кібер-університетів допоможе покращити якість навчання.

Розробка та впровадження інтелектуальних систем призводить до зменшення потреби у людських ресурсах та часових витрат, уникнути помилок та неточностей, завдяки повній або частковій відсутності людського фактору.

У даній роботі було розглянуто таку важливу ланку у створенні кібер-університету як автоматизація систем життєзабезпечення приміщень. Для прикладу було обрано систему теплопостачання, оскільки в нашій країні ця тема набула високої популярності. Були обрані необхідні апаратні засоби, необхідні для реалізації автоматизованої системи теплозабезпечення. Також було запрограмовано модулі системи. Були розглянуті технології для найбільш продуктивної та відповідної реалізації виявлених модулів.

Таким чином результатом цієї роботи є розроблена концепція автоматизації систем життєзабезпечення приміщень кібер-університету, яка дозволить значно зменшити витрати на обслуговуючий персонал, полегшити доступ до ланок системи, поліпшити рівень якості освіти, який надаватиме університет.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Хаханов В. І. Розумний Кібер-Університет – Cloud-Mobile сервіси управління науково-освітніми процесами / В. І. Хаханов, С.В.Чумаченко, Є. І.Литвинова, О.С.Міщенко // Радиоэлектроника и информатика. - 2015. - № 3. - С. 39 – 44с. – [Електронний ресурс] Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/reii_2015_3_9. – Назва з екрану
2. Бондар Є.С. Хмарні обчислення та їх застосування [Текст] / Є. С. Бондар, М. М. Глибовець, С. С. Гороховський // Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. – 2011. – К.: КНУ, № 1. – С. 74–82.
3. Marr B. How Big Data And The Internet Of Things Create Smarter Cities [Електронний ресурс] / Bernard Marr // Forbes – Режим доступу до ресурсу: <http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/05/19/how-big-data-and-the-internet-of-things-create-smarter-cities/#60e178e63d8b>. – Назва з екрану
4. Что такое Интернет вещей(IoT)?.[Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://riot.org/2016/04/04/что-такое-интернет-вещей-iot/>. – Назва з екрану.
5. Лекція 1. Загальні поняття Інтернету речей.[Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://academicfox.com/lektsiya-1-zahalni-ponyattya-internetu-rechej/> – Назва з екрану.
6. Борейко О.Ю. Проектування IoT. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://www.slideshare.net/ssuserf405bc/iot-79608563> – Назва з екрану.
7. Arduino Learning [Электронный ресурс] – 2016 – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage> – Назва з екрану.
8. Manohar H.L. T.Data Consumption Pattern of MQTT Protocol for IoT Applications. In: Venkataramani G., Sankaranarayanan K., Mukherjee S., Arputharaj K., Sankara Narayanan S. (eds) Smart Secure Systems – IoT and

Analytics Perspective. ICIT 2017. Communications in Computer and Information Science, vol 808. Springer, – Singapur, 2018 – P. 97 – 99;

9. A SURVEY ON MQTT: A PROTOCOL OF INTERNET OF THINGS (IOT) [Текст] /Soni, Dipa & Makwana, Ashwin, 2017 – P. 212 – 214.

10. M. A. Razzaque "Middleware for Internet of Things: A Survey," in IEEE Internet of Things Journal [Електронний ресурс] / M. Milojevic-Jevric, A. Palade and S. Clarke,, vol. 3, no. 1,– P. 70-95, Feb. 2016. doi: 10.1109/IJOT.2015.2498900

11. Белов М.П. Автоматизований електропривод типових виробничих механізмів і технологічних комплексів [Текст] : Підручник для вузів. /: - М., Академія. 2004. – 115 – 117с.

12. Інженерінг електроприводів і систем автоматизації [Текст] / Белов М.П., Зементов О.І., Козярук А.Е., Редактори Новиков В.А., Чернігів Л.М. 2006. – 43 – 44с.

13. Пыркoв В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – Киев.: «Такі справи», 2008. – 252 с.

14. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления/ Чистович С.А., Аверьянов В.К., Темпель Ю.Я. и др. - СПб.: Стройиздат, 1987. – 248 с.

15. Internet of Things Platforms. Postscapes. [Електронний ресурс]. (Дата звернення: 08.12.2019) URL: <http://postscapes.com/internet-of-things-platforms?order=rhits>

16. Лоуренс Круз, Интернет вещей и информационная безопасность. 2013г. [Електронний ресурс]. (Дата звернення: 13.12.2019) URL: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2013/03/032813c.html>

17. Львівський IT-Кластер. Цілі [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://itcluster.lviv.ua/about-us/about-cluster/>.

18. Marr B. How Big Data And The Internet Of Things Create Smarter Cities [Електронний ресурс] / Bernard Marr // Forbes –

Режим доступа до ресурсу:
<http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/05/19/how-big-data-and-the-internet-of-things-create-smarter-cities/#60e178e63d8b>

19. Создание датчика температуры для облачной среды с помощью Arduino Uno и IBM IoT Foundation – Кайл Браун, почетный инженер, IBM [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-bluemix-arduino-iot2/index.html>

20. Что такое MQTT и для чего он нужен в IoT? Описание протокола MQTT – Портал IPC2U [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/chto-takoe-mqtt>

21. MQTT vs. HTTP: which one is the best for IoT? – Портал MQTT Buddy [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://medium.com/mqtt-buddy/mqtt-vs-http-which-one-is-the-best-for-iot-c868169b3105>

22. Восков Л.С - Интернет вещей // "Новые информационные технологии". Тезисы докладов XX Международной студенческой конференции-школы-семинара, М.: МИЭМ, 2012 (89-94).

23. Кнеллер В.Ю - "Приборное облако" – концепция функционирования сенсорных систем на основе интернет-технологии // Датчики и системы №8, 2010 (66-69).

24. Обзор ключевые концепции Интернета Вещей в Google Cloud IoT / [Электронный ресурс] <https://cloud.google.com/iot/docs/concepts/overview>.

25. А.Б.Сергиенко "Цифровая обработка сигналов" / Сергиенко А. Б. Питер, 2002. — 608 с

26. Arduino Language Reference Режим доступа:
<http://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>

27. Samuel Bouchard. 7 Types of Industrial Robot Sensors. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: blog.robotiq.com