

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії**

До захисту допущено
Завідувач кафедри
комп'ютерної інженерії
к.т.н., доц. О.М.Березький

“ _____ ” _____ 2012 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
освітньо-кваліфікаційного рівня "Спеціаліст"
зі спеціальність 7.05010201 "Комп'ютерні системи та мережі"
на тему:

**АВТОНОМНИЙ ПРИСТРІЙ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ
СИТУАЦІЙ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Студент групи
КСМзс-51 _____ Федорчук М.О.
(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент _____ Чирка М. І.
(підпис)

Нормоконтроль:
к.т.н., доцент _____ Васильків Н.М.
(підпис)

Консультант
з охорони праці:
доцент _____ Сапожник Г.В.
(підпис)

2012

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії
спеціальність 7.05010201 – “Комп'ютерні системи та мережі”

“Затверджую”
завідувач кафедри
комп'ютерної інженерії
к.т.н., доц. О.М.Березький

“ _____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА
1 ФЕДОРЧУКА МАКСИМА ОЛЕГОВИЧА**

1. Тема проекту "Автономний пристрій попередження аварійних ситуацій в системах водопостачання"

затверджена наказом університету № ____ від “ ____ ” _____ 20__ р.

2. Термін здачі студентом закінченого проекту _____

3. Вихідні дані для проекту: див. технічне завдання.

4. Перелік задач, які мають бути вирішені:

- провести аналіз розвитку та впровадження систем інтелектуальних будинків;
- розробити структурну схему пристрою попередження аварійних ситуацій в системах водопостачання;
- розробити схему керування кроковим двигуном;
- розробити принципову схеми процесорного модуля;
- розробка асемблер-програми для мікроконтролера.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним вказанням обов'язкових креслень)

1. Пристрій попередження аварійних ситуацій. Схема структурна.
2. Безпроводний сенсор вологості. Схема електрична принципова.
4. Підключення кульового крана з електроприводом НС12В.
Схема електрична принципова.
3. Блок-схеми підпрограм обробки кроків лічильника. Блок схема.

6. Консультанти по проекту із зазначенням розділів:

Розділ	Консультант	Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Сапожник Г.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів дипломного проекту	Позначки керівника про виконання завдань
1	Стан проблемної області	10.11 – 12.11	
2	Розробка автономного пристрою попередження аварійних ситуацій	12.11 – 02.12	
3	Розробка принципових схем основних модулів пристрою	03.12 – 04.12	
4	Охорона праці	04.12 – 05.12	

Студент _____

Керівник дипломного проекту _____

Технічне завдання

1. НАЙМЕНУВАННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1. Автономний пристрій попередження аварійних ситуацій в системах водопостачання.

1.2. Область застосування – квартири та приватні будинки.

2. ОСНОВА ДЛЯ РОЗРОБКИ

Основою для розробки є завдання на дипломний проект, затверджене кафедрою комп'ютерної інженерії факультету комп'ютерних інформаційних технологій Тернопільського національного економічного університету.

3. ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Дана розробка призначена для запобігання аварійним ситуаціям в системі водопостачання та індивідуального опалення житлових будинків а також при виході з ладу побутових пристроїв, які приєднані до системи водопостачання.

4. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

Джерелами даної розробки є матеріали навчальної і реферативної літератури, технічна документація, науково-дослідні роботи, журнали.

5. ЗАДАЧІ РОЗРОБКИ

5.1 Аналіз методів блокування неконтрольованого витікання води.

5.2 Аналіз схемотехнічних рішень блокування неконтрольованого витікання води.

5.3 Розробка структурної схеми пристрою.

5.4 Обґрунтування вибору елементної бази.

5.5 Проектування, реалізація та тестування автономного пристрою

6. ВИМОГИ ДО АПАРАТНОЇ СИСТЕМИ

6.1 Вимоги до структури і функцій

6.1.1. Блокування подачі води в приміщення при спрацюванні датчиків.

6.1.2 Розблокування системи після усунення аварійної ситуації натисканням відповідної кнопки.

6.2. Вимоги до апаратної сумісності

6.2.1 Розроблювана система повинна мати послідовний інтерфейс зв'язку з комп'ютером.

6.2.2. Живлення 24 В.

6.3. Вимоги до надійності

6.3.1 Середній час безвідмовної роботи повинен складати не менше 100000 годин. Пристрій повинен бути ремонтпридатним.

6.4. Вимоги безпеки

6.4.1 Виконання вибухобезпечне – 2ExesІІТУ.

6.5. Умови експлуатації

6.5.1 По захищеності від проникнення води і пилу складові частини приладу (датчик і контейнер) відповідають виконанню IP-54 згідно ГОСТ 14254-89:

- температуру повітря в межах від - 25°C до +40°C;
- відносну вологість повітря при 25°C в межах від 20% до 100%;

атмосферний тиск 760 ± 25 мм рт. ст.

7. ВИМОГИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

В розділі “Охорона праці” дипломного проекту повинен бути даний аналіз умов праці розробника апаратних засобів в лабораторії.

8 ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ І ПРИЙМАННЯ

8.1 Представлення дипломного проекту на попередній захист.

8.2 Представлення дипломного проекту на захист.

ЗМІСТ

Вступ	10
1 Стан проблемної області	12
1.1 Аналіз розвитку та впровадження інтелектуальних будинків	12
1.2 Функції і задачі інтелектуального будинку	17
1.3 Аналіз існуючих систем запобігання аварій водопостачання	22
1.4 Постановка задачі	26
2 Розробка автономного пристрою попередження аварійних ситуацій	27
2.1 Розробка структурної схеми пристрою	27
2.2 Обґрунтування вибору електроприводу	28
2.3 Розробка схеми керування кроковим двигуном	44
3 Розробка принципів схем основних модулів пристрою	49
3.1 Розробка принципової схеми процесорного модуля	49
3.2 Розробка блоку живлення	54
3.3 Розробка асемблер-програми для мікроконтролера	58
4 Охорона праці	67
Висновки	80
Список використаних джерел	81
Додаток А Пристрій попередження аварійних ситуацій.	83
Схема структурна	
Додаток Б Підключення кульового крану з електроприводом НС12В	
Схема електрична принципова	

ВСТУП

Для забезпечення комфортного проживання в сучасному будинку велике значення мають системи безпеки: пожежна, охоронна і, звичайно, система запобігання аварій водопостачання. Про “інтелектуальні будинки” говорять, пишуть, обговорюють перспективи і проблеми, але термін можна назвати терміном тільки у тому випадку, коли він визначений, коли всі трактують його однаково і вкладають в це поняття єдине значення. В даний час відсутнє загальноприйняте розуміння того, що ж таке — “інтелектуальний будинок”.

Через неоднозначність поняття “інтелектуальний будинок” виникає нерозуміння: хто саме є споживачем даної технології, на кого розрахована система. На підприємства або організації? На приватні будинки або котеджі? В теорії виходить, що товар “інтелектуальний будинок” є, а цільового сегменту немає. Він не визначений. Навіть, якщо уявити, що споживачами “інтелектуальних будинків” можуть бути всі можливі сегменти, це не зменшує актуальної проблеми — відсутність відкритої, достовірної і об'єктивної інформації з тематики “інтелектуальний будинок” — інформаційного голоду.

Розвиток “інтелектуальних будинків” стримує відсутність затвердженої нормативної бази по розробці, проектуванню і будівництву. Все це свідчить про початковий етап розвитку інтелектуального будівництва. В залежності від того, хто саме з учасників ринку є ініціатором впровадження концепції на конкретному об'єкті, пропозиції і підходи по створенню “інтелектуальних будинків” будуть різні. І виходить, що потенційні споживачі заплутані розрізненою і суперечливою інформацією. Крім того, часто складаються ситуації, коли за винятком самого замовника, немає єдиного центру зацікавленості і визначення вимог до інженерних систем.

Технологія “інтелектуального будинку” має на увазі економію від інтеграції різних систем безпеки і життєзабезпечення будівель. Проте розрахунку доцільності вживання цих систем немає. Існуючі джерела інформації тільки декларують позитивні зміни, але ніхто не може чітко

сказати, скільки ж ми реально заощадимо, і коли вкладені грошові кошти окупляться. Немає відпрацьованих методик і метрик оцінки сукупної вартості володіння будівлею і його інженерними системами протягом всього життєвого циклу. Немає методик ефективності використання інтегрованих систем.

Західний підхід має на увазі визначення вартості експлуатації будівлі, як сукупність володіння будівлею протягом його життєвого циклу (орієнтовно 40 років); український же підхід – оцінку первинної вартості систем, без урахування вартості експлуатації. В процентному виразі – це 10-11% вартості життєвого циклу.

Будівля і його інженерні системи також є засобом виробництва організації, а не просто оболонкою і середовищем. Створення інтелектуального будинку дозволяє зробити цей засіб більш корисним, позитивно відображаючись на ефективності діяльності організації в цілому. Вирішальний прорив в області будівництва “інтелектуальних будинків” не відбувся, але оскільки є попит, розробка таких систем є актуальною технічною системою.

1 СТАН ПРОБЛЕМНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз розвитку та впровадження інтелектуальних будинків

Термін “інтелектуальний будинок” (*intelligent building* — англ.; *intelligent* — “розумний, тямущий”, в поєднанні із словом *building* — “гнучкий, пристосований”) в первинному значенні означає “будинок, готовий до змін” або “пристосований будинок”, тобто будинок, здатний пристосовуватися до змін навколишнього середовища. Іншими словами, цей будинок, інженерні системи якого здатні забезпечити адаптацію до можливих змін в майбутньому. Будинок, в якому різні системи з'єднані в інтегрований комплекс і правильно організовані вже на етапі проектування (з урахуванням можливих майбутніх змін).

Концепція “інтелектуальної будівлі” народилася в США на початку 1980-х рр. Сьогодні ситуація на західному ринку так званих “інтелектуальних будинків” стабільна. За даними аналітиків ARC Advisory Group, оборот світового ринку апаратних і програмних систем, а також послуг з автоматизації будівель (*building automation system, BAS*) в 2006 році склав 11,7 млрд. доларів США. В найближчі 4 роки середньорічне зростання даного ринку складе 5,6%; до 2012 року оборот досягне 14,5 млрд. доларів США (рисунок 1.1) [1].

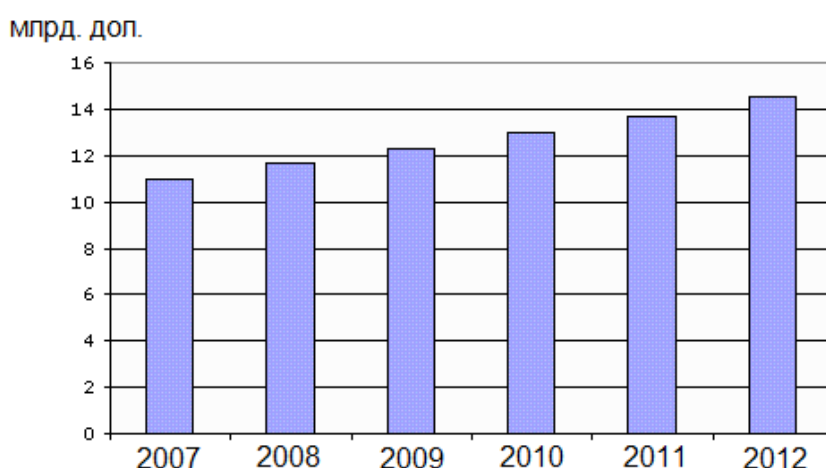


Рисунок 1.1 – Діаграма загального об'єму ринку “інтелектуальних будинків” США.

Ринок знаходиться на піці свого розвитку і, як наслідок, володіє невисокими темпами зростання.

По-іншому складаються обставини на ринку “інтелектуальних будинків” України: тут ринок остаточно не сформувався, хоча, всі передумови існують. Активний інтерес до концепції “інтелектуального будинку” відзначений, перш за все, серед великих замовників, зацікавлених в підвищенні рівня комфорту і централізованому управлінні всіма системами будівлі.

Оголошені дані об’єму ринку 2011 року — це 75-80 млн. доларів США. 2012 рік ще не закінчено, точна цифра за цей період поки не названа, проте за нашими прогнозами темп зростання складе порядку 12-15%, що в грошовому еквіваленті досягне суми 80-90 млн. доларів США. Ринок будівництва “інтелектуальних будинків” і надалі ростиме.

Даний підхід дозволяє за рахунок інтеграції інформації, що поступає від всіх експлуатованих підсистем (інформаційних мереж, електропостачання, систем клімат-контролю, охоронно-пожежної сигналізації і відеонагляду, систем водопостачання, каналізації), дістати можливість оперативного доступу до інформації про стан всіх підсистем будівлі, відображаючи її в зручній і зрозумілій формі.

“Централізовані системи інтелектуального управління будинком” допомагають ефективно управляти інженерними системами будинку — скоротити витрати на експлуатацію і операційні витрати, підвищити комфортність і безпеку користувачів, оптимізувати виробничі процеси, забезпечити безпеку людей, а також устаткування і майна.

Безпосередньо самі інтелектуальні системи автоматизації будівлі складаються з трьох рівноцінних по своїй важливості складових:

- комунікаційні і кабельні системи;
- виконавчі і задаючі пристрої;
- середовище програмування, за допомогою якого відбувається безпосереднє управління системою.

При цьому треба враховувати, що система управління є тільки надбудовою над всіма інженерними і інформаційними системами, що знаходяться на об'єкті. Тому створення повноцінної, правильно працюючої системи інтелектуального управління неможливе при безграмотно спроектованих і погано працюючих підсистемах, які знаходяться під її контролем. Наприклад, якщо кліматична система має серйозні допуски контролю температурного режиму в приміщенні, система управління вже не зможе змінити дану помилку, і дублюватиме її. Тому при створенні інтелектуальної будівлі необхідний комплексний підхід, який дозволить вже на етапі проектування закласти всі встановлювані на об'єкті підсистеми так, щоб у результаті їх можна було об'єднати в єдину систему.

Централізовані системи інтелектуального управління будівлею дозволяють об'єднати в єдину систему наступні інженерні інформаційні і комунікаційні підсистеми.

Інженерні системи:

- системи захисту електроживлення, що включають контроль і захист від перепадів напруги, а також резервні системи електроживлення;
- системи контролю і управління кліматом на об'єкті, які включають системи вентиляції і кондиціонування, а також опалювання;
- системи контролю і управління водопостачанням (включаючи систему антипротікання і очищення води);
- системи контролю і управління освітленням, включаючи управління електроприводами жалюзі або штор (дуже часто дані системи подаються як основа системи «інтелектуальної будівлі», що далеко не так).

Інформаційні і комунікаційні системи:

- телефонія (загальна АТС будівлі, можливості мікросітьового зв'язку, Інтернет телефонія);
- телерадіомовна мережа;

- єдині комп'ютерні мережі масштабу підприємства (об'єкту) з можливістю доступу до баз даних;
- захищений канал широкосмугового доступу до мережі Інтернет.

Інтегровані системи безпеки:

- охоронно-пожежна сигналізація;
- відеонагляд;
- контроль доступу;
- охорона периметра;
- автоматичне пожежогасіння;
- системи розподілу аудіо -, відеосигналу і аудіо сповіщення.

Системи автоматизації презентаційних і розважальних комплексів:

- автоматизація приміщень для проведення заходів;
- автоматизація розважальних або спортивних комплексів.

В додатку до конкретного проекту кількість і ступінь автоматизації систем може розрізнятися, тому поняття «Система інтелектуального управління будівлею» є багатовимірним і допускає велику кількість варіацій в залежності тому, які задачі воно покликане вирішувати.

Існує як мінімум два підходи до створення «інтелектуальної будівлі». Перший полягає в створенні і подальшій одноразовій реалізації проекту автоматизації об'єкту. Цей варіант дозволяє реалізувати спочатку збалансований проект автоматизації, що поєднує в собі найсучасніші технічні і архітектурні рішення, а також закласти певну надмірність кабельних і комунікаційних систем, що дозволяють надалі проводити практично безболісне удосконалення і модернізацію протягом подальші 10-30 років. До недоліків даного підходу відноситься неможливість створення об'єкту на базі вже наявної будівлі, а також дуже істотні матеріальні витрати на момент будівництва. У принципі, даний підхід з деякими архітектурними обмеженнями можна реалізувати у момент капітального ремонту або перебудови будівлі [2].

Другий підхід полягає в поступовій, поетапній автоматизації вже готової будівлі. Ступінь можливої автоматизації об'єкту і об'єм витрат на неї багато в чому залежить від технічного стану будівлі і рішень, реалізованих при прокладці кабельних і комунікаційних систем наявної будови. Тільки після всестороннього вивчення технічної документації можна судити про можливість і економічну рентабельність упровадження «інтелектуальних» елементів в існуючу інфраструктуру об'єкту. Також треба враховувати, що при поетапній автоматизації об'єкту вартість повної автоматизації буде на порядок вище, ніж при одноразовому проведенні робіт. Звичайно відсутня і можливість закласти необхідну надмірність рішень для подальшого удосконалення системи. До переваг даного варіанту слід віднести можливість розбити реалізацію проекту на декілька незалежних етапів, витрати на кожний з яких значно менше ніж при одноразовій реалізації проекту. Це дозволяє організації розтягнути автоматизацію об'єкту на декілька років, а у разі фінансових складнощів по завершенню одного з етапів заморозити або взагалі зупинити подальшу реалізацію проекту без яких-небудь втрат в існуючій вже системі життєзабезпечення об'єкту. З цієї причини другий варіант є пріоритетним, хоча перший варіант є найперспективнішим і економічно виправданим [3].

Замовник, навіть зацікавлений в створенні “інтелектуальної будівлі”, не дуже добре розуміє не тільки як відбуватиметься реалізація проекту, але і що він одержить або хоче одержати після закінчення робіт. Тому вже перше відкриття, з яким зіткнеться будь-який потенційний замовник “інтелектуальної будівлі” – це те, що концепція інтелектуального управління будівлею не має на увазі використання єдиної закінченої системи, встановивши яку відразу можна розв'язати всі проблеми. Це відкриття може серйозно підірвати інтерес замовника до даного підходу.

Також треба враховувати, що комплексна автоматизація об'єкту — це вельми дороге рішення. У зв'язку з цим при роботі з клієнтом, перш ніж пропонувати своє рішення по автоматизацію об'єкту, засноване на яких-небудь

загальних законах побудови інтелектуальної будівлі, слід зрозуміти цілі, ради яких упроваджуються елементи “інтелектуальної будівлі” на тому або іншому об'єкті, а також вникнути в конкретні потреби і потреби замовника. Крім того має сенс оцінити загальну вартість об'єкту і співставити її з передбачуваними витратами на автоматизацію, а також передбачувані клієнтом витрати на зміст будівлі. Тільки після цього можна пропонувати замовнику той або інший варіант автоматизації об'єкту, враховуючи той факт, що у разі безграмотного проекту надмірна інтелектуалізація може привести до негативного ефекту, істотно підвищивши вартість будівництва, і не підвищивши рентабельність при використуванні будівлі. При розробці проекту оцінювати рентабельність витрат на будівництво «інтелектуальної будівлі» має сенс, виходячи із загальноприйнятих світових стандартів. Виходячи з цих стандартів, витрати на автоматизацію об'єкту повинні окупитися через 2-5 років (залежно від об'єкту) — за рахунок або подальшої оптимізації витрат на зміст об'єкту, або за рахунок можливостей, що з'являються, по підвищенню орендної платні для майбутніх орендарів. Виключенням можуть бути варіанти, коли завдяки автоматизації об'єкту серйозно підвищується рентабельність бізнес процесів, що виникають на об'єкті, що у результаті окупає витрати на будівництво і подальше користування будівлі, не дивлячись на прямі збитки, які несе клієнт в процесі будівництва і подальшої експлуатації.

1.2 Функції і задачі інтелектуального будинку

Цілі і задачі при будівництві “інтелектуального будинку” умовно можна розбити на чотири групи:

- економія засобів при експлуатації будівлі;
- забезпечення комфортного виконання протікаючих в будівлі бізнес-процесів;

– створення інформаційної інфраструктури підприємства, включаючи комплексне забезпечення безпеки інформації і забезпечення надійності, продуктивності і масштабованості інформаційних систем;

– здатність служб і підсистем будівлі запобігати виникненню екстремальних ситуацій, а при їх настанні – запобігати або скорочувати до мінімуму людські і матеріальні втрати.

Виходячи із загальноприйнятої практики при роботі з клієнтом, починати аналіз майбутньої системи слід з скорочення витрат на експлуатацію будівлі, тому що саме ця задача повинна бути економічним обґрунтуванням для реалізації складного і дорогого проекту. Проте в Україні цей пункт не завжди буває пріоритетним для клієнта. Це пов'язано як з досить невисокими комунальними платежами, так і з прийнятою системою оплати комунальних послуг, яка ґрунтується на рахівницях, що приходять від комунальних служб. Як показує практика, великі організації далеко не завжди упевнені в тому, що оплачувані ними рахунки відповідають їх реальним витратам на експлуатацію. Звичайно, можливо в рамках проекту створити паралельну систему обліку експлуатаційних витрат, але навіть при сильних розбіжностях в показах цієї системи з рахівницями про комунальні послуги, далеко не кожний власник або орендар будівлі згодиться на конфлікт з монопольним постачальником послуг.

Тому пріоритетними для замовника при розробці проекту стають питання комфортабельності і безпеки будівлі, а також упровадження сучасних інформаційних технологій. При цьому запити до даних систем можуть бути дуже індивідуальними для кожного об'єкту і вимагати кожного разу нового нетрадиційного підходу до рішення проекту. Це, у свою чергу, утрудняє появу яких-небудь стандартних рішень для об'єктів тієї або іншої категорії, хоча, звичайно, у будь-якої компанії, що працює в цій області, є свої напрацювання по автоматизації окремих систем, які вона застосовує на кожному об'єкті. Тому говорити про появу спеціальних нормативів, де сформульовано визначення “інтелектуальної будівлі”, поки що рано і мало раціонально. Єдине

питання стандартизації, яке можливо розглядати сьогодні стосовно інтелектуальних систем управління – це вимога до використання в проектах тільки мереж, що мають відкриті протоколи передачі даних.

Набагато більш актуальною на сьогоднішній день є проблема введення нетрадиційних схем управління проектом по будівництву “інтелектуальної будівлі”. Крім вже сказаного, це зв'язано, як буде показано нижче, і з тим, що з організаційної точки зору вимоги клієнта до майбутньої системи можуть вступати в суперечність один з одним. Наприклад, забезпечення режиму безпеки будівлі може суперечити вимозі простоти переміщень співробітників усередині нього. Враховуючи, що сам замовник не завжди готовий шукати розумний баланс між вимогами, що пред'являються до майбутньої системи, і виробляти конкретну задачу, яку буде потрібно вирішувати, у нього з'являється бажання перекласти ці проблеми на плечі проектувальників. Але зробити це клієнт часто не може, у зв'язку з відсутністю технології будівництва “інтелектуальної будівлі”, тобто єдиного сценарію дії, який дозволяє скоординувати роботу всіх численних учасників, зайнятих в рамках єдиного проекту. Завдяки такому сценарію кожний з учасників, володіючий відпрацьованими технологіями побудови окремих частин проекту або підсистем, чітко знає, яку частину робіт він виконує, і як його дії виглядатимуть в рамках всього проекту після закінчення робіт.

На сьогоднішній же день часто можна зустріти ситуацію, коли архітектори, будівники і проектувальники різних підсистем будівлі, замість об'єднання зусиль по роботі над проектом, намагаються перетягнути шматок ковдри на себе і не бажають взаємодіяти з іншими учасниками процесу. Тому замовник прагне знайти одного підрядчика, здатного встановити всі системи. Проте в реальності це не завжди можливо, оскільки, наприклад, компанії, що займаються слабкострумовими системами, навряд чи стануть працювати з високою напругою. Але навіть якщо на ринку з'являється подібна компанія, як правило, рівень реалізації всіх необхідних систем не буде у неї поставлений

належним чином. Звичайно компанія серйозно займається установкою однією, максимум трьох систем, а інші виконуються у вигляді додаткових опцій.

В світі рішення даної проблеми знайдено у вигляді нетрадиційної схеми управління проектом, при якій на чолі робіт стоїть не архітектор або будівельний підрядчик, а спеціальний менеджер або менеджмент, який виражає інтереси замовника, і вся решта компаній, що реалізують проект (у тому числі архітектори і будівельники), знаходяться під його керівництвом. Саме цей менеджер, працюючи в тісному контакті з клієнтом, виходячи з призначення об'єкту, конкретних потреб і потреб замовника, намічає загальні первинні вимоги до проекту, визначає загальні задачі і варіанти їх рішення, а також чітко обкреслює кінцевий результат робіт. Під його контролем і відповідальністю відбувається підбір компаній партнерів, що об'єднуються в єдину команду, яка може почати проектування. В подібній ситуації питання про доцільність тієї або іншої системи в проекті вже не ставиться, оскільки є жорстко поставлена задача, яка не коректується. Якщо в команді виникають непереборні суперечності, і вона виявляється недієздатною, менеджер має право на повну або часткову заміну учасників команди. При цій схемі управління проектом компанії-виконавці вже не вирішують, що робити, а тільки шукають варіанти, як з найбільшою ефективністю виконати поставлену задачу.

Однозначного визначення “інтелектуального будинку” немає, але в розумінні більшості – це автоматизована технічна система, яка:

- «відчуває», що відбувається в будівлі і за його межами;
- «реагує», забезпечуючи максимально безпечно і комфортабельне перебування в будівлі, зводить до мінімуму споживання енергоресурсів;
- «взаємодіє» з людьми за допомогою вживання простих і досяжних засобів спілкування.

Порівняно з автономними системами комплексна система має наступні переваги використання:

- відбувається істотна економія на кабельних мережах і мережному устаткуванні;
- знижується енергоспоживання і підвищується надійність всієї системи;
- підвищується оперативність управління об'єктам;
- спрощується сприйняття інформації шляхом графічного уявлення даних про стан систем і устаткування на різних рівнях (об'єктовому, зональному, адресному);
- знижуються трудовитрати експлуатаційних і диспетчерських служб;
- забезпечується взаємодія між системами;
- зменшується вірогідність виникнення випадків страховок;
- «відвертість» комплексу, забезпечує можливість його нарощування і використання устаткування різних виробників.

Інтелектуальна будівля є продуктом сучасного розвитку систем автоматизації в будівлях в напрямі:

- комплексної оптимізації використання ресурсів;
- підвищення гнучкості конфігурування і зниження загальної вартості володіння;
- інтеграції з широким спектром технологічного і телекомунікаційного устаткування;
- спрощення взаємодії з користувачем.

До складу “інтелектуальної будівлі” входять наступні системи і комплекси:

- комплекс систем життєзабезпечення. Призначений для організації управління системами життєзабезпечення;
- комплекс систем безпеки. Призначений для захисту людського життя і збереження матеріальних цінностей і інформації організації;
- комплекс систем інформатизації. Є базисом, на якому будуються всі компоненти інформаційно-обчислювальних мереж інтелектуальної будівлі;
- система збору і обробки інформації.

В даному дипломному проєкті розробляється один із комплексів систем життєзабезпечення, який може бути використаний при розробці інтелектуального будинку, а саме автономний пристрій попередження аварійних ситуацій в системі водопостачання житлових будинків.

1.3 Аналіз існуючих систем запобігання аварій водопостачання

Для забезпечення комфортного проживання в сучасному будинку велике значення мають системи безпеки: пожежна, охоронна і, звичайно, система запобігання аварій водопостачання. В асортименті компанії ССТ представлені надійні системи захисту від протікання «НЕПТУН» і NEPTUN XP. Розроблена фахівцями компанії і успішно застосовується система «НЕПТУН» гарантує безпеку і ефективний захист будинку від аварій в системі водопостачання. Ця система призначена для своєчасного виявлення і локалізації протікань води в системах водопостачання і опалювання.

Структура системи контролю протікання води "Нептун". Система контролю протікання води «Нептун» - є одним з варіантів системи Розумний дім «McS» щодо запобігання протікання води. Це проста і надійна система складається з головного блоку, датчиків протікання води і клапанів перекриття води.

Робота системи контролю протікань води здійснюється автоматично і не вимагає участі користувача, поки не стався витік води. Для включення системи в робочий стан необхідно натиснути кнопку "Мережа" на панелі блоку управління. Якщо система включилася, то на панелі блоку управління включиться зелений світлодіод. Після цього "Нептун" встав на варту Вашого спокою.

По сигналу від датчиків протікання води система за допомогою електромагнітних клапанів перекриває воду.

При попаданні води на датчик протікання води надходить сигнал на головний блок системи.

Система «Neptun XP-PB» призначена для своєчасного виявлення і локалізації протікань води в системах водопостачання і опалювання. Система заблокує подачу води до усунення причин аварії і проінформує про виниклу аварію звуковим і світловим сигналами. Особливо зручна для установки в приміщеннях з закінченою обробкою. Система «Neptun XP-PB» зберігає працездатність при відключенні електроживлення в мережі протягом 24 годин.

Принцип роботи системи проти затоплення Нептун XP-PB. При попаданні води на будь-який з радіодатчиків, що встановлюються на підлозі або на трубі, радіосигнал подається на модуль управління, до якого підключаються пристрої блокування води - кульові крани з електроприводом. Контроль протікання води здійснюється автоматично і не вимагає участі людини.


Функції системи проти затоплення Нептун XP-PB:

- контроль протікання води в місцях її можливого виникнення;
- автоматичне блокування водопостачання при спрацьовуванні будь-якого радіодатчика;
- звукова та світлова сигналізація аварійного стану;
- можливість підключення (за допомогою додаткового радіореле) автономної системи оповіщення, сирени, сигнальної лампи або сторонньої системи автоматики і т.п.;
- захист кранів від «закисання» методом їх автоматичного прокручування раз на місяць;
- збереження в пам'яті встановлених параметрів необмежено довго, навіть при відключеній напрузі живлення;
- індикація стану кранів (відкрито / закрито);
- подача адресного сигналу про розряд батареї у радіодатчика;
- ручне управління кульовими кранами (відкрито / закрито);

– управління виносним радіореле.

Таблиця 1.1 – Склад комплекту «Neptun XP»

	Назва комплектуючих	Кількість в комплекті, шт.
	Модуль управління «Neptun XP-PB» (Модуль управління)	1
	Радіодатчик контролю протікання води RSW (радіодатчик)	2
	Кран кульовий з електроприводом HP12B-H (кран кульовий для встановлення на гарячу воду)	1
	Кран кульовий з електроприводом HP12B-C (кран кульовий для встановлення на холодну воду)	1
	Блок живлення XKD-C0900IC12.0-12W (блок живлення)	1
	Радіореле RR (додатково)	1

	Ретранслятор Neptun XP (додатково)	-
---	------------------------------------	---

Таблиця 1.2 – Ціни на безпроводні системи Нептун (система захисту від протікання води на радіоканалі)

Назва	Штука	Ціна, рос.рубл.
Кран кульовий з електроприводом НР12В-Н 1"	1	3 600,00
Кран кульовий з електроприводом НР12В-Н 1/2"	1	3 100,00
Кран кульовий з електроприводом НР12В-Н 3/4"	1	3 300,00
Кран кульовий з електроприводом НР12В-С 1"	1	3 600,00
Модуль управління Neptun XP-PB-10	1	4 300,00
Модуль управління Neptun XP-PB-5	1	4 100,00
Радіодатчик контролю протікання води RSW	1	1 460,00
Радіореле RR	1	3 780,00
Ретранслятор Neptun XP	1	3 580,00
Система захисту від протікання води на радіоканалі "Neptun XP"-10-1/2 PB	1	13 500,00
Система захисту від протікання води на радіоканалі "Neptun XP"-10-3/4 PB	1	13 900,00

1.4 Постановка задачі

Автономний пристрій, що розробляється призначений для захисту квартири або індивідуального будинку від затоплення водою при виході з ладу побутової техніки, що використовує воду високого тиску при розриві гнучкого підведення і т.д. У разі появи води на підлозі, дана система перекриє подачу води в квартиру. В конструкції датчиків використовуються позолочені контакти, що забезпечить їх тривалу роботу (таблиця 1.3).

В комплект системи також можна включити додатковий сенсор і звукову сигналізацію для контролю затоплення сусідами зверху або протікання даху.

В комплект пристрою входять наступні блоки:

- блок управління;
- кран з електроприводом;
- датчик наявності води.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики пристрою

Параметр	Значення
Напруга живлення:	210-240 В
Постійна споживана потужність не більш	2 Вт
Максимальна споживана потужність	12 Вт
Потужність двигуна	(12 В) 7 Вт

Важливим елементом автономного пристрою є блок управління основу якого складає мікроконтролер. Отже в результаті роботи над дипломним проектом необхідно розробити апаратне та програмне забезпечення процесорного модуля.

2 РОЗРОБКА АВТОНОМНОГО ПРИСТРОЮ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ

2.1 Розробка структурної схеми пристрою

При створенні приладів та пристроїв важливим етапом після визначення параметрів роботи є декомпозиція пристрою на окремі функціональні частини.

З схемотехнічної точки зору функціями процесорного модуля є:

- отримування даних від давачів;
- перетворювати їх у сигнал логічного “0” чи “1”;
- оброблення даних давачів;
- створення живлення для схеми;
- комутувати фази крокового двигуна;
- забезпечення зв’язку з системою контролю.

Згідно вище перерахованих функцій структура процесорного модуля має містити функціональних блоки, які вирішують те чи інше поставлене питання. Отримування даних від давачів і перетворення їх у логічні рівні може виконувати блок конкретного давача. Так в ПМ визначено два основні давачі: давач вологості, давач наявності живлення. Кожен з них має формувати сигнал логічного нуля чи одиниці в залежності від зовнішніх факторів. Інформація від них має опрацьовуватись в процесорному блоці. Блок процесора має містити всі необхідні елементи для роботи мікроконтролера. Зв’язок з системою контролю має здійснюватись за рахунок формування певної «мови» спільної для процесорного блоку та зовнішніх джерел. Виконання цього завдання покладено на прийомопередавач. Передача команд виконавчому механізму виконується блоком силових ключів.

Отже, вищеописане розбиття функцій сформувало наступні функціональні блоки (рисунок 2.1):

- мікроконтролера (МК);
- давачів наявності води (ДВ1, ДВ2);

- багатопрокольного прийомопередавача (ПР);
- блоку силових ключів (БСК);
- блоку живлення (БЖ).

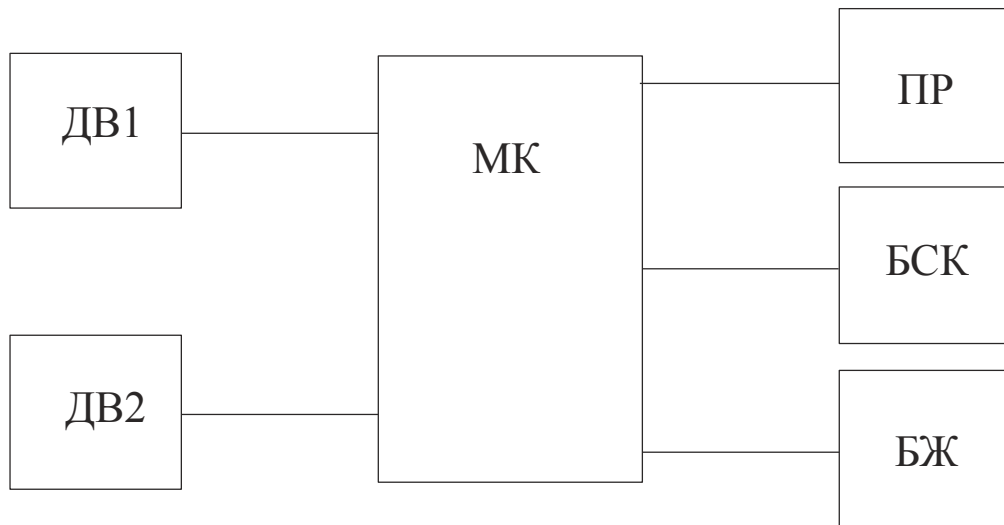


Рисунок 2.1 – Структурна схема пристрою

Структурна схема системи на основі безпроводних датчиків приведена в додатку А.

Функціональні блоки в основному є нестандартні, тому виникає потреба розробки кожного з них. Нижче наводиться розрахунки параметрів основних елементів блоків, вибір оптимальних схем побудови блоків, розглядаються питання узгодження функціональних блоків.

2.2 Обґрунтування вибору електроприводу

Крокові двигуни вже давно й успішно застосовуються в найрізноманітніших пристроях. Їх можна зустріти в дисководах, принтерах, плотерах, сканерах, факсах, а також у різноманітному промисловому і спеціальному устаткуванні. В даний час випускається безліч різних типів крокових двигунів. Важливо правильно вибрати схему драйвера й алгоритм його роботи, що найчастіше визначається програмою мікроконтролера.

Кроковий двигун – цей електромеханічний пристрій, який перетворює електричні імпульси в дискретні механічні переміщення. Зовні кроковий двигун практично нічим не відрізняється від двигунів інших типів. Частіше всього це круглий корпус, вал, декілька виводів (рисунок 2.2).

Проте крокові двигуни мають деякі унікальні властивості, що робить їх зручними для використання.

Переваги використання крокових двигунів:

– кут повороту ротора визначається числом імпульсів, які подані на двигун;



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд крокових двигунів сімейства ДШИ-200.

– двигун забезпечує повний момент в режимі зупинки (якщо на обмотки подане живлення);

– прецизійне позиціонування і повторюваність. Хороші крокові двигуни мають точність 3-5% від величини кроку. Ця помилка не нагромаджується від кроку до кроку;

– можливість швидкого старту/зупинки/реверсу;

– висока надійність, пов'язана з відсутністю щіток, термін служби крокового двигуна фактично визначається терміном служби підшипників;

– однозначна залежність положення від вхідних імпульсів забезпечує позиціонування без зворотного зв'язку;

- можливість отримання дуже низьких швидкостей обертання для навантаження, приєднаного безпосередньо до валу двигуна без проміжного редуктора;

- може бути перекритий досить великий діапазон швидкостей, швидкість пропорційна частоті вхідних імпульсів.

Недоліки крокових двигунів:

- кроковим двигуном властиве явище резонансу;
- можлива втрата контролю положення зважаючи на роботу без зворотного зв'язку;
- споживання енергії не зменшується навіть без навантаження;
- утруднена робота на високих швидкостях;
- невисока питома потужність;
- відносно складна схема управління.

Крокові двигуни відносяться до класу безколекторних двигунів постійного струму. Як і будь-які безколекторні двигуни, вони мають високу надійність і великий термін служби, що дозволяє використовувати їх в критичних, наприклад, індустріальних умовах. В порівнянні із звичайними двигунами постійного струму, крокові двигуни вимагають значно складніших схем управління, які повинні виконувати всі комутації обмоток при роботі двигуна. Крім того, сам кроковий двигун – дорогий пристрій, тому там, де точне позиціонування не потрібне, звичайні колекторні двигуни мають помітну перевагу. Слід зазначити, що останнім часом для управління колекторними двигунами все частіше застосовують контролери, які по складності практично не поступаються контролерам крокових двигунів.

Однією з головних переваг крокових двигунів є можливість здійснювати точне позиціонування і регулювання швидкості без датчика зворотного зв'язку. Це дуже важливо, оскільки такі датчики можуть коштувати набагато більше самого двигуна. Проте це підходить тільки для систем, які працюють при малому прискоренні і з відносно постійним навантаженням. В той же час

системи із зворотним зв'язком здатні працювати з великими прискореннями і навіть при змінному характері навантаження. Якщо навантаження крокового двигуна перевищить його момент, то інформація про положення ротора втрачається і система вимагає базування за допомогою, наприклад, кінцевого вимикача або іншого датчика. Системи із зворотним зв'язком не мають подібного недоліку.

При проектуванні конкретних систем доводиться робити вибір між сервомотором і кроковим двигуном. Коли потрібне прецизійне позиціонування і точне управління швидкістю, а необхідний момент і швидкість не виходять за допустимі межі, то кроковий двигун є найекономічнішим рішенням. Як і для звичайних двигунів, для підвищення моменту може бути використаний знижуючий редуктор. Проте для крокових двигунів редуктор не завжди підходить. На відміну від колекторних двигунів, у яких момент збільшується із збільшенням швидкості, кроковий двигун має більший момент на низьких швидкостях. До того ж, крокові двигуни мають набагато меншу максимальну швидкість в порівнянні з колекторними двигунами, що обмежує максимальне передавальне число і, відповідно, збільшення моменту за допомогою редуктора. Готові крокові двигуни з редукторами хоча і існують, проте дуже рідко. Ще одним фактом, що обмежує вживання редуктора, є властивий йому люфт.

Можливість отримання низької частоти обертання часто є причиною того, що розробники, будучи не в змозі спроектувати редуктор, застосовують крокові двигуни невиправдано часто. В той же час колекторний двигун має більш високу питому потужність, низьку вартість, просту схему управління, і разом з одноступінчатим черв'ячним редуктором він здатний забезпечити той же діапазон швидкостей, що і кроковий двигун. До того ж, при цьому забезпечується значно більший момент. Приводи на основі колекторних двигунів дуже часто застосовуються в техніці воєнного призначення, а це побічно говорить про хороші параметри і високу надійність таких приводів. Та

і в сучасній побутовій техніці, автомобілях, промислового обладнанні колекторні двигуни поширені достатньо сильно. Проте, для крокових двигунів є своя, хоча і досить вузька, сфера вживання, де вони незамінні.

Для спрощення процесу розробки і зменшення вартості кінцевого виробу пропонується використати мікроконтролер для керування роботою крокового двигуна.

Двигуни постійного струму (ДПС) починають працювати відразу, як тільки до них буде прикладена постійна напруга. Переключення напрямку струму через обмотки ротора здійснюється механічним комутатором - колектором. Постійні магніти при цьому розташовані на статорі. Кроковий двигун може бути розглянутий як ДПС без комутатора. Обмотки його є частиною статора. На роторі розташований постійний магніт, чи для випадків з перемінним магнітним опором, зубчатий блок з магніто м'якого матеріалу. Усі комутації виробляються зовнішніми схемами. Звичайно система мотор - контролер розробляється так, щоб була можливість виставити ротор в будь-яку, фіксовану позицію, тобто система керується по положенню. Циклічність позиціонування ротора залежить від його геометрії.

Прийнято розрізняти крокові двигуни і серводвигуни. Принцип їхньої дії багато в чому схожий, і багато контролерів можуть працювати з обома типами. Основна відмінність полягає в кількості кроків на цикл (один оберт ротора). Серводвигуни вимагають наявності в системі керування аналогового зворотного зв'язку, у якості якого звичайно використовується потенціометр. Струм у цьому випадку обернено пропорційний різниці бажаного і поточного положень. Крокові двигуни переважно використовуються в системах без зворотних зв'язків, що вимагають невеликих прискорень при русі.

Крокові двигуни (КД) поділяються на два різновиди: двигуни з постійними магнітами і двигуни з перемінним магнітним опором (гібридні двигуни). З погляду контролера відмінність між ними відсутня. Двигуни з

постійними магнітами звичайно мають дві незалежні обмотки, у яких може бути присутнім чи відсутній серединний відвід рисунку 2.3.

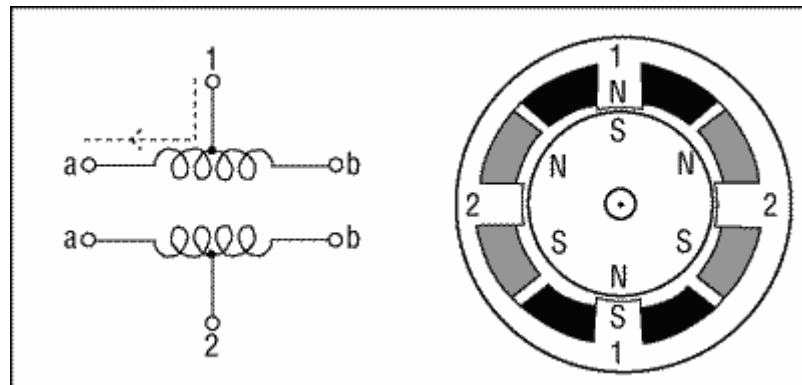


Рисунок 2.3 – Уніполярний КД із постійними магнітами

Біполярні крокові двигуни з постійними магнітами і гібридними двигунами сконструйовані більш просто, чим уніполярні двигуни, обмотки в них не мають центрального відводу (рисунку 2.4).

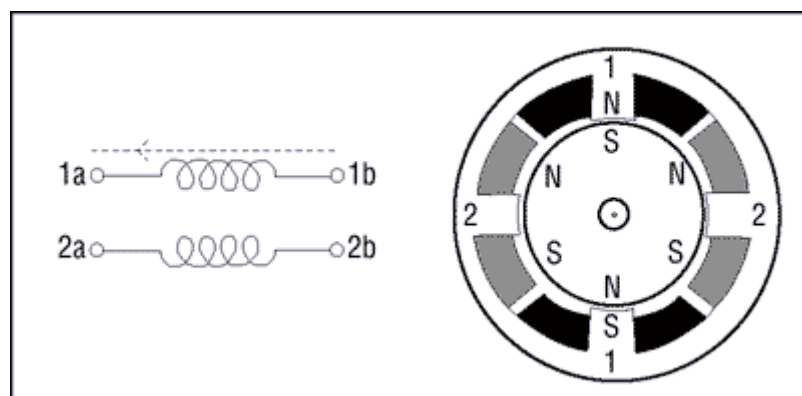


Рисунок 2.4 – Біполярний і гібридний КД

За це спрощення приходиться платити більш складним реверсуванням полярності кожної пари полюсів мотора.

Крокові двигуни мають широкий діапазон кутових переміщень. Більш грубі мотори звичайно обертаються на 90° за крок, у той час як прецизійні двигуни можуть мати переміщення $1,8^\circ$ чи $0,72^\circ$ на крок. Якщо контролер дозволяє, то можливе використання напівкрокового режиму чи режиму з

більш дрібним дробленням кроку (мікрокроковий режим), при цьому на обмотки подаються дробові значення напруг, найчастіше формовані за допомогою ШІМ - модуляції.

Способи управління фазами крокового двигуна. Перший спосіб забезпечується поперемінною комутацією фаз, при цьому вони не перекриваються, водночас часу включена тільки одна фаза (рисунок 2.5). Точки рівноваги ротора для кожного кроку співпадають з «природними» точками рівноваги ротора у виключеного двигуна. Недоліком цього способу управління є те, що для біполярного двигуна в один і той же момент часу використовується 50% обмоток, а для уніполярного – тільки 25%. Це означає, що в такому режимі не може бути одержаний повний момент.

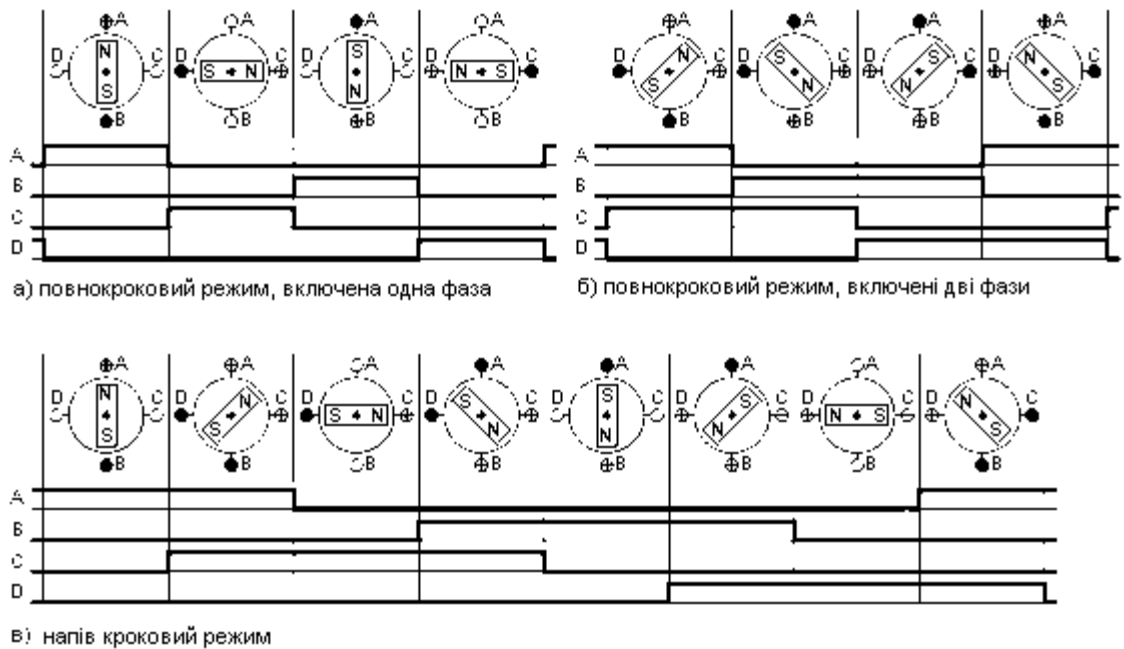


Рисунок 2.5 – Різні способи управління фазами крокового двигуна

Другий спосіб - управління фазами з перекриттям: дві фази включено в один і той же час. При цьому способі управління ротор фіксується в проміжних позиціях між полюсами статора (рисунок 2.5б) і забезпечується приблизно на 40% більший момент, ніж у разі однієї включеної фази. Цей спосіб управління забезпечує такий же кут кроку, як і перший спосіб, але положення точок рівноваги ротора зміщено на півкроку.

Третій спосіб є комбінацією перших двох і називається напівкроковим режимом, коли двигун робить крок в половину основного. Цей метод управління достатньо поширений, оскільки двигун з меншим кроком коштує дорожче і дуже вигідно одержати від 100-крокового двигуна 200 кроків на оберт. Кожний другий крок живить лише одна фаза, а в решті випадків живлять дві (рисунок 2.5в). В результаті кутове переміщення ротора складає половину кута кроку для перших двох способів управління. Окрім зменшення розміру кроку цей спосіб управління дозволяє частково позбутися явища резонансу. Напівкроковий режим звичайно не дозволяє одержати повний момент, хоча найдосконаліші драйвери реалізують модифікований напівкроковий режим, в якому двигун забезпечує практично повний момент, при цьому розсіювана потужність не перевищує номінальної.

Ще один спосіб управління називається мікрокроковим режимом. При цьому способі управління струм у фазах потрібно міняти невеликими кроками, забезпечуючи таким чином дроблення половинного кроку на ще менші мікрокроки. Коли одночасно включено дві фази, але їх струми не рівні, то положення рівноваги ротора лежатиме не в середині кроку, а у іншому місці, яке визначається співвідношенням струмів фаз. Міняючи це співвідношення, можна забезпечити деяку кількість мікрокроків усередині одного кроку. Окрім збільшення роздільної здатності, мікрокроковий режим має і інші переваги. Разом з тим, для реалізації мікрокрокового режиму потрібні значно складніші драйвери, що дозволяють задавати струм в обмотках з необхідною дискретністю. Напівкроковий режим є окремим випадком мікрокрокового режиму, але він не вимагає формування ступінчатого струму живлення котушок, тому часто реалізується.

Живлення крокового двигуна. Для живлення звичайного двигуна постійного струму потрібне лише джерело постійної напруги, а необхідні комутації обмоток виконуються колектором. З кроковим двигуном все складніше. Всі комутації повинен виконувати зовнішній контролер. В даний

час приблизно в 95% випадків для управління кроковими двигунами використовуються мікроконтролери. В найпростішому випадку для управління кроковим двигуном в повнокроковому режимі потрібні всього два сигнали, зсунуті по фазі на 90 градусів. Напрямок обертання залежить від того, яка фаза випереджає. Швидкість визначається частотою проходження імпульсів. В напівкроковому режимі все складніше і потрібно вже мінімум 4 сигнали. Всі сигнали управління кроковим двигуном можна сформувати програмно, проте це викличе велике навантаження мікроконтролера. Тому частіше застосовують спеціальні мікросхеми драйверів крокового двигуна, які зменшують кількість динамічних сигналів, що вимагаються від процесора. Типово ці мікросхеми вимагають тактову частоту, яка є частотою повторення кроків і статичний сигнал, який задає напрям. Іноді ще присутній сигнал включення напівкрокового режиму. Для мікросхем драйверів, які працюють в мікрокроковому режимі, потрібна більша кількість сигналів. Поширеним є випадок, коли необхідні послідовності сигналів управління фазами формуються за допомогою однієї мікросхеми, а необхідні струми фаз забезпечує інша мікросхема. Хоча останнім часом з'являється все більше драйверів, що реалізують всі функції в одній мікросхемі.

Потужність, яка потрібна від драйвера, залежить від розмірів двигуна і складає частки вата для малих двигунів і до 10-20 Вт для великих двигунів. Максимальний рівень розсіюваної потужності обмежений нагрівом двигуна. Максимальна робоча температура звичайно вказується виробником, але можна приблизно вважати, що нормальною є температура корпусу 90 градусів. Тому при конструюванні пристроїв з кроковими двигунами, безперервно працюючими на максимальному струмі, необхідно вживати заходів, що виключають торкання корпусу двигуна обслуговуючим персоналом. В окремих випадках можливе вживання охолоджуючого радіатора. Іноді це дозволяє застосувати двигун менших розмірів і добитися кращого відношення потужність/вартість.

Способи зміни напрямку струму. При роботі крокового двигуна потрібна зміна напрямку магнітного поля незалежно для кожної фази. Зміна напрямку магнітного поля може бути виконане різними способами. В уніполярних двигунах обмотки мають відведення від середини або є два окремі обмотки для кожної фази. Напрямок магнітного поля міняється шляхом переключення половинок обмоток або цілих обмоток. В цьому випадку потрібні тільки два прості ключі А і В для кожної фази (рисунок 2.6).

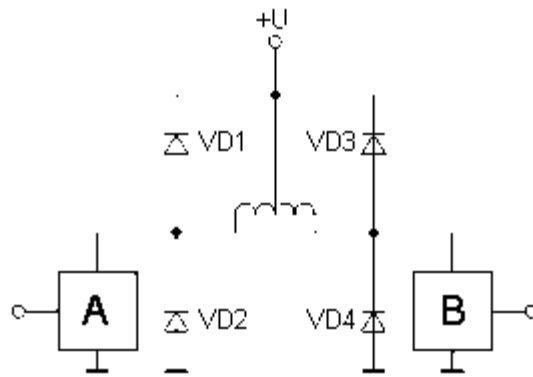


Рисунок 2.6 – Живлення обмотки уніполярного двигуна.

В біполярних двигунах напрям міняється шляхом зміни полюсів виводів обмоток. Для такої зміни полюсів необхідний повний Н-міст (рисунок 2.7). Управління ключами в тому і іншому випадку повинно здійснюватися логічною схемою, що реалізує потрібний алгоритм роботи. Передбачається, що джерело живлення схеми має номінальну для обмоток двигуна напругу.

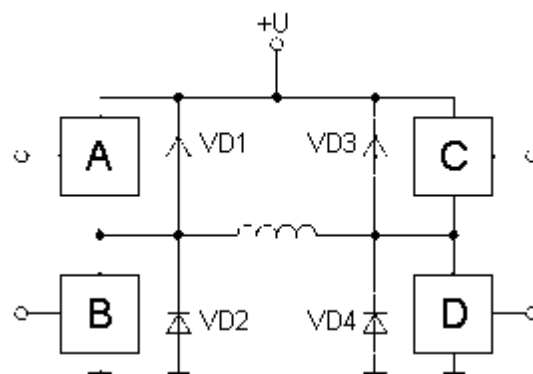


Рисунок 2.7 – Живлення обмотки біполярного двигуна

Це найпростіший спосіб керування струмом обмоток, хоча він істотно обмежує можливості двигуна. Потрібно відзначити, що при роздільному управлінні транзисторами Н-моста можливі ситуації, коли джерело живлення закорочено ключами. Тому логічна схема управління повинна бути побудована так, щоб виключити цю ситуацію навіть у разі збоїв керуючого мікроконтролера.

Обмотки двигуна є індуктивністю, а це означає, що струм не може нескінченно швидко наростати або нескінченно швидко спадати без залучення нескінченної різниці потенціалів. При підключенні обмотки до джерела живлення струм з деякою швидкістю наростатиме, а при відключенні обмотки відбудеться викид напруги. Цей викид здатний пошкодити ключі, які використовують біполярні або польові транзистори. Для обмеження цього викиду встановлюють спеціальні захисні ланцюжки. На схемах рисунок 2.6 і 2.7 ці ланцюжки утворені діодами, значно рідше застосовують конденсатори або їх комбінацію з діодами. Використання конденсаторів викликає появу електричного резонансу, що може викликати збільшення моменту на деякій швидкості. На рисунку 2.6 було потрібно 4 діоди з тієї причини, що половинки обмоток уніполярного двигуна розташовані на загальному сердечнику і сильно зв'язані між собою. Вони працюють як автотрансформатор і викиди виникають на виведеннях обох обмоток. Якщо в якості ключів застосовані МОП-транзистори, то достатньо тільки двох зовнішніх діодів, оскільки у них всередині вже є діоди. В інтегральних мікросхемах, що містять потужні вихідні каскади з відкритим колектором, також часто є такі діоди. Крім того, деякі мікросхеми, такі як ULN2003, ULN2803 і подібні мають всередині обидва захисні діоди для кожного транзистора. Потрібно відзначити, що у разі вживання швидкодіючих ключів потрібні і швидкодіючі діоди. У разі вживання повільних діодів потрібне їх шунтування невеликими конденсаторами.

Стабілізація струму. Для регулювання моменту необхідно регулювати силу струму в обмотках. У будь-якому випадку, струм повинен бути обмежений, щоб не перевищити потужність розсіювання на опорі обмоток. Більш того, в напівкроковому режимі ще вимагається в певні моменти забезпечувати нульове значення струму в обмотках, а в мікрокроковому режимі взагалі потрібне завдання різних значень струму.

Для кожного двигуна виробником вказується номінальна робоча напруга обмоток. Тому найпростіший спосіб живлення обмоток – це використання джерела постійної напруги. В цьому випадку струм обмежений омичним опором обмоток і напругою джерела живлення (рисунок 2.8а), тому такий спосіб живлення називають L/R- живленням. Струм в обмотці наростає по експоненціальному закону з швидкістю, визначеною індуктивністю, активним опором обмоток і прикладеною напругою. При підвищенні частоти струм не досягає номінального значення і момент падає. Тому такий спосіб живлення придатний тільки при роботі на малих швидкостях і використовується на практиці тільки для малопотужних двигунів.

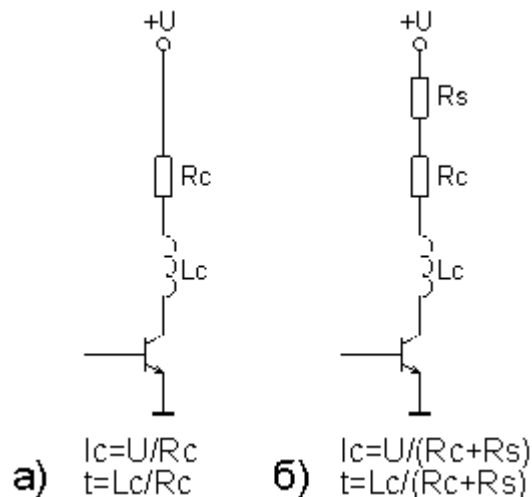


Рисунок 2.8 – Живлення обмотки номінальною напругою (а) і використання обмежувального резистора (б).

При роботі на великих швидкостях необхідно збільшувати швидкість наростання струму в обмотках, що можливе шляхом підвищення напруги

джерела живлення. При цьому максимальний струм обмотки повинен бути обмежений за допомогою додаткового резистора. Наприклад, якщо використовується напруга живлення в 5 разів більше номінальної, то потрібен такий додатковий резистор, щоб загальний опір склав $5R$, де R – опір обмотки ($L/5R$ -живлення). Цей спосіб живлення забезпечує більш швидке наростання струму і як наслідок, більший момент (рисунок 2.8б). Проте він має істотний недолік: на резисторі розсівається додаткова потужність. Великі габарити потужних резисторів, необхідність відведення тепла і необхідна підвищена потужність джерела живлення – все це робить такий метод неефективним і обмежує область його вживання невеликими двигунами потужністю 1 – 2 Вт. До початку 80-х років минулого століття параметри крокових двигунів, що приводяться виробниками, відносилися саме до такого способу живлення.

Ще одним методом стабілізації струму в обмотках двигуна є ключове (широко-імпульсне) регулювання. Сучасні драйвери крокових двигунів використовують саме цей метод. Ключовий стабілізатор забезпечує високу швидкість наростання струму в обмотках разом з простотою його регулювання і дуже низькими втратами. Ще однією перевагою схеми з ключовою стабілізацією струму є і те, що вона підтримує момент двигуна постійним, незалежно від коливань напруги живлення. Це дозволяє використовувати прості і дешеві нестабілізовані джерела живлення.

Для забезпечення високої швидкості наростання струму використовують напругу джерела живлення, яка у декілька разів перевищує номінальну. Шляхом регулювання шпаруватості імпульсів, середня напруга і струм підтримуються на номінальному для обмотки рівні. Підтримка проводиться в результаті дії зворотного зв'язку. Послідовно з обмоткою включається резистор – датчик струму R (рисунок 2.9 а). Падіння напруги на цьому резисторі пропорційне струму в обмотці. Коли струм досягає встановленого значення, ключ вимикається, що приводить до падіння струму. Коли струм

спадає до нижнього порогу, ключ знову включається. Цей процес повторюється періодично, підтримуючи середнє значення струму постійним.

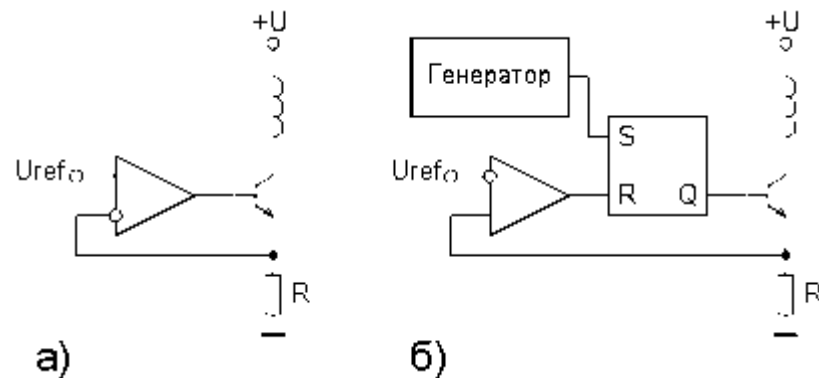


Рисунок 2.9 – Різні схеми ключової стабілізації струму

Керуючи величиною U_{ref} можна регулювати струм фази, наприклад, збільшувати його при розгоні і гальмуванні і знижувати при роботі на постійній швидкості. Можна також задавати його за допомогою ЦАП у формі синусоїди, реалізуючи таким чином мікрокроковий режим. Такий спосіб управління ключовим транзистором забезпечує постійну величину пульсацій струму в обмотці, яка визначається гістерезисом компаратора. Проте частота перемикань залежатиме від швидкості зміни струму в обмотці, зокрема, від її індуктивності і від напруги живлення. Крім того, дві такі схеми, що живлять різні фази двигуна, не можуть бути засинхронізовані, що може бути причиною додаткових перешкод.

Від вказаних недоліків вільна схема з постійною частотою перемикання (рисунок 2.9 б). Ключовим транзистором керує тригер, який встановлюється спеціальним генератором. Коли тригер встановлюється, ключовий транзистор відкривається і струм фази починає рости. Разом з ним росте і падіння напруги на датчику струму. Коли воно досягає опорної напруги, компаратор перемикається, скидаючи тригер. Ключовий транзистор при цьому вимикається і струм фази починає спадати до тих пір, поки тригер не буде знов

встановлений генератором. Така схема забезпечує постійну частоту комутації, проте величина пульсацій струму не буде постійною. Частота генератора звичайно вибирається не менше 20 кГц, щоб двигун не створював звуку. В той же час дуже висока частота перемикачів може викликати підвищені втрати в сердечнику двигуна і втрати на перемиканнях транзисторів. Хоча втрати в сердечнику з підвищенням частоти ростуть не так швидко зважаючи на зменшення амплітуди пульсацій струму із зростанням частоти. Пульсації порядку 10% від середнього значення струму звичайно не викликають проблем з втратами.

На рисунку 2.10 показана форма струму в обмотках двигуна для трьох способів живлення. Найкращим в значенні моменту є ключовий метод. До того ж він забезпечує високий КПД і дозволяє просто регулювати величину струму.

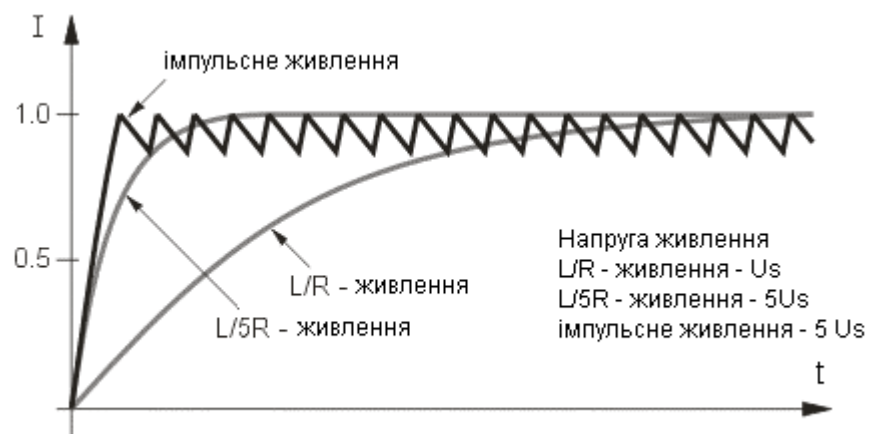


Рисунок 2.10 – Форма струму в обмотках двигуна для різних способів живлення

Подібна схема реалізована усередині мікросхеми L297 фірми SGS-Thomson, використання якої зводить до мінімуму кількість зовнішніх компонентів. Ключове регулювання реалізують і інші спеціалізовані мікросхеми.

Кран кульовий з електроприводом призначений для блокування подачі води під управлінням контролера в системах водопостачання і опалювання в разі протікання води. Відрізняється високою ефективністю. Двигун захищений від впливу погодних умов (таблиця 2.1). Стабілізована швидкість при старті ефективно запобігає можливим гідроудари. В режимі очікування не споживає електроенергію, в момент перекривання подачі води споживана потужність становить менше 4 Вт. Не вимагає обслуговування. Приводи серії UMS мають візуальну індикацію стану та забезпечені термічним захистом (рисунок 2.11). Кран кульовий з електроприводом встановлюють на ввіді труб водопостачання після ручних вентилів (кульових кранів).

Таблиця 2.1 – Кран кульовий з електроприводом HP12B

Назва	Параметр
Діаметр	25 мм с
Напруга живлення	12 В
Тиск	до 16 бар
Час спрацювання	5-7 сек на 90
Споживана потужність в режимі очікування	3 Вт
Споживана потужність при спрацюванні	7 Вт
Максимальна температура	+ 90 ° С води
Обмеження ходу	2 кінцевих вимикача
Максимальна відносна вологість повітря	95% (без конденсації)
Температурний діапазон	від -10 до +50 ° С
Крутний момент:	2 Нм
Матеріал корпусу: нержавіюча сталь	Клас захисту: IP 67
Довжина з'єднувального проводу	1 м
Габарити:	92 x 64 x 45,5 мм
Маса	520 гр.



Рисунок 2.11 – Кран кульовий з електроприводом

Встановлювати кран кульовий з електроприводом замість ручних вентилів категорично забороняється. Не можна також використовувати у вибухонебезпечних зонах.

Принципова схема підключення кульового крана з електроприводом HC12В приведена в додатку Б.

2.3 Розробка схеми керування кроковим двигуном

Драйвер крокового двигуна повинен вирішувати дві основні задачі: це формування необхідних часових послідовностей сигналів і забезпечення необхідного струму в обмотках. В інтегральних реалізаціях іноді ці задачі виконуються різними мікросхемами. Прикладом може служити комплект мікросхем L297 і L298 фірми SGS-Thomson. Мікросхема L297 містить логіку формування часових послідовностей, а L298 є потужний здвоєний Н-міст. На жаль, існує деяка плутанина в термінології щодо подібних мікросхем. Поняття «драйвер» часто застосовують до багатьох мікросхем, навіть якщо їх функції сильно розрізняються. Інколи мікросхеми логіки називають «трансляторами».

Ми будемо використовуватиметься наступну термінологію: «контролер» - мікросхема, що відповідає за формування часових послідовностей; «драйвер» - потужна схема живлення обмоток двигуна. Однак терміни «драйвер» і «контролер» можуть також позначати закінчений пристрій управління кроковим двигуном. Необхідно відзначити, що останнім часом все частіше контролер і драйвер об'єднуються в одній мікросхемі.

На практиці можна обійтися і без спеціалізованих мікросхем. Наприклад, всі функції контролера можна реалізувати програмно, а як драйвер застосувати набір дискретних транзисторів. Однак при цьому мікроконтролер буде сильно завантажений, а схема драйвера може вийде громіздкою. Не дивлячись на це, в деяких випадках таке рішення буде економічно вигідним.

Найпростіший драйвер потрібен для управління обмотками уніполярного двигуна. Для цього підходять найпростіші ключі, в якості яких можуть бути використані біполярні або польові транзистори. Досить ефективні потужні МОП- транзистори, керовані логічним рівнем, такі як IRLZ34, IRLZ44, IRL540. У них опір у відкритому стані менший 0.1 Ом і допустимий струм близько 30 А. Ці транзистори мають вітчизняні аналоги КП723Г, КП727В і КП746Г відповідно. Існують також спеціальні мікросхеми, які містять усередині декілька потужних транзисторних ключів. Прикладом може служити мікросхема ULN2003 фірми Allegro, яка містить 7 ключів з максимальним струмом 0.5 А.

Схема драйвера повинна виконувати наступні задачі:

- повинна включати і виключати струм в обмотках, а також міняти його напрям;
- підтримувати задане значення струму;
- забезпечувати якомога більш швидке наростання і спад струму для хороших швидкісних характеристик.

Якщо в процесі керування використовується збудження тільки однієї обмотки в будь-який момент часу, то ротор буде повертатися на фіксований

кут, та буде утримуватися поки зовнішній момент не перевищить моменту утримання двигуна в точці рівноваги.

Для правильного керування біполярним кроковим двигуном необхідна електрична схема, що повинна виконувати функції старту, стопа, реверса і зміни швидкості. Кроковий двигун транслює послідовність цифрових переключень у рух. “Обертове” магнітне поле забезпечується відповідними переключеннями напруг на обмотках. Слідом за цим полем буде обертатися ротор, з’єднаний за допомогою редуктора з вихідним валом двигуна.

В таблиці 2.2 показана послідовність переключення фаз для напівкрокового керування.

Таблиця 2.2 – Послідовність для напівкрокового керування

Індекс	1a	1b	2a	2b
1	+	-	-	-
2	+	+	-	-
3	-	+	-	-
4	-	+	+	-
5	-	-	+	-
6	-	-	+	+
7	-	-	-	+
8	+	-	-	+
9	+	-	-	-
10	+	+	-	-
11	-	+	-	-
12	-	+	+	-
13	-	-	+	-
14	-	-	+	+
15	-	-	-	+
16	+	-	-	+

Схема керування для біполярного крокового двигуна вимагає наявності мостової схеми для кожної обмотки. Ця схема дозволить незалежно змінювати полярність напруги на кожній обмотці.

При розробці мікропроцесорного модуля, керування кроковим двигуном реалізовано на основі мікроконтролера сімейства PIC16C84. Розроблена схема призначена для керування біполярним кроковим двигуном із середнім струмом кожної обмотки до 2А.

Контролер може використовуватися з кроковими двигунами типу ДШР-57 (див. таблицю 2.2). Його також можна використовувати і для керування менш потужними двигунами, наприклад тими, що застосовувалися для позиціонування головок у 5-дюймових дисководах.

Основою пристрою є мікроконтролер типу 16C84 фірми Microchip. Сигнали керування обмотками двигуна формуються на портах P1.1 - P1.5 програмно. P1.1-P1.4 служать для комутації обмоток крокового двигуна, а P1.5 для керування живленням двигуна. Для комутації обмоток використовується мікросхема мостового драйвера L298N, разом з L6506 утворюють закінчену систему комутації обмоток крокового двигуна. Сигнали керування надходять у мікросхеми L6506 і L298 де перетворюються, підсилюються і подаються безпосередньо на обмотки двигуна. Для підключення крокового двигуна використовується 6-контактний роз'єм ХР3, що дозволяє підключити двигун, що має два окремих виводи від кожної обмотки.

Стабілізація струму здійснюється за допомогою ШІМ, що реалізована апаратно на базі мікросхеми L6506. Для цього використовуються сигнали зворотного зв'язку зняті з виводів резисторів R1 і R2, вони подаються в L6506 і порівнюються з опорною напругою. Дана функція може бути використана для керування потужними кроковими двигунами. Зовнішньої інтерфейс реалізований як послідовний порт зі швидкістю передачі даних 9600 біт/с. Для сумісності його з інтерфейсом RS232 у системі присутній прийомопередавач MAX232. Даний інтерфейс підтримує передачу даних у двох напрямках.

Головною задачею програми є формування імпульсних послідовностей для 2-х обмоток двигуна. У системі для більшого числа кроків використовується напівкроковий режим. Основний цикл програми очікування команд від зовнішнього інтерфейсу. Команди, що прийшли по цьому інтерфейсі викликають переривання контролера і далі обробляються в основному циклі програми.

Живлення плати і двигуна здійснюється через роз'єм X-3. +5 В стабілізоване живлення логічних мікросхем, +15 В, потужність двигуна при спрацюванні 7 Вт.

3 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ СХЕМИ ОСНОВНИХ МОДУЛІВ ПРИСТРОЮ

3.1 Розробка принципової схеми процесорного модуля

В зв'язку з тим, що більшість задач поставлених вище, виконуватиме процесор то від вибору його типу залежатимуть продуктивність та ефективність модуля в цілому. На даний час використання процесорів в світовій промисловості поставило ряд вимог до параметрів і режимів роботи мікроконтролерів. До них відносяться швидкодія, об'єм пам'яті, кількість розрядів арифметико-логічного пристрою, мінімальне енергоспоживання, збереження функцій під впливом широкого спектру зовнішніх факторів (електромагнітне випромінювання, зміна температури технологічного середовища, вологості, тиску, іонізації).

Промисловість нашої країни виробляла ряд найменувань але якість і ефективність цієї продукції є несумісною з зростанням потреб та вимог поставлених до мікроконтролерів.

Серед зарубіжних фірм виробників мікроконтролерів на світовому ринку займають значне місце такі як IBM, AMD, Intel, Motorola, MicroChip, Hewlett-Packard. Контролери, що випускаються кожною з них мають ряд переваг і, водночас, недоліків. При виборі контролера кожний розробник визначає власні критерії вибору.

При виборі контролера для даної розробки я орієнтувався в першу чергу на доступність як контролерів так і документації про їх програмування та налагодження, а також на їх відповідність між ціною та функціональними можливостями. Провівши аналіз ряду найменувань різноманітних фірм виробників я відзначив контролери фірми Motorola, MicroChip, як найбільш орієнтовані на швидкі рішення задач в жорстких технологічних умовах. Фірма MicroChip, пропонує широкий спектр програм-емуляторів в яких можна налагодити написану асемблер-програму і повністю емулювати можливі

випадки роботи. Також серед широкого спектру мікроконтролерів, що пропонує MicroChip можна вибрати саме той, що відповідатиме оптимальному рішенню конкретної задачі. Тому я зупинив свій вибір на сімействі контролерів PIC фірми MicroChip і вибрав мікроконтролер PIC16C84.

PIC16C84 відноситься до КМОП-мікроконтролерів. Відзначається тим, що має внутрішній $1\text{k}\times 14\text{біт}$ ЕППЗП для програм, 8-бітні дані і 64 байт ЕСПЗП пам'яті даних [3]. При цьому відрізняється низькою вартістю і високою продуктивністю. Всі команди складаються з одного слова (14 біт шириною) і виконуються за один цикл (400 нс при 10М Гц), крім команд переходу, які виконуються за два цикли (800 нс). PIC16C84 має переривання від чотирьох джерел та восьмирівневий апаратний стек. Периферія включає в себе 8-таймер/лічильник з 8-бітним програмованим попереднім дільником (фактично 16 бітний таймер) і 13 ліній двонаправленого вводу-виводу. Велика навантажувальна здатність (25 мА – максимальний вхідний струм, 20 мА – максимальний вихідний струм) лінії вводу/виводу спрощує зовнішні драйвери і, тим самим, зменшується загальна вартість системи. Розробки на базі PIC16C84 підтримуються асемблером, програмним симулятором, внутрішньосхемним емулятором (тільки фірми Microchip) і програматором.

Серія PIC16C84 підходить для широкого спектру застосування від схем високошвидкісного управління автомобільними і електричними двигунами, до економічних віддалених прийомопередавачів, індикаторів і зв'язних процесів. Наявність ПЗП дозволяє підстроювати параметри в прикладних програмах (коди передавача, швидкості двигуна, частоти приймача, і т.д.).

Малі розміри корпусу, як для звичайного, так і для поверхневого монтажу, робить цю серію мікроконтролерів придатну для портативних розробок. Низька ціна, економічність, швидкодія, простота в використанні і гнучкість вводу/виводу робить PIC16C84 найкращими для застосування навіть там, де раніше не застосовувались мікроконтролери. Наприклад таймери, заміна жорсткої логіки у великих системах, сопроцесори. Слід додати, що

вмонтований автомат програмування ЕСППЗП кристалу PIC16C84 дозволяє легко створювати програму і дані під конкретні потреби навіть після завершення асемблерування і тестування. Ця можливість може бути використана, як для тиражування, так і для занесення каліброваних даних вже після тестування.

Архітектура контролера основана на концепції роздільних шин і областей пам'яті для даних і для команд (Гарвардська архітектура). Шина даних і пам'ять даних (ОЗП) – мають ширину 8 біт, а програмна шина і програмна пам'ять (ПЗП) мають ширину 14 біт. Така концепція забезпечує просту, але потужну систему команд, розроблену так, що бітові, байтові і регістрові операції працюють з великою швидкістю і з перекриттям у часі вибірок команд і циклів виконання. 14 бітна ширину програмної пам'яті забезпечує вибірку 14-бітної команди в один цикл. Двох сходинковий конвеєр забезпечує одночасну вибірку і виконання команди. Всі команди виконуються за один цикл, виключаючи команди переходів. В PIC16C84 програмна пам'ять об'ємом $1\text{k}\times 14$ розміщена всередині кристала. Програма, що виконується може знаходитись тільки в вмонтованому ПЗП.

Для нормальної роботи мікропроцесора необхідно забезпечити напругу живлення 4.0..6.0В, режим запуску, встановити тактову частоту. Тому перейдемо до розрахунку цих елементів.

Напруга живлення отримується з блоку живлення (БЖ).

Для задання тактової частоти контролера вибирається високочастотний кварцовий резонатор на 4МГц, що вмикається згідно схеми зображеної на рисунку 3.1

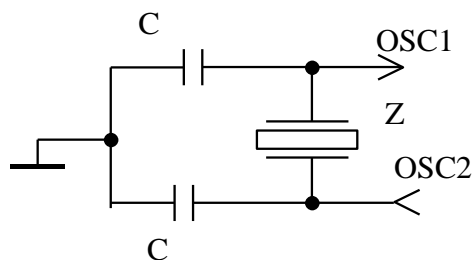


Рисунок 3.1 – Схема включення кварцового резонатора

Режим запуску мікропроцесора. Кристал PIC16C84 має вмонтований детектор ввімкнення живлення. таймер запуску починає рахунок затримки часу після того, як напруга живлення пересікла рівень 1.2–1.8 В [5]. По закінченні витримки близько 72мс вважається, що напруга досягла номіналу і запускається другий таймер-витримка на стабілізацію кварцового генератора. Таймер на стабілізацію генератора відраховує 1024 імпульси від початку роботи генератора. Вважається, що кварцовий генератор за цей час вийшов на режим. При використанні RC-генераторів витримка на стабілізацію не проводиться.

Потім включається таймер очікування зовнішнього скиду MCLR. Це необхідно для тих випадків, коли треба синхронно запустити в роботу декілька PIC-контролерів через загальний для всіх сигнал MCLR. Якщо такого сигналу не поступає, то через час Тост виробляється внутрішній сигнал скиду і контролер починає виконувати програму. Час Тост програмується бітами конфігурації в ЕСППЗП. Тут існує проблема коли живлення наростає дуже повільно і всі витримки на запуск завершилися, а живлення не досягло значення працездатності. В таких випадках рекомендовано використовувати зовнішні RC-ланки для скиду по MCLR.

Суттєвим функціональним елементом процесорного модуля є давач вологості (рисунок 3.2). Коли намокає датчик SE1, починає пищати зумер і спалахує світлодіод. Щоб вимкнути тривогу треба висушити датчик і натиснути кнопку S1.

У схемі використовується зумер з вбудованим генератором. Конструкція датчика SE1 може бути будь-яка, наприклад можна витравити рисунок на фольгованому склотекстоліті (рисунок 3.2). Мікросхема DD1 CD4093.

Функціональний блок “сенсор наявності живлення” зібрано з одного обмежуючого резистора підключеного до напруги живлення. Блок формує одиничний рівень при наявності живлення і нульовий, при його відсутності.

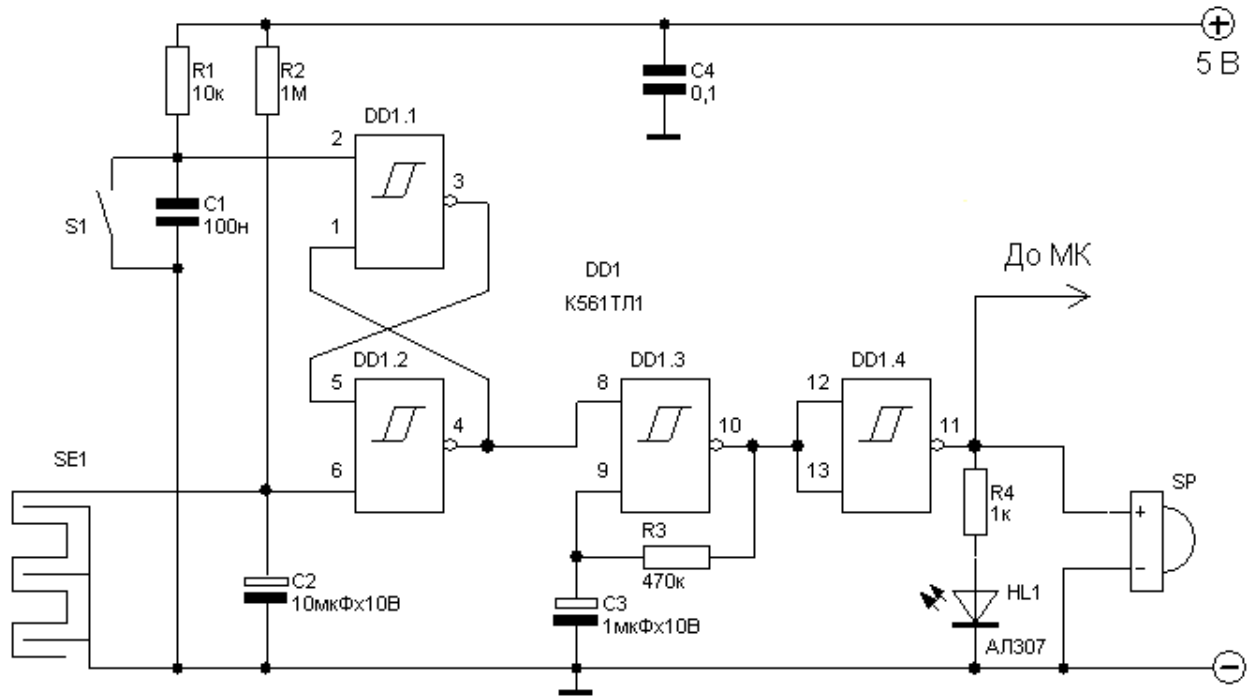


Рисунок 3.2 – Схема датчика вологості

Спрацювання датчика відбувається при потраплянні води на пластини, що викликає різке падіння опору між ними. Датчик встановлюють в місцях найбільш вірогідного скупчення води при протіканні (на підлозі під раковиною, ванною, пральною машиною та ін.) (додаток В).

Принцип роботи автономного пристрою попередження аварійних ситуацій в системах водопостачання. При попаданні води на будь-який з радіодатчиків, що встановлюються на підлозі або на трубі, радіосигнал подається на модуль управління, до якого підключаються пристрої блокування води - кульові крани з електроприводом. Контроль протікання води здійснюється автоматично і не вимагає участі людини.

Автономний пристрій забезпечує виконання наступних функцій:

- контроль протікання води в місцях її можливого виникнення;
- автоматичне блокування водопостачання при спрацюванні будь-якого радіо датчика;
- звукова і світлова сигналізація аварійного стану;

- можливість підключення (за допомогою додаткового Радіореле) автономної системи оповіщення, сирени, сигнальної лампи або сторонньої системи автоматики і т.п.;
- захист кранів від «закисання» методом їх автоматичного прокручування раз на місяць;
- збереження в пам'яті встановлених параметрів необмежено довго, навіть при відключеній напрузі живлення;
- індикація стану кранів (відкрито / закрито);
- подача адресного сигналу про розряд батареї у радіо датчика;
- ручне управління кульовими кранами (відкрито / закрито).

3.2 Розробка блоку живлення

Блок живлення ПМ цифрового модуля повинен забезпечувати напруги живлення 5 В і 15 В. По структурі запропонований блок живлення складається з випрямляча напруги, конденсаторного фільтра, напівмостовий перетворювач постійної напруги в змінну (з понижуючим трансформатором), випрямлячі, фільтри, стабілізатори.

Трансформатор Т1 намотано на кільцевому магнітопроводі типорозміру К10×6×5 з фериту 000НМ. Його обмотка I містить 150 витків проводу ПЄЛШО 0.1, обмотки II і III – по 18 витків ПЄЛШО 0.27.

Витки обмоток кожного трансформатора необхідно рівномірно розподілити по всьому магнітопроводі.

Схема головного вузла імпульсного БЖ – перетворювача напруги наведена на рисунку 3.3.

Силовий трансформатор Т₂ блоку живлення необхідно розрахувати для таких параметрів:

$$U_{жс}=24 \text{ В}, P=20 \text{ Вт};$$

$$U_1 = 15 \text{ В}, I_1 = 0.1 \text{ А}, \quad U_2 = 15 \text{ В}, I_2 = 0.1 \text{ А};$$

$$U_3 = 4 \text{ В}, I_3 = 4 \text{ А}, \quad U_4 = 5 \text{ В}, I_4 = 0.05 \text{ А}.$$

Перш за все необхідно розрахувати (в ватах) потужність трансформатора, що використовується:

$$P_{в} = 1.3 P_{н}, \quad (3.1)$$

де $P_{н}$ – потужність, що споживається навантаженням.

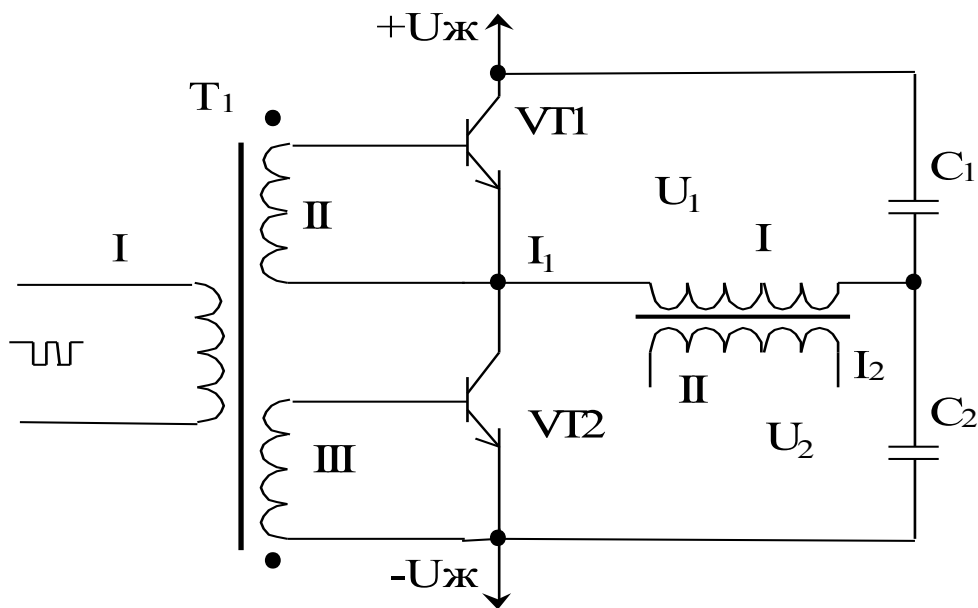


Рисунок 3.3 – Перетворювач напруги

Потужність трансформатора, що використовується: $P_{в}=1.3 \cdot 20=26 \text{ Вт}$.

Далі задаючись габаритною потужністю $P_{габ}$, яка повинна задовольняти умові $P_{габ} \geq P_{в}$, слід вибрати необхідний тороїдальний феритовий магнітопровід. Його параметри пов'язані з $P_{габ}$ співвідношенням:

$$P_{габ} = \frac{S_c \cdot S_o \cdot f \cdot B_{max}}{150} \text{ Вт}, \quad (3.2)$$

де f – частота перетворюваної напруги, Гц;

$$S_c = (D - d) \cdot \frac{h}{2} - \text{площа січення магнітопроводу, см}^2;$$

D, d – відповідно зовнішній та внутрішній діаметри;

$$S_o = \frac{\pi \cdot d^2}{4} - \text{площа вікна магнітопроводу, см}^2;$$

B_{max} – максимальне значення індукції, Тл., яке залежить від марки фериту і може бути визначено по довіднику, що містить дані про феромагнітні матеріали.

Вибираємо частоту $f = 0.3 \cdot 10^5$ Гц. В якості магнітопроводу вибираємо кільце К28×16×9 з фериту 2000НН ($B_{max}=0.25$ Тл). Площа січення:

$$S_c = (2.8 - 1.6) \cdot 0.9 / 2 = 0.52 \text{ см}^2.$$

Площа вікна:

$$S_o = \pi \cdot 1.2^2 / 4 = 2.1 \text{ см}^2.$$

Габаритна потужність:

$$P_{заб} = 0.52 \cdot 2.1 \cdot 0.3 \cdot 10^5 \cdot 0.25 / 150 = 54 \text{ Вт}.$$

Умова $P_{заб} \geq P_e$ виконується.

Після цього, задавшись напругою на первинній обмотці трансформатора U_1 , знаходять число витків:

$$W_1 = 0.25 \cdot 10^4 \cdot \frac{U_1}{S_c \cdot f \cdot B_{max}}. \quad (3.3)$$

Для перетворювача, зображеного на рисунку 3.3,

$$U_1 = U_{жс} / 2 - U_{кенас},$$

де $U_{жс}$ – напруга живлення перетворювача;

$U_{кенас}$ – напруга насичення транзисторів VT1, VT2.

Отримане значення W_1 необхідно округлити до більшого (для уникнення насичення магнітопроводу).

Напруга на первинній обмотці та діаметр обмотувального проводу:

$$U_1 = 24/2 - 1.6 = 10.4 \text{ В}, \quad W_1 = 0.25 \cdot 10^4 \cdot 10.4 / (0.3 \cdot 10^5 \cdot 0.25 \cdot 0.52) = 6.7.$$

Для уникнення насичення магнітопроводу беремо $W_1 = 8$.

Далі знаходимо максимальний струм первинної обмотки:

$$I_{max} = \frac{P_H}{\eta \cdot U_1}, \text{ А} \quad (3.4)$$

де η – коефіцієнт корисної дії перетворювача (зазвичай рівний 0.8); та діаметр її проводу:

$$d_1 = 0.6 \cdot \sqrt{I_{max}}, \text{ мм} \quad (3.5)$$

Максимальний струм I обмотки та діаметр проводу:

$$I_{max} = 20 / (0.8 \cdot 10.4) = 2.4 \text{ А};$$

$$d_1 = 0.6 \cdot \sqrt{2.4} = 0.93 \text{ мм.}$$

Завершуючи, знаходимо число витків вихідної обмотки трансформатора:

$$W_2 = W_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}, \quad (3.6)$$

та діаметр проводу другої обмотки:

$$d_2 = 0.6 \cdot \sqrt{I_2}, \text{ мм.} \quad (3.7)$$

Згідно викладених розрахунків визначаємо число витків та діаметри вихідних обмоток. Для відповідності формулам позначимо величини параметрів першого і другого обмоток, як другу. Після чого визначаємо число витків та діаметри проводу вихідних обмоток:

$$W_2=8 \cdot 15 / 10.4 = 12; \quad d_2 = 0.6 \cdot \sqrt{0.1} = 0.19 \text{ мм};$$

$$W_3=8 \cdot 4 / 10.4 = 3; \quad d_3 = 0.6 \cdot \sqrt{4} = 1.25 \text{ мм};$$

$$W_4=8 \cdot 5 / 10.4 = 4; \quad d_4 = 0.6 \cdot \sqrt{0.05} = 0.13 \text{ мм}.$$

Згідно проведених розрахунків параметри силового трансформатора Т2 наступні. Трансформатор Т2 намотано на кільцевому магнітопроводі типорозміру К28×16×9 з фериту 2000НН [8]. Його обмотка I містить 8 витків проводу ПЄЛШО 0.93, обмотки II і III – по 12 витків ПЄЛШО 0.19, обмотка IV містить 3 витка проводу ПЄЛШО 1.25, обмотка V містить 4 витка проводу ПЄЛШО 0.13.

3.3 Розробка асемблер-програми для мікроконтролера

Згідно поставленої задачі процесорний модуль має виконувати наступні функції:

- оцінювати положення давача;
- в залежності від стану давача формувати керуючий вплив на кроковий двигун;
- видавати інформацію про стан у мережу при наявності запиту;
- здійснювати самодіагностику.

Серед цих функцій основну частину виконує мікроконтролер. Отже визначимо більш конкретно задачі, що безпосередньо мають вирішуватись мікроконтролером:

- перевірка наявності напруги живлення для двигуна;
- запис стану в пам'ять в кризових ситуаціях;
- сприймання інформації з давача;
- обрахунок кількості кроків, що здійснив двигун;
- визначення послідовності ввімкнення фаз для крокового двигуна;
- при наявності запиту видати інформацію про стан вентиля в мережу;

– здійснювати ввімкнення крокового двигуна з певною швидкістю.

Аналізуючи архітектуру і особливості функціонування процесора [10], а також беручи до уваги поставлені задачі було розроблено алгоритм роботи мікропроцесора.

Для того, щоб даний ПМ міг найти застосування у різноманітних цифрових пристроях його програма має мати гнучку структуру та можливість налаштування при змінах конфігурацій. Мікроконтролер PIC16C84 має внутрішній електрично стираючий програмований ПЗП (ЕСППЗП), який можна використовувати для збереження констант. Також вміст ЕСППЗП можна легко змінити зовні без необхідності демонтажу процесора.

Розраховані параметри і формули за якими вони розраховувались наведено в попередніх пунктах. Згідно цих міркувань у пам'яті констант мають міститися (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Розташування даних та констант в ЕСППЗП

Константи	Адреса пам'яті даних
Код контролера	0000
Кількість послідовностей ввімкнення фаз крокового двигуна	0001
Кількість фаз крокового двигуна	0002
Кількість здійснених кроків до моменту ввімкнення	0003 0005
Три значення затримки, що відповідають трьом швидкостям роботи двигуна	0006 ... 0008
Межа лічильника обмежень	0009
Попередній стан лічильника обмежень	000A
Ввімкнення фаз крокового двигуна	0010 ... 00FF

- код контролера;
- кількість фаз крокового двигуна;
- кількість послідовностей ввімкнення фаз крокового двигуна;
- кількість здійснених кроків до моменту ввімкнення;
- три значення затримки, що відповідають трьом швидкостям роботи двигуна;
- межа лічильника обмежень;
- попередній стан лічильника обмежень;
- необхідна кількість послідовностей ввімкнення фаз крокового двигуна.

Розміщення цих констант слід здійснювати в певні комірки пам'яті щоб програма завжди правильно зчитувала вміст пам'яті. Кристал PIC16C84 має 64×8 біт пам'яті даних, яка дозволяє читання і запис під час нормальної роботи. Розташування даних та констант в цій пам'яті має послідовність наведену в таблиці 3.1. Безпосередньо в програмі константи будуть розміщуватись в відповідних змінних. Відповідність між назвами змінних, їх змістом та розташування їх значень по адресі ЕСППЗП приведено в таблиці 3.2.

Згідно функціональної схеми пристрою складається алгоритм функціонування мікропроцесора.

Після ввімкнення напруги живлення відбувається ввімкнення процесора в режим роботи – ініціалізуються регістри і завантажується перша команда програми.

Першою частиною програми є ініціалізація змінних – зчитування даних з пам'яті констант і занесення їх до регістрів. Читання з пам'яті здійснюється шляхом виконання певної послідовності команд зазначеної в інструкції по використанню контролера даної марки. Наступним кроком програми є опитування давача живлення, що для контролера означатиме перевірку стану виводу 7 порту В. В залежності від результату виконання цієї дії здійснюється наступний крок програми. У випадку, коли стан давача рівний нулю, тобто

живлення відсутнє, процесор здійснює процедуру запису стану в пам'ять. На цьому етапі фіксуються кількість кроків крокового двигуна, що відповідає вимірюваному рівню та стан лічильника межі. Потім процесор входить в цикл очікування появи сигналу живлення (вивід 7 порту В має бути рівний '1')

Запис у пам'ять здійснюється для того, щоб дані правильно завантажились при появі живлення, адже тоді відбудеться перезапуск процесора.

Таблиця 3.2 – Поділ пам'яті констант

Адреса ЕСППЗП	Змінна	Пояснення
003F ... 0020		Вільна частина пам'яті
001F ... 0010		Послідовність ввімкнення фаз
000A	carry	Попередній стан лічильника обмежень
0009	carry_et	Максимальне значення лічильника обмежень (межа вимірювань)
0008	stop3	Затримка при максимальній швидкості
0007	stop2	Затримка при середній швидкості
0006	stop1	Затримка при мінімальній швидкості
0005	Lic2	Старший розряд кількості кроків двигуна
0004	Lic1	Середній розряд кількості кроків двигуна
0003	Lic	Старший розряд кількості кроків двигуна
0002	nfase	Кількість фаз двигуна
0001		Кількість послідовностей ввімкнення фаз двигуна
0000	codmk	Код (номер) процесорного модуля

У випадку нормального живлення (вивід 7 порту В рівний '1') процесор переходить до виконання основної задачі.

Проводиться опитування давача вологості, тобто виводу 3 порту А. В залежності від того що є на вході '0' чи '1' відбувається перехід до блоку дій пов'язаних з закриванням вентиля.

При виборі руху виконуються наступні дії. Збільшується адреса наступного кроку, тобто встановлюється в регістрі адреса кроку, що відповідає наступній послідовності ввімкнення фаз крокового двигуна при якій його обертання спричинить відкривання вентиля. У випадку, коли адреса перевищуватиме зазначену в пам'яті констант вибиратиметься мінімальна. Далі відбувається збільшення лічильника кроків двигуна. В зв'язку з тим, що кількість кроків є великою і її величина міститься у трьох регістрах, при необхідності відбувається збільшення старших розрядів лічильника кроків.

Наступним етапом програми є виконання перевірки закриття (відкриття) вентиля. Дана процедура полягає у визначенні наявності сигналу з давача межі (порт А вивід 3). При позитивному результаті опитування відбувається нарощування лічильника обмеження і порівняння його значення з значенням записаним в пам'яті констант. У випадку виходу значення лічильника обмеження за встановлене відбувається перехід до блоку команд пов'язаних з процедурою закривання. Тобто даний блок команд корекції відповідає за нормальний режим роботи системи і сприяє живучості даної системи, здійснює аналіз стану. В зв'язку з тим, що давач межі є інерційний вводиться лічильник діапазону кроків на якому значення давача сприймається як одне.

Після успішного проходження процедури корекції відбувається зміна лічильника напрямку, який слідує за кількістю кроків в певному напрямку і впливає на швидкість переміщення. У випадку переповнення цього лічильника йому присвоюється значення, що відповідає максимальній швидкості переміщення.

На цьому група команд пов'язаних з процедурою відкриття завершується. Команди пов'язані з процедурою опускання виконуються (як зазначалось вище) у випадку коли вивід з порту А приймає рівень одиничного стану. Ці команди є аналогічними до команд відкриття, і відрізняються лише тим, що вище перераховані лічильники адресу кроку, кількості кроків, межі виміру декрементуються. Слід зауважити, що для кожного напрямку руху є власний лічильник напрямку і при зміні одного обнулюється інший.

Розгалуження алгоритму завершується і встановлюється час затримки згідно швидкості визначеній в лічильниках напрямку. Оскільки в даному пристрої передбачено три швидкості руху і значення затримок містяться в пам'яті констант, то далі в програмі відбувається визначення необхідної затримки. Дана процедура здійснює вибір першої швидкості (мінімальної) при значенні лічильника напрямку меншому ніж 15% від максимального; другої швидкості – при значенні в межах 15–95% від максимального; третьої швидкості – у випадку перевищенні 95% значення.

В зв'язку з тим, що попередні кроки програми виконуються приблизно за 0.2мс процесор входить в цикл затримки час якої визначений згідно алгоритму. В процесі перебування у циклі очікування процесор постійно аналізує інформацію, що надходить ззовні (з мережі). Процес аналізу являє собою процедуру зчитування кадр даних, що відповідатиме своїм форматом запиту ззовні. Тобто очікується певний час старт-біт, і при його наявності зчитується кадр даних довжиною 8 біт. Далі виділені дані порівнюються з кодом процесорного модуля, що міститися в пам'яті констант. У випадку співпадіння процесор переходить в режим передачі даних. В цій процедурі здійснюється передача значення кількості кроків з лічильника кроків двигуна. Пересилаються по-черзі молодший, середній та старший розряди лічильника у форматі визначеному протоколом.

Після передачі даних відбувається аналіз затраченого на передачу часу. У випадку, коли він виходить за межі затримки відбувається безпосередній

перехід до наступних дій, в протилежному випадку здійснюється зменшення лічильника затримки та перехід до наступного кола циклу.

Коли завершується цикл затримки або відбувається вихід з циклу, процесор переходить до виконання дій пов'язаних з виводом кроку двигуна. Відбувається процедура зчитування значення по адресі вказаній в регістрі адреси і пересилка цього значення безпосередньо на порт В. Так, як значення записане в пам'яті має формат послідовності ввімкнення фаз, то пересилка його на порт В означає рух двигуна в певний бік.

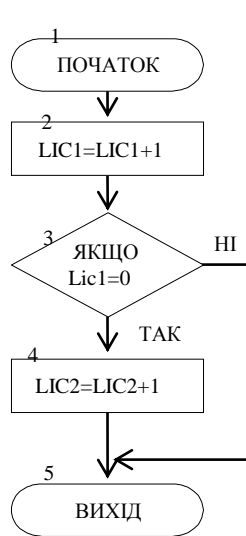
Виконавши всю послідовність описаних дій процесор переходить знову до аналізу стану давача наявності живлення (вивід 7 порту В) і знову виконує вищеописані дії.

Під час створення асемблер-програми виникли ситуації в яких доцільним було застосування підпрограм.

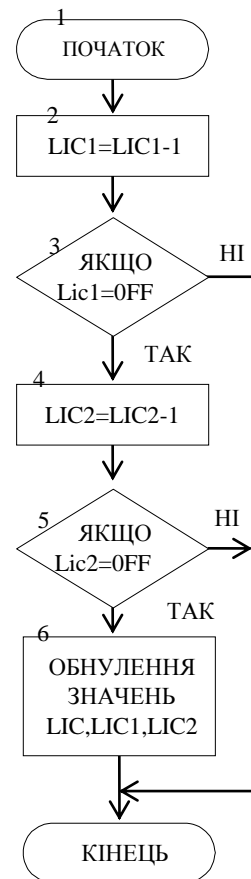
Однією з таких ситуацій була необхідність виконувати певну послідовність команд пов'язану з процесом запису в пам'ять властиву тільки даному типу процесора (внаслідок наявності в ньому ЕСППЗП) [11]. Дана підпрограма має назву EEwrite. З тих же міркувань було створено підпрограму зчитування даних з пам'яті констант, що має назву EEread. В зв'язку з тим, що пам'ять даних не належить до області регістрів ОЗП доступ до неї здійснюється через два регістри EEDATA (08h), що містить в собі восьмибітові дані для читання/запису та EEADR (09h), що містить номер комірки до якої відбувається звернення. Додатково є два керуючі регістри EECON1 та EECON2. При зчитуванні даних з ЕСППЗП записується необхідна адреса в EEADR регістр і потім встановлюються біт RD в EECON1 в одиницю. Дані з'являються в наступному командному циклі в регістрі EEDATA і можуть бути прочитані. При запису даних в ЕСППЗП спочатку заноситься необхідна адреса в регістр EEADR, а дані в EEDATA регістр. Потім здійснюється спеціальна послідовність команд, що здійснює безпосередній запис до ЕСППЗП [11].

Наступною підпрограмою є послідовність виконання команд пов'язаних з збільшенням старших розрядів лічильника кроків. Блок-схема даної підпрограми наведена на рисунку 3.4а. Дана підпрограма має назву LPlus.

Аналогічна по змісту, але з протилежною метою функціонує підпрограма LMinus. Тут відбувається зменшення старших розрядів лічильника кроків (додаток Г)..



а) підпрограма LPlus



б) підпрограма LMinus

Рисунок 3.4 – Блок-схеми підпрограм обробки кроків лічильника:

а) підпрограма LPlus; б) підпрограма Lminus.

Функціонує ця підпрограма згідно блок-схеми наведеної на рисунку 3.4 б. Особливістю підпрограми зменшення старших розрядів лічильника кроків є блок, де відбувається обнулення всіх розрядів лічильника кроків.

Коли процесор в циклі затримки отримує сигнал зовні, що відповідає запиту його даних, він розпочинає послідовну передачу в мережу вміст регістрів лічильника кроків двигуна. Передачу здійснює підпрограма передачі байта даних. Підпрограма має назву Trans.

Дані, що передаються містяться в регістрі TrmReg, за допомогою підпрограм затримок здійснюється чітке формування імпульсів пакету даних. Передача формується згідно встановленого протоколу: спочатку передається старт-біт, у вигляді '0', потім пересилається 8 біт даних, завершує пакет 2 стоп-біти. Формат кадру даних наведено на рисунку 3.5. Затримка В означає затримку на тривалість передачі одного імпульсу $=1/4800=208\text{мкс}$.

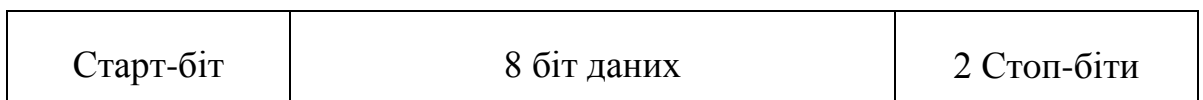


Рисунок 3.5 – Формат кадру передачі даних

В результаті роботи підпрограми пересилки даних на виході прийомо-передавача формуватиметься кадр послілки зображений на рисунку 3.6.

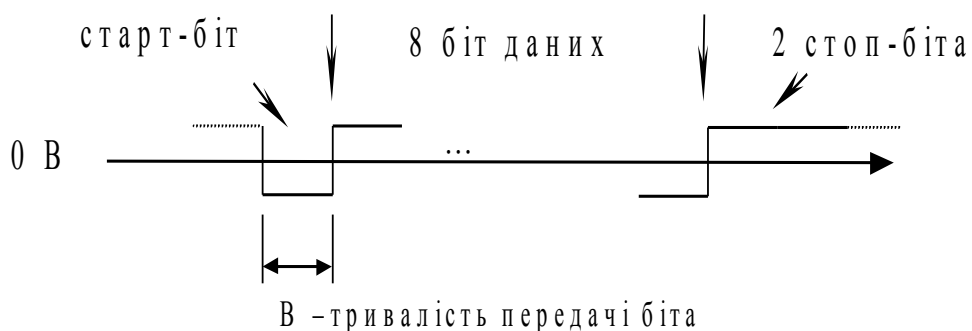


Рисунок 3.6 – Представлення кадру даних сигнальними рівнями інтерфейсу RS-485

Використання підпрограм значно зменшило об'єм пам'яті, що займає програма та покращило структуру головної програми.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Основною метою розділу охорони праці є уникнення можливості виробничого травматизму, професійних отруень і захворювань, пожеж і вибухів, аварій, забруднення довкілля при будівництві та використанні об'єкта проектування.

В розділі охорона праці проводиться розрахунок безпечних умов праці для приміщення з розробки та наладки радіообладнання.

Обслуговуючий персонал займається контролюванням роботи апаратури, виявленням аварій та їх усуненням.

Контроль за роботою здійснюється за допомогою комп'ютерного обладнання, тому ця робота відноситься до категорії легких, тобто робіт, які виконуються в сидячому, стоячому положенні або зв'язані з рухом, але вона не відноситься до систематичної фізичної роботи або до перенесення важких предметів.

Виходячи зі СН 245-71 і ГОСТ 12.1.005-88, а також, беручи до уваги характер робіт, відповідно до яких, площа приміщення на одного працівника в приміщенні дорівнює (6 м^2), приймаємо:

$$S_n = n \cdot S_0, \quad (4.1)$$

де S_0 - площа приміщення, що виводиться на одного працівника;

n - кількість працівників.

Оскільки в приміщенні працює 5 чоловік, тоді необхідна площа для роботи повинна становити:

$$S_n = 5 \cdot 6 = 30 \text{ м}^2.$$

Реальна площа приміщення становить 48 м^2 , тобто відповідає вимогам санітарних норм.

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 в приміщенні повинні підтримуватися певні метеорологічні умови, що визначаються температурою відносною вологістю

повітря, тиском та швидкістю руху повітря. Ці фактори впливають на терморегуляцію, тобто спроможністю організму людини підтримувати нормальну температуру тіла (в межах 36 – 37 °С).

Тепловіддача від організму може здійснюватись шляхом тепловипромінення, конвекції і випаровування. При підвищеній температурі навколишнього середовища тепловіддача здійснюється лише за рахунок випаровування поту. Перегрівання тіла до 40 – 41 °С приводить до порушення водно-сольового обміну, виникнення судорожної хвороби і теплового удару з втратою свідомості.

Робота в умовах пониженої температури повітря, особливо при підвищеній вологості і швидкості руху, призводить до переохолодження тіла, що супроводжується виникненням простудних захворювань. Мінусова температура повітря призводить до обморожування, що розглядається, як виробнича травма.

Для робочої зони нашого, приміщення, оптимальні і допустимі значення температури, відносної вологості і швидкості і руху повітря, встановлюються з врахуванням трудоемності і складності роботи, яка виконується, а також пори року. Користувачі персональних комп'ютерів належать до групи 1а – легкі роботи.

Відповідно з цим і ГОСТ 12.1.005-88 вибираємо необхідні метеорологічні умови (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Оптимальні і допустимі метеоумови

Період року	Категорія робіт	Температура t, °С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість повітря	
		Оптималь	Допустим	Оптималь	Допустим	Оптималь	Допусти
Холодний	Легка 1а	22–24	21-25 22-	40 – 60	<75 <55	0,1 0,1	<0,1 0,1 – 0,2
Теплий	Легка 1а	23-25	28	40 – 60			

Для підтримання відповідних метеорологічних умов в приміщенні встановлено обладнання системи центрального опалення, але в зимовий період його тепловіддача є недостатньою. Доцільним є проведення ущільнення конструктивів вікон і дверей, щоб припинити втрати тепла.

Решту метеорологічних умов забезпечує обладнання повного кондиціонування повітря. Воно забезпечує постійність температури, вологості, руху і чистоти повітря.

Сприятливі умови роботи забезпечують як високу продуктивність праці, так і позитивно впливають на психологічний стан людини, на її працездатність і здоров'я. Особливо важливе біологічне і гігієнічне значення для людини має природне освітлення, тому при проектуванні виробничих приміщень важливо передбачити наявність природного освітлення СНіП II-4-79.

Проведемо розрахунок природного освітлення, згідно зі СНіП II-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування», а при необхідності розрахуємо додаткове штучне освітлення приміщення.

Розрізняють три системи природного освітлення: бокове, верхнє, комбіноване. Для кількісної оцінки виробничого освітлення важливою технічною характеристикою є освітленість робочої поверхні. Густина світлової енергії на площі E (лк) визначається за формулою:

$$E = dF/dS, \quad (4.2)$$

де dF світловий потік, який характеризує потужність світлового випромінювача (лм), рівномірно розподілений по площі dS (m^2).

Коефіцієнт природного освітлення, який являє собою відношення освітленості в даній точці середини приміщення E_v до зовнішнього горизонтального освітлення E_z визначаємо за формулою:

$$I = E_v/E_z. \quad (4.3)$$

Заміри натурного освітлення проводяться люксметром 10116.

Розміри приміщення становлять. $L_n B = 6 \cdot 8 \text{ м}^2$; висота приміщення $h = 3 \text{ м}$, S – світловий отвір вікон $1,9 \text{ м}^2$. Віконне скло подвійне. Характеристика зорової роботи відноситься до високої точності. Це відповідає нормі природного освітлення КПО $I_n = 2 \%$ при боковому освітленні.

При боковому освітленні використовується формула:

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{I_n \cdot K_3 \cdot \eta_{10}}{\tau_0 \cdot VI} K_6; \quad (4.4)$$

де S_0 — площа світлових отворів, м^2 ;

S_n – площа підлоги, м^2 ;

K_3 – коефіцієнт світлопроникнення;

η_{10} – світлова характеристика вікон;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопроникності;

VI – коефіцієнт, який враховує відбивання світла від поверхні;

K_6 – коефіцієнт, який враховує затемнення будинками, що стоять навпроти.

Для приміщення розмірами $6 \cdot 8 \cdot 3$ площа $S = 48 \text{ м}^2$.

Для $L_n/B = 8/6 = 1,33$; $B/H = 6/3 = 2$; $\eta_{10} = 16$;

Для середньозваженого коефіцієнта відображення стелі, стін і підлоги, який дорівнює $0,4$, коефіцієнт VI становить $2,4$. K_6 приймаємо – $1,4$.

Для приміщень з повітряним середовищем, в якому концентрація пилу менше 1 мг/м^3 , $K_3 = 1,4$.

Оскільки $I_n = 2 \%$, коефіцієнт τ_0 визначаємо за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5; \quad (4.5)$$

де τ_1, τ_2, τ_3 - коефіцієнти світлопропускання матеріалу вікна, виду вікна і його конструкції: для віконного, листового, подвійного скла $\tau_1 = 0,8$; для дерев'яних подвійних роздільних оправ до вікон $\tau_2 = 0,6$; для залізобетонних конструкцій $\tau_3 = 0,8$.

τ_4 – коефіцієнт, який враховує витрати світла в сонцезахисних конструкціях: для жалюзі і штор, що регулюються, дорівнює 1.

τ_5 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в захисній сітці, що встановлюється під світильником – дорівнює 0,9.

Отже: $\tau_0 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,35$.

Визначаємо площу світлових отворів S_0 :

$$S_0 = \frac{I_n \cdot K_3 \cdot \eta_{10} \cdot S_n}{100 \cdot \tau_0} = K_6; \quad (4.6)$$

$$S_0 = \frac{2 \cdot 1,4 \cdot 16 \cdot 1,4 \cdot 48}{100 \cdot 0,35 \cdot 24} = 3,47 \text{ (м}^2\text{)}, \quad (4.7)$$

де S_1 – стандартна площа вікна.

Відповідно, кількість вікон визначаємо за формулою:

$$n = 3.47/1,9 = 1,83 = 2 \text{ вікна.}$$

Таким чином, для забезпечення КПО $I_n = 2 \%$ у приміщення повинно бути два вікна площею 1,9 м².

Для освітлення приміщення, коли природного освітлення недостатньо, або взагалі немає, використовується штучне освітлення.

Світловий потік Φ – це потужність світлової енергії, що оцінюється за світловим відчуттям, яке воно справляє на органи зору людини:

$$\Phi = dQ/dt. \quad (4.8)$$

Сила світла I – це відношення світлового потоку до величини тілесного кута, в якому рівномірно розподілено випромінювання:

$$I = dF/d\omega. \quad (4.9)$$

Освітленість E – густина світлового потоку на освітлюваній поверхні.

$$E = d\Phi/dS. \quad (4.10)$$

Яскравість L – поверхнева густина сили світла у заданому напрямку.

$$L = dl/dS \cdot \cos(\alpha). \quad (4.11)$$

Коефіцієнт відбиття β – відношення відбитого світлового потоку до падаючого:

$$\beta = \Phi_{\text{відб.}}/\Phi_{\text{пад.}}$$

Розглянемо якісні показники. Фон – поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта розпізнавання, на який цей об'єкт сприймається. Фон характеризує коефіцієнт відбиття (залежить від кольору поверхні та від її фактури). Фон світлий $\Phi > 0,4$; середній – $\Phi = 0,2 - 0,4$; темний $\Phi < 0,2$.

Контраст – ступінь розпізнавання яскравості об'єкта і фону.

$$K = (L_0 - L_{\phi}) / L_0. \quad (4.12)$$

Контраст великий $K > 0,5$; середній $K = 0,2 - 0,5$; маленький - $K < 0,2$;

Коефіцієнт пульсацій $K_{\text{п}}$ – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку газорозрядних ламп при живленні їх змінним струмом.

$$K_{\text{п}} = (E_{\text{макс}} - E_{\text{мін}}) \cdot 100\% / (2 E_{\text{сер}}), \quad (4.13)$$

де $E_{\text{сер}}$ – значення освітленості за період.

Розміри приміщення: $A = 8$ м, $B = 6$ м, $H = 3,0$ м.

Нормована освітленість 300 лк.

Показник приміщення:

$$i = A \cdot B / (H \cdot (A + B)) = 8 \cdot 6 / (3,0 \cdot (8 + 6)) = 1.14,$$

де A, B, H – відповідно розміри приміщення.

Вибираємо світильник НОДЛ з коефіцієнтом використання світлового потоку $\eta = 49\%$.

Сумарний світловий потік:

$$\Phi = ((E_n \cdot S \cdot k \cdot Z) / \eta) \cdot 100\%, \quad (4.14)$$

де E_n – нормована освітленість, лк;

S – площа приміщення, m^2 ;

k – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт мінімальної освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

$$\Phi = ((300 \cdot 48 \cdot 1,75 \cdot 1,1) / 49) \cdot 100\% = 56\,572 \text{ лм.}$$

Вибираємо лампи ЛТБ-80 р, $\Phi_{л}$ – 4300 лм, тоді кількість ламп дорівнює:

$$N = \Phi / \Phi_{л} = 56572 / 4300 = 14 \text{ шт.}$$

Кількість світильників:

$$N_c = N / 2 = 7 \text{ шт.}$$

Перерахуємо значення E :

$$E = \frac{N \cdot \Phi_{л} \cdot \eta}{S \cdot k \cdot Z \cdot 100\%} = \frac{14 \cdot 4300 \cdot 49}{48 \cdot 1,75 \cdot 1,1 \cdot 100\%} = 319,3. \quad (4.15)$$

Отже, штучне освітлення забезпечує освітленість $E = 319$ лк, що є більшим за E_n ($E_n = 300$ лк), тобто розрахунок проведений правильно.

Рівень шуму дорівнює 75 дБ, що відповідає вимогам ГОСТу, тому захисних заходів не передбачається.

Електричний струм при дії на людину може викликати як місцеві, так і загальні пошкодження. Місцеві електротравми – це опіки, нагрівання внутрішніх органів, механічні пошкодження (розрив тканин м'язів), порушення біоелектричних процесів у організмі, електроліз органічних рідин. Зовнішніми проявами електротравм можуть бути термічні опіки, електричні ознаки на шкірі, металізація поверхні шкіри, електроофтальмія (ураження зору під дією ультрафіолетових променів при іскровому розряді). Загальне ураження струмом відбувається при проходженні струму через нервові центри, центри дихання і роботи серця (електричний удар).

Небезпека ураження тим більша, чим більший струм проходить через людину, але крім цього, впливають: тривалість і шлях проходження струму, його вид, частота і виробничі умови.

Умови ураження людини електричним струмом такі:

- двофазне дотикання (двофазне включення людини в мережу);
- однофазне дотикання, наближення на небезпечну віддаль до неізолюваних дротів з напругою більше 1000 В;
- дотик до корпусу обладнання, що не проводить струм, але опинилося під напругою;
- перебування в зоні дії атмосферної електрики;
- вхід у зону дії електромагнітного поля.

Згідно класифікації приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом (ПУЕ 1.1.6) приміщення роботи системи відноситься до першого (без підвищеної небезпеки).

Електричні установки, до яких відноситься переважна більшість обладнання системи, вимагають дотримання правил електробезпеки, оскільки в процесі експлуатації або проведення профілактичних робіт людина може доторкнутись до частин, що знаходяться під напругою 220 В, тому виникає необхідність у захисті персоналу від ураження електричним струмом. Дуже велике значення для запобігання електротравматизму має правильна організація експлуатації; обслуговування системи. Під цим розуміється точне виконання ряду організаційних та технічних заходів, які встановлені діючими «Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів і правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів» (ППЕ і ПТБ споживачів) і «Правилами побудови електропристроїв» (ППЕ). Основними технічними засобами, які забезпечують безпеку робіт в електроустановках, є: захисне заземлення, занулення, вирівнювання потенціалів, захисне включення, електричний розподіл мереж, мала напруга, подвійна ізоляція. Використання

цих засобів у різноманітних поєднаннях дозволяє захистити людину від ураження струмом.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмопровідних частин, які можуть бути під напругою. У приміщенні розміщення контролера базових станцій заземлено всі шафи з обладнанням, а також вся комп'ютерна техніка. Приміщення, де знаходиться система, обладнується контуром-шиною захисного заземлення, яка з'єднується із заземлювачем. Контур-шина виготовляється з мідного дроту діаметром 6 мм у перерізі і вкладається по периметру приміщення. Місця перетину дротів припаюються з застосуванням бікислотного флюсу. Для під'єднання заземлювальних працівників на шину наварюються гвинти М8. У дипломному проекті проведемо розрахунок захисного заземлення згідно порядку, встановленого ПУЕ.

Згідно вимог ПУЕ 1.7.65 в електроустановках з напругами до 1 кВ при потужності трансформатора менше 100 кВт опір заземлювача повинен бути не більше 10 Ом.

1. Визначаємо розрахунковий опір землі

$$r_{\text{р.з.}} = \Phi \cdot r_{\text{о.з.}}, \quad (4.16)$$

де Φ – коефіцієнт сезонності, який враховує коливання питомого опору при зміні вологості ґрунту протягом року; використовується стержневий заземлювач довжиною $l = 2$ м при глибині закладання від вершини $h = 0,5$ м $\Phi = 1,1$ - четвертої кліматичної зони.

Питомий опір ґрунту: $r_{\text{о.з.}} = 300$ Ом/м.

Для піску:

$$r_{\text{р.з.}} = 1,1 \cdot 300 = 363 \text{ Ом/м.} \quad (4.17)$$

2. Визначаємо опір R , розрядження струму в землі від одного вертикального заземлювача:

$$R_{\text{в}} = \frac{r_{\text{о.з.}}}{2 \cdot 3,14 \cdot l} \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \quad (4.18)$$

де l – довжина заземлювача ($l = 2$ м);

$d = 0,05$ м – діаметр заземлювача за таблицею при $U < 1$ кВ та при $S < 100$ кВА;

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача,

$t = h + l/2 = 0,5 + 1/2 = 1,5$ м;

$$R_B = \frac{330}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,5 + 2}{4 \cdot 1,5 - 2} \right) = 133,3 (\text{Ом}).$$

3. Приблизна кількість заземлювачів

$$n = \frac{R_B}{R_{B, \text{нТММ}}} = \frac{133,3}{10} = 13,3 \approx 14. \quad (4.19)$$

4. Знаходимо із таблиць коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів, який враховує ефект екранування при вибраному значенні $k = a/l$, де a – віддаль між заземлювачами, м; $k = 1,2$ при $a = 2,4$ м; отже коефіцієнт використання вертикального заземлювача за таблицями дорівнює $\eta_\epsilon = 0,56$ (рисунок 4.1).

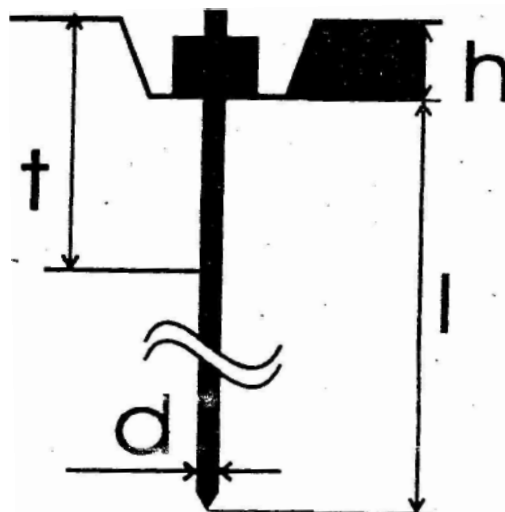


Рисунок 4.1 – Схема розташування одного заземлювача в ґрунті

5. Кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням η_e обчислюємо за формулою:

$$n = \frac{R_b}{R_{b, \text{норм}} \cdot \eta_b} = \frac{133,277}{10 \cdot 0,56} = 23,799 = 24. \quad (4.20)$$

6. Довжина горизонтального заземлювача для розміщення по контуру

$$L = a \cdot n = 2,4 \text{ м} \cdot 24 = 57,6 \text{ м}. \quad (4.21)$$

7. Опір горизонтального заземлювача R_r (Ом), прокладеного на глибині $h = 0,5$ м від поверхні землі:

$$R_r = \frac{r_{o.p.k.}}{2 \cdot 3,14 \cdot L} \ln \frac{2 \cdot L}{b \cdot h} = \frac{330}{2 \cdot 3,14 \cdot 57,6} \ln \frac{2 \cdot 57,6}{0,04 \cdot 0,5} = 7,3, \quad (4.22)$$

де $b = 0,04$ м – ширина штабової сталі, з якої виготовлений заземлювач.

8. Обчислюємо загальний опір:

$$R_k = \frac{R_b \cdot R_o}{n \cdot R_d \cdot \eta_b + R_b \cdot \eta_d} = \frac{133,3 \cdot 7,3}{24 \cdot 7,3 \cdot 0,56 + 133,3 \cdot 0,27} = 7,5 \text{ (Ом)} \quad (4.23)$$

результат є менше 10 Ом, тобто виконується нормуюча умова $R_z < R_{z, \text{норм}}$.

Велика увага приділяється дотриманню обслуговуючим персоналом правил роботи в приміщенні, яке призначене для експлуатації системи. У приміщенні не повинно бути сторонніх людей. Працівники повинні використовувати спецодяг. Безпека роботи обслуговуючого персоналу в приміщенні забезпечується:

- наявністю нормальних проходів між обладнанням;
- використанням спеціальних технічних меблів;
- використанням електрозахисних засобів (діелектричних килимків, гумових рукавиць);
- наявністю аварійного освітлення ($E=2$ лк);
- обладнанням розеток з напругою 220 В;

– заземленням корпусів обладнання і апаратури освітлювальних пристроїв.

Одне з основних місць в охороні праці займає пожежна безпека.

Першочергове завдання пожежної профілактики — це запобігання пожеж. Під пожежною профілактикою розуміють комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, на запобігання пожеж, обмеження їх розповсюдження, а також на створення умов для успішного гасіння пожеж. Пожежно-профілактичні заходи розробляються та виконуються разом, в тісному взаємозв'язку з усіма проектними, будівельними та експлуатаційними роботами.

Приміщення чергування технічного персоналу забезпечується проти-пожежним інвентарем (вуглекислотними вогнегасниками типу ВВ-2). Проходи між рядами і вихід не повинні загромождуватись. У випадку виникнення пожежі перш за все потрібно виключити джерело живлення, сповістити про пожежу в пожежну частину. Евакуювати сторонніх людей, які могли опинитися в небезпечній зоні і лише після цього приступити до гасіння пожежі і рятування цінного обладнання.

Один вуглекислотний вогнегасник ВВ-2 розрахований на 40 – 50 м² приміщення. Для ліквідації невеликих пожеж можна використовувати деякі порошкові матеріали (хлориди лужних металів, соду, пісок і т. д.), що подаються в зону горіння порошковими вогнегасниками.

Будівля, в якій знаходиться наше приміщення обов'язково має резервний вихід на випадок екстреної евакуації працівників.

За вибухопожежною і пожежною безпекою приміщення згідно ОНТП-24-86 і СНТП 2.09, СНТП 02-85 діляться на категорії А, Б, В, Г, Д [19].

Для нашого приміщення встановлена категорія пожежної безпеки Д (СНП 2.09.02-85) при ступені вогнестійкості (СНП Н-90-81), що означає наявність у приміщенні негорючих речовин та матеріалів у холодному стані.

Для швидкого сповіщення пожежної схорони при виникненні пожежі приміщенні використовується електрична пожежна сигналізація. Система електричної пожежної сигналізації виявляє пожежу на початковій стадії і сповіщає про місце її виникнення, а також автоматично включає стаціонарні установки гасіння пожеж.

Автоматичні сповіщувачі при ознаках пожежі здійснюють посилення сигналу. Сповіщувачі типу АТИП-1, АТИП-3 і АТИП ЗМ спрацьовують внаслідок теплової деформації (при 80—100 °С) біметалічних пластинок і мають розраховану площу обслуговування в приміщеннях до 15 м². Комбіновані теплові і димові сповіщувачі типу КИ-1 мають чутливий елемент у вигляді іонізуючої камери і терморезистори. Температура спрацювання цих сповіщувачів 50 – 80°С, площа обслуговування 100 м².

Передбачені нами заходи з охорони праці в першу чергу призначені для уникнення нещасних випадків, що можуть виникнути на підприємстві.

В іншому передбачені заходи з охорони праці відповідають вимогам нормативних документів і актів та забезпечують нормальну, ефективну і безпечну для здоров'я людини виробничу діяльність.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання даного дипломного проекту проведено аналіз систем контролю аварійних ситуацій, які є складовою частиною інтелектуальних будинків. Приведено їх технічні характеристики. Обґрунтовано функції і параметри пристрою.

Розроблено загальну структуру процесорного модуля, визначено функції системи та розроблений процесорний модуль керування кроковим двигуном. А саме: синтезовано принципову електричну схему на сучасній елементній базі та розроблено друковану плату процесорного модуля, який здійснюватиме опитування датчиків та керуватиме кроковим двигуном. Створений модуль розраховано на роботу з кроковими двигунами різних параметрів. Розроблений процесорний модуль може працювати в мережах з інтерфейсом RS-485.

Використання безпроводних сенсорів вологості дозволить значно розширити область використання розробленого пристрою.

Розроблений автономний пристрій забезпечить надійну роботу системи водопостачання будинків, підвищить рівень самодіагностики, а відповідно забезпечить високу живучість системи які його використовують.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Крис Смит. Адаптивные и интеллектуальные системы / Издательство: Бином. Лаборатория знаний. Пер. с англ. Ю. Б. Шмуклера ; под ред. О. Ю. Орлова, 2009. – 583
2. Войтович И.Д., Корсунский В.М. Интеллектуальные сенсоры: Учебное пособие. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 624 с.
3. Михеев В.П. Датчики и детекторы, Просандеев А.В. Издательство: МИФИ, 2007. – 172
4. Кран шаровой с электроприводом НР12В-Н 1. Офіційний сайт. – Режим доступу: <http://neptun.org.ua/instruction/kranshar.pdf>.
5. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин. Л.: Энергоатомиздат. Ленинград. Отд-ние, 1983. – 246 с.
6. Вульвет Дж. Датчики в цифровых системах/ Пер. с англ. Под ред. А.С.Яроменка. М.: Энергоатомиздат, 1981. – 200 с.
7. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления/ М.: Энергоатомиздат, 1987 – 200 с.
8. Щелкунов Н.Н., Дианов А.П. Микропроцессорные средства и системы Автор: Издательство: Радио и связь, 1989. – 346 с.
9. Шпак Ю.А. Программирование на языке С для микроконтроллеров AVR и PIC. МК-Пресс (Киев) 2-е издание, 2010. – 544 с.
10. Флин Д. Локальные сети ЭВМ: архитектура, принципиальные построения, реализация / Пер. с англ. - М.: Финансы и статистика, 1986. – 359 с.
11. Брускин Д.Е., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины. - М.: Высшая школа, 1981. - 258 с.
12. Заец Н. И. Радиолобительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. МК-Пресс., – 2003. – 362 с.

13. Ульрих В. А. Микроконтроллеры PIC16C7X .Издательство: Наука и техника, 2000. – 255 с.
14. Лопаткин А. В. Проектирование печатных плат в системе P - CAD 2001. – НГТУ, 2002. – 178 с.
15. Ревич Ю. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке асемблера Издательство: [БХВ-Петербург](#) – 2011. – 352 с.
16. Абель П. Язык Ассемблера для IBM PC и программирование / Пер. с англ. Ю.В. Сальникова. – М.: Высш.шк., 1992. – 447с.
17. Юров В., Хорошенко С. Assembler: учебный курс- СПб: Издательство “Питер”, 2006. – 672 с.
18. Методичні вказівки до написання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах з освітньо-кваліфікаційного рівня “Спеціаліст” для спеціальності 7.091501 – Комп’ютерні системи та мережі / Г.В. Сапожник, Н.М.Васильків – Тернопіль: ТАНГ, 2004. – 24 с.
19. Вимоги до оформлення дипломних робіт за освітньо-кваліфікаційними рівнями “спеціаліст” і “магістр”/ За ред. проф. Г.П.Журавля – Тернопіль: ТНЕУ, 2007. – 36 с.
20. Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту з освітньо-кваліфікаційного рівня “Спеціаліст”. Спеціальність «Комп’ютерні системи та мережі» / О.М. Березький, Н.М.Васильків, Р.Б.Трембач, Г.М. Мельник /Під ред. О.М. Березького. - Тернопіль: ТНЕУ, 2012. – 40 с.