

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра електронних  
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра  
**Розробка мікропроцесорної системи управління**

студента гр. ЕІ-61

Є.В. Кондратенка

Науковий керівник,  
ст. викладач, к.ф.-м.н.

Ю.В. Столярчук

Нормоконтроль,  
ст. викладач, к.т.н.

О.Д. Динник

Конотоп 2020

## РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є мікропроцесорна система управління.

Мета роботи полягає у розробці мікропроцесорної системи управління.

При виконанні роботи використовувалися наукові методи дослідження та електронні прилади.

У результаті проведених досліджень встановлено, що: головна особливість мікропроцесора — можливість програмування логіки роботи; у систему входить пульт управління, за допомогою якого оператор може управляти роботою системи.

Робота викладена на 47 сторінках, у тому числі включає 25 рисунків, 3 таблиці, список цитованої літератури із 25 джерел.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** МІКРОПРОЦЕСОР, МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА, УПРАВЛІННЯ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ, ПРОГРАМУВАННЯ, БЛОК, ДАТЧИКИ, ЖИВЛЕННЯ, БЛОК-СХЕМА.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1 ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ</b> .....	6
1.1 Виконання завдання.....	6
1.2 Структура мікропроцесорної системи управління.....	9
<b>РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ БЛОКІВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ</b> .....	12
2.1 Розробка пристрою сполучення з цифровим датчиком.....	12
2.2 Розробка пристрою сполучення з аналоговим датчиком.....	14
2.3 Сполучення контролю напруги живлення.....	17
<b>РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ БЛОКІВ ВИВЕДЕННЯ КЕРУЮЧИХ СИГНАЛІВ</b> .....	19
3.1 Схема підключення МК з механізмами виконання.....	19
3.2 Розробка принципової схеми блоку послідовного каналу зв'язку.....	20
3.2.1. Розробка принципової схеми пульта управління.....	21
3.3 Алгоритм роботи блоку читання інформації з цифрових датчиків.....	25
3.4 Алгоритм роботи блоку читання інформації з аналогових датчиків.....	28
3.5 Алгоритм роботи блоку обміну даними в послідовному каналу зв'язку..	29
3.6 Алгоритм роботи блоку взаємодії з оператором.....	30
3.7 Алгоритм обробки переривання від блоку контролю живлення.....	32
3.8 Розрахунок електричних параметрів.....	32
3.8.1 Розробка блоку живлення.....	33
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	35
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	36
<b>ДОДАТОК А</b> .....	38
<b>ДОДАТОК Б</b> .....	48

## ВСТУП

Актуальність. Найрізноманітніше використання виробів мікроелектроніки у повсякденному житті, промисловості, системах управління є основним завданням науково і технічного розвитку. Саме це і породжує актуальність обраної тематики.

Останнім часом розвивається випуск мікроконтролерів для розумних пристроїв. Вони є приладами у вигляді великих інтегральних схем, які складаються з:

- мікропроцесора;
- пам'яті даних і програм;
- інтерфейсів зв'язку, наприклад з датчиками або пультом управління [1].

Мікропроцесор – програмно-керований пристрій для цифрової обробки дискретної та аналогової інформації, виконаний на одній або декількох великих інтегральних схемах (ВІС). Мікропроцесори характеризуються:

- напівпровідниковою технологією виготовлення інтегральних схем;
- архітектурою;
- набором інструкцій;
- ємністю пам'яті, тощо.

Існують поняття зовнішня і внутрішня архітектура мікропроцесора.

Зовнішня архітектура передбачає програмні і мікропрограмні можливості мікропроцесора, важливі при його програмуванні. Зовнішня архітектура, як правило, представлена у вигляді: один набір команд обробляє один набір даних – SISD (від англ. Single In-struction Single Data stream).

Внутрішня архітектура являє собою апаратну організацію та логічну структуру електронних схем, окремих блоків, зв'язаних між собою за допомогою інформаційних шин [2].

З нових однокристальних систем можна відокремити восьми-розрядну архітектуру сімейства мікроконтролерів Intel 8051, представлену INTEL ще в 1981 р.

Але в сучасності переважає другий вид мікропроцесорів – контролери інтерфейса периферії PIC (англ. peripheral interface controller). Це достатньо продуктивні схеми, де є не тільки цифрові, а й аналогові пристрої. Такі як компаратор, модулі

широко-імпульсної модуляції (ШИМ) та аналогово-цифрові перетворювачі. Завдяки їх універсальності вони популярні у виробників «розумних» приладів. Найбільшим з таких у нас є американська компанія Microchip Technology Inc. Вона виробляє три лінійки 8-розрядних PIC [24].

Так як мікропроцесор має можливість програмування логіки роботи, вони застосовуються в областях:

- керування процесом вимірювання;
- обробка дослідних даних, даних з датчиків;
- виведення і зберігання результатів вимірювань та ін.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи і є мікропроцесорна система управління.

Мета роботи полягає у розробці мікропроцесорної системи управління.

При виконанні роботи використовувалися емпіричні та теоретичні наукові методи дослідження, а також електронні прилади.

## РОЗДІЛ 1

### ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

#### 1.1 Виконання завдання

У дипломній роботі розробляється мікропроцесорна система управління певним пристроєм, приладом чи великим об'єктом (рисунок 1.1.).

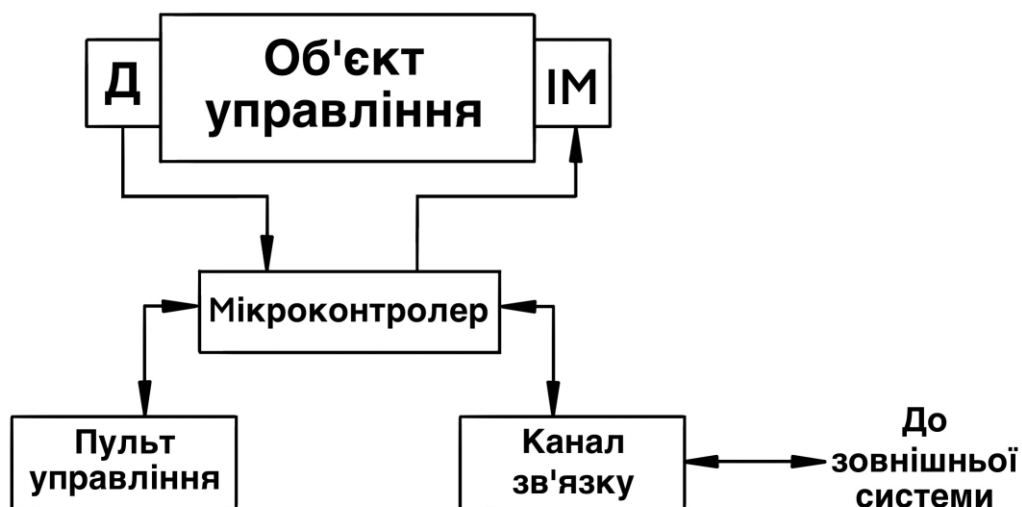


Рис. 1.1. – Структура схеми управління

Мікропроцесорна система сприймає інформацію і сигнали від аналогових і цифрових датчиків, виробляє керуючі сигнали і посилає їх на механізми виконання [3]. Мікропроцесорна система складається з:

- мікроконтролера (МК);
- послідовного каналу зв'язку (ПКЗ);
- пульта управління (ПУ).

За допомогою ПУ оператор системи має можливість управляти її роботою: запускати, зупиняти, знімати з датчиків та індикаторів інформацію про стан приладу чи об'єкта і т. д. За допомогою ПКЗ система може передавати отриману інформацію іншій системі за запитом [4].

Розробляємо структурну схему мікропроцесорної системи, що включає в себе:

- пристрої зв'язку з датчиками і механізмами виконання;
- програми, що забезпечують виконання алгоритмів управління і обміну інформацією;
- оцінку характеристик мікропроцесорної системи;
- розробку блоку живлення [4].

У розділі розрахунку електричних параметрів, розрахуємо споживаний струм і потужність системи. За допомогою цих даних обираємо або розробляємо блок живлення системи.

Мікропроцесорна система опитує датчики  $X_1, \dots, X_5$  і обчислює нульові функції  $Y_1 = \overline{X_1 \cup X_2 \cup X_3} \oplus \overline{X_1 \cup X_2 \cup X_4 \cup X_5}$ . При одиничному значенні функції  $Y_1, Y_2$  або  $Y_3$  система виробляє керуючий сигнал  $Y_1=1$  тривалістю  $T_1=120$  мкс,  $T_2=318$  мкс,  $T_3 = 395$  мкс. Також система має аварійний датчик  $X_0$ , одноразовий сигнал з якого викликає аварійну зупинку в будь-який момент роботи програми [1].

Сигнали з аналогових датчиків  $V_1, V_2$  перетворюються в цифрову інформацію в аналогово-цифровому перетворювачі. Потім слідує посилення цих сформованих кодів  $N_1$  і  $N_2$  на опрацювання. Значення  $K_1$  це 8-розрядний код управління, який слідує з тумблерного реєстра ПУ. Далі система обчислює функцію:  $N_1 = \max(N_2; N_3 - K_1)$

Отримана величина  $N_1$  порівнюється з константою  $J$ , що знаходиться у внутрішній пам'яті. Залежно від отриманих результатів виробляються керуючі сигнали, що управляють  $Y_2$  (якщо  $N < J$ ) тривалістю  $T_3$  або  $Y_3$  (якщо  $N > J$ ) тривалістю  $T_4$ .

Далі система обробляє такі запити на переривання:

- по сигналу аварійного датчика  $IRJ1$ ;
- від терміналу зовнішньої системи вищого рівня  $IRJ2$ ;
- по сигналу відмови джерела живлення  $IRJ0$ ;
- від таймера  $IRJ3$ ;
- ПУ (оператора)  $IRJ4$ .

Найважливішим перериванням є переривання при відмові роботи джерела живлення. Система при цьому переходить на передбачене резервне джерело, виробляє

керуючий сигнал  $Y_5$  для встановлення зовнішніх пристроїв в початковий стан (і передає в ПКЗ код «!»).

Сигналом  $Y_5$  є два імпульси тривалістю 25 мкс, також наступні імпульси з інтервалом в 25 мкс. Після виконання вищевказаних дій МК переводять в режим зниженого енергоспоживання.

Після отримання переривання від аварійного датчика на ПУ вмикається світлова індикація, і на неї виводяться сигнали з датчиків  $X_1, \dots, X_5$  і цифрові коди  $N_1$  і  $N_2$ , що надходять з АЦП. Після цього МК також переводиться в режим зниженого енергоспоживання [1].

Переривання від терміналу зовнішньої системи приймаються ПКУ для управління обміну інформацією. Приймач при цьому подає запит на переривання виконання програми з метою передачі в ПКЗ запитуваної інформації [1].

Вона формується в залежності від прийнятого символу. При прийомі символу D в канал посиляється значення  $Y_1$ , при прийомі символу A – значення  $Y_4$ . Управління передається в перервану програму лише після завантаження в буфер передавача ПКЗ запитуваної інформації. Переривання від пульта управління викликає необхідне виконання наступних дій:

- організація виходу з переривання на початок програми;
- запис інформації за заданою адресою;
- зчитування інформації з тумблерного регістра [5];

Пульт управління має містити наступні регістри значень зі світлодіодами індикації:

- $N_1$  - P11;
- $X_1, \dots, X_5$  - P12;
- $Y_1, Y_2 \dots$  - P13;
- коду  $Y_4$  - P14;
- вхідний 8-розрядний регістр P5 для прийому з тумблерів ПУ  $K_1$  [5];
- світлодіод індикації, на який подається періодичний сигнал прямокутної форми з частотою 2 Гц;



- кнопку «Скидання», при натисканні на яку система встановлюється в початковий стан;
- тумблер «Зупинка», опитуваний в кінці кожного циклу виконання програми [6].

Деякі регістри можуть об'єднуватися в один з можливістю вибору їх значення оператором [3].

## 1.2 Структура мікропроцесорної системи управління

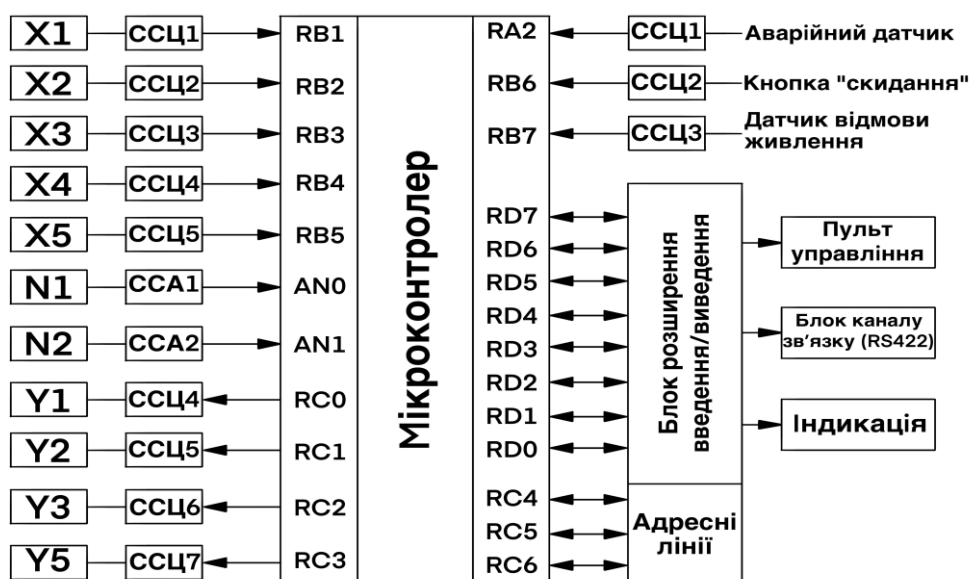


Рис. 1.2. - Структурна схема мікропроцесорної системи управління

На рисунку 1.2 представлена структурна схема системи управління, де показані підключення до МК всіх датчиків. Для узгодження сигналів підключених датчиків, використані пристрої сполучення [25]. Крім того, на схемі вказано підключення до мікроконтролеру ПУ [3].

Також на схемі показані вихідні сигнали для управління підключеними пристроями. Контролер обмінюється даними з системою більш високого рівня по інтерфейсу RS-422.

Підключення датчиків, ПУ і системи індикації виконується за допомогою восьми-розрядної шини, підключеної до порту D контролера. Підключення ПУ і

пристроїв сполучення до шини здійснюється за допомогою блоку розширення введення/виведення (БРВВ). Крім того, цей блок формує запити переривань [5].

Таблиця 1.1

### Розрахунок кількості ліній введення-виведення

Призначення лінії, групи ліній	Напрямок	Тип сигналу	Кількість
Цифрові датчики X0-X5	I	D	6
Аналогові датчики N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>	I	A	2
USART:			
Tx	I	D	1
Rx	O	A	1
I2C:			
SCL	I	D	1
SDA	I/O	D	1
Аварійна звукова сигналізація	O	D	1
Тумблер «Зупинка»	O	D	1
Кнопка: «Скидання»	I	D	1
Кнопка: «Переривання оператора»	I	D	1
Система контролера джерела живлення	I	D	1
Блок організації запиту переривання (INT)	I	D	1
Вихідні сигнали Y <sub>1</sub> -Y <sub>3</sub> , Y <sub>5</sub>	O	D	4
Всього			22

Виходячи з таблиці розрахунку кількості ліній введення-виведення, який використовується МК повинен відповідати наступним критеріям:

- число ліній вводу/виводу - 22;
- наявність модулів USART і MSSP.

Як МК вибираємо мікросхему PIC16F874A. Характеристики МК PIC16F874A представлені в таблиці 1.2. Його розводка представлена на рисунку 1.3.

Таблиця 1.2

### Характеристики мікроконтролера PIC16F874A

Характеристика	Значення
Тактова частота	20МГц
Скидання (затримка скидання)	POR, BOR(PWRT, OST)
FLASH пам'ять програм (14-ти розрядних слів)	4Кб
Пам'ять даних (байт)	192
EEPROM пам'ять даних (байт)	128
Переривань	14
Порти введення/виведення	Порти А,В,С,D,Е
Таймери	3
Модуль захват/порівняння/ШІМ	2
Модулі послідовного інтерфейсу	MSSP, USART
Модулі паралельного інтерфейсу	PSP
Модуль 10-розрядного АЦП	8 каналів
Інструкцій	35

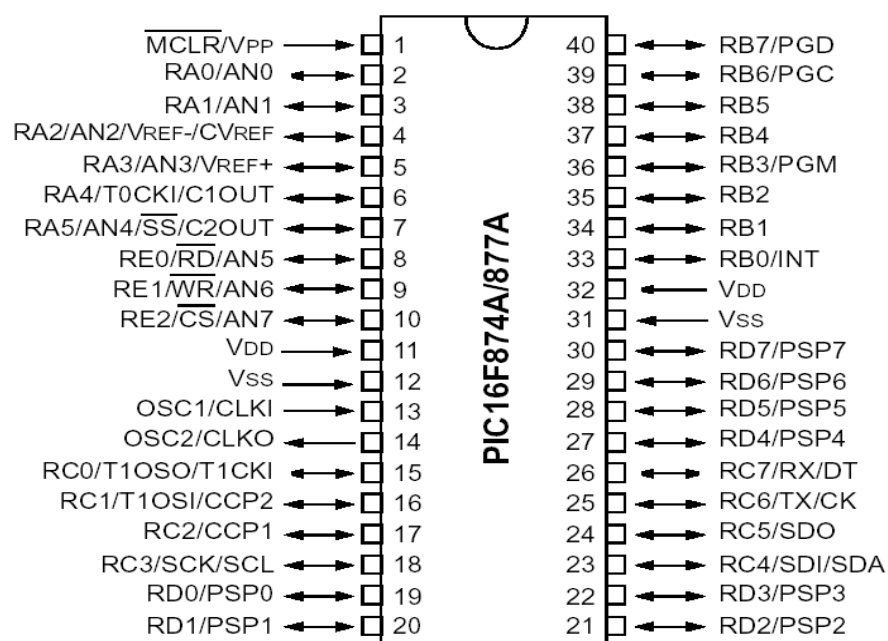


Рис. 1.3. – Розводка мікроконтролера PIC16F874A

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ БЛОКІВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

#### 2.1 Розробка пристрою сполучення з цифровим датчиком

Схема сполучення забезпечує гальванічну розв'язку бінарного датчика і лінії введення контролера [7]. Основою схеми є транзисторний оптрон, який використовується для гальванічної розв'язки (ГР) і як ключовий елемент (рисунок 2.1).

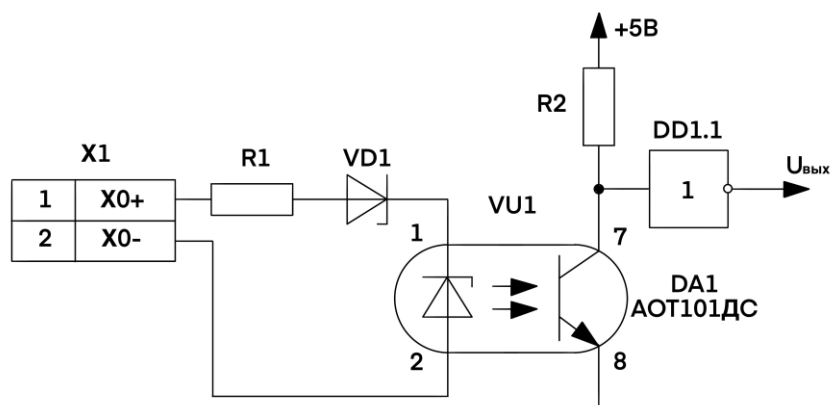


Рис. 2.1. - Схема пристрою сполучення з цифровим датчиком

Схема може бути умовно розділена на 2 ланцюга: вхідну і вихідну. Вхідний ланцюг утворений перетворювачем рівнів і світлодіодом оптрона. Перетворювач рівнів і призводить рівні вхідних сигналів до значень, необхідних для надійної роботи світлодіода оптрона. Схема вхідного ланцюга залежить від рівнів вхідних сигналів. У нашому випадку вона включає в себе резистор R1.

В даній схемі будемо встановлювати оптрон АОТ101ДС:  $U_{пр} = 1,7 \text{ В}$  при  $I_{пр} = 6 \text{ мА}$  (рисунок 2.2.).

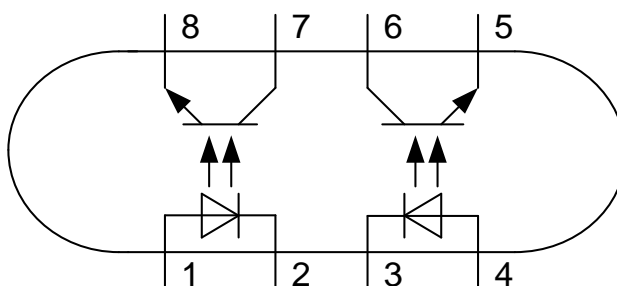


Рис. 2.2. - Схема оптрона АОТ101ДС [21]

Стабілітрон вибирається зі співвідношення:

$$|U_{\min}| < U_{\text{ст}} < |U_{\max}| - U_{\text{пр}} \quad (2.1),$$

де  $U_{\min(\max)}$  – максимальний(мінімальний) із модулів вхідних напруг;

$U_{\text{пр}}$  – пряме падіння напруги на стабілітроні;

$U_{\text{ст}}$  – напруга стабілітрона VD1.

Будемо використовувати стабілітрон BZX30C7V5 з параметрами:  $U_{\text{ст}} = 7,5$  В при  $I_{\text{ст}} = 4$  мА.

Опір резистора R1 в схемі розраховується згідно формули

$$R1 = \frac{|U_{\text{вх}}|_{\max} - U_{\text{пр}} - U_{\text{ст}}}{I_{\text{пр}}}, \quad (2.2),$$

де  $|U_{\text{вх}}|_{\max}$  – максимальний із модулів вхідних напруг ( $|U_{\text{вх}}|_{\max} = 10$  В);

$U_{\text{пр}}$  – пряме падіння напруги на світлодіоді оптрона;

$I_{\text{пр}}$  – прямий струм через світлодіод оптрона.

$$\text{Тоді } R1 = \frac{10 - 1,6 - 7,5}{5 \cdot 10^{-3}} = 180 \text{ Ом.}$$

Згідно ряду E96 візьмемо резистор з опором 182 Ом, таким чином  $R1 = 182$  Ом.

Вихідний ланцюг пристрою сполучення утворений транзистором оптрона VU1 і підлаштувальним резистором R2. Транзистор виконує функцію ключового елемента, а резистор формує на виході схеми напругу логічної «1», коли транзистор закритий [7].

Для цього в лінію вихідного сигналу додається інвертор DD1. Опір резистора R2 вибираємо рівним 1 кОм, тому що до виходу пристрою сполучення підключений вхід мікросхеми транзисторно-транзисторної логіки. В якості інвертора DD1 вибираємо мікросхему типу SN74ALS04 (рисунок 2.3). Споживаний нею струм становить 3,8 мА.

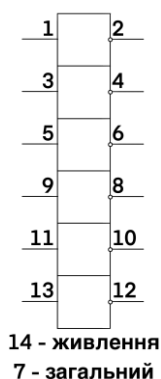


Рис. 2.3. - Мікросхема SN74ALS04

## 2.2 Розробка пристрою сполучення з аналоговим датчиком

Структурна схема пристрою сполучення з аналоговим датчиком складається з одного основного і двох додаткових блоків (рисунок 2.4.).

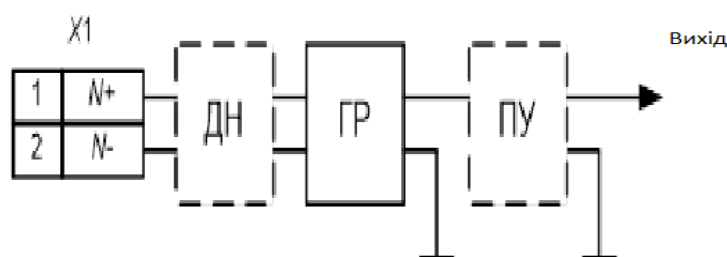


Рис. 2.4. - Схема пристрою сполучення з аналоговим датчиком

Основним є блок ГР аналогового датчика і лінії введення. Функцію елемента ГР виконує операційний підсилювач (ОП), зображений на рисунку 2.5, з гальванічною розв'язкою типу AD202 [7]. Споживаний цим елементом струм становить 50 мА.

Додатковим блоком є вхідний дільник напруги і вихідний суматор [8].

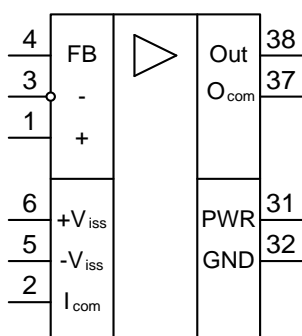


Рис. 2.5. – Розводка операційного підсилювача AD202 [7]

Схема сполучення виконує розв'язку для аналогового датчика, зображену на рисунку 2.6, і виведення мікроконтролера, а також змінює аналоговий сигнал з  $-5 \dots -10$  В в сигнал з рівнями  $0 \dots +5$  В.

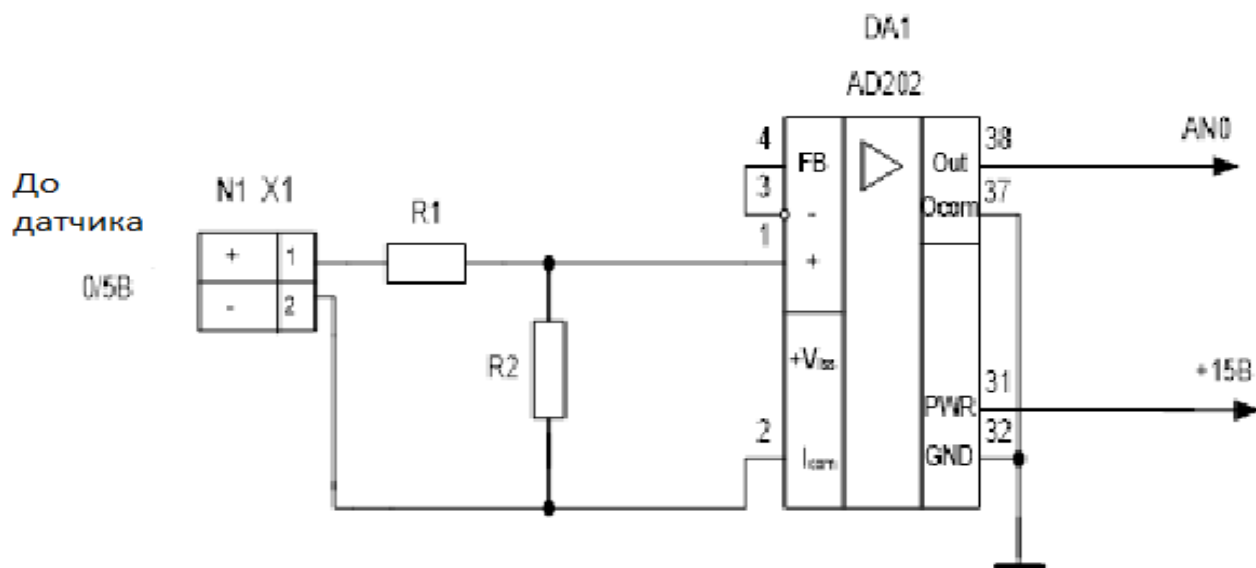


Рис. 2.6. - Схема підключення аналогового датчика

Опір резисторів дільника знаходиться за наступною формулою:

$$R_1 = R_2 \left( \frac{|U_{\text{вхmax}}|}{U_{\text{дв}}} - 1 \right) \quad (2.3),$$

де  $|U_{\text{вхmax}}|$  – максимальне значення з модулів вхідних напруг,

$U_{\text{дв}}$  – вихідна напруга дільника.

Розрахуємо номінали резисторів:

$$R_1 = R_2 \left( \frac{|U_{(\text{вх})\text{max}}|}{U_{\text{дв}}} - 1 \right) \quad (2.4);$$

$$R_1 = R_2 \left( \frac{10}{5} - 1 \right) \quad (2.5);$$

$$R_1 = R_2 \cdot 1 \quad (2.6).$$

Виберемо з ряду номінальних значень резисторів E96  $R_1 = R_2 = 1 \text{ кОм}$ .

Визначимо діапазон зміни напруги на виході ОП:

$$U_{\min} = \frac{U_{(вх)\min}}{\frac{R_1}{R_2} + 1} = -5 \quad (2.7);$$

$$U_{\max} = \frac{U_{(вх)\max}}{\frac{R_1}{R_2} + 1} = -2.5 \quad (2.8),$$

де  $U_{(вх)\min}$  - нижня межа вхідної напруги;

$U_{(вх)\max}$  - верхня межа вхідної напруги;

$U_{дв}$  – вихідна напруга датчика.

Схема сполучення аналогового датчика з сигналом від  $-5 \text{ В} \dots -10 \text{ В}$  в вихідний сигнал  $0 \dots +5 \text{ В}$  представлена на рисунку 2.7.

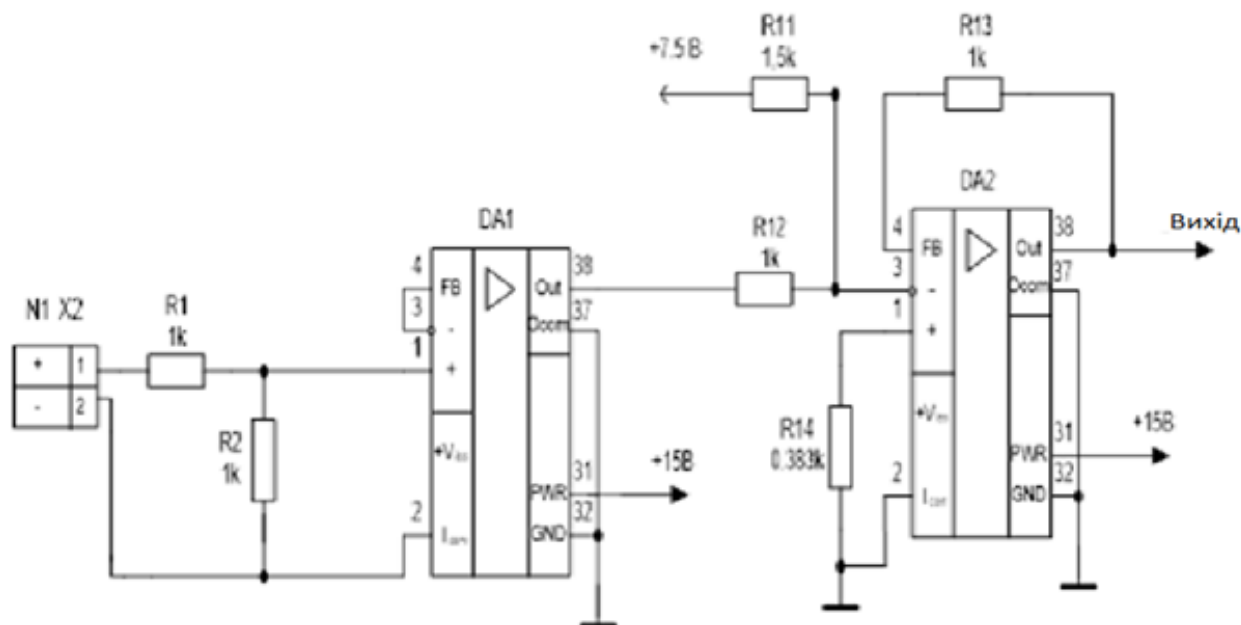


Рис. 2.7. - Схема сполучення з аналоговим датчиком

$$R_{11} = R_{13} \frac{U_{ref}}{U_{0\max}} \left( \frac{U_{\max}}{U_{\min}} - 1 \right) \quad (2.9);$$



$$R12 = R13 \left( \frac{U_{\min} - U_{\max}}{U_{0 \max}} \right) \quad (2.10).$$

де  $U_{\text{ref}}$  – величина головної напруги, В;

$U_{0 \max}$  – максимальна напруга на виході суматора, В;

$U_{\max}$  – напруга на вході суматора, відповідно верхньому рівню;

$U_{\min}$  – напруга на вході суматора, відповідно нижньому рівню.

Приймаємо  $R13 = 1 \text{ кОм}$ ,  $U_{\text{ref}} = 7,5 \text{ В}$ , для модуля АЦП мікроконтролера PIC16F877A  $U_{0 \max} = 5 \text{ В}$ , тоді, підставивши потрібні значення в вищенаведені формули, отримуємо:

$$R11 = R13 \frac{7,5}{5} \left( \frac{-10}{-5} - 1 \right) = 1,5 \text{ кОм} \quad (2.11);$$

$$R12 = R13 \left( \frac{-5 - (-10)}{5} \right) = 1 \text{ кОм} \quad (2.12).$$

Опір резистора R14 виходить із співвідношення:

$$\frac{1}{R14} = \frac{1}{R11} + \frac{1}{R12} + \frac{1}{R13} \quad (2.13).$$

$R14 = 0,375 \text{ кОм}$ ;

Отже, відповідно ряду E96 виберемо резистори:  $R11 = 1,5 \text{ кОм}$ ,  $R12 = 1 \text{ кОм}$ ,  $R13 = 1 \text{ кОм}$ ,  $R14 = 0,383 \text{ кОм}$ .

### 2.3 Сполучення контролю напруги живлення

Схема контролю наявності живлення представлена на рисунку 2.8.

Світлодіод оптрона отримує живлення через випрямовувач з фільтруючим конденсатором. Оptron виконує функцію ГР і ключового елемента [8].  $U_{\text{вх}}(0) = 0$ ;  $U_{\text{вх}}(1) = \sim 220 \text{ В}$ . Ємність конденсатора C1 знаходиться в межах 40-100 мкФ, а його робоча напруга не менше 5 В.

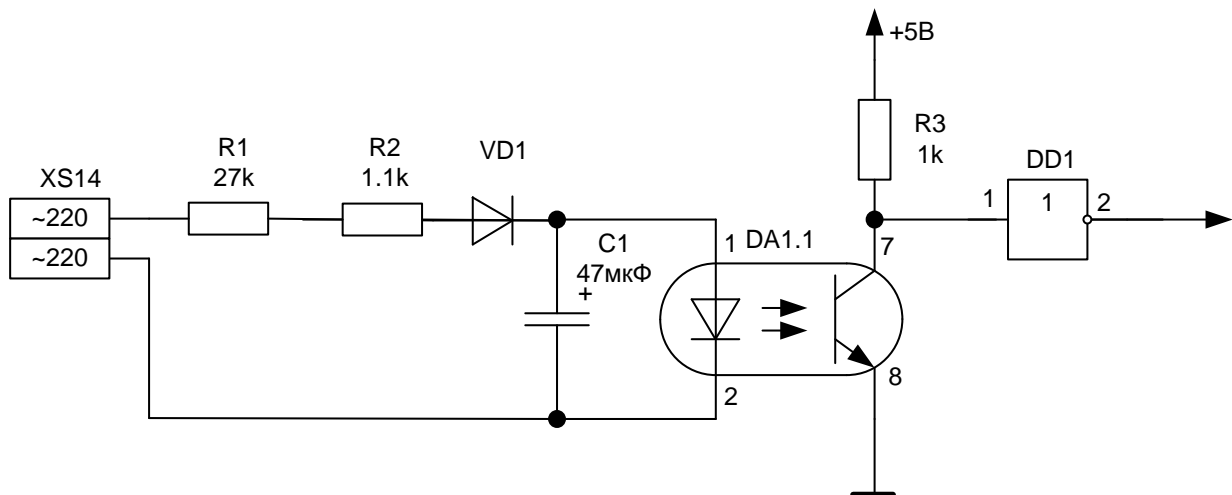


Рис. 2.8. - Схема контролю напруги живлення

Максимальна зворотна напруга діода VD1 не менше 30 В. Опір резистора  $R_{1-2}$  розраховуємо за формулою:

$$R_{1-2} = \frac{U_d}{1,57I_{пр}} \quad (2.14),$$

де  $U_d$  – значення напруги на вході.

$$R_{1-2} = \frac{220}{1,57 \cdot 0,005} = 28100 \text{ Ом} \quad (2.15).$$

$R1 = 28 \text{ кОм}$ ,  $R2 = 1,7 \text{ кОм}$ ,  $R3 = 1 \text{ кОм}$ ,  $C1 = 47 \text{ мкФ}$ .

Використовуємо діод 1N4148 і оптрон АОТ101ДС.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ БЛОКІВ ВИВЕДЕННЯ КЕРУЮЧИХ СИГНАЛІВ

#### 3.1 Схема підключення МК з механізмами виконання

Для сполучення діапазонів напруг МК і механізмів виконання використовуємо таку схему сполучення [9].

Діапазон напруги сигналів з МК на виконавчі механізми (ВМ): 0 .. +5 В. У схемі сполучення використовується оптронна розв'язка (рисунок 3.1.).

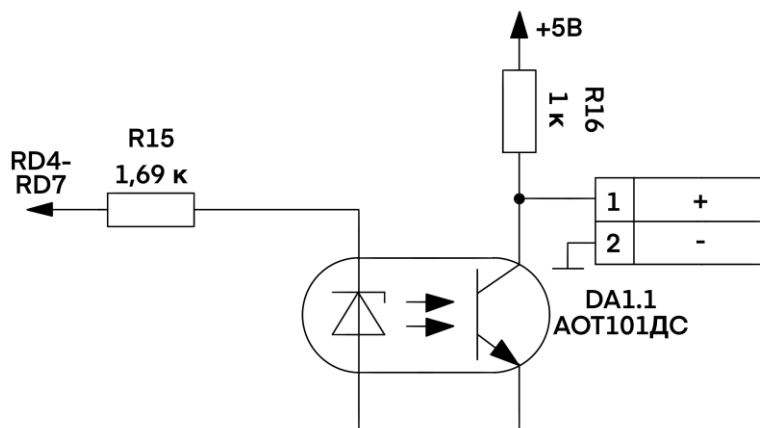


Рис. 3.1. - Схема сполучення з виходами  $Y_1$ -  $Y_3$ ,  $Y_5$

Розрахуємо номінали резистора:

$$R15 = \frac{U_{\text{вх max}} - U_{\text{пр}}}{I_{\text{пр}}} \quad (3.1),$$

де  $U_{\text{вх max}}$  – найбільший з модулів вхідних напруг, В;

$U_{\text{пр}}$  – падіння напруги на світлодіоді, В;

$I_{\text{пр}}$  – прямиий струм на оптроні, А.

Розрахуємо значення резистора:

$$R15 = \frac{15 - 1,7}{0,005} = 2660 \text{ Ом} \quad (3.2).$$

Отже,  $R15 = 2,7 \text{ кОм}$ .

$$R16 = \frac{U_{\text{ВХ}}}{I_{\text{ВІХ}}} \quad (3.3),$$

де  $U_{\text{ВХ}}$  - максимальна вхідна напруга, В;

$I_{\text{ВІХ}}$  - максимальний комутований струм, А.

Для АОТ101ДС  $I_{\text{ВІХ}} = 0.005 \text{ А}$ ,  $U_{\text{ВХ}} = 5 \text{ В}$ .

Розрахуємо величину резистора:

$$R16 = \frac{5}{0.005} = 1000 \text{ Ом} \quad (3.4).$$

Отримаємо  $R16 = 1 \text{ кОм}$ .

### 3.2 Розробка принципової схеми блоку послідовного каналу зв'язку

Так як вихідні сигнали МК фізично не здатні подолати відстань більше 50 см (особливість інтерфейсу UART) [10], доведеться використовувати перетворювач інтерфейсу UART в інтерфейс RS-422 мікросхему ADM485AR (рисунок 3.2.):

- напруга живлення мікросхеми ADM485AR - 12 В;
- струм живлення  $I_{\text{dd}} - 200 \text{ мА}$ ;
- робочий діапазон температур від -40 до +85 °С;
- максимальна довжина передачі – до 1200 м.

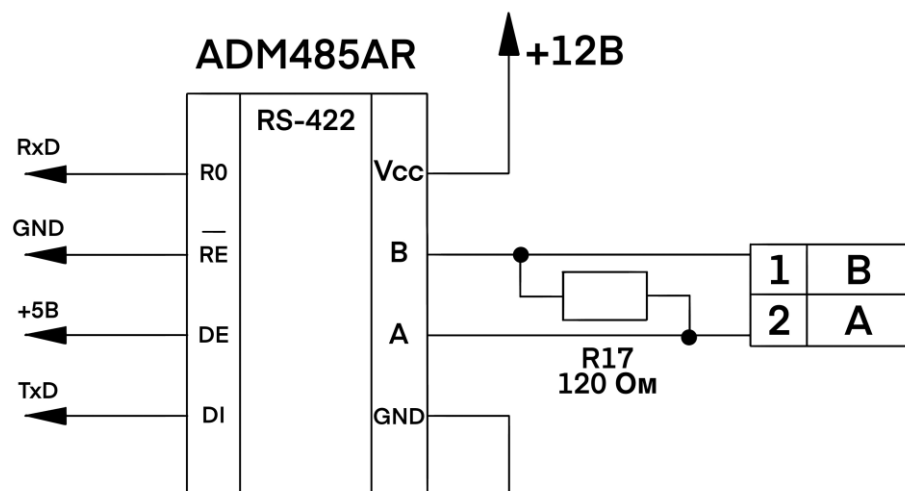


Рис. 3.2. - Схема включення мікросхеми ADM485AR [22]

### 3.2.1. Розробка принципової схеми пульта управління

У схему ПУ входять:

- блок розширення введення/виведення;
- кнопка «переривання від оператора»;
- кнопка «скидання»;
- кнопка «зупинка».

За допомогою ПУ оператор отримує можливість виконувати такі дії в мікропроцесорній системі управління:

- запуск і зупинка;
- отримання значення деяких констант;
- отримання інформації про стан приладу з індикаторів і т.д [10].

Блок розширення введення/виведення включає в себе:

- систему індикації;
- реєстр установки К.

Вони реалізовані на мікросхемі DD3 типу PCA9535. Розводка мікросхеми PCA9535 представлена на рисунку 3.3.

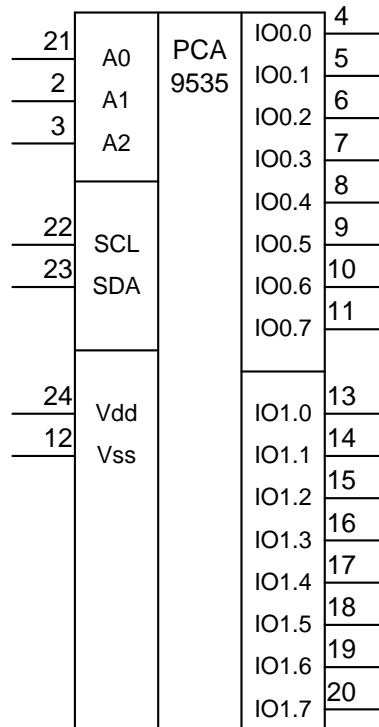


Рис. 3.3. – Розводка мікросхеми PCA9535 [23]

Система індикації призначена для виведення інформації про стан об'єкта на ПУ. До її складу входять 15 виходів мікросхеми і, відповідно їм, стільки ж світлодіодів HL1-HL15 типу IRRD9451. Ми можемо підключити ці світлодіоди прямо до виходів регістрів, бо вони мають підвищену навантажувальну здатність. Резистори R18 - R32 обмежують струм до 5 мА.

Синхронний послідовний порт MSSP мікроконтролера працює в режимі сумісності з шиною I2C. Передача даних відбувається по двох лініях: SCL (тактові синхроімпульсів) і SDA (дані) [11].

Відповідно визначимо значення опору резисторів R18 – R32:

$$R = \frac{U_{\text{пит}} - U_{\text{пр}}}{I_{\text{пр}}} \quad (3.5);$$

$$R = \frac{5 - 1,8}{0,005} = 640 \text{ Ом} \quad (3.6),$$

де  $U_{\text{пит}}$  – питома напруга резистора, В;

$U_{пр}$  – падіння напруги на резисторі В;

$I_{пр}$  – струм через резистор, А.

Відповідно ряду Е96 як резистори R18 – R32 виберемо А2-14-0,5-642 Ом.

Також на ПУ є кнопка S1 «Скидання», при натисканні на яку формується низький рівень напруги на вході МК, що призводить до його скидання в початковий стан [12].

При натисканні на кнопку S2 «Переривання від оператора» на світлодіоди HL1-HL4 регістра P11 виводяться:

- останнє значення  $Y_1$ ;
- результат порівняння  $N > J$ ;
- значення виразу  $X1 \cap X2 \cap X3 \cap X4$ ;
- значення виразу  $X1 \cup X2 \cup X3 \cup X4$ .

На світлодіоди регістра P12 в цьому випадку виводиться значення константи J [13].

В якості кнопок S1 - S3 будемо використовувати кнопки ПКН-21. Схеми включення кнопок в систему наведемо на рисунку 3.4.

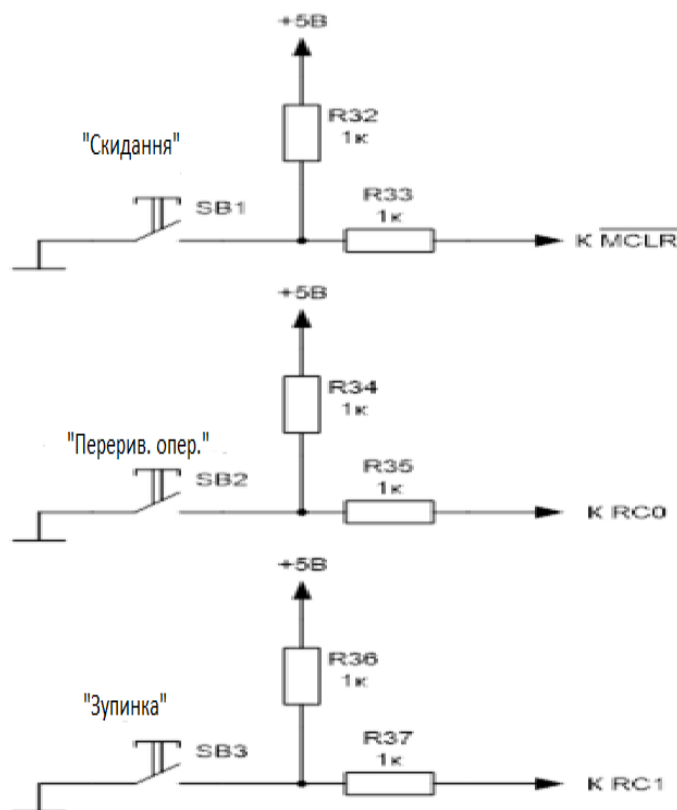


Рис. 3.4. - Схема перемикання кнопок

Логіка формування запитів на переривання реалізована на мікросхемі SN74ALS10. Розводка мікросхеми SN74ALS10 показана на рисунку 3.7. Споживаний нею струм становить 2,2 мА [12].

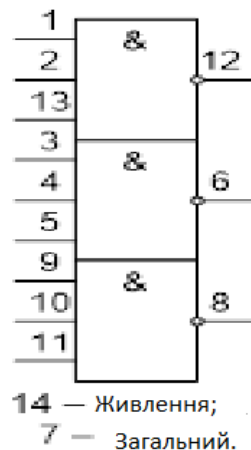


Рис. 3.5. – Розводка мікросхеми SN74ALS10

Система формує сигнал переривання в трьох випадках:

- поява високого рівня напруги на виході схеми контролю живлення;
- поява високого рівня напруги на виході пристрою сполучення з датчиком аварійної ситуації;
- натискання кнопки S2 «Переривання оператора».

Якщо хоча б одна кнопка або сигнал активується, то сигнал запиту переривання надходить на вхід INT контролера.

Для аварійної сигналізації використовується зумер [3]. Аварійна сигналізація підключена до лінії порту D мікроконтролера. Схема аварійної сигналізації зображена на рисунку 3.6.



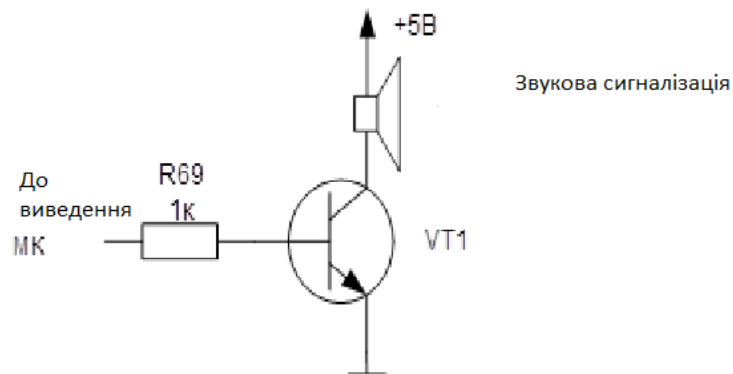


Рис. 3.6. - Схема аварійної сигналізації

### 3.2.2 Організація запиту переривання

Вихідний сигнал  $Y$  системи блоку організації запиту переривання має вигляд:

$$Y = \overline{X_1} + X_2 \quad (3.7),$$

де  $\overline{X_1}$  – сигнал від «Переривання оператора»;

$X_2$  – переривання від аварійного датчика [15].

Переведемо цей сигнал в базис АБО-НЕ:

$$Y = \overline{\overline{\overline{X_1}} \downarrow X_2 \downarrow X_3} \quad (3.8),$$

Схема блоку організації запиту переривання наведена на рисунку 3.7.

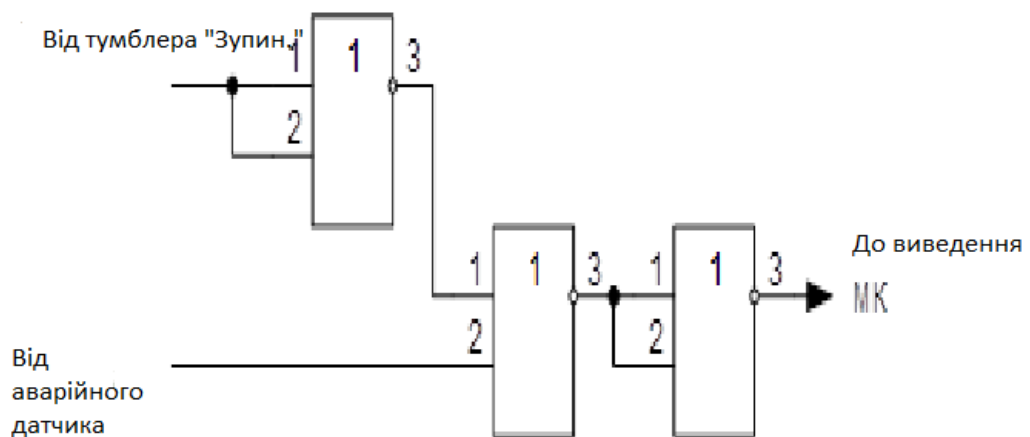


Рис. 3.7. - Схема блоку організації запиту переривання

### 3.3 Алгоритм роботи блоку читання інформації з цифрових датчиків

Загальна блок-схема алгоритму роботи мікропроцесорної системи наведена на рисунку 3.8. Після скидання запускається ініціалізація контролера:

- налаштування периферійних модулів;
- посилення у вихідні канали початкових значень керуючих сигналів тощо.

В наступному блоці здійснюється введення інформації з пульта управління. [8]

У блоках «Введення інформації з цифрових датчиків» і «Введення інформації з аналогових датчиків» виконується прийом інформації від відповідних датчиків. Після в блоці «Обробка цифрової інформації» обчислюється значення функції  $Y_1$ , яке формується в блоці «Формування сигналу  $Y_1$ ».

Після обробки аналогової інформації у відповідному блоці «Формування вихідних сигналів  $Y_2$  або  $Y_3$ » формуються керуючі сигнали  $Y_2$  або  $Y_3$ . Всі значення надходять у блок «Вивід на індикацію». При цьому йде перевірка, чи є запити на переривання. В кінці всього алгоритму виконання програма опитує тумблер «Зупинка» і формує сигнал зупинки системи при його активному стані [7].

В алгоритмі обробки переривання виконується збереження контексту - вмісту акумулятора і регістра.

Далі опитуються наступні джерела переривання:

- від джерела живлення,
- від аварійного датчика,
- від таймера,
- переривання оператором [1].

Обробка переривання виконується у підпрограмі, на яку здійснюється перехід у випадку переривання. Після обробки здійснюється вихід з підпрограми обробки переривання [16].



Рис. 3.8. - Блок-схема алгоритму роботи мікропроцесорної системи управління.

На рисунку 3.9 показано алгоритм за яким виконується робота блоку читання інформації з цифрових датчиків.

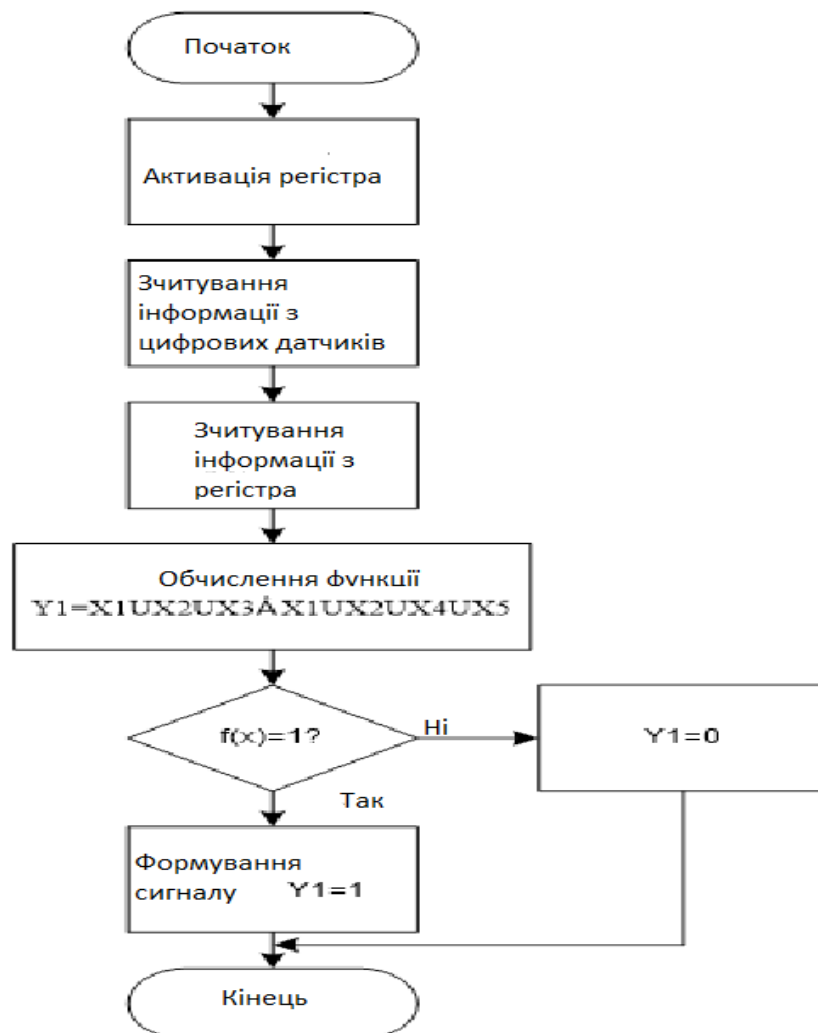


Рис. 3.9. - Алгоритм роботи блоку читання з датчиків

Після зчитування інформації, відбувається обчислення функції  $Y_1$ . Далі слідує оцінка отриманої інформація  $Y_1 = 1?$ , і відбувається перехід до аналогових датчиків, якщо функція не рівна 1. Якщо ж функція дорівнює 1, то виробляється сигнал  $Y = 1$ , довжиною  $T_1 = 120$  мкс.

Для цього використовуємо таймер TMR1. На таймер приходять частота 20 МГц [17].

Розрахуємо кількість машинних циклів для формування імпульсу  $T_1 = 120$  мкс.

$$T_{\text{мц}} = 4 \cdot T \quad (3.9),$$

де  $T = 1/F_{\text{осц}}$ , тоді  $T_{\text{мц}} = 4/F_{\text{осц}} = 4/(20 \cdot 10^6) = 0,2$  мкс.

Необхідна кількість машинних циклів:

$$N = t_{\text{имп}}/T_{\text{мц}} \quad (3.10),$$

де  $t_{\text{имп}}$  – імпульс тривалістю  $T1$ .

$N = 600$ .

$N = 258$  у шістнадцятковій системі, а для шістнадцяти-розрядного таймера буде  $FFFF-258 = FDA7$ . Це значення і записуємо в регістр TMR1 [18].

### 3.4 Алгоритм роботи блоку читання інформації з аналогових датчиків

На рисунку 3.10 показано алгоритм за яким виконується робота блоку читання інформації з аналогових датчиків.

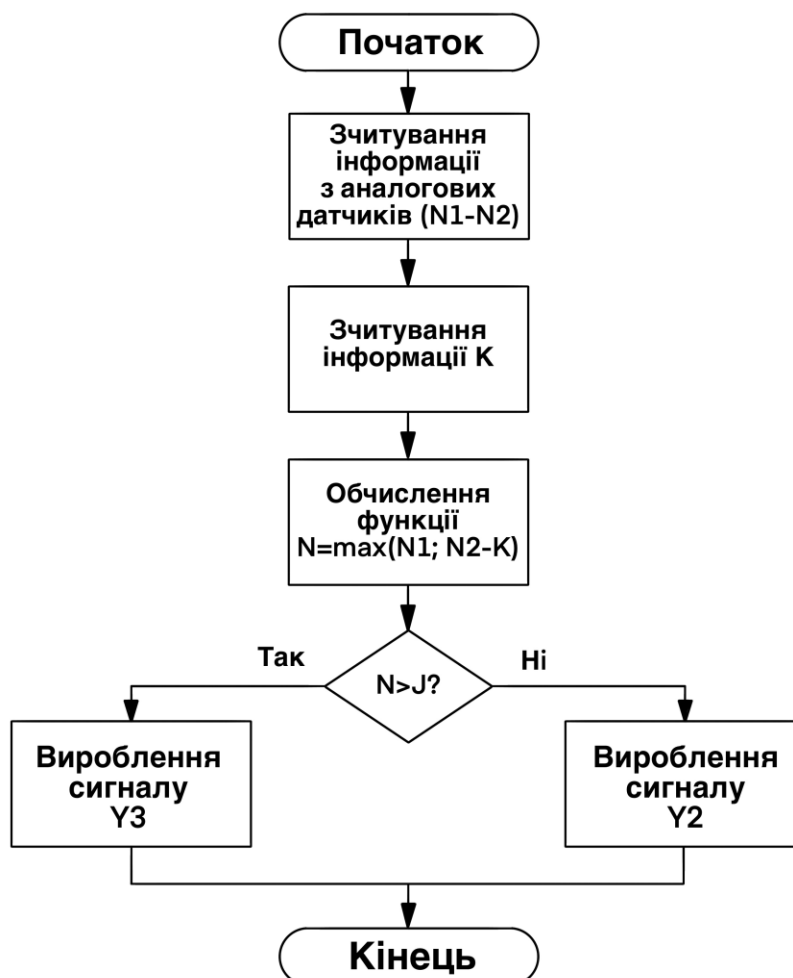


Рис. 3.10. - Алгоритм роботи блоку читання інформації з аналогових датчиків

Спочатку здійснюється ініціалізація аналогово-цифрового перетворювача. Після цього виконується зчитування з нього інформації, яка була отримана від аналогових датчиків, і подальший її запис до портів вводу-виводу в регістри МК.

Наступним чином виконується зчитування восьми-розрядного коду встановлення, який надходить з ПУ. Потім відбувається обчислення  $N_1 = \max(N_2; N_3 - K_1)$ . Далі порівнюється функція  $N$  з константою  $J$ , яка зберігалась в регістрі МК. Якщо  $N < J$ , то виробляється керуючий сигнал  $Y_2$ . Якщо ж функція  $N_1 > K_1$ , то виробляється сигнал  $Y_3$ . Після цього завершується алгоритм читання інформації за аналогових датчиків.

Для формування сигналів  $Y_2$  і  $Y_3$  будемо використовувати таймер TMR1. Переддільник дорівнює 1: 1. На таймер подається частота 20 МГц.

Розрахуємо кількість машинних циклів для формування імпульсу  $T_2 = 318$  мкс.

$$T_{\text{мц}} = 4 \cdot T \quad (3.11),$$

де  $T = 1/F_{\text{осц}}$ , тоді  $T_{\text{мц}} = 4/F_{\text{осц}} = 4/(20 \cdot 10^6) = 0,2$  мкс.

$N = 1590$ , в шістнадцятковій системі  $N = 636h$ , а для шістнадцяти-розрядного таймера буде  $FFFF-636 = F9C9$ . Це значення і записуємо в регістр TMR1.

Подібно дізнаємось для  $T_3 = 395$  мкс:

$$N = 1975 = 7B7h \quad (3.12);$$

$$FFFF-7B7 = F848 \quad (3.13).$$

### 3.5 Алгоритм роботи блоку обміну даними в послідовному каналу зв'язку

Робота блоку обміну даними по ПКЗ виконується за алгоритмом, зображеним на рисунку 3.11.



Рис. 3.11. - Алгоритм обміну даними

Спочатку відбувається ініціалізація порту USART:

- встановлюється швидкість передачі (115200 біт/сек),
- дозвіл на переривання від послідовного порту тощо [5].

Далі виконується обробка і аналіз отриманої інформації. Якщо був прийнятий символ  $D$ , то в канал посилається значення  $Y_2$ . Якщо ні, то виконується вихід з підпрограми переривання [17].

### 3.6 Алгоритм роботи блоку взаємодії з оператором

Робота блоку обміну інформацією по ПКЗ виконується за алгоритмом, показаним на рисунку 3.12.

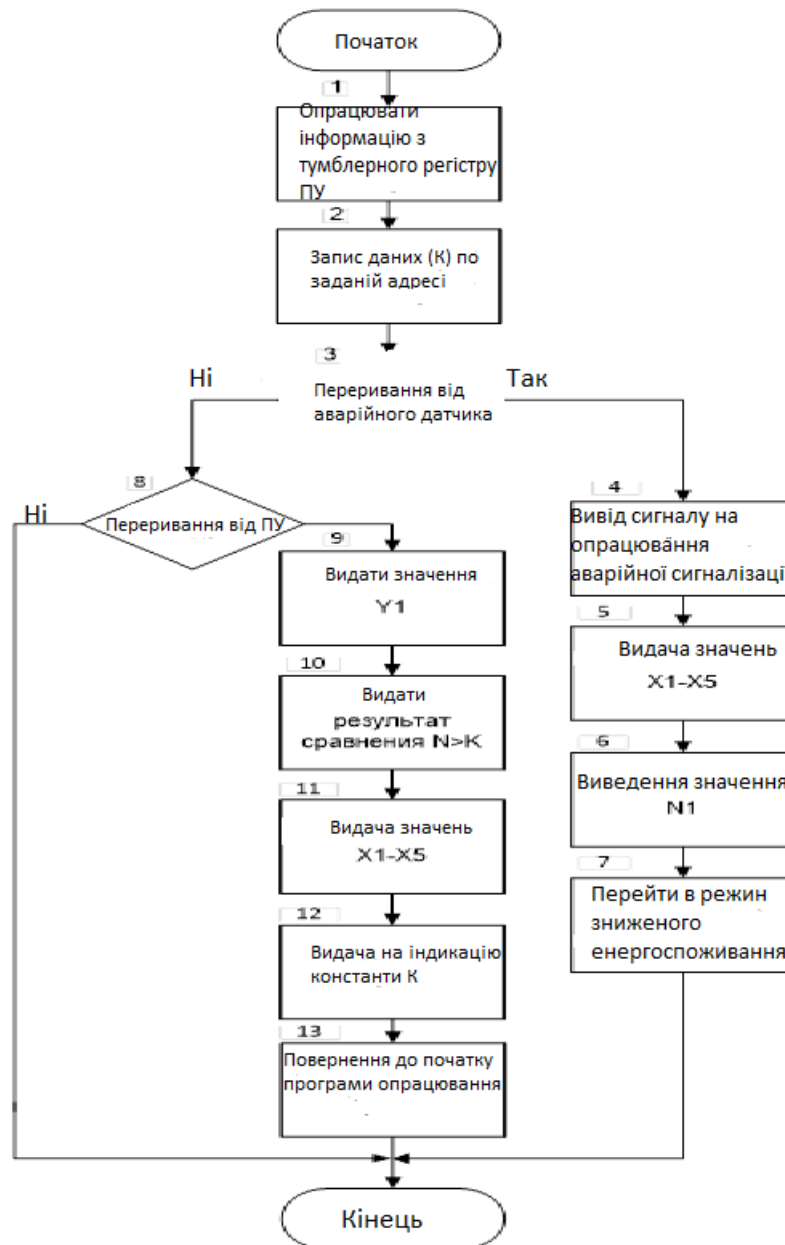


Рис. 3.12. - Алгоритм обміну інформацією

У блоці 1-13 виконуються наступні дії відповідно:

- опитується тумблерний реєстр ПУ і формується код установки [6].
- цей код записується по заданій адресі.
- перевіряється наявність переривання від аварійного датчика.

Якщо переривання наявне, то на ПУ виконуються наступні дії:

- вмикається аварійна сигналізація.
- на індикацію виводяться сигнали датчиків X1-X5.
- на індикацію виводиться цифровий  $N_1$ , що надходить з АЦП.



- МК переходить в режим зниженого енергоспоживання.

Якщо ні, то виконуються наступні дії:

- перевіряється наявність переривання від ПУ.
- на індикацію виводиться значення  $Y_2$ .
- на індикацію виводиться результат порівняння  $N > K$ .
- на індикацію виводяться сигнали двійкових датчиків X1-X5.
- на індикацію виводиться значення константи K.
- вихід з переривання на початок програми.

### 3.7 Алгоритм обробки переривання від блоку контролю живлення



Рис. 3.13. - Алгоритм обробки переривання від блоку контролю напруги живлення

Спочатку виробляється сигнал  $Y_1$  встановлення зовнішніх пристроїв в початковий стан. Потім в ПКЗ передається код «!». Після закінчення цих дій МК переходить в режим зниженого енергоспоживання (рисунок 3.13.).

$$T5 = 25 \text{ мкс}, N = 125 = 7d \text{ h}, \text{FFFF-7d} = \text{FF82}.$$

### 3.8 Розрахунок електричних параметрів

Для розрахунку блоку живлення мікропроцесорної системи складемо таблицю електричних параметрів для основних елементів [6].

Таблиця 1.3

**Струми, споживані мікросхемами**

Струм живлення	Споживач	Кількість	$I_{\text{спож}}$ , мА	$\sum I_{\text{спож}}$ , мА
+ 15 В	AD202	2	50,0	100,0
+ 5 В	SN74ALS04	1	3,9	3,9
	PIC16F874A	1	45,0	45,0
	ADM485AR	1	100,0	100,0
	PCA9535	1	160,0	160,0
	IRRD9451	16	5,0	80,0
	SN74ALS10	3	2,2	6,6
+7.5 В	AD202	2	50,0	100,0

Отже нам потрібен блок живлення, який видає напругу +15 В, +5 В і +7,5 В. Споживана від +15 В потужність становить 1,5 Вт, від + 5 В – 0,96 Вт, а від + 7,5В – 0,75 Вт. Таким чином, потужність, споживана всім пристроєм становить 3,21 Вт.

**3.8.1 Розробка блоку живлення**

Блок живлення (БЖ) має видавати стабільний струм і напругу для живлення системи управління по трьох каналах - + 5В, + 15В і + 7.5В.

Для проектування БЖ мікропроцесорної системи управління використовуємо схему зображену на рисунку 3.14. У ланцюзі + 5 В передбачене резервне джерело - батарея G1 типу 6R61.

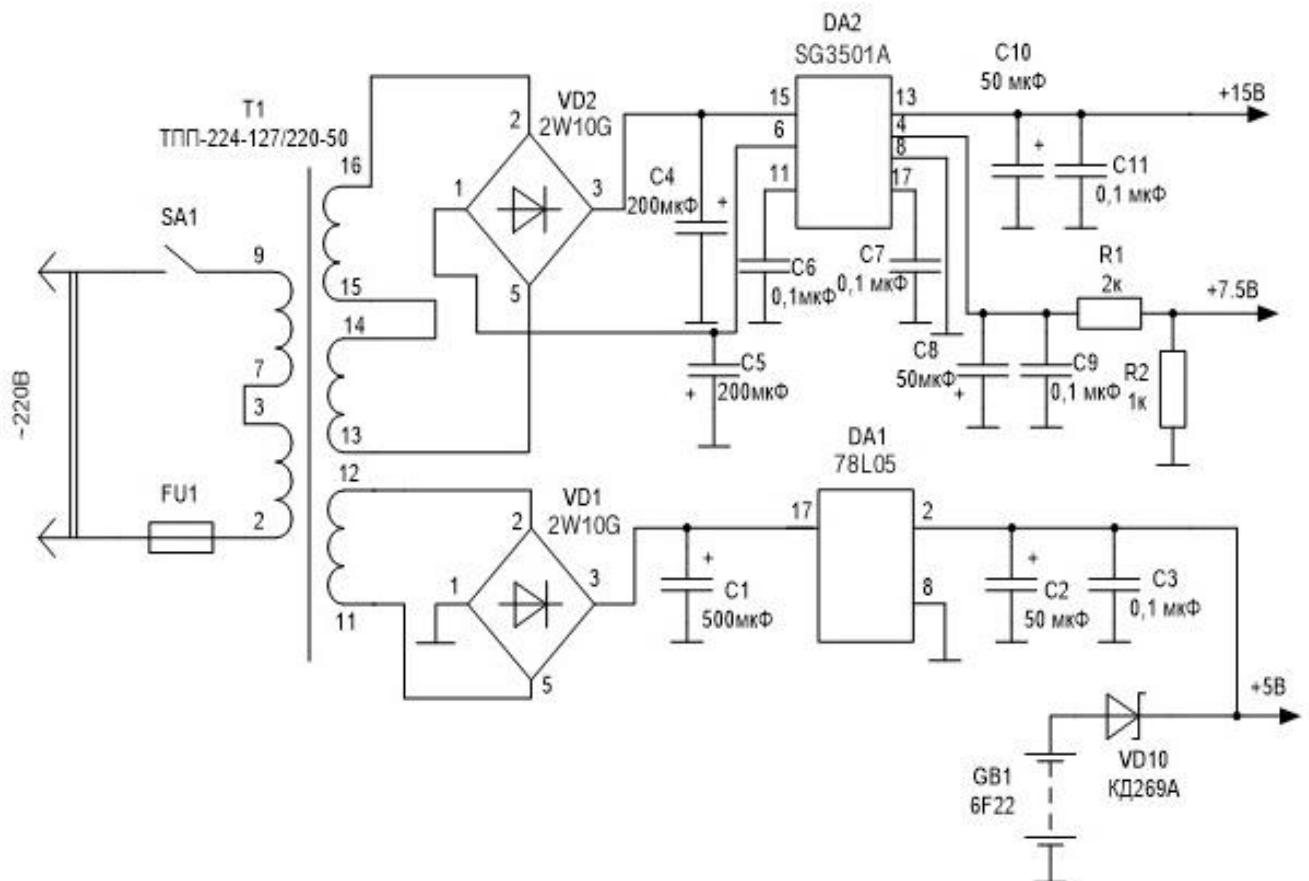


Рис. 3.14. - Схема блоку живлення

Трансформатор - ТПП-224-127 / 220-50. Він може забезпечити потужність до 5,5 Вт. Напряга між обмотками 11 і 12, 13 і 14 дорівнює 5В, а між 15 і 16 - 10 В [6].

Для отримання напруги 15 В з'єднуємо 13 і 14 та 15 і 16 послідовно [3]. Для спрямлення напруги в схемі застосовані діодні мости VD1 і VD2 типу 2W10G фірми General Semiconductor. Як стабілізатор напруги + 15 В і + 7.5 В задіяна мікросхема SG3501A, а для стабілізації напруги + 5 В мікросхема 78L05

## ВИСНОВКИ

1. Значну частину світового ринку мікропроцесорних засобів становлять так звані периферійні інтерфейсні контролери або PIC (англ. Peripheral Interface Controller).

Особливістю цих мікросхем є те, що крім власне процесора, на цьому ж кристалі розташована й система введення-виведення, що дозволяє знизити функціональну складність і габаритні розміри мікропроцесорної системи керування. Подібні пристрої називаються мікроконтролерами.

2. За допомогою пульта управління оператор отримує можливість управляти роботою мікро-ЕОМ: запускати її і зупиняти, виводити значення деяких констант, знімати з індикаторів інформацію про стан об'єкта і т. д. За допомогою послідовного каналу зв'язку мікропроцесорна система може передавати оброблену інформацію системі вищого рівня за її запитом.

При написанні даної дипломної роботи було розглянуто поняття мікропроцесорної системи та її складових. За допомогою системи використаних наукових методів стало можливим застосування на практиці отриманих знань, вмінь.

3. В кінцевому результаті отримуємо розроблену мікропроцесорну систему управління об'єктом, що включає мікроконтролер (PIC16F874A), аналогово-цифровий перетворювач, схеми сполучення і логічні мікросхеми.

Показано, що у систему входить пульт управління, за допомогою якого оператор може управляти роботою системи. Отримано програму, що забезпечує виконання алгоритму управління. Були отримані та удосконалені наявні навички в проектуванні мікропроцесорних керуючих систем.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бродін, В.Б. Системи на мікроконтролерах і БІС програмованої логіки / В.Б. Бродін, А.В.Калінін - М. : Видавництво ЕКОМ, 2002. - 400 с.
2. [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=67590](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=67590) – Мікропроцесор, дата доступу: 11.03.2020.
3. Сташін, В.В. Проектування цифрових пристроїв на однокристальних мікроконтролерах / В.В. Сташін, А.В. Уроса, О.Ф.Мологонцева - М. : Вища школа, 1990. - 224 с.
4. Лужецький В. А. Основи інформаційної безпеки / В. А. Лужецький, А. Д. Кожухівський, О. П. Войтович. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 267 с.
5. Яценків, В.С. Мікроконтролери Microchip. Практичний посібник / В.С. Яценків - М. : Гаряча лінія - Телеком, 2002. - 296 с.
6. Мілих, В. І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: підручник / В. І. Мілих, О. О. Шавьолкін ; за ред. В.І. Мілих. – 2-ге вид. – К. : Каравела, 2008. – 688 с.
7. Мікропроцесорна техніка: Підручник / [Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол та ін.]; за ред. Т. О. Терещенко. – 2-ге вид., перероб. і доповн. – К.: ІВЦ "Політехніка"; "Кондор", 2004. – 440 с.
8. Таверньє, К. РІС-мікроконтролери. Практика застосування: Переклад з фр. / К. Таверньє - М. : ДМК Пресс., 2004. - 272 с.
9. Тимошенко, Л. П. Схемотехніка пристроїв технічного захисту інформації [Текст лекцій] : навчальний посібник. Ч. 2 / Л. П. Тимошенко ; за ред. В. М. Карташова. – Харків : СМІТ, 2015. – 232 с.
10. 7. Цирульник С. М. Проектування мікропроцесорних систем / С. М. Цирульник, Г. Л. Лисенко. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 201 с.
11. [http://www.seas.upenn.edu/~ese171/vhdl/vhdl\\_primer](http://www.seas.upenn.edu/~ese171/vhdl/vhdl_primer) - VHDL Tutorial, дата доступу: 15.03.2020.
12. [http://kanyevsky.kpi.ua/VHDLlabukraine/resource/All/VHDL/VHDL\\_context.html](http://kanyevsky.kpi.ua/VHDLlabukraine/resource/All/VHDL/VHDL_context.html) - Вивчення VHDL, дата доступу: 21.03.2020.

13. Бабич М. П. Комп'ютерна схемотехніка: Навчальний посібник / М. П. Бабич, І. А. Жуков. – К.: "МК-Прес", 2004. – 412 с.
14. Бродин В. Б. Системы на микроконтролерах и БИС программируемой логики / В. Б. Бродин, А. В. Калинин. – М.: Издательство Эком, 2002. – 399 с.
15. Казимир В. В. Проектування комп'ютерних систем на основі мікросхем програмованої логіки : монографія / С. А. Іванець, Ю. О. Зубань, В. В. Казимир, В. В. Литвинов. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 313 с.
16. Баранов В. Н. Применение микроконтроллеров AVR : схемы, алгоритмы, программы. / В. Н. Баранов. – М. : Издательский дом "Додэка-XXI", 2004. – 288.
17. Поляков А. К. Языки VHDL и Verilog в проектировании цифровой аппаратуры. / А. К. Поляков. – М. : СОЛОН-Пресс, 2003. – 320 с.
18. Lilja D. Designing Digital Computer Systems with Verilog. / David J. Lilja, Sachin S. Saratnekar. – New York: Cambridge University Press, 2004. – 160 p.
19. Мельник А. Архітектура комп'ютера. Наукове видання / А. Мельник. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.
20. Злобін Г. Г. Архітектура та апаратне забезпечення ППК: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Г. Г. Злобін, Р. Є. Рикалюк – К. : Каравела, 2006. - 304 с.
21. [http://tec.org.ru/board/aot128a\\_aot127v/119-1-0-523](http://tec.org.ru/board/aot128a_aot127v/119-1-0-523) - Транзисторний оптрон, дата доступу: 20.04.2020.
22. <https://ru.mouser.com/datasheet/2/609/ADM485-878789.pdf> - Послідовний канал зв'язку, дата доступу: 25.04.2020.
23. <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/177259/TI/PCA9535.html> - порт введення / виведення на основі PCA9535, дата доступу: 25.04.2020.
24. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ПІС> - контролери інтерфейсу периферії, дата доступу 25.04.2020.
25. Ю.И. Колесник. Электронные устройства измерения и согласования сигналов. Текст лекцій / Ю.И. Колесник, Р.С. Томашевский – Харьков НТУ «ХПИ», 2016. – 4-9 с.

**ДОДАТОК А**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ КРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ



Кваліфікаційна робота бакалавра

## Розробка мікропроцесорної системи управління

Студент гр. ЕІ-61

Є.В. Кондратенко

Науковий керівник,  
к. ф.-м. н, старший викладач

Ю.В. Столярчук

Конотоп 2020



## Актуальність роботи

- Розвиток мікроелектроніки і широке застосування її виробів на промисловому виробництві, у пристроях і системах управління найрізноманітнішими об'єктами і процесами є в даний час одним з основних напрямів науково-технічного прогресу.
- Головна особливість мікропроцесора — можливість програмування логіки роботи.
- МПС використовуються для керування процесом вимірювання, обробки дослідних даних, зберігання і виведення результатів вимірювання та ін.

**Мета роботи полягає у розробці мікропроцесорної системи управління.**

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ



Рис. 1 - Структурна схема управління об'єктом

- Мікропроцесорна система приймає інформацію про об'єкт управління від аналогових і цифрових датчиків, виробляє керуючі сигнали відповідно до законів управління і подає їх на виконавчі механізми. Мікропроцесорна система складається з мікроконтролера - керуючого мікро-ЕОМ, пульта управління і послідовного каналу зв'язку.
- За допомогою пульта управління оператор отримує можливість управляти роботою мікро-ЕОМ: запускати її і зупиняти, видавати значення деяких установок (констант), знімати з індикаторів інформацію про стан об'єкта і т. д. За допомогою послідовного каналу зв'язку мікропроцесорна система може передавати оброблену інформацію системі вищого рівня за її запитом.

## Структурна схема мікропроцесорної системи управління

4

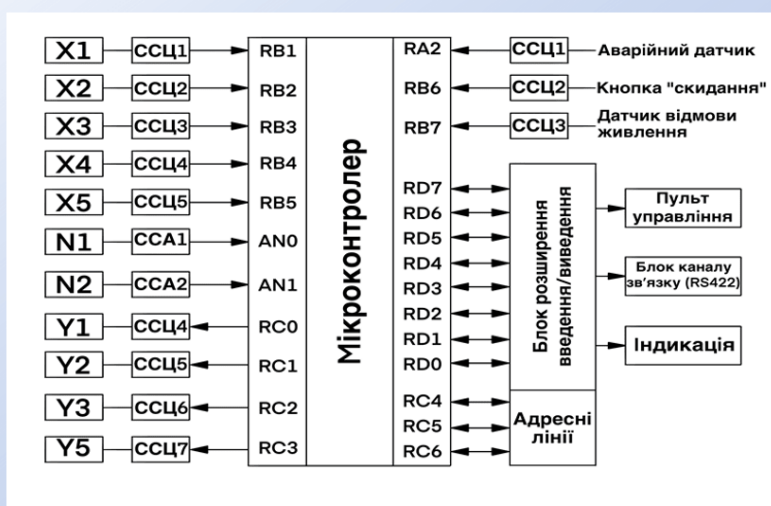


Рис. 2 - Структурна схема системи управління

Також на схемі показані всі вихідні сигнали, які використовуються для управління різними пристроями. Контролер обмінюється даними з системою більш високого рівня по інтерфейсу RS-422.

Підключення датчиків, пульта управління і схеми індикації здійснюється за допомогою загальної 8-розрядної шини. Підключення пульта управління і пристроїв сполучення до шини здійснюється за допомогою блоку розширення введення.

На рисунку представлена структурна схема системи управління, на якій вказані підключення датчиків. Крім того, на схемі вказано підключення до мікроконтролеру пульта управління.

## РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ БЛОКІВ ВИВЕДЕННЯ КЕРУЮЧИХ СИГНАЛІВ

5

Діапазон напруги сигналів з МК на виконавчі механізми: від 0 .. +5 В.

Для сполучення діапазонів напруг МК і механізмів використовуємо таку схему сполучення – оптронна розв'язка.

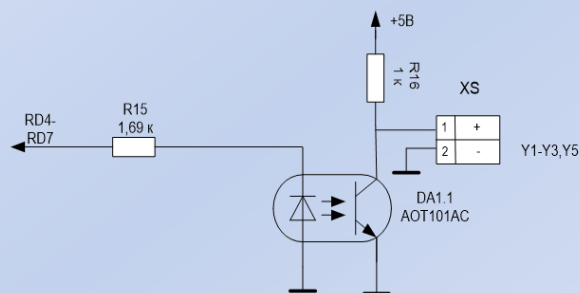


Рис. 4 - Схема оптронної розв'язки

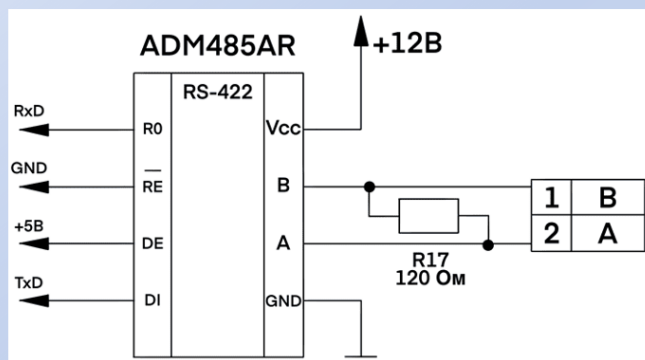


Рис. 3 - Схема включення мікросхеми ADM485AR

Напруга живлення мікросхеми ADM485AR - 12 В;

Струм живлення - 200 мА;

Робочий діапазон температур від -40 до +85 °С;

Максимальна довжина лінії передачі – 1200м.

## РОЗРОБКА ЗАГАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ

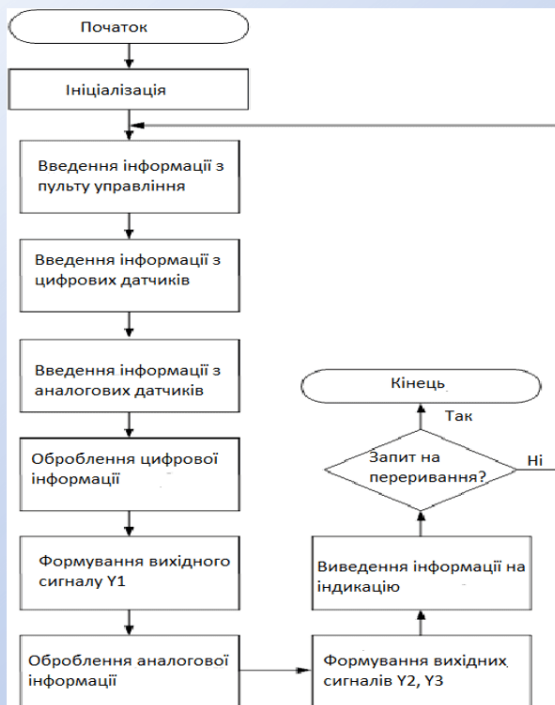
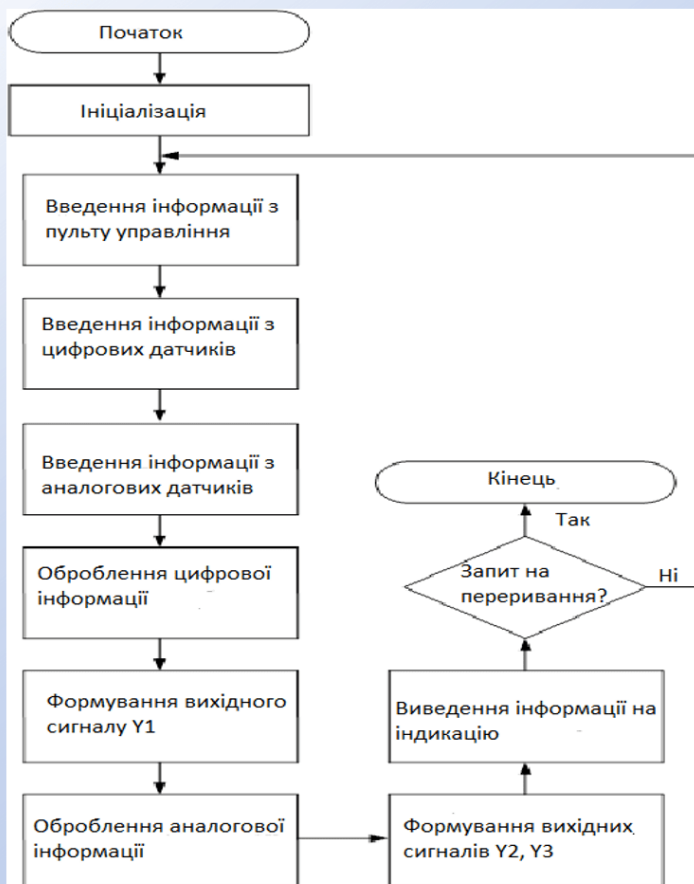


Рис. 5 - Блок-схема загального алгоритму роботи мікропроцесорної системи управління

Після скидання починається процес ініціалізації контролера, в якій виконується початкова установка системи. В наступному блоці здійснюється введення інформації з пульта управління.

У блоках «Введення інформації з цифрових датчиків» і «Введення інформації з аналогових датчиків» забезпечується прийом інформації від цифрових та аналогових датчиків, потім цифрова інформація обробляється в блоці «Обробка цифрової інформації». Значення  $Y1$  формується в блоці «Формування вихідного сигналу  $Y1$ ».

## Продовження слайду 6



- Після обробки аналогової інформації у відповідному блоці «Формування вихідних сигналів Y2 або Y3» формуються керуючі сигнали Y2 або Y3. Всі оброблені та обчислені значення надходять у блок «Вивід інформації на індикацію». При цьому перевіряються запити на переривання. В кінці циклу програма опитує тумблер «Зупинка» і, якщо він включений, формує сигнал зупинки системи.

- В алгоритмі обробки переривання в першу чергу здійснюється збереження контексту, тобто вмісту акумулятора і регістра STATUS.

- Далі проводиться опитування джерел переривання: переривання від джерела живлення, переривання від аварійного датчика, переривання від послідовного порту, переривання від таймера, переривання оператором. У разі переривання від одного з джерел здійснюється перехід на підпрограму, де проводиться обробка переривання. Після обробки переривання відновлюється контекст і здійснюється вихід з підпрограми обробки переривання.

## РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

8

Таблиця 1

Ужив, В	Споживач	Кількість	Іжив, мА	ΣІжив, мА
+ 15 В	AD202	2	50	100
Всього				100
+ 5 В	SN74ALS04	1	3,9	3,9
	PIC16F874A	1	45,0	45,0
	ADM485AR	1	75	75
	PCA9535	1	160	160
	IRRD9451	1	100	100
	SN74ALS10	16	5,0	80,0
	SN74ALS04	3	2,2	6,6
Всього				189,6
+7.5 В	AD202	2	50	100
Всього				100

Для розрахунку електричних параметрів мікропроцесорної системи управління складено зведену таблицю основних електричних параметрів таких як потужність напруги і струм.

Таким чином будуємо схему блоку живлення, який видає напругу +15 В, +5 В і +7.5 В. Споживана від джерела +15 В потужність становить 1.5 Вт, від джерела + 5 В - 0,96 , а від джерела + 7.5В - 0.75 Вт. Отже, потужність, споживана всією системою становить 3,21 Вт.



## ВИСНОВКИ

- Значну частину світового ринку мікропроцесорних засобів становлять так звані периферійні інтерфейсні контролери або PІC (англ. Peripheral Interface Controller).
- Особливістю цих мікросхем є те, що крім власне процесора, на цьому ж кристалі розташована й система введення-виведення, що дозволяє знизити функціональну складність і габаритні розміри мікропроцесорної системи керування. Подібні пристрої називаються мікроконтролерами.
- Головна особливість мікропроцесора — можливість програмування логіки роботи.
- За допомогою пульта управління оператор отримує можливість управляти роботою мікро-ЕОМ: запускати її і зупиняти, видавати значення деяких установок (констант), знімати з індикаторів інформацію про стан об'єкта і т. д. За допомогою послідовного каналу зв'язку мікропроцесорна система може передавати оброблену інформацію системі вищого рівня за її запитом.
- При написанні даної дипломної роботи було розглянуте поняття мікропроцесорної системи та її складових.
- В кінцевому результаті отримуємо розроблену мікропроцесорну систему управління об'єктом, що включає мікроконтролер (PІC16F874A), АЦП, схеми сполучення і логічні мікросхеми.
- Показано, що у систему входить пульт управління, за допомогою якого оператор може управляти роботою системи. Були отримані та удосконалені навички в проектуванні мікропроцесорних керуючих систем.



**ДОДАТОК Б**