

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ
Факультет денної форми навчання

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота

Розробка електронного пристрою автоматичного управління заданим рівнем
тепла в виробничому приміщенні

Студент гр. ЕІс3-81к
Науковий керівник
к.т.н., доцент

Б.. Ю. Дубік
М. П. Матвієнко

Конотоп 2022

РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є електронний пристрій автоматичного управління заданим рівнем тепла в виробничому приміщенні.

Мета роботи – розробка електронного пристрою управління для підтримки заданого рівня тепла у виробничому приміщенні.

При виконанні роботи був виконаний аналіз існуючих алгоритмів електронних пристроїв для підтримки заданого рівня тепла в виробничому приміщенні. Був розроблений алгоритм та математична модель електронного пристрою для підтримки заданого рівня тепла в виробничому приміщенні. Користуючись структурною математичною моделлю та таблицями переходів, виходів автомата Мура, були розроблені канонічні рівняння роботи електронного пристрою для підтримки заданого рівня тепла в виробничому приміщенні.

У результаті проведених досліджень встановлено, що аналіз та мінімізація роботи канонічних рівнянь показали що їх структура така, що для своєї реалізації потребує програмовані логічні матриці серії K556PT1.

Робота викладена на 31 сторінці, у тому числі включає 10 рисунків, 2 таблиці, список цитованої літератури із 15 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, ЗАДАНИЙ РІВЕНЬ ТЕПЛА, ВИРОБНИЧЕ ПРИМІЩЕННЯ, АЛГОРИТМ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, ПЛМ, ПЛІС.

ВСТУП

Серед різних систем життєзабезпечення сучасних приміщень або офісів, теплопостачання є історично однією із найбільш старих. Ще на зорі промислової революції, з часів винаходу парових машин, у містах почали будуватися котельні, які забезпечували обігрів житлових і виробничих приміщень у холодний час. Звичайно ж, перші системи опалювання були досить примітивні. Зрозуміло, з тих пір багато що змінилося. На зміну розрізненим котельним прийшли розгалужені централізовані мережі подачі теплоносія у будівлі. І створення таких централізованих теплових мереж природним чином породило завдання управління устаткуванням, що здійснює подачу тепла, контролю за його станом, підтримку температури на необхідному, заздалегідь заданому рівні, обліку споживаної теплової енергії і, безумовно, сповіщення про нештатні і аварійні ситуації.

Подача тепла до його споживачів здійснюється у даний час із спеціалізованих систем, у яких встановлено відповідне устаткування. Такі системи називаються автоматичними.

У чому переваги сучасних автоматичних пристроїв керування теплопостачанням? Їх два. Перше - усі пристрої автоматики виконані в рамках єдиної елементної бази. Елементи випускаються одним виробником, і природно, що проблем у їх сумісності не виникає. Друге - усю роботу по реалізації управління устаткуванням у сучасній автоматизованій системі здійснює один логічний пристрій - промисловий програмований контролер, виконаний на різній елементній базі, або на програмуємих логічних матрицях (ПЛМ). Логічний пристрій проводить опитування датчиків різного типу, що є на об'єкті, аналізує їх свідчення відповідно до закладеного алгоритму управління і видає результат, що діє на регулюючі органи подачі теплоносія до промислових приміщень.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПОСТАЧАННЯ ТЕПЛА В ПРОМИСЛОВІ ПРИМІЩЕННЯ	5
1.1. Загальні вимоги	5
1.2. Технічні вимоги.....	5
1.3. Види пристроїв управління теплопостачанням.....	6
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАДАНИМ РІВНЕМ ТЕПЛА В ВИРОБНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ	8
2.1. Розробка алгоритму роботи пристрою.....	8
2.2. Розробка абстрактної математичної моделі роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла в виробничому приміщенні.....	9
2.3. Розробка структурної математичної моделі роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла в виробничому приміщенні.....	13
2.4 Розробка канонічних рівнянь роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла ввиробничому приміщенні	18
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАДАНИМ РІВНЕМ ТЕПЛА В ВИРОБНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ	20
3.1 Аналіз і вибір елементної бази для побудови пристрою пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні	20
3.2 Принципи побудови вибраної базової ПЛМ.....	20
3.3. Рекомендації по програмуванню ПЛІС серії K556PT1.....	25
3.4. Розробка пристрою управління та програми реалізації кононічних рівнянь роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні	26
ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	31

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПОСТАЧАННЯ ТЕПЛА В ПРОМИСЛОВІ ПРИМІЩЕННЯ

1.1. Загальні вимоги

Загальні вимоги до систем автоматизації, зв'язаними з постачанням тепла в промислові приміщення, незалежать від об'єкту управління, а визначаються рядом загальнодержавних нормативних документів. Головними з них є: ДСТУ БА 2.4. 3 95 (ГОСТ 21.4.08 93), СНІП 3.05.07.85 “Систем автоматизації”, “Правила пристрою електроустановок (ПУЕ)” і ДНАОП 0.00 1.32 01.У ДСТУ БА 2.4. 3 95 (ГОСТ 21.4.08 93) викладені норми і правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів [1,2].

Збірку норм і правил СНІП 3.05.07 85 визначає порядок і правила виконання робіт, пов'язаних з виробництвом, монтажем і наладкою систем автоматизації технологічних процесів і інженерного устаткування [3].

У ПУЕ представлені визначення і загальні вказівки по пристрою електроустановок, вибору провідників і електричних апаратів по способу їх захисту.

У ДНАОП 0.00 1.32 01 приведені правила пристроїв електроустаткування спеціальних установок.

Комфортне і технологічне тепло забезпечення будівель базується на теорії тепло і масообміну , і характеризується застосуванням систем автоматичного регулювання (САР) [2, 3]. В САР автоматично, в результаті порівняння дійсного значення керованої величини $y(t)$ із заданим значенням $U_{зад}$ в замкнутій системі, виробляється сигнал управління.

1.2. Технічні вимоги

Завдання системи автоматичного регулювання (САР) - стійко підтримувати задане значення регульованої величини залежно від зовнішніх дій. Під стійкістю системи розуміється здатність повертатися до стану сталої рівноваги після усунення обурення, що порушило вказану рівновагу. Більшість систем мають обмежену стійкість, тобто система стійка, якщо навантаження не виходить за допустимі межі [3, 4].

Система регулювання температури в контурах опалювання і гарячого водопостачання будівель складається з ПІД-регуляторів, які керують запорно-регулюючим клапаном для підтримки температури в контурі опалювання.

Регулювання температури в контурі опалювання здійснюється по опалювальному графіку, рис.1.2.1 [4, 5].

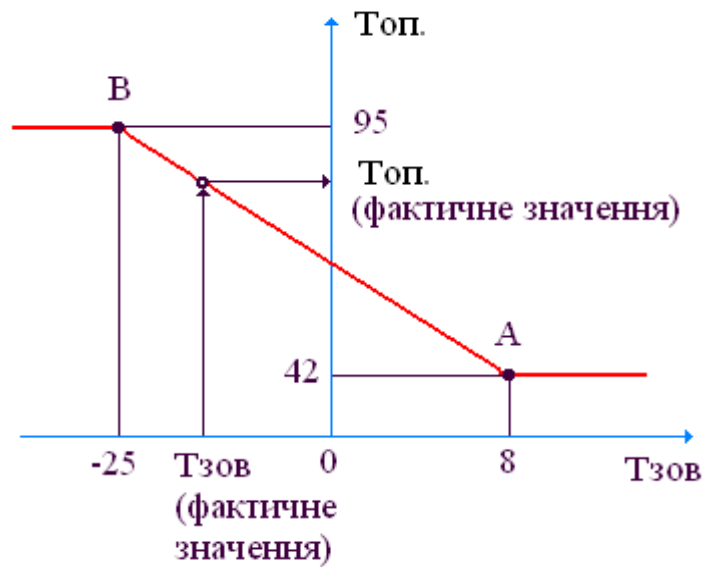


Рис.1.2.1 Опалювальний графік регулювання температури системи тепlopостачання

Графік є лінійною залежністю температури теплоносія в контурі опалювання $T_{оп.}$ і температури зворотної води $T_{зв.}$ від температури зовнішнього повітря $T_{зов.}$. Залежність може бути побудована від температури прямої води. В цьому випадку датчик встановлюють в подаючому трубопроводі.

1.3. Види пристроїв управління тепlopостачанням

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) встановлюється на виробничих комплексах різного типу, на об'єктах житлово-комунального господарства в окремих міських будівлях з метою контролю за роботою теплових мереж і призначений для розподілу, обліку і регулювання теплової енергії в системах опалювання [3, 4, 5].

Впровадження ІТП дозволяє відмовитися від чотирьохтрубної магістральної системи і перейти до двотрубної, що забезпечують індивідуальне підведення теплопостачання тільки до будівель, скоротити протяжність внутрішньо-квартирних теплових магістралей. Паралельна схема підключення теплообмінників дозволяє піти від невиправдано ускладненою 2-х ступінчастої схеми. В результаті знижуються витрати на зміст і ремонт трубопроводів, витрату теплоізоляційних матеріалів, в окремих випадках виключається відведення землі під будівлю ІТП і його будівництво[3]. Структурна схема найпоширенішого пристрою для теплопостачання приміщень приведена на рис. 1.2.2[4,5,6].

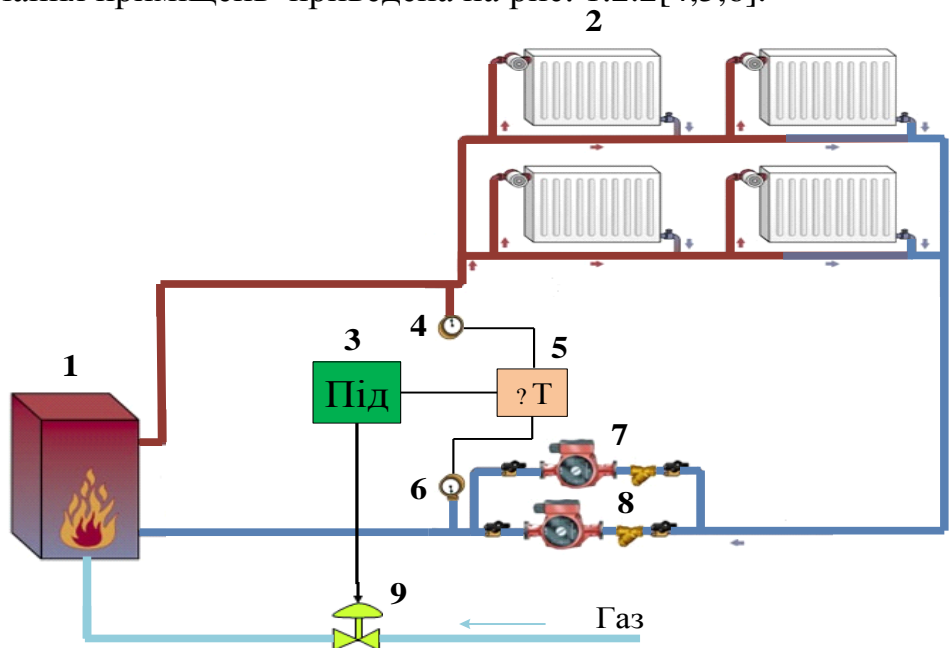


Рис. 1.2.2 Структурна схема пристрою для теплопостачання приміщень

На структурній схемі рис. 1.2.2 показано:

1. Котел ;
2. Теплообмінник ;
3. ПІД-регулятор;
- 4,6. Термодатчик ;
5. Обчислювач ;
- 7,8. Насос;
9. Задвижка.

Дана схема працює слідуючим чином. Обчислювач різниці температури води в трубопроводах 5 знімає данні температури з термодатчиків 4 і 6 , які знаходяться на прямому та зворотньому трубопроводі і подає сигнал на ПІД регулятор 3. ПІД регулятор 3 відповідно від величини різниці температури між термодатчиками, видає сигнал на закриття (відкриття) задвижки 9 на подачу природнього газу на котел 1. Для надійності роботи системи в цілому в контурі задіяно два насоси 7 і 8, які працюють по чергово. Насоси 7 і 8 є резервними один до одного. Необхідність застосування двох насосів визвана тим, що в процесі роботи системи опалення можуть бути випадки останови одного насоса на профілактичний ремонт, або при виході на аварію, необхідно, щоб працював другий насос і т.п.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАДАНИМ РІВНЕМ ТЕПЛА В ВИРОБНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ

2.1. Розробка алгоритму роботи пристрою

Алгоритм роботи пристрою управління має наступні кроки [1, 3, 6]:

1.В початковому стані роботи пристрою всі насоси повинні бути відключені, задвижки закриті.

2.Запук в роботу відповідного насоса відбувається при натисканні на кнопку “Пуск”. Відповідний обраний насос включиться в роботу при умові, якщо в трубах обраного насоса є відповідний тиск.

3.При включенні відповідного насоса в роботу, відкривається задвижка на подачу пального для підігріву теплоносія, використовуючи датчик температури установки зовнішньої температури.

4.При запуску в роботу відповідного насоса , одночасно включається в роботу таймер його роботи (8год.)

5. При спрацьовуванні таймера (8год.) відповідного, наприклад, першого насоса, система управління повинна перейти в стан при якому виключиться перший насос і включиться в роботу другий насос і його таймер відповідно.

6. При спрацьовуванні другого таймера(8год.), система управління повинна перейти в стан, при якому виключиться другий насос і включиться в роботу перший насос, а також його таймер відповідно.

7. Якщо під час роботи першого насоса в його трубопроводі зник тиск води, то система повинна перейти на включення другого насоса, а на табло висвітиться сигнал аварії першого насоса із-за відсутності тиску в його трубопроводі (порив).

8. Якщо під час роботи другого насоса в його трубопроводі зник тиск води, то система повинна перейти в стан, де включиться перший насос, а на табло висвітиться сигнал аварії другого насоса із-за відсутності тиску в його трубопроводі (порив).

9. При появі сигналу від датчика температури першого насоса, система повинна перейти в стан, де включиться другий насос, а на табло висвітиться сигнал аварії першого насоса, перегрів статора (коротке замикання), або перегрів шарикопідшипника двигуна.

10. При появі сигналу від датчика температури другого насоса, система повинна перейти в стан, де виключиться другий насос і включиться перший насос, а на табло висвітиться сигнал аварії другого насоса - перегрів статора (коротке замикання), або перегрів шарикопідшипника двигуна.

11. Зняття аварії на табло по любому із насосів можливо за допомогою кнопки зняття аварії (K_c^a) при умові , що дана аварія ліквідована.

12. Після зняття відповідної аварії, система повинна прийти в початковий стан з послідуочим запуском системи, згідно кроку 2 алгоритму.

2.2. Розробка абстрактної математичної моделі роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні

Виходячи із кроків алгоритму, абстрактна математична модель роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні приведена на рис. 2.2.1[3, 4, 7].

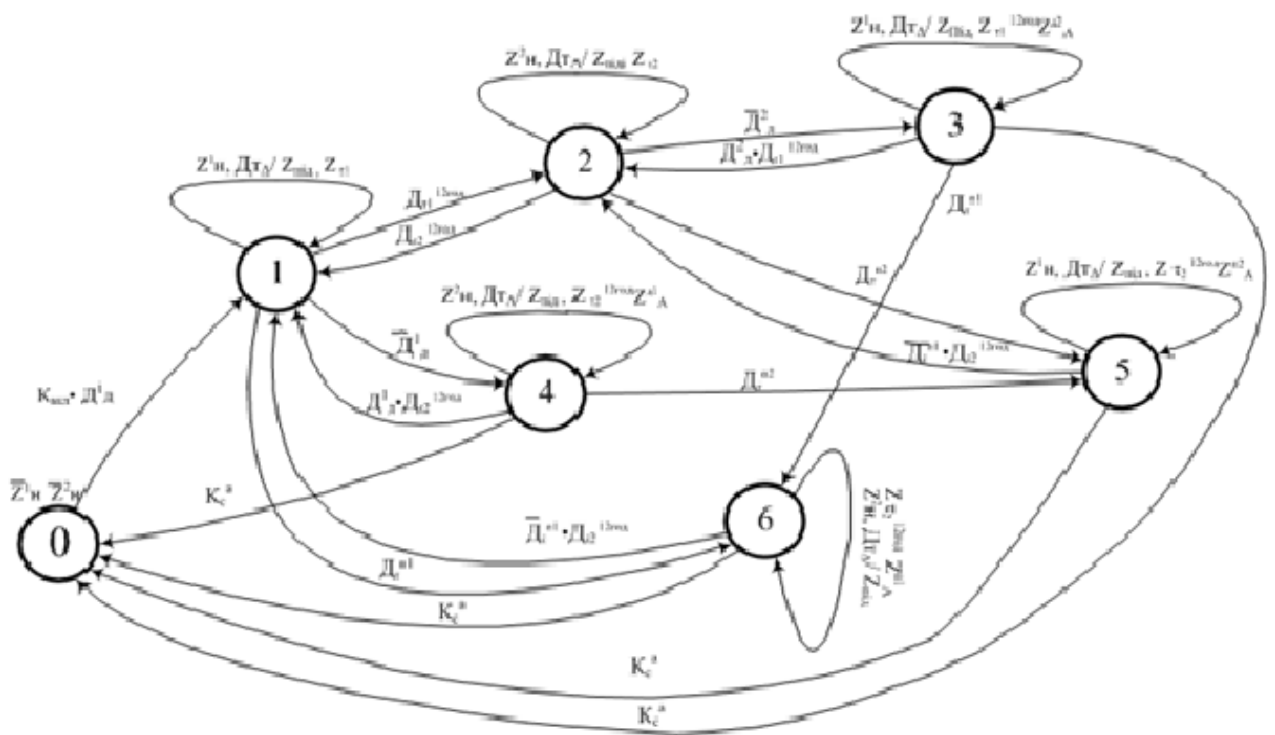


Рис.2.2.1. Абстрактна математична модель роботи пристрою автоматичного управління задаєм рівнем тепла у виробничому приміщенні

На рис.2.2.1. для датчиків прийняті наступні умовні позначення:

$K_{вкл}^a$ - кнопка включення системи автоматики.

D_{δ}^{n1} - датчик тиску води в трубопроводі насоса 1. (6,7).

$D_{m\Delta}$ - відсутність сигналу з під регулятора про різницю заданих температур між установками.

D_{m1} - датчик часу роботи першого насоса (12 год).

D_{m2} - датчик часу роботи другого насоса (12 год).

D_{δ}^{n2} - датчик тиску води в трубопроводі насоса 2 (6,7).

D_m^{n2} - датчик температури двигуна насоса 2.

D_m^{n1} - датчик температури двигуна насоса 1.

K_c^a - кнопка зняття аварії насоса для сигналів управління

Z_H^1 - сигнал на включення насоса 1.

Z_H^2 - сигнал на включення насоса 2.

Z_{nid} - сигнал під регулятор на включення привода задвижки.

Z_{t1} - сигнал на включення першого таймера на затримку сигналу 8 годин при роботі насоса 1.

Z_{t2} - сигнал на включення другого таймера на затримку сигналу 8 годин при роботі насоса 2.

Z_A^{H1} - сигнал індикації аварії насоса 1 (температура двигуна 1).

Z_A^{H2} - сигнал індикації аварії насоса 2 (температура двигуна 2).

Z_A^{g1} - сигнал індикації аварії насоса 1 (відсутній тиск в трубопроводі насоса 1).

Z_A^{g2} - сигнал індикації аварії насоса 2 (відсутній тиск в трубопроводі насоса 2).

Абстрактна математична модель працює слідуючим чином.

В початковому стані “ 0 ”, керуючі сигнали в системі відсутні. При виборі відповідного насоса, наприклад 1, і натисканні на кнопку ” $K_{вкл}$ ”, система перейде в стан 1, якщо в його трубопроводі буде необхідний тиск для запуску насоса. В стан 1 система видає сигнал на включення першого насоса Z_H^1 включає таймер 1 (Z_{t1}) , який затримує сигнал на 8 год. , а також, по уставці температури зовнішнього повітря на ПД регуляторі, видає сигнал на відкриття задвижки подачі пального для підігріву теплоносія . З підігрівом теплоносія, сигнал (Z_{nid}) поступає на регулювання задвижки в тому випадку , коли різниця температур між подачею теплоносія і його поверненням перевищує 10^0C .

Система із стану 1 перейде в стан 2, якщо спрацює таймер датчик (D_{m1}), 8 год. . В стані 2 перший насос відключається , а включається в роботу другий насос. Одночасно включається в роботу і таймер роботи другого насосу (Z_{t2}). В стані 2 система відпрацьовує тіж регулятивні параметри роботи ПД регулятора, що й у стані 1.

Після 8 год. Роботи насоса в стані 2 , система переходить в стан 1 під дією датчика таймера ($D_{m2}^{12год}$), де вона працює згідно алгоритму , в цьому стані, який було описано вище.

В подальшому робота абстрактної математичної моделі без аварійних ситуацій відбувається аналогічно описаному вище.

Робота абстрактної математичної моделі в аварійному режимі відбувається наступним чином.

Якщо система знаходиться в стані «1» і в цей час спрацював датчик тиску порив в трубопроводі насоса (1), то система переходить в стан «4», де відбувається відключення першого насоса і включення другого.

В стані «4» абстрактна математична модель працює по регулюванню аналогічно, як і в стані «1», але при спрацюванні датчика $D_{m2}^{8\text{год}}$ і

відновленню тиску в трубопроводі D_d^1 система із стану «4» автоматично переходить в стан «1». Якщо на протязі 8 годин роботи насоса (2) не було відремонтовано прорив в трубопроводі насоса (1), то за допомогою кнопки (K_c^B) система із стану «4» переходить в стан «0».

Якщо абстрактна математична модель знаходиться в стані «2» і в цей час зникає тиск в трубопроводі насоса (2), то система переходить в стан «3» сигналізуючи при цьому аварію по відсутності тиску в трубопроводі насоса (2), і вмикається в роботу насос (1) і його таймер 1(8 год.).

Якщо абстрактна математична модель знаходиться в стані «2» і в цей час спрацюває датчик температури $D_{T^{H2}}$ насоса (2), то система переходить в стан «5», сигналізуючи при цьому аварію по температурі двигуна (2). В цьому стані відключається від роботи насос (2) і вмикається в роботу насос (1) і його таймер 1(8 год.). При ліквідації аварії по температурі двигуна (2) і спрацюванні датчика $D_{m1}^{8\text{год}}$ D_{T1}^{H2} , система із стану «5» переходить в стан «2».

Якщо система знаходиться в стані «1» або в стані «3» і в цей час спрацюває датчик температури ($D_{T^{H1}}$), то система із цих станів («1» або «3») переходить в стан «6». В стані «6» вмикається перший насос і вмикається другий насос, а в іншому в даному стані по регулюванню працює як і в станах («1» або «3»). При ліквідації аварії по температурі і спрацюванні датчика $D_{m2}^{8\text{год}}$, система із стану «6» переходить

в стан «1». Але якщо аварію по температурі не можливо ліквідувати за 8 годин, то система із стану «6» можна перевести в стан «0» під дією кнопки \hat{E}_n^a

2.3. Розробка структурної математичної моделі роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні

На основі абстрактної математичної моделі автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні розробляємо структурну математичну модель, рис.2.3.1[7, 8, 9].

Кодування станів має наступний вигляд:

- 0 – 000; 1 – 001;
- 2 – 011; 3 – 010;
- 4 – 101; 5 – 110;
- 6 – 100;.

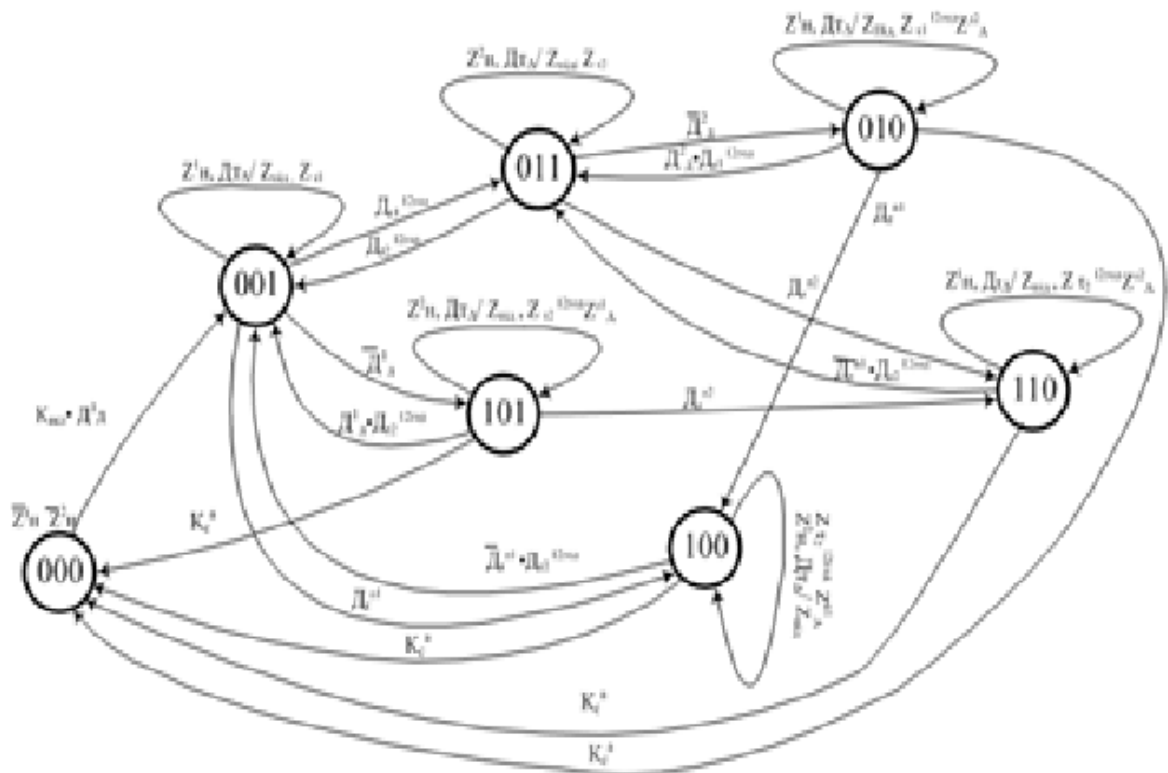


Рис. 2.3.1. Структурна математична модель автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні

Таблиця переходів структурної математичної моделі *Таблиця 2.3.1*

Q_i D_i	0 ⁰⁰	001	011	010	101	110	100
$K_{\text{вкл}} \cdot D_{\text{д}}^1$	0 ⁰⁰ 1	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{д}}^{\text{Н1}}$	-	101	-	-	-	-	-
$D_{\text{д}}^{\text{Н2}}$	-	-	101	-	-	-	-
$D_{\text{т}\Delta}$	-	001	011	0 ⁰¹ 0	101	110	100
$D_{\text{т1}}^{\text{8год}}$	-	011	-	-	-	-	-
$D_{\text{т2}}^{\text{8год}}$	-	-	001	-	-	-	-
$D_{\text{т}}^{\text{Н1}}$	-	-	-	100	-	-	-
$D_{\text{т}}^{\text{Н2}}$	-	-	110	-	100	-	-
$D_{\text{д}}^{\text{Н2}} * D_{\text{т1}}^{\text{8год}}$	-	-	-	011	-	-	-
$D_{\text{т}}^{\text{Н1}} * D_{\text{т2}}^{\text{8год}}$	-	-	-	-	-	011	-
$D_{\text{т}}^{\text{Н1}} * D_{\text{т1}}^{\text{8год}}$	-	-	-	-	-	011	-
$D_{\text{т}}^{\text{Н2}} * D_{\text{т1}}^{\text{8год}}$	-	-	-	01 1	-	-	-
$K_{\text{с}}^{\text{а}}$	-	-	-	0 ⁰⁰ 0	000	000	000

Z_i	\bar{Z}_H^1 Z_H^2	$Z_{\text{під}}^{t1}$	$Z_{\text{під}}^{t2}$	$Z_{\text{під}}^{t1}$ ^{8год} Z_A^{H2}	$Z_{\text{під}}^{t2}$ ^{8год} Z_A^{H1}	$Z_{\text{під}}^{t2}$ ^{8год} Z_A^{H2}	$Z_{\text{під}}^{t2}$ ^{8год} Z_A^{H1}
Q_i	000	001	011	010	101	110	100
D_i							
$K_{\text{вкл}} \cdot D_{\partial}^1$	-	-	-	-	-	-	-
D_{∂}^{H1}	-	-	-	-	-	-	-
D_{∂}^{H2}	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{ТД}}$	-	Z_H^1	Z_H^2	Z_H^1	Z_H^2	Z_H^1	Z_H^2
$D_{\text{т1}}^{\text{8год}}$	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{т2}}^{\text{8год}}$	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{Т}}^{H1}$	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{Т}}^{H2}$	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\partial}^{H2} * D_{\text{т1}}^{\text{8год}}$	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{Т}}^{H1} * D_{\text{т2}}^{\text{8год}}$	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{Т}}^{H1} * D_{\text{т1}}^{\text{8год}}$	-	-	-	-	-	-	-
$\bar{D}_{\text{Т}}^{H2} * D_{\text{т1}}^{\text{8год}}$	-	-	-	-	-	-	-
K_c^a	-	-	-	-	-	-	-

На рис 2.3.1. для датчиків прийняті наступні умовні позначення:

$K_{\text{вкл}}$ - кнопка включення системи автоматики;

$D_{\text{д}}^{H1}$ - датчик тиску води в трубопроводі насоса 1. (6,7);

$D_{\text{ТД}}$ - відсутність сигналу з під регулятора про різницю заданих температур між установками;

D_{T1} - датчик часу роботи першого насоса (12 год);

D_{T2} - датчик часу роботи другого насоса (12 год);

D_d^{H2} - датчик тиску води в трубопроводі насоса 2 (6,7);

$D_T^{п2}$ - датчик температури двигуна насоса 2;

$D_T^{п1}$ - датчик температури двигуна насоса 1;

K_C^a - кнопка зняття аварії насоса для сигналів управління;

Z_H^1 - сигнал на включення насоса 1;

Z_H^2 - сигнал на включення насоса 2;

$Z_{під}$ - сигнал під регулятор на включення привода задвижки;

Z_{t1} - сигнал на включення першого таймера на затримку сигнала 12 годин при роботі насоса 1;

Z_{t2} - сигнал на включення другого таймера на затримку сигнала 12 годин при роботі насоса 2;

Z_A^{H1} - сигнал індикації аварії насоса 1 (температура двигуна 1);

Z_A^{H2} - сигнал індикації аварії насоса 2 (температура двигуна 2);

Z_A^{g1} - сигнал індикації аварії насоса 1 (відсутній тиск в трубопроводі насоса 1);

Z_A^{g2} - сигнал індикації аварії насоса 2 (відсутній тиск в трубопроводі насоса 2).

Структурна математична модель працює наступним чином.

В початковому стані “ 000”, керуючі сигнали в системі відсутні. При виборі відповідного насоса, наприклад 1, і натисканні на кнопку ” $K_{вкл}$ ”, система перейде в стан 001, якщо в його трубопроводі буде необхідний тиск для запуску насоса. В стан 001 система видає сигнал на включення першого насоса Z_H^1 включає таймер 1 (Z_{t1}) , який затримує сигнал на 8 год. , а також, по уставці температури зовнішнього повітря на ПД регуляторі, видає сигнал на відкриття задвижки подачі пального для підігріву теплоносія . З підігрівом теплоносія, сигнал ($Z_{під}$) поступає на регулювання задвижки в тому випадку , коли різниця температур між подачею теплоносія і його поверненням перевищує 10^0C .

Система із стану 001 перейде в стан 011, якщо спрацює таймер датчик (D_{T1}), 8 год. . В стані 011 перший насос відключається , а включається в роботу другий

насос. Одночасно включається в роботу і таймер роботи другого насосу (Z_{t2}). В стані 011 система відпрацьовує тіж регулятивні параметри роботи ПД регулятора, що й у стані 1.

Після 8 год. Роботи насоса в стані 011, система переходить в стан 001 під дією датчика таймера ($D_{T2}^{8\text{год}}$), де вона працює згідно алгоритму, в цьому стані, який було описано вище.

В подальшому робота структурної математичної моделі без аварійних ситуацій відбувається аналогічно описаному вище.

Робота структурної математичної моделі в аварійному режимі відбувається наступним чином.

Якщо система знаходиться в стані «001» і в цей час спрацював датчик тиску порив в трубопроводі насоса (1), то система переходить в стан «101», де відбувається відключення першого насосу і включення другого.

В стані «101» структурна математична модель працює по регулюванню аналогічно, як і в стані «001», але при спрацюванні датчика $D_{T2}^{8\text{год}}$ і

відновленню тиску в трубопроводі $D_{\text{д}}^1$ система із стану «101» автоматично переходить в стан «001». Якщо на протязі 8 годин роботи насоса (2) не було відремонтовано прорив в трубопроводі насоса (1), то за допомогою кнопки (K_c^B) система із стану «101» переходить в стан «000».

Якщо структурна математична модель знаходиться в стані «011» і в цей час зникає тиск в трубопроводі насоса (2), то система переходить в стан «010» сигналізуючи при цьому аварію по відсутності тиску в трубопроводі насоса (2), і вмикається в роботу насос (1) і його таймер 1(8 год.).

Якщо структурна математична модель знаходиться в стані «011» і в цей час спрацьовує датчик температури $D_{\text{т}}^{n2}$ насоса (2), то система переходить в стан «110», сигналізуючи при цьому аварію по температурі двигуна (2). В цьому стані відключається від роботи насос (2) і вмикається в роботу насос (1) і його таймер 1(8 год.). При ліквідації аварії по температурі двигуна (2) і спрацюванні датчика $D_{\text{т1}}^{12\text{год}}$ $\ddot{A}_{\text{т1}}^{12\text{год}}$, система із стану «110» переходить в стан «011».

Якщо система знаходиться в стані «001» або в стані «010» і в цей час спрацьовує датчик температури ($D_{т}^{н1}$), то система із цих станів («001» або «010») переходить в ста «100». В стані «100» вимикається перший насос і вмикається другий насос, а в іншому в даному стані по регулюванню працює як і в станах («001» або «010»). При ліквідації аварії по температурі і спрацюванні датчика $D_{т2}^{8год}$, система із стану «100» переходить в стан «001». Але якщо аварію по температурі не можливо ліквідувати за 8 годин, то система із стану «100» можна перевести в стан «000» під дією кнопки $\hat{E}_{\bar{n}}$

2.4 Розробка канонічних рівнянь роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні

Користуючись таблицею переходів, табл. 2.3.1, знаходимо функції переходів структурного автомата, тобто функції включення і виключення відповідних “RS”-тригерів системи [7, 9, 10].

. Функцію включення позначено: y_1^1, y_2^1, y_3^1 , а функцію виключення : y_1^0, y_2^0, y_3^0 . Тоді канонічні рівняння роботи структурної математичної моделі матимуть наступний вигляд:

$$\begin{aligned}
 y_1^1 &= K_{\text{вкл}} \cdot D_{\text{д}}^1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3 \cup D_{\text{д}}^{\text{н}2} \cdot D_{\text{т}1}^{12\text{год}} \cdot y_2 \cdot \bar{y}_3 \cup \bar{D}_{\text{т}}^{\text{н}2} \cdot D_{\text{т}1}^{12\text{год}} \cdot y_2 \cdot \bar{y}_3 \cup \bar{D}_{\text{т}}^{\text{п}1} \cdot D_{\text{т}1}^{12\text{год}} \cdot \\
 &\cdot y_2 \cup D_{\text{т}}^{\text{н}1} \cdot D_{\text{т}1}^{12\text{год}} \cdot y_2 ; \\
 y_1^0 &= D_{\text{т}}^{\text{н}2} \cdot y_2 \cup D_{\text{т}}^{\text{н}2} \cdot \bar{y}_2 \cdot y_3 \cup K_{\text{с}}^{\text{а}} \cdot \bar{y}_2 ; \\
 y_2^1 &= D_{\text{т}1}^{12\text{год}} \cdot y_1 \cdot \bar{y}_3 ; \\
 y_2^0 &= \bar{D}_{\text{д}}^{\text{н}2} \cdot y_1 \cup D_{\text{т}2}^{12\text{год}} \cdot y_1 \cdot \bar{y}_3 \cup D_{\text{т}}^{\text{н}1} \cdot \bar{y}_1 \cup K_{\text{с}}^{\text{а}} \cdot \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_3 ; \\
 y_3^1 &= \bar{D}_{\text{д}}^{\text{н}1} \cdot y_1 \cdot \bar{y}_2 \cup \bar{D}_{\text{д}}^{\text{н}2} \cdot y_1 \cup D_{\text{т}}^{\text{н}2} \cdot y_2 \cup D_{\text{т}}^{\text{н}1} \cdot \bar{y}_1 ; \\
 y_3^0 &= K_{\text{с}}^{\text{а}} \cdot \bar{y}_2 \cup K_{\text{с}}^{\text{а}} \cdot \bar{y}_1 \cup K_{\text{с}}^{\text{а}} \cdot \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 .
 \end{aligned}$$

Використовуючи таблицю виходів, табл. 2.3.2, знаходимо значення вихідних управляючих сигналів системи, які матимуть наступний вигляд [8, 9, 11]:

$$Z_{\text{Н}}^1; Z_{\text{Н}}^2; = \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3;$$

$$Z_{\text{під}}; Z_{t1}; = y_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3;$$

$$Z_{\text{під}}; Z_{t2}; = \bar{y}_1 \cdot y_2 \cdot y_3 \quad ;$$

$$Z_{\text{під}}; Z_{t1}^{8\text{год}}; Z_{\text{А}}^{\text{Н}2} = \bar{y}_1 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_3 \quad ;$$

$$Z_{\text{під}}; Z_{t2}^{8\text{год}}; Z_{\text{А}}^{\text{Н}1} = y_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_3 \quad ;$$

$$Z_{\text{під}}; Z_{t2}^{8\text{год}}; Z_{\text{А}}^{\text{Н}2} = y_1 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_3 \quad ;$$

$$Z_{\text{під}}; Z_{t2}^{8\text{год}}; Z_{\text{А}}^{\text{Н}1} = y_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3 \quad ;$$

$$Z_{\text{Н}}^1 = \bar{D}_{\text{т}\Delta} \cdot \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3;$$

$$Z_{\text{Н}}^1 = \bar{D}_{\text{т}\Delta} \cdot y_1 \cdot y_2 \cdot y_3;$$

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАДАНИМ РІВНЕМ ТЕПЛА У ВИРОБНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ

3.1 Аналіз і вибір елементної бази для побудови пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні

Оскільки канонічні рівняння роботи пристрою управління для теплопостачання приміщень представлені у вигляді ДНФ, то для їх реалізації найбільш підходять програмуємі логічні матриці (ПЛМ). Вони представляють собою логічну схему для перетворення множини вхідних значень $X = \{ x_1, x_2, \dots, x_m \}$ у відповідну множину вихідних даних $Y = \{ y_1, y_2, \dots, y_m \}$ в двійковому коді. Правило перетворення вхідних змінних у функціях задається таблицею істинності. Програмуємі логічні матриці знайшли широке застосування в логічних інтегральних схемах (ПЛІС). Наприклад, ПЛІС з плавкими запобіжниками по технології ТТЛШ, які виготовляються в НДУМЕ, м. Зеліногра, Росія [8, 11].

Якщо за кордоном ПЛІС уже зайняли достойне місце а арсеналі розробника, то в країнах співдружності ці технології тільки починають по-справжньому розвиватися. Відставання пояснюється рядом причин. По-перше, дуже звужена номенклатура ПЛІС на нашому ринку елементної бази. По-друге, практична відсутність у наших спеціалістів сучасних систем проектування. По-третє, недостатність інформації в технічній літературі про ПЛІС, їх застосування і методам програмування [12, 13].

3.2 Принципи побудови вибраної базової ПЛМ

Виготовляємі електронною промисловістю ПЛІС мають в собі базову структуру програмуємої логічної матриці, яка включає матрицю кон'юнкторів і матрицю диз'юнкторів . Принцип побудови таких ПЛМ розглянемо на ПЛІС серії К556РТ1. Структурна схема даної ПЛІС приведена на рис. 3.2.1, [13, 14, 15].

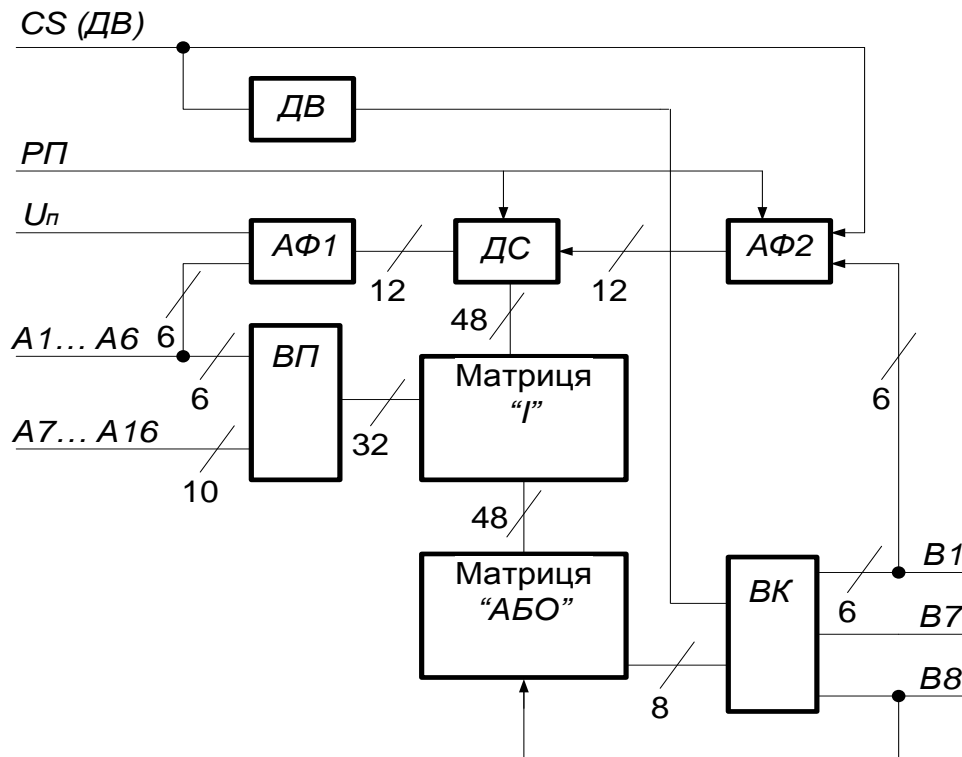


Рис 3.2.1 Структурна схема ПЛІМ серії К556РТ1

Дана ПЛІС включає матрицю "Г", матрицю матриця "АБО", блок вхідних підсилювачів (ВП), блок вихідних каскадів (ВК), схему дозволу виборки кристалу (ДВ), програмуємий дешифратор, програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2). Вхідні підсилювачі формують прямі і інверсні значення вхідних змінних по всім шістнадцяти входам (А1...А16).

Програмуємий дешифратор (ДС) і програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2) використовують тільки в режимах програмування і контролю ПЛІС. Для наглядності і більш повного розуміння принципу побудови ПЛІМ розглянемо базову функціональну схему ПЛІС серії К556РТ1, яка включає в себе лише основні вузли схеми матриці "Г", "АБО", вхідні і вихідні каскади, рис 3.2.2.

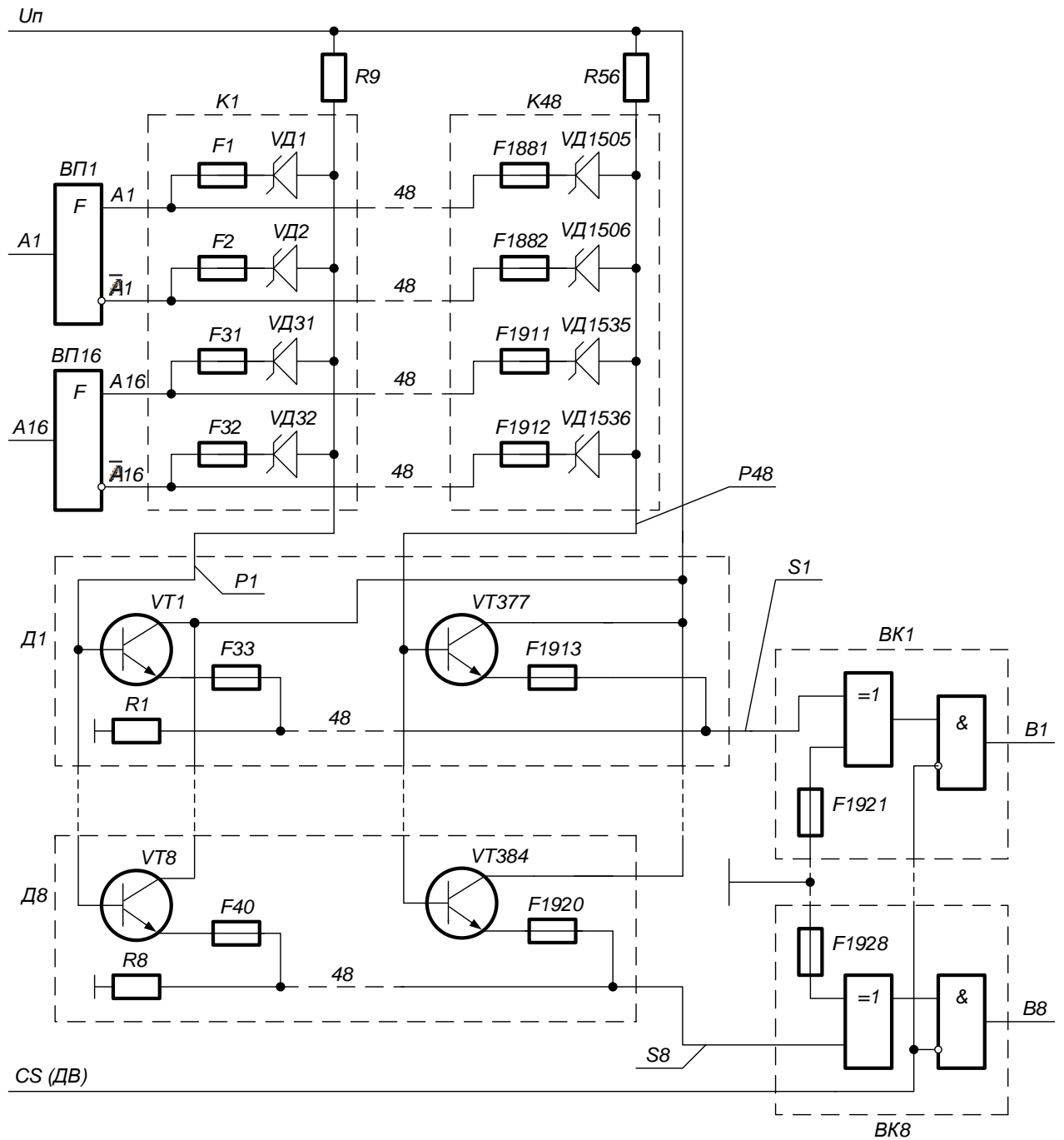


Рис 3.2.2 Базова функціональна схема ПЛІС серії K556PT1

- де ВП1...ВП16 – входні підсилювачі;
- K1...K48 – кон'юнктори матриці "І";
- Д1... Д8 – диз'юнктори матриці "АБО";
- BK1... BK8 – вихідні каскади;
- P1...P48 – шини кон'юнкцій;
- S1...S8 – шини диз'юнкцій;

F1...F1928 – плавкі ніхромові перемикачі;

VD1...VD1536 – діоди Шотки;

VT1...VT34 – транзистори;

R1...R6 – резистори.

Вхідні підсилювачі (ВП1...ВП16) формують прямі і інверсні значення вхідних змінних, які поступають в матрицю "Г". Для управління вхідними підсилювачами є шістнадцять входів (А1...А16). Вхідні підсилювачі побудовані на основі двох включених послідовно буферних логічних схем "І-НІ".

Основними вузлами мікросхеми К556РТ1 є матриці "Г" і "АБО", які реалізують двохрівневі логічні функції. Перший рівень ПЛМ складається із 48 кон'юнкторів (матриця "Г"), які з'єднані за допомогою плавких ніхромових перемичок з будь-яким із шістнадцяти спільних входів через буферні схеми. В матриці "Г", реалізують кон'юнкції вхідних змінних, причому кожна вхідна змінна може входити в кон'юнкцію або прямим або інверсним значенням, або не входити зовсім. Вхідні сигнали, які появляються на вхідних шинах матриці "Г", вводяться в матрицю "АБО", яка утворює другий логічний рівень і реалізує диз'юнкції заданих кон'юнкцій. Матриця "АБО" утворює вісім диз'юнкторів (по одному "АБО" на виході ПЛІС), кожний із яких може бути вибірково з'єднаний з будь-яким із сорока восьми кон'юнкторів.

Шини які з'єднують ці дві матриці, називають шинами кон'юнкцій і позначають Р1...Р48, а шини, які з'єднують матрицю "АБО" з вихідними каскадами, називають шинами диз'юнкцій і позначають S1...S8.

Програмуємим елементом матриці "Г" є діод Шотки з плавкою ніхромовою перемичкою, а матриці "АБО" включені по схемі емітерного повторювача, *n-p-n* транзистор з плавкою ніхромовою перемичкою в емітері.

Вихідні каскади ВК1...ВК8 включають логічні схеми "Виключаюче АБО" і підсилювачі зчитування. Наявність на вході каскаду логічної схеми "Виключаюче АБО" дозволяє інвертувати рівень вихідного сигналу в залежності від сигналу на вході, тобто дозволяє програмувати або активний високий, або активний низький рівень вихідного сигналу. Заземлення (підключення до сигналу "О") одного із двох

входів логічної схеми "Виключаюче АБО" через плавку перемичку веде до того, що активним рівнем виходу стає вихідна напруга високого рівня, а виплавлення цієї перемички веде до того що активним рівнем стає вихідна напруга низького рівня. Підсилювачі зчитування побудовані на логічних схемах, що управляють сигналами, які поступають від матриці "АБО" і від схеми дозволу вибірки.

ПЛІС як базова програмуєма логічна матриця, в режимі обробки інформації працює наступним чином . Вхідні змінні А1...А16 через блок вхідних підсилювачів в прямому і інверсному значенні поступають на матрицю "І" де за допомогою діодів Шотки і плавких ніхромових перемичок утворюють потрібні кон'юнкції Р1...Р48, які логічно сумірюються матрицею "АБО " утворюючи проміжні логічні функції S1...S8. Дані функції поступають у вихідні каскади для подальшого їх перетворення і видачі на виходи В1...В8 ПЛМ.

Умовне графічне позначення мікросхеми К556РТ1 приведено на рис. 3.2.3,

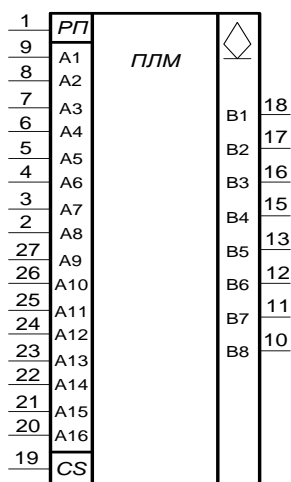


Рис. 3.2.3 Мікросхема К556РТ1

де входи і виходи мікросхеми визначають:

- 1 – вхід програмування РП;
- 2...9 – входи підключення вхідних змінних А1...А8;
- 10...13 – виходи отриманих функцій В8...В5;
- 14 – спільний вихід (вихід подачі "О" В);
- 15...18 – виходи отриманих функцій В4...В1;
- 19 – вхід дозволу роботи (вибору) мікросхеми;

20...27 – входи підключення вхідних змінних A16...A9;

28 – вхід подачі джерела живлення (+5В).

3.3. Рекомендації по програмуванню ПЛІС серії K556PT1

Програмування і контроль базової логічної матриці розглянемо на ПЛІС серії K556PT1 [14, 15].

. Дана ПЛІС виготовляється і поставляється споживачу не запрограмованою, тобто в такому стані, що кожний кон'юнктор отримує як примі так і інверсні значення від кожної вхідної змінної A_i , кожний диз'юнктор має всі сорок вісім кон'юнкції, а для кожного виходу активним рівнем є високий і на всіх виходах присутня напруга низького рівня при напрузі на вході CS (0В).

Кожний програмуємий кон'юнктор P_n формує необхідну кон'юнкцію від вхідних змінних, причому кожна змінна може входити в кон'юнкцію прямим значенням, інверсним значенням або не входити зовсім. Ці стани реалізують за допомогою відповідних плавких перемичок в матриці "Г". Якщо кон'юнктор P_n має в собі вхідну змінну A_i , то перемичка, з'єднуюча цей кон'юнктор з шиною вхідної змінної \bar{A}_i , повинна бути розплавлена, і навпаки. Якщо змінна A_i не повинна входити в кон'юнктор P_n , то дві перемички вхідних змінних A_i і \bar{A}_i повинні бути розплавлені.

Якщо число використаних вхідних змінних A_i менше шістнадцяти, то невикористані змінні повинні бути виключені у всіх використаних кон'юнкторах, тобто відповідні їм плавкі перемички в матриці "Г" повинні бути розплавлені в процесі програмування.

Програмування диз'юнкторів виконується тільки для тих випадків, коли кон'юнкція не включається в вхідну функцію. Якщо кількість використаних функцій менше восьми, то всі плавкі перемички в матриці "АБО", з'єднуючі невикористані диз'юнктори і використані або невикористані кон'юнктори переплавляти не потрібно.

3.4. Розробка пристрою управління та програми реалізації канонічних рівнянь роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні

Для програмної реалізації канонічних рівнянь роботи пристрою автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні

$$\begin{aligned}
 y_1^1 &= K_{\text{вкл}} \cdot D_d^1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3 \cup D_d^{H2} \cdot D_{t1}^{12\text{год}} \cdot y_2 \cdot \bar{y}_3 \cup \bar{D}_\tau^{H2} \\
 &\cdot D_{t1}^{12\text{год}} \cdot y_2 \cdot \bar{y}_3 \cup \bar{D}_\tau^{H1} \cdot D_{t1}^{12\text{год}} \cdot y_2; \\
 y_1^0 &= D_\tau^{H2} \cdot y_2 \cup D_\tau^{H2} \cdot \bar{y}_2 \cdot y_3 \cup K_c^a \cdot \bar{y}_2; \\
 y_2^1 &= D_{t1}^{12\text{год}} \cdot y_1 \cdot \bar{y}_3; \\
 y_2^0 &= \bar{D}_d^{H2} \cdot y_1 \cup D_{t2}^{12\text{год}} \cdot y_1 \cdot \bar{y}_3 \cup D_\tau^{H1} \cdot \bar{y}_1 \cup K_c^a \cdot \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_3; \\
 y_3^1 &= \bar{D}_d^{H1} \cdot y_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_3 \cup \bar{D}_d^{H2} \cdot y_1 \cup D_\tau^{H2} \cdot y_2 \cup D_\tau^{H1} \cdot \bar{y}_1; \\
 y_3^0 &= K_c^a \cdot \bar{y}_2 \cup K_c^a \cdot \bar{y}_1 \cup K_c^a \cdot \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2. \\
 Z_H^1; Z_H^2 &= \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3; \\
 Z_{\text{під}}; Z_{t1} &= y_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3; \\
 Z_{\text{під}}; Z_{t2} &= \bar{y}_1 \cdot y_2 \cdot y_3; \\
 Z_{\text{під}}; Z_{t1}^{8\text{год}}; Z_A^{H2} &= \bar{y}_1 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_3; \\
 Z_{\text{під}}; Z_{t2}^{8\text{год}}; Z_A^{H1} &= y_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_3; \\
 Z_{\text{під}}; Z_{t2}^{8\text{год}}; Z_A^{H2} &= y_1 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_3; \\
 Z_{\text{під}}; Z_{t2}^{8\text{год}}; Z_A^{H1} &= y_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3;
 \end{aligned}$$

$$Z_{H=1}^1 = \bar{D}_{T\Delta} \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3;$$

$$Z_{H=1}^1 = \bar{D}_{T\Delta} \cdot y_1 \cdot y_2 \cdot y_3;$$

Для реалізації на ПЛМ серії К556РТ1 представити кон'юкторами k_i^1 - для першої ПЛІС і кон'юкторами k_i^2 - для другої ПЛІС. Програма першої ПЛІС, приведена в табл. 3.4.1, а програма другої ПЛІС – в табл. 3.4.2.

Таблиця 3.4.1

k_i^1	Кон'юнктори												Рівень активності							
	Вхідні змінні												1	1	1	1	1	1	1	1
	K_n^1	K_n^2	K_n^3	D_δ^0	D_δ^3	D_{cm}^1	D_{cm}^2	D_{cm}^3	y_1	y_2	y_3	y_4	Вихідні функції							
	Номер програмуемого входу												φ_1^1	φ_1^0	φ_2^1	φ_2^0	φ_3^1	φ_3^0	φ_4^1	φ_4^0
	A	A	A	A	A	A6	A	A	A9	A	A1	A	B	B	B	B	B	B	B	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	12	1	14	1	1	1	1	1	2	2
k_1^1	1	*	0	1	*	*	*	*	*	*	0	0	A	*	*	*	*	*	*	*
k_2^1	*	0	1	1	*	*	*	*	*	1	*	0	A	*	*	*	*	*	*	*
k_3^1	1	*	0	1	*	*	*	*	*	0	1	0	*	A	*	*	*	*	*	*
	0	*	1	1	*	*	*	*	*	0	1	0	*	A	*	*	*	*	*	*
k_5^1	*	*	*	*	1	1	*	*	*	0	0	*	*	A	*	*	*	*	*	*
k_6^1	*	1	0	1	*	*	*	*	*	*	0	0	*	*	A	*	*	*	*	*
k_7^1	*	0	1	1	*	*	*	*	*	1	*	0	*	*	A	*	*	*	*	*
k_8^1	*	*	1	*	1	*	*	*	*	*	1	0	*	*	A	*	*	*	*	*
k_9^1	*	*	*	*	1	*	1	*	*	1	1	0	*	*	A	*	*	*	*	*
k_{10}^1	*	*	*	*	1	*	1	*	*	*	*	0	*	*	*	A	*	*	*	*
k_{11}^1	0	1	1	*	*	*	*	*	*	*	*	0	*	*	*	A	*	*	*	*

k_{12}^1	1	0	*	1	*	1	*	*	1	*	*	*		*	*	*	A	*	*	*	*
k_{13}^1	*	0	1	1	*	*	1	*	0	*	*	0		*	*	*	*	A	*	*	*
k_{14}^1	*	*	*	1	*	1	*	1	1	*	*	0		*	*	*	*	A	*	*	*
k_{15}^1	*	*	*	*	1	1	*	*	1	0	*	0		*	*	*	*	A	*	*	*
k_{16}^1	*	*	*	*	1	1	*	*	0	0	*	*		*	*	*	*	A	*	*	*
k_{17}^1	0	1	1	*	*	*	*	*	1	*	*	0		*	*	*	*	A	*	*	*
k_{18}^1	1	0	*	1	*	*	*	*	1	*	*	*		*	*	*	*	A	*	*	*
k_{19}^1	1	*	0	1	*	*	*	*	*	0	1	*		*	*	*	*	*	A	*	*
k_{20}^1	1	0	*	1	*	*	*	*	1	*	*	*		*	*	*	*	*	A	*	*
k_{21}^1	*	*	*	*	1	1	*	*	0	0	*	*		*	*	*	*	*	*	*	A
k_{22}^1	*	*	*	*	1	1	*	*	*	0	0	*		*	*	*	*	*	*	*	A

Таблиця 3.4.2

k_i^2	Кон'юнктори										Рівень активності											
	Вхідні змінні										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	D_o^o	D_o^3	D_{cm}^1	D_{cn}^2	D_{cm}^3	y_1	y_2	y_3	y_4													
	Номер програмуемого входу										Z_o^o	Z_o^3	Z_{np}^1	Z_{np}^2	Z_{np}^3							
	A	A	A	A	A	A	A	A	A9							B	B	B3	B4	B5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						11	12	13	14	15			
k_1^2	0	*	1	*	*	0	0	0	0						A	*	*	*	*			
k_2^2	0	*	*	1	*	1	0	1	0						A	*	*	*	*			
k_3^2	0	*	*	*	1	1	1	1	0						A	*	*	*	*			
k_4^2	*	0	*	*	*	1	1	0	0						*	A	*	*	*			
k_5^2	*	0	*	*	*	0	0	1	0						*	A	*	*	*			
k_6^2	*	0	*	*	*	0	0	1	1						*	A	*	*	*			
k_7^2	*	0	*	*	*	0	1	1	0						*	A	*	*	*			
k_8^2	*	0	*	*	*	1	0	0	1						*	A	*	*	*			

	*	0	*	*	*	1	0	0	0				*	A	*	*	*			
k_{10}^2	*	1	*	*	*	0	0	1	1				*	*	A	*	*			
k_{11}^2	*	1	*	*	*	1	0	0	1				*	*	A	*	*			
k_{12}^2	*	1	*	*	*	1	1	0	0				*	*	*	A	*			
k_{13}^2	*	1	*	*	*	1	0	0	1				*	*	*	A	*			
k_{14}^2	*	1	*	*	*	0	0	1	0				*	*	*	*	A			
k_{15}^2	*	1	*	*	*	0	1	1	0				*	*	*	*	A			

Схема управління рівняннями роботи пристрою автоматичного керування заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні, яка реалізована на програмуємих логічних матрицях, приведена на рис. 3. 4.1.

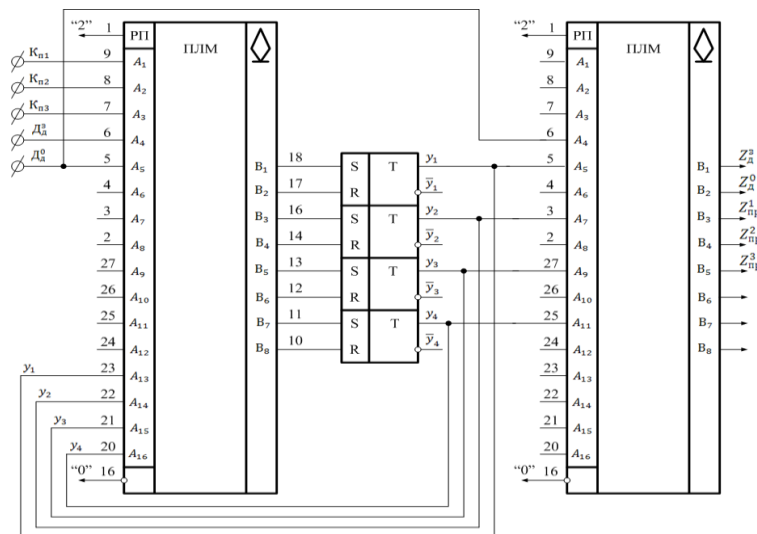


Рис. 3.4.1 Схема пристрою управління для теплопостачання приміщень

На невикористаних входах ПЛІС перемички перепалюються.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було поставлене завдання розробити електронний пристрій автоматичного управління заданим рівнем тепла у виробничому приміщенні.

Метод математичного моделювання, що зводить дослідження явищ зовнішнього світу до математичних задач, займає провідне місце серед інших методів дослідження, особливо у зв'язку з появою ЕОМ.

В даному кваліфікаційній роботі математичне моделювання дозволило проектувати нові технічні засоби, що працюють в оптимальних режимах, для вирішення складних завдань . Математичне моделювання проявило себе як важливий засіб управління . Воно є важливим елементом автоматизованих систем управління .

На підставі розробленого алгоритмічного та математичного забезпечення був спроектований програмний комплекс, що реалізує вище поставлене завдання. У процесі розробки були використані абстрактна та структурна математична модель.

Застосування даного проекту дозволить в значній мірі підвищити якість обслуговування персоналу в приміщеннях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. www.dep.ru.
2. Калабеков Б. А., Мамзелев И. А. Основы автоматизации и вычислительной техники: Учебник для техникумов связи. – М.: Связь, 1980. – 296 с.: ил.
3. www.tpunkt.ru.
4. Андре Анго. Математика для электро- и радиоинженеров. Изд-во «Наука», М., 1964, 772с., ил.
5. www.sibpatent.ru.
6. www.owen.ru.
7. Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов - издательство «Энергия», Москва, 1979 г.
8. Глушков В.М. Синтез цифровых автоматов – издательство «Физматгизм», Москва, 1962 г.
9. Артур Гилл. Введение в теорию конечных автоматов – издательство «Энергия», Москва, 1966 г.;
10. www.klinkmann.com.
11. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції – К, 2001.
12. Бойчик І.М., Харів П.С., Хопчан М.І., Піча Ю.В. Економіка підприємства - К.: Каравела; Львів : Новий світ - 2001.
13. Орлов О.О. Планування діяльності промислового підприємства. Підручник.- К.: Скарби, 2002.
14. Гамрат-Курек Л.І. Экономическое обоснование дипломных проектов - М: Высшая школа, 1985.
15. Матвієнко М.П. , Розен В.П. Комп'ютерна схемотехніка. Навчальний посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2013.