

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня
бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка мікропроцесорної системи управління
електронагрівним котлом

Виконав: студент 4 курсу, групи РВ
спеціальності 152 "Метрологія та інформаційно
вимірювальна техніка
(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Леьсків І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Яворська М.І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Наконечний Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Паламар М.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Метою роботи є підвищення надійності та безпеки експлуатації електронагрівного котла шляхом розробки мікропроцесорної системи керування та електрозахисного автомата для аварійного відключення нагрівальних елементів при виникненні короткого замикання на землю будь-якої фази живлення.

У роботі проведено аналіз сучасних електронагрівних систем та засобів електрозахисту, розглянуто особливості їх побудови, принципи функціонування та напрямки вдосконалення. На основі проведеного аналізу розроблено структурну схему мікропроцесорної системи керування електронагрівним котлом, спроектовано апаратну частину пристрою та виконано розрахунок принципової електричної схеми.

Для забезпечення автоматичного контролю параметрів роботи котла до складу системи введено мікроконтролер, який здійснює обробку сигналів від давачів, формує керуючі сигнали та забезпечує підтримання оптимального режиму роботи нагрівального обладнання. Використання мікропроцесорного керування дозволяє підвищити ефективність використання електричної енергії та покращити експлуатаційні характеристики системи.

У процесі виконання роботи розроблено алгоритм функціонування пристрою та програмне забезпечення мовою E-Lab Pascal. Програмна частина забезпечує виконання функцій контролю, захисту та керування технологічним процесом.

Проведено оцінку технічного рівня та якості розробленого пристрою шляхом порівняння його характеристик з існуючими аналогами. Виконано розрахунок економічної ефективності впровадження системи та визначено основні експлуатаційні показники. Також проведено розрахунок надійності електрозахисного автомата, результати якого підтвердили високу ймовірність безвідмовної роботи пристрою.

За результатами роботи встановлено, що розроблена мікропроцесорна система забезпечує підвищення рівня електробезпеки, надійності та

енергоефективності електронагрівного котла. Впровадження розробленого пристрою є технічно та економічно доцільним.

Ключові слова: електронагрівний котел, мікропроцесорна система керування, електрозахисний автомат, мікроконтролер, електробезпека, автоматизація, енергоефективність, надійність.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 Загальнотехнічна частина.....	9
1.1 Огляд систем електрозахисту від уражень електричним струмом.....	9
1.2 Основні технічні характеристики побутових електронагрівних котлів.....	19
1.3 Особливості роботи електронагрівних котлів з точки зору економії електроенергії.....	24
1.4 Постанова задачі.....	25
2 Конструкторсько-технологічна частина.....	27
2.1 Розробка структурної схеми.....	27
2.2 Розрахунок принципної схеми.....	29
2.3 Розробка друкованої та монтажної плати розробленого пристрою.....	33
2.4 Розрахунок показників надійності мікропроцесорної системи управління електронагрівачем.....	34
3 Спеціальна частина.....	40
3.1. Розробка алгоритму роботи.....	40
3.2 Особливості роботи E-LAB Pascal.....	42
3.3. Проектування програмного забезпечення за допомогою E-Lab Pascal.....	43
3.4 Наукові дослідження та математичне моделювання.....	58
4 Охорона праці.....	64
ВИСНОВКИ.....	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	69

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		6

ВСТУП

Предметом розробки в кваліфікаційній роботі бакалавра є розробка мікропроцесорної системи управління електронагрівним котлом, яка слугує для попередження виходу з ладу об'єкта до якого він буде підключений. Також пристрій буде обладнено мікроконтролером, який буде обробляти інформацію з давачів і задавати оптимальний режим роботи, що дозволить економити енергоресурси і дасть можливість планувати роботу електронагрівного котла.

Суттєвою причиною створення данного пристрою є недосконалість вже існуючих систем електропостачання, починаючи від великих електромереж на підприємствах, які складаються з провідників і обладнання, що працюють з різними напругами, і закінчуючи звичайними побутовими мережами, що є в кожній квартирі.

Небезпеку представляють застарілі або не правильні схеми електроустановок. Наприклад, схема електропостачання квартири підвищеної комфортності, на відміну від звичайного житла має в наявності окремі ланцюги живлення електроводонагрівача, сауни, розеток в ванній кімнаті, додаткових розеточних груп в кімнатах. Разом з тим при реконструкції квартир окремі ланцюги часто підключають “шлейфом” (послідовно).

Це безграмотно і створює багато проблем. Наприклад стає неможливим відключити одну з ланцюгів, наприклад розеточну групу на кухні, не виключаючи загальне живлення. Рідко хто прокладає три провідні лінії від ввідних щитків до штепсельних розеток та світильників. Нульовий захисний та нульовий робочий провідник помилково підключають на щиті під один контактний затискач.

Конструктивно затискачів має бути два, і вони з'єднуються перемичкою, тоді у разі підгоряння (при закороченні) одного з провідників другий забезпечує збереження лінії захисту. Не у всіх приміщеннях система захисту виконана правильно і функціонує надійно.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Практично всі сучасні електроапарати, за виключенням пристроїв з подвійною пластмасовою ізоляцією, мають маркування у вигляді знака, який означає, що його можна вмикати в любую розетку, розраховані на підключення до євророзеток з нульовим захисним провідником РЕ.

На відміну від радянської двопровідної сітки в Європі прийнята трипровідна сітка з фазним, нульовим, робочим та нульовим захисним провідниками, що при наявності пристроїв захисного відключення робить електроустановку в багато разів безпечніше.

Але проблема не може бути вирішена звичайною заміною розеток : нульвий захисний провідник потрібно прокладати від розеток до самого розподільчого щитка, а це веде за собою заміну двожильного провідника на трижильний.

В якості захисних пристроїв в електротехніці виступають запобіжники, захисні автомати, теплові реле, реле напруги, реле втрати струму, електронні захисні пристрої, а також захисне заземлення.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1 Загальнотехнічна частина

1.1 Огляд систем електрозахисту від уражень електричним струмом.

Основні технічні характеристики

Необхідність розробки даного проекту, викликана відсутністю на ринку аналогів вітчизняних виробників та недостатньою функціональністю і високою вартістю закордонних.

Для визначення степені відповідності технічного рівня і якості приладу, що проектується, сучасному розвитку науково-технічного прогресу, як по технічному виконанню, так і по колу задач, які вирішуються за допомогою проектованого приладу, необхідним є аналог, який повинен відповідати проектованому приладу за призначенням і за складом технічних характеристик та є одним з кращих в світовій практиці.

В Україні актуальність проектованого пристрою пояснюється наявністю частих перепадів напруги в побутовій електромережі, що відбуваються внаслідок несприятливих метеорологічних умов, впливу технічного та людського фактору.

Це часто призводить до виходу з ладу побутової техніки.

Дана розробка поєднує в собі захисний автомат і систему для програмування роботи. На ринку існують пристрої, які є аналогами лишень однієї частини.

Західна електротехнічна промисловість випускає автомати в основному модульної конструкції, які кріпляться на стандартну профільну шину шириною 35 мм.

По характеристикам захисні автомати діляться на автомати з характеристикою відключення В, С, D, К, Z, UC-L, UC-K, UC-Z.

Основними (найбільш розповсюдженими) характеристиками є В, С, D. В-характеристика застосовується, де потрібно захистити лінію з малими струмами закорочення або пусковими токами, напр. довгі лінії, генератори, активне

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

навантаження. **С**-характеристика використовується там, де підвищені пускові токи, захист кабельних ліній. **Д**-характеристика використовується в ланцюзі двигунів з важким пуском (дуже високі пускові токи), захист кабельних ліній, трансформатори. **К**-характеристика для захисту кабелів і обладнання, щось посереднє між С та D характеристиками. **Z**- характеристика призначена для захисту напівпровідникових компонентів, електронного обладнання, ланцюгів трансформатора напруг.

Деякі параметри, що відповідають вище названим характеристикам наведені в таблиці 1.1.

Надійний захист також значною мірою залежить від умов в яких експлуатується пристрій.

Робота захисних автоматів розраховується на номінальну експлуатацію при температурі рівній 25-30 °С.

Якщо захисна апаратура встановлена в приміщенні з високою температурою (напр. в пекарні, бані, невентильованійу нагрівальній шафі...), то вводяться поправочні коефіцієнти, які наведені в таблиці 1.2

Таблиця 1.1 – Параметри найбільш розповсюджених характеристик відключення

Гістерезис характеристик	Крива характеристик					
	В		С		D	
	50Гц	пост.стр ум	50Гц	пост.ст рум	50Гц	пост.с трум
мінімальний	3	4,5	5	7,5	10	15
максимальний	5	7,5	10	15	20	30

Таблиця 1.2 – Поправочні коефіцієнти для приміщень з високою температурою.

Лінійка номінальних струмів захисного автомата (А)	Температура навколишнього повітря °С						
	30	35	40	45	50	55	60
	Значення реального струма захисного автомата (А)						
0,5	0,5	0,47	0,45	0,4	0,35	-	-
1,0	1,0	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
3,0	3,0	2,8	2,5	2,4	2,3	2,1	1,9
4,0	4,0	3,7	3,5	3,3	3,0	2,8	2,5
6,0	6,0	5,6	5,3	5,0	4,6	4,2	3,8
10,0	10,0	9,4	8,8	8,0	7,5	7,0	6,4
16,0	16,0	15,0	14,0	13,0	12,0	11,0	10,0
20,0	20,0	18,5	17,5	16,5	15,0	14,0	13,0
25,0	25,0	23,5	22,5	20,5	19,0	17,5	16,0
32,0	32,0	30,0	28,0	26,0	24,0	22,0	20,0
40,0	40,0	37,5	35,0	33,0	30,0	28,0	25,0
50,0	50,0	47,0	44,0	41,0	38,0	35,0	32,0
63,0	63,0	59,0	55,0	51,0	48,0	44,0	40,0
80,0	80,0	76,0	72,0	68,0	64,0	60,0	56,0
100,0	100,0	95,0	90,0	85,0	80,0	75,0	70,0

В базах даних мережі Internet були знайдені деякі найбільш наближені аналоги проектованої мною системи.

Всі вони, при відповідності поставленим умовам (робота в промисловій мережі), не мають тих переваг щоб зробити автоматичне управління найбільш зручним, надійним і багатофункціональним.

Наведемо перелік найбільш наближених аналогів та їхні технічні характеристики, які в подальшому будуть порівнюватись з характеристиками спроектованого пристрою:

1. Автоматичні вимикачі фірми General Electric забезпечують захист мережі від перевантажень і струмів КЗ в межах:

Основні технічні характеристики автовимикача General Electric наведені в таблиці 1.3.

- струм перевантаження від 0.5 до 125А;
- граничний можливий струм короткого замикання від 3000 до 50000А.

2. Автоматичні вимикачі здійснюють свої захисні функції у відповідності до стандартів IEC 898, IEC 947 2.

3. Рукоятка пристрою може бути доповнена навісним замком для запобігання помилкових перемикань.

4. Вимикач має зручне маркування для позначення позицій: ON - зелена лінія, OFF - червона лінія.

5. Опис необхідних даних на лицевій частині забезпечує надійну ідентифікацію обладнання.

6. Автоматичні вимикачі General Electric розраховані на 10000 циклів вкл/відкл.

7. Якість корпусу автомата дозволяє витримувати перепади температури навколишнього середовища від -25 до +55°C.

8. Широкий спектр додаткових пристроїв дозволяє споживачу розширити галузь застосування вимикачів за допомогою:

- під'єднання п'яти типів додаткових контактів;
- незалежного роз'єднувача;
- додаткових аксесуарів;
- ізольованих чи неізольованих шин

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

Таблиця 1.3 – Основні технічні характеристики автовимикача General Electric

Показник	Серії E і G Номинальні струми 0.5-63А				Серії Hti і Gti Номинальні струми 80-125А			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Кількість полюсів	1	2	3	4	1	2	3	4
Ширина (мм)	18	36	54	72	27	54	81	108
Глибина (мм)	68	68	68	68	70	72	80	80
Уном (V~)	230/400	230	400	400	230/400	400	400	400
Кількість циклів вкл/откл при 230V~, cosφ=0.9	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Опір ізоляції (MΩ)	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶

В сучасних електричних установках споживачів при аварійній ситуації можуть з'явитися струми витоку, як синусоїдальні, так і пульсуючі з постійною складовою, що робить необхідним застосування захисних автоматів різних типів. General Electric пропонує захисний автомат типу AC для синусоїдального струму і типу A для пульсуючого і змінного струму.

Основні технічні характеристики автовимикача General Electric типу AC наведені в таблиці 1.4.

Існують дво- і чотирьохмодульні виконання.

Галузь застосування:

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

- Захист людей від ураження електричним струмом при безпосередньому контакті із струмопровідними частинами $I < 30\text{mA}$.
- Захист людей від ураження електричним струмом при непрямому контакті внаслідок пошкодження ізоляції.
- Захист людей і майна від ризику загорання, спричиненого струмом витоку на землю.

Таблиця 1.4 – Основні технічні характеристики автовимикача General Electric типу AC

Тип	DOJ			
Кількість полюсів	2		4	
Номинальна напруга $U_{ном}$ (V)	230*		230 - 400*	
Номинальна частота f (Hz)	50/60			
Характеристика	AC і A			
Номинальний струм /Номинальний дифференціальний струм $I_{ном}/ I_{диф}$ (A/mA)	16/10			
	25/30	25/100	25/300	25/500
	40/30	40/100	40/300	40/500
	63/30	63/100	63/300	63/500
	80/30	80/100	80/300	80/500
	100/30	100/100	100/300	100/500

Основні технічні характеристики диференційних автовимикачів General Electric типу A і AC наведені в таблиці 1.5.

Диференційні автомати мають двохмодульне виконання і поєднують в собі наступні функції:

- Захист людини при виникненні витоку струма на землю;
- Захист обладнання від струмів КЗ і перевантаження.

Таблиця 1.5 – Основні технічні характеристики диференційних автовимикачів General Electric типу А і АС

Стандарт	IEC1009
Кількість полюсів	2
Тип	А і АС
Струм витоку I .n (mA)	10, 30, 300
Номінальна напруга Uном (V) при 50/60 Hz	230
Характеристики відключення за типом струму витоку:	
В разі витоку струму:	Тип А
	Тип АС
В разі перевантаження чи КЗ:	
	Характеристика В (3-5 I ном)
	Характеристика С (5-10 I ном)
Відключаюча здібність I відкл (кА)	6000-10000
Максимальний переріз увідного кабеля (мм ²)	25

RECORD – термомагнітний автоматичний вимикач промислового призначення. Стандартні від 25 до 1250А.

З підвищеною розривною здатністю по струму від 160 до 800А.

З функцією додаткового обмеження струму КЗ від 125 до 630А.

Для номінальних струмів 400, 630, 800, 1250А автомат постачається окремо з блоком захисту.

Тепловий і електромагнітний захист мають діапазон установок, що регулюється. На вимикач можлива установка блоків: додаткових контактів, незалежного роз'єднувача, захисту від витоку на землю.

Можливе оснащення RECORD спеціальним блоком управління. Це знаходить застосування при будівництві схем 0.4 кВ на автоматичних вимикачах.

Spectronic

Потужні повітряні автоматичні вимикачі:

Номінальний струм: від 800 до 6400 А

Серії: селективний автоматичний вимикач SP:55-60кА;

селективний автоматичний вимикач S: 55 - 120 кА;

автоматичний вимикач-обмежувач L: 130кА

Стаціонарні і висувні:

Відповідають стандарту ІЕС 947-2

Розподільні шафи Серія навісних розподільних металевих шаф MODULA 630К

Постачаються у вигляді розбірного комплекта шести типорозмірів:

545, 695, 845, 995, 1145, 1295 мм.

Ширина 600 і 900 мм.

Максимальна кількість модулів від 81 до 216.

Ступінь захисту IP 41.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

Основні технічні характеристики розподільних шафи MODULA 630K наведені в таблиці 1.6.

Переваги:

- Зручність транспортування комплекта;
- Швидкість збирання;
- Варіювання висоти шляхом об'єднання двох шаф;
- Використання для кожної шафи при об'єднанні як загальних дверей, так і окремих;
- Можливість установки увідного автомата на 630А;
- Приєднання кабельної секції (при ширині 900 мм);
- Установка задньої системи шин;
- Наявність стандартних вузлів під будь-які низьковольтні пристрої виробництва General Electric
- захист від перекосу фаз;
- автоматичне вирівнювання характеристик при зміні температури оточуючого середовища (від -25°C до +55°C);
- класифікація у відповідності до стандарту IEC 947.4 10A/10/30;
- основа для кріплення за допомогою гвинтів або для установки на рейку DIN для реле типу RT1 і RT2;
- багатофункціональність - можливість вибору одної з 4-х наступних функцій за допомогою перемикача:
ручне скидання; ручне скидання і функція "стоп";
автоматичне скидання і функція "стоп";
- автоматичне скидання без функції "стоп";

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>

КБР 037.00.00.000 ПЗ

Арк.

18

Таблиця 1.6 – Основні технічні характеристики розподільних шафи MODULA 630K

Тип реле	Діапазон струмів спрацьовування		Контактори
	Мінімальний струм (А)	Максимальний струм (А)	
RT1	0,16	40	CL00-CL45
RT2	11,5	110	CL06-CL10
RT3	55	190	CK75C-CK08C
RT4	120	310	CK85-CK09-CK95
RT4L	2,5	310	CL-CK
RT5/5L	120	700	CK10-CK11-CK12
RT6/6L	500	850	CK13

1.2 Основні технічні характеристики побутових електронагрівних котлів

Основними технічними характеристиками електронагрівних котлів прийнято вважати:

1. Номінальна теплова потужність, кВт
2. Температура випромінюючої поверхні^о С
3. Коефіцієнт корисної дії, не менше, %
4. Споживана електрична потужність при запуску, кВт
5. Споживана електрична потужність при роботі, кВт
6. Габаритні розміри
7. Максимальна температура пари
8. Номінальна паропродуктивність, кг\год
9. Максимальний тиск пари, МПа
10. Маса, кг

Наведем приклади електронагрівного котла та його параметрів в таблиці 1.7.

Котел КПа-0,4Г виготовлений на 63-му котельно-зварювальному заводі м.Івано-Франківська у відповідності з конструкторською документацією, розробленою Державним науково дослідним інститутом санітарної техніки та обладнання будівель і споруд (ДНДІСТ м. Київ) .

Дослідний взірець котла Кпа-0,4Г випробуваний Державним сертифікаційним випробувальним центром опалювального обладнання (СВЦОО, м.Київ).

Комісія рекомендувала до серійного випуску котел КПа-0,4Г. Наведемо основні техніко-економічні показники котла КПа-0,4Г в таблиці 1.7

Виробники, також, розглянули можливість енергозбереження при переобладнанні парових котлів на водонагрівні режими. Розглянуті напрямки енергозбереження в комунальній теплоенергетиці при виробництві теплоти в опалювальних котельних. На основі проектних рішень та досвіду експлуатації показана доцільність переобладнання існуючих парових котлів для генерації гарячої води. Показано, що підвищення коефіцієнту корисної дії котелень опалення з паровими котлами ДКВР можливе без значних затрат шляхом переобладнання для генерування гарячої води.

Таблиця 1.7 – Основні техніко-економічні показники котла КПа-0,4Г

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Найменування параметру	Одиниця виміру	Величина параметру
Номінальна паропроодуктивність	кг\год	400
Максимальна температура пари	°С	180
Максимальний тиск пари	МПа	0.3
Витрата газу при номінальній паропроодуктивності	нм ³ /год	31.3
Коефіцієнт корисної дії, не менше	%	91.7
Споживана електрична потужність	кВт	0,160
Маса, не більше	кг	2000
Габаритні розміри, не більше:		
-довжина	мм	2720
-ширина	мм	1600
-висота	мм	1950

Питомі капіталовкладення складають 6 грн/кВт проти 17грн/кВт варіанту встановлення спеціалізованих водогрійних котлів однакової продуктивності. Двобарабанні парові котли типу ДКВР, які вичерпали свій термін, можна замінити на нові. Але ж економічно накладно.

Разом з тим відомо, що у більшості випадків їх можна перевести на більш безпечний водогрійний режим і не виводити з експлуатації. У технічній літературі з цього приводу наводиться багато схем. Практично всі вони базуються на встановленні у верхньому та нижньому барабанах котла перегородок для забезпечення циркуляції води, що нагрівається. Однак котли,

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		21

які реконструйовані за цими схемами, мають багато недоліків. Так, внаслідок невеликої швидкості руху води, у барабани котла випадають тверді домішки, що знаходяться в мережній воді. Тому періодично барабани необхідно відкривати та чистити. Для того, щоб потрапити у секцію барабана, відгороджену перегородкою, останню треба вирізати, а потім знову приварити. Навіть коли у перегородці є люк, потрапити у відгороджену секцію без газової різки іржавих болтів неможливо. Дуже незручні перегородки і при заміні непридатних труб радіаційної та конвективної поверхні нагріву котла.

На цьому морока з паровими котлами, переведеними на водогрійний режим за традиційними схемами, не закінчується. Аналіз роботи таких котлів показав, що вони мають недостатньо високий коефіцієнт корисної дії. Причина в тому, що перегородки до внутрішніх стін барабана приварюються не суцільним герметичним зварювальним швом, а окремими «прихоплюваннями».

Хоча робити цього не можна, тому що за законами гідравліки у цьому випадку на перегородку тисне вода силою 8 тонн. Тому між перегородкою і внутрішньою стінкою барабана створюється зазор більше 3 мм.

На перший погляд і невеликий, але коли обчислити його площу перерізу, то вона дорівнює площі перерізу труби діаметром 109 мм. А оскільки перегородки зазвичай складаються з трьох сегментів, які між собою зварюються також методом «прихоплювання», то площа перерізу ще більша. Тому вода, яка нагрівається, тільки частково попадає у труби конвективної та радіаційної поверхонь нагріву котла, що знижує ефективність відбору тепла. До недоліків реконструкції котлів за традиційними схемами можна також віднести і високу вартість. Тому практика експлуатації котлів висунула інженерну задачу: перевести двобарабанні парові котли, які вичерпали свій термін, але знаходяться ще у робочому стані, на дешевий водогрійний режим, забезпечивши при цьому просту експлуатацію, безпечну роботу та високий коефіцієнт корисної дії.

Головне рішення — це забезпечення циркуляції води, яка нагрівається у котлі, шляхом врізування трьох допоміжних трубопроводів з установкою водоструминного насоса. Виконані авторами досить складні гідравлічні та

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

теплотехнічні розрахунки показали, що паровий котел, переведений на водогрійний режим за новою прогресивною схемою, є працездатним. Рух води в котлі тільки знизу-вгору зменшує вірогідність виникнення аварійних ситуацій при раптовій зупинці мережних насосів. За рахунок багаторазової циркуляції, створюваної водоструминним насосом, підвищується температура води, яка надходить у конвективну поверхню нагріву котла. Це зменшує ризик утворення на цих трубах корозійно-активного конденсату і відповідно збільшує термін служби котла. Разом з тим внутрішня конструкція котла не змінюється. Тому при технологічній необхідності котел можна протягом кількох годин знову перевести на паровий режим роботи.

Схема переведення двобарабаних парових котлів в водогрійний режим, з використанням водоструминних насосів, має суттєві недоліки. На відміну від схем що існують з одним водоструминним насосом, в українській схемі в верхньому барабані котла встановлюються десятки, а то й більше водоструминних насосів. В барабані, перед трубами екранів та перших рядів конвективних пучків встановлюються сопла, через які під тиском надходить вода в котел. Камерою змішування водоструминних насосів є самі труби.

Встановлення такої кількості сопел є технологічно трудомістким процесом, при якому практично майже неможливо забезпечити високу якість виконання робіт – співвідношення осей сопел та камер змішування, а також необхідну відстань між початком труби та соплом.

Крім того, всі труби, перед якими, встановлені сопла є опускаючими, тому необхідно витримати в них швидкість руху води не менше 1 м/сек. В зв'язку з українськими схемами, що існують для переведення двобарабаних парових котлів в водогрійний режим, з використанням водоструминних насосів, у порівнянні з іншими, є дорогою, технологічно трудомісткою в виконанні та менше надійною в забезпеченні безпеки експлуатації котлів.

Схема була випробувана у процесі переведення парового котла ДКВР 6,5 на водогрійний режим. Коефіцієнт корисної дії котла, який знаходився в експлуатації більше 40 років (більше двох встановлених термінів), без

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

економайзера досяг 91-92%. Цей показник аналогічний теплопродуктивності імпортованих котлів. І ще одне.

Незважаючи на те що через поганий технічний стан економайзер не працював, теплопродуктивність котла у водогрійному режимі (у порівнянні з паровим) зросла на 9%.

Отже, нова прогресивна та дешева донецько-дніпропетровська схема може успішно використовуватися для котлів типу ДКВр-2,5. 4 і 6,5. Котли типу ДКВр 10 та 20 потребують додаткових конструкторських розробок.

До розробленого пристрою можуть приєднуватись також і електрообігрівачі. Наведемо характеристики деяких їх моделей в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Технічні характеристики електрообігрівачів

Показник	ІТГО-20	ІТГО -30	ІТГО -50
Номінальна теплова потужність, кВт	20	30	50
Температура випромінюючої поверхні			
максимальна °С		600	
мінімальна °С		100	
ККД, %		85	
Споживана електрична потужність при запуску, не більше,кВт		0,205	
Споживана електрична потужність при роботі, не більше, кВт		0,160	

Обігрівач ІТГО складається із блоку управління, комплекту труб та відбивача, вентилятора, пульта управління.

1.3 Особливості роботи електронагрівних котлів з точки зору економії електроенергії

Як відомо, електронагрівні котли є споживниками великої кількості електроенергії, тому актуальною є задача по оптимізації їх роботи.

Наприклад побутовий бойлерний котел підтримує в своїй ємкості постійну температуру, щоб споживач не був змушений чекати довгий час нагрівання води, яка потрібна теплою йому негайно.

Температуру котел тримає за допомогою термодавача, який при виході температури за встановлені споживачем межі вмикає або вимикає живлення нагрівача.

Такий режим роботи не є оптимальним тому, що котел довгий час гріє воду коли вона не потрібна, витрачаючи велику кількість електроенергії. Ще складніша ситуація з великими промисловими електронагрівними котлами.

В наслідок не ідеальної термоізоляції, велика кількість теплової енергії іде на обігрів приміщення, в якому вони знаходяться і які, зазвичай, мають великий об'єм.

В вище наведених випадках, котли споживають в 2-6 разів більше електроенергії ніж вимагається для нагрівання того об'єму води, який використає споживач.

Розроблений пристрій дозволяє суттєво зменшити ці витрати за рахунок планування роботи електронагрівного котла для завчасного включення саме тоді, коли це необхідно споживачу, і вимкнення при відсутності потреби в роботі.

1.4 Постанова задачі

Розроблюваний мною пристрій має слугувати для попередження виходу з ладу електронагрівного котла, та безпеки користувачів які будуть з ним працювати, шляхом аварійного відключення нагрівача при короткому замиканні на землю будь-якої фази живлення.

Буде спроектована та розрахована схема електрозахисного автомата, основні характеристики якого повинні бути кращими в порівнянні з аналогами. Також пристрій має бути обладнано мікроконтролером, який буде обробляти інформацію з давачів і задавати оптимальний режим роботи, що дозволить економити енергоресурси.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

Для зручності вводу параметрів роботи має бути розроблена оптимізована до пристрою клавіатура.

Вся процедура вводу даних та текучий стан має відображатись в зручній для користувача формі на рідкокристалічному дисплеї. Для цього повинна бути написана програма з всіма необхідними процедурами.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

2.1 Розробка структурної схеми

Всю схему пристрою я умовно поділив на 4 основні частини – давач, основна схема, схема вимкнення і мікроконтроллер з ПВВ. Структурна схема пристрою наведена на рисунку 2.1.

Давачем є збалансований міст зібраний на резисторах. Розбаланс настає в наслідок перепадів напруги в побутовій мережі або безпосередньому контакті з людиною.

Значення з давача поступають в основну схему, де підсилюються і порівнюються за допомогою компаратора з заданим оптимальним значенням, що виставляється резистором змінного опору.

Оскільки зміна відбувається за дуже короткий час, то значення на виході компаратора фіксується за допомогою тригера, який при зміні на вході, інвертує свої виходи і зберігає такий стан доки не буде збитий в початкове положення вимикачем.

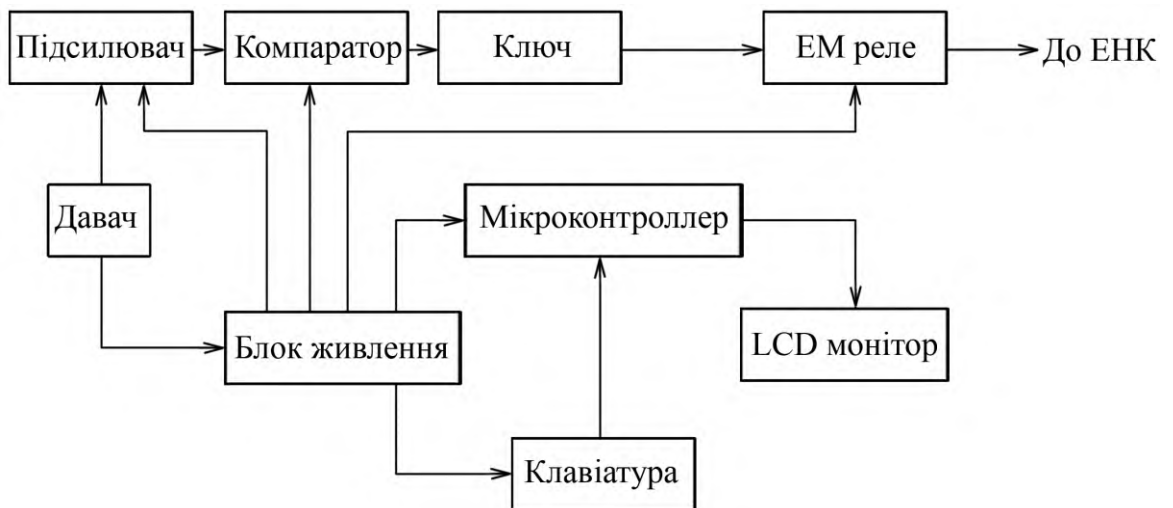


Рисунок 2.1 – Структурна схема пристрою

Вимкнення відбувається в два етапа. Оскільки в попередній схемі не було реактивних елементів (дроселей та конденсаторів), то транзистори, використані в якості ключа, зреагують миттєво і закриються приблизно на протязі 10 мсек.

Цього часу не вистачить щоб завдати серйозної шкоди людині, яка може перебувати в безпосередньому контакті з струмопровідними частинами схеми. Цього часу також буде мало для виходу з ладу пристрою, який буде ввімкнено в побутову мережу через данну схему.

Після попереднього вимкнення схема все ще буде лишатись під напругою, тому з метою запобігання пробою транзисторів і підвищення безпеки, живлення електродотла вимикається фізично за допомогою електромагнітного реле.

Час повного знеживлення схеми буде приблизно дорівнювати 100 мсек.

Всі зміни на виході тригера фіксує мікроконтролер, який виводить на рідкокристалічний екран інформацію про поточний стан роботи котла.

Також передбачена можливість програмування роботи електродотла за допомогою клавіатури.

Клавіатура була розроблена таким чином, щоб вихідний код був як умога менше розрядним і виводився в зручній для обробки формі.

Код формується на п'яти розрядах, чотири з яких повідомляють яка клавіша була натиснена а на п'ятому формується логічна одиниця коли натиснена будь-яка клавіша.

Відношення клавіш до вихідного кода приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Відношення клавіш до вихідного коду

№ виводу	Вихідний код клавіш												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	+	→	←
0		x		x		x		x		x		x	
1			x	x			x	x			x	x	
2					x	x	x	x					x
3									x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Вибираєм транзистор типу КТ503Г

$$i_{\bar{o}} \approx \frac{i_k}{h_{21e}}$$

$$h_{21e} \in 80..240$$

$$h_{21e} = \sqrt{h_{21e \min} \cdot h_{21e \max}} = 97,9 \cong 98$$

Перевірка правильного вибору транзистора:

$$P_{\text{роб}} \leq 0,8P_{\text{max}}$$

$$i_{\text{роб}} \leq 0,8P_{\text{max}}$$

$$U_{\text{роб}} \leq 0,8P_{\text{max}}$$

Визначаємо струм бази:

$$i_{\bar{o}} = \frac{i_k}{h_{21e}} = \frac{50}{98} = 0,510 \text{ мА}$$

Вибираємо струм подільника напруг R_{11} R_{12}

$$i_n \gg i_{\bar{o}} = 10 \cdot 0,510 = 5,1 \text{ мА}$$

Напруга $U_{\bar{e}}$ транзистора V_1 , необхідна для відкриття транзистора становить

$i_{\bar{e}} \approx 0,7 \text{ В}$, оскільки транзистор кремнієвий простий.

$$\text{Тоді: } R_{12} = \frac{\Delta U_{R2}}{i_n} = \frac{U_{\bar{e}}}{i_n} = \frac{0,7}{5,1 \cdot 10^{-3}} = 0,137 \text{ кОм} = 137 \text{ Ом}$$

Потужність, що розсіюється на R_{12}

$$P_{R_{12}} = \Delta U_{R_{12}} \cdot i_n = 0,7 \cdot 5,1 \cdot 10^{-3} = 3,57 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} = 3,57 \text{ мВт}$$

Вибираємо резистор з ряду МЛТ-0,125 Вт-130 Ом $\pm 5\%$

Спад напруг на резисторі R_{11} при включеному стані

$$\Delta U_{R_{11}} = U_{\text{ex}} - U_{\bar{e}} = 5 - 0,7 = 4,3 \text{ В}$$

$$\text{Тоді: } R_{11} = \frac{\Delta U_{R_{11}}}{i_n} = \frac{4,3}{5,1 \cdot 10^{-3}} = 843,137 \text{ Ом}$$

Потужність, що розсіюється на R_{11} :

$$P_{R_{11}} = \Delta U_{R_{11}} \cdot i_n = 4,3 \cdot 5,1 \cdot 10^{-3} = 2,193 \cdot 10^{-2} = 21,93 \text{ мВт}$$

Вибираємо транзистор з стандартного ряду:

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		31

2.3 Розробка друкованої та монтажної плати розробленого пристрою

Оскільки не було задано вимог щодо розміщення елементів на платі, вони були розміщені наступним чином:

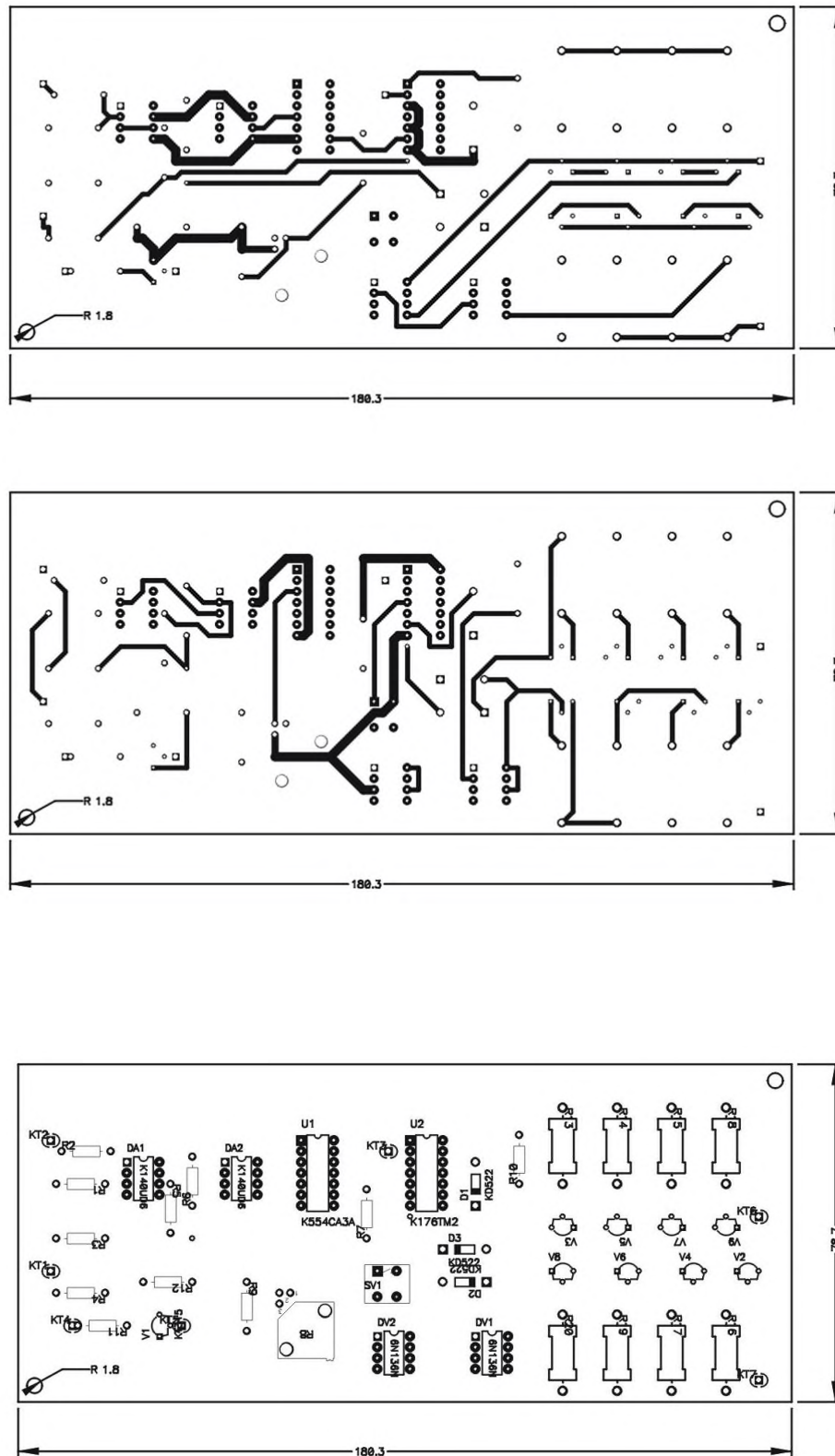


Рисунок 2.7 – Дві сторони плати, та розміщення елементів на платі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

2.4 Розрахунок показників надійності мікропроцесорної системи управління електронагрівачем

Питанням підвищення надійності апаратури приділяється особлива увага. Проблема забезпечення надійності надзвичайно широка і охоплює всі стадії розробки і конструювання електронних приладів, оскільки вибір структури схем і засобів підвищення їх надійності по суті є єдиним процесом.

Для довільної системи (обладнання, виробу), період її експлуатації характеризується почерговими інтервалами, коли вона виконує покладені на неї функції і коли вона не може через внутрішні причини їх виконувати. Поняття надійності виникло через необхідність оцінки ступеню довіри до системи, її здатності працювати необхідний час з встановленою якістю.

Більшість відмов електронної апаратури мають випадковий характер і обумовлені різними факторами, які важко врахувати: вологість, температура навколишнього середовища, вібрація, недосконалість технологічних процесів, неоднорідність матеріалів, тощо.

Оскільки заздалегідь передбачити появу і ступінь впливу вказаних факторів на процес нормального функціонування можливо тільки з певною вірогідністю, в теорії надійності застосовують математичний апарат теорії ймовірності. Кількісною характеристикою випадковості події є її ймовірність.

Стосовно до надійності пристроїв розглядають її основний кількісний критерій – ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ протягом заданого інтервалу часу t .

Надійність є складною властивістю, яка об'єднує безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збережуваність. Одними з причин ненадійності систем є недоліки схемних рішень та неправильний підбір елементів.

Ці причини закладаються ще на стадії проектування, тому важливо робити оцінку надійності систем під час їх проектування. Задачею розрахунку

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

надійності обладнання є визначення показників, які характеризують їх безвідмовність та ремонтпридатність.

В загальному випадку розрахунок повинен складатися з наступних етапів:

- визначення критеріїв і видів відмов обладнання та складу показників надійності, що розраховуються;
- побудова структурної (логічної) схеми, яка базується на аналізі функціонування системи, врахуванні резервування, відновлення, контролю роботоздатності елементів;
- вибір методу розрахунку надійності з врахуванням прийнятих моделей опису процесів функціонування та відновлення;
- отримання в загальному вигляді математичної моделі, яка зв'язує показники надійності з характеристиками надійності елементів;
- підбір даних за показниками надійності;
- виконання розрахунку і аналіз отриманих результатів.

Склад перерахованих етапів у значній мірі залежить від вибраних критеріїв відмов та показників надійності, що розраховуються.

При розробці технічних засобів повинні бути визначені такі показники надійності як середнє напрацювання на відмову та ймовірність безвідмовної роботи протягом встановленого часу.

При розробці системи управління в цілому необхідно визначити коефіцієнт готовності чи простою системи.

Для багатофункціональних систем достатньо проаналізувати надійність основних функцій. Необхідні дані для розрахунку показників надійності елементів слід вибирати за паспортними даними або з довідників.

Згідно з рекомендаціями методичних вказівок до дипломного проектування, розрахунок показників надійності доцільно здійснювати для одного з основних за функціональним призначенням вузлів.

З одного боку, цей вузол не повинен бути занадто складним. З іншого, – він повинен бути автономним вузлом, що легко виділяється з цілої системи і має завершені властивості, функціональне призначення та набір певних

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

характеристик. Виходячи зі сказаного, в якості вузла детального проектування (ВДП) було обрано електрозахисний автомат, який, в даному розділі, слід розглядати як прилад, що проектується.

Ймовірність безвідмовної роботи є функцією часу t , і в загальному випадку її визначення для будь-якого часового інтервалу створює значні труднощі.

Однак для складної апаратури, яка вміщує велику кількість різних елементів, часто виявляється достатнім знати величину середнього напрацювання на відмову T_0 , яка визначається як середнє значення випадкових величин інтервалів часу τ_i між сусідніми відмовами, год :

$$T_0 = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n}{n}.$$

При можливості застосування цього критерію надійності часто користуються зворотною величиною :

$$\lambda = \frac{1}{T_0}.$$

Вона називається інтенсивністю відмови і характеризує середню кількість відмов в одиницю часу. Для ВДП, що розробляється, основними видами відмов слід вважати ті, які найбільш характерні для таких схем :

- відмови типу “неспрацювання” при надходженні одного з керуючих сигналів;
- відмови типу “хибне спрацювання” при відсутності активних рівнів керуючих сигналів.

Інтенсивності відмов елементів в нормальних умовах їх функціонування визначаються за спеціальними таблицями характеристик.

При розрахунку надійності пристрою в цілому, найчастіше розглядають випадок, коли окремі елементи, ланки і каскади структурної (логічної) схеми для виконання своїх функцій включаються послідовно з частковим коректуванням шляхів передачі сигналів.

В даному випадку структурна (логічна) схема, яка базується на аналізі функціонування ВДП, не містить резервних елементів. Тому, якщо припустити статистичну незалежність і випадковість відмов елементів, від яких залежить

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

роботоздатність ВДП, то загальна ймовірність безвідмовної роботи визначається із виразу :

$$P_{заг}(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t).$$

Відповідно,

$$\lambda_{заг} = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

де P_i – ймовірність безвідмовної роботи окремих елементів, ланок, каскадів; λ_i – інтенсивність їх відмови.

Врахувати вплив різних факторів на надійність радіоапаратури, таких як електричний режим, навколишня температура, вологість, механічні навантаження, тощо, можна з більшою або меншою степінню точності. Наближений, але найсприятливіший для практичного застосування метод полягає в застосуванні поправочних коефіцієнтів :

$$\lambda_i = \lambda_{ном} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_m,$$

де $\lambda_{ном}$ – номінальне (паспортне) значення для нормальних (номінальних) умов роботи ;

k_i – поправочні коефіцієнти на m -тий дестабілізуючий фактор;

k_T – температурний поправочний коефіцієнт (T – від +20 до +70 °С);-

k_d і $k_{вол}$ – поправочні коефіцієнти умов експлуатації, відповідно, на вібрацію і вологість для приміщення з нормальними умовами;

k_H – поправочний коефіцієнт навантаження (номінальне навантаження); $k_{рез}$

– поправочний коефіцієнт інтенсивності відмови резервних елементів;

$k_я$, $k_о$ – поправочний коефіцієнт, відповідно, на якість виготовлення і кваліфікацію обслуговування (середнє).

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		37

Таблиця 2.3 – Значення інтенсивностей відмов елементів і пристрою

Найменування і тип елементу	К-ть елем.,шт.	Номін. інтенс. відмови $\times 10^{-6}$, 1/год	Поправочні коефіцієнти							Інтенс. відмови групи ел-тів, $\lambda \times 10^{-6}$, 1/год
			k_T	k_d	$k_{вол}$	k_H	$k_{рез}$	k_d	k_o	
Транзистор	3	0,008	1,5	1	1,5	1	1	2	1	0,252
Цифрова МС	5	0,07	1,5	1	1,5	1	1	2	1	0,315
Резистор постійний	23	0,05	1,5	1	1,5	1	1	2	1	2,475
Резистор змінний	1	0,005	1,5	1	1,5	1	1	2	1	0,135
Плата (гетинакс)	1	0,01	1,5	1	1,5	1	1	2	1	0,09
Пайка	154	0,01	1,5	1	1,5	1	1	2	1	6,93
Загальна інтенсивність відмови пристрою $\lambda_{\Sigma} \times 10^{-6}$, 1/год										10,197

Розрахунок очікуваної надійності апаратури ведеться за наступною методикою:

- складається структурна (логічна) схема пристрою і визначаються елементи, відмова яких призводить до відмови усього пристрою;
- складається таблиця умов і режимів роботи елементів і визначається їх результуюча інтенсивність відмови;
- за даними таблиці 1 визначається сумарна інтенсивність λ_{Σ} відмови пристрою.

За отриманим з таблиці 1 значенням λ_{Σ} сумарної інтенсивності відмови пристрою, обчислюємо середнє напрацювання на відмову T_0 :

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{10,197} \cdot 10^6 = 98068,59 \text{ год.}$$

Далі наведено формулу для заданого часу безвідмовної роботи при вказаній ймовірності безвідмовності (звичайно 0,95) і визначено час безвідмовної роботи, год :

$$t_{без} = \frac{0,051}{\lambda_{\Sigma}}$$

$$t_{без} = \frac{0,051}{10,197} \cdot 10^6 = 5001,5 \text{ год.}$$

Якість апаратури визначається можливістю і швидкістю її ремонту. В цьому випадку ймовірність безвідмовної роботи в інтервалі заданого часу визначається за формулою:

$$P(t) = \frac{\frac{1}{\lambda_{\Sigma}}}{T_p + \frac{1}{\lambda_{\Sigma}}} \cdot e^{-t \cdot \lambda_{\Sigma}},$$

де T_p – середній час ремонту апаратури.

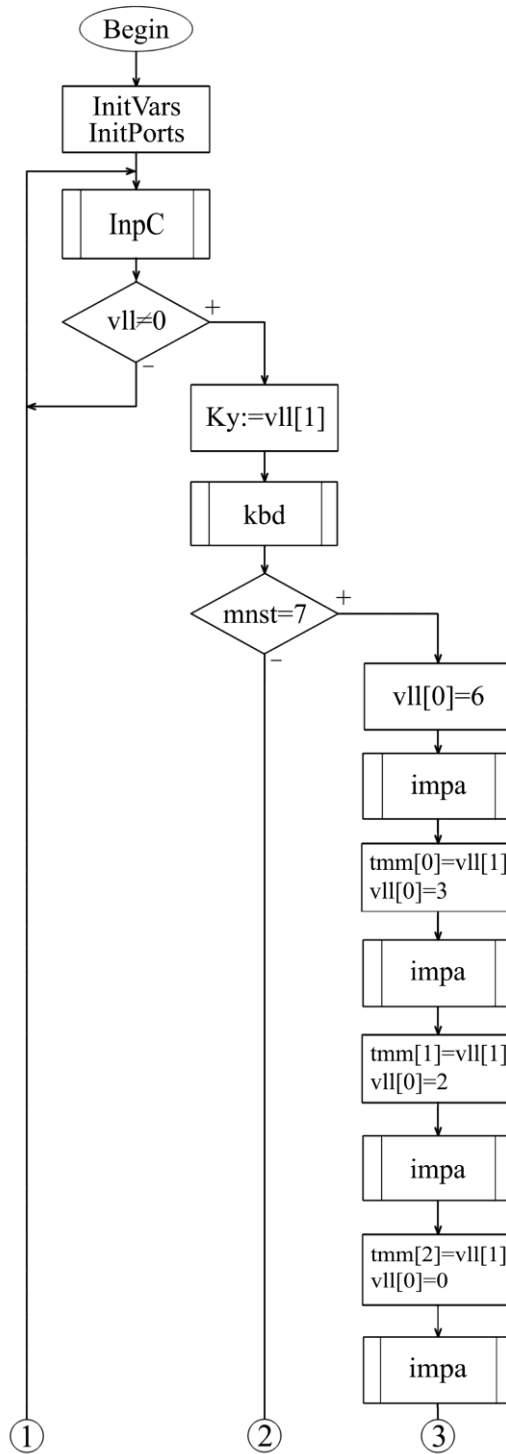
Обчислені для ВДП показники надійності задовільняють вимогам до відповідних показників усієї системи, що проектується. Тому можна стверджувати, що, з точки зору теорії надійності і технічної діагностики, даний ВДП відповідає своєму функціональному призначенню.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3 Спеціальна частина

3.1. Розробка алгоритму роботи

Алгоритм роботи основної програми представлений на рисунку 3.1



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

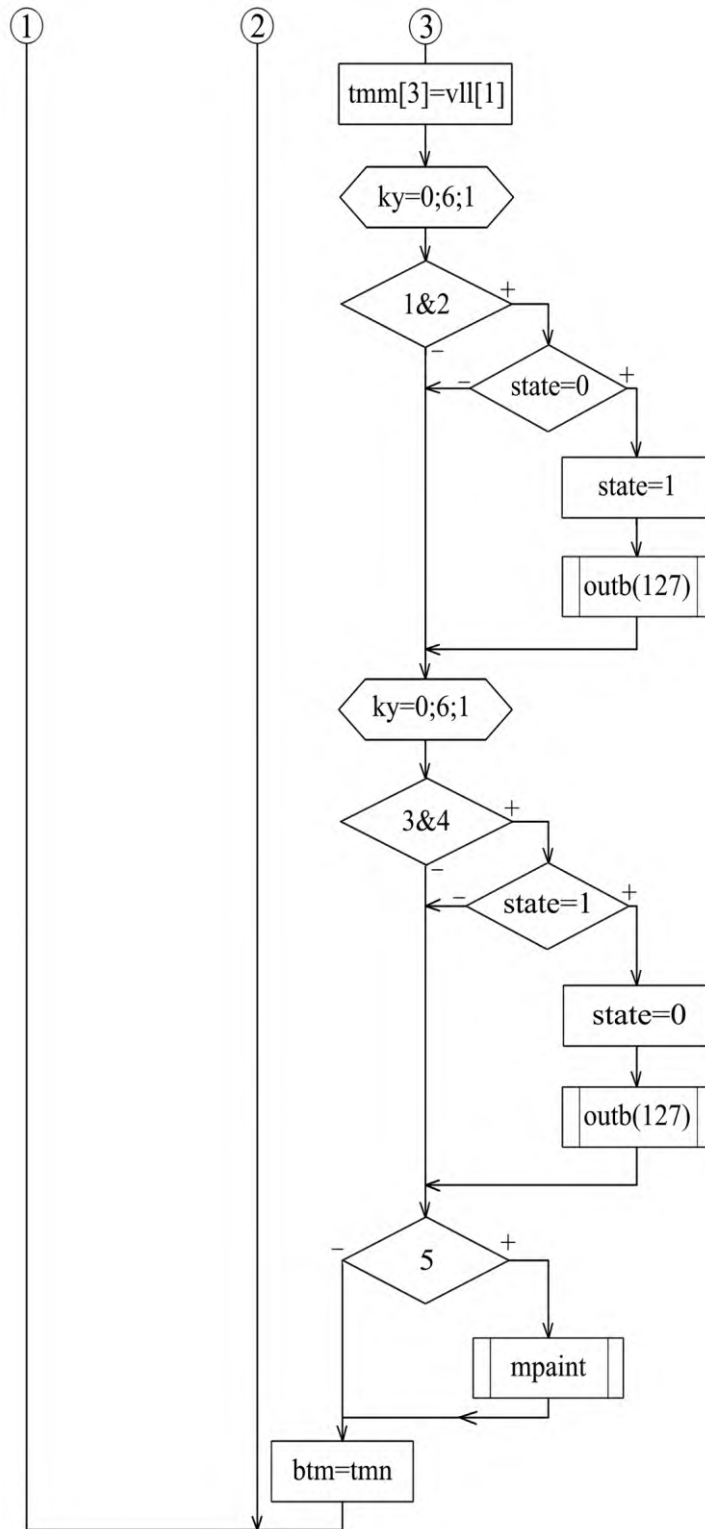


Рисунок 3.1 – Алгоритм роботи основної програми

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

3.2 Особливості роботи E-LAB Pascal

Інтегроване середовище призначене для створення та відпрацювання програм, призначених для функціонування на мікроконтролерах серії AT90 (AVR). Мова програмування функціонально подібна до стандарту Pascal та Modula-2.

Стандартна бібліотека для більшості випадків аналогічна до стандарту мови Паскаль, і додатково включає в себе деякі корисні математичні функції (піднесення до степеня, десяткові логарифми, роботу з бітами, часові затримки, тощо.)

Каркас будь-якої програми будується за допомогою додаткової програми – генератора шаблонів (Application Wizard). Заповнивши всі необхідні поля діалогових вікон, у відповідності до апаратури яка використовується в задачі, користувач може отримати шаблон програми з розрахованими коефіцієнтами швидкості передачі послідовного порта, встановленими параметрами таймерів, АЦП, описами необхідних функцій та процедур, тощо. Для одержання готової програми необхідно заповнити тіла процедур та функцій необхідним кодом, і дописати додаткові фрагменти програми, якщо необхідно. При цьому набір функцій апаратно-залежної бібліотеки дозволяє програмно реалізувати засоби, відсутні в мікроконтролерах (наприклад, інтерфейс I²C). Наявність засобів відлагоджування програм дозволяє симулювати роботу мікроконтролерів і що особливо важливо – у поєднанні із іншими апаратними засобами: символічними РКІ, графічними РКІ, АЦП, клавіатурою, тощо.

Особливості програмування:

Використання E-Lab Pascal надає переваги при написанні коротких програм на зразок наведеної вище, побудованих на принципі "один контролер - одна задача". Такий принцип дозволяє легко відлагоджувати програми для кожного мікроконтролерного вузла та будувати багатоконтролерні системи. Такий підхід забезпечує високу швидкість виконання проектів, високу надійність роботи програм за дещо надмірних апаратних витрат. У випадку, якщо з тих, чи інших причин, програмування безпосередньо мовою E-Lab Pascal

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

не забезпечує необхідних характеристик швидкодії, можна використовувати вбудований асемблер. Як асемблерний ідентифікується код, обмежений інструкціями : ASM;... ENDASM; між якими слід вставити необхідні асемблерні команди. Дуже часто виникає потреба використання змінних E-Lab Pascal в асемблерному коді. Для цього слід проаналізувати файл лістингу *.lst проекту, і знайти асемблерний аналог зарезервованої змінної та її тип даних. Наприклад для глобальної змінної **j1** компілятор генерує кодове ім'я **asd.j1** досупне з будь-якого місця програми. У випадку передачі даних в функції та процедури використовується фреймовий механізм передачі. Фрейм - це виділена область оперативної пам'яті, що характеризується своїм покажчиком на вершину. Механізм дії аналогічний сековій пам'яті, за винятком того, що дії з фреймом здійснюються програмно. Вершина_фрейму-1 вказує на останню змінну в списку і міститься в регістрі Y. При цьому не робиться різниці між змінними-параметрами, які передаються до процедур та функцій та локальними змінними функцій чи процедур.

3.3. Проектування програмного забезпечення за допомогою E-Lab Pascal

За допомогою мікроконтроллера AT90S4434s електронагрівний котел має працювати згідно розкладу, який можна змінювати на кожен день тижня. До мікроконтроллера під'єднана мікросхема годинника m48t86, з якої виводиться на рідкокристалічний екран поточний час і за допомогою якої поступає сигнал для включення і вимкнення електрокотла. Щоб не ускладнювати інтерфейс програмування роботи і запобігти вводу не коректних значень поточного часу і параметрів розкладу, час в мікросхемі виставляється виробником при зборці пристрою.

На початку написання програми оголошуються тип мікроконтроллера, вхідна напруга, виставляється робоча частота, тривалість такта, розмір стека. До порта D під'єднується LCD монітор, визначається його тип (14x2), кількість строк та колонок.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Процедура „**InitVars**” оголошує змінні для днів тижня, робочого стану та часу. Також присвоює скороченим назвам днів тижня їх порядкові номери.

```
procedure InitVars;
```

```
var p,o,i:integer;
```

```
begin
```

```
  dn[0]:='Mon';
```

```
  dn[1]:='Tue';
```

```
  dn[2]:='Wed';
```

```
  dn[3]:='Thu';
```

```
  dn[4]:='Fri';
```

```
  dn[5]:='Sat';
```

```
  dn[6]:='Sun';
```

```
  For p:=0 to 6 do
```

```
    dy[p]:=0;
```

```
  EndFor;
```

```
  For p:=0 to 6 do
```

```
    For o:=0 to 1 do
```

```
      For i:=0 to 3 do
```

```
        dytm[p,o,i]:=0;
```

```
      EndFor;
```

```
    EndFor;
```

```
  EndFor;
```

```
  mnst:=8;
```

```
end InitVars;
```

Процедура **inpa** реалізує запис та читання з портів А, В та С.

```
procedure inpa;
```

```
begin
```

```
  ASM;
```

```
  IN PORTA,_ACCA;
```

```
  STS module.vll[1],_ACCA;
```

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

В процедурі **mpaint** оголошується змінна „с” яка визначає положення курсора для введення часу, виводиться меню головного цикла, також ініціалізує клавіши в залежності від виведеного меню.

```
procedure mpaint;  
var c:integer;  
begin  
  LCDctrl($01);  
  if mnst=7 then  
    write(LCDOut,IntToStr(dn[tmm[0]]));  
    write(LCDOut,',');  
    write(LCDOut,IntToStr(tmm[1]));  
    write(LCDOut,':');  
    write(LCDOut,IntToStr(tmm[2]));  
    write(LCDOut,':');  
    write(LCDOut,IntToStr(tmm[3]));  
    LCdxy(0,1);  
    write(LCDOut,'any key for exit');  
  else  
    if mnst=8 then  
      write(LCDOut,'day number (1-7)');  
      LCDxy(0,1);  
      write(LCDOut,'[+] for begin');  
    else  
      if mndy=0 then  
        write(LCDOut,dn[mnst]);  
        write(LCDOut,'[+] for edit');  
        LCDxy(0,1);  
        write(LCDOut,'<allow >deny ');  
        if dy[mnst]=1 then  
          write(LCDOut,'yes');
```

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

```

else
    write(LCDOOut,'no');
EndIf;
else
    write(LCDOOut,dn[mnst]);
    write(LCDOOut,' ');
    write(LCDOOut,IntToStr(dytm[mnst,0,0]));
    write(LCDOOut,IntToStr(dytm[mnst,0,1]));
    write(LCDOOut,':');
    write(LCDOOut,IntToStr(dytm[mnst,0,2]));
    write(LCDOOut,IntToStr(dytm[mnst,0,3]));
    write(LCDOOut,' on');
    LCdxy(4,1);
    write(LCDOOut,IntToStr(dytm[mnst,1,0]));
    write(LCDOOut,IntToStr(dytm[mnst,1,1]));
    write(LCDOOut,':');
    write(LCDOOut,IntToStr(dytm[mnst,1,2]));
    write(LCDOOut,IntToStr(dytm[mnst,1,3]));
    write(LCDOOut,' off');
    if mndt<2 then
        c:=4;
    else
        c:=5;
    EndIf;
    LCDxy(mnrw,mndt+c);
EndIf;
EndIf;
EndIf;
end mpaint;

```

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>

Процедура **kbd** створена для читання з клавіатури. В ній організовується перехід курсора, розпізнавання цифрових та керуючих клавіш, зчитування коду натиснених клавіш і в залежності від меню в якому ми знаходимось, виконання заданих операцій. Лістинг процедури kbd наведено нижче.

```
procedure kbd;
begin
  if mnst=7 then
    mnst:=8;
  else
    if mnst=8 then
      if ky<10 then
        mnst:=ky;
        mnrw:=0;
        mndt:=0;
      EndIf;
      if ky=10 then
        mnst:=7;
      EndIf;
    else
      if mndy=0 then
        if ky=10 then
          mndy:=1;
        EndIf;
        if ky=12 then
          dy[mnst]:=0;
        EndIf;
        if ky=11 then
          dy[mnst]:=1;
        EndIf;
      else
```

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		49

```

if ky<10 then
    dytm[mnst,mnrw,mndt]:=ky;
    post;
EndIf;
if ky=10 then
    mndy:=0;
EndIf;
if ky=11 then
    post;
EndIf;
if ky=12 then
    Dec(mndt);
    if mndt<0 then
        mndt:=3;
        mnrw:=1-mnrw;
    EndIf;
EndIf;
EndIf;
EndIf;
mpaint;
end KBD;

```

Мікросхема m48t86 має тільки один будильник, тому після вводу користувачем програми робрти її значення почергово записується в годинник, наступне значення записується тільки після виконання попереднього.

Для запису в мікросхему годинника існує процедура, яка виконується перед записом кожного значення розкладу робрти. Послідовність сигналів для процедури запису наведена на рисунку 3.1

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		50

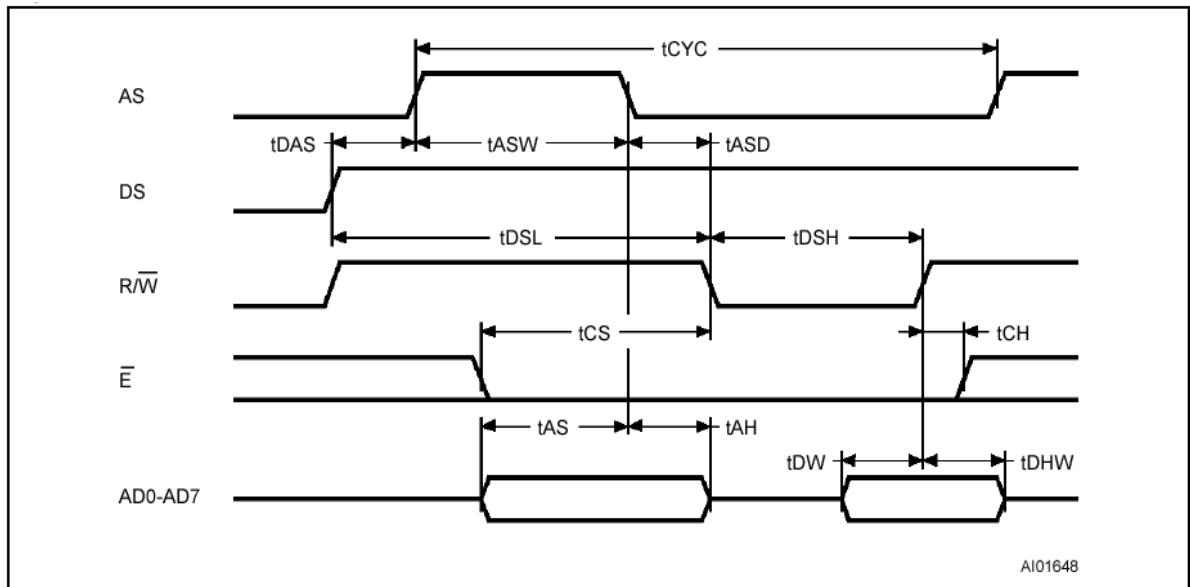


Рисунок – 3.1 Процедури запису

procedure mwrite;

begin

outb(6);

sdelay(59);

outb(14);

outa(vll[0]);

outb(15);

sdelay(118);

outb(7);

sdelay(206);

outb(5);

outa(vll[1]);

sdelay(255);

sdelay(69);

outb(6);

sdelay(255);

sdelay(40);

outb(0);

end mwrite;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

Аналогічна процедура існує і для читання з мікросхеми, яка показана на рисунку 3.2.

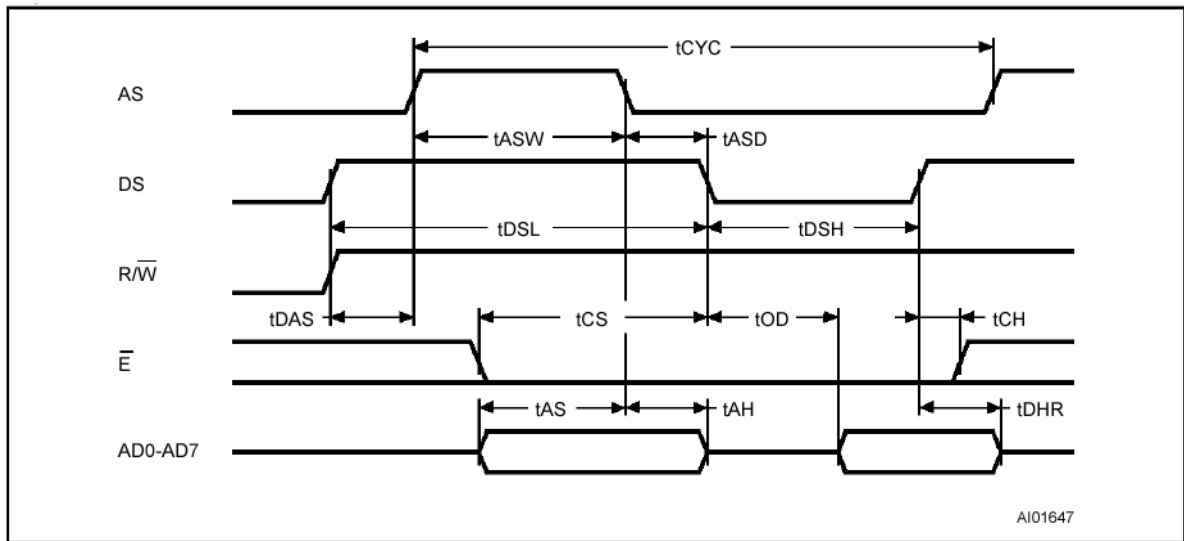


Рисунок – 3.2 Послідовність сигналів для процедури читання

procedure mread;

begin

outb(4);

sdelay(59);

outb(12);

sdelay(30);

outa(vII[0]);

outb(13);

sdelay(148);

outb(5);

sdelay(206);

outb(1);

inpa;

outb(4);

outb(0);

end mread;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

Основна програма опитує клавіатуру і в разі появи на її виході не нульового коду запускає процедуру **kbd**, яка обробляє введені значення. Якщо активне меню головного робочого цикла, яке має код „7”, то програма постійно оновлює час.

begin

InitVars;

InitPorts;

loop

inpc;

if vll[1]<>0 then

ky:=vll[1];

kbd;

EndIf;

if mnst=7 then

vll[0]:=6;

inpa;

tmm[0]:=vll[1];

vll[0]:=3;

inpa;

tmm[1]:=vll[1];

vll[0]:=2;

inpa;

tmm[2]:=vll[1];

vll[0]:=0;

inpa;

tmm[3]:=vll[1];

for ky:=0 to 6 do

Порівнюєм значення часу програми роботи з текучим значенням часу і в разі їх співпадіння посилаєм сигнал на відповідну адресу вивода для вимкнення або включення котла.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53

```

if dytm[tmm[0],0,0]*10+dytm[tmm[0],0,1]=tmm[1] and
  dytm[tmm[0],0,2]*10+dytm[tmm[0],0,3]=tmm[2] then
  if state=0 then
    state:=1;
    outb(127);
  EndIf;
EndIf;
EndFor;
for ky:=0 to 6 do
  if dytm[tmm[0],1,0]*10+dytm[tmm[0],1,1]=tmm[1] and
    dytm[tmm[0],1,2]*10+dytm[tmm[0],1,3]=tmm[2] then
    if state=1 then
      state:=0;
      outb(127);
    EndIf;
  EndIf;
EndFor;

```

Порівнюєм текучий час з попереднім для визначення потреби оновлення меню.

```

if tmm[0]<>btm[0] or
  tmm[1]<>btm[1] or
  tmm[2]<>btm[2] or
  tmm[3]<>btm[3] then
  mpaint;
EndIf;
for ky:=0 to 3 do
  btm[ky]:=tmm[ky];
EndFor;
endIf;
endloop;

```

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

end dmn.

Меню, що виводиться на LCD монітор, для наглядного керування вводом параметрів розкладу реалізовано наступним чином: при вмиканні пристрою в верхній частині екрана пропонується вибрати день для редагування шляхом натискання клавіши, що відповідає порядковому номеру дня. Якщо занесена раніше програма не потребує змін, тоді слід натиснути „+” для початку роботи. Початковий стан LCD монітора зображено на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Початковий стан LCD монітора

```
write(LCDOut,'day number (1-7)');
```

```
LCDxy(0,1);
```

```
write(LCDOut,'[+] for begin');
```

При натисканні будь-якої цифрової клавіши з'являється меню, зображене на рисунку 3.4, де можна перейти в меню вводу розкладу роботи або, за допомогою клавіш „вліво”, „вправо”, внести або видалити вибраний вище день з списку днів тижня в які котел має працювати. Результат вибору виводиться в правому нижньому кутку монітора.

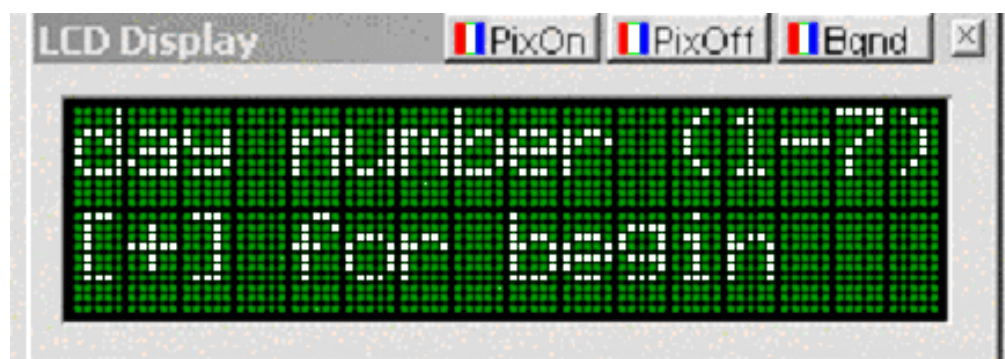


Рисунок 3.4 – Меню редагування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

```

write(LCDOut,dn[mnst]);
write(LCDOut,'[+] for edit');
LCDxy(0,1);
write(LCDOut,'<allow >deny ');
if dy[mnst]=1 then
    write(LCDOut,'yes');
else
    write(LCDOut,'no');
EndIf;

```

При натисканні клавіші „Enter” з’являється меню вводу параметрів, зображене на рисунку 3.5, де вноситься час вмикання і вимкнення котла в вище вибраний день, скорочена назва якого виводиться в лівому верхньому кутку монітора.

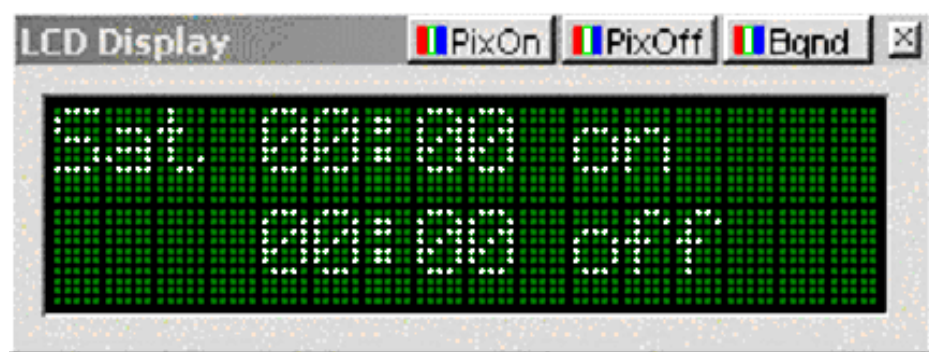


Рисунок 3.5 – Введення параметрів роботи

```

write(LCDOut,dn[mnst]);
write(LCDOut,' ');
write(LCDOut,IntToStr(dytm[mnst,0,0]));
write(LCDOut,IntToStr(dytm[mnst,0,1]));
write(LCDOut,':');
write(LCDOut,IntToStr(dytm[mnst,0,2]));
write(LCDOut,IntToStr(dytm[mnst,0,3]));
write(LCDOut,' on');
LCdxy(4,1);

```

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат


```

write(LCDOut,IntToStr(dn[tmm[0]]));
write(LCDOut,',');
write(LCDOut,IntToStr(tmm[1]));
write(LCDOut,':');
write(LCDOut,IntToStr(tmm[2]));
write(LCDOut,':');
write(LCDOut,IntToStr(tmm[3]));
LCdxy(0,1);
write(LCDOut,'any key for exit');

```

3.4 Наукові досліджень та математичне моделювання

Оцінки надійності роботи пристрою за характеристиками надійності його окремих вузлів.

Ефективність експлуатації та обслуговування проектованого пристрою залежить від показників надійності окремих вузлів, що впливають на надійності роботи пристрою в цілому. Вихідною інформацією для її оцінки є дані про середні часи безперебійної роботи та середні часи простою окремих вузлів, які можна отримати при моніторингу процесу експлуатації експериментального зразка. Оскільки в більшості випадків періоду життєвого циклу апаратури властивий експоненційний закон розподілу часу напрацювання між відмовами та часу відновлення, для аналізу надійності роботи спроектованого пристрою можна застосовувати метод диференціальних рівнянь. Вихідними даними є параметр потоку відмов l і інтенсивності відновлення m , величини обернені до середнього часу безвідмовної роботи роботи $T_{vсер}$ та середнього часу простою конкретної ланки $T_{fсер}$:

$$l_i = 1/T_{vсер}, m_i = 1/T_{fсер}$$

Їх значення можемо оцінити у тестовому випробуванні за даними моніторингу журналу спостережень.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		58

За умов, що:

- а) об'єкти, які відмовили, починають негайно відновлювати;
- б) обмеження на кількість відновлень відсутні;
- с) надійність засобів контролю ідеальна,

Математичну модель представляють графом станів, вершини якого відповідають можливим станам пристрою при відмовах його елементів, а дуги - можливим напрямкам переходів обладнання з одного стану в інший. (параметри l_i , m_i характеризують інтенсивність переходів). Як, наприклад, на рис.3.7, для аналізованого випадку, коли у функціонуванні складових пристрою можна виділити три різні стани взаємодії (перемикання), між функціональними вузлами: C0 – «блок живлення», C1 – «двигун, підсилювач, компаратор», C2 – «ключ, реле», C3 – «мікроконтролер, клавіатура», в яких пристрій може знаходитися при відмовах та відновленнях

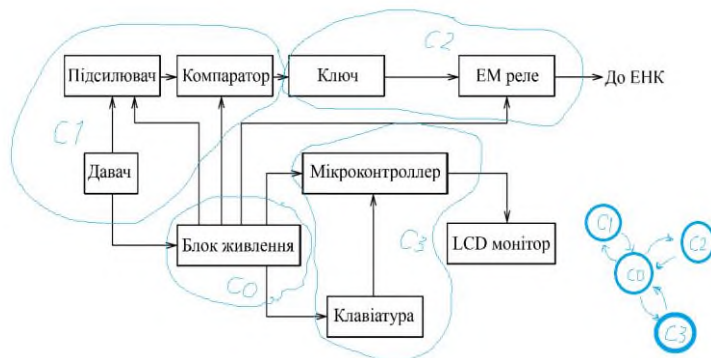


Рисунок 3.7 - Узагальнена структурна схема взаємодії функціональних вузлів

Математична модель для аналізу надійності роботи пристрою у вигляді системи диференціальних рівнянь складається на основі наступних правил:

- в ліву частину кожного рівняння ставлять похідну за часом від ймовірності перебування системи в j -му стані в момент часу t ;
- доданки в правій частині відповідають кількості зв'язків, що впливають на даний вузол;

- кількість доданків у правій частині рівна кількості дуг, що з'єднують розглянутий стан з іншим;
- кожен доданок дорівнює ймовірності переходу з одного стану в інший, тобто добуткові інтенсивності переходу (наприклад, l_i) на ймовірність того i -го стану, з якого виходить стрілка у діаграмі зав'язків на рис. 3.7);
- знак добутку додатній, якщо стрілка входить в стан, що розглядається, і від'ємний, якщо виходить з нього;
- кількість рівнянь дорівнює кількості структурних елементів системи.

В підсумку диференціальне рівняння для довільного вузла логічної моделі, в яку пристрій може прийти із m вершин і із якої може пізніше переходити в одну із n вершин записується як:

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^m \Lambda_{ji} P_j(t) - P_i(t) \sum_{z=1}^n \Lambda_{iz}.$$

і доповнюється умовою:

$$\sum_{j=0}^m P_j(t) = 1,$$

де $P_j(t)$ – ймовірність знаходження системи в j -му стані; $(m+1)$ – кількість можливих станів системи.

В результаті розв'язання системи даних диференціальних рівнянь отримаємо ймовірності знаходження пристрою в кожному із станів логічної схеми. Зокрема, в нашому випадку для пристрою, логічна схема спрацювання вузлів якого представлена на рис.1, отримаємо:

$$\frac{dP_0}{dt} = l_0 P_0 - m_1 P_1 - m_2 P_2 - m_3 P_3$$

$$\frac{dP_1}{dt} = l_1 P_0 - m_1 P_1$$

$$\frac{dP_2}{dt} = l_2 P_0 - m_2 P_2$$

$$\frac{dP_3}{dt} = l_3 P_0 - m_3 P_3$$

$$\sum_{j=0}^4 P_j(t) = 1$$

Причому імовірність перебування системи в j -му стані

$$P_j(t) = \frac{l_j}{m_j} P_0$$

Залежність імовірності безвідмовного функціонування пристрою (P_0) від часу його експлуатації за різних початкових станів блоку живлення і при коефіцієнтах напрацювання на відмову $m_i = 0.02, 0.005, 0.015$ відповідно приведено на рис. 3.8.

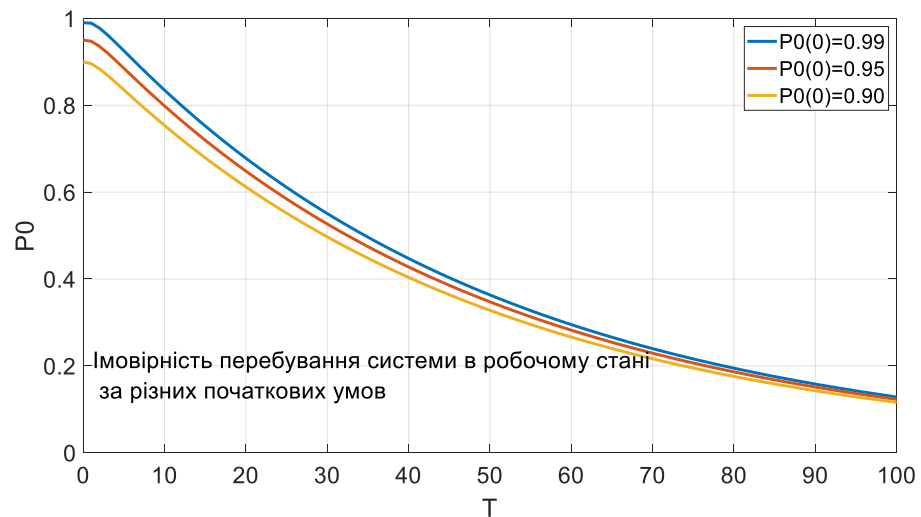


Рисунок 3.8 Залежність імовірності безвідмовного функціонування пристрою (P_0) від часу його експлуатації

ПЗ для отриманих залежностей в середовищі MATLAB:

```
clear all
T=[0:1:100];
sys='Dp0=.01*p0-.9*p1-.8*p2-.7*p3, Dp1=.01*p0-.9*p1, Dp2=.01*p0-.8*p2,
Dp3=.01*p0-.7*p3';
cnd={'p0(0)=.99,p1(0)=.001, p2(0)=.001,
p3(0)=.001', 'p0(0)=0.95,p1(0)=0.002,p2(0)=0.002,p3(0)=0.002', 'p0(0)=.90,p1(0)=.003,
p2(0)=.003, p3(0)=.003'};

for k=1:3
```

```
[p0,p1,p2,p3]=dsolve(sys,char(cnd(k)))
P0=subs(p0,'t',0:1:100);
plot(T,P0),grid
hold on
end
```

Залежність від часу імовірностей потреби у відновленні окремих вузлів (P_1, P_2, P_3) показано на рис.3.9

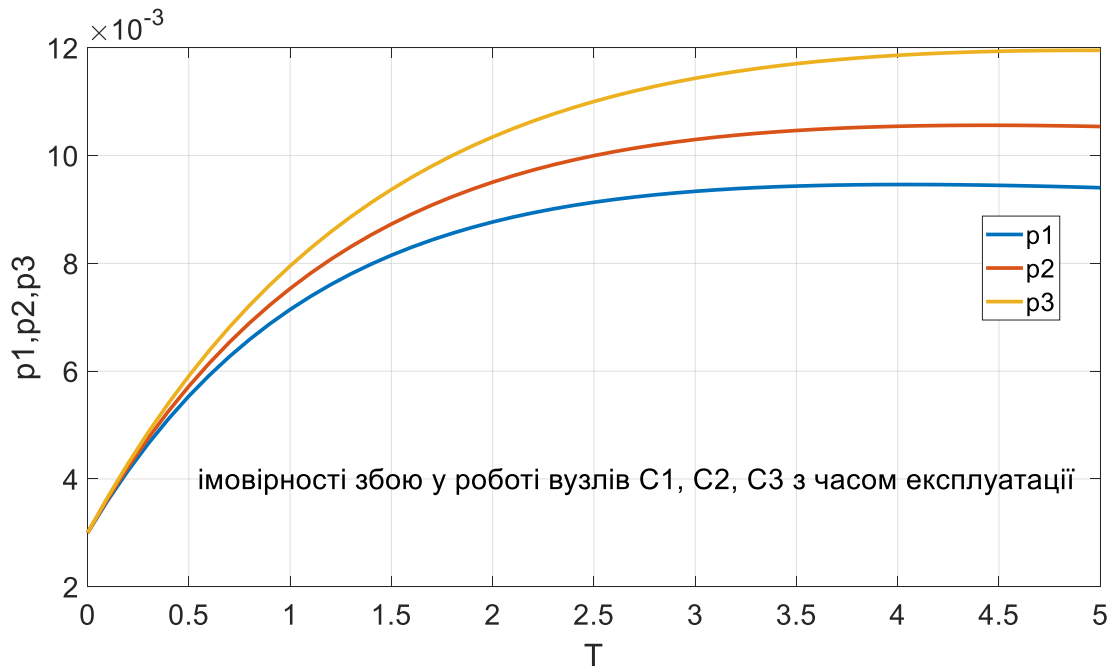


Рисунок 3.9 Імовірності виникнення потреби у відновленні вузлів C1Б C2 і C3

Розрахунки здійснені за ПЗ, приведеним нижче:

Функція готовності, обчислюється як сума ймовірностей знаходження пристрою в усіх n робото-здатних станах:

$$K_G(t) = \sum_{j=1}^n P_j(t),$$

Функція простою визначається, як:

$$K_P(t) = 1 - K_G(t).$$

Для знаходження коефіцієнта готовності або простою необхідно розглянути режим експлуатації при $t \rightarrow \infty$.

Апробована методика оцінки надійності роботи спроектованого пристрою

									Арк.
									62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

за даними моніторингу часу безвідмовного напрацювання і вимушеного простою окремих функціональних вузлів дозволяє превентивно оцінити терміни для профілактичного тестування обладнання і в такий спосіб оптимізувати його експлуатацію.

В роботі проведено:

- обґрунтування вибору об'єкту моделювання;
- аналіз його структурних, функціональних, конструкторських особливостей чи особливостей технології виготовлення;- конкретні оцінки, які сподіваємося отримати від симулювання роботи даного об'єкта на його математичній моделі.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		63

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Цілком безпечних і нешкідливих виробничих процесів не існує. Задача охорони праці - звести до мінімальної імовірності поразки чи захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Відеотермінали стають усе більш розповсюдженим засобом взаємодії людини з ЕОМ. Таким чином, постає важлива задача: сконструювати робоче місце оператора так, щоб взаємозв'язки в системі "людина-машина" були оптимальними з усіх точок зору.

Стомлюваність операторів, що працюють за дисплейним терміналом являє собою серйозну проблему.

Оцінка інформаційного навантаження полягає в перевірці і запобіганню умов, що викликають інформаційне перевантаження.

Охорона праці виявляє та вивчає можливі причини виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів та вимог з метою усунення цих причин та створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Вона повинна захищати робітників від дії шкідливих та небезпечних виробничих факторів, забезпечувати найбільш сприятливі умови праці, які сприяють підвищенню продуктивності праці. Тому розробка заходів із покращення умов та охорони праці повинна проводитися на кожному підприємстві.

Сучасна наукова організація праці неможлива без створення сприятливих умов праці на кожному робочому місці. Механізація і автоматизація виробничих процесів, наукова організація праці – основа зниження і виключення виробничого травматизму, аварій і професійних захворювань. У сучасних умовах головним у проблемах безпеки праці є створення техніки, яка виключає нещасні випадки.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

У створенні сприятливих умов для підвищення роботоздатності і зменшення напруги значну роль грають фактори, що характеризують стан навколишнього середовища: мікроклімат приміщення, рівень шуму і освітлення.

Величина відносної вологості, що рекомендується - 65-70%. Робоче місце повинне добре вентилюватися. В даний час з погляду шумового навантаження досягнутий значний прогрес. Рівень шуму в залі (приблизно 40 дБ) не перевищує рівень шуму в КБ, незалежно від кількості використовуваної апаратури. По останніх дослідженнях - робота за відеотерміналом не представляє небезпеки з погляду рентгенівського випромінювання.

Основним фактором, що забезпечує нормальні метеоумови в робочій зоні є вентиляція. Оскільки в приміщенні лабораторії не виконуються шкідливі види робіт, які б потребували застосування місцевої вентиляції, то у даному випадку буде використовуватися загальна приточно-витяжна вентиляція.

В приміщеннях, як правило, застосовується бокове природне освітлення. Робоча кімната повинна мати природне освітлення.

У тому випадку, коли одного природного освітлення не вистачає, встановлюється сумісне освітлення. При цьому додаткове штучне освітлення застосовується не тільки в темний, а й у світлий час доби.

Вентиляторна установка представляє для людини велику потенційну небезпеку, так як в процесі експлуатації чи проведенні профілактичних робіт людина може торкнутися частин, які знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустаткування: струмопровідні частини, корпуси обладнання, яке знаходиться під напругою. Реакція людини на електричний струм виникає лише при протіканні струму через тіло людини. Дуже важливе значення для запобігання електротравматизму має правильна організація обслуговування діючого дослідного стенду, проведення ремонтних, монтажних та профілактичних робіт. При цьому під правильною організацією розуміється строге виконання ряду організаційних та технічних заходів, які установлені "Правилами технічної експлуатації електроустаткування споживачів та

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		65

правилами техніки безпеки при експлуатації електроустаткування споживачів” (ПТЕ та ПТБ), “Правилами установки електроустаткування” (ПУЕ).

Безпечність експлуатації при нормальних режимах роботи електроустановок забезпечується наступними захисними заходами: застосування ізоляції, недоступність струмопровідних частин, методи орієнтації, застосування малих напруг, ізоляцією електричних мереж від землі, компенсацією ємностей складових струму замикання на землю, вирівнювання потенціалів та застосування ізолюючих ділянок.

Одним з найефективніших захистів є захисне заземлення. Призначення захисного заземлення – понизити до безпечної величини напругу відносно землі, яка виникає безпосередньо на металічних частинах електроустановки та в іншій апаратурі у випадку пробоя, або пошкодження ізоляції провідників, несучих робочий струм.

При виконанні робіт, що супроводжуються шкідливою дією на організм людини та проявами підвищеної небезпеки, передбачається застосування колективних та індивідуальних засобів захисту,.

Однім з основних питань охорони праці є організація раціонального освітлення виробничих приміщень і робочих місць.

Для освітлення приміщення, в якому працює оператор, використовується змішане освітлення, т. е. поєднання природного і штучного освітлення.

Природне освітлення – здійснюється через вікна в зовнішніх стінах будинку.

Штучне освітлення – використовується при недостатньому природному освітленні і здійснюється з допомогою двох систем: загального і місцевого освітлення. Загальним називають освітлення, світильники якого освітлюють всю площу приміщення. Місцевим називають освітлення, призначене для певного робітничого місця.

В сучасному світі технічний прогрес призводить до істотної зміни умов, засобів і характеру трудової діяльності. На виробництві, в транспорті, в системах зв'язку, будівництві і сільському господарстві всі ширше застосовуються автомати і обчислювальна техніка, відбувається автоматизація багатьох обчислювальних процесів.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		66

Завдяки технічному переозброєнню виробництва істотно міняються функції і роль людини. Більшість операцій, що раніше були його прерогативою, зараз починають виконувати машини, однак, яких б успіхів не досягала техніка, праця була і залишається за людиною, а машини, які б складні вони не були, залишаються лише знаряддями його праці. В зв'язку з цим виникла нова дисципліна - ергономіка, що увібрала в себе засоби цілого ряду дисциплін – психології і фізіології праці, виробничої медицини, гігієни праці, наукової організації праці, інженерної психології і ряду інших дисциплін.

Ергономіка – це дисципліна, комплексно що вивчає людини (групу людей) в конкретних умовах його (їх) діяльності, зв'язаної з використанням технічних засобів.

Під час роботи часто виникають ситуації, в яких оператор ЕОМ повинен за короткий термін прийняти правильне рішення. Для успішної праці в таких умовах необхідна раціональна середа, що організувалася навколо, відокремлююча робітника від впливу сторонніх подразників, якими можуть бути сіре забарвлення ЕОМ і приміщення ВЦ, незручне розташування сигналізації, клавіш управління. Тому всіма засобами потрібно знижувати втому і напругу оператора ЕОМ, створюючи обстановку виробничого комфорту.

Аналіз перспектив розвитку технічних засобів показує, що поліпшення їх ергономічних характеристик складає важливий резерв підвищення ефективності діяльності оператора. Метою ергономічного аналізу є не тільки підвищення продуктивності праці людини і усунення його помилок, але і збереження при цьому здоров'я людини, розвиток його особистості. Потрібний грамотний підхід, передусім до робочих місць, як до функціонально і конструктивно закінчених виробів, а також до розміщення і взаємного розташування окремих технічних засобів в робочій зоні, тобто на столах операторів і навколо них.

Робоче місце – це система функціонально і просторово технічних засобів ,що організувалися і предмету праці, що забезпечує умови для успішного рішення людиною-оператором поставленої перед ним задачі

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		67

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра було спроектовано пристрій для попередження виходу з ладу електронагрівного котла, та безпеки користувачів які будуть з ним працювати, шляхом аварійного відключення нагрівача при короткому замиканні на землю будь-якої фази живлення. Була спроектована та розрахована схема електрозахисного автомата, основні характеристики якого є кращими в порівнянні з аналогами. Також пристрій було обладнано мікроконтролером, для обробки інформації з датчиків і задання оптимального режиму роботи, що дозволяє економити енергоресурси

В роботі розглядався сучасний стан електронагрівних систем та систем електрозахисту. Розробили апаратну частину пристрою, структурну схему пристрою та розраховано принципову схему пристрою. Розроблена програмна частина пристрою. Спроектований алгоритм роботи основної програми та необхідних процедур. Розроблено програмне забезпечення за допомогою E-Lab Pascal.

Проведено оцінку технічного рівня і якості системи, шляхом порівняння показників проєктованого пристрою з відомими аналогами; визначено економічний ефект проєктованого приладу; визначено експлуатаційні параметри проєктованого приладу.

Також обраховано надійність системи електрозахисного автомата, що розроблявся.. Час безвідмовної роботи системи при вказаній ймовірності безвідмовності (звичайно 0,95) рівний 5001,5 годин.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		68

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бойко В.С., Савченко В.В. Автоматизація технологічних процесів і виробництв. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 356 с.
2. Кухарчук В.В., Грабко В.В. Мікропроцесорні пристрої та системи. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 312 с.
3. Биков В.Г., Коваленко О.В. Системи автоматичного керування технологічними процесами. – Київ : Ліра-К, 2021. – 420 с.
4. Головка В.А., Соловійов В.М. Мікроконтролери та їх застосування в автоматизованих системах. – Київ : НТУУ КПІ, 2023. – 286 с.
5. Денисенко В.В. Комп'ютерне керування технологічними процесами. – Київ : Каравела, 2021. – 368 с.
6. Сегеда М.С. Теплотехніка та теплопостачання. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2022. – 412 с.
7. Автоматизація виробничих процесів : навчальний посібник / За ред. О.М. Ткаченка. – Київ : Центр учбової літератури, 2021. – 384 с.
8. Шандра В.М., Ковальчук М.М. Програмовані логічні контролери в системах автоматизації. – Тернопіль : ТНТУ, 2022. – 248 с.
9. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами. – Київ : НУХТ, 2021. – 330 с.
10. ДСТУ EN 60335-2-35:2022. Безпечність побутових та аналогічних електричних приладів. Особливі вимоги до проточних водонагрівачів. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.
11. Richard C. Dorf, Robert H. Bishop. Modern Control Systems. – 14th Edition. – Pearson, 2021. – 1024 p.
12. Frank D. Petruzella. Programmable Logic Controllers. – 6th Edition. – McGraw-Hill Education, 2021. – 432 p.
13. Muhammad Ali Mazidi, Sarmad Naimi. The AVR Microcontroller and Embedded Systems. – Pearson, 2022. – 784 p.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		69

14. Stuart A. Boyer. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. – 5th Edition. – ISA, 2021. – 368 p.
15. Karl J. Åström, Richard M. Murray. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. – Princeton University Press, 2021. – 408 p.
16. Bela G. Lipták. Instrument Engineers' Handbook: Process Control and Optimization. – CRC Press, 2022. – 1560 p.
17. Curtis D. Johnson. Process Control Instrumentation Technology. – 9th Edition. – Pearson, 2021. – 736 p.
18. Bolton W. Programmable Logic Controllers. – 7th Edition. – Elsevier, 2022. – 376 p.
19. Thomas L. Floyd. Digital Fundamentals. – 12th Edition. – Pearson, 2021. – 928 p.
20. Jan Axelson. Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C. – Lakeview Research, 2022. – 650 p.
21. Stephen J. Chapman. Electric Machinery Fundamentals. – 6th Edition. – McGraw-Hill, 2022. – 704 p.
22. Yunus A. Çengel, Afshin J. Ghajar. Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications. – 7th Edition. – McGraw-Hill, 2023. – 960 p.

					КБР 037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		70

