

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
СЕКЦІЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри К Н
_____ А. С. Довбиш
_____ 2021р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

«Автоматизація процесу регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ»

Дипломний проект

Виконав:
студент групи СУдн-72п

О. В. Федоренко

Керівник проекту:
асистент

О. С. Іващенко

СУМИ 2021 Р

№ строчки	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	№ екз.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Знову розроблена			
3						
4	A4		Реферат	2		
5	A4		Технічне завдання	3		
6	A4	СУдн-72П.151.02.ПЗ	Пояснювальна записка	87		
7						
8			Примінена			
9						
10	A4		Завдання	2		
11						
12			<u>Документація конструкторська</u>			
13			Знову розроблена			
14						
15	A4	СУдн-72П.151.02.А1	<i>Структурна схема</i>	1		
16	A4	СУдн-72П.151.02.Е1	<i>Принципова електрична схема</i>	1		
17	A4	СУдн-72П.151.02.А2	<i>Алгоритм роботи системи</i>	1		
18						
19						
20						
21						
22						
23			<u>Документація по плакатам</u>			
24			Знову розроблена			
25						

СУдн-72П.151.02.ДП

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Федоренко О.			Автоматизація процесу регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ. Відомість проекту	Літ.	Лист	Листів
Керівник		Іващенко О. С.					2	1
Рецензент						Гр.СУдн-72П		
Н.контроль								
Затвердив								

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: “Комп’ютерних наук”

Секції: Секція комп’ютеризованих систем управління

Спеціальність: 151-«Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри К Н

_____ А. С. Довбиш

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра (дипломний проект) студенту

Федоренку Олексію Вячеславовичу

1. Тема проекту:

Автоматизація процесу регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ

затверджена наказом по університету від “27” квітня 2021 р. № 0211-VI

2. Термін здачі студентом закінченого проекту _____ 10.06.2021 р.

3. Початкові дані до проекту: Завдання кафедри, технічне завдання на

проекткування, матеріали переддипломної практики.

4. Зміст записки пояснення

1. Спеціальна частина;

2. Конструкторсько-технологічна частина;

3. Охорона праці та безпека життєдіяльності;

4. Економічна частина.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Структурна схема автоматизованої системи управління роботою силових силових трансформаторів

2. Принципова електрична схема автоматизованої системи управління роботою силових трансформаторів

3. Алгоритм роботи системи

6. Дата видачі завдання

12.05.21 р.

Керівник

_____ О. С. Іващенко

Прийняв до виконання

_____ О. В. Федоренко

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту	Терміни виконання етапів проекту	Приміт.
1	<i>Розробка технічного завдання</i>	<i>19.05.21–20.05.21</i>	
2	<i>Спеціальна частина</i>	<i>20.05.21–21.05.21</i>	
3	<i>Конструкторсько-технологічна частина</i>	<i>21.05.21–24.05.21</i>	
4	<i>Розробка графічної конструкторської документації проекту</i>	<i>24.05.21–31.05.21</i>	
5	<i>Оформлення економічної частини та охорони праці і безпеки життєдіяльності</i>	<i>31.05.21–04.06.21</i>	
6	<i>Оформлення ПЗ, графічній конструкторській документації</i>	<i>04.06.21–09.06.21</i>	
7	<i>Здача дипломного проекту керівникові</i>	<i>09.06.21–10.06.21</i>	

Студент

_____ О. В. Федоренко

Керівник

_____ О. С. Іващенко

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на проектування
автоматизації процесу регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ

Розробник:
студент групи
СУдн-72п

О. В. Федоренко

Погоджено:
керівник проекту:
асистент

О. С. Іващенко

ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС

Автоматизація процесу регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ.

Система реалізована у вигляді спеціалізованого мікроконтроллерного пристрою на сучасній елементній базі, який дозволяє управляти приводами регуляторів напруги під навантаженням силових трансформаторів, а також діагностувати несправності і подавати сигнали при їх виявленні. Так само дана система дозволяє оперативно (можливий варіант з дистанційним управлінням) міняти налаштування, і виводити їх і додаткову інформацію в зручному вигляді на табло індикації. Це дозволяє понизити витрати на наладку і експлуатацію системи.

На відміну від використовуваних в даний час, дана система дозволяє окрім основних функцій, реалізувати інші додаткові можливості, наприклад дистанційне керування за допомогою засобів телемеханіки, при цьому вартість системи практично не змінюється, оскільки апаратні засоби вже присутні, а необхідно змінити тільки програмне забезпечення.

Застосування телекерування дозволить скоротити число чергового персоналу. Це у свою чергу приведе до позитивного економічного ефекту.

ВИМОГИ, ЩО ПРЕД'ЯВЛЯЮТЬСЯ

Система автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів повинна вирішувати ряд завдань:

- корекцію рівня регульованої напруги по струму навантаження одного або групи ліній;
- зовнішньої зміни уставки по напрузі;
- контролю блокування і сигналізації при несправності елементів тракту регулювання і приводів РПН з часом перемикання від 2,5 до 12с;
- контролю блокування і сигналізації при несправності одного приводу з часом перемикання від 0,5 до 2,5с;
- зовнішнього направленою обмеження регулювання.

Система повинна забезпечувати управління і контроль електроприводів з номінальними струмами відповідно 1,4; 1,0; 0,7; 0,5А.

Уставка по напрузі повинна регулюватися в межах від 85% до 115% від величини номінальною напруга .

Уставка в зоні нечутливості повинна регулюватися в межах від 0 до 4% величини номінальної напруги.

ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1. Балашов Е.П., Пузанков В.В. “Мікропроцесори і мікропроцесорні системи.” Під редакцією В.Б.Смолова - М: Радіо і зв'язок, 2016.

2. Пролейко в.М. Мікрообчислювальні системи і їх застосування - електронна промисловість 2015.

3. Хвощ С.Т. Мікропроцесори і МІКРОЕОМ в системах автоматичного управління: Довідник / С.Т.Хвощ, Н.Н.Варлінський, Е.А.Попов. - Л.: Машинобудування. Ленінградське відділення, 2017.

4. Довідник по мікропроцесорних пристроях / А.А.Молчанов, В.І.Корнейчук, В.П.Тарасенко, Д.А.Росошинський.- К.:Техніка, 2017.

5. У 3-х кн Кн.1. Архітектура і проектирование МІКРОЕОМ. Організація обчислювальних процесів. Навчань для втузов/ П.В.Нестеров, В.Ф.Шаньгин і др; Під ред. Л.Н.Преснухина, -М.: Виш. шк., 2017

6. Довідник по пристроях цифрової обробки інформації / М.А.Віноградов, В.М. Яковлев, В.В.Воськресенський, А.Ф.Васильович.-К.: - Техніка, 2018.

7. Блейкслі Т.Р. Проектування цифрових пристроїв з малими і великими інтегральними схемами. - К.: Вища школа, 2016.

8. Цифрові і аналогові мікросхеми: довідник, Під редакцією С.В.Якубовського, М.Радіо і зв'язок, 2020 р.

9. В.Г.Гусев, Ю.М.Гусев, Електроніка, Москва, Вища школа, 2019.

10. В.Г.Колосов, В.Ф.Мелехин. Проектування вузлів і систем автоматики і обчислювальної техніки, Ленінград, Енергоатоміздат, 2018.
11. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Виконання електричних схем по ЕСКД: Довідник. –М. Видавництво стандартів,2019.
12. Розробка і оформлення конструкторської документації радіоелектронної апаратури: Довідник /Э.Т.Романычева, А.К.Іванова, А.С.Куліков і др; під ред. Е.Т.Романичевой, М.Радіо і зв'язок, 2019.
13. Безпека життєдіяльності: Навчань. допомога для вузів /В.Е.Анофриков, С.А. Бобок, М.Н.Дудко, Г.Д.Елістратов / Г.М., ЗАТ «Фінстатінформ», 2018.
14. Охорона праці. Під ред. Б.А.Князевського, М., «Вища школа», 2017.
15. N. V. P. R. Durga Prasad, T. Lakshminarayana, et al., “Automatic Control and Management of electrostatic Precipitator”, IEEE Transactions on Industry Applications, pp. 561-567, Vol. 35, No. 3, May/June, 1999.
16. Ralf Joost and Ralf Salomon. “Advantages of fpga-based multiprocessor systems in industrial applications”. In 31st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2005). IEEE-I ECON, November 2016.
17. Экономика предприятия: Учебное пособие / Под общ. ред. д. э. н., проф. Л. Г. Мельника. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2002. – 632 с.
18. Нуман, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2016.
19. Randell, Brian. The Origins of Digital Computers: Selected Papers.. — 2017.

РЕФЕРАТ

Федоренко Олексій Вячеславович. Автоматизація процесу регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ. Кваліфікаційна робота бакалавра (дипломний проект). Сумський державний університет. Суми, 2021 р.

Кваліфікаційна робота бакалавра (дипломний проект) містить 87 листів пояснювальної записки, що включають 15 малюнків і 15 таблиць; графічну конструкторську документацію, що включає 3 креслення та презентацію.

Ключові слова: трансформатор, мікропроцесор.

Проект присвячений системі автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів. Розроблено технічне завдання, спеціальну частину, конструкторсько-технологічну частину. У результаті, представлений комплект конструкторської документації, що задовольняє всім поставленим завданням.

THE ABSTRACT

Fedorenko Alexey Vyacheslavovich. The automation of the load regulation process on the RTP-110/35/10 kV. Bachelor's thesis (diploma project). Sumy State University. Sumy, 2021

The bachelor's thesis (diploma project) contains 87 sheets of explanatory note, including 15 figures and 15 tables; graphic design documentation, which includes 3 drawings and a presentation.

Keywords: transformer, microprocessor.

The project is dedicated to the system of automatic voltage regulation of power transformers. The technical task, special part, design and technological part are developed. As a result, a set of design documentation is presented, which satisfies all the tasks.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
СЕКЦІЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра (дипломного проекту)
на тему:

“Автоматизація процесу регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ”

Виконав:
студент групи СУдн-72п

О. В. Федоренко

Керівник проекту:
асистент

О. С. Іващенко

СУМИ 2021 Р

Зміст

	Перелік скорочень	5
	Вступ	6
1	Спеціальна частина	9
1.1	Огляд літератури і постановка завдання проектування	9
1.2	Розробка, обґрунтування алгоритму функціонування і структурної схеми	11
1.3	Розробка схеми функціональної електричної системи автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів	21
1.4	Розробка і розрахунок принципів електричних схем вузлів і блоків системи автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів	24
1.4.1	Вибір елементної бази	24
1.4.2	Синтез схеми шинного формувача	26
1.4.3	Синтез і розрахунок схеми контролю зависання	28
1.4.4	Розрахунок ключа управління вихідним реле	33
1.4.5	Синтез схеми формування читання запису портів введення-виводу.	37
1.4.6	Розрахунок вузла гальванічної розв'язки і перетворення рівнів вхідних сигналів	43
1.5	Розробка блок-схеми програмного забезпечення	47
1.5.1	Розробка програмної моделі системи	47
1.5.2	Розробка блок-схеми алгоритму роботи програмного забезпечення	50

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Федоренко О.</i>				Автоматизація процесу регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ. Пояснювальна записка	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Іващенко О. С.</i>					2	87	
<i>Реценз.</i>						<i>Гр. СУдн-72П</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>								

2	Конструкторсько-технологічна частина	55
2.1	Розробка конструкції системи автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів	55
2.2	Розробка друкарської плати	56
2.2.1	Вимоги, що пред'являються до друкарської плати	56
2.2.2	Конструювання друкарської плати	58
2.2.3	Розрахунок елементів друкарського монтажу	62
2.3	Розробка технологічного процесу виготовлення друкарської плати	64
3	Охорона праці і безпека життєдіяльності	67
3.1	Аналіз небезпечних і шкідливих чинників при виготовленні і експлуатації системи автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів	67
3.2	Дії при виникненні надзвичайних ситуацій	76
4	Економічна частина	79
4.1	Облік витрат на промислового підприємстві	79
	Висновок	85
	Список використовуваної літератури	86

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Федоренко О.</i>			Автоматизація процесу регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ. Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Іващенко О. С.</i>					3	87
<i>Реценз.</i>					<i>Гр. СУдн-72П</i>			
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>								

Перелік скорочень

МСЗ – максимально струмовий захист

АПВ – автоматичне повторне вмикання

РЗ – релейний захист

ЕОМ – електронно обчислювальна машина

АЦП - аналого-цифровий перетворювач

ТС - трансформатор струму

ТН - трансформатор напруги

ВОК - волоконно-оптичний кабель

МП – мікропроцесор

ВРП – відкритий розподільчий пристрій

ЗРП – закритий розподільчий пристрій

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						5
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

При передачі електроенергії на значні відстані, в лініях електропередачі неминуче виникають втрати. Оскільки ланцюжок ліній і устаткування для передачі електричної енергії досить складна система, то виникає маса причин, по яких відбувається втрата потужності в лініях і пониження (підвищення) напруги на затисках лінії споживачів. Однієї з причин зміни напруги у споживачів є зміна навантаження споживання. Як правило, величина навантаження міняється значно, практично постійно і не завжди передбачено.

Лінії електропередачі, трансформатори на підстанціях, комутаційне устаткування мають якийсь певний електричний опір. Природно виходячи із Закону Ома, при постійних і незмінних характеристиках джерела і споживача струму, напруга на навантаженні обернено пропорційно до опору сполучного ланцюга і струму, що протікає по ланцюгу.

Так, як джерела струму (електростанції) знаходяться на значному видаленні від споживача, тому лінії електропередач мають значну протяжність, і значний опір. При сталому режимі, падіння напруги на лінії має певне значення. При збільшенні навантаження, падіння напруги на лінії збільшиться, а напруга на затисках споживача зменшиться.

Оскільки в реальних умовах це не просто лінія електропередачі передавальна електроенергію від електростанції до споживача, а комплекс устаткування, і зокрема трансформаторів, то можна компенсувати падіння напруги в лінії залежно від навантаження, змінюючи коефіцієнт трансформації силових трансформаторів. Для цього в трансформатор вмонтовується блок регулятора перемикавання напруги під навантаженням. При цьому можна міняти коефіцієнт трансформації в деяких межах, не знімаючи навантаження з трансформатора і не відключаючи споживачів.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						6
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Контролювати величину напруги в ручному режимі і управляти трансформатором складно. Тому використовуються для цієї мети блоки автоматичного регулювання. В даний час широко застосовуються блоки транзисторно-релейні. Вони мають ряд недоліків, пов'язаних саме з їх видом реалізації (транзисторно-релейні). Це налаштування і перенастроювання за допомогою перемичок, обмежені засоби самотестирования, велике енергоспоживання і маса, мала інформативність сигналів і ін.

Цих недоліків можна позбутися, реалізувавши блок автоматичного регулювання напруги трансформаторів під навантаженням у вигляді мікропроцесорної системи. При цьому з'являється велика гнучкість в налаштуванні, інформативність сигналів, зменшиться маса і так далі

В даний час промисловістю освоєно і випускається багато типів мікропроцесорів, завдяки яким забезпечені виняткові переваги цифровим методам обробки інформації.

Для обробки аналогових і цифрових сигналів розроблена велика номенклатура мікросхем, серед яких можна відзначити генератори, підсилювачі, аналогово-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі, модулятори, компаратори, перемикачі струму і напруги, елементи вибірки і зберігання, фільтри, вторинні джерела живлення, центральні процесорні елементи, пристрої управління введенням - виводом, програмовані паралельні і послідовні інтерфейси, що запам'ятовують пристрої і тому подібне

Більшість перерахованих схем і пристроїв є функціональними складовими частинами мікропроцесорних комплектів, в значній мірі визначають архітектуру мікро ЕОМ.

Практично будь-яка мікро ЕОМ, окрім основних функціональних БІС, містить і значне число мікросхем малого і середнього ступеня інтеграції, особливо в периферійному устаткуванні, датчиках первинної інформації,

пристроях вбудованого контролю і діагностики, пристроях відображення інформації.

Окремою групою, що має дуже велику перспективу розвитку і використання в управлінні різними технологічними процесами, представляють так звані однокристальні ЕОМ. Цю групу мікросхем об'єднує те, що в одному корпусі зібрана МІКРО-ЕВМ. У мікросхемі вже присутній власне мікропроцесор, ОЗУ, ПЗП, таймер, порти введення-виводу, і інші функціональні вузли, такі як АЦП, ЦАП, додаткові таймери і ін. Це приводить до того, що існує велика номенклатура однокристальних ЕОМ, з одним ядром процесора і системою команд, але з різним набором функціональних вузлів. Але з іншого боку застосування вузькоспеціалізованих мікросхем, дозволяє зменшити розміри пристроїв, полегшити і прискорити процес проектування і виготовлення, і у результаті зменшити вартість конструкції.

Системи управління на базі МІКРО-ЕВМ знаходять все велике застосування в багатьох областях народного господарства. Вони успішно застосовуються в атомній енергетиці, космічній техніці, медицині, у виробничих процесах металургії, машинобудуванні, біології і так далі

В ході розвитку науково-технічного прогресу розроблені системи управління все більш удосконалюватимуться в плані мінімізації, зниження собівартості, використання нових матеріалів і так далі Це все безпосередньо відноситься і до систем управління різними технологічними процесами, а так само окремими пристроями в складних системах. [1]

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						8
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

1. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд літератури і постановка завдання проектування

Система автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів, що розробляється, повинна забезпечувати управління електроприводами регулювання під навантаженням (РПН), забезпечуючи тим самим автоматичне регулювання напруги на підстанціях як з плавно, так і з навантаженням, що різко змінюється.

Система, що розробляється, повинна мати можливість зміни і контролю наступних характеристик регулювання:

корекція рівня регульованої напруги по струму навантаження одного або групи ліній;

зовнішньої зміни уставки по нарузі;

контролю блокування і сигналізації при несправності елементів тракту регулювання і приводів РПН з часом перемикання від 2,5 до 12с;

контролю блокування і сигналізації при несправності одного приводу з часом перемикання від 0,5 до 2,5с;

зовнішнього направленої обмеження регулювання.

Система повинна забезпечувати управління і контроль електроприводів з номінальними струмами відповідно 1,4; 1,0; 0,7; 0,5А.

Уставка по нарузі повинна регулюватися в межах від 85% до 115% від величини номінальною напруга .

Уставка в зоні нечутливості повинна регулюватися в межах від 0 до 4% величини номінальною напруги.

Система працює таким чином. У нормальному режимі, коли напруга стабільна і лежить в межах уставок регулювання, електронна система комутації обмоток силових трансформаторів періодично вимірює напругу і струм, порівнює з рівнем напругу уставки. При пониженні напруги

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						9
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

аналізується зміна величини струму, що протікає в лінії (групі ліній). На підставі зміряних даних проводиться перемикання. Якщо навантаження перевищує деяку величину, або короткочасна, то перемикання не відбувається.

Якщо при зміні напруги, його величина знаходиться в зоні нечутливості, електронна система комутації обмоток силових трансформаторів чекає виходу величини напруги за межі зони нечутливості.

При підвищенні напруги на лінії вище заданих уставок аналізується зміна величини струму, що протікає по лінії, і по результату, аналогічно пониженню напруги система реагує чи ні на зміну.

Після виявлення виходу контрольованого параметра за межі нечутливості, електронна система комутації обмоток силових трансформаторів витримує паузу (60-180 з), вимірюючи величину напруги, і якщо за цей час контрольований параметр не повернувся в задані межі, то відбувається подальші дії з перемикання:

перевіряється привід РПН на його положення. Якщо привід знаходиться в крайньому верхньому положенні, і необхідно збільшити напругу, то необхідно видати сигнал помилки, і відмінити виконання команди. Аналогічно при знаходженні приводу РПП в нижньому положенні і команді на пониження, щоб уникнути поломок блокується видача команди на пониження;

якщо привід не знаходиться в крайньому положенні, то відбувається подача команди на перемикання вгору (вниз). Одночасно з подачею команди запускається лічильник часу. Якщо після закінчення інтервалу часу не прийшов сигнал підтвердження завершення перемикання, то блокується подальша видача сигналів управління, і видається сигнал несправності і відображається причина несправності - застрявання приводу;

якщо привід РПН після подачі сигналу на перемикання перемкнувся і прийшов сигнал підтвердження в течії заданого часу, то електронна система

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						10
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

комутації обмоток силових трансформаторів вважає спробу перемикання приводу за нормально завершену і повторює цикл вимірювання і перемикання при необхідності.

При виникненні будь-яка з перерахованих вище аварійних ситуацій видається сигнал аварії, який використовується в ланцюгах сигналізації підстанції і тому подібне[5]

1.2 Розробка, обґрунтування алгоритму функціонування і структурної схеми

Виходячи з вищевикладених вимог електронна система комутації обмоток силових трансформаторів повинна підтримувати в певних межах напругу на вторинних обмотках трансформатора, шляхом зміни його коефіцієнта трансформації. Для цього система виконує наступні дії:

Періодично, із заданим інтервалом, вимірюється напруга на затисках трансформатора.

Вимірюється величина струму у вторинних обмотках. Вимірювання величини струму необхідне для вибору правильної дії на зміну параметра. При величині струму що перевищує максимально допустимий для даного трансформатора, а це як правило аварійні ситуації, є небезпека пошкодження трансформатора при зміні коефіцієнта трансформації. Величина струму встановлюється в параметрах системи і доступна в меню налаштувань.

Аналізується дана про вимірювання напруга і струму.

Якщо напруга вийшла за межі заданої зони уставки, а струм не перевищив максимально допустимого значення:

- запускається таймер;
- повторно вимірюються параметри напруги і струму;
- якщо за час роботи таймера напруга повернулася в задані межі або струм перевищує встановлений максимальний, то результат попереднього

вимірювання обнуляється і через певний час виконується п.1 Дана дія необхідна для запобігання необгрунтовано частого перемикавання обмоток трансформатора. Короткочасні зміни напруга, що виникає у момент включення навантаження і тому подібне ігноруються;

- якщо напруга знаходиться за межами встановленої, а струм не перевищив максимального значення, то формується команда на перемикавання.

По команді перемикавання перевіряється положення приводу по сигналах крайнє верхнє і крайнє нижнє положення. Якщо напруга вище норми і вхідний сигнал «Крайнє нижнє положення» неактивний, то формується сигнал на перемикавання «Збавити». Якщо вище за норму і сигнал «Крайнє верхнє положення» неактивний, то формується сигнал «Додати». Якщо сигнал крайнього положення активний, то перемикавання припиняється і бачиться сигнал, а на табло повідомлення про неможливість провести регулювання, і причина – привід регулятора в крайньому положенні. Так, як межа регулювання коефіцієнта трансформації трансформатора обмежена, то може виникнути ситуація, коли привід знаходиться в крайньому положенні і спроба перемкнути в наступне положення приводу регулятора, приведе до його поломки. За відсутності сигналу крайнього положення приводу регулятора, формується сигнал відповідно «Збавити» (або «Додати»). Запускається таймер на 0,5-2,5 секунд, залежно від часу перемикавання приводу. На табло виводиться інформація про те, що система проводить перемикавання. Після закінчення інтервалу часу перевіряються сигнали, підтверджуючі завершення перемикавання приводу регулятора.

При вдалому завершенні перемикавання приводу, на табло відновлюється стандартна інформація і починається з початку циклічне вимірювання напруги і струму вторинних обмоток трансформатора.

При невдалому завершенні перемикавання формується сигнал на включення аварійної сигналізації, блокується подальша робота пристрою, до

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						12
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

відновлення сигналів, втручання персоналу. На табло виводиться інформація про причину блокування роботи системи.

У перебігу всієї роботи пристрою періодично опитується клавіатура пристрою. За наявності натиснення клавіші, система переходить в режим програмування, і дозволяє набудувати всі необхідні параметри. Параметри зберігаються в незалежній пам'яті і при відключенні живлення не стираються.

У меню є наступні пункти:

- Уставка по напрузі;
- Уставка по струму;
- Зона нечутливості;
- Тривалість паузи;
- Тривалість перемикавання приводу;
- Зміна напруги на крок регулювання приводу;
- Поточне значення напруги;
- Поточне значення струму 1;
- Поточне значення струму 2;
- Стан вхідних сигналів.

Уставка по напрузі. Даний пункт необхідний для установки напруги, яка підтримуватиметься системою. Межі регулювання 85% - 115% від номінального.

Уставка по струму. Тут задається величина струму при якій забороняється перекомутувати обмотки трансформатора.

Зона нечутливості. Цей параметр задає величину, при зміні напруги в межах якої система не виконує регулювання. Межі величини 0,1%-4% з кроком 0,1%.

Тривалість паузи. Задається тривалість паузи між вимірюванням коли параметр вийшов за межі нечутливості і повторним його вимірюванням. Межі регулювання 1- 255 с. За умовчанням 120 с.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						13
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Тривалість перемикання приводу. У зв'язку з тим, що система може застосовуватися на різних типах трансформаторів, і відповідно з різними типами приводів регулятора перемикання напруги і часом перемикання, існує необхідність коректувати час перемикання приводу. Це необхідно для контролю виконання команди перемикання (про що сказано вище). Межа зміни : 0,1 – 2,5с. з кроком 0,1с.

Зміна напруги на крок регулювання приводу. Різні типи трансформаторів мають різний крок регулювання коефіцієнта трансформації. При цьому може бути можливий варіант, що зона нечутливості менше 0,5 величини кроку зміни напруги при перемиканні приводу регулятора в сусіднє положення. Система почне періодично перемикати регулятор вгору-вниз. Щоб цього не трапилося, дана характеристика трансформатора враховується системою регулювання.

Поточне значення напруги. Поточне значення струму 1. Поточне значення струму 2. Стан вхідних сигналів. Ці пункти є інформативними і дозволяють бачити величину кожного з вхідних параметрів. Вони дозволяють швидше зорієнтуватися в пошуку несправності, і полегшити контроль, наладку, обслуговування системи.

Алгоритм роботи системи представлений на мал. 1.1

Клавіатура складається з 6 кнопок, які дозволяють увійти до меню, проводити налаштування, подивитися величину струмів і напруги у нинішній момент, вийти з меню. Так, як налаштування проводиться практично при зміні трансформатора, або конфігурації підключених ліній, а це трапляється дуже

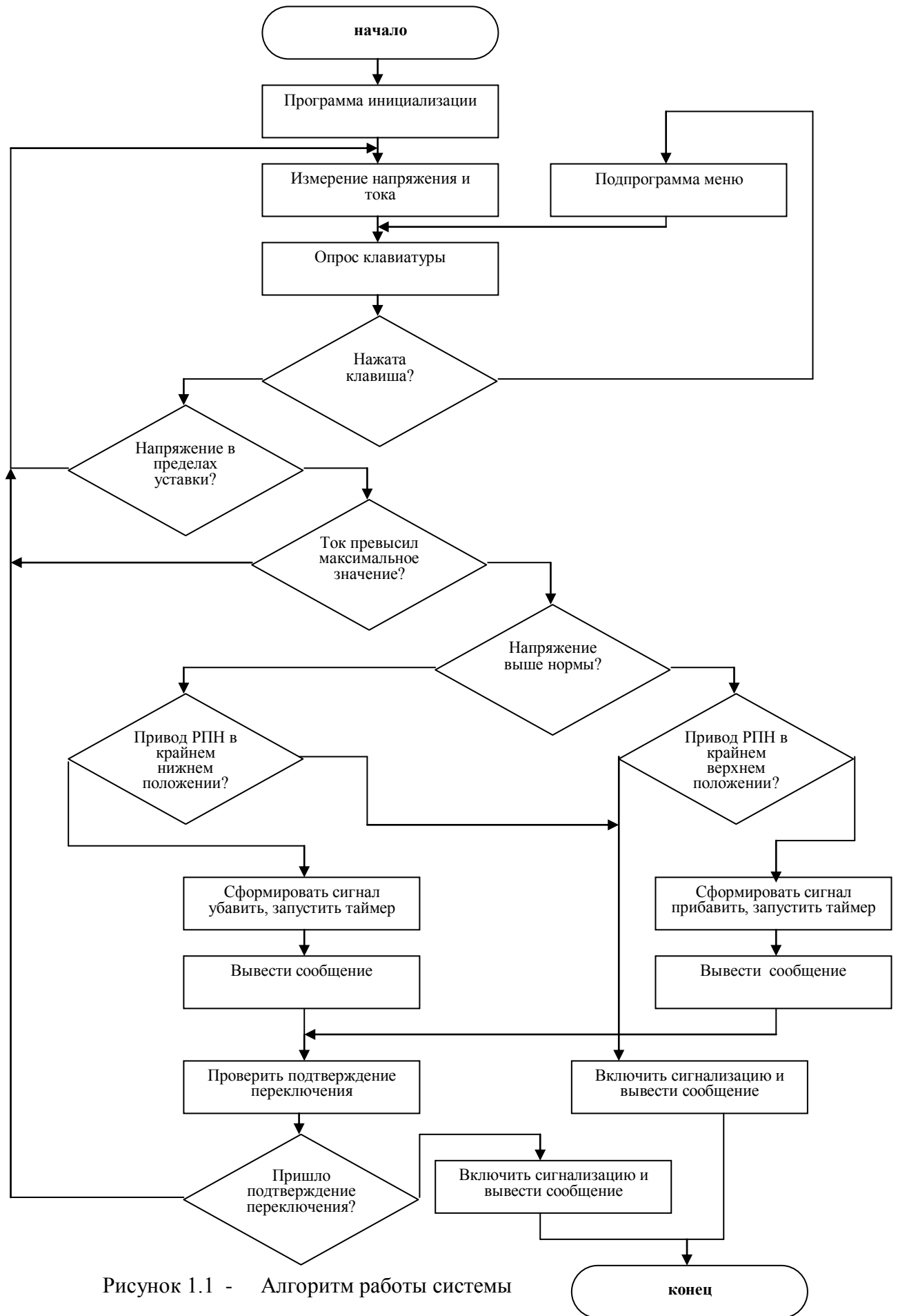


Рисунок 1.1 - Алгоритм работы системы

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

рідко, то немає сенсу створювати повнофункціональну клавіатуру з набором цифрових кнопок, кнопок управління і швидкого доступу до пунктів меню. Це ускладнить систему, збільшить її вартість і практично буде 99,9% часу не використовуватися. По цих причинах є сенс використовувати мінімум кнопок, необхідний для установки і контролю параметрів системи.

Клавіатура має одну кнопку для входу в меню і виходу з нього, і 4 кнопки переміщення по меню і налаштування параметрів. Налаштування відбувається не шляхом прямого введення значень, а шляхом вибору значення із списку.

Виходячи з алгоритму функціонування системи і вищевикладених вимог, розробимо структурну схему електронної системи комутації обмоток силових трансформаторів.

Основою системи, оскільки це МІКРО-ЕВМ є мікропроцесор. Для роботи мікропроцесора необхідний тактовий генератор, шинні формувачі- шини даних і шини адреси і шини управління, ОЗУ(або пам'ять даних), ПЗП (або пам'ять програм), пристрою введення-виводу інформації. Оскільки передбачається використовувати однокристальну МІКРО-ЕВМ, то частина пристроїв вже реалізована на її кристалі. Для прикладу в МІКРО-ЕВМ І80С31 вже реалізовані:

- внутрішнє ОЗУ об'ємом 128 байт;
- чотири двонаправлених що побитно настроюються порту введення-виводу;
- два 16-ти розрядних таймера-лічильника;
- вбудований тактовий генератор;
- адресація 64 Кбайт зовнішньої пам'яті програм і 64 Кбайт зовнішньої пам'яті даних;
- дві лінії запитів на переривання від зовнішніх пристроїв;
- інтерфейс для послідовного обміну інформацією з іншими мікроконтролерами або персональними комп'ютерами.

З вищевикладеного видно, що для зберігання налаштувань системи необхідно мати незалежне ОЗУ, оскільки відключення живлення не повинне приводити до необхідності перепрограмування пристрою. Оскільки в МІКРО-ЕВМ не передбачено незалежне ОЗУ, то використовуємо зовнішнє. Так само використовуємо зовнішній ПЗП. Особливістю мікроконтролерів є те, що виводи їх можуть мати декілька призначень, залежних від команди виконуваної мікроконтролером. Наприклад порт може працювати як порт, або як виводь шини адреси, або сигнали шини управління, що управляють. При використанні зовнішнього ПЗП і (або) ОЗУ необхідно сформувати зовнішні шини адреси, шини даних і шини управління. Оскільки молодші розряди адреси мультиплексировані з даними, то необхідно їх розділити за допомогою регістрів. Молодші розряди необхідно записувати в регістр-клямку. Оскільки три з 4 портів введення-виводу будуть задіяні в режимі сигналів адреси, даних, управління, то необхідно використовувати додаткові порти введення-виводу. Їх варто організувати у вигляді звичайних восьмирозрядних регістрів.

Як видимий, для реалізації електронної системи комутації обмоток силових трансформаторів ще необхідно додати вимірювальні засоби, тобто аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), для прочитування величини напруги і струмів, і перетворення в зрозумілий для мікропроцесора цифровий вигляд.

Так само системі треба аналізувати вхідні дискретні сигнали, які поступають від приводу РПН. Ці сигнали не можна безпосередньо підключити до мікроконтролера. Для цього використовуємо восьмирозрядний регістр і схему перетворення рівня сигналу до використовуваного стандартного рівня ТТЛ.

Для управління приводом регулятора напруги трансформатора рівень сигналів ТТЛ не є схожим. Тому використовуємо порт виводу, власне знову регістр клямку, і вихідний підсилювач сигналу, у вигляді вихідного реле і ключа управління ним.

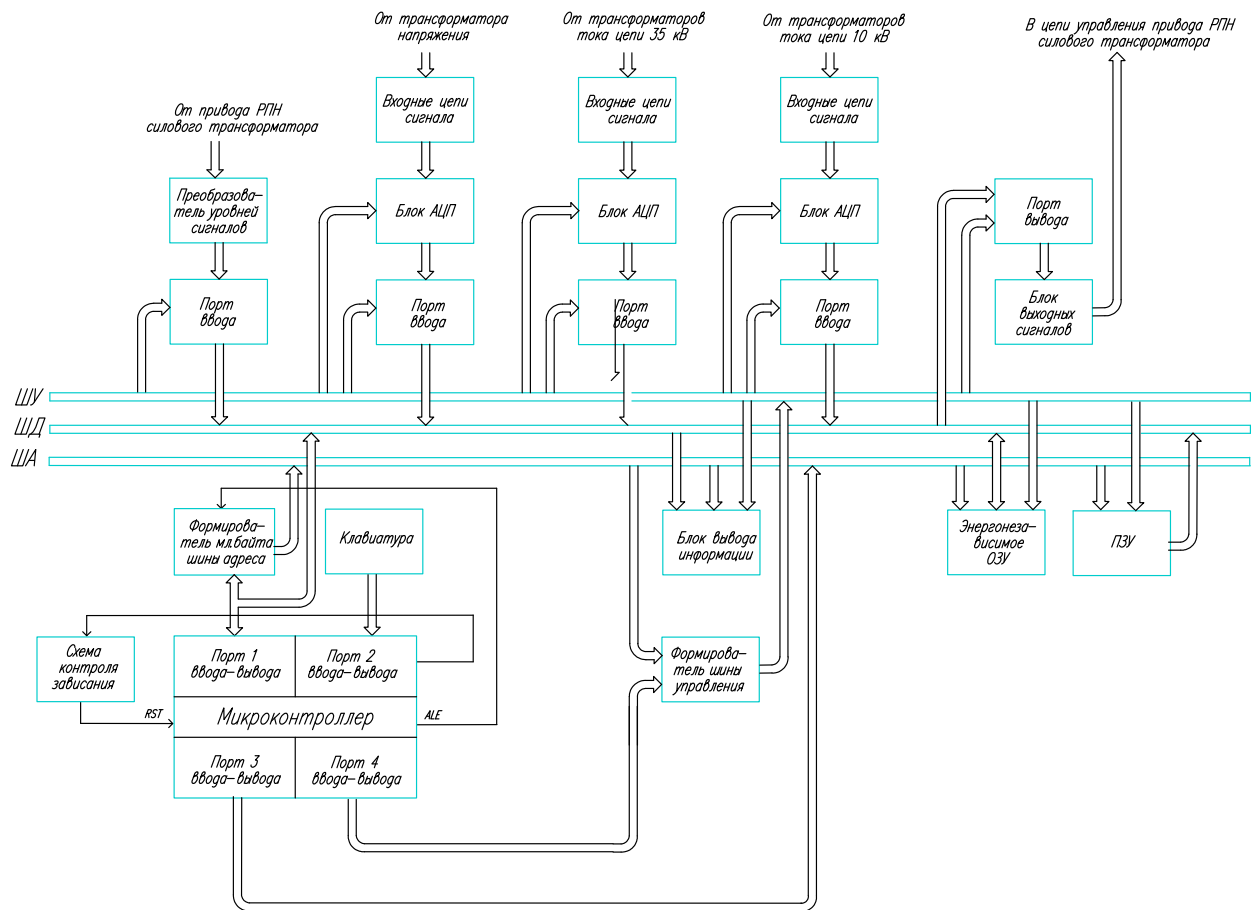
Для контролю і управління системою необхідно мати пристрій виведення інформації. Логічно і економічно доцільно використовувати алфавітно-цифрові засоби виведення інформації. В даний час найдоцільніше використовувати рідкокристалічні модулі виведення інформації. Їх перевага полягає в тому, що модуль поставляється як готовий вузол легко інтегрується в мікропроцесорну систему, підключається до шини даних, адреси і управління. Мікроконтролер записує дані в ОЗУ модуля, а він вже самостійно організовує вивід і регенерацію зображення. При цьому в модулях як правило є свій знакогенератор, що дозволяє мікроконтролеру передавати в модуль не піксельні малюнки букв і цифр а їх код. Це істотно розвантажує мікроконтролер.

Структурна схема автоматизованої системи управління роботою силових трансформаторів показана на рис 1.2

Розглянемо структурну схему, розроблену на підставі вищевикладеного. Основою всієї системи є однокристалний мікроконтролер. Оскільки всі сигнали мікроконтролера передаються через порти введення-виводу, то і розглянемо мікроконтролер в розрізі портів.

Порт 1 використовується в режимі мультиплексованої шини даних з молодшими розрядами шини адреси. У зв'язку з цим необхідно розділити адреси і дані. Для цього використовується шинний формувач.

Порт 2 використовується як порт введення з клавіатури. До входів порту підключені клавіші клавіатури.



Малюнок 1.2 – Структурная схема автоматизованої системи управління роботою силових трансформаторів

Порт 3 працює в режимі старших розрядів шини адреси. Оскільки потужність порту достатня, то він використовується безпосередньо в шині адреси.

Порт 4 працює в режимі формування і прийому сигналів управління. Сигнали управління поступають на формувач шини управління. Формувач шини управління використовуючи сигнали шини адреси формує сигнали читання (записи) пам'яті, портів, АЦП і тому подібне

Для прочитування вхідної інформації мікроконтролером необхідні порти. Порт це елемент пам'яті, що має певну адресу звернувшись до якої мікроконтролер прочитує або записує дані. Це необхідно тому, що сигнали мають бути подані або лічені з шини даних, при цьому вони повинні не заважати іншим пристроям прочитувати і видавати свої сигнали на шину даних. Для цих цілей використовуються мікросхеми що мають так

званий Z-состояние виходу, тобто відключений стан. Це дозволяє виключити вплив вхідних сигналів порту на шину даних. Коли необхідно дізнатися стан вхідних сигналів, то мікроконтролер формує адреса потрібного порту і прочитує звідти дані. При цьому відключається третій стан на шину даних видається комбінація вхідних сигналів, які прочитує мікроконтролер.

Порти виводу так само адресуються, як і порти введення, але в них записується інформація, і зберігаються вихідні сигнали, поки мікроконтролер не звернеться до порту виводу і не змінить його стан.

Оскільки система повинна забезпечувати управління приводами регулятора із струмом до 1,5А, то необхідно використовувати підсилювач сигналу і комутатор, тому що із стандартного виходу ТТЛ отримати такий струм неможливо. До того ж необхідно електрично розв'язати ланцюги мікроконтролера (системи) і приводу регулятора. Для цієї мети використовуємо реле, а для управління ним підсилювач.

Вхідні сигнали так само мають не рівень ТТЛ, що приводить до того, що потрібно використовувати перетворювач рівнів сигналів до ТТЛ.

Для вимірювання величини напруги і перетворення їх в цифровий вигляд зрозумілий мікроконтролеру, використовується аналогово-цифровий перетворювач. Але АЦП вимірюють напругу як правило в межах 0-2В або подібних, а з трансформаторів напруги поступає сигнал напругою біля 100В. Це приводить до того, що доводиться використовувати вхідні трансформатори і випрямлячі, щоб набути середньоквадратичного значення напруги. АЦП як правило не можуть зберігати інформацію про вимірювання, тому доводиться використовувати регістри. Після вимірювання інформація записується в них, а мікроконтролер прочитує з регістрів.

Для зберігання налаштувань зроблених при установці блоку служить незалежне ОЗУ. За відсутності живлення дані в нім можуть зберігатися тривалий час.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						20
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Для роботи мікроконтролера необхідна програма, по якій він працюватиме. Ця програма зберігається в пам'яті програм (ПЗП).

Для роботи і налаштування системи необхідно мати вузол виведення інформації. На ній відображається інформація необхідна в кожен конкретний момент. При навігації по меню – пункти меню, при перемиканні виконується дія і тому подібне [4]

1.3 Розробка схеми функціональної електричної системи автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів

Основою електронної системи комутації обмоток силових трансформаторів є однокристальний мікроконтролер. Як було викладено вище мікроконтролер взаємодіє з рештою вузлів електронної системи комутації обмоток силових трансформаторів. Для роботи мікроконтролера необхідна програма. Вона записана в ПЗП. Мікроконтролер має спеціальний вихід для сигналу звернення ПЗП. Як і будь-яким пристроєм ПЗП, що запам'ятовує, є адресний простір, в якому записані дані. При зверненні до осередку з певною адресою на шину даних, за наявності активних сигналів вибірки і дозволу виходу виводиться вміст цього осередку.

Оскільки молодші розряди адрес мікроконтролера мультиплексовані з даними те їх необхідно розділити. Для цього використовується формувач молодших розрядів шини адреси на регістрі-клямці. Працює цей вузол таким чином. Мікроконтролер виводить на шину адреса-даних молодші розряди адреси. Формує сигнал запису в регістр. Молодші розряди адреси передаються на шину адреси, а мікроконтролер вводить на шину адреса-даних дані і формує сигнали запису або читання.

Для зберігання даних, занесених при налаштуванні системи, використовується незалежне ОЗУ. Воно дозволяє зберігати дані тривалий час при відключеному живленні системи. Звернення до ОЗУ відбувається інакше,

ніж до ПЗП. Мікроконтролер видає сигнали запису і читання в різні пристрої в межах адресного простору. При цьому для ОЗУ необхідно сформувати два сигнали для читання і два сигнали при записі даних. Для того, щоб звернутися до ОЗУ необхідно сформувати сигнал вибірки кристала. Цей сигнал однозначно ідентифікує ОЗУ (як втім і будь-який інший пристрій). Для запису додатково необхідно подати сигнал запису, при цьому дані знаходяться на шині даних будуть записані в осередок, адреса якого є у нинішній момент на шині адреси. Для читання необхідно сформувати додатково до сигналу вибірки кристала сигнал дозвіл виходу. При цьому на шину даних будуть виведені дані що знаходяться в осередку зі встановленою адресою на шині даних. Для роботи з ОЗУ необхідний формувач сигналів запису, вибірки кристала і дозволу виходу.

Як було розглянуто при розробці структурної схеми, всі зовнішні вхідні сигнали і вихідні передаються через порти введення-виводу. Звернення до портів відбувається подібно до звернення до ОЗУ. Але у відмінності від ОЗУ порт є одним восьмирозрядним елементом пам'яті. Тому сигнали з шини адреси не використовуються безпосередньо. За допомогою сигналів шини адреси і сигналів читання-запису, формується сигнал запису в порт або читання порту.

Коли сигнали на шині адреси потрапляють в адресний простір портів, то дешифрується адреса порту. Це означає що мікроконтролер звертається до порту. Якщо з'явиться відповідний сигнал управління (читання або запис) те з цих двох сигналів сформується сигнал вибірки відповідного порту.

Для того, щоб АЦП перетворило вхідний аналоговий сигнал в цифровий, необхідно подати сигнал запуску перетворення. По передньому фронту сигналу відбувається перетворення, а по задньому відбувається запис результату в регістр порту. Особливістю є те, що сигнал перетворення подається на все АЦП одночасно, а з портів прочитуємо дані по черзі.

Для узгодження рівнів вхідних сигналів із стандартними рівнями входів ТТЛ логіки, необхідно використовувати перетворювачі рівнів. Оскільки живлення приводів здійснюється напругою 220/380В, то рівні вхідної напруги будуть 220В. Ця умова вимагає також електричної розв'язки вхідних дискретних сигналів. Для цієї мети використовуємо оптопари. Це дозволить розв'язати електрично сигнали і перетворити рівні.

Аналогово-цифрові перетворювачі мають як правило вхідну напругу в межах до декількох вольт. А трансформатори напруги мають вихідну напругу 100 вольт, до того ж змінного струму. А нам необхідно оцінювати середньоквадратичний рівень напруги. Ці вимоги приводять до використання додаткового вимірювального трансформатора і випрямляча. Така сама ситуація з вимірюванням струму.

Приводи регулятора напруги трансформатора випускаються на струми 0,5-1,4А. До того ж трифазного змінного струму. Тому вихідний блок повинен управляти струмами більш 1,4А і напругою 380В. Звідси слідує вимога до електричної розв'язки вихідних ланцюгів (висока напруга небезпечна для життя). Для цієї мети необхідно використовувати вихідне реле. Оскільки рівень ТТЛ сигналу 5В і струм дуже малий (близько декількох мА), то для управління реле необхідний ключ-підсилювач.

Для відображення інформації використовуємо рідкокристалічний модуль. Він складається з БІС контроллера управління і рідкокристалічної панелі. Модуль дозволяє відображати символи в матриці 5x8 крапок. Між символами є інтервали шириною в одну крапку, що відображається. Кожному символу на ЖКИ відповідає його код в осередку ОЗУ модуля. Модуль містить пам'ять код символів, що відображаються, і призначеного для користувача знакогенератора, а також логіку для управління ЖК панеллю. Передача даних в модуль здійснюється за допомогою 8 мі розрядної шини даних, дозвіл звернення до модуля, вибір режиму запису/читання, адресного сигналу- вибір між передачею даних і команд управління. В даному випадку необхідно

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						23
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

однозначно сформувати сигнал дозволу звернення до модуля, прив'язавши його до адреси. Також залежно від наявності сигналів читання і запису формувати сигнал читання-запису модуля - при записі низький рівень а при сигналі мікроконтролера на читання високий.

Схема контролю на зависання є одновібратором, що виробляє імпульс передустановки мікроконтролера, якщо період між імпульсами скидання одновібратора перевищив період його очікування. Імпульси скидання одновібратора формує мікроконтролер. Це дозволяє постійно системі контролювати зависання мікроконтролера.[3]

1.4 Розробка і розрахунок принципів електричних схем вузлів і блоків системи автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів

1.4.1 Вибір елементної бази. Основним вузлом системи є мікроконтролер. Як розглядалося раніше до нього пред'являються наступні вимоги:

- низька вартість;
- висока надійність;
- високий ступінь мініатюризації;
- мале енергоспоживання;
- працездатність в тяжких умовах експлуатації;
- достатня продуктивність для виконання всіх необхідних функцій.

Мікроконтролери зазвичай класифікують по розрядності оброблюваних чисел

- четырехразрядные- найпростіші і дешевші
- восьмирозрядні - найбільш численна група (оптимальне поєднання ціни і можливостей), до цієї групи відносяться мікроконтролери

серії MCS-51 (Intel) і сумісні з ними, PIC (MicroChip), HC68 (Motorola), Z8 (Zilog) і ін.

- шестнадцятиразрядные - MCS-96 (intel) і ін. - більш високопродуктивні але дорожчі
- тридцятидвухразрядные - що зазвичай є модифікаціями універсальних мікропроцесорів, наприклад i80186 або i386EX.

В даний час серед всіх 8-розрядних мікроконтролерів - сімейство MCS-51 є безперечним чемпіоном по кількості різновидів і кількості компаній, що випускають його модифікації. Воно отримало свою назву від першого представника цього сімейства - мікроконтролера 8051, випущеного в 1980 році на базі технології NMOS. Вдалих набір периферійних пристроїв, можливість гнучкого вибору зовнішньої або внутрішньої програмної пам'яті і прийнятна ціна забезпечили цьому мікроконтролеру успіх на ринку. З погляду технології мікроконтролер 8051 був для свого часу дуже складним виробом - в кристалі було використано 128 тис. транзисторів, що в 4 рази перевищувало кількість транзисторів в 16-розрядному мікропроцесорі 8086.

Важливу роль в досягненні такої високої популярності сімейства 8051 зіграла відкрита політика фірми Intel, родоначальниці архітектури, направлена на широке розповсюдження ліцензій на ядро 8051 серед великої кількості провідних напівпровідникових компаній миру.

В результаті на сьогоднішній день існує більше 200 модифікацій мікроконтролерів сімейства 8051, що випускаються майже 20-у компаніями. Ці модифікації включають кристали з щонайширшим спектром периферії: від простих 20-вивідних пристроїв з одним таймером і 1К програмної пам'яті до складних 100-вивідних кристалів з 10-розрядними АЦП, масивами таймерів-лічильників, апаратними 16-розрядними помножувачами і 64К програмної пам'яті на кристалі. Щороку з'являються все нові варіанти представників цього сімейства. Основними напрямками розвитку є: збільшення швидкодії (підвищення тактової частоти і переробка архітектури), зниження напруги

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						25
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

живлення і споживання, збільшення об'єму ОЗУ і FLASH пам'яті на кристалі з можливістю внутрішньосхемного програмування, введення до складу периферії мікроконтролера складних пристроїв типу системи управління приводами, CAN і USB інтерфейсів і тому подібне

Всі мікроконтролери з сімейства MCS-51 мають загальну систему команд. Наявність додаткового устаткування впливає тільки на кількість регістрів спеціального призначення

Для нашої системи якнайповніше підходять восьмирозрядні мікроконтролери. З них виберемо недорогий і поширений з серії MCS-51 (Intel) - I80C31. Він відрізняється від I80C51 відсутністю внутрішнього ПЗП. Так, як прилад розрахований на дрібносерійний випуск, те використання внутрішнього ПЗП недоцільне. Набагато гнучкіше і дешевше в даному випадку використовувати зовнішній ПЗП.

Відповідно вибравши мікроконтролер з рівнями сигналів ТТЛ, необхідно використовувати і останні ІС з аналогічними рівнями сигналів.

Даними серіями мікросхем є 155, 555, 1533 серій. Ці серії є повними аналогами за винятком деяких мікросхем, які відсутні в новіших серіях, наприклад К155ід1. Ці серії виготовляються по разным технологічним процесам, і відрізняються енергоспоживанням і швидкодією. З цієї точки зору найдоцільніше використовувати серію 1533.

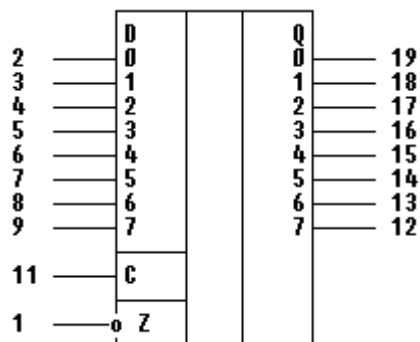
Як ПЗП можна використовувати перепрограмовані з ультрафіолетовим стиранням серії К573 наприклад К573рф2. Це недорогі мікросхеми, що дозволяють без складного устаткування їх програмувати, наприклад в порівнянні з дешевими масочними ПЗП, що вимагають складного устаткування.

Як незалежне ОЗУ застосуємо мікросхему електрично перепрограмованого з паралельним доступом - Ат28с16, розміром 2 Кбайт.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						26
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Як АЦП застосуємо паралельні восьмирозрядні АЦП AD9057, що володіють хорошою швидкістю і що мають вбудоване джерело опорної напруги. Інтервал вимірюваної напруги 0-2В. [10]

1.4.2 Синтез схеми шинного формувача. Як було викладено вище, мікроконтролер має суміщену шину даних і молодших розрядів адреси. При використанні зовнішньої пам'яті необхідно розділити шину даних від молодших адрес. При зверненні до зовнішньої пам'яті мікроконтролер відразу формує молодший байт адреси. Після цього формується сигнал ALE, по якому молодший байт адреси записується в регістр – клямку. Після цього формується байт даних, а потім формуються сигнали читання або запису. Для формування молодшого байта шини адреси очевидно необхідний восьмирозрядний (оскільки байт має 8 розрядів) регістр-клямка з серії K1533. Для цієї мети добре підходить K1533ip22.



Малюнок 1.3 - Схема регістра K1533ip22

Таблица 1.1 Призначення виводів регістра K1533ip22

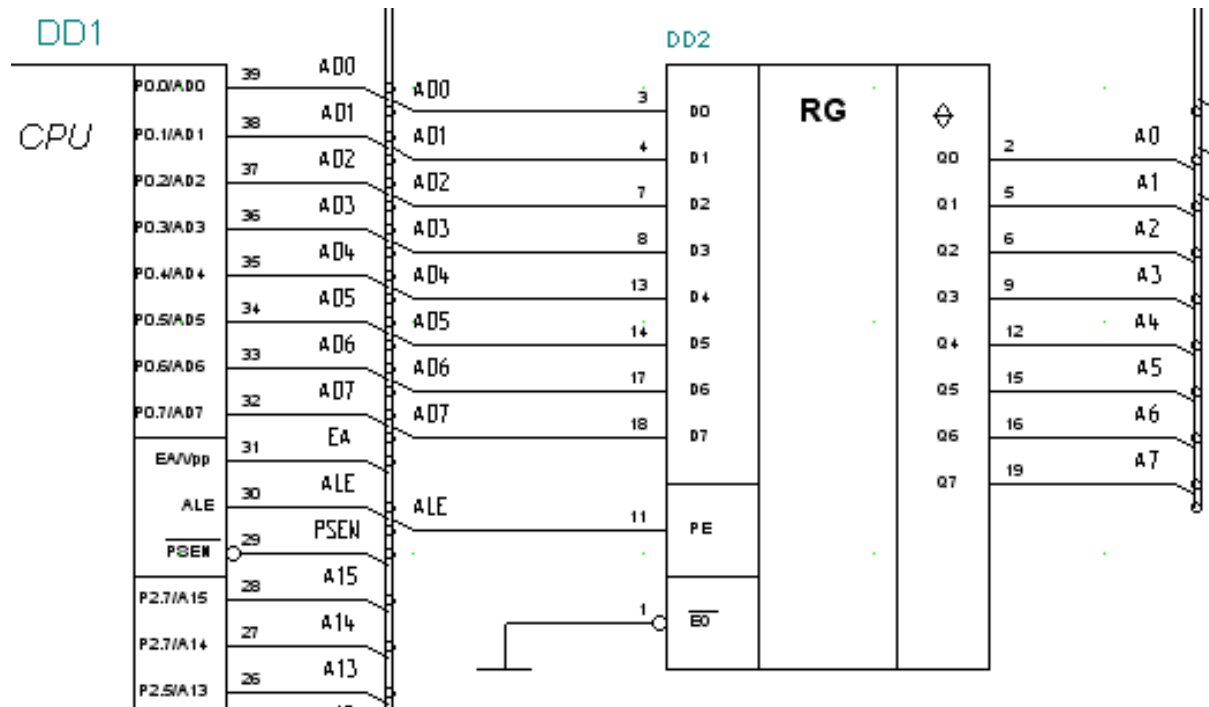
№ вив.	Назначение	№ вив.	Назначение
1	Вход разрешения состояния высокого импеданса	11	Вход стробирования
2	Информационный вход	12	Информационный выход
3	Информационный вход	13	Информационный выход
4	Информационный вход	14	Информационный выход
5	Информационный вход	15	Информационный выход
6	Информационный вход	16	Информационный выход
7	Информационный вход	17	Информационный выход
8	Информационный вход	18	Информационный выход
9	Информационный вход	19	Информационный выход
10	Общий	20	Ucc

Таблица 1.2 Таблица режимів роботи

ВХОДЫ			ВЫХОДЫ	РЕЖИМ РАБОТЫ
Z	C	Dn	Q0-Q7	
L	H	H	H	защёлкивание и считывание из регистра
L	H	L	L	защёлкивание и считывание из регистра
L	L	x	Qo	хранение
H	x	x	Z	защёлкивание в регистр, разрыв выходов

Входи підключаємо до порту мікроконтролера, виходи в шини адреси, вхід Iz сполучаємо з виходом мікроконтролера ALE, вхід Z вирішує сигнали на виході регістра підключимо – живлення (низький логічний рівень). В результаті в схемі цей вузол виглядає як показано на малюнку 1.4.

1.4.3 Синтез і розрахунок схеми контролю зависання. Схема контролю зависання мікроконтролера працює таким чином. Якщо мікроконтролер працює за програмою, то періодично (десятки або сотні разів в секунду) формує на виведенні порту P1.7 короткочасний сигнал низького рівня. Якщо сигнал відсутній, то схема контролю повинна видавати короткочасний сигнал високого логічного рівня на вхід RST. При цьому мікроконтролер по новій ініціалізувався і продовжує працювати.

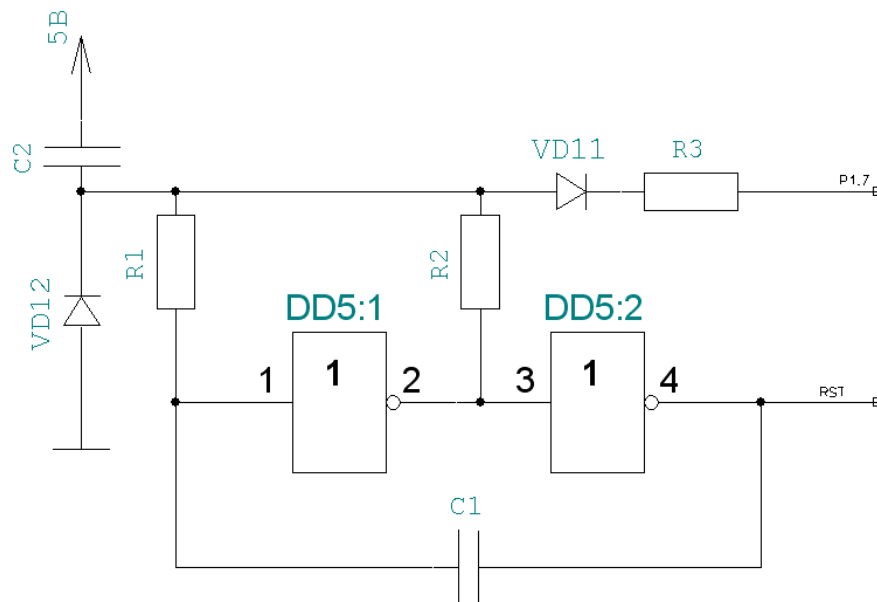


Малюнок 1.4. Схема формувача молодшого байта шини адреси

Як видно з логіки роботи схеми, вона є одновібратором, який запускається з тимчасовою затримкою за відсутності короткочасного сигналу, що переводить схему в початковий стан. Як правило вузол затримки можливо реалізувати на RC ланцюжку. Час затримки визначатиме період зарядки конденсатора до порогової напруги. Ще однією вимогою до схеми є формування сигналу скидання при включенні живлення.

Щоб не відбувалося помилкове спрацьовування схеми, вибираємо період заряду конденсатора в межах 0,1 сек. В результаті маємо наступну схему представлену на малюнку 1.5.

При включенні живлення, конденсатор C2 розряджений. Відповідно на вхід DD5:1 через резистор R1 поступає високий логічний рівень. Відповідно на виході DD5:1 низький а на виході DD5:2 високий. Конденсатор починає розряджатися через резистор R2 і вихід DD5:1, який



Малюнок 1.5. Схема формування сигналу скидання і контролю зависання

знаходиться в стані логічного нуля. В мить, коли напруга на вході DD5:1 стане нижча за рівень порогу логічної 1, елемент перемикнеться в протилежний стан. Відповідно елемент DD5:2 теж перемикнеться в протилежний стан. При цьому конденсатор C1 заряджений через R1 і вихід DD5:2 до напруги перемикання елементу DD5:1, підключиться до входу DD5:1. Оскільки на конденсаторі присутній заряд, і прикладений він буде мінусом до входу DD5:1 а плюсом до виходу DD5:2, то відбудеться подальше різке пониження рівня сигналу на вході DD5:1. Але в цей же час на виході DD5:1 встановився високий логічний рівень, і через резистор R2 заряджає конденсатор C2, а відповідно через R1 і перезаряджається C1. Час перезаряду C1 до рівня спрацьовування DD5:1 має бути більше часу до виконання команди скидання, що формується на виведенні порту P1.7. Коли сформується сигнал низького рівня на виведенні порту P1.7 через резистор R3 і діод VD11 конденсатор C2 заряджатиме до напруги живлення. Так, як на виході DD5:1 присутній високий логічний рівень, то через резистор R2 конденсатор C2 розряджатиметься. Час розряду виберемо в межах 1 секунди. При нормальній

роботі мікроконтролер підтримуватиме заряд на C2. Якщо мікроконтролер зависне, то конденсатор C2 заряджатиме до рівня спрацьовування елементу DD5:1. Разом з конденсатором C2 заряджатиме і C1. Досягши напруги спрацьовування на вході DD5:1, він перемкнеться в протилежний стан (вихід = 0) і перемкне DD5:2 (вихід = 1). При цьому напруга конденсатора C1 прикладеться мінусом до виходу DD5:2 а плюсом до входу DD5:1. Відповідно через вихід DD5:1 і R2 піде перезаряд конденсатора C2 і через R1 перезаряд C1. Час заряду конденсаторів дорівнюватиме тривалості імпульсу скидання мікроконтролера. Час перезаряду конденсаторів рівний

$$T=rc \ln (U2 / U1) \quad (1.1)$$

де $U2$ і $U1$ порогова напруга на конденсаторі, при якій відбувається перемикання. Для КПОП мікросхем при живленні 5 В $U1 = 2В$ а $U2 = 3В$.

У даному вузлі слід застосувати КМОП елементи, так, як вони мають великий вхідний опір, і дозволяють використовувати невеликі ємкості. Резистори небажано вибирати більше 1 Мом, щоб виключити вплив вхідних струмів елементів. З іншого боку час заряду конденсатора через порт не повинен перевищувати часу дії сигналу, а струм через виведення порту не перевищувати максимально допустимий.

Одін машинний такт мікроконтролера відповідає 12 періодам коливань тактового генератора. У зв'язку з не дуже великою кількістю виконуваних команд і великими часом очікування, має сенс вибрати частоту тактового генератора якнайнижче. Мікроконтролер може працювати на частоті до 20 Мгц. Виберемо стандартну частоту 12 Мгц. Це означає що за 1 секунду буде буде відлічено $12000000/12=1000000$ машинних циклу. Більшість команд мікроконтролера виконуються за один машинний цикл. Деякі команди, що оперують з 2-байтними словами або пов'язані із

зверненням до зовнішньої пам'яті, виконуються за два машинні цикли. Тільки команди ділення і множення вимагають чотирьох машинних циклів. Тому за 1 секунду буде виконано порядку від 250 тис. до 1 млн. команд. Для даної системи цього досить цілком. Тривалість одного машинного циклу дорівнює $1/1000000=0,000001$ с.

Оскільки струм через виведення порту не повинен перевищувати 20 мА, то відповідно розрахуємо опір резистора R3.

$$R3=(U_{ип}/2-U_{vd11}) / I_{max} \quad (1.2)$$

Де

- $U_{ип}/2$ – напруга джерела живлення ділена на 2;
- U_{vd11} – напруга падіння на діоді;
- I_{max} – максимальний струм через виведення порту.

Відповідно

$$R3 = (5/2-0,5)/0,02=100 \text{ Ом.}$$

Тривалість сигналу установки RST не менше одного машинного циклу, тобто $0,000001$ с. Для надійності варто збільшити тривалість сигналу скидання в 600 разів. Тривалість сигналу $T=600$ мкс.

Розрахуємо ланцюжок R1 C1. Прийmemo опір R1 рівним 200 кОм.

$$C1=T/(R1 * \ln(U2 / U1)); \quad (1.3)$$

$$C1=0,0006/(200000 \ln (3/2))= 0,000 000 007 398 \text{ Ф} = 0,0074 \text{ мкФ} .$$

Із стандартного ряду вибираємо конденсатор ємкістю 0,01 мкФ.

Розрахуємо ємкість конденсатора C2. У зв'язку з тим, що в перший момент включення в мікросхемах блоку відбуваються перехідні процеси,

тривалість імпульсу має бути більше тривалості перехідних процесів найповільнішої ІС. З іншого боку час розряду конденсатора C2, як було викладено вище, від 5В до 2В (порогу перемикання Uип-3В оскільки конденсатор включений не на загальну шину а на +5В живлення) повинно бути біля 0,1сек. За цей час мікроконтролер може виконати від 25 до 100 тис. команд. Тому за цей час він встигне багато разів звернутися до вузла контролю зависання. Опір R2 зменшимо, щоб зменшити вплив ланцюжка R1C1. Виберемо опір R2 із стандартного ряду 100 кОм. Напруга U1 – дорівнює напрузі живлення (5В), а U2 - дорівнюють порогу спрацьовування елементу 2 Ст.

$$C2 = T / (R2 * \ln(U1/U2)); \quad (1.4)$$

$$C2 = 0,1 / (100000 \ln(5/2)) = 0,000\,001\,091\Phi = 1,091 \text{ мк}\Phi.$$

Із стандартного ряду вибираємо ємкість конденсатора 1,0 мкФ.

Розрахуємо час перезаряду конденсатора сигналом порту P1.7.

$$T = r2c2 \ln(U2 / U1) \quad (1.5)$$

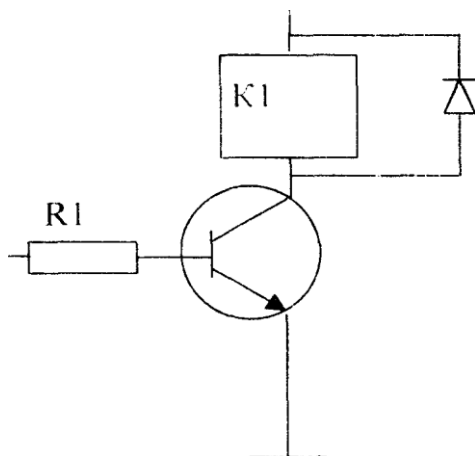
Напруга U2 – дорівнює напрузі живлення (5В), а U1 - дорівнює порогу спрацьовування елементу (Uип-3В оскільки конденсатор включений не на загальну шину а на +5В живлення) 2В.

$$T = 100 \text{ Ом} * 0,000\,001 \text{ }\Phi * \ln(5 / 2) = 0,000\,091\,629 \text{ сік}$$

Тривалість машинного циклу 0,000001 сек. Для перезаряду необхідне $0,000091629 / 0,000001 = 91,629$ або округляє до цілого 92 машинних циклів. Дану умову необхідно врахувати в програмі при формуванні імпульсу скидання схеми контролю зависання.

					СУдн-72П.151.02.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

1.4.4 Розрахунок ключа управління вихідним реле. В даному випадку вибираємо типову схему простого ключа, представлену на малюнку 1.6. Як вихідне реле потрібно вибрати реле із струмом комутації до 1А і напруги 220В. Тут підходять реле РЕС-6 (струм до 6А напруга до 300В). Реле виберемо з одним контактом на перемикання, і напругою спрацьовування 10В. Це реле з номером паспорта Рфо.452.145. Опір обмотки 200 Ом, струм спрацьовування 50 мА. відпуски 12 мА. Для даного випадку розрахуємо ключ управління.



Малюнок 1.6 Схема ключа управління вихідним реле

Прийнято розрізняти наступні режими роботи ключа: режим відсічення; нормальний активний: інверсний активний; режим насичення. Транзисторний ключ але до своєї схеми подібний транзисторному підсилювачу з ОЕ. Проте по виконуваних функціях і режимах роботи активного елементу він істотно відрізняється від підсилювального каскаду.

Транзисторний ключ (ТК) виконує функції швидкодіючого ключа і має два основні стани: розімкнене, якому відповідає режим відсічення транзистора, і замкнуте, яке характеризується режимом насичення транзистора, або режимом близьким до нього

Протягом процесу перемикання транзистор працює в активному режимі. Процеси в ключовому каскаді носять нелінійний характер.

У закритому стані (режим відсічення) стан транзистора описують вирази:

$$I_k \text{ Грама } I_{k\text{бо}}; \quad (1.6)$$

$$I_{\text{э н}} = (h_{21\text{эI}} / h_{21\text{эI}}) * I_{k\text{бо}}; I_{\text{б н}} = I_{k\text{бо}} \quad (1.7)$$

$$U_{k\text{э}} = E_k - I_{k\text{бо}} * R_{k\text{э}} E_k; \quad (1.8)$$

$$R_T = U_{k\text{э}} / I_{k\text{бо}} \text{ Гек } / I_{k\text{бо}} - \text{ як правило не менше } 100 \text{ кОм. } \quad (1.9)$$

Із зменшенням до нуля напруги прикладеного до бази, транзистор продовжує залишатися в замкнутому стані, але його струми декілька зміняться.

$$I_{\text{б н}} = I_{k\text{бо}} \quad (1.10)$$

$$I_{\text{э}} U_{h_{21\text{эI}}} * I_{k\text{бо}}; \quad (1.11)$$

$$I_k U_{-(1 + h_{21\text{эI}})} * I_{k\text{бо}}; \quad (1.12)$$

Глибина відсічення, а також струми емітера і колектора залежать від значення опору, включеного в ланцюг бази. Це обумовлено тим, що в базовій цінуй протікає струм зворотноміщених переходів транзистора, який створює додаткове падіння напруги на опорі R1.

Рівень вхідної напруги ключа повинен забезпечити надійне замикання ключа в режимі відсічення. Вводити транзистор в режим глибокого відсічення небажано, оскільки збільшується час розсмоктування і як наслідок час перемикавання.

У включеному режимі (режим насичення) основними характеристиками ключа є напруга Uкэ в режимі насичення, струм протікає через транзистор, вхідну напругу і струм, при якому транзистор увійде до режиму насичення.

Напруга, на вході ключа з урахуванням падіння на R1, має бути достатнє для надійного відмикання транзистора. Для виходу ТТЛ типові рівні вихідної напруги $U_{0\text{вих}} \leq 0,4\text{В}$, $U_{1\text{вих}} \geq 2,5\text{В}$.

Для початку розрахунку необхідно розрахувати струм що протікає через транзистор і вибрати тип приладу. Напруга насичення транзистора середньої потужності зазвичай знаходиться в межі 0,8-1 Ст.

Приведемо розрахунок з коментарями.

Джерело живлення, як видно з характеристик реле доведеться використовувати додатковий, напругою 12В.

Розрахуємо проміжні параметри і виберемо тип транзистора.

$$I_{кэ} = (U_{ип} - U_{кэ\text{нас}}) / R_H ; \quad (1.13)$$

Виходячи з наших даних маємо

$$I_{кэ} = (12 - 0,6) / 200 = 0,057\text{А}$$

При цьому потужність виділяється на транзисторі в режимі насичення

$$P_K = I_{кэ} * U_{кэ\text{нас}} \quad (1.14)$$

$$P_K = 0,057 * 0,6 = 0,0342 \text{ Вт}$$

Виходячи з даних виберемо транзистор. Непогано підходить Кт503а. Струм колектора $I_{к\text{max}} = 0.15\text{А}$, $U_{кэ\text{гр}} = 40\text{В}$, $h_{21э} = 40-120$, $I_{кбо} = 0,001 \text{ мА}$, $U_{кэ\text{нас}} = 0,6\text{В}$, $P_K = 350\text{мВт}$.

Для режиму насичення транзистора розрахуємо струм бази.

$$I_{к\text{нас}} < I_{к} = I_{б} * h_{21э} ; \quad (1.15)$$

$$I_{б} = 2 * (I_{к} / h_{21э}); \quad (1.16)$$

$$I_{б} = 2 * (0,057/40) = 0,001425 = 1,425 \text{мА}$$

$$R_1 = (U_{вх} - U_{бэ\text{нас}}) / I_{б} ; \quad (1.17)$$

$$R_1 = (2,5 - 0,8) / 0,001425 \text{А} = 1192,98 \text{ Ом}$$

Із стандартного ряду можна вибрати 1200 Ом. Тоді уточнюємо

$$I_{б} = (U_{вх} - U_{бэ\text{нас}}) / R_1 \quad (1.18)$$

$$I_{б} = (2,5 - 0,8) / 150 = 0,01467 \text{А} = 1,467 \text{ мА}.$$

Розглянемо закритий стан ключа. У цьому стані $I_{кбо}$ не повинне перевищити значення замикаючого струму.

$$- (U_{вх\text{отс}} - U_{бэ\text{отс}}) / R_1 > I_{кбо} ; \quad (1.19)$$

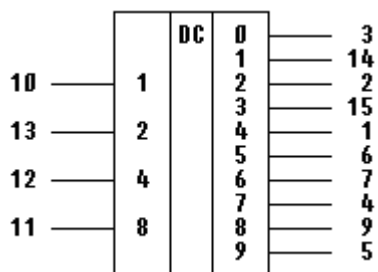
$$-(0,4 - 0,6) / 1200 = 0,0001667 \text{А} = 0,1667 \text{мА} > 0,001 \text{ мА}.$$

Як видно з розрахунку вибраний транзистор задовольняє вимогам повністю.

Оскільки реле має обмотку, то при відключенні виникає напруга самоіндукції в обмотці. Ця напруга може перевищити граничну допустиму зворотну напругу переходу транзистора. Тому обмотка зашунтирована діодом у зворотному напрямі. Як діод підійде Кд208.

1.4.5 Синтез схеми формування читання запису портів введення-виводу. Як порти введення-виводу використовуються восьмирозрядні регістри. Для прочитування з порту необхідно сформувати сигнал запису в порт даних, а потім сигнал дозволу передачі даних на вихід порту (шину даних).

Байт, що виводиться в циклі запису, заноситься в P0 безпосередньо перед активацією сигналу WR і залишається незмінним до закінчення цього сигналу. У циклі читання дані на виводах P0 для достовірного прочитування мають бути сталими до моменту закінчення сигналу RD. Очевидно що між установкою адреси і сигналом WR або RD проходить не менше 1/12 машинного циклу або 1 мкс. Час запису інформації в регістр складає близько 25 нс. Це дозволяє використовувати сигнал адресації порту для запису в нього зовнішніх даних безпосередньо перед читанням їх в мікроконтролер. Оскільки у нас необхідно адресувати 6 портів і 2КБайт ПЗП і ОЗУ, то очевидно необхідно використовувати дешифратор, для того, що б використовувати не 6 біт шини адрес а 3. Оскільки $2^2 < 6 < 2^3$. Сформувавши адресу порту мікроконтролер однозначно звертається до цього порту. Для дешифровки адреси необхідний двійковий дешифратор 3-8 або 4-16 без інверсії вихідних сигналів. У зв'язку з відсутністю в серії K1533 таких ІС використовувався K561ід1. На рис.6 приведена схема K561ід1, а в таблицях 3 і 4 призначення виводів і таблиця істинності. Як бачимо це дешифратор двійкової коди в десятковий. Але ми використовуємо тільки його як дешифратор 3 в 8. На старший вхідний розряд подамо рівень логічного нуля. Самий молодший вихідний розряд так само використовувати не будемо, оскільки за наявності всіх логічних нулів на вході, він знаходиться в активному стані. Дана комбінація (низькі логічні рівні на входах)



Малюнок 1.7 Схема дешифратора K561 Ід1

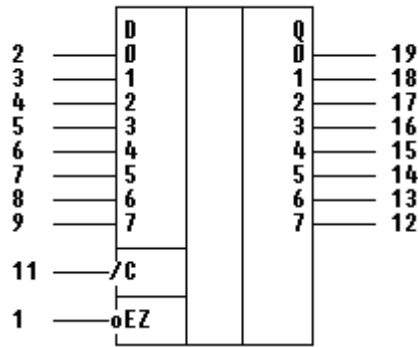
Таблиця 1.3 Призначення виводів дешифратора К561 Ід1

№ выв.	Назначение	№ выв.	Назначение
1	Выход	9	Выход
2	Выход	10	Вход
3	Выход	11	Вход
4	Выход	12	Вход
5	Выход	13	Вход
6	Выход	14	Выход
7	Выход	15	Выход
8	Общий	16	Исс

Таблиця 1.4 Таблиця істинності дешифратора К561 Ід1

Входы				Выходы									
8	4	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

буде. Коли мікроконтролер не звертається до портів. В цей час він може звернутися до пам'яті. Через дешифратор також звертатимемося до ЖКИ модуля виведення інформації.



Малюнок 1.8 Схема K1533 Ip27

Таблиця 1.5 Призначення виводів K1533 Ip27

№ вив.	Назначение	№ вив.	Назначение
1	Вход разрешения снятия состояния высокого импеданса с выхода	11	Тактовый вход
2	Информационный вход	12	Информационный выход
3	Информационный вход	13	Информационный выход
4	Информационный вход	14	Информационный выход
5	Информационный вход	15	Информационный выход
6	Информационный вход	16	Информационный выход
7	Информационный вход	17	Информационный выход
8	Информационный вход	18	Информационный выход
9	Информационный вход	19	Информационный выход
10	Общий	20	Ucc

Розібравшись з роботою дешифратора, розробимо схему запису і читання в регістри портів введення-виводу.

Розглянемо роботу регістра клямки, використовуваного як порт.

Мікросхема K1533ip27 є восьмирозрядним регістром з уможливленнями виходами для управління великою ємкістю або низькоомним навантаженням. Базовий елемент мікросхеми D-триггер. При подачі позитивного перепаду на вхід 3 відбувається запис в нього інформації з входу

D. Високий рівень на вході EZ переводить виходи мікросхеми у високоімпендансное стан.

Таблиця 1.6 Режимів роботи регістра K1533 Ip27

ВХОДЫ			ВЫХОДЫ	РЕЖИМ РАБОТЫ
Z	C	Dn	Q0-Q7	
L	LtoH	L	L	защёлкивание и считывание из регистра
L	LtoH	H	H	защёлкивание и считывание из регистра
L	L	x	Qo	хранение информации
H	x	x	Z	защёлкивание в регистр, разрыв выходов

Запишемо таблицю станів вхідних вихідних сигналів.

Сигналом X1 позначимо сигнал дешифрованої адреси, а X2 сигнал запису. Вихідний сигнал позначимо Y. Таблиця має наступний вигляд

Таблиця 1.7 Відповідність вхідних і вихідних сигналів

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Всі набори, на яких функція набуває значення 1, називатимемо одиничними, або робочими. Набори, на яких функція набуває значення 0, називатимемо нульовими, або забороненими.

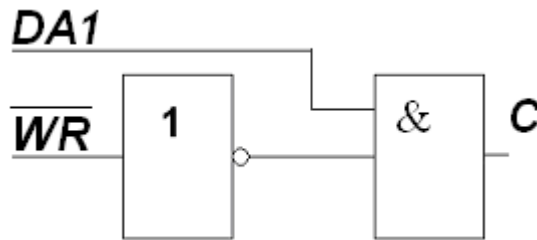
Для того, щоб по таблиці істинності знайти функцію Y, досить виписати всі одиничні набори і з'єднати їх знаком диз'юнкції.

Таким чином

$$Y = X1X2'$$

У зв'язку з простотою отриманої функції мінімізувати її немає сенсу.

В результаті отримуємо наступну схему зображену на рис.1.9.



Малюнок 1.9 Схема звернення до порту виводу

Вихідний сигнал підключається до вхідного сигналу регістра С. Запис відбувається по передньому фронту.

Аналогічно для читання порту.

Запишемо таблицю станів вхідних вихідних сигналів.

Сигналом X1 позначимо сигнал дешифрованої адреси, а X2 сигнал читання. Вихідний сигнал позначимо Y. Таблиця має наступний вигляд

Таблиця 1.8 Таблиця станів вхідних і вихідних сигналів

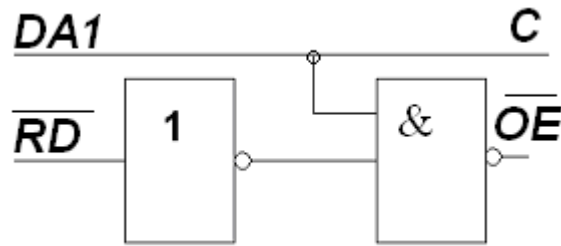
X1	X2	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Тут є сенс записати однозначну комбінацію

$$Y' = X1X2'$$

Функція виходить проста і очевидна, тим більше що елементи 2И-НЕ є в наборі серії IC K1533, реалізація її не представляє труднощів.

В результаті отримуємо наступну схему, представлену на мал. 1.10.



Малюнок 1.10 Схема управління для читання порту

Сигнали на схемі відповідають сигналам управління регістром. Як розглядалося раніше сигнал Z_i встановлюється раніше сигналу OE' . Це використовується для запису вхідних сигналів в регістр. По сигналу OE' відбувається вивід на шину даних вмісту регістра.

Оскільки портів декілька і сигнали читання і запису видавані з мікроконтролера необхідно інвертувати, то має сенс інвертувати обидва сигнали і потім використовувати у формувачах вже інвертовані сигнали читання і запису. Це дозволить зменшити кількість мікросхем.

1.4.6 Розрахунок вузла гальванічної розв'язки і перетворення рівнів вхідних сигналів. Як було викладено раніше, оскільки напруга сигналів має значну величину (220В) вони є небезпечними для людини, і виникає необхідність їх гальванічної розв'язки з ланцюгами системи комутації обмоток силових трансформаторів. Для гальванічної розв'язки скористаємося оптопарами. Виберемо поширену АОУ-115, що має наступні характеристики:

Кількість каналів:	1
Постійна пряма вхідна напруга $U_{вх.}, В$:	2
при вхідному струмі $I_{вх.}, мА$:	20

Максимальний вхідний струм $I_{вх.макс.}$, мА:	30
Максимальний імпульсний вхідний струм $I_{вх.имп.макс.}$, мА:	60
Вихідний каскад:	фотодіод
Максимальний вихідний струм $I_{вих.макс.}$, мА:	100
Час наростання вихідного сигналу $t_{нр.}$, мкс:	10
Час спаду вихідного сигналу $t_{сп.}$, мкс:	200
Максимальна напруга ізоляції, В:	1500
Робоча температура, З:	-45...55

Схема представлена на малюнку 1.11

Необхідно розрахувати значення опорів у вхідному і вихідному ланцюгах. Оскільки вихід навантажений вхідним опором регістра K1533ip27, то необхідно враховувати вхідні струми. Для серії K1533 вхідні струми не більш 0,4мА. Розрахуємо опір R1.

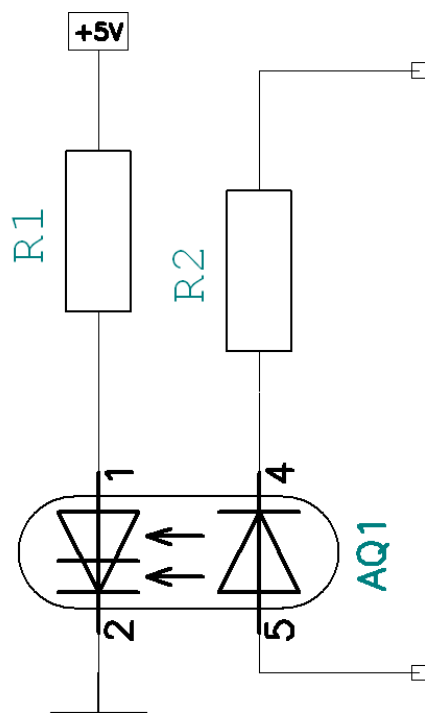
Для початку необхідно вибрати струм що протікає через резистор. Оскільки навантажений він буде струмом 0,4мА, і сигнал на вході елемента не має бути менше 4,5В. Для надійного визначення логічної 1. Згідно закону Ома:

$$R=U/I \quad (1.20)$$

Де в даному випадку

$$U = U_{ип} - U_{\ll 1 \gg} = 5 - 4,5В = 0,5В \quad (1.21)$$

Звідси



Малюнок 1.11 Схема вхідних перетворювачів рівня сигналу і гальванічної розв'язки

$$R=0,5В/0,4мА < 1,25 \text{ Кому} \quad (1.22)$$

Можна вибрати із стандартного ряду 1 кОм, з урахуванням можливої погрішності його виготовлення.

Перевіримо, чи не перевищив вихідний струм, допустимий через оптопару. Прийmemo падіння напруги на оптопарі рівним 0,5В. Тоді

$$I = (U_{\text{пит}} - 0,5) / R \quad (1.23)$$

$$I = (5\text{В} - 0,5\text{В}) / 1\text{кОм} = 4,5\text{мА}.$$

Максимальний вихідний струм оптопарі рівний 100 мА. Відповідно розрахований резистор задовольняє вимогам, що пред'являються.

Розрахуємо потужність розсіювану на резисторі.

$$P = UI \quad (1.24)$$

де U – падіння напруги на резисторі

I – струм протікає через резистор.

$$P = (5\text{В} - 0,5\text{В}) * 4,5\text{мА} = 20,25 \text{ мВт} = 0,02025\text{Вт},$$

Потужність резистора із стандартного ряду 0,125 Вт.

Аналогічно для резистора вхідного ланцюга. Напруга вхідне 220В, падіння напруги на вході 2В, при вхідному струмі 20мА.

$$R = (U_{\text{сигн}} - U_{\text{вх}}) / I_{\text{вх}} \quad (1.25)$$

Де в даному випадку

$$U_{\text{сигн}} = 220\text{В}$$

$$U_{\text{вх}} = 2\text{В} \text{ при } I_{\text{вх}} = 20\text{мА}.$$

$$R = (220\text{В} - 2\text{В}) / 20\text{мА} = 10,9 \text{ кОм}$$

Із стандартного ряду вибираємо 10 кОм.

Перевіримо чи не перевищить значення максимальний струм (30мА)

$$I_{вх} = (220В-2В)/10кОм = 21,8мА.$$

Розрахуємо потужність, що розсіюється на резисторі.

$$P=(220В-2В)*21,8 мА = 4752,8 мВт = 4,7528 Вт$$

Потужність резистора вибрана із стандартного ряду 5 Вт. [7]

1.5 Розробка блок-схеми програмного забезпечення

1.5.1 Розробка програмної моделі системи. Для роботи електронної системи комутації обмоток силових трансформаторів, як і для роботи будь-якої мікропроцесорної системи, необхідне програмне забезпечення, згідно якому працює ця система. Програмне забезпечення проводить попереднє налаштування системи (запис констант, перевірка контрольних сум, і тому подібне), визначає реакцію на вхідні сигнали, і внутрішні стани, виводить вихідні сигнали і тому подібне

Спершу, виходячи з схеми електричною принциповою, розробимо програмну модель системи. Програмна модель є системою у вигляді набору регістрів, розташованих по певних адресах. Програма звертається до регістрів, і проводить прочитування або запис даних. Таким чином відбувається налаштування пристроїв (Модуля ЖКИ), введення зовнішніх сигналів (порти введення, АЦП), виведення сигналів управління (порт виводу). Сама БІС мікроконтролера так само має набір спеціальних регістрів і регістрів загального призначення, які управляють її роботою і використовуються для обчислень, пересилки даних, управління, організації переривань. Оскільки набір цих регістрів стандартний для кожного типу

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						47
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

мікроконтролера і описаний в документації, то розглядати спеціально не будемо.

Згідно схем принциповою електричною, структурною і функціональною маємо наступні пристрої, що входять в систему і вимагаючи звернення до них для налаштування і читання або записи даних:

- зовнішнє незалежне ОЗУ;
- зовнішній ПЗП;
- АЦП (3 шт);
- реєстри (порти) введення даних від АЦП (3 шт);
- реєстр (порт) введення цифрових сигналів;
- реєстр (порт) виведення сигналів управління;
- ЖКИ модуль виведення інформації;
- порт клавіатури .

Порт клавіатури є стандартним портом P1 БІС мікроконтролера. Тому він має стандартне ім'я P1 і команди роботи з портами мікроконтролера.

Згідно схем незалежне ОЗУ використовує адресний простір розміром 2 Кбайт (адреси A0-a10) і сигнал управління вибірки кристала A11. Тому Для звернення до нього біт адреси A11 винен знаходитися в активному стані. Адресний простір буде знаходитися в межах (2¹¹ +1) і 2¹² або в шістнадцятковій системі 0800H-0FFFH.

Аналогічно ПЗП має адресний простір в межах 0000H-07FFFH.

Для формування сигналів звернення до останніх пристроїв використовується дешифрування трьох бітів адреси A12-a14. Відповідно з трьох розрядів отримаємо 8 сигналів. Запишемо відповідність стану бітів адрес сигналам вибірки пристроїв в таблиці 1.9.

Виходячи з викладеного вище (адресація незалежного ОЗУ), очевидно сигнал A11 винен знаходитися в неактивному стані, щоб не було конфлікту пристроїв. Стан решти біт шини адреси (A0-a10) байдуже. Цей момент важливий при адресації модуля ЖКИ, оскільки на програмному рівні

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						48
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

він є 2 регістром, і відповідно для їх адресації додатково до сигналу вибірки кристала використовується лінія адреси A0.

З вищевикладеного виходить, що програмна модель електронної системи комутації обмоток силових трансформаторів є

Таблиця 1.9 Відповідність бітів адрес A12-a14 сигналам вибірки пристроїв

Стан сигналів адрес			Відповідний пристрій
A14	A13	A12	
0	0	0	Не використовується
0	0	1	Звернення до порту введення (DD12)
0	1	0	Звернення до порту введення (DD13)
0	1	1	Звернення до порту введення (DD14)
1	0	0	Звернення до АЦП (оцифрування сигналу) і запису в порти введення (регістри DD12 -DD14)
1	0	1	Звернення до порту введення (DD15)
1	1	0	Звернення до порту виводу (DD16)
1	1	1	Звернення до модуля ЖКИ

набір стандартних регістрів БІС мікроконтролера і регістрів пристроїв системи, що знаходяться по наступних адресах:

0000H - 07FFH - ПЗП; 0800H - 0FFFH – ОЗУ;

1000H – звернення до порту введення (DD12);

2000H - звернення до порту введення (DD13);

3000H - звернення до порту введення (DD14);

4000H - звернення до АЦП (оцифрування сигналу) і запису в порти введення (регістри DD12 -DD14);

5000H - звернення до порту введення (DD15);

6000H - звернення до порту виводу (DD16);

7000H – звернення до регістрів управління модуля ЖКИ ;

7001H - звернення до ОЗУ ЖКИ модуля при записі/читанні даних.

1.5.2 Розробка блок-схеми алгоритму роботи програмного забезпечення. Блок схема алгоритму складатиметься з наступних частин:

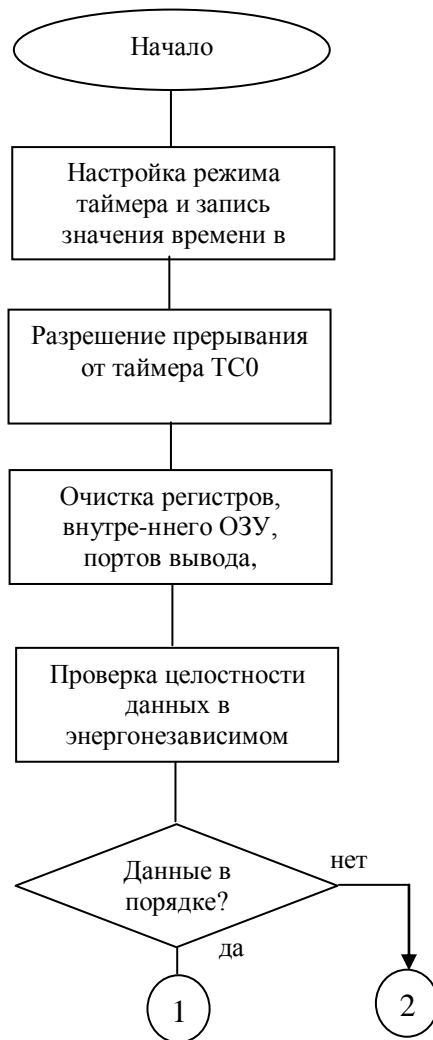
- ініціалізація системи (налаштування мікроконтролера, перевірка контрольних сум, установка початкових значень);

- основна програма;

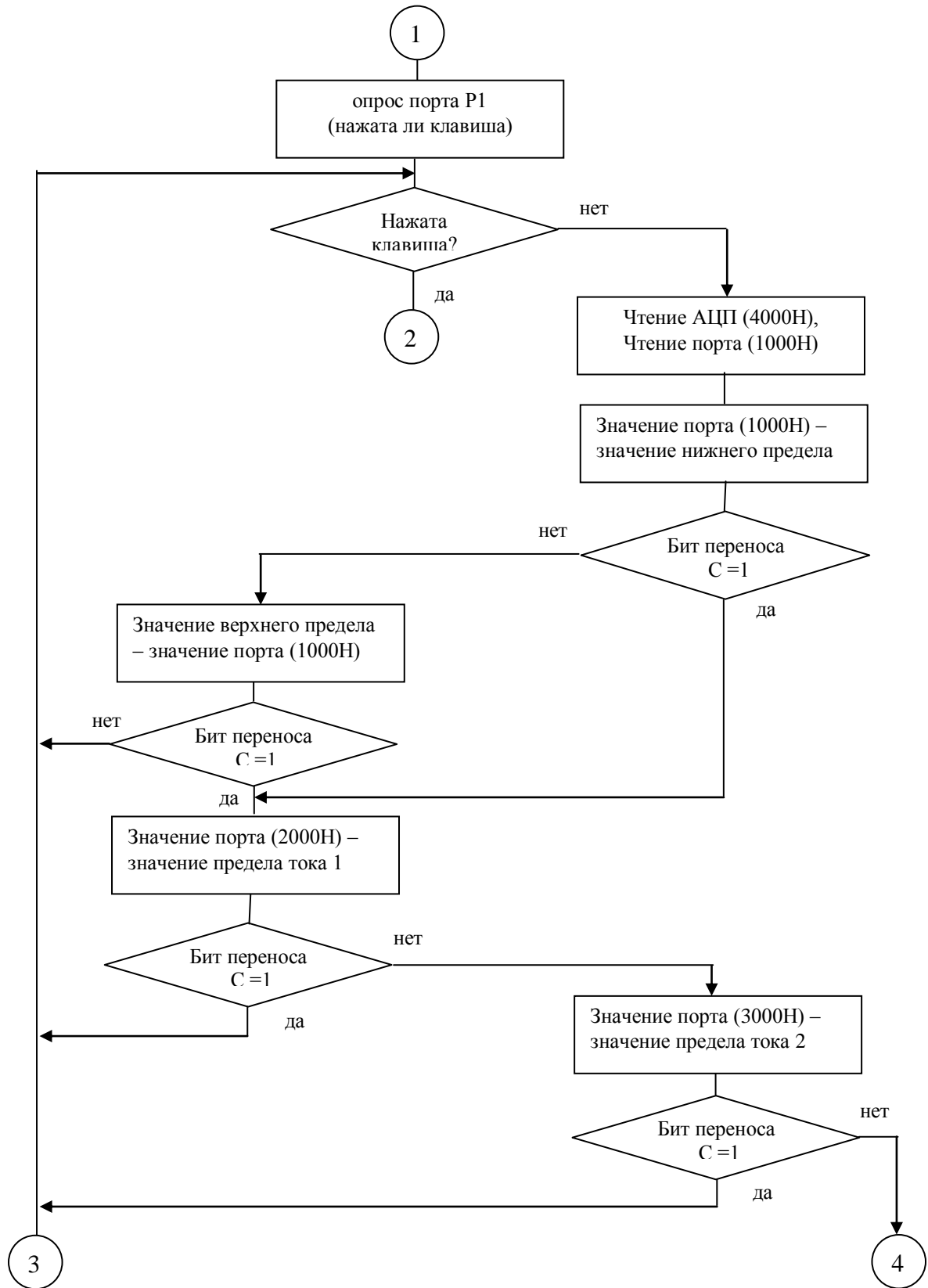
- підпрограма налаштування системи (робота з меню);

- підпрограма виконання переривання.

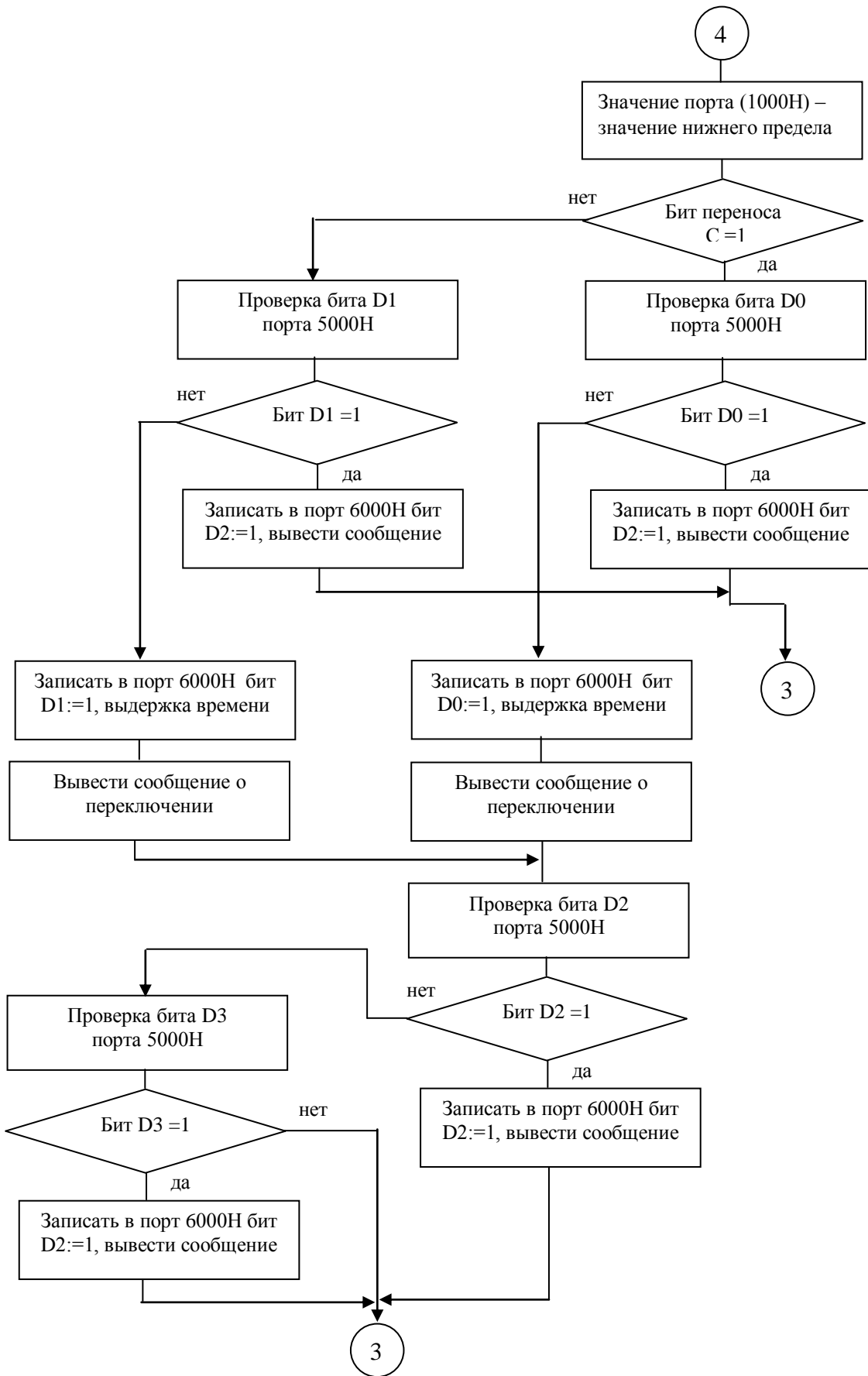
При включенні системи або після сигналу скидання система проводить ряд внутрішніх налаштувань мікроконтролера, перевіряє цілісність даних в незалежному ОЗУ, і тому подібне



Малюнок 1.12 Блок-схема алгоритму роботи системи (ініціалізація)



Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата



Малюнок 1.13 Блок-схема алгоритму роботи системи

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

Підпрограма переривання виводить в порт P1.7 низький рівень тривалістю 100 тактів, для роботи схеми контролю зависання. Вона виконує запис значення бита в порт, чекає 100 тактів (наприклад 100 циклів NOP), записує знову константу в регістри таймера, біт дозволу переривання від таймера і повертає управління основній програмі.

При введенні даних в модуль ЖКИ, рядки-повідомлення з адресного простору ПЗП пересилаються в модуль. Модуль відображає і регенерує інформацію на табло самостійно. [11]

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						54
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧЕСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розробка конструкції системи автоматичного регулювання напруги силових трансформаторів

Будь-яким радіотехнічним пристроєм є набір радіодеталей і модулів сполучених згідно схеми. Існує декілька методів виконання з'єднань і закріплення деталей, але найбільш ефективним є застосування друкарського монтажу. В цьому випадку на спеціально виготовлену друкарську плату встановлюються деталі і закріплюються за допомогою паяння. Крупні деталі також можуть кріпитися спеціальними кріпильними елементами (гвинтами, шурупами, скобами). На друкарській платі вже виконані всі з'єднання. Це дозволяє збільшити жорсткість конструкції, надійність, технологічність виготовлення і ін.

При розробці друкарської плати необхідно вирішити наступні завдання:

1. Конструктивні:

- розміщення елементів на друкарській платі;
- визначення посадочних місць під елементи;

2. Схемотехніки

- трасування друкарських провідників;
- мінімізація довжини провідників і кількості шарів плати;

3. Радіотехнічні:

- розрахунок параметрів ліній зв'язку;
- розрахунок паразитних зв'язків;

4. Теплотехнічні:

- температурний режим елементів і друкарської плати;
- відведення тепла;

5. Технологічні:

- вибір методу виготовлення.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						55
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Оскільки вищеперелічені завдання тісно взаємозв'язані, то необхідно підходити комплексно до їх рішення.

Основою конструкції електронної системи є друкарська плата, на яку встановлені компоненти. За допомогою гнучких провідників підключена клавіатура і ЖКИ модуль виведення інформації. Хоча система матиме власний корпус бажано враховувати і по можливості використовувати уніфіковані розміри конструктиву «Євромеханіка». [10]

2.2 Розробка друкарської плати

2.2.1 Вимоги, що пред'являються до друкарської плати. Друкарська призначена для установки компонентів схемотехнік і їх електроз'єднання. Основний метод геометричної компоновки мікросхем і ЕРЕ — площинна багаторядність. Мікросхеми з штырьковими виводами встановлюють з одного боку друкарської плати. Мікросхеми з планарними виводами, безкорпусні мікросхеми і ЕРЕ допускається встановлювати з двох сторін монтажної плати. Внутрішні електричні з'єднання у виконуються друкарськими провідниками, дозволено використання навісного монтажу. На платі виділяються зони установки мікросхем і краєві поля. Краєве поле призначене для елементів контролю, кріплення лицьової панелі, установки елементів зовнішньої електричної комутації. Так само по ним може здійснюватися фіксація в тих, що направляють блоку. Значення краєвих полів, що рекомендуються:

- для кріплення передньої панелі > 10 мм;
- для елементів зовнішньої комутації $> 12,5$ мм;
- для тих, що направляють $> 2,5$ мм.

Крок установки мікросхем на друкарській платі залежить від розмірів їх корпусів, необхідній щільності компоновки, температурного режиму і методу розробки топології друкарських плат (ручний або машинний). При дотриманні теплового режиму мікросхеми рекомендується орієнтувати щодо

					СУдн-72П.151.02.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		56

краєвого поля зовнішньої електричної комутації з урахуванням напрямку повітряного потоку. Для обліку напрямку повітряного потоку допускається їх поворот на 90° .

Кріплення мікросхем і ЕРЕ здійснюють в основному паянням їх виводів, причому незадіяні контакти необхідно запаювати для підвищення ж-сткості кріплення. Мікросхеми з планарними выводами можна встановлювати за допомогою клею і лаку. Їх виводи припаюють до контактним майданчиків. Корпуса мікросхем, устанавлювані із зазором, кріплять за рахунок паяння або приварювання виводів до контактним майданчиків. Корпус мікросхеми з планарними выводами приклеюють не-посередственно на монтажну плату або на прокладку. Прокладка може бути з тонкого склотекстоліту товщиною $h=0,3$ мм або металева (мідь, алюміній, їх сплави), $h = 0,2...0,5$ мм. Металева прокладка служить також як тепловідвідна шина. Для її ізоляції від поверхні плати використовують спеціальну плівку. При високих вимогах до постійності температурного градієнта і великої питомої потужності, що виділяється мікросхемами, замість металевої прокладки можна застосовувати металеву пластинку завтовшки 2 мм з вікнами для виводів мікросхем. Фрагмент

Гібридні мікросхеми підвищеного ступеня інтеграції рекомендується кріпити компаундом. Навісні ЕРЕ слід устанавлювати в посадочних місцях мікросхем. Мікросхеми з штырьковими выводами вмонтовують із зазором 1...2 мм, можлива їх установка на ізоляційних прокладках завтовшки 1,5 мм, які кріплять за допомогою клеїв або лаків. Штырьковіє виводи мікросхем і ЕРЕ упаюють в металізовані отвори, використовувані як перехідні і для реалізації зовнішніх роз'ємних і нероз'ємних електричних з'єднань.

Центри металізованих і кріпильних отворів на печатній платі повинні розташовуватися у вузлах координатної сітки. Останню застосовують для визначення положення друкарського монтажу і інших елементів

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						57
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

(мікросхем, ЕРЕ, контактів друкарських роз'ємів і т. д.). Основний крок координатної сітки равен 2,5 мм, допускається крок 1,25 і 0,5 мм.

Центри отверстий під виводи мікросхем при відстані між їх осями, не кратній кроку координатної сітки, розміщують згідно размерам, вказаним в кресленнях на дані елементи. При цьому повинні дотримуватися наступні вимоги:

- отвір, в яке впаивається перший вивід, повинен збігатися з вузлом сітки, центри інших отворів повинні знаходитися на одній з вертикальних або горизонтальних ліній координатної сітки.

- отвори, службовці, для електромонтажу повинні мати контактні площадки.

Мікросхеми в корпусах з планарними виводами устанавлюються на платі відповідно до їх розмітки з урахуванням симметричного розташування виводів щодо контактних майданчиків. Контактний майданчик або металізоване отверстие під перше виведення мікросхеми повинні мати «ключ».

2.2.2. Конструювання друкарської плати. Ширину друкарських провідників необхідно витримувати однаковою по всій довжині. Класи точности друкарського малюнка по ГОСТ 23751—86 приведені в таблиці. 2.2

При розробці конструкції друкарської плати необхідне рассчитувать такі елементи друкарського монтажу, як мінімальний і максимальний діаметри контактних майданчиків, мінімальне расстояние для прокладки п-го числа провідників між двома сусідніми отворами, діаметр отвору до і після металізації. При конструюванні багат шарової друкарської плати визначають також число її шарів, їх структуру і відстані між шарами. Основні співвідношення і початкові дані для розрахунку друкарського монтажу приведені в ГОСТ 23751—86.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						58
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 2.1 Матеріалів для друкарських плат

Матеріал	Марка	Тип друкарської плати	Метод виготовлення
Фольгирований ге-тинакс	ГФ-1-35 ГФ-2-35 ГФ-1-50 ГФ-2-50	опп і дпп	Хімічний
Фольгирований склотекстоліт	СФ-1-35 СФ-2-35 СФ-1-50 СФ-2-50 СФ-1Н-50 СФ-2Н-50 СФ-1-35Г СФ-2-35Г СФ-1-50Г СФ-2-50Г СФ-1Н-50Г СФ-2Н-50Г	опп і дпп	Комбінований позитивний
Фольгирований склотекстоліт підвищеної нагрівостійкості	СФПН-1-50 СФПН-2-50	опп і дпп підвищеної нагрівостійкості	Комбінований позитивний
Склотекстоліт	СТЕФ-1-2ЛК		Електрохімічний
Фольгирований діелектрик для полу-аддитивної технології	Слофадіт	ДПП	
Фольгирований діелектрик	ФДМ-2	ГПП	Комбінований позитивний
Теплостійкий фольгирований склотекстоліт	СТФ-1 СТФ-2	ДПП, ГПП, МПП	Комбінований позитивний, металізація крізних отворів
Фольгирований склотекстоліт, що труїться	ФТС-1 ФТС-2	МПП і ГПП	Металізація крізних отворів
Прокладка склоткань	СПТ-3	МПП	

Примітка. Товщина фольги 35; 50 мкм, фольгированного діелектрика 0,1; 0,2; 0,25; 0,5 мм, фольгированого склотекстоліту 0,5... 3,0 мм, фольгированного гетинаксу 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм.

Таблиця 2.2 Класів точності виготовлення друкарських плат

Параметри елементів друкарського монтажу і їх умовне позначення	Розміри, мм елементів провідного малюнка для класів точності				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Ширіна провідника T	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
Відстань між краями сусідніх елементів провідящего малюнка S	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
Гарантійний поясочок Bm	0,30	0,20	0,10	0,05	0,025
Відношення мінімального діаметру металізованого отвору до товщини плати j	0,40	0,40	0,33	0,25	0,20

Для друкарських плат розміром більше 240x240 мм допускається тільки 1-й клас щільності, для плат розміром менше 240x240 мм в більше 170X170 мм —. 1-й і 2-й класи.

контактними майданчиками; S —расстояние між сусідніми елементами друкарського монтажу; $t_{тр}$ — крок трасування. Виходячи з мал. 2.1, відстань між осями двох сусідніх майданчиків

$$l=0,5(D_{к1}-D_{к2})+nT+(n+1)T_1S < kh \quad (2.1)$$

де $k=1, 2, 3 \dots$ —число кроків координатної сітки між осями сусідніх контактних майданчиків;

h — крок координатної сітки;

T_1 — позиційний допуск розташування друкарського провідника.

На мал. 2.2 зображений контактний майданчик з урахуванням погрішності $d_{ш}$ розташування елементів провідного малюнка щодо координатної сітки на фотошаблоні, погрішності $d_э$ розташування елементів при експонуванні і значення відхилення до центру отвору при свердленні, обумовленого точністю верстата. Тут O —номінальне положення центру контактного майданчика і отвору; O_1 — можливе положення центру контактного майданчика із-за неточності виготовлення фотооригіналу; O_2 —возможное положення центру контактного майданчика в готовій платі або на шарі МПП; O_3 — можливе положення центру отвору. На даному малюнку показана тільки частина погрішностей, їх вигляд і кількість залежать від методу виробництва друкарських плат. Для ДПП, що виготовляються електрохімічним методом, а також внутрішніх і зовнішніх шарів МПП, що отримуються відповідно хімічним і комбінованим позитивним методами, окрім вказаних враховують наступні погрішності:

$e_{Dш}$ —изготовления вікна або лінії на фотошаблоні;

d_l —положення базового отвору у фотошаблоні

d_d —диаметра отвори (визначається точністю изготовления-заточки свердла, пуансона);

$d_з$ —расположения базових отворів на заготівці;

$d_в$ —базирования плат на свердлувальному верстаті, штампі;

дм—положення контактного майданчика на шарі із-за нестабільності лінійних розмірів;

Ге—діаметра контактного майданчика фотокопії при експонуванні.

З урахуванням цих погрішностей мінімальний діаметр контактного майданчика, що забезпечує, задана відстань Вм від краю просверленого отвору до краю контактного майданчика даного отверстия:

$$Dk_{\min} = 2B_m + d_0 + 1,5h_{\phi} + 2d_{\text{дл}} + C_6 \quad (2.2)$$

де d0—номинальний діаметр металізованого отвору (вибирається по ГОСТ 10317-79

hφ — товщина фольги;

dл=дмL/100 — зміна довжини друкарської оплати із-за нестабільності лінійних розмірів (L—размер більшої сторони друкарської плати);

C6 - для першого класу точності Cб=0,65 мм, для другої і третього мм Cб==0,3).

Значення Вм визначається, з таблиці. 2.2 для заданого класу точності монтажу. Максимальний діаметр контактного майданчика

$$Dk_{\max} = 2B_m + d_0 + 1,5h_{\phi} + 2d_{\text{дл}} + C_7 \quad (2.3)$$

де C7 - 0,77 мм, для першого класу точності і 0,35 мм для другого і третього класів точності).

Мінімальна відстань для прокладки n провідників між двома контактними майданчиками металізованих отворів повинна забезпечуватися при максимальному діаметрах контактних майданчиків і максимальній ширині друкарського провідника з урахуванням погрішності дш.

Задавшись умовою, щоб між двома контактними майданчиками з кроком 2,5 мм можна було провести провідник, вибираємо плату 3 класи точності, і відповідно розрахувавши необхідні співвідношення.

					СУдн-72П.151.02.ПЗ	Лист
						63
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Завдання розміщення елементів і трасування плати істотно спрощується якщо використовувати САПР. У даній роботі для цих цілей використовувалася САПР Pcad2002.

Дана САПР дозволяє створювати бібліотечні елементи (мікросхеми і т.д), будувати з них схему електричну принципову. На основі принципової схеми генерується список зв'язків, який передається в редактор друкарських плат. При завантаженні списку зв'язків завантажуються корпуси елементів з бібліотеки і встановлюється відповідність зв'язків між ними.

Далі за допомогою зовнішньої програми ACCEL SPECTRA і внутрішнього інтерактивного засобу розміщення елементів на друкарській платі проводимо установку корпусів елементів на свої місця. Оптимізуємо зв'язки, при цьому однойменні ланцюги з'єднуються по найкоротшому шляху. Запускаємо автотрасувальник. У опціях налаштуємо ширину доріжки, ширину ізоляційного проміжку і тому подібне. Набудувавши параметри трасування можна виконати власне прокладку провідників. Після закінчення роботи зберігаємо результати трасування в редактор друкарських плат. В результаті можна вивести на друк розміщення елементів, розташування отворів, розташування друкарських провідників, тоєсть всю необхідну документацію на друкарську плату на друкуючий пристрій. [5]

2.3 Розробка технологічного процесу виготовлення друкарської плати

Основною частиною, на якій розміщені практично всі деталі, є друкарська плата. Розробимо технологічний процес її виготовлення.

Технологічний процес є типовим і включає наступні етапи:

1. Термостабілізація заготовок, прогріти заготовки плат в сушильній шафі при температурі 80-100 °С у течії 1-1,5 години
2. Нанесення малюнка на плату емульсивним методом
- провести декапіровку поверхні фольги сірчаною кислотою;

- промити холодною проточною водою;
- просушити на повітрі до висихання;
- зняти оксиди шліфувальним порошком М40(ГОСТ 3647-80) і зубним порошком (ГОСТ 5979-77) в співвідношенні 2:1 за допомогою ватяного тампона;

- промити проточною водою;
- сушити на повітрі до висихання;
- нанести на фольгированную поверхню світлочутливу емульсію.
- сушити заготовку зі світлочутливим шаром при температурі 40?-50?С 7-30 хвилин.

- експонування;
- прояв малюнка провідників;
- забарвити зображення метиловим фіолетовим індикатором ТУ 6-05-945-76;

- промити холодною проточною водою;
- дублитель хімічно;
- промити холодною проточною водою;
- зняти вуаль з пробілених місць ватяним тампоном, змоченим водою і зубним порошком;

- промити холодною проточною водою;
- сушити стислим повітрям;
- дублитель термічно;
- ретушувати;
- сушити на повітрі 10-15 хвилин.

3. Труїть міді з пробільних місць.

- залізо хлорне ГОСТ 11159-76;
- промити водою;
- видалити захисний шар;
- промити водою;

					СУдн-72П.151.02.ПЗ	Лист
						65
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

4. Нанести захисну плівку перед свердленням, свердлими.

5. Гидроабразивная обробка. Обробити поверхню з двох сторін заготовки для додання шорсткості поверхні лакової плівки і очищення отворів перед металізацією від стружки склотекстоліту і лаку.

6. Гальванічна обробка(хімічне міднення)

- знежирити заготовку друкарської плати;

- промити гарячою водою;

- промити холодною водою;

- затруїти поверхню міді на торцях і в отворах;

- промити холодною проточною водою;

- обробити в розчині сірчаної кислоти ГОСТ 4204-77;

- промити водою;

- активувати соляною кислотою ГОСТ 4204-77;

- сепсibiliзировать;

- провести хімічне міднення;

- промити холодною проточною водою;

- видалити захисну лакову плівку;

- промити теплою проточною водою;

- сушити заготовки друкарських плат стислим повітрям, або на повітрі до повного висихання.

7.Сріблення.

8.Гальванічеськон міднення.

9. Покриття сплавом РОЗІ ГОСТ 23864-79.

10.Нанесення захисного покриття. Нанести лак ПН-9 методом занурення в один шар на ДПП.

11. Маркіровка.

- маркірувати пером фарбою МКЕ-4 або БМК-4 по ОСТУ 4ГО.054.205;

- сушити при температурі 18-25 °С 20-30 мин. [3]

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						66
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих чинників при експлуатації системи регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ

Об'єктом проектування в даній роботі є система регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ, яка використовується для автоматичної підтримки напруги вторинних обмоток трансформаторів в заданих межах.

Система має наступні характеристики :

корекція рівня регульованої напруги по струму навантаження одного або групи ліній;

зовнішньої зміни уставки але напрузі:

контролю блокування і сигналізації при несправності елементів тракту регулювання і приводів РПН з часом перемикання від 2,5 до 12с;

контролю блокування і сигналізації при несправності одного приводу з часом перемикання від 0,5 до 2,5с;

зовнішнього направленою обмеження регулювання.

Система повинна забезпечувати управління і контроль електроприводів з номінальними струмами відповідно 1,4; 1,0; 0,7; 0,5А.

Уставка по напрузі повинна регулюватися в межах від 85% до 115% від величини номінальною напруга .

Уставка в зоні нечутливості повинна регулюватися в межах від 0 до 4% величини номінальною напруги.

Технологічний процес виготовлення даного пристрою складається з наступних основних частин:

- а) виготовлення друкарської плати системи;
- б) установка передньої панелі на друкарську плату;
- в) установка на передню панель ЖКИ-панелі і клавіатури
- г) установка друкарської плати з панеллю в корпус.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						67
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

При виробництві, наладці і експлуатації електронної системи комутації обмоток силових трансформаторів згідно ГОСТ 12.0.003-74 [21] мають місце наступні небезпечні і шкідливі чинники:

при виготовленні електронної системи комутації обмоток силових трансформаторів може виникнути небезпека попадання пилу в органи дихання, дію пари різних кислот, розчинників, отруйних газів і інших активних речовин на слизисті поверхні органів дихання людини. Також при монтажі друкарської плати існує небезпека поразки струмом, якщо робота ведеться на незаземленому устаткуванні, і можливість отримання робочим опіків різного ступеня тяжкості. Практично всі використовувані при виробництві друкарських плат речовини є токсичними і в результаті їх дії у того, що працює можуть виникнути тимчасові отруєння, а також важкі захворювання, ступінь тяжкості яких залежить від тривалості дії токсичних речовин, їх концентрації, виду речовини і їх комплексної дії.

У зв'язку з цим в процесі виробництва друкарських плат, а також при монтажних роботах і на інших робочих місцях необхідно передбачити механічну вентиляцію відповідно до Сніп П-33-75. В процесі виробництва друкарських плат необхідно передбачити і аварійну вентиляцію у виробничих приміщеннях оскільки в процесі виробництва можливе раптове надходження в повітря великих кількостей шкідливих і вибухонебезпечних речовин відповідно до вимог Сніп П-33-75. Для усунення небезпеки дії пари хімічних розчинів потрібно передбачити, щоб розчинники і кислоти в цехах знаходилися в спеціальних витяжних шафах. На ділянках, де проводиться паяння, повинні виділятися окремі приміщення, забезпеченими місцевими витяжними установками. У таблиці. 3.1 приводиться технологічний процес виготовлення, перелік небезпечних чинників, найменування шкідливих чинників, гранично допустимі концентрації, а також заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих чинників.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						68
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 3.1 Технологічний процес виготовлення друкарських плат

№, Наїменування п/п операції	Перелік небезпечних чинників	Наїменованіє шкідливих чинників	ГДК шкоди чинників д повітря		Заходи щодо усунення небезпечних чинників
			Робочої зони	Атмосферного	
1	2	3	4	5	6
1. Різка заготовки, сверление	Стружка, інструмент, що ламається, поразка ел. Струмом	Пил стеклотекстолитовая	4	4	Індивідуальні засоби захисту, автоматизація процесу
2. Нанесення захисної плівки (сенсацилізація)	Застосування хімічних речовин	Пари поливинилового спирту	1	0,01	Використання місцевих відсмоктувань, засобів індивідуального захисту
3. Промивка плати	Теж	Сірчана і	1	0,3	Теж і автоматизація процесу
		соляна кислоти	5	0,1	
		абразивна суміш	4	4	
4. Міднення отверстий	Висока температура	Сірчана і	1	0.3	Теж
		соляна кислоти	5	0.1	
		амоній	10	0.1	
		надсірчаний кислий, водень	10	4	

Продовження таблиці. 3.1

1	2	3	4	5	6
5. Очищення плати	Прімененіє хімічєских рєчєвєн	Соляна кислота	5	0.1	Теж або робота у витяжних шафах
		абразивна суміш	4	4	
6. Нанєсє нє шаруючи фоторєзєста	Пріменє нє хімічєских рєчєвєн	єтєловєй	100	50	Індивідуальні засоби захєсту рук, осєби, органів
		солі амонїа	10	0.1	
7. Проявлє нє і забарвлєннє малюнка	Пріменєнє і хімічєских рєчєвєн	Мєтєловєй фіолєтовєй індєкатор	20	1	Теж і витяжні шафи
8.Закріплєннє малюнка	Теж	Хромєвєй ангїдрєд	0.1	0.01	Індивідуальні засоби захєсту рук, осєби, органів дєханнє, застосувєннє вїдсмєктувєннє, автєматєзєцїа процесу
9. Травлє нє печат нєй плати	Теж, вїдїлєннє парє	Соляна	5	0.1	То ж і стрєгє дєтрєманнє мєрїв прєтєпєжєжнєй бєзпєкє
		сїрчєна	1	0.3	
		азотна кєслєтє	1	0.085	
		хлор	1	0.03	
		сєрнєстєй гєз	0.3	0.05	
		оксєд азєту	0.1	0.023	
10. Очєщєннє трафарєтїв	Вєсока тємпєратурє	Бєнзєн	100	23	Теж
		уайт-спєрєт	200	18	
11. Посєлєннє мєднєгє шаруючє	Застосувєннє хїмїчнєх рєчєвєн	Сїрчєна	1	0.3	Теж
		кєслєтє, сїрчєстєй гєз	0.3	0.05	

Для усунення небезпеки отримання хімічних опіків, при безпосередньому контакті що працює з агресивними середовищами необхідно зменшити кількість можливих контактів, застосувавши прогресивні технології виробництва. При неможливості усунення подібних контактів необхідно строго дотримувати заходи безпеки, застосовувати індивідуальні засоби захисту по ГОСТ 12.1.007-88 і ГОСТ 12.1.011-89 : спецодяг, спецвзуття, захисні окуляри, засоби захисту органів дихання. У приміщенні обов'язкова наявність аптечки першої медичної допомоги.

При різанні склотекстоліту утворюється пил, який, проникаючи в організм людини через органи дихання, викликає алергії, діє удушаюче, порушуючи процес засвоєння організмом кисню. Стеклотекстолітова пил також викликає роздратування слизистих оболонок . ГДК для стеклотекстолітової пилу складає 6 мг/м³ згідно ГОСТ 12.1.005-88.

При прожаренні заготовок друкарських плат при температурі зверху 45°С відбувається виділення з'єднань фенолу. ГДК для фенолу складає 3 мг/м³ згідно ГОСТ 12.1.005-88. Дані з'єднання викликають руйнування поверхневих тканин дихального тракту і слизистої оболонки органів дихання.

При нанесенні захисних покриттів перед тим, що труїть друкарських плат робочий і обслуговуючий персонал піддається шкідливій дії пари лугів, розчинників і лаків типу УР. При висиханні лаку виділяються етилацетат (ГДК 200 мг/м³), уайт-спирит (ГДК 300 мг/м³) згідно ГОСТ 12.1.005-88. Дані речовини надають токсичну дію на організм людини, викликаючи його отруєння і належать до IV класу небезпеки.

Те, що труїть друкарських плат відноситься до однієї з найбільш небезпечних і шкідливих для людського організму операцій технологічного процесу. Операція того, що труїть проводиться за допомогою розчину хлорного заліза, при цьому утворюються пари соляної кислоти (ГДК 5 мг/м³) згідно ГОСТ 12.1.005-88. Ці пари руйнують слизисту оболонку органів дихання людини, викликаючи порушення діяльності всього організму. Крім

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						72
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

того, нагрів розчинів в процесі того, що труїть веде до інтенсивного паротворення і виділення газів, що захоплюють за собою частинки розчину, що приводить до збільшення забруднення повітря робочої зони. Перевищення граничне допустимих концентрацій водню дуже небезпечно. Водень володіє високою летючістю, При з'єднанні з киснем в співвідношенні 2:1 утворює горючу суміш, при цьому може відбутися вибух. Швидкість розповсюдження вибухової хвилі досягає 3500 м/с. З повітрям водень утворює вибухонебезпечні суміші при концентраціях 4.1 %-80.0%.

В процесі механічної обробки виконуються операції різання, свердлення і шліфування, внаслідок чого в повітря робочої зони виділяються стеклотекстолитовая і металева стружки і стеклотекстолитовая пил, що шкідливо впливають на робочий персонал. Крім того, персонал піддається шкідливій дії шумів різної інтенсивності і частоти, вібрації і інфразвуку.

Згідно ГОСТ 12.1.003-83 допустимі рівні звуку в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях слід приймати для широкосмугового постійного шуму і непостійного, але не імпульсного шуму не вище 80 дБ.

При знежиренні поверхні перед нанесенням неорганічних (металевих) покриттів на працюючий персонал надають шкідливу дію пари органічних сполук, вживаних для знежирення, таких як уайт-спирит (ГДК 300 мг/м³), дихлоретан (ГДК 10 мг/м³) згідно ГОСТ 12.1.005-88 [31].

В процесі нанесення неорганічних покриттів (найчастіше припоєм ПОС-61 або сплавом Розі, що складається з олова і свинцю), працюючий персонал піддається шкідливій дії пари свинцю. Для пари свинцю згідно ГОСТ 12.1.005-88 встановлена ГДК 0,01(мг/м³). Ці пари проникають в організм людини через шкірний покрив, шлунково-кишковий тракт і органи дихання, надаючи шкідливу дію, що може привести до отруєння свинцем.

При монтажі радіоелементів на друкарській платі і їх паянні працюючий персонал наражається на небезпеку термічних опіків, поразки

					СУдн-72П.151.02.ПЗ	Лист
						73
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

електричним струмом і можливості отруєння парами металів, таких як свинець (ГДК 0,01мг/м³), олово (ГДК 0.5 мг/м³), кадмій (ГДК 0.05 мг/м³) і мідь, ГДК якої в повітрі робочої зони 1 мг/м³ згідно ГОСТ 12.1.005-88.

При виконанні технологічних операцій із застосуванням паяння припоями з великим змістом свинцю, а також кадмію виділяються отруйні пари хлористого водню і оксиду вуглецю. Крім того, для паяння різних металів і сплавів застосовують флюси: каніфоль, хлористий цинк та інші. Пари цих з'єднань викликають ураження дихальних шляхів.

Промивка плат здійснюється спирто-бензиною сумішшю або ізопропиловим спиртом (ГДК бензину 300 мг/м³, ГДК ізопропилового спирту згідно ГОСТ 12.1.005-88 складає 200 мг/м³).

При наладці і експлуатації даного пристрою можливе отримання термічного опіку унаслідок дотику до паяльника або предмету, що знаходиться у контакті з ним. Для унеможливлення випадкового зіткнення паяльника, що працює з гарячою частиною, підставка для нього повинна мати захисний кожух і розташовуватися так, щоб не допускати дотику до нього.

Крім того, при аварійних режимах роботи можливий самонагрів електрорадио-компонентів пристрою. ГОСТ 12.2.007.9-88 встановлює максимальну температуру частин устаткування, розташованих в зоні доступного контакту за нормальних умов роботи, яка вказана в табл.3.2.

Всі виробничі ділянки виробництва даного пристрою мають шум. Рівень шуму нормується згідно ГОСТ 12.1.003-91 [14] і складає 80 дБ. Щоб вплив шуму не позначився на здоров'ї робочих необхідно передбачити індивідуальні засоби захисту такі як навушники.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						74
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 3.2 Допустима температура нагріву контактуючих поверхонь

Доступні частини устаткування	Матеріал, з яких виготовлені доступні частини устаткування	Максимальна температура Т, З
Призначені для зіткнення, але не тримання в руках	Металеві	70
	Неметалічні	80
Не призначені для зіткнення в нормальних умовах роботи	Металеві	80
	Неметалічні	90

Якщо робота ведеться на устаткуванні не заземлення (або воно не підключене), що має, а живлення здійснюється від мережі змінного струму, то можлива поразка електричним струмом різного ступеня тяжкості, викликаючи термічну, електрохімічну і біологічну дію.

До небезпечних чинників при наладці даної системи можна віднести поразку електричним струмом унаслідок пошкодження ізоляції живлячого дроту або зменшення опору ізоляції живлячого дроту, а також випадковий дотик до токоведущим частин пристрою під час технічного обслуговування і виникнення аварійних режимів пристрої.

Для усунення небезпеки поразки електричним струмом пристрій повинен обслуговуватися кваліфікованим персоналом, що має групу по техніці безпеки не нижче 3 відповідно до "Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок". При випробуванні пристрою необхідно дотримувати загальні вимоги безпеки по ГОСТ 12.3.032-84, а при експлуатації - правила техніки безпеки.

Однією з найважливіших умов захиті від поразки електричним струмом є використання захисного заземлення різного електроустаткування, вживаного при виробництві, наладці, ремонті і

експлуатації блоку програм. Згідно ГОСТ 12.1.019-79 і ГОСТ 12.1.030-81 заземлення здійснюється через затиски, відмічені знаком заземлення. У них не повинно бути іржа і фарби, а перетин заземляючого дроту має бути не менше 1 кв. мм. Опір захисного заземлення повинен складати не більше 4 Ом. Монтаж і ремонт пристрою необхідно також проводити тільки заземленим і низьковольтним устаткуванням для унеможливлення виходу пристрою з ладу унаслідок електричного пробоя.

Приміщення по виробництву електронної системи комутації обмоток силових трансформаторів має клас В-1а по вибухонебезпеці, клас П-1 по пожегобезопасности ГОСТ 12.1.004-91, і відноситься до особливо небезпечних приміщень ГОСТ 12.1.019-79 .

Для забезпечення пожегобезопасности при зберіганні і використанні легкозаймистих речовин необхідно врахувати вимоги згідно ГОСТ 12.1.004-91. Одним з важливих протипожежних заходів являється організація місць куріння, їх устаткування і забезпечення засобами пожегогасінні.

При експлуатації будь-якого устаткування необхідно враховувати клас його пожегобезопасности, категорії і групи вибухобезпечності і відповідно до цих категорій обладнати їх засобами пожегогасінні.

Розроблена мікропроцесорна система комутації обмоток силових трансформаторів відповідає ГОСТ 12.1.019-79 по електробезпеці, ГОСТ 12.1.004-91 по пожегобезопасности і є екологічно чистим. [14]

3.2 Дії при виникненні надзвичайних ситуацій

У Україні щорічно виникають тисячі важких надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, в результаті яких гине велика кількість людей, а матеріальні збитки досягають декількох мільярдів гривень. В даний час в багатьох областях України у зв'язку з небезпечними природними явищами, аваріями і катастрофами, обстановка характеризується як дуже складна. Тенденція зростання кількості природних і, особливо, техногенних

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		76

надзвичайних ситуацій, ваговитість наслідків об'єктивно примушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільства і навколишнього середовища, а також стабільності розвитку економіки країни.

Руйнівну силу техногенних катастроф і стихійних лих в деяких випадках можна порівняти з військовими діями, а кількість постраждалих значною мірою залежить від типу, масштабів, місця і темпу розвитку ситуації, особливостей регіону і населених пунктів, які опинилися в районі події, об'єктів господарської діяльності. Несподіваний розвиток подій веде до значного скорочення часу на підготовку рятувальних робіт і їх проведення.

Надзвичайна ситуація (ЧС) - порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, викликане аварією, катастрофою, стихійним лихом або іншою небезпечною подією, яка привела (може привести) до загибелі людей і (або) значних матеріальних втрат.

Надзвичайні ситуації, які можуть виникати на території України і здійснювати негативний вплив на функціонування об'єктів економіки і життєдіяльність населення в мирний і військовий час, розділяються за наступними основними ознаками:

- за сферою виникнення;
- за галузевою ознакою;
- за масштабами можливих наслідків.

Надзвичайні ситуації, які можуть виникати на території України

Загальними ознаками надзвичайних ситуацій є:

- наявність або загроза загибелі людей або значне порушення умов їх життєдіяльності;
- спричинення економічних збитків;
- істотне погіршення стану навколишнього середовища.

Всі надзвичайні ситуації за масштабом можливих наслідків розділяються з урахуванням територіального розповсюдження, характеру сил і засобів, які притягуються для ліквідації наслідків, на НС:

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						77
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

- загальнодержавного рівня - надзвичайна ситуація розвивається на території два і більше областей або загрожує трансграничним стирас несенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в об'ємах, які перевищують власні можливості окремої області (міста Києва), але не менше одного відсотка об'єму витрат відповідного бюджету;

- регіонального рівня - надзвичайна ситуація розгортається на території два і більше адміністративних районів (міст обласного підпорядкування) міста Києва, або загрожує перенесенням на територію суміжної області держави, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в об'ємах, які перевищують власні можливості окремого району, але не менше одного відсотка об'єму витрат відповідного бюджету;

- місцевого рівня - надзвичайна ситуація, яка виходить за межі потенційного небезпечного об'єкту, загрожує розповсюдженням самої ситуації або її вторинних наслідків на навколишнє середовище, сусідні населені пункти, інженерні споруди, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси, які перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкту, але не менш одного відсотку об'ємів витрат відповідного бюджету. До місцевого рівня також належать всі надзвичайні ситуації, які виникають на об'єктах житлово-комунальної сфери і інших, що не входять в затверджені переліки потенційно небезпечних об'єктів;

- об'єктового рівня - надзвичайні ситуації, які не підпадають під відмічені визначення. [14]

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1. Облік витрат на промисловому підприємстві

Правильний розрахунок собівартості продукції має важливе значення: чим краще організований облік, чим досконало за методи калькуляцію, тим простіше виявити за допомогою аналізу резерви зниження собівартості продукції.

Метод обліку виробничих витрат — це визначення складу і розміру витрат по окремих výroбах, видах, групам виробів, переділам, замовленням і так далі. Визначальними факторами при виборі методу обліку виробництва є отраслевая приналежність, тип виробництва, характер технологического процесу, номенклатура продукції, що випускається, організаційна структура управління виробництвом.

В даний час можна виділити наступні основні методи обліку витрат:

- по відношенню до технологічного процесу - позаказний, попередельний;
- по об'єктах калькуляції — деталь, вузол, виріб, процес, передел, виробництво, замовлення;
- за способом збору інформації, що забезпечує контроль за витратами, — метод прямого рахунку, нормативний метод, облік по неполной собівартості.

Позаказний метод обліку витрат на виробництво применяется в індивідуальних і дрібносерійних виробництвах оброблюючих галузей промисловості, де проводяться неповторяючі або вироби, що рідко повторюються, або роботи, а також в допоміжних виробництвах підприємства.

Об'єктом обліку витрат є окреме замовлення, открываемый на задалегідь встановлену кількість однакових изделий, або певний об'єм

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						79
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

виконаних робіт або послуг. Виробничі витрати розраховуються по окремому заказу, а усередині нього - в розрізі встановленої номенклатури калькуляційних статей витрат.

Фактична собівартість випущених виробів, виконаних робіт або послуг з кожного замовлення калькулюється після його закінчення підсумовуванням витрат на виробництво з урахуванням повернення, що мало місце, невикористаних матеріальних цінностей і є не середньою, а цілком певною величиною. Калькуляція фактичної собівартості окремих виробів здійснюється способом прямого розрахунку, тобто сума всіх витрат на виробництво ділиться на кількість входящих в це замовлення виробів.

Попередельний метод обліку витрат на виробництво применяется в масових виробництвах, де технологічний процес складається з ряду послідовних переділів - переривчастих стадій обробки, що представляють сукупність операцій або процесів, в результаті яких виготовляється однорідна за початковим матеріалом і характером обробки продукція. Сущность цього методу полягає в тому, що виробничі витрати враховуються по переділах виробничого процесу, а усередині кожного переділу - по калькуляційних статтях витрат. Попередельний метод застосовують в основному в металургической, текстильною, деревообробною, скляною, паперовою, харчовий промисленностях.

Метод прямого рахунку заснований на аналізі фактичних расходов розрахункового періоду. Під фактичними витратами понимают витрати, що дійсно доводяться на даний об'єкт в даному періоді при фактичному об'ємі производства і рівні об'єму спожитих виробничих ресурсів, помноженому на ціни, що діють, на ці ресурси. Прічем контроль їх рентабельності може бути проведений таким чином, що фактичні витрати минулого періоду можуть рассматриваться як планові витрати і протиставлятися фактичним витратам розрахункового періоду.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						80
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Головний недолік даного методу полягає в неможливості поточного контролю витрат. Фактичні витрати є результатом сумісної дії всіх визначальних їх чинників: коливань в завантаженні, зміни потужності, цін, а також прояву безгосподарності на підприємстві. При цьому не досягається головна мета обліку витрат, а саме: контроль економічності.

Найширше на промислових підприємствах по випуску товарів народного споживання застосовується нормативний спосіб. Калькуляція собівартості по нормативних витратах може застосовуватися там, де є місце повторення операцій при виробництві. Якщо ж немає повторення операцій, то неможливо встановити норми. Нормативна себестоимость є одним з видів собівартості, в процесі калькуляції якої використовують нормативи, затверджені підприємством. У їх число включається комплекс завдань, нормативів, норм і кошторисів, які використовуються для планування, організації і контролю виробничого процесу. Ці нормативи представлені у вигляді планових завдань, нормативних документів технічної підготовки виробництва, у вигляді нормативів витрат ресурсів і допоміжних матеріалів.

Відомо, що планову собівартість підприємства складають на квартал або рік (середня на квартал, на рік). Нормативну ж собівартість розраховують на місяць по цехах і підприємстві в цілому, при оцінці браку і залишків незавершеного виробництва. По кожному кварталу і року перевіряють відповідність планової і нормативної собівартості, аналізують і в їх методику вносять необхідні корективи в цілях підвищення обґрунтованості планових розрахунків.

Нормативний метод обліку витрат на виробництво характеризується наступними принципами організації обліку: попереднє складання нормативних калькуляцій на основі технічно обґрунтованих норм расхода, що діють, по основних статтях витрат на виробництво в натуральному і грошовому виразах;

1) облік змін поточних норм, що діють, і визначення впливу цих змін на собівартість продукції;

2) виявлення відхилень фактичних витрат від дійсуючих норм по причинах і винуватцях.

Застосування системи нормативного обліку дозволяє використовувати нормативний спосіб калькуляції, при якій фактична собівартість продукції обчислюється шляхом алгебраїчного складання її нормативної собівартості і величини змін норм і відхилень від норм. Організація нормативного методу обліку дозволяє здійснити повсякденний і неперервний облік і контроль за поточними витратами.

У країнах ринкової економіки досить широко застосовується облік витрат за неповною собівартістю, тобто коли в калькуляцію включають не всі витрати на виробництво і збут продукції. Частина накладних витрат не відносять до собівартості окремих виробів, а безпосередньо вычитают з виручки за певний період під час визначення прибули. Класичним методом калькуляції за несполной собівартістю є облік за системою «директ-костинг», коли до собівартості окремих видів продукції відносять тільки прямі витрати, а до фінансового результату — косвенные. Як перевага даного принципу калькулювання слід назвати:

- можливість проведення аналізу беззбиткової на основі ділення витрат на постійних і змінних;

- використання гнучкішого ціноутворення, що дозволяє збільшити конкурентоспроможність продукції і зменшує можливість «осідання» продукції на складі;

- можливість визначення прибули, яку приносить продаж кожної додаткової одиниці продукції;

- планування цін і знижок на певний об'єм продажів.

Себестоимость - це один з ключових показників роботи підприємства, який використовується для визначення потреби в оборотних коштах,

плануванні прибули, для определения економічної ефективності окремих організаційно-технічних заходів і виробництва в цілому, для внутрішнього планування, а також для формування цін. За даними обліку витрат визначаються результати діяльності структурних підрозділів і підприємства в цілому, оцінюється і аналізується виконання планових завдань за зниження собівартістю і підвищенням ефективності виробництва.

[17]

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						83
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВОК

В ході виконаної роботи була спроектована автоматизована система регулювання навантаження на РТП-110/35/10 кВ. Система реалізована у вигляді спеціалізованого мікроконтролерного пристрою на сучасній елементній базі, який дозволяє управляти приводами регуляторів напруги під навантаженням силових трансформаторів, а також діагностувати несправності і подавати сигнали при їх виявленні. Так само дана система дозволяє оперативно (можливий варіант з дистанційним управлінням) міняти налаштування, і виводити їх і додаткову інформацію в зручному вигляді на табло індикації. Це дозволяє понизити витрати на наладку і експлуатацію системи.

На відміну від використовуваних в даний час, дана система дозволяє окрім основних функцій, реалізувати інші додаткові можливості, наприклад дистанційне керування за допомогою засобів телемеханіки, при цьому вартість системи практично не змінюється, оскільки апаратні засоби вже присутні, а необхідно змінити тільки програмне забезпечення.

Застосування телекерування дозволить скоротити число чергового персоналу. Це у свою чергу приведе до позитивного економічного ефекту.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		85

13. Безпека життєдіяльності: Навчальна допомога для вузів /В.Е.Анофриков, С.А. Бобок, М.Н.Дудко, Г.Д.Елістратов / Г.М., ЗАТ «Фінстатінформ», 2018.

14. Охорона праці. Під ред. Б.А.Князевського, М., «Вища школа», 2017.

15. N. V. P. R. Durga Prasad, T. Lakshminarayana, et al., “Automatic Control and Management of electrostatic Precipitator”, IEEE Transactions on Industry Applications, pp. 561-567, Vol. 35, No. 3, May/June, 1999.

16. Ralf Joost and Ralf Salomon. “Advantages of fpga-based multiprocessor systems in industrial applications”. In 31st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2005). IEEE-IECON, November 2016.

17. Экономика предприятия: Учебное пособие / Под общ. ред. д. э. н., проф. Л. Г. Мельника. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2002. – 632 с.

18. Nyman, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2016.

19. Randell, Brian. The Origins of Digital Computers: Selected Papers.. — 2017.

					<i>СУдн-72П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		87