

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
_____ 2020р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

«Автоматизована система керування розподільчими мережами вище 1000 В»

Дипломний проект

Виконав:
студент групи СУдн-61п

Р. Є. Леута

Керівник проекту:
асистент

О. С. Іващенко

СУМИ 2020 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-61П.151.08.ПЗ	Пояснювальна записка	69		
7						
8			Примінена			
9						
10	A4		Завдання	2		
11						
12			<u>Документація конструкторська</u>			
13			Знову розроблена			
14						
15	A4	СУдн-61П.151.08.Е1	Схема електричних з'єднань підстанції	1		
16	A4	СУдн-61П.151.08.А1	Схема структурна цифрового пристрою захисту. Лицьова панель МІСОМ Р124	1		
17	A4	СУдн-61П.151.08.Е2	Схема підключення МІСОМ Р124	1		
18						
19						
20						
21						
22						
23			<u>Документація по плакатам</u>			
24			Знову розроблена			
25						

					<i>СУдн-61П.151.08.ДП</i>		
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата			
Розробив		Леута Р. Є			Автоматизована система керування розподільчими мережами вище 1000 В. Відомість проекту		
Керівник		Іващенко О. С.					
Рецензент							
Н.контроль							
					Лім.	Лист	Листів
						2	1
					Гр.СУдн-61П		

Реферат

Леута Роман Євгенійович. Автоматизована система керування розподільчими мережами вище 1000 В. Кваліфікаційна робота бакалавра (дипломний проект). Сумський державний університет. Суми, 2020 р.

Кваліфікаційна робота бакалавра (дипломний проект) містить 69 сторінок пояснювальної записки, до складу якої входять 20 рисунки, 18 таблиць, 15 джерел інформації, графічно-конструкторська документація складається з 3 креслень та презентації.

В даній кваліфікаційній роботі розглянуто питання про автоматизовану систему керування розподільчими мережами вище 1000 В, яка розроблена фірмою ALSTOM.

Дана мережа живить населений пункт села Яблунівка, Чернігівської області.

Ключові слова: мікропроцесор, аналогово-цифровий перетворювач, оптоволоконні лінії.

Summary

Leuta Roman Yevheniyovych. Automated control system for distribution networks above 1000 V. Bachelor's thesis (diploma project). Sumy State University. Sumy, 2020.

The qualification work of the bachelor (diploma project) contains 69 pages of the explanatory note which structure includes 20 drawings, 18 tables, 15 sources of the information, graphic and design documentation consists of 3 drawings and presentations.

In this qualification work the question of the automated control system of distribution networks above 1000 V which is developed by ALSTOM firm is considered.

This network feeds the settlement of the village of Yablunivka, Chernihiv region.

Keywords: microprocessor, analog-to-digital converter, fiber-optic lines.

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:*

“ Автоматизована система керування розподільчими мережами вище 1000 В ”

Виконав:
студент групи СУдн-61п

Р. Є Леута

Керівник проекту:
асистент

О. С. Іващенко

СУМИ 2020 Р

Зміст

Перелік скорочень.....	4
Вступ	5
1. Розподільчі мережі вище 1000 В.....	6
1.1. Характеристика та аналіз технічного стану ЛЕП-10 кВ	6
1.2. Електричний розрахунок розподільчих мереж ПЛ-10 кВ	7
2. Аналіз принципів, методів та технічних засобів захисту та керування розподільчих мереж вище 1000 В	22
2.1. Аналіз методів та засобів захисту ПЛ-10 кВ.....	22
2.2. Цифрове реле.....	24
2.3. Обробка інформації у цифрових реле.....	30
2.4. Фільтрація сигналів	34
2.5. Провідні канали зв'язку	38
2.6. Волоконно-оптичні канали передачі інформації	40
3. Мікропроцесорна система керування розподільчими мережами вище 1000 В.....	43
3.1. Універсальний пристрій керування МІСОМ Р124.....	43
3.2. Перевірка та обґрунтування вибору трансформаторів струму.	48
3.3. Особливості наладки та експлуатації.....	54
4. Охорона праці та безпека життєдіяльності	57
4.1 Аналіз потенційних небезпек і шкідливих факторів розробляючого об'єкту	57

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Леута Р. Є</i>				Автоматизована система керування розподільчими мережами вище 1000 В. <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Іващенко О. С.</i>						2	69
<i>Реценз.</i>						<i>Гр. СУдн-61П</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>								

5. Економічна частина.....	64
5.1.Матеріально-технічне забезпечення виробництва.....	64
Висновки	66
Список використаної літератури	68

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		3

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

ОЗП – оперативно запам'ятовуючий пристрій

ПЗП – постійно запам'ятовуючий пристрій

ППЗП - перепрограмований постійно запам'ятовуючий пристрій

									Лист
									4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	СУдн-61П.151.08.ПЗ				

ВСТУП

Енергетична база України досить розвинута. Загальна потужність ТЕС, ГЕС і АЕС понад 52 млн. кВт. Протяжність мереж всіх класів напруги близько 1 млн. км.

В умовах нової концепції розвитку електричних мереж, важливе місце відводиться заміні масляних вимикачів на вакуумні (в першу чергу ВВ/ТЕЛ), запровадження нових конструктивних рішень по РУ-10, комплектах телемеханіки, тощо.

Для зменшення втрат електроенергії та підвищення економічності електропостачання проводяться наступні заходи: підтримування оптимальних рівнів напруги на шинах 10 кВ трансформаторних підстанцій 110...35/10 кВ і на шинах 0,38 кВ ТП 10/0,38 кВ; відключення одного із трансформаторів в режимах малих навантажень на двотрансформаторних підстанціях; вирівнювання навантажень фаз; встановлення в мережах компенсаторів реактивної потужності; застосування на ТП пристроїв РПН та ПСН; заміна недовантажених та перевантажених трансформаторів; переведення електричних мереж на більш високу номінальну напругу.

Потрібно відмітити, що для досягнення максимальної надійності та ефективності електропостачання всі перелічені заходи повинні враховувати, як економічну користь від їх використання, так і додаткові витрати на їх впровадження.

Дана кваліфікаційна робота є прикладом реконструкції розподільчої мережі вище 1000 В з метою підвищення її надійності та ефективності за допомогою мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики.

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. РОЗПОДІЛЬЧІ МЕРЕЖІ ВИЩЕ 1000 В

1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛЕП-10КВ.

Район електропостачання і трансформаторна підстанція 35/10 кВ "Яблунівка", від якої живиться населений пункт с. Яблунівка, знаходиться на території Прилуцького району Чернігівської області. Даний район характеризується в більшості споживачами сільськогосподарського призначення:

- ферми ВРХ;
- автомобільні й тракторні стани;
- птахоферма.

Усі перелічені споживачі відносяться до споживачів другої категорії по надійності електропостачання. З 2020 року планується проведення заходів по збільшенню продуктивності ферм ВРХ і птахоферми. В результаті чого дані споживачі перейдуть до першої категорії по надійності електропостачання. Отже, виникає необхідність реконструкції ПЛ-10 кВ тому, що для споживачів першої категорії потрібне застосування надійнішого релейного захисту з використанням автоматичного резервного включення. Планується застосування мікропроцесорної системи релейного захисту й автоматики ПЛ-10 кВ на базі системи пристроїв фірми ALSTOM.

Дана система електропостачання знаходиться в кліматичних умовах, які відносяться до району:

- по вітру-ІІ
- по ожеледі - ІІІ

Вихідними даними для реконструкції електричної мережі 10 кВ і районної трансформаторної підстанції є матеріал досліджень існуючих схем електропостачання, кількість і потужність силових трансформаторів на РТП, перелік усіх ТП 10/0,4 кВ, із вказівкою максимального існуючого навантаження, а

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

також характер навантажень, марка проводів, довжина ділянок лінії ПЛІ 10 кВ, та перелік існуючих пристроїв релейного захисту на РТП та ТП 10/0,4 кВ.

1.2. ЕЛЕКТРИЧНИЙ РОЗРАХУНОК РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ ПЛ-10 кВ.

Розрахунок ліній 10 кВ включає:

- ◆ знаходження розрахункових навантажень існуючих трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ;
- ◆ підрахунок електричних навантажень на ділянках лінії 10 кВ;
- ◆ вибір перерізів проводів ліній 10 кВ.

Розрахункові навантаження P_p існуючих підстанцій 10/0,4 кВ на розрахунковий рік знаходимо по формулі:

$$P_p = K_n \cdot P_m;$$

де P_m – максимальне існуюче навантаження ТП, кВт (згідно вихідних даних).

$$P_m = S_{т.п.} \cdot \cos \varphi, \text{ кВт};$$

де $S_{т.п.}$ – потужність трансформаторної підстанції, кВА;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності трансформаторних пунктів напругою 10/0,4 кВ. (табл.1.1)

Коефіцієнт потужності ТП 10/0,4Кв Таблица 1.1.

Види споживачів	cos φ
Виробничі	0,75
Змішані	0,8
Комунально-побутові	0,85

K_n – коефіцієнт зростання навантаження, що змінюється залежно від виду споживачів. (табл.1.2).

Коефіцієнт зростання навантаження Таблица 1.2.

Вид споживачів	На 7-й розрахунковий рік
Виробничі	1,4
Змішані	1,4
Комунально-побутові	1,3

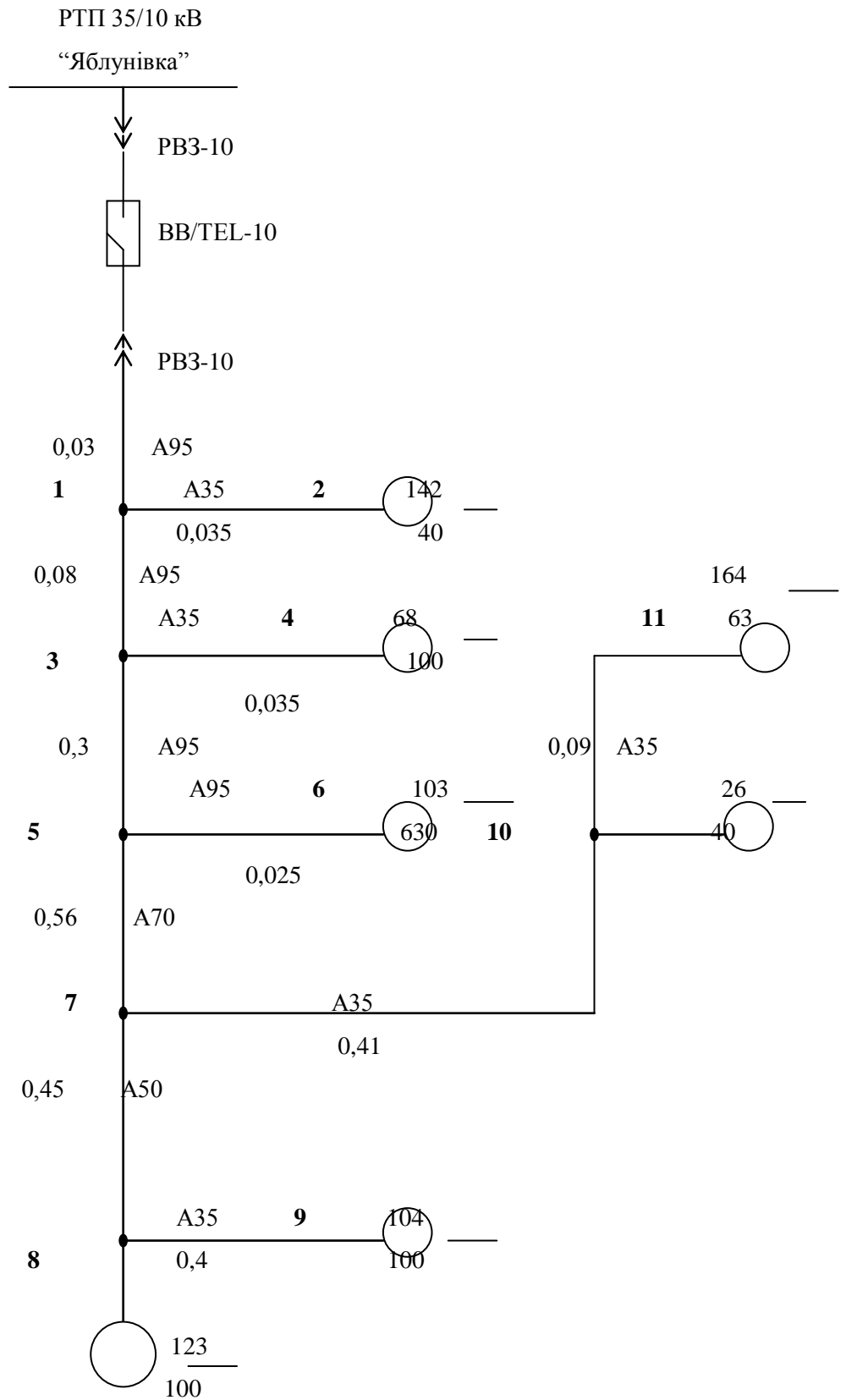


Рисунок 1.1 Однолінійна схема ПЛ-10 кВ

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

СУдн-61П.151.08.ПЗ

Лист

8

Вечірні та денні навантаження існуючих ТП визначаємо множенням розрахункового навантаження на коефіцієнт участі його в денному K_d та вечірньому K_v максимумах, які дорівнюють:

- ◆ для виробничих споживачів: $K_d = 1,0$; $K_v = 0,6$;
- ◆ для комунально-побутових: $K_d = 0,3$; $K_v = 1,0$;
- ◆ для змішаних: $K_d = K_v = 1,0$.

Дані розрахунків записуємо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3.

Розрахункові навантаження ТП-10/0,4 кВ

№ ТП	$S_{ТП}$ кВА	P_m кВт	Вид навантаження	$P_p = K_p P_m$, кВт	$P_d = K_d P_p$, кВт	$P_v = K_v P_p$, кВт
142	40	32	З	44,8	44,8	44,8
68	100	75	В	105	105	63
103	630	504	З	705,6	705,6	705,6
123	100	85	КП	110,5	33,15	110,5
104	100	85	КП	110,5	33,15	110,5
126	40	32	З	44,8	44,8	44,8
164	63	47,25	В	66,15	66,15	39,69

Підрахунок електричних навантажень на ділянках лінії 10кВ починаємо з кінця лінії, підсумовуючи навантаження ТП окремо по денному й вечірньому максимумах за методом добавок при допомозі таблиць, які є в довідниках.

На кожній ділянці лінії знаходимо виробниче навантаження $P_{вир}$, яке включає в себе в денний час навантаження ТП із виробничими і змішаними видами споживачів, у вечірній час – тільки навантаження ТП із виробничим видом, та загальне навантаження $P_{заг}$, яке включає навантаження всіх ТП.

Розрахунки навантажень ліній 10 кВ записуємо у таблицю 1.4.

Таблиця 1.4.

Розрахунок навантажень лінії 10 кВ

Ділянки	Навантаження								
	Вид	Денне, кВт				Вечірнє, кВт			
		$P_{дб}$	$P_{дм}$	$\Delta P (P_{дм})$	$P_{д}$	$P_{вб}$	$P_{вм}$	$\Delta P (P_{вм})$	$P_{в}$
11-10	$P_{вир}$	66,15	-	-	66,15	39,69	-	-	39,69
	$P_{заг}$	66,15	-	-	66,15	39,69	-	-	39,69
10-7	$P_{вир}$	66,15	44,8	30	96,15	39,69	-	-	39,69
	$P_{заг}$	66,15	44,8	30	96,15	44,8	39,69	22	66,8
9-8	$P_{вир}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$P_{заг}$	33,15	-	-	33,15	110,5	-	-	110,5
8-7	$P_{вир}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$P_{заг}$	33,15	33,15	21,2	54,35	110,5	110,5	77	187,5
7-5	$P_{вир}$	96,15	-	-	96,15	39,69	-	-	39,69
	$P_{заг}$	96,15	54,35	37	133,15	187,5	66,8	45,9	233,4
6-5	$P_{вир}$	705,6	-	-	705,6	-	-	-	-
	$P_{заг}$	705,6	-	-	705,6	705,6	-	-	705,6
5-3	$P_{вир}$	705,6	96,15	66,2	771,8	39,69	-	-	39,69
	$P_{заг}$	705,6	133,15	95	800,6	705,6	233,4	177	882,6
4-3	$P_{вир}$	105	-	-	105	63	-	-	63
	$P_{заг}$	105	-	-	105	63	-	-	63
3-1	$P_{вир}$	771,8	105	72,5	844,3	63	39,69	22	85
	$P_{заг}$	800,6	105	72,5	873,1	882,6	63	43,1	925,7
2-1	$P_{вир}$	44,8	-	-	44,8	-	-	-	-
	$P_{заг}$	44,8	-	-	44,8	44,8	-	-	44,8
1-0	$P_{вир}$	844,3	44,8	30	874,3	85	-	-	85
	$P_{заг}$	873,1	44,8	30	903,1	925,7	44,8	30	955,7

Переріз проводів лінії 10 кВ вибираємо по мінімуму приведених затрат (з використанням економічних інтервалів потужностей) залежно від еквівалентності потужності S_e на ділянці лінії.

Границі економічних інтервалів для вибору перерізів проводів ліній 10 кВ

					СУДН-6/П.151.08.ПЗ	Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

беремо з довідника.

Еквівалентна потужність ділянки лінії 10 кВ S_e дорівнює:

$$S_e = K_d \cdot S_M;$$

де S_M – максимальна потужність ділянки лінії (найбільша з розрахункових навантажень денного S_d або вечірнього S_b максимумів), кВА;

K_d – коефіцієнт, який враховує динаміку зростання навантаження (для сільських мереж рекомендується $K_d = 0,7$).

Розрахункове денне S_d та вечірнє S_b навантаження знаходять, виходячи з загального денного P_d та вечірнього P_b навантаження і коефіцієнта потужності який вибирається в залежності від співвідношення виробничого і загального навантажень, відповідно денного і вечірнього.

$$S_d = \frac{P_d}{\cos \varphi_d} \qquad S_b = \frac{P_b}{\cos \varphi_b}$$

$$\cos \varphi_d = \frac{P_{\text{вир}}^d}{P_{\text{заг}}^d} \qquad \cos \varphi_b = \frac{P_{\text{вир}}^b}{P_{\text{заг}}^b}$$

Розрахунки по вибору перерізів проводів починаємо з головної ділянки лінії і одержані дані заносимо в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5.

Розрахунки по вибору перерізів проводів лінії 10 кВ

№ Ділянки	Денне навантаження			Вечірнє навантаження			S _м , кВА	S _е , кВА	Провід	Втрата напруги %	
	P _{вир}	cos φ	S _д , кВА	P _{вир} / P _{заг}	cos φ	S _д , кВА				На ділянці	Від РТП
	P _{заг}										
11-10	1	0,7	94,5	1	0,75	52,9	94,5	66,2	A35	0,071	4,909
10-7	1	0,7	137,4	0,6	0,82	81,5	137,4	96,2	A35	0,468	4,838
9-8	0	0,9	36,8	0	0,93	118,8	118,8	83,2	A35	0,453	4,370
8-7	0	0,9	60,4	0	0,93	201,6	201,6	141,1	A50	0,625	3,918
7-5	0,72	0,77	172,9	0,17	0,87	268,2	268,2	187,7	A70	0,953	3,293
6-5	1	0,7	1008	0	0,93	758,7	1008	705,6	A95	0,115	2,340
5-3	0,96	0,72	1112	0,04	0,92	953,3	1112	778,4	A95	1,523	2,225
4-3	1	0,7	150	1	0,75	84	150	105	A35	0,058	0,702
3-1	0,96	0,72	1213	0,09	0,91	1017	1213	849,1	A95	0,445	0,644
2-1	1	0,7	64	0	0,93	48,1	64	44,8	A35	0,025	0,199
1-0	0,96	0,72	1254	0,09	0,91	1050	1254	877,8	A95	0,174	0,174

Переріз проводів лінії 10 кВ які вибрані за допомогою економічних інтервалів потужностей, потрібно перевірити на допустиму втрату напруги. При цьому фактична втрата напруги до найвіддаленішої точки у мережі не повинна перевищувати допустиму, тобто:

$$\Sigma \Delta U_i < \Delta U_{\text{доп}}$$

Фактична втрата напруги на і-ій ділянці лінії (%)

$$\Delta U_i = [(P_i r_i / U_n) + (Q_i x_i / U_n)] 100 / U_n$$

де P_i, Q_i – розрахункові активна та реактивна потужності ділянки лінії, (кВт, квар);

r_i, x_i – активний та реактивний опори ділянки лінії, (Ом);

U_n – номінальна напруга, (В).

$$r_i = r_{oi} L_i ; \quad x_i = x_{oi} L_i,$$

											Лист
											12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

СУДН-61П.151.08.ПЗ

де L_i – довжина ділянки лінії, (км);

r_{oi}, x_{oi} - питомі активний та реактивний опори проводу на ділянці лінії, (Ом/км).

Фактичну втрату напруги до будь-якого споживача визначають як, суму втрат напруги на окремих, послідовно з'єднаних ділянках лінії від джерела живлення:

$$\Sigma \Delta U_i = \Sigma_{i=1}^n \Delta U_i$$

Результати розрахунків фактичної втрати напруги записуємо у таблицю 5.

Запишемо всі данні по розрахунку параметрів для визначення фактичної втрати напруги в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6.

Розрахунок параметрів ділянок лінії 10 кВ

Ділянка лінії	Марка проводу	S_i кВА	$\sin x$	Q_i квар	L_i км	r_{oi} Ом/км	x_{oi} Ом/км	r_i Ом	x_i Ом
11-10	A35	66,2	0,714	47,28	0,09	0,92	0,374	0,083	0,034
10-7	A35	96,2	0,714	68,70	0,41	0,92	0,374	0,377	0,153
9-8	A35	83,2	0,368	30,58	0,4	0,92	0,374	0,368	0,150
8-7	A50	141,1	0,368	51,86	0,45	0,64	0,363	0,288	0,163
7-5	A70	187,7	0,714	134,0	0,56	0,46	0,349	0,258	0,195
6-5	A95	705,6	0,694	489,7	0,025	0,32	0,274	0,008	0,007
5-3	A95	778,4	0,714	555,9	0,3	0,32	0,274	0,096	0,082
4-3	A35	105	0,714	74,98	0,035	0,92	0,347	0,032	0,013
3-1	A95	849,1	0,694	589,2	0,08	0,32	0,274	0,026	0,022
2-1	A35	44,8	0,714	31,99	0,035	0,92	0,347	0,032	0,013
1-0	A95	877,8	0,694	609,2	0,03	0,32	0,274	0,010	0,008

Допустиму втрату напруги знаходять за допустимим відхиленням напруги у споживача, виходячи із заданого відхилення напруги на шинах 10 кВ РТП у режимі максимальних та мінімальних навантажень.

Допустиме відхилення напруги у споживача в нормальному режимі роботи дорівнює +5%. Розрахунок допустимої втрати напруги у лініях 10 та

0,38 кВ і вибір регульованих надбавок трансформаторів споживчих підстанцій 10/0,4 кВ виконують у табличній формі (таблиця 1.7.).

Таблиця 1.7.

Розрахунок допустимої втрати напруги

Елемент мережі		Ближня ТП		Віддалена ТП	
		100%	25%	100%	25%
Шини 35 кВ		-1	+1	-1	+1
35/10 кВ	Постійна надбавка	+5	+5	+5	+5
	Регульована надбавка	+3	-3	+3	-3
	Втрати напруги	-4	-1	-4	-1
Шини 10 кВ		+3	-2	+3	-2
Лінія 10 кВ		0	0	-5	-2
10/0,4 кВ	Постійна надбавка	+5	+5	+5	+5
	Регульована надбавка	0	0	+2,5	+2,5
	Втрати напруги	-4	-1	-4	-1
Лінія 0,38 кВ		-9	0	-6,5	0
Споживач		-5	+2	-5	+2,5
Допустиме відхилення ΔU		-5	+5	-5	+5

При складанні таблиці розглядаються дві споживчі ТП – ближня та віддалена. Ближня ТП – це ТП, приєднана в безпосередній близькості до шин 10 кВ РТП (наприклад, трансформатор власних потреб на РТП) і втрат напруги в лінії 10 кВ до цієї ТП рівна нулю. Віддалена – це ТП, до якої втрата напруги в лінії 10 кВ найбільша. Розглядаються також два режими навантаження – максимальних (100%) та мінімальних (25%) навантажень.

На кожній споживчій ТП (ближній та віддаленій) розглядають два споживача електроенергії – ближній, підключений безпосередньо до шин 0,4 кВ ТП (без лінії 0,38 кВ втрата напруги дорівнює нулю), і віддалений, підключений через найдовшу лінію 0,38 кВ, де втрата напруги буде найбільша.

Якщо фактична втрата напруги в лініях 10 та 0,38 кВ для заданого населеного пункту перевищує допустиму, необхідно передбачити заходи по її зменшенню. Це може бути – збільшення перерізів проводів ліній 10 та 0,38 кВ, зниження навантаження на лінії 0,38 кВ (збільшення кількості ліній).

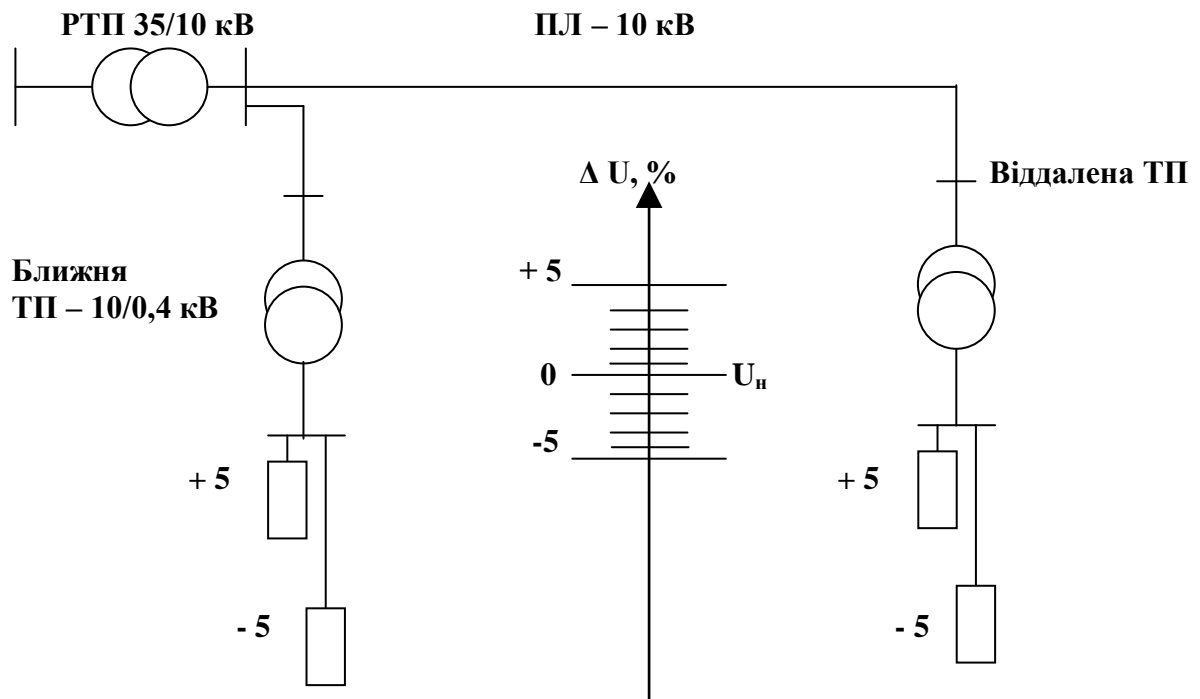


Рисунок 1.2 Схема для розрахунку допустимої втрати напруги

Зробимо електричний розрахунок ПЛ-10 кВ для реконструйованої мережі, аналогічно попередньому. Схема ПЛ-10 кВ, що необхідна для розрахунку наведена далі.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

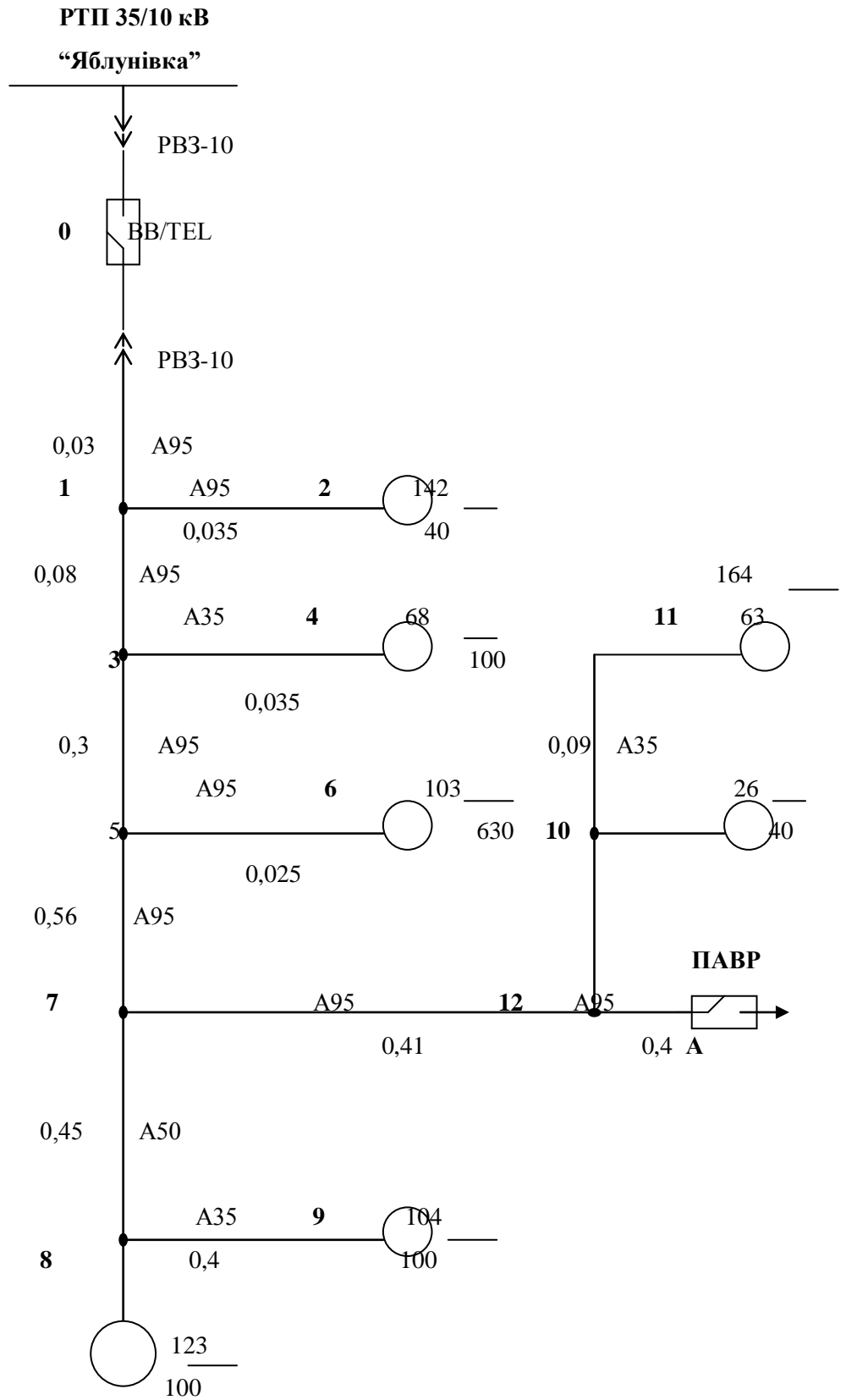


Рисунок 1.3 Однолінійна схема ПЛ-10 кВ після реконструкції

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

СУдн-61П.151.08.ПЗ

Лист

16

Таблиця 1.8.

**Розрахунок навантажень лінії 10 кВ після реконструкції в разі
живлення від РТП 35/10 кВ “Яблунівка”**

Ділянки	Навантаження								
	Вид	Денне, кВт				Вечірнє, кВт			
		$P_{дб}$	$P_{дм}$	$\Delta P (P_{дм})$	$P_{д}$	$P_{вб}$	$P_{вм}$	$\Delta P (P_{вм})$	$P_{в}$
11-10	$P_{вир}$	66,15	-	-	66,15	39,69	-	-	39,69
	$P_{заг}$	66,15	-	-	66,15	39,69	-	-	39,69
10-7	$P_{вир}$	66,15	44,8	30	96,15	39,69	-	-	39,69
	$P_{заг}$	66,15	44,8	30	96,15	44,8	39,69	22	66,8
9-8	$P_{вир}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$P_{заг}$	33,15	-	-	33,15	110,5	-	-	110,5
8-7	$P_{вир}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$P_{заг}$	33,15	33,15	21,2	54,35	110,5	110,5	77	187,5
7-5	$P_{вир}$	96,15	-	-	96,15	39,69	-	-	39,69
	$P_{заг}$	96,15	54,35	37	133,15	187,5	66,8	45,9	233,4
6-5	$P_{вир}$	705,6	-	-	705,6	-	-	-	-
	$P_{заг}$	705,6	-	-	705,6	705,6	-	-	705,6
5-3	$P_{вир}$	705,6	96,15	66,2	711,8	39,69	-	-	39,69
	$P_{заг}$	705,6	133,15	95	800,6	705,6	233,4	177	882,6
4-3	$P_{вир}$	105	-	-	105	63	-	-	63
	$P_{заг}$	105	-	-	105	63	-	-	63
3-1	$P_{вир}$	771,8	105	72,5	844,3	63	39,69	22	85
	$P_{заг}$	800,6	105	72,5	873,1	882,6	63	43,1	925,7
2-1	$P_{вир}$	44,8	-	-	44,8	-	-	-	-
	$P_{заг}$	44,8	-	-	44,8	44,8	-	-	44,8
1-0	$P_{вир}$	844,3	44,8	30	874,3	85	-	-	85
	$P_{заг}$	873,1	44,8	30	903,1	925,7	44,8	30	955,7

Таблиця 1.9.

**Розрахунки по вибору перерізів проводів лінії 10 кВ після
реконструкції в разі живлення від РТП 35/10 кВ “Яблунівка”**

№ Ділянки	Денне навантаження			Вечірнє навантаження			S _м , кВА	S _е , кВА	Провід	Втрата напруги %	
	$\frac{P_{\text{вир}}}{P_{\text{заг}}}$	cos φ	S _д , кВА	$\frac{P_{\text{вир}}}{P_{\text{заг}}}$	cos φ	S _д , кВА				На ділянці	Від РТП
10-7	1	0,7	137,4	0,6	0,82	81,5	137,4	96,2	A95	0,203	4,291
9-8	0	0,9	36,8	0	0,93	118,8	118,8	83,2	A35	0,453	4,088
8-7	0	0,9	60,4	0	0,93	201,6	201,6	141,1	A50	0,625	3,635
7-5	0,72	0,77	172,9	0,17	0,87	268,2	268,2	187,7	A95	0,685	3,011
6-5	1	0,7	1008	0	0,93	758,7	1008	705,6	A95	0,115	2,325
5-3	0,96	0,72	1112	0,04	0,92	959,3	1112	778,4	A95	1,523	2,210
4-3	1	0,7	150	1	0,75	84	150	105	A35	0,058	0,687
3-1	0,96	0,72	1213	0,09	0,91	1017	1213	849,1	A95	0,445	0,629
2-1	1	0,7	64	0	0,93	48,1	64	44,8	A95	0,010	0,184
1-0	0,96	0,72	1254	0,09	0,91	1050	1254	877,8	A95	0,174	0,174

Таблиця 1.10.

**Розрахунок параметрів ділянок лінії 10 кВ після реконструкції в разі
живлення від РТП 35/10 кВ “Яблунівка”**

Ділянка лінії	Марка провoda	S _i кВА	Sin x	Q _i квар	L _i км	Γ _{oi} Ом/км	X _{oi} Ом/км	Γ _i Ом	X _i Ом
11-10	A35	66,2	0,714	47,28	0,09	0,92	0,374	0,083	0,034
10-7	A95	96,2	0,714	68,70	0,41	0,32	0,274	0,131	0,112
9-8	A35	83,2	0,368	30,58	0,4	0,92	0,374	0,368	0,150
8-7	A50	141,1	0,368	51,86	0,45	0,64	0,363	0,288	0,163
7-5	A95	187,7	0,714	134,0	0,56	0,32	0,274	0,179	0,153
6-5	A95	705,6	0,694	489,7	0,025	0,32	0,274	0,008	0,007
5-3	A95	778,4	0,714	555,9	0,3	0,32	0,274	0,096	0,082
4-3	A35	105	0,714	74,98	0,035	0,92	0,374	0,032	0,013
3-1	A95	849,1	0,694	589,2	0,08	0,32	0,274	0,026	0,022
2-1	A95	44,8	0,714	31,99	0,035	0,32	0,274	0,011	0,010
1-0	A95	877,8	0,694	609,2	0,03	0,32	0,274	0,010	0,008

					СУДН-61П.151.08.ПЗ					Лист
										18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 1.11.

**Розрахунок допустимої втрати напруги в лінії 10 кВ після
реконструкції в разі живлення від РТП 35/10 кВ “Яблунівка”**

Елемент мережі		Ближня ТП		Віддалена ТП	
		100%	25%	100%	25%
Шини 35 кВ		-1	+1	-1	+1
35/10 кВ	Постійна надбавка	+5	+5	+5	+5
	Регульована надбавка	+3	-3	+3	-3
	Втрати напруги	-4	-1	-4	-1
Шини 10 кВ		+3	-2	+3	-2
Лінія 10 кВ		0	0	-5	-2
10/0,4 кВ	Постійна надбавка	+5	+5	+5	+5
	Регульована надбавка	0	0	+2,5	+2,5
	Втрати напруги	-4	-1	-4	-1
Лінія 0,38 кВ		-9	0	-6,5	0
Споживач		-5	+2	-5	+2,5
Допустиме відхилення ΔU		-5	+5	-5	+5

Таблиця 1.12.

**Розрахунок навантажень лінії 10 кВ після реконструкції
в разі живлення від ПАВР**

Ділянки	Навантаження								
	Вид	Денне, кВт				Вечірнє, кВт			
		$P_{дб}$	$P_{дм}$	$\Delta P (P_{дм})$	$P_{д}$	$P_{вб}$	$P_{вм}$	$\Delta P (P_{вм})$	$P_{в}$
2-3	$P_{вир}$	44,8	-	-	44,8	-	-	-	-
	$P_{заг}$	44,8	-	-	44,8	44,8	-	-	44,8
4-3	$P_{вир}$	105	-	-	105	63	-	-	63
	$P_{заг}$	105	-	-	105	63	-	-	63
3-5	$P_{вир}$	105	44,8	30	135	63	-	-	63
	$P_{заг}$	105	44,8	30	135	63	44,8	30	93
6-5	$P_{вир}$	705,6	-	-	705,6	-	-	-	-
	$P_{заг}$	705,6	-	-	705,6	705,6	-	-	705,6
5-7	$P_{вир}$	705,6	135	96	801,6	63	-	-	63
	$P_{заг}$	705,6	135	96	801,6	705,6	93	64	769,6
9-8	$P_{вир}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$P_{заг}$	33,15	-	-	33,15	110,5	-	-	110,5

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

СУдн-61П.151.08.ПЗ

Лист

19

8-7	$P_{\text{вир}}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$P_{\text{заг}}$	33,15	33,15	21,2	54,35	110,5	110,5	77	187,5
7-12	$P_{\text{вир}}$	801,6	-	-	801,6	63	-	-	63
	$P_{\text{заг}}$	801,6	54,35	37	838,6	769,6	187,5	138	907,6
11-10	$P_{\text{вир}}$	66,15	-	-	66,15	39,69	-	-	39,69
	$P_{\text{заг}}$	66,15	-	-	66,15	39,69	-	-	39,69
10-12	$P_{\text{вир}}$	66,15	44,8	30	96,15	39,69	-	-	39,69
	$P_{\text{заг}}$	66,15	44,8	30	96,15	44,8	39,69	22	66,8
12-A	$P_{\text{вир}}$	801,6	96,15	66,2	867,8	63	39,69	22	85
	$P_{\text{заг}}$	838,6	96,15	66,2	904,8	907,6	66,8	45,9	953,5

Таблиця 1.13.

**Розрахунки по вибору перерізів проводів лінії 10 кВ після
реконструкції в разі живлення від ПАВР**

№ Ділянки	Денне навантаження			Вечірнє навантаження			S_m , кВА	S_e , кВА	Провід	Втрата напруги %	
	$\frac{P_{\text{вир}}}{P_{\text{заг}}}$	$\cos \varphi$	S_d , кВА	$\frac{P_{\text{вир}}}{P_{\text{заг}}}$	$\cos \varphi$	S_d , кВА				На ділянці	Від РТП
	2-3	1	0,71	63	0	0,93					
4-3	1	0,71	147,8	1	0,75	84	147,8	103,5	A35	0,040	4,911
3-5	1	0,71	190,1	0,68	0,81	114,8	190,1	133,1	A95	0,083	4,871
6-5	1	0,71	993,8	0	0,93	758,7	993,8	695,7	A95	0,049	4,788
5-7	1	0,71	1129	0,08	0,92	836,5	1129	790,3	A95	0,675	4,739
9-8	0	0,9	36,8	0	0,93	118,8	118,8	83,16	A35	0,677	4,064
8-7	0	0,9	60,3	0	0,93	201,6	201,6	141,1	A50	0,754	3,387
7-12	0,95	0,72	1165	0,07	0,91	997,4	1165	815,5	A95	0,429	2,633
11-10	1	0,71	93,2	1	0,75	52,92	93,2	65,24	A35	0,831	2,204
10-12	1	0,71	135,4	0,6	0,82	81,5	135,4	94,78	A35	0,168	1,373
12-A	0,95	0,72	1257	0,09	0,92	1036	1257	879,9	A95	1,205	1,205

Таблиця 1.14.

Розрахунок параметрів ділянок лінії 10 кВ після реконструкції в разі живлення від ПАВР

Ділянка лінії	Марка провoda	S _i кВА	Sin x	Q _i квар	L _i км	Г _{oi} Ом/км	X _{oi} Ом/км	Г _i Ом	X _i Ом
2-3	A95	44,1	0,704	31,06	0,115	0,32	0,274	0,037	0,032
4-3	A35	103,5	0,704	72,88	0,035	0,92	0,374	0,032	0,013
3-5	A95	133,1	0,704	93,73	0,3	0,32	0,274	0,096	0,082
6-5	A95	695,7	0,704	489,9	0,025	0,32	0,274	0,008	0,007
5-7	A95	790,3	0,704	556,5	0,56	0,32	0,274	0,179	0,153
9-8	A35	83,16	0,368	30,57	0,4	0,92	0,374	0,368	0,150
8-7	A50	141,1	0,368	51,86	0,45	0,64	0,363	0,288	0,163
7-12	A95	815,5	0,694	565,9	0,21	0,32	0,274	0,067	0,058
11-10	A35	65,24	0,704	45,94	0,09	0,92	0,374	0,083	0,034
10-12	A35	94,78	0,704	66,74	0,2	0,92	0,374	0,184	0,075
12-A	A95	879,9	0,694	610,6	0,4	0,32	0,274	0,128	0,110

Таблиця 1.15.

Розрахунок допустимої втрати напруги в лінії 10 кВ після реконструкції в разі живлення від ПАВР

Елемент мережі		Ближня ТП		Віддалена ТП	
		100%	25%	100%	25%
Шини 10 кВ		+4	-2	+4	-2
Лінія 10 кВ		0	0	-5	-2
10/0,4 кВ	Постійна надбавка	+5	+5	+5	+5
	Регульована надбавка	0	0	+2,5	+2,5
	Втрати напруги	-4	-1	-4	-1
Лінія 0,38 кВ		-10	0	-7,5	0
Споживач		-5	+2	-5	+2,5
Допустиме відхилення Δ U		-5	+5	-5	+5

Як видно з розрахунків в разі живлення від ПАВР фактичні втрати напруги в лінії 10 кВ не перевищують допустимі.

2. АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ, МЕТОДІВ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ТА КЕРУВАННЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ ВИЩЕ 1000 В.

2.1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ПЛ-10 КВ

В загальному комплексі засобів автоматизації, призначених для підвищення якості виробництва електроенергії й забезпечення безперебійного електропостачання споживачів, головне місце займає техніка релейного захисту. Попереджуючи розвиток аварій, запобігаючи можливості поширення впливу пошкоджень на всю систему релейний захист разом із пристроями електроавтоматики й телемеханіки є важливою ланкою в технічному оснащенні наших енергосистем.

Період розвитку релейного захисту з кінця минулого сторіччя по дійсний час містить у собі застосування електромеханічних систем і лампової електронної техніки, етап використання дискретних напівпровідникових компонентів і етап впровадження інтегральних мікросхем (ІС) різного ступеня інтеграції.

Кожен етап має свої характерні риси. Так, у процесі розвитку електромеханічних систем були сформульовані принципи побудови пристроїв захисту устаткування електричних станцій і систем, орієнтовані в основному на контроль інтегральних параметрів струму, напруги і їх відношення (опору).

Використовуючи напівпровідникові дискретні компоненти, у першу чергу, прагнули поліпшити масогабаритні показники і підвищити надійність.

Бурхливий розвиток інтегральної мікроелектроніки в 70-х і 80-х роках дозволив у корені змінити підхід до побудови систем релейного захисту. З'явилися різні цифрові інтегральні схеми середнього й високого ступеня інтеграції, а також різноманітні прецензійні аналогові ІС. Сучасні цифрові ІС реалізують функції цілих блоків і вузлів обчислювальних пристроїв, мають високу швидкодію, що обумовило появу зовсім нового напрямку в електроніці - створення мікропроцесорів, що істотно розширило можливості, як практичної

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
						22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

реалізації розроблених методів обробки сигналів, так і подальшого розвитку релейного захисту на їхній основі. Тому з'явилася надія на широке впровадження цифрових методів обробки інформації в пристроях релейного захисту.

Розширення високовольтних систем, їх взаємне об'єднання, підвищення вимог у відношенні безперебійності електропостачання привели до необхідності проведення в енергосистемах, на заводах-виробниках у проектних і науково-дослідницьких організаціях великої творчої роботи по вивченню явищ, які відбуваються в електричних системах, по розробці методів розрахунків, по створенню нових принципів захисту й конструювання реле, які забезпечують негайну локалізацію й ліквідацію коротких замикань.

У зв'язку з потребою підвищення швидкості дії захисту ліній електропередачі і застосування різних видів автоматики, з метою збереження стійкості паралельної роботи електричних систем, стала необхідною розробка принципів побудови захисту, який володіє необхідною чутливістю і не реагує на струми навантаження і розходження ЕРС по кінцям ліній електропередачі. Це робиться за допомогою способів аналізу роботи захисту, що базуються на застосуванні методу геометричних місць.

Із зростанням довжини ліній електропередачі починає проявлятися розподілений характер параметрів лінії, який зумовлює хвильові процеси, що відбуваються в них. При цьому вже не є можливим використовувати спрощені методи розрахунків, які враховують тільки зосереджені індуктивності. Передача великих потужностей на далеку відстань пов'язана також із застосуванням пристроїв поперечної й повздовжньої компенсації, які вносять додаткові ускладнення в дослідження усталених і особливо перехідних процесів в електропередачі.

Вплив ємкісної провідності ліній призводить до появи вищих гармонічних складових у струмі короткого замикання, а наявність повздовжньої ємкісної компенсації призводить до виникнення субгармонійних складових (які мають частоту нижче промислової).

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
						23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розрахунку таких ліній електропередач можна застосовувати метод математичного моделювання.

Як висновок можна сказати, що застосування мікропроцесорів та побудованих на їх основі мікропроцесорних систем релейного захисту й автоматики електричних систем є великим кроком вперед, оскільки вони мають таку універсальність і функціональну складність, що істотно зросли можливості як практичної реалізації розроблених методів обробки сигналів, так і подальшого розвитку засобів автоматизації.

2.2. ЦИФРОВІ РЕЛЕ

Новітні технології все більше застосовуються в повсякденному житті. Перехід від аналогових пристроїв до цифрових відбувався на протязі багатьох років, і на сьогоднішній день вже нікого не здивуєш, наприклад, електронним годинником.

Конструкція цифрових приладів дуже складна, але зате вони мають більші можливості при набагато нижчій ціні на відміну від механічних. Так само і в релейному захисті. Більшість фірм виробників скорочують виробництво електромеханічних реле і пристроїв та переходять на цифрову елементну базу.

Перехід на нову елементну базу не приводить до зміни принципів релейного захисту та автоматики. Він тільки розширює її функціональні можливості, спрощує експлуатацію і знижує вартість. Саме через ці принципи мікропроцесорні реле дуже швидко займають місце застарілих електромеханічних і мікроелектронних.

Цифрові пристрої в релейному захисті і автоматиці (РЗА) почали широко застосовуватися за кордоном біля двадцяти років тому назад. За цей час виробилась оптимальна структура побудови апаратної частини реле, багато технічних рішень стали типовими. Внаслідок чого сучасні цифрові реле, навіть вироблені різними фірмами, мають багато спільного, а їх характеристики досить близькі.

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Цифрові реле володіють всіма якостями, які досягнуті за допомогою електронних реле з аналоговими принципами обробки інформації. Це більш близький до одиниці коефіцієнт повернення вимірювальних органів (0,96 - 0,97) замість 0,80-0,85 (у механічних реле), мала споживана потужність від трансформаторів струму (ТС) та напруги (ТН) (на рівні 0,1 - 0,5 ВА замість 10-30 ВА у електромеханічних реле). Що правда, при цьому, цифровим реле потрібне надійне джерело живлення. Практично, незалежно від числа реалізуючих функцій цифровий пристрій РЗ споживає від мережі оперативного струму потужність порядку 5-20 Вт.

Оскільки цифрові пристрої РЗ мають багато подібного, то їх структурні схеми дуже схожі і подібні представлені на рис. 2.1.

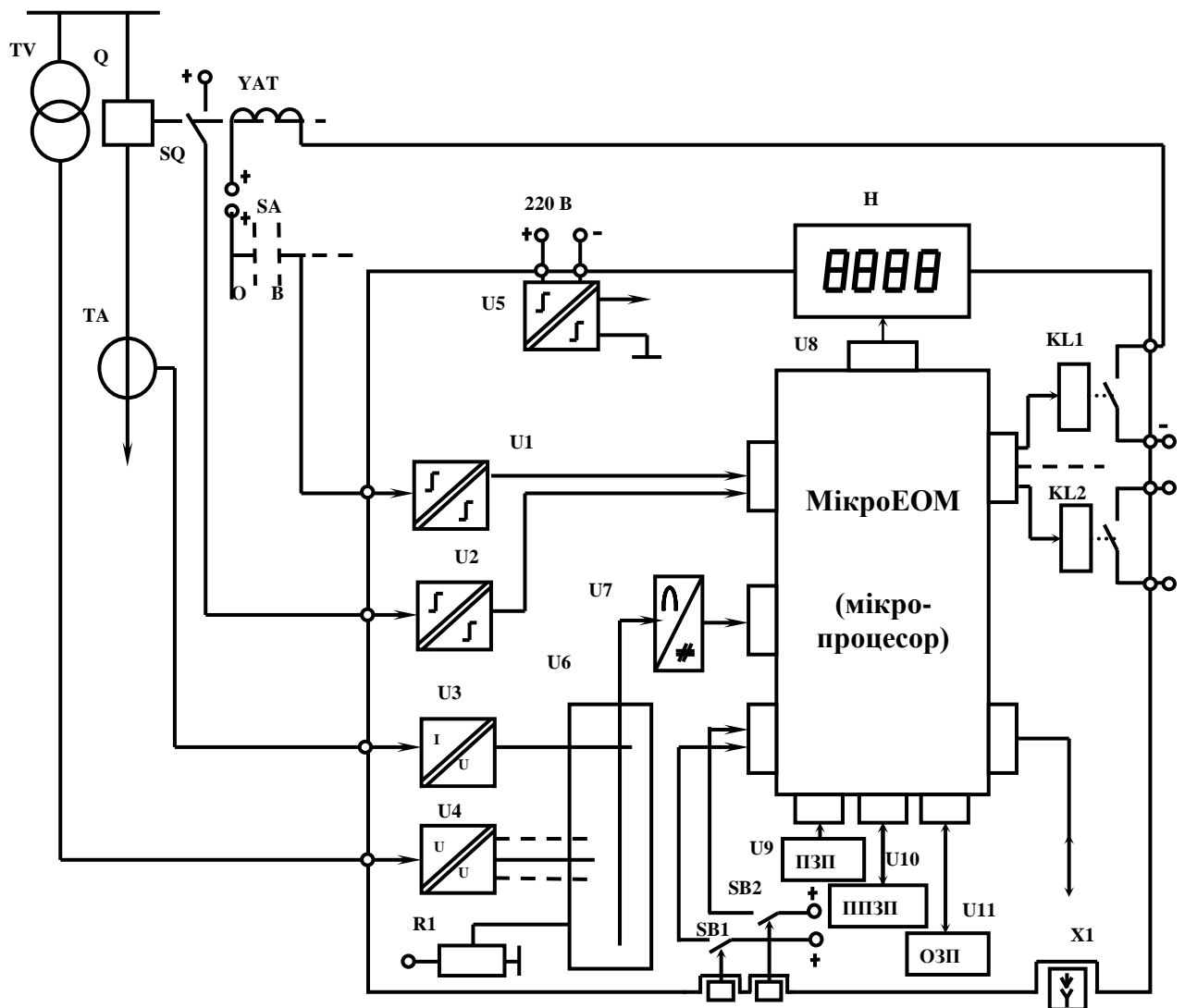


Рисунок 2.1. Структурна схема цифрового пристрою захисту

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Центральним вузлом цифрового пристрою є мікроЕОМ, яка через свої пристрої вводу-виводу обмінюється інформацією з периферійними вузлами. За допомогою цих додаткових вузлів здійснюється зв'язок мікроЕОМ (мікропроцесора) з зовнішнім середовищем: датчиками вихідної інформації, об'єктом управління, оператором і т. д.

Для полегшення розуміння роботи цифрових пристроїв РЗА необхідно мати хоча б загальне поняття про будову і функціонування ЕОМ. Розглянемо структурну схему мікроЕОМ, представлену на рис. 2.2.

Центральний управляючий і обчислюючий блок мікроЕОМ називається центральним процесорним пристроєм (Central Processing Unit-CPU) або просто процесором. Швидкий розвиток мікроЕОМ почався після виконання цього вузла в вигляді інтегральної мікросхеми (ІМС), що дало привід називати таку ІМС мікропроцесором. Як видно із структурної схеми мікроЕОМ мікропроцесор в якості самостійного вузла не застосовується.

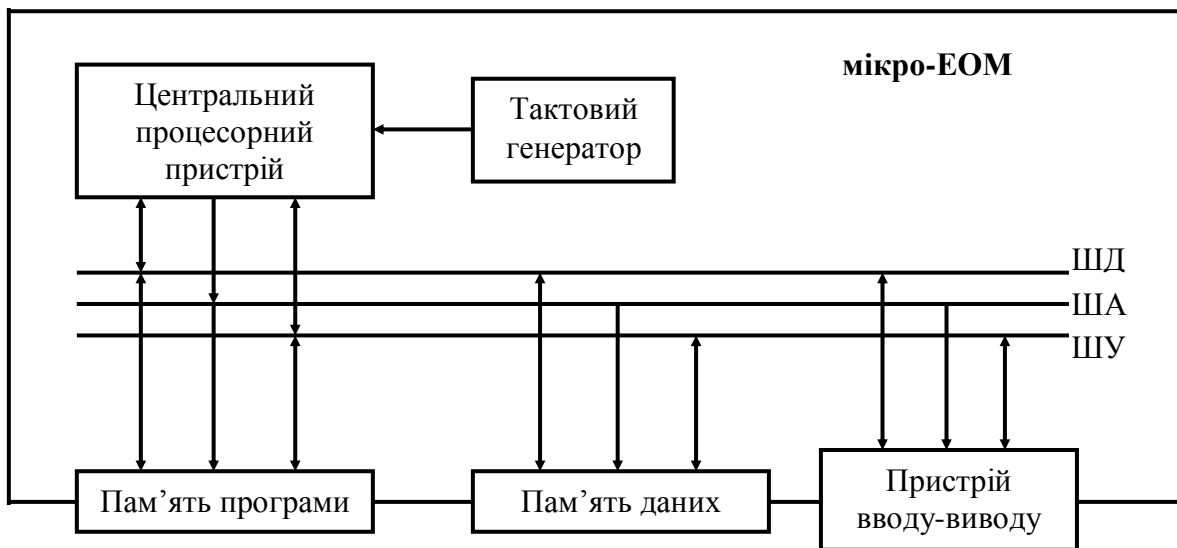


Рисунок 2.2. Структурна схема мікроЕОМ

Потрібно відмітити, що в реальному пристрої РЗ можуть використовуватися декілька мікропроцесорів (МП), кожний з яких буде зайнятий вирішенням окремої частини загальної задачі з метою забезпечення високої швидкодії. Так фірма ALSTOM, з цією метою використовує один потужний мікропроцесор для MICOM P124 32-розрядний мікропроцесор типу

(DSP) TMS320C32, а фірма АВВ, використовує 4-10 мікропроцесорів, що працюють паралельно.

Для роботи МП потрібний зовнішній запам'ятовуючий пристрій, де зберігається програма (послідовність команд), яку необхідно виконати. В пристроях працюючих по строго визначеній програмі, якими і являються реле захисту, програма записується в постійно запам'ятовуючому пристрої (ПЗП).

Для зберігання змінних і проміжних результатів обчислень (даних) застосовується оперативно запам'ятовуючий пристрій (ОЗП).

Обмін інформацією з зовнішнім устаткуванням проводиться за допомогою пристроїв вводу-виводу.

Будь-яка інформація в ЕОМ представляється в вигляді чисел (числових кодів). Обмін інформацією між вузлами мікроЕОМ забезпечується за допомогою шин, тобто системи електричних ліній. Шини розрізняються по функціям: шина передачі даних ШД, шина адрес ША, шина передачі команд управління ШУ. Наприклад, при читанні даних із пристрою вводу-виводу (ПВВ) в процесор останній видає на ША адрес ПВВ, а на ШУ - сигнали, що дають команду ПВВ видати дані на ШД. В результаті цього на ШД з'являється число, яке було в ПВВ в момент звертання. При передачі інформації використовується двійкова система обчислення, яка використовує для обчислень тільки два символи 0 і 1, що робить реалізацію вузлів ЕОМ на основі електричних схем найбільш простою.

Швидкість роботи мікроЕОМ значно залежить від розрядності чисел, які передаються по шинам від вузла до вузла. Це визначається розрядністю шини даних. Перші мікроЕОМ працювали з чотирьохрозрядними числами, сучасні - з 16- і 32-розрядними машинними словами. Час виконання команди визначається тактовою частотою задаючого генератора і залежить від швидкодії застосованих ІМС, що в свою чергу визначається технологією їх виготовлення. Сьогодні електронною промисловістю представлені десятки різновидів МП, і вони постійно вдосконалюються.

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Обов'язковими вузлами цифрового пристрою РЗА є:

Вхідні U1-U4 і вихідні KL1-KL2 перетворювачі сигналів, тракт аналого-цифрового перетворення U6, U7, кнопки управління і вводу інформації оператором SB1, SB2, дисплей Н для відображення інформації та блок живлення U5. Сучасні цифрові пристрої, як правило, забезпечуються і комунікаційним портом X1 для зв'язку з іншими пристроями.

Основними функціями вище вказаних вузлів є:

Вхідні перетворювачі забезпечують гальванічну розв'язку зовнішніх кіл від внутрішніх кіл пристрою. Одночасно, вхідні перетворювачі забезпечують приведення контролюючих сигналів до єдиного виду (як правило, до напруги) і нормованого рівня. В них же забезпечується попередня частотна фільтрація вхідних сигналів перед їх аналого-цифровим перетворенням. Одночасно проводяться заходи по захисту внутрішніх елементів пристроїв від дії перешкод та перенапруг. Розрізняють перетворювачі вхідних сигналів аналогові (U3,U4) і логічні (U1,U2). Перші намагаються виконати так, щоб забезпечити лінійну (або нелінійну, але з відомим законом) передачу контрольованого сигналу на всьому діапазоні його вимірювання. Перетворювачі логічних сигналів, навпаки, намагаються зробити чутливими тільки в певному вузькому діапазоні можливого знаходження контрольованого сигналу.

В більшості випадків пристрої РЗ працюють з сигналами від джерел змінного струму і напруги, з традиційними номінальними рівнями: 1А, 5 А, 100 В. Такі рівні сигналів забезпечують необхідний перешкодозахист, але зовсім не придатні для обробки в електронних схемах. Використання ж датчиків з вихідними сигналами, погодженими з вимогами електроніки, стикається з необхідністю або різко обмежувати довжину ліній зв'язку, розмішуючи пристрої поблизу датчиків інформації, або впроваджувати додаткові заходи по їх захисту від перешкод, такі як екранування, що досить дорого. На перших етапах переходу від електромеханічних систем захисту до електронних використання нетрадиційних вимірювальних датчиків вповільнюється за рахунок відсутності повної номенклатури приладів і

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

пристроїв з малим споживанням потужності. За цією ж обставиною не отримують широкого впровадження в енергетиці і оптико-електронні ТС, що мають ряд переваг, але дуже малу вихідну потужність.

При підключенні мікропроцесорних пристроїв до традиційних датчиків струму і напруги потрібне приведення їх сигналів до єдиного виду і діапазону вимірювання, які б підходили для обробки електронними вузлами.

Частіше за все вхідні погоджувальні перетворювачі цифрових пристроїв виконуються на базі звичайних електромагнітних трансформаторів з феромагнітним осердям. Не дивлячись на те, що такі трансформатори мають нелінійні передаточні характеристики, деяку нестабільність в часі і при зміні температури, вони все ж використовуються для побудови пристроїв РЗ, що допускають роботу з похибкою 2-5%.

В трансформаторних перетворювачах (рис. 2.3) основну увагу приділяють зниженню міжобмоткової ємності, по якій можливе попадання імпульсних перешкод всередину пристрою. З цією метою секціонують вторинну обмотку або розміщують між первинною і вторинною обмотками електростатичний екран. Оскільки електронні вузли споживають дуже малу потужність, перетворення струмових сигналів в напругу проводять найпростішим способом - з використанням шунтів R . Для захисту електронних вузлів від можливих перевантажень широко використовують варистори RV (або стабілітрони) і фільтри низьких частот, наприклад, на основі R/C - кіл.

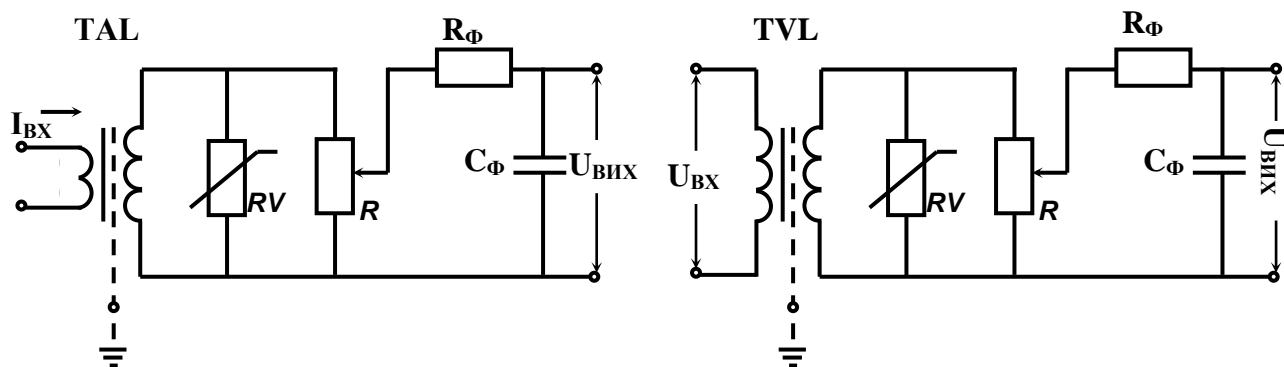


Рисунок 2.3. Вхідні перетворювачі на основі проміжних трансформаторів

Ефективність фільтра низьких частот пояснюється тим, що енергія імпульсної перешкоди зосереджена в високочастотній області спектру.

Обмеження полоси пропускання тракту в області високих частот необхідно і для правильної роботи аналогово-цифрового перетворювача, незалежно від того, буде чи ні застосовуватись в подальшому цифрова фільтрація сигналів. (4)

2.3. ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ У ЦИФРОВИХ РЕЛЕ.

Практично вся обробка інформації у будь-якому цифровому пристрої відбувається за допомогою мікроЕОМ по визначеному алгоритму, реалізованому у вигляді програми роботи. Для зберігання програми роботи використовують постійні запам'ятовуючі пристрої-ПЗП. Для тимчасового зберігання інформації проміжних обчислень використовуються оперативно запам'ятовуючі пристрої.

Будь-яка інформація в ЕОМ представляється у вигляді чисел (числових кодів). При передачі інформації використовується двійкова система обчислення, яка використовує для обчислень тільки два символи 0 і 1, що робить реалізацію вузлів ЕОМ на основі електричних схем найбільш простою.

Обмін інформацією між вузлами мікроЕОМ забезпечується за допомогою шин, тобто системи електричних ліній. Обмін інформацією із зовнішнім устаткуванням проводиться за допомогою пристроїв вводу-виводу.

Для реалізації взаємодії цифрових пристроїв, що об'єднані у систему використовують інтерфейс. Під інтерфейсом розуміють сукупність апаратних, програмних і конструктивних засобів.

По принципу обміну інформацією інтерфейси поділяються на інтерфейси з паралельною й послідовною передачею даних. Більш швидким є паралельний інтерфейс, спрощена схема якого представлена на рис. 2.4,а.

В цьому випадку по синхронізуючому сигналу СС (у дійсності це може бути послідовність із декількох сигналів управління), передаючий пристрій подає на шину даних ШД одночасно всі розряди числа, що передається, а приймаючий його зчитує. Як видно, паралельний інтерфейс потребує досить складного тракту передачі, до складу якого входять $(n+1)$ фізичні лінії при п-

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

розрядному слові даних, що передаються. Даний тип інтерфейсу використовується, в більшості, для передачі інформації на невеликі відстані (наприклад, при зв'язку комп'ютера з принтером) або при необхідності забезпечити найбільшу швидкість обміну інформацією.

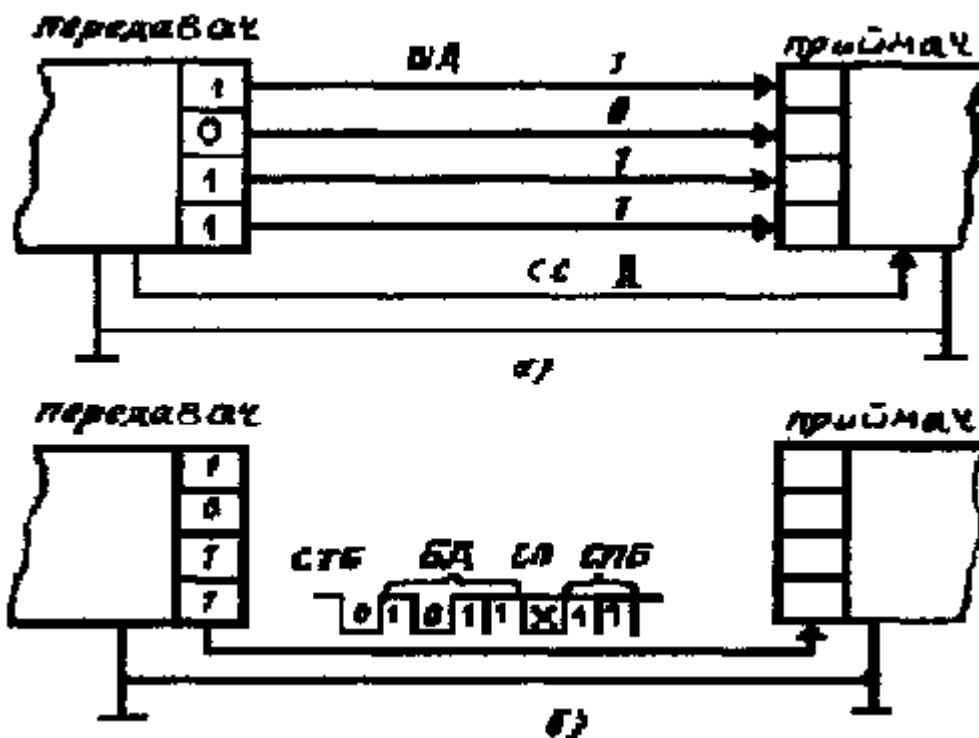


Рисунок 2.4. Варіанти обміну інформацією

З технічної точки зору, більш простим є інтерфейс із послідовною передачею даних. В цьому разі слово даних передається послідовно - розряд за розрядом. Найбільш широко використовується асинхронний режим передачі даних, схематично представлений на рис. 2.4, б. Даний спосіб потребує мінімальну кількість ліній. Це досягається тим, що при передачі даних використовуються певні домовленості, які дозволяють приймачеві не тільки розпізнавати початок і кінець передачі, а й визначати спотворення даних при передачі. Це забезпечується наступним чином. В режимі очікування передавач видає в лінію сигнал логічної одиниці. Початок передачі приймач визначає по появі в лінії логічного нуля. Це так званий стартовий біт СТБ. Час передачі одного біта є заздалегідь визначеним, тобто приймач і передавач повинні бути попередньо відрегульовані. Після закінчення передачі стартового біта СТБ передавач передає розряд за розрядом біти даних БД. Після передачі даних

передається так званий біт паритету БП. Біт паритету по домовленості встановлюється передавачем у стан логічної одиниці, якщо в слові даних непарна кількість одиниць, і використовується "парний" паритет. І, навпаки, у випадку домовленості про роботу з "непарним" паритетом, БП присвоюється нульове значення. Таким чином, використовуючи біт паритету, приймач може визначати одиничні збої при передачі даних. Закінчується повідомлення передачею столових бітів СПБ (1, 1,5 або 2 біта). СПБ визначають мінімальний інтервал між передачею окремих слів даних. При асинхронній передачі, звичайно, використовується стандартний ряд швидкостей: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 біт/с і т.д.

Існує досить багато стандартів на канали послідовного зв'язку. Вони відрізняються швидкістю обміну інформацією, організацією й довжиною ліній зв'язку. Найбільш відомим є стандарт RS232, який використовується в IBM-сумісних комп'ютерах. Стандарт RS232C був розроблений в 1969 році. Інтерфейс забезпечує довжину зв'язку до 15 км із швидкістю до 19200 біт/с . В деяких цифрових реле порт послідовного зв'язку виконаний у стандарті RS485. Він потребує симетричний канал (вита пара). Забезпечує зв'язок сегментами довжиною до 1200 м із можливістю підключення до 32 вузлів на сегмент; швидкість обміну - до 10 Мбіт/с.

Як видно порти у цифрового реле і персонального комп'ютера виконані в різних стандартах, що виключає їх безпосереднє з'єднання.

Власний час спрацювання вимірювальних органів цифрових реле майже такий, як і у електромеханічних реле. Це можна пояснити тим, що для визначення інтегральних параметрів контролюємих струмів і напруги (діючих значень, фазових зсувів) потрібен деякий час. Так, згідно визначенню, діюче значення періодичної функції від часу $x(t)$ знаходиться за формулою:

$$x = \sqrt{\left(\frac{1}{T} \cdot \int_n^{n+T} x^2(t) dt \right)}$$

В реальному часі результат обчислень цього інтеграла може бути отриманий тільки після слідкування за контролюємим сигналом $x(t)$ на протязі відрізка часу, рівного періоду T .

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Цифрові реле, як і їх аналогові прототипи, у принципі можуть формувати сигнал спрацювання і через більш короткий проміжок часу, чим період T , якщо значення контролюємої величини, зарані перевищує уставку. Це легко визначити, оскільки числове інтегрування представляє собою підрахунок суми приростів:

$$\int_t^{t+T} x(t) dt = \sum_{i=0}^N x(t_i) \Delta t,$$

де $x(t)$ - значення підінтегральної функції у вузлових точках $x(t_i)$, взятих на інтервалі інтегрування;

Δt - проміжок часу між двома точками вимірювання.

При значеннях контролюємої величини, що відповідають уставці, час спостереження буде прагнути до T .

Здається, що в умовах, коли вхідний сигнал, представлений тільки однією гармонікою, на обчислення діючого значення можна витратити менше часу, так як амплітуда синусоїди (а відповідно і діюче значення) може бути обчислена після вимірювання декількох її миттєвих значень. Але, в реальних сигналах, на ряді з потрібною нам гармошкою присутні й інші гармошки та аперіодичні складові. Виділення ж із складного сигналу потрібної гармошки потребує деякого часу.

В загальному випадку, вище сказане не поширюється на реле, в яких не використовується визначення інтегральних параметрів сигналу. Наприклад, в диференційному струмовому захисті теоретично можна порівнювати миттєві значення струмів у відгалуженнях схеми, що захищається. Однак, і в диференційних реле доводиться зустрічатися з питаннями фільтрації. Фільтрація потрібна для подавлення перешкод у робочих точках та при формуванні блокуючих дій, наприклад, при стрибках струму намагнічування, якщо мова йде про диференційну РЗ трансформатора. Стрибки струму намагнічування, звичайно, визначаються за фактом появи другої гармоніки в диференційному струмі. (4)

2.4. ФІЛЬТРАЦІЯ СИГНАЛІВ

Якщо сигнал, який контролюється періодичний і існує довгий час, то для виділення основної гармошки (або будь-якої іншої) можна скористатися теорією гармонічного аналізу, в відповідності з якою для визначення амплітуди k-ї гармоніки потрібно спочатку обчислити її ортогональні складові:

$$a_k = \frac{2}{T} \int_t^{t+T} x(t) \cos k\omega t dt, \quad b_k = \frac{2}{T} \int_t^{t+T} x(t) \sin k\omega t dt,$$

і тільки потім - її амплітуду:

$$X_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}.$$

Як показано, ортогональні складові визначаються шляхом інтегрування функції від часу $x(t)$ на протязі періоду T .

Числовий спосіб гармонічного аналізу застосовується в тому випадку, коли функція $x(t)$ відома на проміжку $0 < t \leq T$ тільки в дискретній системі точок $t_n = nT/N$, $n=0; 1; \dots, N-1$. Цей спосіб зв'язаний з необхідністю використання при обчисленні складових, що належать до різних моментів часу:

$$a_k = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(t_n) \cos(2\pi \frac{kn}{N}) dt, \quad b_k = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(t_n) \sin(2\pi \frac{kn}{N}) dt, \quad X_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}.$$

Розглянемо роботу цифрового фільтра. Цифровий фільтр працює з послідовністю з N виборок $X_{вхn}$, $n=0; 1; \dots, N-1$, які взяті з інтервалом Δt із вхідного сигналу $X_{вх}(t)$. На виході фільтра в результаті відповідних операцій виникає послідовність чисел $X_{вихn}$.

Вхідний сигнал складної форми $X_{вх}(t)$ може бути розбитий на досить короткі прямокутні імпульси. Для будь-якого електричного кола є його імпульсна характеристика $g(t)$, який визначає процеси в колі після завершення імпульсу. Сигнал на виході електричного кола в момент спостереження n обчислюється як сума відгуків кола на всі імпульси в проміжку від $t=0$ до моменту спостереження n (Δt - протяжністю окремого імпульсу) тобто:

$$X_{вихn} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sum_{k=0}^n X_{вхk} g \left[t - k \Delta t \right] \approx \sum_{k=0}^n X_{вхk} g \left[t - k \Delta t \right]$$

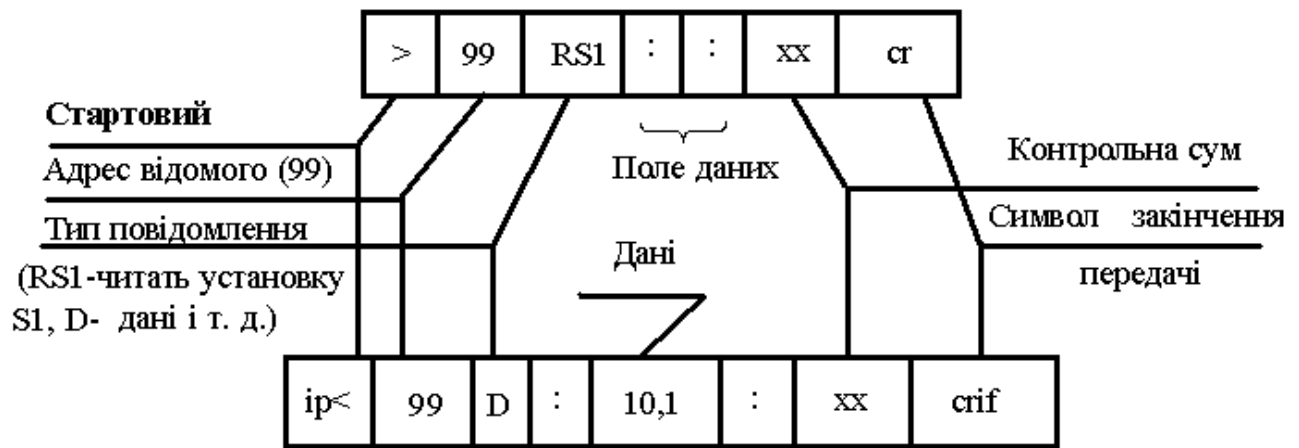


Рисунок 2.5. Пояснення роботи цифрового фільтра

Якщо при обчисленні вісові коефіцієнти, що використовуються $g [(n-k)\Delta t]$ будуть співпадати з відповідними значеннями імпульсної характеристики будь-якого частотного фільтра, то вихідний сигнал цифрового фільтра буде еквівалентний вихідному сигналу аналогового фільтра. Ідеальний цифровий фільтр повинен оперувати з нескінченним числом виборок із вхідного сигналу, які передують моменту обчислення чергової складової його вихідного сигналу. Реальний цифровий пристрій може працювати лише з скінченним числом виборок N . Зв'язуючи число виборок, які використовуються, з деяким відрізком часу спостереження за вхідним сигналом (рис. 2.6.а), можна відмітити наступне.

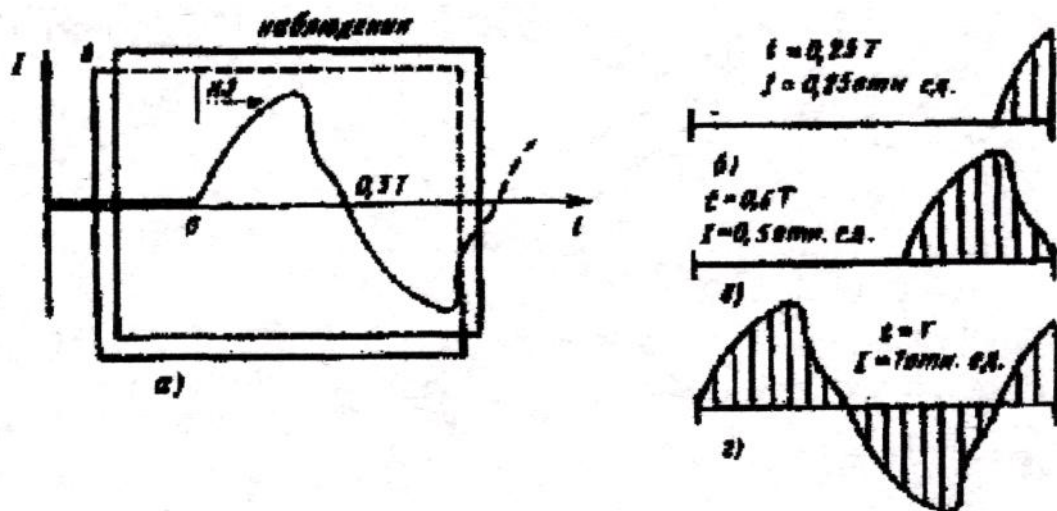


Рисунок 2.6. Спостереження реального сигналу

В перші моменти часу після стрибкоподібної зміни вхідного сигналу обчислювальний пристрій на протязі деякого часу буде формувати "неправильний" вихідний сигнал. Це пояснюють епюри сигналу, видимого у вікні

спостереження в різні моменти часу (рис. 2.6, б-г). Для наочності на епюрах приведеш діючі значення струму.

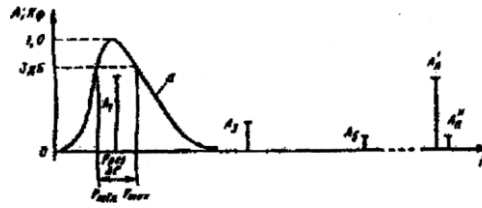


Рисунок 2.7. Частотний спектр вхідного сигналу і АЧХ фільтра:

f - частота сигналу; A - амплітуда сигналу; K_{ϕ} - коефіцієнт передачі фільтра

Вихід на усталений режим роботи може бути визначений, наприклад, по співпаданню результатів спостереження в двох зміщених в часі вікнах спостереження (рис. 2.6.а). Точність обчислень буде тим більшою, чим більше виборок знаходиться в вікні спостереження.

Цифрові фільтри мають ряд переваг. Основні з них - надійність в роботі і стабільність характеристик, які недосяжні для аналогових фільтрів. Але, так само, як і аналогові фільтри, цифрові фільтри мають протиріччя щодо виділення потрібної гармоніки з складного сигналу і часу, що витрачається на фільтрацію. Для того, щоб відмежуватися від аперіодичних складових, вищих гармонік (A_3 , A_5 , на рис. 2.7), перешкод ($A_{п}$, $A_{п'}$), амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) вхідного тракту реле повинна бути подібною до характеристики полосового фільтра (крива а на рис.2.7).

Якість полосового фільтра характеризується його полосою пропускання, яка визначається на рівні, коли коефіцієнт передачі фільтра K_{ϕ} зменшується на 3дБ. Як і в коливальних контурах для полосових фільтрів введено поняття добротності:

$$Q = f_{рез} / (f_{max} - f_{min})$$

де $f_{рез}$, f_{max} , f_{min} - відповідно резонансна, максимальна і мінімальна частоти, що характеризують фільтр.

Час затухання власних перехідних процесів в полосовому фільтрі другого порядку визначається виразом:

$$t_{\text{пер}} = 6Q / (2\pi f_{\text{рез}}),$$

тобто, чим вище добротність, тим довше перехідний процес у фільтрі.

До цих же результатів можна прийти, якщо використати спектральний підхід опису електричних коливань. Звуження полоси пропускання покращує перешкодозахищеність реле, так як більшість перешкод є імпульсними сигналами (грозові розряди, комутаційні перенапруги і т.д.), а, значить, мають протяжні спектральні характеристики. При цьому чим вузья полоса пропускання вхідного тракту реле, тим менша частка енергії перешкоди буде добавлятися до робочого сигналу. Але разом, з цим, сильно вузький вхідний тракт реле приводить до недопустимого зниження швидкодії реле. Для підвищення швидкодії РЗ краще застосовувати фільтри з меншою добротністю.

Фільтри симетричних складових.

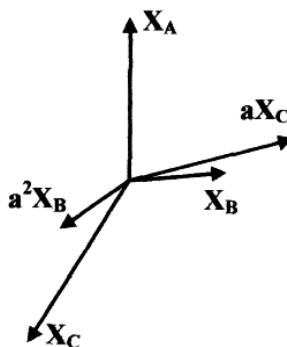


Рисунок 2.8. Виділення симетричних складових

Виділення симетричних складових з трифазної системи струмів і напруг широко використовується в РЗ. Алгоритми обчислення симетричних складових прямої і оберненої нульової послідовності відомі:

$$3X_{1A} = X_A + aX_B + a^2X_C;$$

$$3X_{2A} = X_A + a^2X_B + aX_C;$$

$$3X_0 = X_A + X_B + X_C$$

де $X_A + X_B + X_C$, - вектори, що показують відповідні фазні величини (струми чи напруги) виду: $x = X \sin(\omega t + \varphi)$;

$a(a)^2$ - оператори, що повертають даний вектор на кут $\psi = 2\pi/3$ рад. В напрямку (проти напрямку) повороту векторів трифазної системи.

Векторна діаграма фазних значень величин, що використовується для виконання фільтра оберненої послідовності, приведена на рис. 2.17. У фільтрі сумуються значення векторів X_A , X_B , повернутого в сторону відставання на кут 120° ($a^2 X_B$) і X_C , повернутого в сторону випередження на 120° ($a X_C$).

2.5. ПРОВІДНІ КАНАЛИ ЗВ'ЯЗКУ

Передача імпульсу по електричному каналу з обмеженою полосою пропускання $\Delta f = f_{max} - f_{min}$ супроводжується затримкою і викривленням форми сигналу, що передається (рис 2.9)

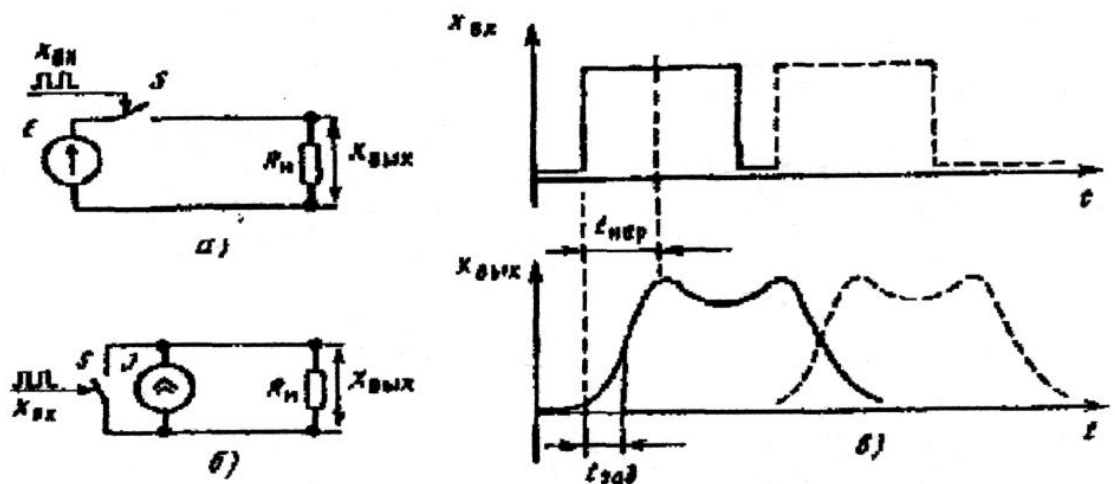


Рисунок 2.9. Викривлення сигналу при передачі по реальному каналу

$X_{вх}$ - вхідний сигнал; $X_{вих}$ - вихідний сигнал; $t_{нар}$ - час наростання сигналу;

$t_{зат}$ - час затримки сигналу

Для передачі імпульсних сигналів по телефонним лініям, які розраховані на передачу тональних (аналогових) сигналів використовують модеми. Як слідує із назви, модем (МоДем = Модулятор + Демодулятор) забезпечує перетворення імпульсних сигналів в тональні сигнали шляхом модуляції, яка несе частоти.

Сучасні модеми забезпечують повнодугаїєксний зв'язок -передачу інформації по одному телефонному каналу одночасно в обох напрямках. Інколи замість амплітудної модуляції використовується частотна або фазова модуляція. Перспективною є фазова модуляція. В цьому випадку, зміна фази здійснюється після передачі пари бітів (дебіта): 00 = 0°; 01 = 90° ;10 = 180°; 11 = - 90° . фазова маніпуляція знижує еквівалентну швидкість передачі і допомагає підвищенню пропускної спроможності каналу.

При передачі інформації по послідовному каналу зв'язку застосовують різні способи перевірки точності одержаної інформації. Це і порівняння бітів паретету з числом одиниць в окремих символах, і порівняння суми кодів всіх символів, які входять в повідомлення, з контрольною сумою цих кодів, яка передається в кінці повідомлення. Все це виключає неправильне прийняття інформації одержувачем. Однак, при більшому рівні електромагнітних перешкод ефективна швидкість передачі інформації по електричним лініям зв'язку різко падає, так як викривлене повідомлення приходиться повторювати. По цій причині, в умовах електростанцій і підстанцій альтернативою електричним лініям стають волоконно-оптичні лінії зв'язку.

Волоконно-оптичні системи зв'язку стали розвиватися з початку 70-х років, їм передувало появлення на початку 60-х років лазеру - потужного інструменту для передачі інформації. Однак звичайне середовище - атмосфера є нестабільною для організації зв'язку в оптичному діапазоні. Допомогло розвитку волоконно-оптичних систем і уже налагоджене до цього часу виробництво зверхчистого кремнію, який необхідний для одержання високоякісного кварцевого скла. Починаючи з 1978 року волоконно-оптичні, системи почали використовуватися і для комерційних цілей. В даний час ця галузь швидко розвивається.(4)

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						39
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6. ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ КАНАЛИ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ.

Волоконно-оптичний кабель (ВОК) є складний за будовою, крім забезпечення мінімальних втрат енергії при передачі, достатньо багато уваги приділяється захисту світловоду від зовнішніх дій. Рух світла по криволінійному світловоду проходить при багатократному внутрішньому відбиванні проміння на границі світловід-оболочка. Існує декілька типів ВОК. Самим дешевим є волокно з ступінчатою зміною коефіцієнту переломлення. Часто для цієї цілі використовується оптично прозора пластмаса. Мінімальні втрати в пластмасовому волокні спостерігаються в області видимого (червоного) випромінювання. За допомогою пластмасових світловодів можна передавати дані на відстані до декількох десятків метрів. В кабелях більш високої якості використовується кварцове волокно. Кварцові світлодіоди бувають із ступінчатою і плавною зміною коефіцієнту переломлення (краще). Останнім досягненням волоконно-оптичного далекого зв'язку є передача інформації на частотах до 4 ГГц і на відстані 120 км без повторювачів.

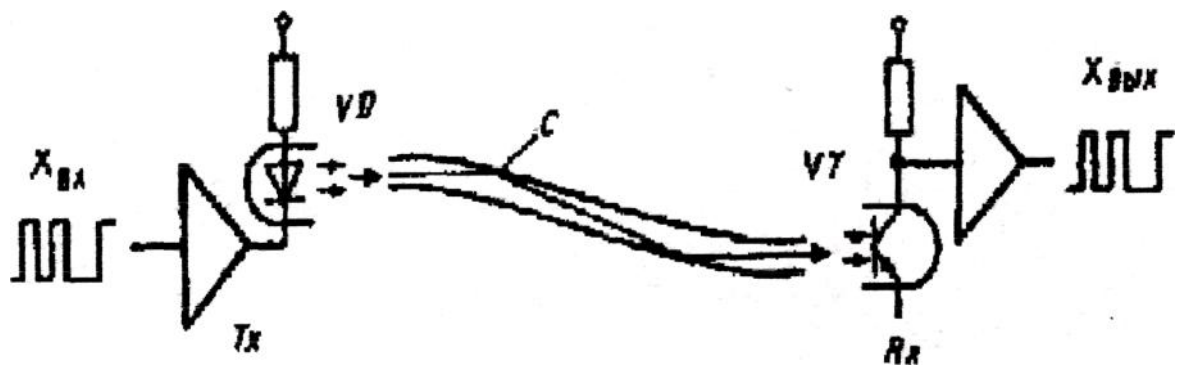


Рисунок 2.10. Схема передачі інформації з використанням волоконно-оптичного каналу зв'язку

Світловоди, в порівнянні з електричними кабелями, володіють рядом переваг:

- високий захист від перешкод в умовах електромагнітних полів;
- висока пропускна спроможність. В порівнянні з коаксильними кабелями, в яких швидкість і втрати значно залежать від частоти, дисперсія (залежність фазової швидкості хвилі від частоти) ВОК

									Лист
									40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	СУдн-61П.151.08.ПЗ				

незначна, а значить, в них у меншому ступені спостерігається розширення імпульсів.

- Безпечність при використанні. Виключається виніс електричного потенціалу із електроустановки; неможливе загорання кабеля по причині короткого замикання;
- Не використовується дифіцитна мідь, що робить їх потенційно дешевше в перспективі при відпрацюванні технології виробництва оптоволоконна;
- Високі експлуатаційні характеристики: малий радіус згину, некретичність до умов прокладки (можлива прокладка рядом з сильнострумовими кабелями), малі масо-габаритні показники і т.д.

Основним же недоліком ВОК є складність з'єднання світлодіодів між собою, а також з випромінювачами і одержувачами сигналів. Це зумовлюється і малим перерізом волокна (діаметр 0,125 мм і менше), і необхідністю виконання зрізу волокна строго перпендикулярно його осі та обробки зрізу з високою точністю чистоти для мінімального затухання. По цій причині одножильні кабелі протяжністю до декількох десятків метрів в наш час вважаються неремонтнопригодними. Однак, технологія зрощування оптичних кабелів швидко вдосконалюється.

При використанні ВОЛЗ, цифрові пристрої захисту необхідно обладнувати модулем оптико-електронного перетворення.

Під шиною зв'язку розуміється сукупність апаратних засобів зв'язку і правил формування повідомлень, які передаються. Фізично шина представляє собою оптико-волоконну петлю, яка послідовно зв'язує окремі реле і пристрій верхнього рівня. Передача сигналу тільки в одному напрямку значно спрощує конструкцію оптико-волоконних перетворювачів. Повідомлення, яке передається по оптичній петлі, циркулює від одного оптико-електронного перетворювача до іншого до тих пір, поки не знайде свого адресата.

Для практичних цілей можна застосовувати наступні співвідношення між швидкістю передачі імпульсів V_{max} (виміряної в бодах; бод - це швидкість

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
						41
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

передачі, яка обчислюється в тактах за секунду) і полозою пропускання каналу Δf (яка задається в герцах).

$$V_{\max} \leq 2\Delta f$$

Для виключення конфліктних ситуацій (одночасної передачі по петлі декількох повідомлень), пристрій верхнього рівня є ведучим і тільки йому дається право ініціювати обмін інформацією. Відомі пристрої можуть тільки відповідати на запити ведучого пристрою.

При необхідності одночасного звернення ведучого пристрою до всіх відомих (наприклад при синхронізації внутрішнього часу) використовується широкоповідомлювальний режим. При цьому використовується загальний для всіх відомих адрес. (4)

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		42

3. МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РОЗПОДІЛЬЧИМИ МЕРЕЖАМИ ВИЩЕ 1000 В

3.1. УНІВЕРСАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ МІСОМ Р124

Пристрій МІСОМ Р124 є останнім поколінням мікропроцесорних пристроїв захисту. Він має широкий набір функцій

- МСЗ;
- СВ;
- АПВ;
- ЗНЗ;
- тепловий захист від перевантажень;
- датчик початкового навантаження;
- захист мінімального струму і оберненої послідовності,

які забезпечують надійний захист повітряної лінії, що захищається.

Узгодження з іншими пристроями спрощується за рахунок гнучких функцій автоматики. Дві групи уставок адаптують складний захист до управління схемами. Є можливість змінювати уставки, як “по місцю” так і дистанційно. Пристрій МІСОМ Р124 сумісний з широким діапазоном стандартних протоколів передачі інформації (MODBUS, R-BUS, МЕК 870-5-103 і т.д.).

Для кращого управління, по локальній сітці, може бути передана вся інформація, яка запам’ятовується: уставки, вимірювання, події, помилки або записи осцилограм. Дистанційні команди миттєво виконуються і передаються на суміжні комутаційні пристрої.

Пристрій простий і зручний інтерфейс “людина-машина”. Функціональні клавіші і рідинно-кристалічний дисплей (РКД) розташовані на передній панелі – дозволяють програмувати пристрій згідно з вимогами користувача.

Вимірювання струмів, напруги та частоти подаються в дійсних значеннях, що досить зручно для обслуговуючого персоналу. Вони можуть бути виведені за допомогою локальної сітки на персональний комп’ютер.

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

Для MICOM P124 легко назначаються входи і виходи і суміщаються будь-які ступені, які програмуються незалежно для кожного із виходів.

Програмне забезпечення, яким комплектується пристрій MICOM P124 разом з портами передачі інформації, забезпечують вільний доступ користувача до всієї інформації, що зберігається, вихід до характеристик пристрою або до параметрів, що контролюються.

Лицьова панель дає змогу користувачу переміщуватися по меню для доступу до даних, змінювати уставки, перевіряти роботу самого пристрою. Через порт RS232, що знаходиться під нижньою кришкою лицьової панелі можна провести наладку пристрою, або контролювати його роботу за допомогою простого персонального комп'ютера та спеціалізованого програмного забезпечення, яким по замовленню може бути укомплектований пристрій MICOM.

Захисту максимального струму MICOM серії P124 – це універсальні струмові захисту фірми АЛЬСТОМ з живленням від струмових ланцюгів или/и від ланцюгів струму і напруги. Захисту MICOM серії P124 спроектовані для управління, захисту і контролю промислових установок, розподільних мереж, підстанцій і не вимагають зовнішнього електроживлення, а також можуть використовуватися як резервний захист в розподільних електричних мережах.

СЕРІЯ захит MICOM є продовженням позитивного досвіду створення серій захит Midos, K і MODN, шляхом доповнення їх новинками в цифровій техніці. Пристрої серії MICOM P124 повністю сумісні і використовують той же модульний принцип. Серія захит MICOM забезпечує кращий захист для найбільш вимогливих застосувань.

КОЖНЕ реле має цілий ряд функцій управління і збору даних. Це може створити частину повністю об'єднаної системи захисту, управління, засобів вимірювань, збору даних і реєстрації аварій, подій і пошкоджень. Передня панель захисту забезпечена дисплеєм на рідких кристалах (ЖКД) з двома строчками по 16 буквено-цифрових символу в кожній, із заднім підсвічуванням, клавіатурою, що складається з 7 клавiш (для забезпечення доступу до всіх

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

параметрів, сигналів і вимірювань) і 8 світлодіодами, що просто відображають стан захисту MICOM P124. Окрім цього, використання порту зв'язку RS485 дає можливість прочитувати, встановлювати в початкове положення і змінювати уставки реле при необхідності від місцевого або видаленого персонального комп'ютера, з відповідним програмним забезпеченням.

Ця гнучкість у використанні, знижені вимоги по технічному обслуговуванню і простота інтеграції дозволяє пристроям серії MICOM P124 здійснювати вирішення проблем захисту електричних мереж.

Захист MICOM P124 здійснює повний захист від міжфазних коротких замикань і замикань на землю розподільних і промислових мереж і мереж іншого застосування, де потрібний захист максимального струму. Захист від замикань на землю володіє підвищеною чутливістю в мережах з малими струмами замикання на землю.

Лицьова панель захисту MICOM P124 служить інтерфейсом між користувачем і пристроєм захисту. Вона дає можливість користувачеві мати доступ до уставкам, вивести на дисплей зміряні величини, сигналізацію і дати ясне відображення різних дій зашит MICOM P124.

Лицьова панель складається з трьох окремих розділів:

- ЖКД і клавіатура
- світлодіоди
- дві зони під верхньою і нижньою відкидною стулкою.

Блок батареї (допоміжне живлення):

Блок батареї може використовуватися для того, щоб дозволити користувачеві звертатися до меню, коли відсутній струм в лінії (вимикач отключе

Лицьова панель MICOM P124 має дисплей на рідких кристалах (ЖКД), за допомогою якого користувач через систему меню може проглянути дані параметрів налаштування, зміряних значень і і сигналізації.

Рідкокристалічний дисплей складається з двох ліній по шістнадцять символів кожна. При натисненні будь-яка з клавіш спалахує підсвічування

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

дисплея і продовжує горіти протягом п'яти хвилин після того, як буде натиснута остання клавіша. Ця функція дозволяє прочитувати дані з дисплея при будь-якому освітленні.

ЗВЕРНЕТЕ УВАГУ: В цілях економії внутрішнього джерела живлення, підсвічування спалахує тільки за наявності хоч би в одній фазі струму більше, ніж 0.

Клавіатура має сім клавіш, розділених на дві групи:

Дві клавіші, розташовані під екраном.

П'ять основних клавіш програмування розташовано на середині передньої панелі.

За допомогою цих двох клавіш проводиться читання і підтвердження сигналізації.

П'ять клавіш, розташованих посередині лицьової панелі MICOM, призначено для налаштування зашит.

MICOM P124 має один ЖКД і один магнітний прапорець. За умовчанням, влучні на лицьовій панелі написані англійською мовою, але користувач може замовити набір російських етикеток.

Під верхньою відкидною стулкою, мітка ідентифікує реле згідно його моделі (код замовлення) і серійний номер. Ця інформація визначає виріб. При зверненні у відділ технічної підтримки ALSTOM T&D, будь ласка, указуйте ці дані. Інформація, позначена на нижній частині цієї мітки показує номінальне значення струму нульової послідовності і номінальний струм (1 А або 5 А). Під нижньою відкидною стулкою знаходиться порт RS232, який дозволяє розвантажувати і прочитувати дані, за допомогою програмного забезпечення ПК. Коли в лінії відсутній струм навантаження (вимикач вимкнений), користувач може прочитувати або змінювати параметри налаштування,

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

включаючи реле MICOM P124 з блоком батареї через порт RS232.

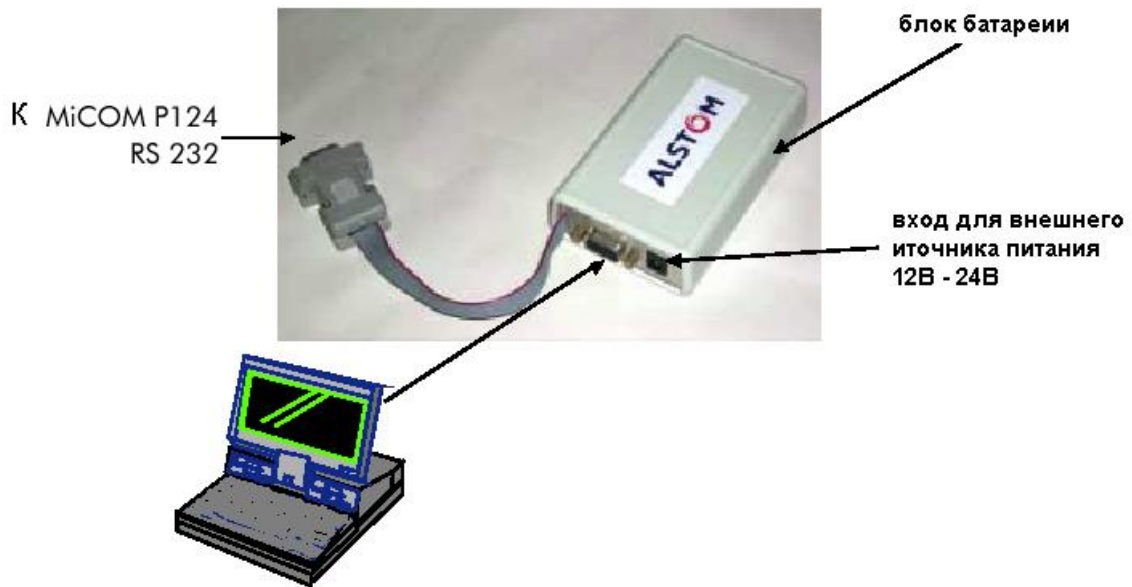


Рисунок 3.1. Блок батареи

Блок батареи виконує дві функції:

1. Тимчасове живлення реле дозволяє користувачеві прочитувати або змінювати дані. Використовується батарея 6LR61 тип (9В), яка може забезпечити живлення реле до 3 годин. При розрядженій батареї, можливе живлення блоку батареї від зовнішнього джерела живлення постійного струму з напругою від 12В до 24В.

2. За допомогою порту RS232 забезпечується зв'язок між реле MICOM P124 і ПК.

Індикатори розміщені на лівій частині лицьової панелі:



Рисунок 3.2. Живлення через передню панель

Цей індикатор показує, що захист MICOM P124 включений правильно і в лінії достатній струм для живлення пристрою, а також коли реле харчується від блоку батареї.

Примітка: на передній панелі реле з живленням від ТТ є отвори під індикатори, як у реле з живленням від ТТ і оперативного струму, але використовується тільки індикатор 4.

Жовтий магнітний прапорець указує, що вимикачу була подана команда на відключення. (4)

3.2. ПЕРЕВІРКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ.

Трансформатори струму (ТС), що використовуються для релейного захисту вибираються за номінальним струмом та напругою встановлення, після чого вони перевіряються на термічну та електродинамічну стійкість при короткому замиканні (КЗ). Наступним пунктом перевірки ТС є визначення значення похибки, яка не повинна перевищувати 10% за струмом та 7° за кутом.

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для перевірки за цією умовою в інформаційних матеріалах заводів - постачальників ТС та в іншій довідковій літературі подаються характеристики та параметри ТС:

1. *Криві залежності 10%-вої кратності (m) від опору навантаження (Z_n), підключеної до вторинної обмотки ТС.* Десятивідсотковою кратністю називається відношення, тобто кратність первинного струму, що проходить через ТС, до його номінального струму при якому струмова похибка ТС складає 10% при заданому навантаженні (Z_n). Кутова похибка при цьому досягає 7° .

Таким чином, знаючи кратність первинного струму, що проходить через ТС $m=I_1/I_{ном}$, можна за кривими 10%-вої кратності для даного типу ТС визначити допустиме навантаження $Z_{ндоп}$ при якому похибка ТС не буде перевищувати 10%.

2. *Криві залежності допустимої кратності K_{10} від опору навантаження Z_n , підключеної до вторинної обмотки* (для ТС виготовлених у відповідності з ГОСТ7746-78).

Згідно вказаного ГОСТ допустимої кратності K_{10} називається найбільше відношення, тобто найбільша кратність, первинного струму, що проходить через ТС, до його номінального струму $I_1/I_{ном}$, при якому повна похибка ТС є при заданому вторинному навантаженні не перевищує 10%. При цьому гарантована допустима кратність при номінальному вторинному навантаженні $Z_{н,ном}$ називається номінальною допустимою кратністю $K_{10ном}$. Користуючись кривими допустимої кратності можна визначити допустиме навантаження за відомою кратністю первинного струму при якому повна похибка не буде перевищувати 10%.

3. *Типові криві намагнічування*, що являють собою залежність максимальних значень індукції в осерді ТС B_{max} від діючих значень напруженості магнітного поля H при середній довжині магнітного шляху; з відомими перерізом осердя; номінальному значенні магніторушійній силі (A).

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Як відомо, максимальне значення індукції (Т) та напруженості магнітного поля (А/см) визначаються формулами:

$$B_{\max} = \frac{E_2}{4,44 f \omega_2 S}; \quad (3.1)$$

де E_2 - вторинна ЕРС ТС, В; f - частота змінного струму, що дорівнює 50Гц;

ω_2 - кількість витків вторинної обмотки; S - переріз осердя ТС, см²;

$$H = \frac{I_{\text{нам}} \omega_2}{l}; \quad (3.2)$$

де $I_{\text{нам}}$ - намагнічуючий струм, А; l -середня довжина намагнічуючого шляху, см.

Користуючись вказаними формулами і типовими кривими намагнічування, можна визначити струм намагнічування $I_{\text{нам}}$, потім визначити вторинний струм ТС:

$$I_2 = \frac{I_1}{K_i} - I_{\text{нам}}; \quad (3.3)$$

і визначити допустимість отриманої похибки ТС.

4. *Дійсні характеристики намагнічування* (називаються також вольт-амперними), що представляють собою залежність напруги на затискачах вторинної обмотки ТС U_2 від струму намагнічування $I_{\text{нам}}$, що протікає по цій обмотці, тобто $U_2=f(I_{\text{нам}})$. Користуючись діючими характеристиками намагнічування, можна також визначити $I_{\text{нам}}$ і I_2 та оцінити допустимість отриманої похибки.

Навантаження вторинної обмотки ТС. Навантаження вторинної обмотки ТС складається з послідовно ввімкнутих опорів: реле, приладів, жил контрольного кабелю, та перехідного опору в місці контактних з'єднань: де Z_p , $Z_{\text{пр}}$, $R_{\text{каб}}$, $R_{\text{пер}}$ — опори реле, приладів, кабелю, перехідних контактів

$$Z_{\text{н}}=Z_p+Z_{\text{пр}}+R_{\text{каб}}+R_{\text{пер}}; \quad (3.4)$$

відповідно.

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для спрощення розрахунків проводиться арифметичне, а не геометричне складання повних та активних опорів. Навантаження вторинної обмотки ТС залежить також від схеми їх з'єднання і виду КЗ. Тому, навантаження повинне визначатись для найбільш завантаженого ТС з врахуванням схеми з'єднання і для такого виду КЗ, при якому виходять найгірші результати. В загальному вигляді навантаження вторинної обмотки ТС визначають за формулою:

$$Z_H = U_2 / I_2$$

Навантаження на затискачах вторинної обмотки ТС U_2 дорівнює падінню напруги підключеного до неї навантаження:

$$U_2 = I_2 (Z_p + R_{каб} + R_{пер}); \quad (3.5)$$

де $I_2 = I_1 / K_1$ - струм, що проходить по вторинній обмотці.

Для визначення Z_H необхідно за формулою (3.5) знайти U_2 з врахуванням дійсного проходження струмів по вторинних колах при даній схемі з'єднання обмоток і розрахунковому виді КЗ.

Опори жил контрольних кабелів та проводів визначаються за формулою: де l - довжина кабелю, м; ν - питома провідність, що дорівнює 57 Ом/м

$$R_{каб} = \frac{l}{\nu S}; \quad (3.6)$$

для міді і 34 Ом/м для алюмінію; S — переріз жил кабелю або проводу, мм².

Опір реле і приладів визначається за їх споживанням:

$$Z_p = \frac{S_p}{I_p^2}; \quad (3.7)$$

де S_p - споживана потужність реле і приладів, ВА; I_p - струм, при якому задано споживання, А.

Розрахункові формули для найбільш розповсюджених схем з'єднання вторинних обмоток ТС і при різних видах КЗ приведені в таблиці 3 .1.

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1.

Формули для визначення опору навантаження на затискачах вторинних обмоток ТС в залежності від схеми з'єднання ТС та реле і виду КЗ

Схема з'єднання ТС та реле	Вид КЗ	Формули для визначення опору навантаження на зажимах вторинних обмоток
З'єднання у зірку	Трифазне та двофазне	$Z_H = R_K + Z_p + R_{пер}$
	Однофазне	$Z_H = 2R_K + Z_p + Z_{p0} + R_{пер}$
З'єднання у неповну зірку	трифазне	$Z_H = \sqrt{3}R_K + Z_p + R_{пер}$
	Двофазне АВ або ВС	$Z_H = 2R_K + Z_p + R_{пер}$
	Двофазне АС	$Z_H = R_K + Z_p + R_{пер}$
З'єднання на різницю струмів двох фаз	Трифазне	$Z_H = \sqrt{3}(2R_K + Z_p) + R_{пер}$
	Двофазне АС	$Z_H = 4R_K + 2Z_p + R_{пер}$
	Двофазне АВ або ВС	$Z_H = 2R_K + Z_p + R_{пер}$
З'єднання у трикутник	Трифазне та двофазне	$Z_H = 3(R_K + Z_p) + R_{пер}$
	Однофазне	$Z_H = 2(R_K + Z_p) + R_{пер}$
Послідовне з'єднання двох ТС однієї фази	—	$Z_H = 0,5Z_H$
Паралельне з'єднання двох ТС однієї фази	—	$Z_H = 2Z_H$

Визначення допустимого навантаження на ТС. Допустиме навантаження на ТС визначається, виходячи з наступних вимог: забезпечення точності вимірювальних органів релейного захисту при КЗ в розрахункових точках електричної мережі; запобігання відмови спрацювання захисту при найбільших значеннях стуму КЗ в місці встановлення захисту внаслідок надмірного збільшення кутової похибки ТС або вібрації контактів електромеханічних реле, обумовлених викривленням форми кривої струму; обмеження напруги у вторинних ланцюгах ТС допустимими значеннями.

Розрахунковий первинний струм для перевірки ТС за умовою забезпечення необхідної чутливості. Розрахункова перевірка ТС на допустиму похибку провадиться при значеннях первинного струму, які залежать від умов

роботи захисту та від значення струму КЗ. В загальному вигляді розрахунковий первинний струм дорівнює:

$$I_{роз} = I_{1max}; \quad (3.8)$$

де- I_{1max} максимальний струм, що проходить через ТС при КЗ в тих точках за мережі, що захищається, коли збільшення похибки ТС понад допустиме значення може викликати неправильну дію захисту.

Для практичних розрахунків похибок ТС приймають такі значення максимального струму I_{1max} для різних видів захисту.

Відсічки та максимальних струмових захистів з незалежною характеристикою витримки часу

$$I_{1max} = 1,1 \cdot I_{зс} \cdot \frac{K_1}{k_{сх}}; \quad (3.9)$$

де $I_{зс}$ - вторинний струм спрацювання захисту; K_1 - коефіцієнт трансформації ТС; 1,1 - коефіцієнт, що враховує можливе зменшення струму на 10% чрез похибки ТС; $k_{сх}$ - коефіцієнт схеми.

Максимальні струмові захисти з залежною характеристикою витримки часу

$$I_{1max} = I_{kmax} \quad (3.10)$$

де I_{kmax} - максимальне значення струму КЗ, що проходить через ТС при КЗ в точках, для яких виконується узгодження даного захисту з захистами суміжних ділянок мережі.

Струмові направлені захисти та дистанційно напрямлені захисти з окремим органом напрямку потужності. Максимальний струм I_{1max} визначають за формулою [3.10] для двох випадків: при КЗ на початку лінії, яка захищається та при КЗ на шинах підстанції, від якої відходить лінія, що захищається і приймається рівним більшому значенню струму КЗ, що проходить через ТС який перевіряється у вказаних випадках.

Дистанційні захисти. Максимальний струм I_{1max} визначають за формулою [3.10] при КЗ в кінці першої зони захисту. Якщо схема

дистанційного захисту виконана так, що при однофазних КЗ захист виводиться з дії, то I_{max} приймається при КЗ на початку першої зони.

Диференційні захисти. Максимальний струм I_{max} визначають за формулою [3.10] при КЗ поза зоною захисту (наскрізне КЗ) в умовах, коли через ТС проходить найбільший струм.

Для нашої лінії вибираємо трансформатори на ввіді 10 кВ ТЛК 10/100. (2)

3.3. ОСОБЛИВОСТІ НАЛАДКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Пристрій MICOM P124 є повністю цифровим і постійно сам себе тестує. Тому несправність апаратної частини чи програмного забезпечення визначається миттєво і подається сигнал несправності. Так як внутрішні пошкодження виявляються, в залежності від їх типу (незначні та серйозні), сигнальне оповіщення висвічується на ЖДК, оскільки воно володіє найвищим пріоритетом. Це відбувається перед загоранням світлодіода (постійно світиться чи мигає) і замикання реле контролю несправності (якщо пошкодження серйозне).

Пошкодження обладнання (незначне чи серйозне) не може бути підтвердженим із лицьової панелі (використовуючи клавішу на клавіатурі). Тільки після того як не стане причини підтвердиться пошкодження, а значить скинеться світлодіод пошкодження.

Як було сказано вище реле MICOM P124, є повністю цифровим і виконує всі функції захисту, що закладені в програмному забезпеченні. Воно має високу ступінь самоуправління і при незначних пошкодженнях дасть сигнал тривоги. В результаті цього, налагоджувальні випробування не повинні бути такими ж громіздкими як із не цифровими реле (статичними або електромеханічними).
Наладка реле MICOM P124 полягає в наступному:

- перевірка правильного функціонування апаратних засобів;

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						54
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- перевірки правильного встановлення програмного забезпечення для конкретного об'єкта.

Це виключає необхідність перевірки кожної функції реле, якщо уставки були перевірені одним із наступних методів:

- добування уставок закладених у реле за допомогою відповідного програмного забезпечення (привелегійований метод);

- добування уставок закладених у реле через інтерфейс користувача на лицьовій панелі.

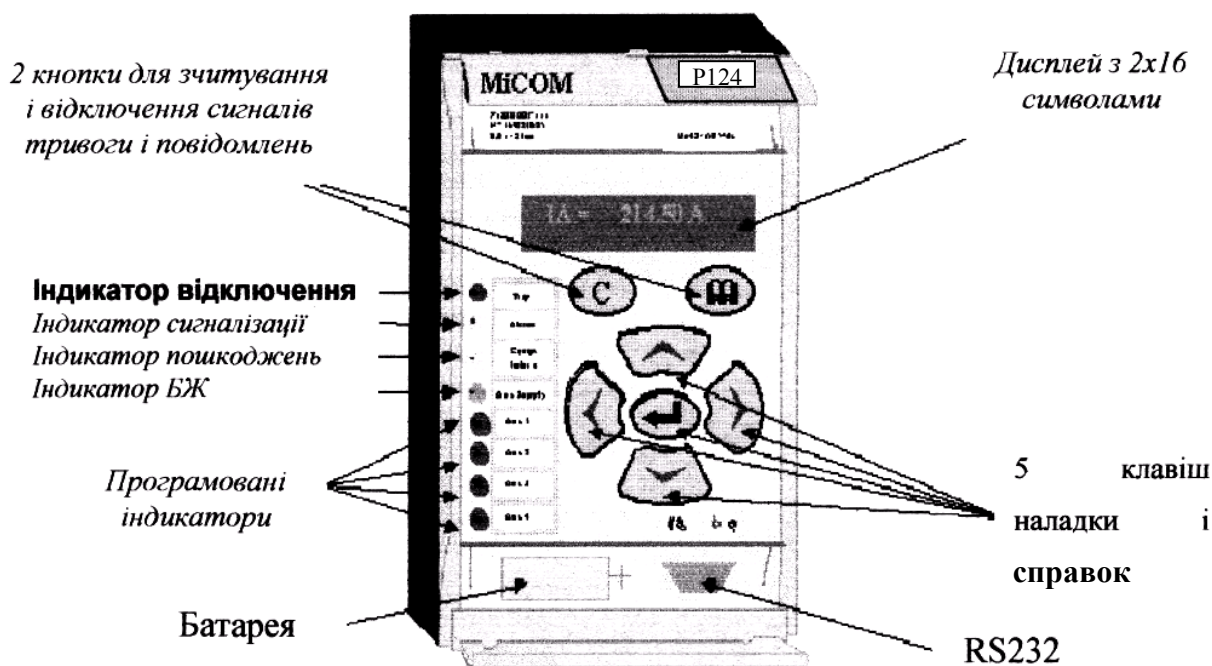


Рисунок. 3.3. Лицьова панель MICOMP124.

Лицьова панель дає змогу користувачу перемішуватися по меню для доступу до даних, змінювати уставки, перевіряти роботу самого пристрою. Через порт RS232, що знаходиться під нижньою кришкою лицьової панелі можна провести наладку пристрою, або контролювати його роботу за допомогою простого персонального комп'ютера та спеціалізованого програмного

забезпечення, яким по замовленню може бути укомплектований пристрій MICOM P124.

Також при наладці та експлуатації для управління пристроєм використовується порт RS485, який розміщений на задній стінці.

Якщо під час наладки або експлуатації виникають сумніви, щодо працездатності пристрою, хоча візуально це не визначається (шляхом перевірки параметрів закладеної програми), то потрібно провести випробування.

Бланк налагодочних випробувань є у комплекті програмного забезпечення.

Якщо при випробуваннях використовується переносний ПК разом з встановленим програмним забезпеченням ALSTOM (типу SS07), то одночасно може бути виведена сторінка меню, яка показує дані й текст. Програмне забезпечення ALSTOM дозволяє легко ввести уставки, зберегти їх у файл на жорсткому диску або на дискеті для подальшого використання чи для друку записаних уставок.

Усі налагоджувальні випробування реле MICOM P124 виконуються за допомогою подачі струмів на вторинні ТС нульової послідовності і (або) фазні ТС, із використанням відповідного набору випробувань, що передбачені для цієї цілі.

Персонал, що виконує наладку системи, повинен чітко знати правила проведення робіт для забезпечення відповідної безпеки праці.

Якщо установка електрично не ізольована, то на затискачах пристрою в період установки, запуску та експлуатації, може виникати небезпечна напруга.

Для забезпечення відповідної безпеки, підключення затискачів струму та напруги повинно бути виконане з використанням ізольованого блоку затискачів.

Перед подачею напруги установка повинна бути заземлена, через затискач захисного заземлення або відповідного роз'єму живлення.

Рекомендований мінімальний переріз заземлюючого проводу - $2,5 \text{ мм}^2$, якщо в розділі технічних даних в документації не було інших вказівок.

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						56
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ РОЗРОБЛЯЮЧОГО ОБ'ЄКТУ.

Так як темою кваліфікаційної роботи є “Автоматизована система керування розподільчими мережами вище 1000 В” тому для автоматизації системи я вибрав універсальний пристрій МіСОМ серії Р124.

Універсальний пристрій МіСОМ серії Р124 - це універсальний струмовий захист фірми АЛЬСТОМ. Захист МіСОМ серії Р124 спроектований для керування, захисту і контролю промислових установок, розподільчих мереж, підстанцій і для резервного захисту мереж електропередач високої і надвисокої напруги.

Серія захистів МіСОМ є продовженням позитивного досвіду створення серій захистів MIDOS, К і MODN, шляхом доповнення їхніми новинками в цифровій техніці. Пристрій серії МіСОМ Р124 цілком сумісний і використовують той же модульний принцип. Серія захисту МіСОМ забезпечує кращий захист для найбільш вимогливих застосувань.

Захист МіСОМ Р124 здійснює повний захист від міжфазних коротких замикань і замикань на землю побутових мереж, промислових підприємств і додатково мереж іншого застосування, де потрібно захист максимального струму. Захист від замикань на землю має підвищену чутливість у мережах з малими струмами замикання на землю.

Керування всією системою керування розподільчими мережами буде вести оператор. Вся інформація, що надходить, обробляється пристроєм Р124 і зберігається в його пам'яті. Оператор може контролювати роботу системи зчитуючи дані з дисплея.

Наявний у даний час у нашій країні комплекс розроблених організаційних заходів і технічних засобів захисту, накопичений передовий досвід роботи ряду контрольно вимірювальних і захисних центрів повітряних ліній показує, що мається можливість домогтися значно великих успіхів у справі усунення

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

впливу на працюючих небезпечного і шкідливого виробничого факторів. Однак стан умов праці і його безпеки в ряді контрольно вимірювальних і захисних центрів повітряних ліній ще не задовольняють сучасним вимогам. Оператори ще зіштовхуються з впливом таких фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів, як підвищений рівень шуму, підвищена температура зовнішнього середовища, чи відсутність недостатня освітленість робочої зони, електричний струм, статична електрика й інші.

Багато співробітників контрольно вимірювальних і захисних центрів зв'язані з впливом таких психофізичних факторів, як розумова перенапруга, перенапруга зорових і слухових аналізаторів, емоційні перевантаження. Вплив зазначених несприятливих факторів приводить до зниження працездатності, викликаний стомленням, що розвивається. Поява і розвиток стомлення зв'язаний зі змінами, що виникають під час роботи в центральній нервовій системі, з гальмовими процесами в корі головного мозку. Наприклад сильний шум викликає труднощі з розпізнанням колірних сигналів, знижує швидкість сприйняття кольору, гостроту зору, зорову адаптацію, порушує сприйняття візуальної інформації, зменшує на 5-12% продуктивність праці. Тривалий вплив шуму з рівнем звукового тиску 90 дБ знижує продуктивність праці на 30-60 %.

На підстанції, що проектується, також мають місце такі види небезпеки, які є загрозою для здоров'я та життя обслуговуючого персоналу:

- ураження електричним струмом;
 - травмування рук та інших частин тіла під час роботи з приводами комутаційних апаратів;
 - небезпека, що виникає при роботі з трансформаторним маслом.
- Основним засобом захисту від ураження електричним струмом являється хороша ізоляція струмоведучих частин електроустановки, а також встановлення кожухів та огорож неізольованих струмоведучих частин. Поряд з цим передбачене використання електрозахисних засобів та спецодягу.

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						58
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

До потенційно-небезпечних частин електроустановок відносяться неструмоведучі частини, на яких може з'явитися напруга внаслідок пошкодження ізоляції.

Ці частини електроустановок підлягають захисному заземленню та зануленню в мережах напругою до 1000 В із заземленою нейтраллю.

Потенційно небезпечними є:

- рами і приводи вимикачів та інших комутаційних апаратів;
- металеві конструкції розподільчих пристроїв, рукава і труби електропроводки, кожухи і опорні рами шинопроводів, лотки, струни, троси і сталеві стрічки, на яких закріплені кабелі і проводи, а також інші металеві рами, на яких встановлюється електрообладнання;
- металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів;
- рами розподільчих щитів, щитів керування і шаф, а також з'ємні або відкриваючі- частини, якщо на останніх встановлено електрообладнання напругою більше 110В постійного струму.
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів, окрім трансформаторів струму, що живлять лічильники електроенергії розраховані на напругу 380/220В.

Ураження електричним струмом на території підстанції може статися при: двофазному дотику до неізольованих частин електроустановок (шини, лінії електропередачі), однофазному дотику неізольованої від землі людини до неізольованих струмоведучих частин; наближенні на небезпечну відстань до струмоведучих частин (корпусу силового трансформатора); дотику до струмоведучих частин електроустановок, що виявилися під напругою внаслідок замикання на корпус; потраплянні під крокову напругу в зоні розтікання струму; звільненні людини, що знаходиться під напругою. Таким чином потенційно небезпечною зоною ураження електричним струмом є вся територія підстанції, територія поблизу проходження повітряних ліній та електроприлади в приміщенні обслуговуючого персоналу.

Тривале перебування людини в зоні комбінованого впливу різних

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

несприятливих факторів може привести до професійного захворювання. Аналіз травматизму серед працівників підстанцій показує, що в основному нещасливі випадки походять від впливу електричного струму.

Електричні установки, до яких відноситься практично все устаткування ЕОМ, підстанції, а також цифрові реле, представляють для людини велику потенційну небезпеку, тому що в процесі чи експлуатації, проведенні профілактичних робіт людина може торкнутися частин, що знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок: струмоведучі провідники, корпуси ЕОМ і іншого устаткування, який опинився під напругою в результаті ушкодження (пробою) ізоляції, не подають яких-небудь сигналів, що попереджають людини про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає лише при протіканні останнього через тіло людини. Винятково важливе значення для запобігання електротравматизму має правильна організація обслуговування діючих електроустановок, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт. При цьому під правильною організацією розуміється строге виконання ряду організаційних і технічних заходів і засобів, установлених діючими “Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів і правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів” (ПТЕ і ПТБ споживачів) і “Правила установки електроустановок” (ПУЕ). У залежності від категорії приміщення необхідно прийняти визначені міри, що забезпечують достатню електробезпечність при експлуатації і ремонті електроустаткування. Так, у приміщеннях з підвищеною небезпекою електроінструменти, переносні світильники повинні бути виконані з подвійною чи ізоляцією їхня напруга харчування не повинне перевищувати 42В. В особливо небезпечних же приміщеннях напруга живлення переносних світильників не повинне перевищувати 12В, а робота з напругою не вище 42В дозволяється тільки з застосуванням (діелектричних рукавиць, ковриків і т.п.). Роботи без зняття напруги на струмоведучих частинах і поблизу їх, роботи проведені безпосередньо на цих чи частинах при наближенні до них на відстань менш установленого ПУЕ. До цих робіт можна віднести роботи з налагодження

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
						60
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

окремих вузлів, блоків. При виконанні такого роду робіт в електроустановках до 1000 В необхідно застосування визначених технічних і організаційних мір, таких як:

огородження, розташовані поблизу робітника місця й інших струмоведучих частин, до яких можливо випадковий дотик;

робота в діелектричних рукавицях, чи стоячи на діелектричному коврику;

застосування інструмента з ізолюючими рукоятками, при відсутності такого інструмента варто користатися діелектричними рукавичками.

Роботи цього виду повинні виконуються не менш чим двома працівниками.

Відповідно до ПТЕ і ПТБ споживачам і обслуговуючому персоналу електроустановок пред'являються наступні вимоги:

особи, що не досягли 18-літнього віку, не можуть бути допущені до робіт в електроустановках;

особи не повинні мати каліцтв і хвороб, що заважають виробничій роботі;

особи повинні після відповідної теоретичної і практичної підготовки пройти перевірку знань і мати посвідчення на доступ до робіт в електроустановках.

Розрядні струми статичної електрики найчастіше виникають при дотику до кожного з елементів ЕОМ. Такі розряди небезпеки для людини не представляють, але крім неприємних відчуттів вони можуть привести до виходу з ладу ЕОМ. Для зниження величини виникаючих зарядів статичної електрики покриття технологічних підлог варто виконувати з одношарового полівінілхлоридного антистатичного ліноліуму. Іншим методом захисту є нейтралізація заряду статичної електрики іонізованим газом. У промисловості широко застосовуються радіоактивні нейтралізатори. До загальних мір захисту від статичної електрики можна віднести загальні і місцеве зволоження повітря.

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
						61
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

При експлуатації й випробуваннях пристроїв MICOM P124 необхідно керуватися “Правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок, електричних станцій і підстанцій і правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів”.

Монтаж, обслуговування й експлуатацію пристроїв дозволяється робити персоналу, що пройшов спеціальну підготовку.

Виїмку блоків із пристроїв і їхню установку, а також роботи на клемниках варто робити при знеструмленому стані пристрою.

Експлуатація й обслуговування пристроїв повинні вироблятися відповідно до «Правил технічної експлуатації електричних станцій і мереж» і технічним описом і інструкцією з експлуатації на пристрій при значеннях кліматичних факторів, зазначених у дійсному технічному описі. Можливість роботи пристрою в умовах, відмінних від зазначених, повинна узгоджуватися з підприємством-власником оригіналів конструкторської документації і з підприємством-виготовлювачем.

При експлуатації пристрою рекомендується не рідше одного разу в три-п'ять років робити огляд, і при необхідності, перевірку основних параметрів. Перевірку взаємодії вимірювальних блоків і логічних кіл (тестова перевірка) рекомендується робити з дією на вихідні реле, сполучаючи перевірку з відключенням приєднання.

Рекомендується періодично порівнювати показання струмів у вимірювальному блоці з іншими приладами, побічно оцінюючи працездатність вимірювальної частини пристрою.

Контроль опору ізоляції пристрою повинний проводитися в холодному стані.

Перевірка електричної міцності ізоляції випробувальною напругою (не більш 1600В) повинна проводитися в холодному стані при закорочених затискачах, що відносяться до кожного електрично-незалежного кола. Проводиться перевірка міцності ізоляції різних незалежних груп кіл щодо корпусу (заземлюючого гвинта) і між собою.

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

Перевірка уставок спрацювання і коефіцієнтів повернення вимірювальних органів МСЗ пристрою повинна проводитися при плавній зміні струму на входах пристрою. Як показчик спрацювання повинні використовуватися цифри дисплея, що загоряються при цьому, на лицьовій панелі вимірювального блоку, чи контакти вихідних реле пристрою. (9)

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		63

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Матеріально-технічне забезпечення виробництва.

Матеріально-технічне забезпечення підприємства — це таке управління і забезпечення матеріалами, ресурсами, напівфабрикатами, яке забезпечує безперебійний виробничий процес і високе використання виробничої потужності при мінімумі оборотних фондів і капіталу, що авансується.

Існуюча система матеріально-технічного забезпечення підприємства містить такі форми:

1. Система індивідуальних господарських прямих зв'язків.
2. Придбання ресурсів в порядку оптової торгівлі.
3. Закупівля ресурсів на товарних біржах.
4. Придбання ресурсів на ярмарках, виставках-продажах, аукціонах.
5. Оренда устаткування (лізинг).
6. Використання вторинного ринку засобів виробництва для закупки ресурсів.
7. Бартерні угоди.

Деякі коментарі з приводу перерахованих форм.

Оптова торгівля формує збутову сферу, що включає спеціалізовані торгові підприємства, а також філії і відділи промислових фірм. Ця сфера є сполучною ланкою між виробниками і широкою мережею роздрібною торгівлі. У функції даного комплексу входять закупівля крупними партіями ресурсів, зберігання товарів, постачання дрібними партіями у міру надходження заявок споживача, доставка товарів споживачам, сортування, стандартизація, розфасовка і інші види діяльності.

З розвитком ринкової інфраструктури з'явилася можливість забезпечення підприємств матеріально-технічними ресурсами шляхом придбання їх на *товарних ринках*.

										Лист
										64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Закупівля ресурсів можлива також на *ярмарках, виставках-продажах, аукціонах* і в промислових центрах всіх країн.

Використання *лізингу* як оренду устаткування дає певні переваги, оскільки при цій формі забезпечення матеріально-технічними ресурсами підприємства, яке прагне (або тільки створюється) до перебудови виробництва на базі сучасної технології і випуску продукції, відповідної строгим вимогам міжнародного ринку, не вимагається первинного виділення крупних фінансових коштів в іноземній валюті. Всі витрати на першому етапі оплачує лізингова компанія.

Одним з можливих варіантів придбання ресурсів є також укладання бартерних угод. *Бартерна угода - це безвалютний, але оцінений і збалансований обмін товарами, оформлений єдиним договором (контрактом).* Оцінка товарів проводиться з метою створення для еквівалентного обміну, а також митного обліку, визначення страхових сум, оцінки претензій, нарахування санкцій. Умовою еквівалентності товарообігу є обмін товарів по договірних цінах, в основі яких закладені світові ціни. Розраховуються по взаємних претензіях (штрафи, зниження ціни) при бартерних операціях зазвичай додатковими постачаннями або зменшенням постачань товарів. Останнім часом кількість бартерних операцій значно знизилася, але проте вони мають місце.

Одним з найважливіших завдань матеріально-технічного снабження є визначення оптимальної потреби в средствах, тобто підтримка товарно-матеріальних запасів на такому рівні, який дозволяє при мінімумі витрат забезпечити бесперебойное виконання виробничої програми.(10)

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						65
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В результаті проведеної роботи можна зробити такі висновки.

Пристрій MICOM P124 є останнім поколінням мікропроцесорних пристроїв захисту. Він має широкий набір функцій (МСЗ, СВ, АПВ, ЗНЗ, тепловий захист від перевантажень, датчик початкового навантаження, захист мінімального струму і оберненої послідовності), які забезпечують надійний захист повітряної лінії, що захищається.

Узгодження з іншими пристроями спрощується за рахунок гнучких функцій автоматики. Дві групи уставок адаптують складний захист до управління схемами. Є можливість змінювати уставки, як "по місцю" так і дистанційно. Пристрій MICOM P 124 сумісний з широким діапазоном стандартних протоколів передачі інформації (MODBUS, R-BUS, МЕК 870-5-103 і т.д.).

Для кращого управління, по локальній сітці, може бути передана вся інформація, яка запам'ятовується: уставки, вимірювання, події, помилки або записи осцилограм. Дистанційні команди миттєво виконуються і передаються на суміжні комутаційні пристрої.

Пристрій MICOM P124 має простий і зручний інтерфейс "людина-машина". Функціональні клавіші і рідкокристалічний дисплей (ЖКД) розташовані на передній панелі - дозволяють програмувати пристрій згідно з вимогами користувача.

Вимірювання струмів, напруги та частоти подаються в дійсних значеннях, що досить зручно для обслуговуючого персоналу. Вони можуть бути виведені за допомогою локальної сітки на персональний комп'ютер.

Для MICOM P124 легко назначаються входи і виходи і суміщаються будь-які ступені, які програмуються незалежно для кожного із виходів.

Програмне забезпечення, яким комплектується пристрій MICOM P124 разом з портами передачі інформації, забезпечують вільний доступ користувача

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						66
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

до всієї інформації, що зберігається, вихід до характеристик пристрою або до параметрів, що контролюються.

Враховуючи всі перелічені вище функції пристрою MICOM P124 та низьку вартість монтажу даний пристрій захисту є вигідним, як з технічної так і з економічної сторони. В результаті чого даний пристрій можна рекомендувати для широкого застосування при керуванні розподільними мережами вище 1000 В, як сільськогосподарського призначення так і промислового.

Як висновок можна сказати, що застосування релейного захисту та автоматики на базі мікропроцесорних пристроїв є великим кроком вперед, так як вони мають велику універсальність, що дає можливість практичної реалізації розроблених методів захисту та керування.

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		67

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Электроснабжение сельского хозяйства. Притака И.П. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 2015.-343с. – Укр.
2. Шабад М.А. Расчёты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. 2-е изд., перераб. и доп. Л., «Энергия», 2017. 288 с. с илл.
3. Будзько И.А., Зуль Н.М. Электроснабжение сельского хозяйства. - М.: Агропромиздат, 2010 г. – 446 с.
4. Микропроцессорные устройства релейной защиты, автоматики и дистанционного управления. Принципы построения. : К, 2018 г.-40с.
5. Электрические системы и сети. Учебное пособие для студентов электроэнергетических специальностей вузов. – СПб: Издательство Сизова М.П., 2010. – 304 с., с илл.
6. N. V. P. R. Durga Prasad, T. Lakshminarayana, et al., “Automatic Control and Management of lectrostatic Precipitator”, IEEE Transactions on Industry Applications, pp. 561-567, Vol. 35, No. 3, May/June, 1999.
7. 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 2015.
8. В.С. Трондюк, В.В. Мясников, А.В. Иванченко. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з курсу „Електропостачання сільського господарства”(Релейний захист): К.-2018
9. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. - М.: Энергоиздат. 2007.- 645с.
10. Экономика предприятия: Учебное пособие / Под общ. ред. д. э. н., проф. Л. Г. Мельника. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2002. – 632 с.

					СУдн-61П.151.08.ПЗ	Лист
						68
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Анісімов А.В. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. / Анісімов А.В., Кулябко П.П. – Київ. – 2017. – 110 с.

12. Антоненко В. М. Сучасні інформаційні системи і технології: управління знаннями : навч. посібник / В. М. Антоненко, С. Д. Мамченко, Ю. В. Рогушина. – Ірпінь : Нац. університет ДПС України, 2016. – 212 с.

13. Воронін А. М. Інформаційні системи прийняття рішень: навчальний посібник. / Воронін А. М., Зіатдінов Ю. К., Климова А. С. – К. : НАУ-друк, 2009. – 136с.

14. Nyman, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2014.

15. Randell, Brian. The Origins of Digital Computers: Selected Papers.. — 2003.

					<i>СУдн-61П.151.08.ПЗ</i>	Лист
						69
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		