

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри КСУ
_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійної програми

«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»

на тему:

«Автоматизація процесу керування розподільчими мережами напругою вище

1000 В»

Здобувача групи СУд-91п

Лагоди Владислава Олександровича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

_____ Владислав ЛАГОДА
(підпис)

Керівник доцент кафедри КСУ, к.ф.-м.н., В'ячеслав ЖУРБА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Суми – 2023

№ строчки	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	№ екз.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2			<u>Застосована</u>			
3	A4		Завдання кафедри	2		
4						
5			<u>Новорозроблена</u>			
6	A4	T3	Технічне завдання	2		
7	A4		Анотація	2		
8	A4	СУд-91П 6.151.02.ПЗ	Пояснювальна записка	63		
9						
10						
11						
12			<u>Документація конструкторська</u>			
13			<u>Новорозроблена</u>			
14						
15	A4	СУд-91П 6.151.02.А1	Архітектура ЕРАС 3000	1		
16	A4	СУд-91П 6.151.02.А2	Алгоритм захисту пристроєм ЕРАС 3000	1		
17	A4	СУд-91П 6.151.02.А3	Структура пристрою ЕРАС 3000	1		
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

					СУд-91П 6.151.02.ДП			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Лагода В. О.</i>			Автоматизація процесу керування розподільчими мережами напругою вище 1000 В. Відомість проекту	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Журба В. О.</i>					2	1
<i>Рецензент</i>						Гр.СУд-91П		
<i>Н.контроль</i>								

АНОТАЦІЯ

Лагода Владислав Олександрович. Автоматизація процесу керування розподільчими мережами напругою вище 1000 В. Суми, 2023.

Кваліфікаційна робота містить 63 листа пояснювальної записки, що включають 12 малюнків і 5 таблиць; графічну конструкторську документацію, що включає 3 креслення та презентацію.

Ключові слова: мікропроцесорна система захисту, мікропроцесор, аналогово-цифровий перетворювач, мережа.

Робота присвячена розробці системи керування розподільчими мережами вище 1000 В з використанням мікропроцесорного пристрою типу ЕРАС 3000. Розроблено технічне завдання. Проведено вибір автоматизованої системи релейного захисту розподільних і магістральних мереж напругою вище 1000 В. Рассмотрено принцип дії ЕРАС 3000, апаратні модулі, програмне забезпечення пристрою. У результаті, представлений комплект конструкторської документації, що задовольняє всім поставленим завданням.

ABSTRACT

Lagoda Vladyslav Oleksandrovych. The automation of the process of control of the distribution networks with a voltage above 1000 V. Sumy, 2023.

The qualification work contains 63 sheets of explanatory notes, including 12 figures and 5 tables; graphic design documentation, including 3 drawings and a presentation.

Keywords: microprocessor protection system, microprocessor, analog-to-digital converter, network.

The work is devoted to the development of a control system for distribution networks above 1000 V using a microprocessor device type ERAS 3000. The technical task is developed. The choice of the automated system of relay protection of distribution and main networks with a voltage above 1000 V is carried out. The principle of action of ERAS 3000, hardware modules, the device software is considered. As a result, a set of design documentation is presented, which satisfies all the tasks.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри КСУ
_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти
Лагоді Владиславу Олександровичу

1. Тема кваліфікаційної роботи:

Автоматизація процесу керування розподільчими мережами напругою вище 1000 В.

затверджена наказом по університету від “_31_” _березня_ 2023_р. №0314-VI

2. Термін здачі студентом закінченої роботи 04.06.2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Завдання кафедри, технічне завдання на проектування, матеріали переддипломної практики.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (питання, що підлягають розробленню):

1. Захист розподільчих мереж напругою вище 1000 В;

2. Принцип дії ЕРАС 3000;

3. Опис апаратного забезпечення;

4. Опис програмного забезпечення;

5. Охорона праці;

6. Економічна частина.

5. Перелік графічних матеріалів

1. Архітектура ЕРАС 3000

2. Алгоритм захисту пристроєм ЕРАС 3000

3. Структура пристрою ЕРАС 3000

6. КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання	Приміт.
1	Розробка технічного завдання	13.05.23–17.05.23	
2	Захист розподільчих мереж напругою вище 1000 В	17.05.23–21.05.23	
3	Принцип дії ЕРАС 3000	21.05.23–22.05.23	
4	Опис апаратного забезпечення	22.05.23–24.05.23	
5	Опис програмного забезпечення	24.05.23–26.05.23	
6	Розробка графічної конструкторської документації проекту	26.05.23–28.05.23	
7	Оформлення економічної частини і охорони праці	28.05.23–31.05.23	
8	Оформлення ПЗ, графічній конструкторській документації	31.05.23–01.06.23	
9	Здача роботи керівникові	01.06.23–03.06.23	
10	Здача роботи на рецензію	03.06.23–04.06.23	

7. Дата видачі завдання

10.04.23р.

Керівник проекту:

доцент кафедри КСУ, к.ф.-м.н.,

(науковий ступінь, вчене звання, посада)

В'ячеслав ЖУРБА

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Здобувач:

студент гр. СУД-91П

(шифр групи)

Владислав ЛАГОДА

(підпис)

(прізвище, ініціали)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування

автоматизації процесу керування розподільчими мережами напругою вище

1000 В

Розробник:

студент групи СУд-91п

Владислав ЛАГОДА

Погоджено:

доцент кафедри КСУ, к.ф.-м.н.

В'ячеслав ЖУРБА

ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС

Автоматизація процесу керування розподільчими мережами напругою вище 1000 В.

ERAS 3000 є цифровим релейним захистом. Вона забезпечує селективний і швидкодіючий захист розподільних і магістральних мереж. Вона реагує на будь-який вид електричного пошкодження на повітряних і кабельних лініях у вищезгаданих мережах. Модульний пристрій захисту дозволяє задовольнити всім характеристикам мереж.

ERAS 3000 містить два стандартні способи здійснення релейного захисту:

- направленою захисту, призначеного в основному для коротких ліній, з чотирма зонами в прямому напрямі і однією зоною у зворотному напрямі.
- захисту шин, що забезпечують селективне відключення шин у разі пошкодження на них.

ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1. Мікропроцесорні пристрої релейного захисту, автоматики і дистанційного керування. Принципи побудови. : К, 2018. Гама.-40с.
2. Рекомендації по вибору захит електротехнічного устаткування з використанням мікропроцесорних пристроїв концерну ALSTOM/ 2018. - 142с
3. Андреев В.А. Релейний захист, автоматика і телемеханіка в системах електропостачання. – М.: Вища школа, 2016.
4. Шабад м.А. Розрахунки релейного захисту і автоматики розподільних мереж. 2-е видавництво, перераб. і доп. Л., «Енергія», 2018. 288 с. з илл.
5. Правила пристрою електроустановок. 6-е видавництво –Энергоиздат.2007.-645с.
6. Правила технічної експлуатації і правила безпеки при експлуатації електроустановок. 4-і изд.- М.: Энергоатоміздат,2019.-424с.
7. Економіка підприємства: Навчальний посібник / Під общ. ред. д. э. н., проф. Л. Р. Мірошника. – Суми: ІТД «Університетська книга», 2002. – 632 с.
8. 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.
9. 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.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри КСУ
_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійної програми

«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»

на тему:

“Автоматизація процесу керування розподільчими мережами напругою

вище 1000 В”

Керівник проєкту:
доцент, к.ф.-м.н.

В'ячеслав ЖУРБА

Здобувач:
студент групи СУд-91п

Владислав ЛАГОДА

СУМИ 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	3
ВСТУП.....	4
1. ЗАХИСТ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1000 В.....	6
1.1 ЗАХИСНІ ФУНКЦІЇ РЕЛЕ ЕРАС 3000	6
1.1.1 ЗАХИСТ МЕРЕЖІ.....	6
1.1.2 УПРАВЛІННЯ ГРУПАМИ ПАРАМЕТРІВ	8
1.1.3 АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕННЯ	8
1.2. ІНТЕРФЕЙСИ КОРИСТУВАЧА.....	9
1.2.1 СВІТЛОВІ ІНДИКАТОРИ НА ПЕРЕДНІЙ ПАНЕЛІ	9
1.2.2 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕРАС РС	9
1.2.3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСТУПУ ДО ЗАХИСТУ І	
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ	10
1.2.4 ДИСПЛЕЙ НА ПЕРЕДНІЙ ПАНЕЛІ.....	11
1.2.5 ЗВ'ЯЗОК ІЗ ЗОВНІШНІМИ СИСТЕМАМИ.....	12
1.3 ЗОВНІШНІЙ ВИГЛЯД	13
1.3.1 ЛИЦЬОВА ПАНЕЛЬ.....	13
1.3.2 ЗАДНЯ ПАНЕЛЬ.....	15
1.4 ВНУТРІШНЯ КОНФІГУРАЦІЯ	16
2. ПРИНЦИП ДІЇ ЕРАС 3000	20
2.1 ОТРИМАННЯ І ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН .	20
2.1.1 ЗБІР ДАНИХ.....	21
2.2 СТАНДАРТНИЙ ДИСТАНЦІЙНИЙ ЗАХИСТ	21
2.2.1 ВИЯВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ, ВИБІР ФАЗИ І ВИЗНАЧЕННЯ	
НАПРЯМУ	22
2.3 АЛГОРИТМ.....	36
2.4. ФУНКЦІЯ АВТОМАТИЧНОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕННЯ (АПВ) І	
ФУНКЦІЯ ПЕРЕВІРКИ СИНХРОНІЗМУ.....	38
3. ОПИС АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	42
3.1. ПОТІК ДАНИХ	42
3.2. ФУНКЦІЇ ПЛАТ.....	44
4. ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	51
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	55
5.1. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТРОВ ПРИ РОЗРОБЦІ І	
ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ.....	55
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	59
6.1. МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА.	59
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	62

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Лагода В. О.</i>			Автоматизація процесу керування розподільчими мережами напругою вище 1000 В. Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Журба В. О.</i>					2	63
<i>Реценз.</i>						<i>Гр. СУд-91П</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>								

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АПВ	Автоматичне повторне включення
АЦП	Аналого-цифровий перетворювач
БО	Блок відключення
ДВ	Дискретний вхід
ДВВ	Дискретні входи-виходи
КЗ	Коротке замикання
ОЗУ	Оперативний пристрій, що запам'ятовує
ПЗП	Постійне устрійство, що запам'ятовує
ТН	Трансформатор напруги
ТТ	Трансформатор струму
УВВ	Пристрій введення-виводу
ЦПУ	Центральний процесорний пристрій

					СУд-91П.151.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

ВСТУП

Забезпечення якості електроенергії, що подається сільським споживачам, надійності і економічності енергопостачання – основні завдання енергопостачання на сучасному етапі.

Споживачі пред'являють високі вимоги до електричної енергії. Такі якісні показники електричної енергії, як частота і напруга повинна підтримуватися на суворо заданому рівні. Всі споживачі зацікавлені в безперебійності електропостачання. Деякі з них висувають дуже високі вимоги відносно надійності електроживлення. Але на електричних станціях і лініях передачі можливі різні пошкодження, які впливають на роботу станцій, якість електричної енергії і на надійність електропостачання. Необхідно прагнути локалізації аварійних ділянок, відключення пошкодженого устаткування і якнайшвидшого відновлення нормальної роботи. Першопричини виникнення аварій бувають вельми різноманітними, але в більшості вони є результатом своєчасно не знайдених і не усунених дефектів устаткування, незадовільного проектування, монтажу і експлуатації. Планове господарство нашої країни, в якому величезне значення має енергетика, вимагає безперебійного електропостачання споживачів. Тому слід прагнути працювати безаварійно.

Унаслідок короткого замикання порушується нормальна робота системи електропостачання з можливим виходом синхронних генераторів, компенсаторів і електродвигунів з синхронізму і порушенням роботи споживачів. Небезпека представляє також термічну і динамічну дію струму короткого замикання як безпосередньо в місці

Потужність споживачів в народному господарстві постійно зростає. В зв'язку з цим в електроенергетиці необхідно створювати нормативні резерви для необхідного електропостачання господарства. З цією метою, а також для підвищення економічної ефективності електропостачання передбачено використання встановленого обладнання, модернізувати застаріле і

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

забезпечувати заміну вузлів, які відпрацювали свій ресурс, а також вивести з роботи морально і фізично зношене обладнання.

Електропостачання сільського господарства порівняно з електропостачанням промисловості і міст має свої особливості. Головна з них – необхідність підводити електроенергію до великого числа порівняно малопотужних споживачів. В результаті цього протяжність мереж на одиницю потужності набагато більше, ніж в інших галузях народного господарства.

Раціональне вирішення проблем електропостачання сільського господарства залежить від економічної ефективності застосування електроенергії. Тому основним завданням електропостачання сільського господарства є доведення вартості електроенергії до мінімальної. Цього необхідно добиватися при дотриманні всіх вимог, правил і норм якості електроенергії.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		5

1. ЗАХИСТ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1000 В

1.1 ЗАХИСНІ ФУНКЦІЇ РЕЛЕ ЕРАС 3000

ЕРАС 3000 може бути застосований в мережах з ізольованою або заземленою через котушку Петерсена нейтраллю.

Захист ЕРАС 3000 призначений в основному для захисту розподільних мереж по наступних причинах:

- захист включає функцію телезахисту для ліній з відгалуженнями;
- захист відбудований від впливу високочастотних складових, що з'являються в таких мережах;

ЕРАС 3000 може бути також інтегрована в захист магістральних мереж по наступних причинах:

- даний захист швидкодіючий, що є обов'язковою вимогою для магістральних мереж;
- даний захист може відключати тільки пошкоджену фазу у разі однофазного пошкодження

ЕРАС 3000 також може бути використаний в розподільних мережах, для яких потрібний дистанційний захист.

1.1.1 ЗАХИСТ МЕРЕЖІ

Основна функція ЕРАС 3000 - дистанційний захист направленої або ненапрямленої дії. До основних модулів захисту можуть бути додані наступні додаткові модулі для розширення функціональних можливостей пристрою:

- модуль фіксації гойдань в системі, якою блокує захист при виникненні гойдань або при втраті синхронізму;
- модуль, що реагує на однофазне замикання на землю, який використовується у разі, коли нейтраль ізольована або заземлена через реактор або котушку "Петерсена";

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

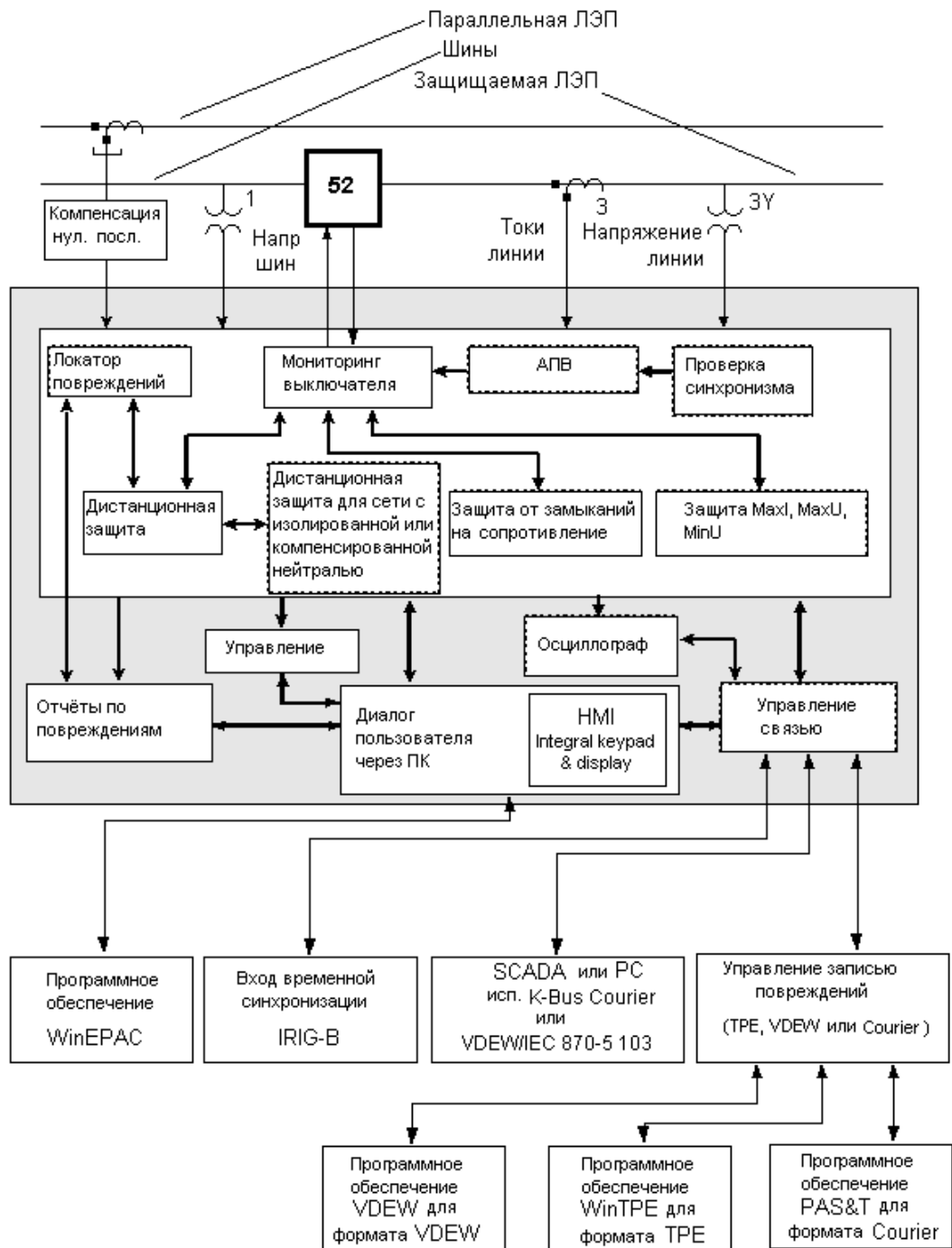


Рис. 1: Функції ERAS 3000

- модуль, що реагує на однофазне замикання на землю через великий перехідний опір;
- модуль, що реагує на перевантаження, пониження і підвищення напруги;
- модуль автоматичного повторного включення вимикача; цей модуль може бути доповнений модулем перевірки синхронізму для повторного включення з витримкою часу;

- модуль, контролюючий стан запобіжників в цілях лінійного і шинного трансформаторів напруги.

1.1.2 УПРАВЛІННЯ ГРУПАМИ ПАРАМЕТРІВ

ЕРАС 3000 містить в своїй пам'яті спеціальну конфігурацію для параметризування її різних функцій. Для підвищення гнучкості в роботі можна (по вибору) встановити додатковий модуль, який дозволяє інтегрувати декілька груп параметрів.

Цей модуль дозволяє зберігати в пам'яті до чотирьох груп параметрів. При цьому в даний момент часу може бути задіяна тільки одна з цих груп. Яка-небудь інша група параметрів може бути задіяна:

- або від одного з інтерфейсів користувача.
- або від двох входів по проводах.
- або від центральної ЕОМ, що управляє, через протокол зв'язку VDEW або COURIER.

1.1.3 АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕННЯ

ЕРАС 3000 в стандартного виконання забезпечує можливість отримання наступної інформації для виконання аналізу пошкодження:

- величини струмів, напруги і частоти при пошкодженні по вимірах ЕРАС 3000 ;
- відстань до місця пошкодження, яке визначається за допомогою спеціального алгоритму;
- пошкоджені фази, фази, що відключалися, і зона, в якій знаходиться пошкодження.

Вказана вище основна інформація може бути доповнена даними від двох наступних модулів:

- модуля запису процесу при пошкодженні; модуль використовується для запису змін наступних величин.
- 8 аналогових величин, вимірюваних безперервно ЕРАС 3000 .

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

- логічних величин (наприклад, виду відключення, викликаного пошкодженням).

- модуля точного визначення відстані до місця пошкодження.

Принтер може бути підключений до ЕРАС 3000 для автоматичного виводу на друк всіх даних про пошкодження.

1.2. ІНТЕРФЕЙСИ КОРИСТУВАЧА

1.2.1 СВІТЛОВІ ІНДИКАТОРИ НА ПЕРЕДНІЙ ПАНЕЛІ

На передній панелі ЕРАС 3000 розміщено дві групи світлових індикаторів, які забезпечують інформацію:

- про виконання функцій захисту і автоматичного управління;
- про відключення зв'язаного вимикача (вимикачів);
- про роботу ЕРАС 3000 .

Кількість світлових індикаторів (8 або 16), вказуючих стан захисту, залежить від виконання плат введення/виводу ЕРАС 3000 .

1.2.2 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕРАС РС

ЕРАС 3000 в стандартній конфігурації має програмне забезпечення WINERAC, яке є інтерфейсом людина-машина на персональній ЕОМ. Він використовується для наступних функцій:

- для формування умов роботи різних модулів, які можуть бути інтегровані в ЕРАС 3000 ;
- для узгодження входів/виходів різних модулів з входами/виходами плат;
- для спрощення роботи при ремонті за допомогою діалогу сервісного обслуговування як керівництво для безпосереднього виключення несправностей;
- для звернення до інформації про характеристику пошкоджень, записану в ЕРАС 3000 ;

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		9

- для формування деяких функцій WINEPAC (робоча мова, модуль визначення відстані до місця пошкодження, порт зв'язку і ін.);
- для звернення до деякої інформації, що відноситься до EPAC;
- для контролю і звернення до інформації про перебування дискретних і аналогових сигналів на терміналах EPAC.

1.2.3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСТУПУ ДО ЗАХИСТУ І ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ

Дане програмне забезпечення додається до версії COURIER, працює в системі DOS і працює за допомогою МІКРО-ЕВМ і спілкується з EPAC через конвертор протоколу Kitz. Не вимагає спеціальної конфігурації МІКРО-ЕВМ; використовується

- для формування умов роботи різних модулів, які можуть бути інтегровані в EPAC;
- для узгодження входів/виходів різних модулів з входами/виходами плат;
- для звернення до характеристик пошкодження, записаних в EPAC;
- для звернення або зміни певній інформації, що відноситься до EPAC (встановлені функції технічних засобів і програмного забезпечення);
- для перенесення запису подій у формат COMTRADE (якщо версія доступна);
- для контролю і звернення до стану цифрових і аналогових величин на терміналах EPAC;
- для запису на екран, у файл або в принтер змін на вході/виході і команд, виконаних від EPAC.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.2.4 ДИСПЛЕЙ НА ПЕРЕДНІЙ ПАНЕЛІ

Деяких виконань мають дисплей на передній панелі EPAC 3000 . Він забезпечує ті ж самі функції, що і при використанні системи програмного забезпечення WINEPAC. Модуль містить дворядковий дисплей і шість функціональних клавіш. Є неавтономна консультативна інформація для забезпечення використання модуля.

Це програмне забезпечення, для пристрою EPAC, є опцією і працює з Win3.11 і Win95. Це - набір програм додаткового програмного забезпечення, що полегшують витягання цифрових осцилограмм і розрахунків з пристрою EPAC.

У набір включені наступні програми:

- V.24 дозволяє витягувати з EPAC цифрові осцилограмми. Вона використовується "по місцю", сполучаючи ПК з переднім портом 2. WinV24 не перетворює в Comtrade, і в WINMODEM. WinV24 можемо тільки переписувати на жорсткий диск ПК файли у форматі TPE. Вони можуть бути відкриті, проаналізовані і надруковані за допомогою WINANALYSE.

- WINMODEM, дозволяє вивантаження цифрових осцилограм в EPAC. Використовується з модемом, підключеним до порту RS 232, розташованому на задній стінці EPAC. WINMODEM переписує и-или друкує файли у форматі TPE на жорсткий диск персонального комп'ютера (або мережевий каталог, диск, іomega zip і т.д) і принтер.

- WINANALYSE, є COMTRADE переглядачем і програмою аналізу. Має можливість малювати різні форми хвилі, тимчасові мітки, створювати набір послідовностей і векторні діаграми, виконувати аналіз гармонік. WINANALYSE відкриває файли TPE і файли COMTRADE. Це дозволяє перетворювати TPE файли в COMTRADE файли.

Примітка: що містяться в наборі програм WINTPE, є інші програми, які не використовуються EPAC.

					СУд-91П.151.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

Фактично, з 2 інших додатків WINTPE, 1 - опція, яка може використовуватися з EPAC: WINSGBD - база даних, що працює з MS Access, яка виконує сортування і управління осцилограмами, збереженими на жорсткому диску персонального комп'ютера (або мережевому каталозі, диску iomega zip і т.д).

1.2.5 ЗВ'ЯЗОК Із ЗОВНІШНІМИ СИСТЕМАМИ

Зв'язок із зовнішніми системами здійснюється за допомогою плати AC. Плата AC може бути використана для управління декількома зв'язками і протоколами через дочірні плати (по вибору):

- K-BUS: дозволяє здійснити управління з використанням COURIER від ведучого центру, що управляє;
- VDEW: використовується для зв'язку через власний протокол, Сеі 870-5, між периферійним пристроєм і провідною ЕОМ, що управляє;
- Петля струму: використовувати дані, записані в реєстраторові типу TPE 2000;
- Модем: перенавантажувати події записаного пошкодження;
- IRIG-B: використовується для синхронізації за часом.

Примітка: Плати K-BUS і VDEW взаємно виключають один одного, також як плати петлі струму і модему.

Тільки COURIER і TPE-ФОРМАТИ дозволяють використовувати записані дані через передню панель EPAC за допомогою систем WINTPE.

Якщо ці плати інтегровані в Ераc3400, то можуть бути налагоджені зв'язки з системами:

- цифрового управління;
- зовнішній синхронізації за часом;
- прямого локального або дистанційного управління записаними даними про пошкодження.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

1.3 ЗОВНІШНІЙ ВИГЛЯД

Пристрій ЕРАС 3000 може бути встановлене на панель або в осередку.
Габаритні розміри залежать від версії ЕРАС.

Габаритні розміри ЕРАС 31XX призначеного для установки на панелі:

- Ширіна 412,50 мм
- Висота 177 мм
- Глибина 304 мм

Габаритні розміри ЕРАС 31XX призначеного для установки в осередку:

- Ширіна 482,50 мм
- Висота 177 мм
- Глибина 304 мм

Вага апарату приблизно 14 кг нетто {без тари}.

1.3.1 ЛИЦЬОВА ПАНЕЛЬ

Дана панель складається з кришки-плати, обробленою сериграфически {станковим способом трафаретного друку оригінальним кольором крізь шовк}. Ця кришка закріплюється на лівій і правій частинах стійки двома гнучкими затисками.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		13

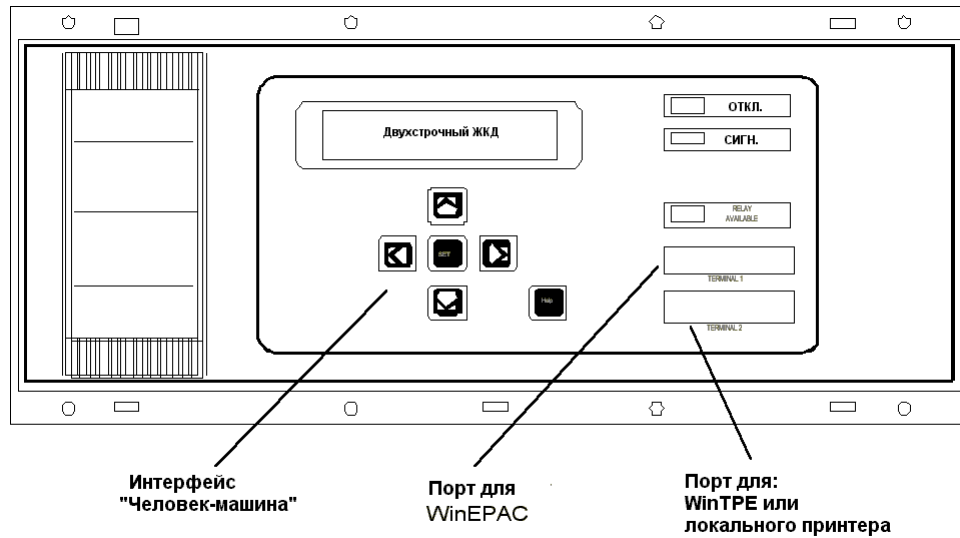


Рис. 2 - Передня панель ERAS 3000

Элемент передній панелі

Функції

Блок светоизлучающих диодів для сервісного обслуговування

Указувати стани апарату.
Під час нормальної роботи зелений світлодіод "В роботі" повинен мигати, а інші світлодіоди не повинні випромінювати

ВКАЗІВНИЙ (операційний) блок світлодіодів

Указує статус дистанційного захисту і додаткових функцій

Дисплей

Дозволяє доступ до функцій операторського діалогу ERAS.
Дисплейний блок замовляється по вибору.

RS232 з'єднувач в блоці для сервісного обслуговування

дозволяє приєднання мікро-комп'ютера до ЕРАС, щоб отримати доступ до функцій операторського діалогу ЕРАС

RS232 з'єднувач зовнішній по відношенню до блоку для сервісного обслуговування

Використовується для:
- записи інформації про пошкодження за допомогою системи Win TPE;
- автоматичному друку матеріалів що описують пошкодження.

1.3.2 ЗАДНЯ ПАНЕЛЬ

Дана панель включає:

- точку приєднання заземлення;
- затиск X6 для підключення живлення;
- два затиски, X1 і X2, для підключення:
 - ◆ вихідних ланцюгів відключення;
 - ◆ контактів сигналізації;
 - ◆ вхідних ланцюгів цифрових сигналів;
 - блок терміналів X5 для підключення вхідних ланцюгів аналогових сигналів;
 - два затиски, X3 і X4, для підключення додаткових входів/виходів по вибору (включаючи ланцюги відключення).

Три порти розміщено на задній стінці пристрою ЕРАС, для використання з пристроями зв'язку (VDEW, петлі струму, синхронізації за часом і ін.). Затиск для підключення заземлення. Має бути приєднаний до заземлюючої шини.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

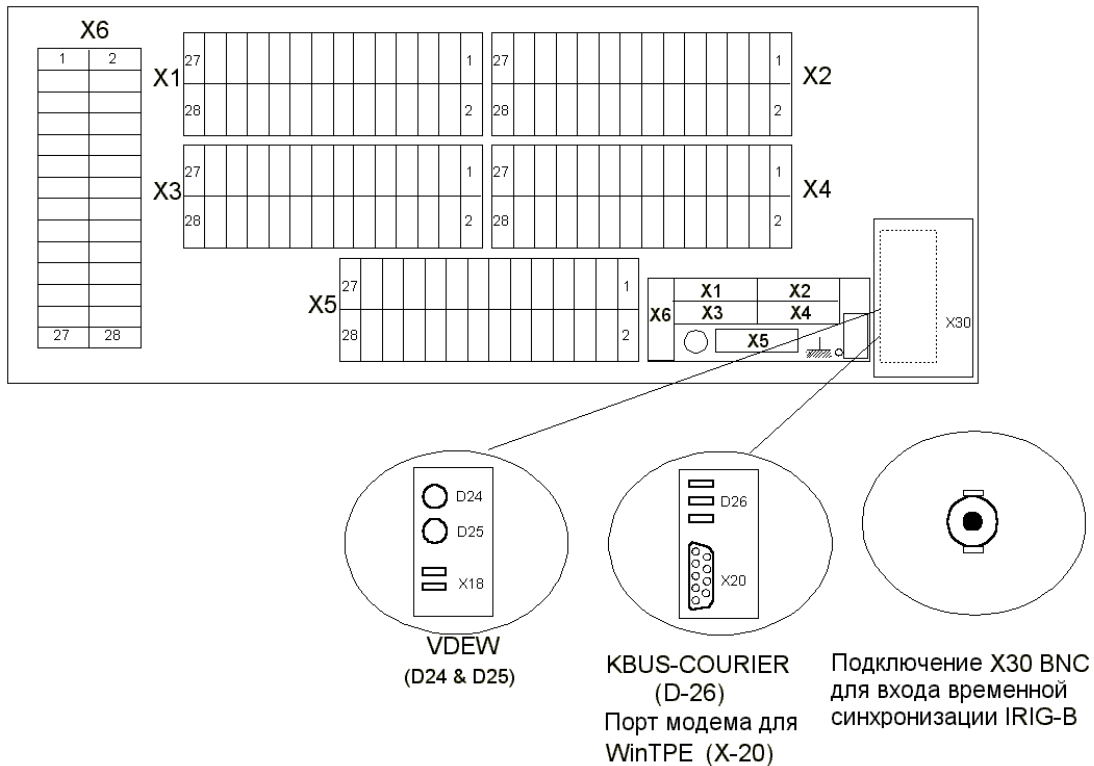


Рис. 3 - Задняя панель EPAC 3000 .

Якщо дочірні плати від плати АС типу VDEW і плати струму, то з'єднувачі мають наступні функції:

- приймач D24 VDEW;
- передавач D25 VDEW;
- петля струму X18.

Якщо дочірні плати від плати АС типу KBUS і Модем, то з'єднувачі мають наступні функції:

- зв'язок X20 модем;
- зв'язок D26 KBUS.

1.4 ВНУТРІШНЯ КОНФІГУРАЦІЯ

EPAC 3000 базується на модульній архітектурі. Наступні елементи входять в цю архітектуру:

- базові плати, що забезпечують стандартні функції і багато функцій, які не вимагають додаткових плат;
- додаткові плати, якщо потрібні, забезпечують функції, які не можуть здійснюватися стандартною архітектурою.

Таблиця 1

Стандартна плата	Функції
QTF	Містить аналогові входні трансформатори
TMS	Аналого-цифрове перетворення входів. Ця плата також містить процесор, який забезпечує основні функції ЕРАС і інші функції, які не вимагають додаткових плат
Ю-1	Задіює наступне: <ul style="list-style-type: none"> • 3 що відключають контакту; • 1 замикаючий контакт; • 16 сигнальних контактів; • 8 логічних входів; • 1 контакт реле контролю справності. •
Ю-3	Задіює наступне: <ul style="list-style-type: none"> • 6 що відключають контакту; • 1 замикаючий контакт; • 13 сигнальних контактів; • 8 логічних входів; • 1 контакт реле контролю справності. •

Перетворювач живлення	Джерела живлення 48, 60, 110, 125, 220 і 250 В постійного струму.
Додаткова плата	Функції
IO-2 або IO-1 или IO-3	Додаткова плата IO-1 задіює той же самий тип контактів, що і перша плата IO-1. Плата IO-2 задіює наступне: <ul style="list-style-type: none"> • 3 що відключають контакту; • 1 замикаючий контакт; • 16 сигнальних контактів; • 1 контакт реле контролю справності. •

Таблиця 2

Плати зв'язку	Функції
	Це не стосується пристроїв EPAC в корпусі Midos
АС і дочірні плати	Управління наступним: <ul style="list-style-type: none"> • послідовний зв'язок з мікрокомп'ютером для локальної обробки запису пошкодження TPE або COURIER; • 4 типу зв'язку, включаючи: • оптична (IEC 870-5 VDEW) • петля струму (TPE Протокол), DB9 для

модемного зв'язку з реєстратором аварій, RS 485 (KBUS)

- плата інтерфейсу з:
- зовнішнім сигналом синхронізації (IRIGB плата);
- мережею системи управління (плата KBUS або VDEW)
-

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		19

2. ПРИНЦИП ДІЇ ЕРАС 3000

ЕРАС 3000 призначений для забезпечення захисту певної ділянки мережі. Цей захист виявляє і потім аналізує електричні пошкодження і, якщо потрібний, відключає одну або три фази вимикача.

Її першим завданням є збір даних про напругу і струми, що отримуються від вимірювальних трансформаторів, до яких підключений захист. Ці дані заздалегідь обробляються для отримання тільки корисних характеристичних даних і виключення перешкод.

Відфільтровані сигнали потім аналізуються різними модулями захисту для виявлення якого-небудь показника пошкодження. Якщо пошкодження виявлене, спеціальні алгоритми аналізують його для визначення його характеристик і визначення необхідності подачі команди на відключення вимикача.

2.1 ОТРИМАННЯ І ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН

ЕРАС 3000 є цифровим захистом. Отже, записані аналогові величини мають бути перетворені в цифрових, потім відфільтровані для того, щоб подавити перешкоди і перехідні величини, які не використовуються в захисті.



FIR = Конечный фильтр задержки импульса

Рис. 4: Збір даних і попередня обробка

					СУд-91П.151.02.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2.1.1 ЗБІР ДАНИХ

ЕРАС 3000 призначений для збору отримання наступних даних:

- трифазної напруги і трифазних струмів;
- струму нульової послідовності;
- напруга на шинах;
- струм нульової послідовності в паралельній лінії,

використовуваний для виконання функції визначення місця пошкодження.

Ці 9 аналогових вхідних величин фільтруються фільтрами нижніх частот з частотою зрізу 166 Гц. Ці фільтри забезпечують придушення високих частот, які не можуть дискретизувати правильно. Для того, щоб збільшити динамічний діапазон, струми, що вводяться в захист, обробляються в двох масштабах - один з коефіцієнтом посилення 1 і інший з коефіцієнтом посилення 16.

Ці вхідні величини мультиплексируються і дискретизують з частотою в 24 рази мережі, що перевищує частоту.

Запізнювання за часом між моментами вибірок компенсуються програмним забезпеченням.

Аналого-цифрове перетворення виконується 12-и бітовим перетворювачем, який забезпечує наступне:

- перетворювач напруги: 11 битий для значення, 1 битий для знаку;
- перетворювач струму: 15 битий для значення, 1 битий для знаку.

2.2 СТАНДАРТНИЙ ДИСТАНЦІЙНИЙ ЗАХИСТ

Дистанційний захист є основною функцією ЕРАС. Захист повинен виявляти і усувати щонайшвидше і селективно пошкодження в мережі.

Залежно від виду устаткування, що захищається, можуть бути використані два варіанти дії захисту:

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		21

- направлений дистанційний захист для повітряних і кабельних ліній і трансформаторів;
- захист шин підстанції.

Коли пошкодження виявлене, дистанційний захист діє таким чином:

- вибирає пошкоджену фазу(ы);
- визначає напрям до місця пошкодження;
- ініціює відключення пошкоджених фаз (у координації з пристроєм захисту на іншому кінці лінії або без такої).

Дія захисту заснована на комбінованому використанні двох типів алгоритмів:

- "швидкі" алгоритми, накладені величини, що використовують тільки, з'являються при пошкодженнях;
- "традиційні" алгоритми, що використовують повні величини при пошкодженнях, які використовуються традиційними захитами.

"Швидкі алгоритми мають пріоритет над "традиційними" алгоритмами. Останні задіюються тоді, коли " швидкі" алгоритми не здатні обробити пошкодження в межах 40 мс після його виявлення.

2.2.1 ВИЯВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ, ВИБІР ФАЗИ І ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМУ

2.2.1.1 "ШВИДКІ" АЛГОРИТМИ

Ці алгоритми використовуються для наступних функцій:

- **Виявлення пошкодження**

Шляхом порівняння накладених величин з порогом, який є достатньо низьким для його переходу, коли трапляється пошкодження, і достатньо високим, щоб його не перейти за відсутності пошкодження (наприклад, при відключенні або включенні вимикачів).

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

- **Встановлення напрямку до місця пошкодження**

Тільки пошкодження може генерувати накладені величини і, тому, напрям до нього можна визначити за допомогою визначення напрямки передачі накладеній енергії.

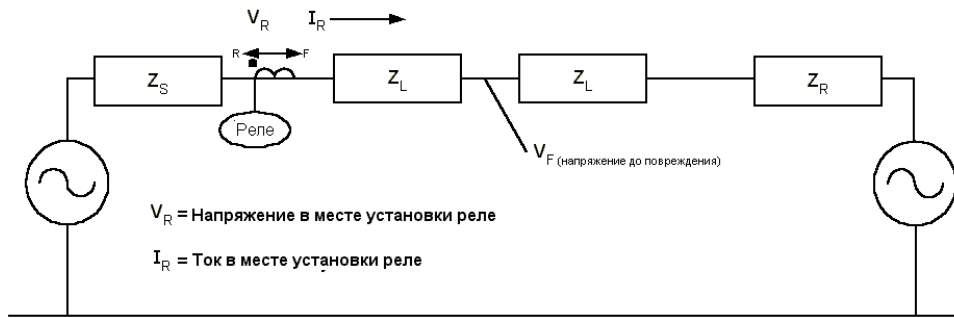
- **Вибір фази:**

Оскільки накладені величини не містять струмів навантаження, вибір фази досить ефективно може здійснювати на струмовому принципі.

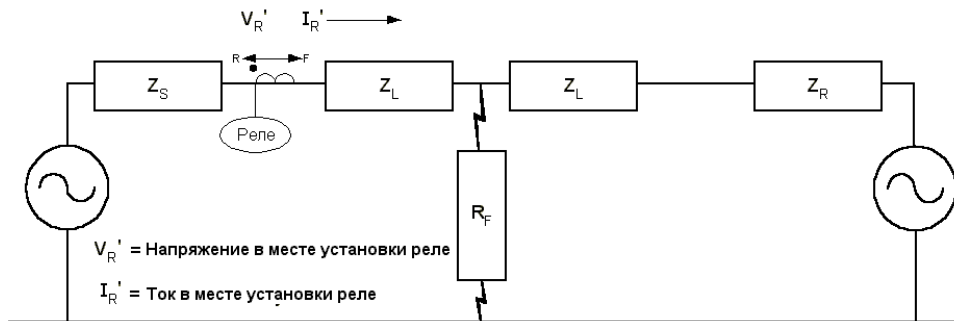
Моделювання пошкодження

Початковим станом мережі при розгляді пошкодження є тривалий робочий стан. При виникненні пошкодження встановлюється новий стан. Якщо немає ніякої іншої зміни, відмінності між двома станами (до і після пошкодження) обумовлені цим пошкодженням. В цьому випадку може бути використаний принцип накладення: величини після пошкодження дорівнюють сумі величин початкового стану до пошкодження і величин, обумовлених пошкодженням. Пошкодження діє як джерело величин, а генератори - як пасивні гілки.

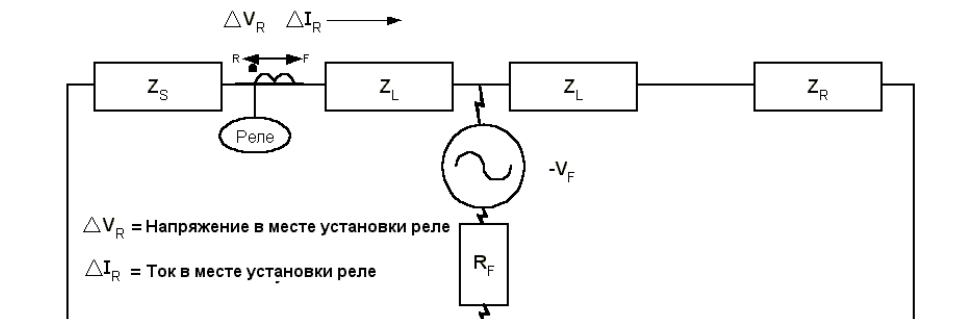
					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		23



Сеть до повреждения (устойчивое состояние)



Повреждённая сеть (устойчивое состояние)



Возникновение повреждения

Рис. 5: Електричні величини при виникненні пошкодження і при його стійкому стані

Зміни, які мають місце, викликані тільки пошкодженням:

- вимикач(и) має бути включений тільки до виникнення пошкодження (2 цикли).

Умови до пошкодження мають бути відомі точно і повинні дозволяти виконувати екстраполяцію.

- характеристики джерела практично не повинні мінятися. Це справедливо для інтервалів часу, достатньо коротких в порівнянні з постійною часу генераторів.

Якщо ці умови виконані, то накладені величини визначають характеристики пошкодження. Величини до пошкодження можуть розглядатися як перехідні, і мають бути відфільтровані.

Моніторинг стану мережі

Стан мережі знаходиться під моніторингом безперервно для того, щоб знати, чи можуть бути задіяні "швидкі" алгоритми. Вони можуть бути використані у разі, коли в початковому стані мережі має місце наступне:

- лінія не відключена;
- напруга знаходиться між 70% і 130% номінальної величини;
- напруга нульової послідовності менша, ніж 10% номінальної величини;
- струм нульової послідовності менше ніж 10% номінальної величини (3,3% максимального струму лінії);
- відсутні гойдання;
- опори, що заміряються, в захисті знаходяться поза характеристикою спрацьовування;
- частота в мережі підтримується незмінною;

Примітка: Для мережі, визначеної як "непошкоджена", вказані умови повинні зберігатися протягом часу до 160 мс.

Виявлення початку перехідного процесу

ЕРАС виявляє початок перехідного процесу порівнянням величин вибірок струму і напруги у нинішній момент T з величинами, передбаченими записаним в пам'ять величин одним і двома періодами раніше.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

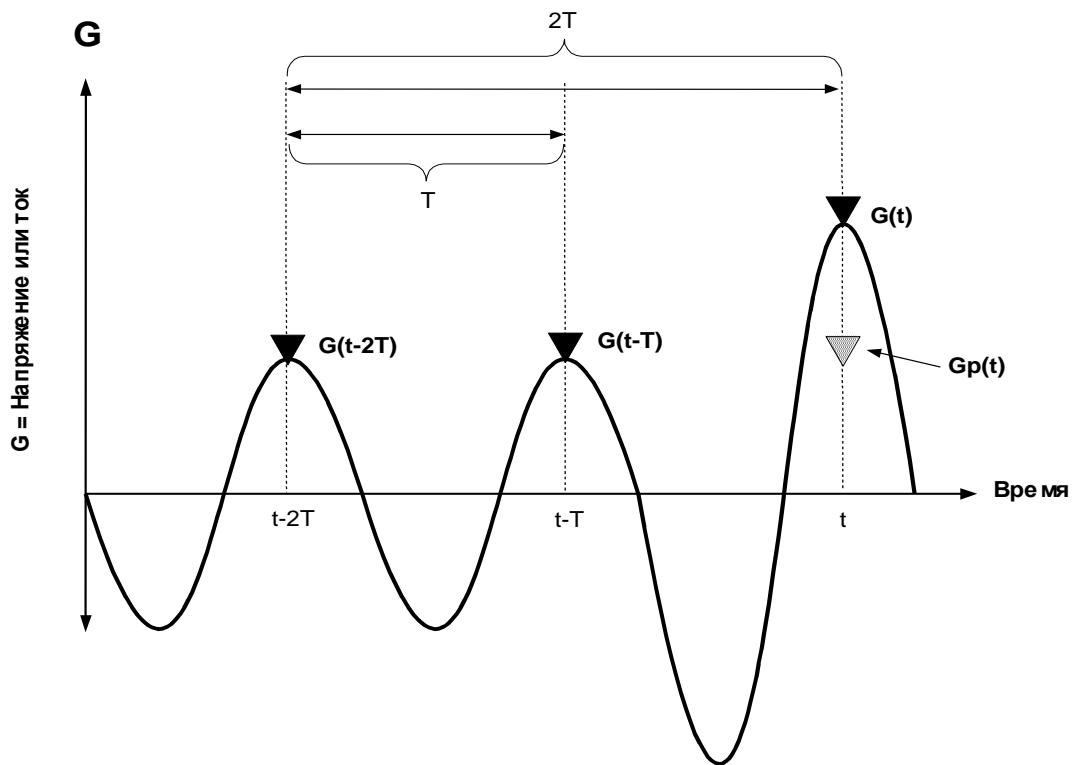


Рис. 6: Записані величини перехідного процесу

$G_p(t) = 2G(t-T) - G(t-2T)$, де $G_p(t)$ є розрахункова величина.

Початок перехідного процесу виявляється на одній з вхідних величин струму або напруги, якщо абсолютна величина $(G(t) - G_p(t))$ перевищить ступінь $0,2 I_n$ або $0,1 \times U_n / \sqrt{3} = 0,1 V_n$

Де: U = лінійна напруга

$V = \text{ФАЗНА НАПРУГА} = U / \sqrt{3}$

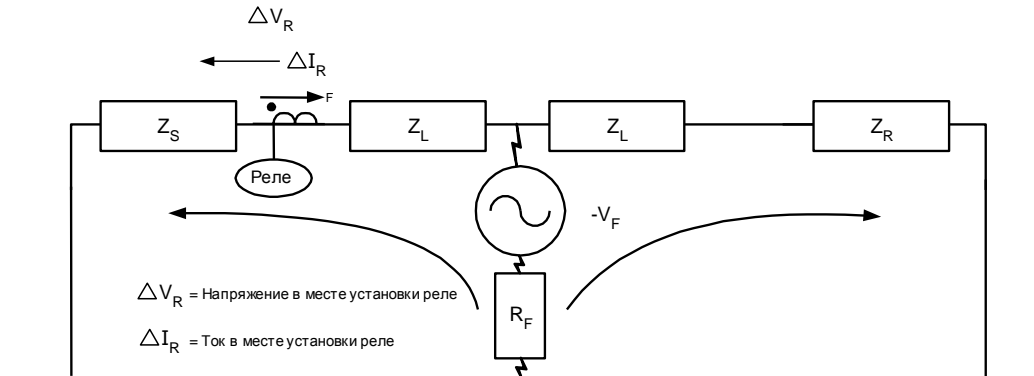
$G(t) = G(t) - G_p(t)$ є перехідною величиною прочитуваної величини G .

Для того, щоб усунути перехідні величини, можливості, що генеруються, оперативними перемикачами або високими частотами, початок перехідного процесу, виявлений підряд для двох вибірок величин, підтверджується перевіркою, принаймні, для однієї петлі, що:

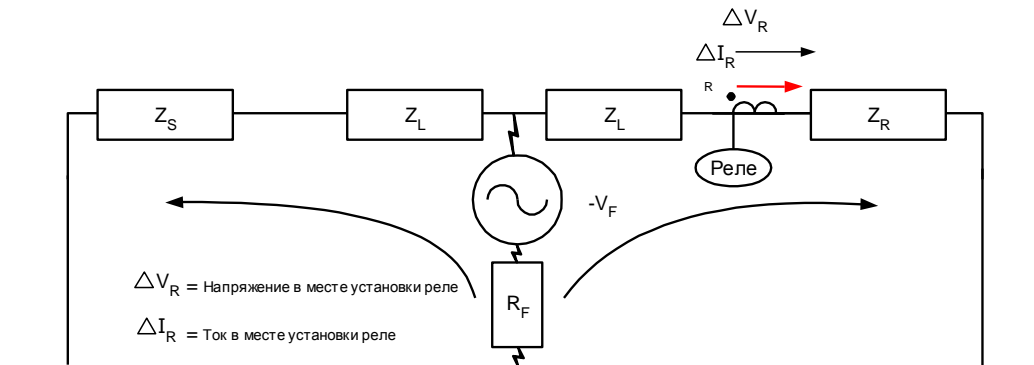
- $\Delta V >$ ступені V , де ступінь $V = 0,1 U_n / \sqrt{3} = \sqrt{0,1} V_n$
- $\Delta I >$ ступені I , де ступінь $I = 0,2 I_n$.

Визначення напрямку

Виявлення напрямку до місця пошкодження здійснюється принципово по знаку трифазної потужності для накладених величин, що характеризують пошкодження.



Повреждение впереди



Повреждение сзади

Рис. 7: Визначення напрямку до місця пошкодження з використанням накладених величин

Для реалізації вказаного вище розраховується сума:

$$S = \sum_{n_o}^{n_i} (Va_i \times \Delta Ia_i + \Delta Vb_i \times \Delta Ib_i + \Delta Vc_i \times \Delta Ic_i)$$

де n_o - момент, в який виявлено пошкодження, n_i - момент, в який проводиться обчислення, S - накладена потужність.

- Якщо пошкодження знаходиться в зоні дії захисту, то $S < 0$.
- Якщо пошкодження знаходиться в протилежній зоні, то $S > 0$.

Критерій наряду справедливий, якщо

$$S > 5 \times (0.1 V_n \times 0.2 I_n \cos 85^\circ)^\circ$$

Вказана сума розраховується по п'яти послідовних вибірках.

Вибір фази

Вибір фази здійснюється на основі порівняння похідних накладених величин для похідних струмів I_a , I_b і I_c або $\Delta I'_a$ $\Delta I'_b$ $\Delta I'_{ab}$ $\Delta I'_{bc}$ $\Delta I'_{ca}$

Примітка: Похідні струмів використовуються для усунення впливу постійної складової струму.

Отже:

$$S_a = \sum (\Delta I'_a)I$$

$$S_b = \sum (\Delta I'_b)I$$

$$S_c = \sum (\Delta I'_c)I$$

$$S_{ab} = \sum (\Delta I'_{ab})I$$

$$S_{bc} = \sum (\Delta I'_{bc})I$$

$$S_{ca} = \sum (\Delta I'_{ca})I$$

Вибір фази справедливий, якщо сума ($S_{ab} + S_{bc} + S_{ca}$) перевищує ступінь. Ця сума не забезпечує правильність вибору фази у разі, коли імпеданс прямої послідовності з боку джерела значно перевищує імпеданс нульової послідовності. В цьому випадку для вибору фази використовується традиційний алгоритм.

Якщо сума забезпечує правильність вибору фази, то далі оцінюються суми по фазах і по двофазних петлях. Оцінка цих сум дозволяє вибрати пошкоджену фазу (або фази).

Приклад:

Допустимо, що

$$S_{ab} < S_{bc} < S_{ca}$$

$$S_a < S_b < S_c$$

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СУд-91П.151.02.ПЗ				

Якщо $S_{ab} \ll S_{bc}$, пошкодження мав малий вплив на петлю АВ. Якщо пошкодження не визначене як однофазное по попередньому критерію, умови пошкодження відповідають міжфазному пошкодженню, в даному випадку ВС.

Примітка: Якщо $S_{ab} \approx S_{bc} \approx S_{ca}$ і $S_a \approx S_b \approx S_c$, те пошкодження є трифазним.

2.2.1.2 "ТРАДИЦІЙНІ" АЛГОРИТМИ

Ці алгоритми не використовують накладені величини, а використовують величини, вимірювані в процесі пошкодження. Вони головним чином засновані на вимірюваннях відстані і резистанса.

Вони використовуються при наступних обставинах:

- режим перед пошкодженням не міг бути змодельований.
- накладені величини генеруються не тільки пошкодженням.

Це може мати місце, якщо:

- під час пошкодження відбувається операція включення.
- пошкодження не недавнє, і режими роботи генераторів вже змінилися, або відбулося відключення вимикачів.
- робочі режими не є лінійними.

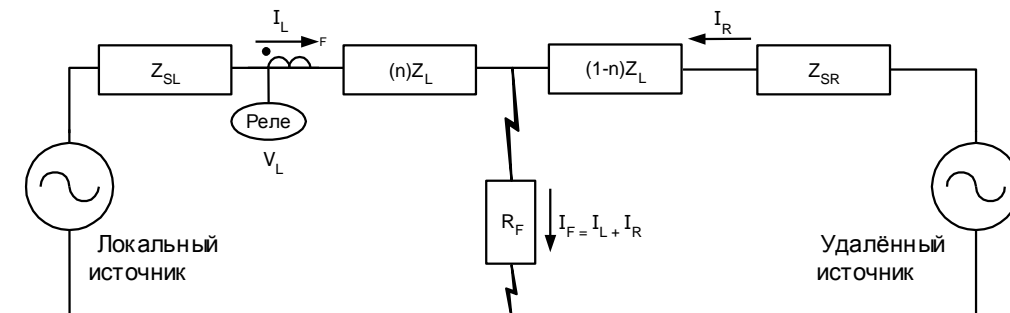
Традиційні алгоритми більше підходять до деяких специфічних умов і їх використання забезпечує кращий обхват. Це дозволяє забезпечити два незалежні принципи захисту, використовуючи апаратуру ЕРАС 3000 . "Традиційні" алгоритми задіяні безперервно на додаток до "швидких" алгоритмів. Вибір з отриманих результатів залежить від самих результатів і від моменту циклу захисту.

Примітка: Вимірювання відстані до місця пошкодження, здійснюється по петлі, вибраній по "швидкому" або "традиційному" алгоритмах. Для цього вимірювання використовуються величини в процес пошкодження і, отже, алгоритм вимірювання подібний до "традиційного" алгоритму.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Вимірювання відстані і опору

Для вимірювання відстані і опору в місці пошкодження необхідно вирішувати наступний тип рівняння для петлі з пошкодженням:



$$V_L = (r + j\omega l)(I_C D) + R_C I_F, \text{ где}$$

V_L = напруга локального джерела

r = активне опір лінії (Ом/милю)

l = реактивне опір лінії (Ом/милю)

I_F = ток пошкодження ($I_L + I_R$)

I = ток вимірюваний реле в пошкодженій фазі

I_L = ток що тече до місця пошкодження від локального джерела

I_R = ток що тече до місця пошкодження від віддаленого джерела

D = місце розташування пошкодження (в милях від реле до місця пошкодження)

R = опір пошкодження

R_{FL} = середнє опір пошкодження в реле; $R_F \cdot (1 + I_R/I_L)$

Допустимий ток пошкодження:

- > Для пошкожд. фаза-земля (пр., А-Г), $I_F = 3I_0$ для 40мс, тог да I_A после 40 мс
- > Для пошкожд. фаза-фаза (пр., А-В), $I_F = I_{AB}$

Рис. 8: Вимірювання відстані і опору

Наступне описує, як вирішити вищезазначене рівняння (визначення D і R_F). Використовувана модель буде матрицею розміром 3×3 , що складається з повних опорів лінії (резистивних і індуктивних) з цих трьох фаз, і взаємних значень між фазами.

$$\begin{matrix} R_{aa} + D_{aa} & R_{ac} + D_{ac} & R_{ac} + D_{ac} \\ R_{ab} + D_{ab} & R_{bb} + D_{bb} & R_{bc} + D_{bc} \\ R_{ac} + D_{ac} & R_{cc} + D_{bc} & R_{cc} + D_{cc} \end{matrix}$$

Модель лінії містить опори прямій (зворотною) і нульовій послідовності.

Використовуються два різні значення опору нульовій послідовності:

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СУд-91П.151.02.ПЗ				

- Z01 - використовується в розрахунках пошкоджень в зоні 1;
- Z02- використовується в розрахунках пошкоджень в зонах 2, 3, 4 і 5.

Модель для струмів, циркулюючих в місці пошкодження:

- для двофазної петлі: (Ia - Ib) (Ib - Ic) або (Ic - Ia).
- для однофазних петель: Ia, Ib або Ic.

Струм Ir (3I0) використовується протягом перших 40 мс для моделі струму пошкодження, таким чином, виключаючи струм навантаження, якщо вимикачі не відключалися протягом 40 мс. Після закінчення цього часу, струм навантаження враховується.

Значення "X" і "r" виходять при вирішенні системи рівнянь (одне рівняння на ступінь розрахунку) з використанням методу Гауса-Зейделя.

Аналіз тієї, що входить

Цей аналіз заснований на вимірюваннях відстані і опору. Ці вимірювання виконуються для кожної з однофазних і двофазних петель. Вони визначають ту, що входить значень x і r для цих петель в область, обмежену пусковою характеристикою у формі паралелограма.

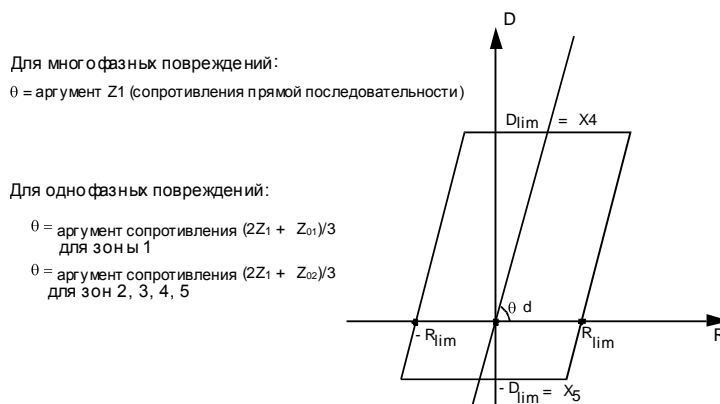


Рис. 9 Пусковая характеристика

Хай R_{lim} або D_{lim} будуть межами пускової характеристики.

Пара рішень (DN-1, RN-1) і (DN, RN) є такою, що входить, якщо підтверджуються наступні умови:

- $RN-1 < R_{lim}$, і $RN < R_{lim}$, і $RN-1 - RN < 10\% R_{lim}$
- $DN-1 < D_{lim}$ і $DN < D_{lim}$ і $DN-1 - DN < 10\% D_{lim}$

де R_{lim} - гранична крапка для однофазних і багатофазних пошкоджень.

Та, що Ця входить залежить від неколінеарності цих рівнянь, забезпечуючи

таким чином, умови для розрізнення D і R.

Межами зони є $+D_{lim} = Z_4 D$, $-D_{lim} = Z_5 D + R_{lim}$, and $-R_{lim}$ і вони відносяться до визначення спрямованості. Нахил характеристики фіксується для кожної петлі характеристикою лінії.

Для моделювання струму пошкодження в наступних петлях:

- у двофазних петлях: використовуються величини (Ia - Ib), (Ib - Ic) або (Ic - Ia).
 - у однофазних петлях: використовуються величини Ia, Ib і Ic.
- Результати цих алгоритмів, в основному, використовуються як резервні; вимикач, розташований на іншому кінці лінії, передбачається відключеним.

Пуск

Пуск ініціюється, коли, принаймні, одна з шести вимірювальних петель входить всередину характеристики.

Вибір фази

Якщо струми пошкодження достатньо великі по відношенню до максимального струму навантаження, використовується вибір фази потоку; інакше вибір фази здійснюється по імпедансу.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

Вибір фази по струму

Вимірюються амплітуди похідних $I'a$, $I'b$, $I'c$ отриманих з трьох фазних струмів. Ці величини потім порівнюються один з одним і з двома ступенями $S1$ і $S2$:

- Перший ступінь $S1 = 3I'n$

Другий ступінь $S2 = 5I'n$

Приклад:

If $I'a < I'b < I'c$:

- якщо $I'c > S2$ і $I'a > S1$, те пошкодження трифазне.
- якщо $I'c > S2$ і $I'b > S1$, те пошкодження двофазне, на фазах BC (якщо $I'a < S1$).
- якщо $I'c > S2$ і $I'b < S1$, то пошкодження однофазне, на фазі C.
- якщо $I'c < S2$, то вибір фази по струму не може бути використаний.

Отже, потрібно використовувати вибір фази по імпедансу.

Вибір фази по імпедансу

Вибір фази по імпедансу виходить порівнянням тієї, що входить різних петель, що заміряються, в межі пускової характеристики.

- T = наявність напруги або струму нульової послідовності.
- Z_A = входить в межі характеристики петлі (фази А).
- Z_B = входить в межі характеристики петлі (фази В).
- Z_C = входить в межі характеристики петлі (фази З).
- Z_{AB} = входить в межі характеристики петлі АВ.
- Z_{BC} = входить в межі характеристики петлі ВС.
- Z_{CA} = входить в межі характеристики петлі СА.

На додаток визначаються:

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- $R_a = Z_a \times \overline{Z_{bc}}$ де Z_{bc} = входить в характеристику петлі BC
- $R_b = Z_b \times \overline{Z_{ca}}$ де Z_{ca} = входить в характеристику петлі CA
- $R_c = Z_c \times \overline{Z_{ab}}$ де Z_{ab} = входить в характеристику петлі AB
- $R_{ab} = Z_{ab} \times \overline{Z_c}$ де Z_c = входить в характеристику петлі З
- $R_{bc} = Z_{bc} \times \overline{Z_a}$ де Z_a = входить в характеристику петлі А
- $R_{ca} = Z_{ca} \times \overline{Z_b}$ де Z_b = входить в характеристику петлі В

Різні вибори фаз:

- $S_a = T \times R_a \times \overline{R_b} \times \overline{R_c}$ замикання на землю фази А
- $S_b = T \times R_b \times \overline{R_a} \times \overline{R_c}$ замикання на землю фази В
- $S_c = T \times R_c \times \overline{R_b} \times \overline{R_c}$ замикання на землю фази З
- $S_{ab} = T \times R_{ab} \times Z_a \times Z_b$ замикання на землю фази АВ
- $S_{bc} = T \times R_{bc} \times Z_b \times Z_c$ замикання на землю фази BC
- $S_{ca} = T \times R_{ca} \times Z_a \times Z_c$ замикання на землю фази CA
- $S_{ab} = T \times R_{ab} \times \overline{R_{bc}} \times \overline{R_{ca}}$ замикання фаз АВ
- $S_{bc} = T \times R_{bc} \times \overline{R_{ab}} \times \overline{R_{ca}}$ замикання фаз BC
- $S_{ca} = T \times R_{ca} \times \overline{R_{ab}} \times \overline{R_{bc}}$ замикання фази CA
- $S_{abc} = Z_a \times Z_b \times Z_c \times Z_{ab} \times Z_{bc} \times Z_{ca}$ замикання фаз ABC

Для трифазного пошкодження опір однієї з двофазних петель менший, ніж половина опору два інших двофазних петель; це використовується для функцій визначення напрямку і відстані.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Визначення напрямку

Напрямок визначається на основі розрахунку зрушення фаз між записаною напругою і похідною від струму. Використовуваний струм і напруга беруться з розрахунків при виборі фази.

Для двофазних петель:

розрахунок зрушення фаз між записаною напругою і похідною струму вибраної петлі.

Для однофазних петель:

розрахунок зрушення фаз між записаною напругою і струмом ($I'x + K0I'r$) де:

$I'x$ = похідна струму в пошкодженій фазі; $x = A, B$ або Z

$I'r$ = струм нульової послідовності = $3 I_0$

$K0$ = коефіцієнт компенсації, де $K0 = (Z_0 - Z_1) / 3Z_1$

Кут фіксується між -30° і $+150^\circ$.

									Лист
									35
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СУд-91П.151.02.ПЗ				

2.3 АЛГОРИТМ

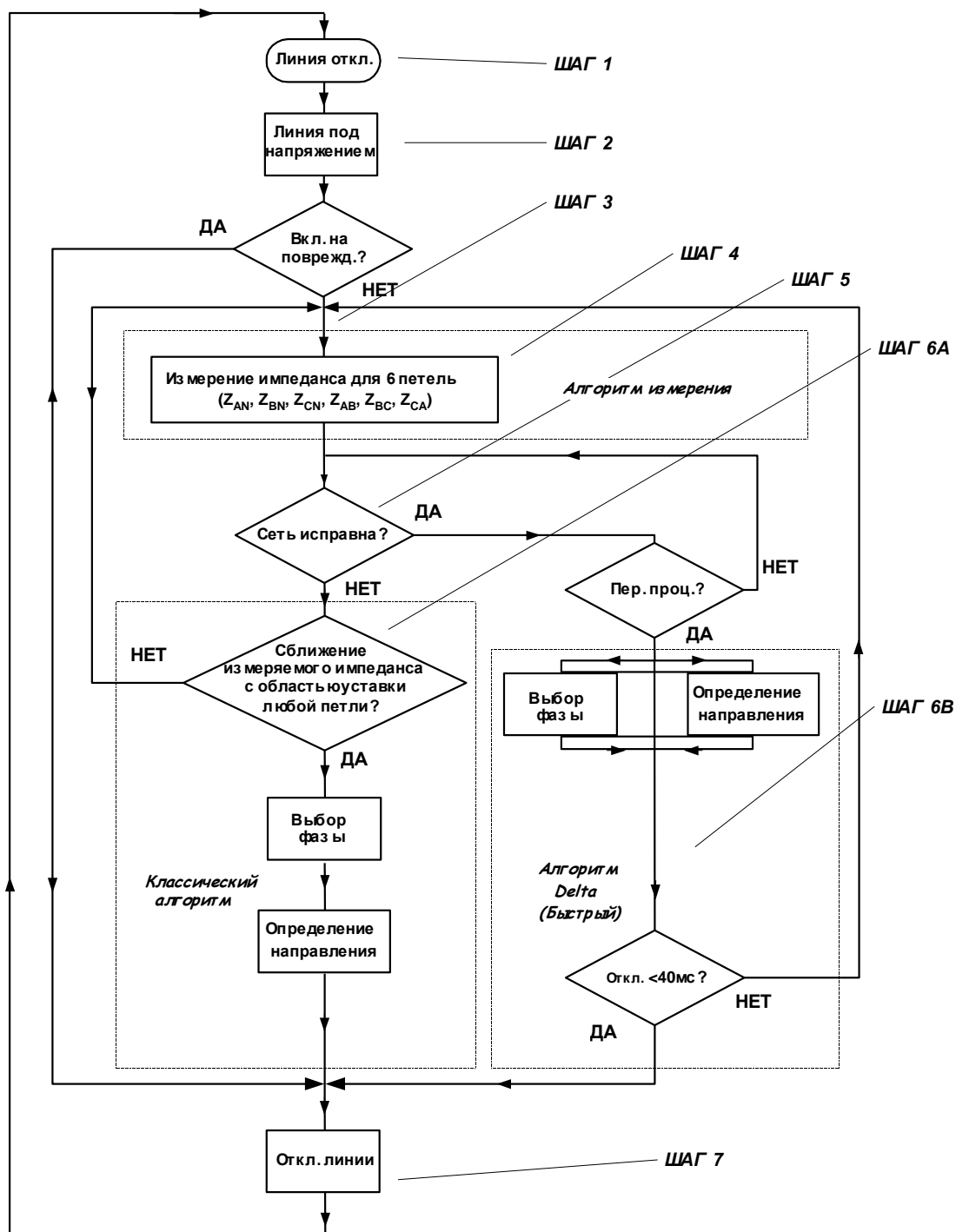


Рис. 10 Алгоритм

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1. Початковий крок 1, захищена лінія ЕРАС 3000 , відключена.

2. Крок 2, на лінію подають напругу. Ця команда, можливо, була видана логікою повторного включення ЕРАС 3000 , або іншими засобами (SCADA, ручне включення). Якщо відбулося включення на пошкодження, і вимикати був відключений пристроєм ЕРАС 3000 , то логіка повертається, поетапно рухаючись до кроку 1. Якщо немає, просуваємося далі до кроку 3.

3. Крок 3 мати місце, коли лінія була включена успішно (відбулося включення не на пошкодження).

4. Логіка просувається до кроку 4, який є виконанням алгоритмів вимірювання. Тут постійно обчислюється повний опір всіх шести електричних петель, і це обчислення оновлюється з новими даними повного опору, оскільки в зміряних електричних петлях мають місце будь-які зміни. Вимірювання, використовуване для відключення (зона) контролюється звичайними або швидкодіючими алгоритмами (Кроки 6А, 6В). Цей контроль включає визначення запуску, пошкодженої фази, і визначення напрямку.

5. Визначення виконане, якщо мережа справна. Розглядається сталий стан. Незалежно від справності мережі, відбувається просування до кроку 6А, традиційні алгоритми. Якщо мережу вважають за справну, також відбувається просування до кроку 6В, обробка швидкодіючими алгоритмами.

6. Традиційні алгоритми, крок 6А, працюють повільніше чим швидкодіючі, крок 6В. Якщо відбувається пошкодження, яке можуть виявляти швидкодіючі алгоритми, обробка буде виконана швидкодіючими алгоритмами. Так, як швидкодіючі алгоритми не можуть обробляти пошкодження 40мс після його початку, вирішується використання традиційних алгоритмів.

7. Результатом виконання кроку 7 є ухвалення рішення про відключення, зроблене традиційним або високошвидкісним алгоритмами, зв'язане логічною функцією множення з алгоритмом вимірювання.

8. Після відключення, лінія відключена, і логіка повертається до кроку 1.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		37

2.4. ФУНКЦІЯ АВТОМАТИЧНОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕННЯ (АПВ) І ФУНКЦІЯ ПЕРЕВІРКИ СИНХРОНІЗМУ

Функція АПВ забезпечує повторне включення лінії в роботу після її отключення при пошкодженні. Річ у тому, що пошкодження на лінії є скороминущими. Пошкодження може бути ліквідоване почерговими многократними відключеннями лінії. За час відключеного стану лінії канал електричної дуги може деіонізуватися. Якщо потрібна перевірка синхронізму між напругою на лінії і на шинах в перебігу трьохрізного АПВ з витримкою часу, в ЕРАС 3000 додається модуль контролю напруги і перевірки синхронізму.

Кожен цикл АПВ є спробою включити лінію в роботу. Є два цикли АПВ:

- швидкодіючий цикл: цей цикл задіюється при першому відключенні поврежденной лінії, яке може бути однофазним або трифазним в зависимости від дій захисту при пошкодженні.
- повільнодіючий цикл; цей цикл слідує за швидкодіючим циклом і може повторюватися тричі; те, що поволі діє АПВ завжди буває трифазним.

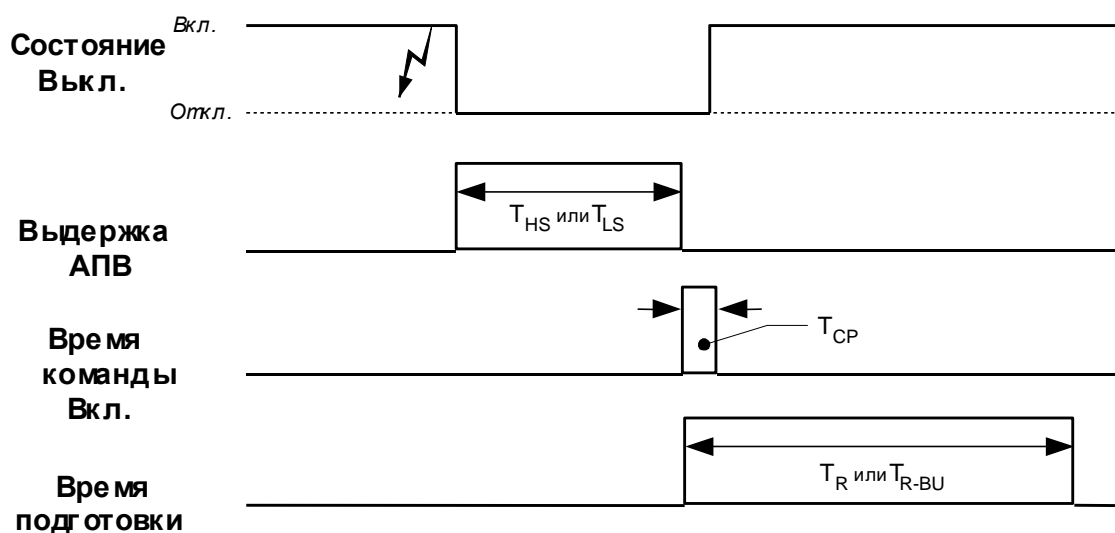


Рис 11: Приклади циклів АПВ

Як видно на малюнку 20, цикл АПВ характеризується трьома інтервалами
времени:

1. витримка часу циклу: ініціюється при відключенні. Це мінімальний інтервал часу від моменту відключення до моменту подачі команди на включення вимикача. Воно завжди менше при швидкодіючому, чим при повільнодіючому АПВ.

2. час на включення; ініціюється в кінці часу циклу і відповідає мінімальному часу включення вимикача.

3. час підготовки АПВ; цей час так само ініціюється в кінці витримки
времени циклу. Це є мінімальний час для блокування включення
выключателя. У разі появи пошкодження протягом цього часу і выключатель
був включений, він відключається і:

- якщо цикл не є останнім, то наступний цикл ініціюється.
- якщо цикл є останнім, то відключення є остаточним.

Примітка: наступне - два часи підготовки: 1) Час підготовки головного захисту (TR), і 2) Час підготовки резервної (TR-BU). Залежно від того, головний або резервний захист викликав відключення, ЕРАС використовує відповідний час підготовки. У всіх інших випадках, швидкодіюча витримка, повільнодіюча витримка і час команди включення використовується і для основної і для резервної послідовності повторного включення.

Вид використовуваного АПВ визначається:

- числом пошкоджених фаз.
- типом захисту, що діє на відключення.
- яка встановлена логіка АПВ (пункти 1, 2 або 3, приведені нижче)

Може бути вибрано три типи АПВ

1. Повторне включення після однофазного відключення

Цей вигляд застосовується при однофазних пошкодженнях, стандартної, що відключаються, дистанційним захистом (окрім випадку, коли встановлено

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		39

"триполюсне отключення у всіх зонах"), захистом з порівнянням напрямів (якщо відбувається однофазне відключення), або зовнішніми захитами. Залежно від установки даний вигляд може:

- бути заборонений.
- містити швидкодіючий цикл.
- містити швидкодіючий цикл і услід один, два або три медленнодіючих циклу трифазного АПВ.

2. АПВ після трифазного відключення

Цей вигляд застосовується при багатофазних пошкодженнях, що виявляються стандартним дистанційним захистом, захистом з порівнянням напрямів або зовнішніми захитами. Залежно від установки, даний вид АПВ може:

- бути заборонений;
- містити швидкодіючий цикл (трифазний).
- містити швидкодіючий цикл і услід один, два або три медленнодіючих циклу (трифазних)

3. АПВ після трифазного відключення резервним захистом

Цей спосіб застосовується при багатофазних і однофазних пошкодженнях, виявлених струмовим захистом з назад залежною характеристикою витримка времени, направленим захистом по потужності нульової послідовності або зовнішніми захитами. Залежно від установки цей вигляд може:

- бути заборонений.
- містити трифазний швидкодіючий цикл.
- містити швидкодіючий трифазний цикл і услід один, два або три повільнодіючі трифазні цикли.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Кожен з цих трьох видів АПВ може бути установлен незалежно від двох інших. Команда на відключення може прийти від дистанційного захисту або захисту НЗНП, які розрізняють однофазні і трифазні пошкодження; резервного захисту нульової послідовності, яка здійснює трифазне відключення.

4. Паралельна дія основний і резервною захит

Резервний захит доповнює основний захит. Резервним захитом може бути:

- захит, що міститься в ЕРАС.
- зовнішній захит.

Є декілька способів взаємодії АПВ з резервними захитами:

- у поєднанні із зовнішнім захитом; для цього необхідно передати команди відключення від зовнішнього захиту на відключаючі входи А, В, і З модуля АПВ; в цьому випадку пуск АПВ контролюється або внутрішнім захитом або цифровими відключаючими входами.
- у поєднанні захит ЕРАС 3000 з додатковим пристроєм АПВ; у випадку, якщо цей пристрій вже спрацював, елемент АПВ в ЕРАС 3000 може бути заблокован прийомом команди "АПВ неможливо"; для того, щоб предотвратить петлі циклів одна із захит повинна мати велику витримку

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

3. ОПИС АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Апаратура ERAC 3000 збирається на основі базового модульного агрегату. Для виконання різних функцій до складу приладу можна додати додаткові плати.

Дана базова модель складається з ізолюваного і стабілізованого джерела живлення і наступних компонентів:

- вхідна плата QTF вимірювальних трансформаторів.
- плата обробки CPU-TMS.
- плата вихідних реле і входів/виходів ІО-1.

За бажанням можна додатково поставити без перекомутації з'єднань наступні плати:

- плата управління АФФ для блоку дисплея передньої панелі.
- блок живлення для блоку дисплея передньої панелі, реєструючий осцилограф ТРЕ і різні комунікаційні модулі.
- плата вихідних реле і виходів ІО-2 або друга плата вихідних реле і входів/виходів ІО-1.

3.1. ПОТІК ДАНИХ

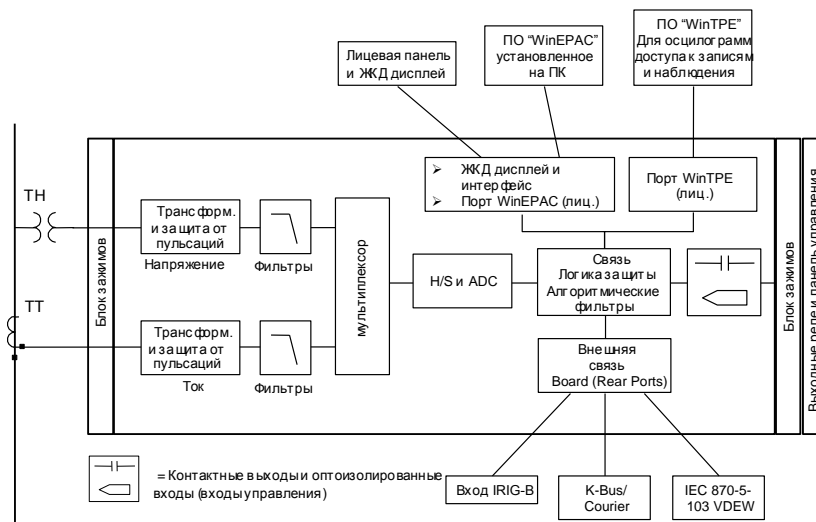


Рис. 12: Потік даних

						СУд-91П.151.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			42

Прилад ЕРАС 3000 отримує аналогові величини від вимірювальних дільників. Плата QTF вимірювальних трансформаторів виконує наступні функції:

1. Вирівнювання вказаних аналогових величин і придушення перешкод.

2. Фільтрування сигналів з метою виключення високих частот, які не підлягають коректному вимірюванню. Для вирішення цього завдання застосовуються антиповоротні фільтри.

Дані величини потім передаються платі CPU-TMS, яка виконує наступні функції:

1. Перетворення профільтрованих аналогових величин в ряд імпульсів.

2. Контролює, щоб дванадцяти бітовий аналого-цифровий перетворювач преобразовал інформацію з швидкістю двадцять чотири вибірки за період. Кількість операцій, які виконуються в аналоговому форматі необхідно понизити до мінімуму, оскільки точність таких операцій пов'язана з точністю компонентів плати. Після завершення переходу до цифрової форми подальша обробка значень не приведе до збільшення помилки.

3. Фільтрує цифрові значення для виключення можливого несприятливого впливання компонентів на точність величин.

4. Формулює, з використанням алгоритмів, величини, потрібні апаратурі ЕРАС для ухвалення рішення. Логічні функції приладу ЕРАС використовують вказані значення, а також логічні повідомлення плати I/O для формулювання команд і сигналів.

Команди і сигнали відключення, передавані платою CPU-TMS, посилаються на снабженную контактами плату(ы) IO.

За допомогою діалогу, що управляє, оператор може конфігурувати спосіб підключення входів і виходів різних модулів до контактів плати.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

3.2. ФУНКЦІЇ ПЛАТ

Плата вимірювальних трансформаторів QTF

Дана плата виконана в подвійному форматі європейського стандарту і застосовується для перетворення аналогових величин, що видаються трансформаторами, в сумісних з електронікою EPAC 3000 значення.

У її склад входять:

- три однофазні трансформатори струму з двома первинними обмотками: одна на номінальний струм 5А, а інша на номінальний струм 1А (Т1, Т2, Т3).
- для мереж з глухозаземленою нейтраллю один трансформатор струму нейтралі з двома первинними обмотками: одній на номінальний струм 5А, а інший на номінальний струм 1А (Т4).
- Спеціалізований тор для функцій IDN і ZSP.
- три однофазні трансформатори напруги (Т5, Т6, Т7).
- один трансформатор напруги шин (Т8).
- один трансформатор моделювання напруги для компенсації взаємодуції струму нульової послідовності паралельної лінії (Т9).
- один вузол захисту від підвищення напруги.
- подинці аналоговому фільтру від взаємного впливу на кожен вхід.

Плата обробки даних CPU-TMS

Дана плата виконана в подвійному форматі європейського стандарту і виконує основні функції апаратури, тобто:

- аналого-цифрове перетворення сигналів, що поступають від плати QTF.
- управління захистом залежно від статусу сигналів.

					СУд-91П.151.02.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- підтримка комунікації по лінії зв'язку і периферійними платами.

Аналого-цифрове перетворення (АЦП)

Входи струму мають подвійне сканування в двох рівнях X1 і X16, отриманих в порядку підвищення динамічного рівня. Обидва рівні створюються програмованим усилителем, який може перемикатися між двома виходами X1 і X16.

З метою виключення перешкод від джерела живлення аналого-цифровий перетворювач харчується від перетворювача постійного струму DC-DC.

Інформація каналів прочитується двадцять чотири рази в період, а потім преобразується дванадцяти бітовим аналого-цифровим перетворювачем. В результаті виходить наступна інформація:

- струми, закодовані в 15-ти бітах + один біт знаку.
- напруга, закодована в 11-ти бітах + один біт знаку.

Дана плата також має три опорну напругу, використовуваних для перевірки коефіцієнтів посилення системи.

Обробка даних

На платі є сигнальний процесор 320-C25 TMS, призначений для обробки даних. Процесор може працювати з частотою 50 МГц. Він управляє частотою измерений, встановлюючи її, в двадцять чотири рази більшою, ніж опорна частота мережі. Для цього плата проводить вимірювання частоти по методу переходу через нуль.

Плата TMS форматує сигнали, фільтруючи їх, і, потім, розраховує величини для захисту. Плата TMS приймає свідчення логічних входів і комбінує їх з результатами розрахунку захисних величин для операції

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						45
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

ухвалення рішення. Результатом даних рішень є управління відключаючими реле і сигнальними контактами.

Плата TMS також управляє світловими індикаторами передньої панелі і платою послідовної зв'язку CPU-TMS.

На платі CPU-TMS також встановлені різні типи пам'яті:

- оперативна пам'ять RAM.
- програмований постійний пристрій PROM, що запам'ятовує, для зберігання програм.
- резервна пам'ять для характеристичних величин і параметрів EEPROM.

На платі також є.

- вузол автоперевірки.
- послідовний комунікаційний інтерфейс.
- лічильники.

Інтерфейси

Плата обладнана світловими індикаторами, що сигналізують про робочий стан.

На передній панелі плати є також послідовний порт RS232, доступ до котрому можна отримати через передню панель приладу. Даний порт використовується для зв'язку з персональним комп'ютером.

Плата CPU-TMS зазвичай сполучена з платами:

- QTF прийому аналогових величин.
- ІО-1 або ІО-3 (вхід/вихід).

Вона також може бути підключена до наступних плат:

- АFF управління вузлом дисплея передньої панелі (по вибору).
- АС управління вузлом дисплея передньої панелі і різними комунікаційними режимами (по вибору).
- з додатковою платою ІО-1 або з платою ІО-3 (по вибору).

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Плата ІО-1

Дана плата виконана в подвійному форматі європейського стандарту, і на ній розположені логічні входи TS, сигнальні контакти TC і командні реле DEC.

При введенні в експлуатацію можна конфігурувати дані логічні входи і сигнальні контакти, що дає можливість користувачеві вибрати відповідну електричну схему.

Плата ІО спроектована так, щоб відбувалося самотестирование сигналів і команд на відключення.

Плата ІО-3

Плата використовується як інтерфейс з цифровими виходами і забезпечує додаткове відключення, включення, і вихідні контакти з самоконтролем. Плата складається з:

- Шість реле відключення.
- Одне реле включення.
- Тринадцять реле сигналізації.
- Одне реле контролю справності (нормально відкрите).

Логічні входи (TS).

Плата має вісім логічних входів, які мають оптоелектронну розв'язку. Дані входи спроектовані так, щоб витримувати нормальний режим роботи в експлуатаційних умовах станції.

Сигнальні контакти (TC).

Плати входу/виходу обладнані шістнадцятьма сигнальними контактами. Доступ до указаним контактів в режимі читання і запису відбувається через фільтр опору і буфер, що використовується для можливості сигналізації про стан реле при самотестировании.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						47
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Контакт Несправності Устаткування (ТС)

Плата ІО-1 має контакт несправності устаткування (нормально закритий). Цей контакт, керований програмним забезпеченням або самоконтролем указує, чи є устаткування дефектне чи ні.

Команди відключення і включення

На даних платах є контакти відключення і включення. Вказані контакти спроектовані для безпосереднього підключення до обмоткам вимикача. Доступ до цих контактів в режимі читання і запису відбувається через фільтр опору і буфер, для можливості сигналізації про стан реле при самотестированні.

Сигнали, пов'язані з функціями апаратури ЕРАС 3000

Логічні входи/виходи, пов'язані з функціями апаратури ЕРАС 3000 за допомогою діалогового управління можна приписати реальним контактам плат входу/виходу. Це означає, що можна вибирати для використання сигнали і контакти і, що можна легко проводити логічне комбінування сигналів. Наприклад, якщо декілька вихідних сигналів приписано до одного контакту, то стан контакту відповідатиме логическому АБО між даними сигналами.

Дисплей передньої панелі

За бажанням на передній панелі можна встановити два рядковий шестнадцятиразрядний дисплей із заднім підсвічуванням. Також в склад входять шість клавiш управління і плата інтерфейсу. Чотири клавiші напряму

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		48

використовуються для переміщення по меню і для дістання доступу до програмованих функцій приладу ЕРАС.

Діалог через дисплей передньої панелі використовується для:

- налаштування параметрів захисту.
- проглядання останнього запису даних про пошкодження.
- аналізу збоїв захисту.
- підтвердження повторного запуску функції захисту.

Плата АС (по вибору)

Дана плата володіє наступними стандартними функціями:

- управління дисплеєм передньої панелі.
- управління послідовним портом з метою локального відновлення запису даних про пошкодження за допомогою програмного забезпечення WINTPE або автоматичного роздруку аварійних звітів.

Два " дочірні" плати можуть бути сполучені з АС платою. Вони можуть бути вибрані з числа наступних чотирьох плат:

- плата-інтерфейс струмового контура.
- плата інтерфейсу модему.
- плата інтерфейсу IEC 60870-5-103 VDEW.
- плата інтерфейсу KBUS.

Плата МОДЕМУ

Ця плата використовується, щоб знімати записи реєстратора пошкоджень з ЕРАС на МІКРОЕОМ, обладнаній програмним забезпеченням WINMODEM.

Характеристики плати МОДЕМУ

- 8 бітів.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		49

- Немає контролю по парності.
- Один стоповий біт.
- Швидкість: 300 -19200 бод з підстроюванням під конфігурацію користувача.

Плата VDEW

Ця плата дає можливість ЕРАС зв'язатися з провідним комп'ютером, через протокол VDEW.

Плата KBUS

Ця плата є інтерфейсом між UART1 каналом АС плати і KBUS мережею.

Плата IRIG-B

Час IRIG-B плати передається до плати АС кожні 30 секунд. Відмінність між часом плат IRIG-B і АС обчислюється в абсолютних величинах:

- Відмінності більше 1 секунди виправляються негайно.
- Відмінності між 5 мс і 12 секундами виправляються поступово.

Внутрішній час АС плати прискорюється або сповільнюється кожні 10 мс, з виправленням, що завершується перед наступним запитом до IRIGB платі.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						50
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

4. ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Програмне забезпечення плати CPU-TMS апаратури ЕРАС 3000, тобто функції захисту, засновані на методі використання контролера послідовності, який викликає завдання згідно порядку їх пріоритету.

Він запускається звичайними кінцевими перериваннями на кожному кроці вимірювання, тобто двадцять чотири рази за період. Якщо обробка завдання з низьким пріоритетом не була закінчена при запуску завдання з високим пріоритетом, то обробка завдання з низьким пріоритетом продовжиться пізніше, коли контролер послідовності знову передасть їй управління з того ж місця, де вона була перервана.

Така структура дозволяє обробляти функції з низьким пріоритетом, коли процесор не зайнятий високопріоритетним завданням.

Наприклад, виявлення пошкодження є високопріоритетним завданням, а управління діалоговим обслуговуванням є завданням з низьким пріоритетом.

Самотестірованіє апаратури ЕРАС 3000

Функції самотестирования апаратури ЕРАС 3000 призначені:

- для запобігання виконанню апаратурою захисту помилкових операцій.
- для визначення відмов до виклику функцій пошкодження, щоб таким чином виправити відмову і запобігти неправильному спрацьовуванню апаратури.
- для полегшення ремонту.

Проектувальники устаткування прагнули не понизити надійність приладу ЕРАС, обмежуючи кількість додаткових компонентів.

Якщо після включення вибрана функція повного самотестирования, то можливі следующие два типи перевірки:

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		51

- безперервне самотестирование, яке виключає будь-які помилкові дії.
- самотестирование, що проводиться завданнями з низьким пріоритетом, тобто з періодичністю в декілька секунд і з основною метою перевірки готовності функцій.

Якщо виявлена відмова, то:

- якщо відмова не є істотною, то функції захисту продовжують працювати і генерується сигнал "нетермінового попередження".
- якщо відмова є істотною, то функції захисту останавливаються. Захист потім, виконує повний самоконтроль. Якщо несправність підтверджена, подається аварійний сигнал, і функції ЕРАС припиняються. Якщо самоконтроль не підтверджує аномалію, ЕРАС знов запускається.

Безперервне самотестирование

Даний тип самотестирования має той же пріоритет, що і завдання захисту.

Воно включає в себе:

- самотестирование за допомогою апаратних переривань.
- RFIN (втрата допоміжного живлення).
- вузол контролю.
- перевищений час обчислень.
- перевірка когерентності каналів струму. Проводиться порівняння суми фазової напруги і струмів із значенням струму нульової послідовності.
- перевірка черговості прийому. Проводиться перевірка правильності послідовності обробки аналогових каналів шляхом аналізу їх адрес.
- підтвердження повідомлень, що обмінюються між процесорами платами, що містять, з використанням перевірочних слів.
- підтвердження FIFO (послідовності: перший вхід - перший вихід) для доступу до значень після аналого-цифрового перетворення.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- підтвердження повідомлень, що обмінюються по ланцюгу RS232 плати CPU-TMS.
- підтвердження відключення і сигнальних команд повторним читанням даних команд і перевіркою безперервності командного ланцюга. Дана перевірка має бути проведена перед відправленням команди реле або контакту.

Самотестірованіє у фоновому режимі

Даний вид перевірки є безперервним самотестированиєм, яке використовує резерви обчислювальної потужності, невживані високопріоритетними завданнями. Повний цикл самотестирования триває декілька секунд. Даний час дуже мало, щоб вплинути на надійність або можливості апаратури ЕРАС.

Основні дії перевірки наступні:

- самотестирование шини:
- перевірка шини "адрес", за допомогою доступу до спеціальних адрес і областей пам'яті.
- перевірка шини "даних", за допомогою запису в зони пам'яті.
- перевірка різних елементів "командної" шини.
- самотестирование системи спостереження тим, що вона посиляє прерывание після закінчення часу затримки.
- самотестирование пам'яті:
- обчислення CHECK SUMS (контрольних сум) пам'яті і порівняння їх з тими, що зберігаються в пам'яті.
- перевірка пам'яті у всій зоні, що адресується, шляхом запису і послідуєщого прочитування значень 5555H і AAAAH перед повторним записом початкової величини.

					СУд-91П.151.02.ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- перевірка постійної програмованої пам'яті EEPROM обчисленням контрольних сум (CHECK SUMS) і порівнянням їх з тими, що зберігаються в пам'яті.
- перевірка дрейфу аналогових підсилювачів.
- перевірка посилення аналого-цифрового перетворення шляхом порівняння результатів перетворення опорної напруги.
- перевірка спеціального живлення функції аналого-цифрового перетворення.
- перевірка лічильників методом порівняння їх між собою.
- перевірка управління перериваннями.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		54

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРОВ ПРИ РОЗРОБЦІ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ

Кваліфікація всіх осіб, що експлуатують або ремонтують електроустановки вище 1000 В, має бути на одну групу вище, ніж в установках напруженням до 1000 В, окрім включених в бригаду осіб з групами I і II.

До робіт без зняття напруги на токоведущих частинах або поблизу них в даних установках відноситься робота як на ВЛ, так і в РУ напругою до 35 кВ з наближенням тих, що працюють або механізмів і машин до токоведущим частин ближче 0,6 і 1 м відповідно (як на ВЛ до 1000 В), а при напрузі 110 кВ — на 1 і 1,5 м відповідно. Якщо ж виключається приближення на відстань, менш вказаних, як що працюють, так і їх інструментів або ремонтного оснащення і не потребується вживання технічних або організаційних заходів (наприклад, безперервного нагляду) для запобігання такому наближенню, то робота вважається за виконувану без зняття напруги далеко від токоведущих частин.

Для роботи без зняття напруги поблизу токоведущих частин їх захищають тимчасовими огорожами так само, як при напрузі до 1000 В (якщо напруження до 15 кВ), але при установці накладок обов'язково використовують окрім діелектричних рукавичок ізолюючі штанги або кліщі, а кваліфікаційна група у осіб, які встановлюють накладки, має бути V і IV. Токоведущі частини напругою вище 1000 В для роботи на них відключати треба так, щоб був видимий розривши ланцюги в самому вимикачі або в раз'єдинителе. Можна створити видимий розрив шляхом вилучення патронів запобіжників, демонтажу ділянок шин, від'єднання кінців проводів і кабелів.

Трансформатори напруги і силові, пов'язані з виділеною для роботи ділянкою електроустановки, мають бути відключені з боку і вищої і нижчої напруги, щоб виключити зворотну трансформацію.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		55

Завжди приймають заходи для запобігання помилковому включенню комутаційних апаратів шляхом замикання механічним замком ручних приводів, відключенням ланцюгів дистанційного керування, опусканням груза у вантажних приводів. При оперативних перемикаваннях більш ніж на одному приєднанні до збірних шин робити їх треба удвох: один оперує комутаційною апаратурою, а другою контролює правильність операцій, используя заздалегідь заповнений бланк перемикавань. У ній записують правильну послідовність операцій, що особливо важливе за відсутності блокування від ошибочных операцій з разъединителями під навантаженням.

На відкритих підстанціях, в КРУ, на ПЛ дозволяється користуватися покажчиком напруги тільки в суху погоду. У сиру можливе перекриття ізоляції розряд будинок. Допускається в сиру погоду переконатися у відсутності напруги шляхом ретельного дослідження схеми в натурі (по видимих розривах ланцюга). На ВЛ, що відходять, відсутність напруги підтверджується оперативним персоналом або диспетчером. На ПЛ перевіряють її внешние ознаки і позначення на опорах. Перевіряти отсутствие напругу в РУ і на підстанціях вирішується єдинолично оперативному персоналу з групою IV. На ПЛ напругою вище 1000 В його відсутність перевіряють удвох осіб з IV і III групами.

У установці напругою вище 1000 В роботи на отключенных токоведущих частинах без їх заземлення не допускаються. Переносні заземлення встановлюють тут також в діелектричних рукавичках (як і до 1000 В), але удвох: обличчя IV і III груп, причому друга особа може бути з ремонтного персоналу, але воно должно бути заздалегідь ознайомлено з схемою електроустановки і проінструктовано. Проте особі з группой IV і поодинці можна заземляти установку заземляющими ножами разъединителей з механічним приводом або за допомогою ізоляційної штанги, яка дозволяє

закріпити переносне заземлення на токоведущих частинах, не стосуючись їх руками. Забороняється использовать як переносні заземляючих проводников випадкові дроти, не призначені специально для цієї мети, або

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		56

приєднувати їх скручуванням. У РУ напругою вище 1000 В і на підстанціях заземляють токоведущі частини всіх фаз або полюсів, відключені для роботи на них, з усіх боків, звідки може бути подане напруга (окрім збірних шин, на які достаточо накласти одне заземлення). Точки заземлення можуть бути відокремлені від частин, на яких працюють, відключеними комутаційними апаратами або демонтованими ділянками шин, проводів. Як до токоведущим, так і до заземлених частин заземлючі проводники приєднують на зачищених від фарби місцях, які в закритих РУ (ЗРУ) оздоблюють чорними смугами.

Не можна наближатися до місця замикання на землю ближче чим на 4 м в ЗРУ або ближче чим на 8 м в КРИЧУ до відключення пошкодженої ділянки. Підійти ближче можна тільки для його відключення або для надання першої допомоги пострадавшему, але при цьому необхідно користуватися діелектричними ботами або килимками.

При роботі на КРУ і підстанціях із землі місце работ захищають канатом із застережливими плакатами на нім, оберненими написами всередину огорожі. При роботі на порталах і тому подібних конструкціях укріплюють на них плакат: «Влізати тут», а на соседних — «Не влізай — уб'є!».

У електроустановках напругою вище 1000 В по розпорядженнях можна працювати удвох або, маючи групу IV, єдинолично, зокрема в ЗРУ, де токоведущі частини напругою вище 1000 В знаходяться за постійними сітчастими або суцільними огорожами, а також в приладових відсіках КРУ і КТП, в коридорах управління ЗРУ, де необгороджені токоведущі частини напругою до 35 кВ знаходяться на висоті не менше 2,75 м; у шафах релейного захисту на КРИЧУ і приводах выключателей, винесених за сітчасту огорожу. Прибирання помещень щитів управління, коридорів ЗРУ допускається робити особі з кваліфікаційною групою I. Остання робота може виконуватися і в порядку поточної експлуатації, так само як і прибирання території КРУ, очищення її від снігу, трави, транспортування, розвантаження або вантаження вантажів на КРИЧУ, ремонт світильників і заміна ламп,

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

розташованих зовні камер і осередків ЗРУ, КРЧУ, догляд за щітками електродвигуна і їх заміна, за колекторами електричних машин, відновлення написів на кожухах устаткування і огорожах.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		58

6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1. 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.

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СУд-91П.151.02.ПЗ				

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

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. (7)

					Суд-91П.151.02.ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ВИСНОВКИ

У даній роботі розглянули автоматизацію процесу керування розподільчими мережами напругою 10 кВ.

Вивчивши характеристики, пристрій і принцип дії можна зробити наступні висновки:

- ЕРАС забезпечує селективний і швидкодіючий захист розподільних і магістральних мереж;
- ЕРАС реагує на будь-який вид електричного пошкодження на повітряних і кабельних лініях у вищезгаданих мережах;
- модульний пристрій захисту дозволяє задовольнити всім характеристикам мереж.

					СУд-91П.151.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мікропроцесорні пристрої релейного захисту, автоматики і дистанційного керування. Принципи побудови. : К, 2018. Гама.-40с.
2. Рекомендації по вибору зашит електротехнічного устаткування з використанням мікропроцесорних пристроїв концерну ALSTOM/ 2018. - 142с
3. Андрєєв В.А. Релейний захист, автоматика і телемеханіка в системах електропостачання. – М.: Вища школа, 2016.
4. Шабад м.А. Розрахунки релейного захисту і автоматики розподільних мереж. 2-е видавництво, перераб. і доп. Л., «Енергія», 2018. 288 с. з илл.
5. Правила пристрою електроустановок. 6-е видавництво –Енергоиздат.2007.- 645с.
6. Правила технічної експлуатації і правила безпеки при експлуатації електроустановок. 4-і изд.- М.: Енергоатоміздат,2019.-424с.
7. Економіка підприємства: Навчальний посібник / Під общ. ред. д. э. н., проф. Л. Р. Мірошника. – Суми: ІТД «Університетська книга», 2002. – 632 с.
8. 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.
9. 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 EON, November 2015.
10. 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. – 2019. – 110 с.
11. 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, 2019. – 212 с.

					СУд-91П.151.02.ПЗ	Тисм
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

- 12.Воронін А. М. Інформаційні системи прийняття рішень: навчальний посібник. / Воронін А. М., Зіатдінов Ю. К., Климова А. С. – К. : НАУ-друк, 2019. – 136с.
- 13.Randell, Brian. The Origins of Digital Computers: Selected Papers.. — 2003.
- 14.Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Коз'яков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2021 – 448 с.
- 15.Hyman, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2017.

					<i>СУд-91П.151.02.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		63