

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри КН
_____ А. С. Довбиш
« ____ » _____ 2020 р.

Кваліфікаційна робота магістра

зі спеціальності 151-Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології
на тему:
***“Система керування розподільчою мережею з напругою
вище 1 кВ”***

Керівник роботи: _____ В. Д. Черв'яков

дипломник:
студент гр. СУмдн-91П _____ О. М. Дарморост

Суми – 2020 р.

Реферат

Дарморост Олександр Миколайович. Система керування розподільчою мережею з напругою вище 1 кВ. – Комп'ютерний набір тексту. – Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 151 -"Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології". – Сумський державний університет, Суми, 2020.– 84 сторінки пояснювальної записки, до складу якої входять 6 рисунків, 9 таблиць, 19 джерел інформації, графічно конструкторська документація складається з презентації.

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

Робота присвячена розробці системи керування розподільчими мережами напругою вище 1 кВ з використанням мікропроцесорного пристрою типу Modulex MX31PD1A. Проведено вибір системи керування розподільних мереж напругою вище 1 кВ. Розглянуто принцип дії Modulex MX31PD1A, апаратні модулі, програмне забезпечення пристрою. У результаті, представлений комплект конструкторської документації, що задовольняє всім поставленим завданням.

Summary

Darmorost Oleksandr Mykolayovych. Control system for the distribution network with voltage above 1 kV. - Computer typing. - Qualifying work of the master on a specialty 151 - "Automation and computer-integrated technologies". - Sumy State University, Sumy, 2020.– 84 pages of explanatory note, which includes 6 figures, 9 tables, 19 sources of information, graphic design documentation consists of 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 with a voltage higher than 1 kV using a microprocessor device type Modulex MX31PD1A. The control system of distribution networks with voltage above 1 kV was selected. The principle of operation of Modulex MX31PD1A, hardware modules, software of the device are considered. As a result, a set of design documentation is presented that satisfies all the tasks.

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: “Комп'ютерних наук”

Секції: Секція комп'ютеризованих систем управління

Спеціальність: 151 -"Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. Кафедри КН

_____ А. С. Довбиш

« _____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра студенту:

Дарморост Олександр Миколайовичу

(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: “Система керування розподільчою мережею з напругою вище 1 кВ”.

затверджена наказом по університету

від 19 листопада 2020 р № 1797-III

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 28.11.2020г

3. Вихідні дані до роботи: Завдання кафедри, матеріали переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. КЕРУВАННЯ РОЗПОДІЛЬЧИМИ МЕРЕЖАМИ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 КВ

2. НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 КВ

3. ПРИНЦИП РОБОТИ МХ31PD1А

4. ОПИС АПВ

5. ДОДАТКОВІ ФУНКЦІЇ ПРИСТРОЮ

6. МІСЦЕВИЙ ІНТЕРФЕЙС МХ31PD1А

7. УСТАНОВКА І ТРАНСПОРТУВАННЯ МХ31PD1А

8. УСТАВКИ ПРИСТРОЮ, ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ В РОБОТІ

9. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

10. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5. Перелік графічного матеріалу:

1. СХЕМА ЗОВНІШНІХ З'ЄДНАНЬ

2. ФУНКЦІЇ ЗАХИСТУ MODULEX МХ31PD1А

3. АРХІТЕКТУРА MODULEX МХ31PD1А

4. АЛГОРИТМ ЗАХИСТУ ПРИСТРОЄМ MODULEX МХ31PD1А

5. СТРУКТУРА ПРИСТРОЮ MODULEX МХ31PD1А

6. (ПЛАКАТ) КАЛЬКУЛЯЦІЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКТУ

6. Дата видачі завдання 7.10.20.

Керівник

_____ В. Д. Черв'яков
(підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ О. М. Дарморост
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів кваліфікаційної роботи магістра	Терміни виконання етапів		Примітка
		початку	закінчення	
1.	АНАЛІЗ ЗАВДАННЯМ КАФЕДРИ. КЕРУВАННЯ РОЗПОДІЛЬЧИМИ МЕРЕЖАМИ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 КВ	14.10.20	20.10.20	
2.	НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 КВ	20.10.20	29.10.20	
3.	ПРИНЦИП РОБОТИ МХ31PD1A	29.10.20	03.11.20	
4.	ОПИС АПВ. ДОДАТКОВІ ФУНКЦІЇ ПРИСТРОЮ. МІСЦЕВИЙ ІНТЕРФЕЙС МХ31PD1A. УСТАНОВКА І ТРАНСПОРТУВАННЯ МХ31PD1A. УСТАВКИ ПРИСТРОЮ, ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ В РОБОТІ	03.11.20	13.11.20	
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	13.11.20	14.11.20	
6.	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.	14.11.20	15.11.20	
7.	РОЗРОБКА ГРАФІЧНОЇ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРОЕКТУ	15.11.20	20.11.20	
8.	ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНОВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ, ГРАФІЧНОЇ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ	20.11.20	23.11.20	
9.	ПРЕДСТАВЛЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТЕРА КЕРІВНИКУ І ОДЕРЖАННЯ ВІДГУКУ	23.11.20	28.11.20	
10	ЗДАЧА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТЕРА ДЛЯ РЕЦЕНЗУВАННЯ	28.11.20	03.12.20	

Студент

_____ О. М. Дарморост
(підпис)

Керівник:

_____ В. Д. Черв'яков
(підпис)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП.....	9
1. КЕРУВАННЯ РОЗПОДІЛЬЧИМИ МЕРЕЖАМИ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 КВ.....	10
2. НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 КВ.	17
3. ПРИНЦИП РОБОТИ MX31PD1A	23
3.1 Трифазна МТЗ	23
3.2 Функція визначення пуску ($I >>> *2$)	24
3.3 Направлений захист від замикань на землю	24
3.4 $I >$ ($I_0 >$) функція переривання послідовного спрацьовування ступенів	26
3.5 Селективне спрацьовування фазної МТЗ і захисту від замикань на землю	26
3.6 Захист від підвищення напруги нульової послідовності	27
3.7 Захист відмови вимикача (УРОВ).....	27
3.8 Основні і резервні уставки	27
3.8. Алгоритм.....	28
4. ОПИС АПВ	30
4.1 Перший цикл АПВ.....	30
4.2 Другий цикл АПВ.....	31
4.3 Третій цикл АПВ	32
4.4 Четвертий цикл АПВ	32
4.5 П'ятий цикл АПВ	33
4.6 Оперативна команда включення.....	34
4.7 Команда миттєвого відключення АП	34
4.8 Загальна поведінка протягом блокування	35
4.9 Примітки	35
4.10 Режиму відліку витримки часу	36
4.11 Перемикання з основних на резервні уставки	37
5. ДОДАТКОВІ ФУНКЦІЇ ПРИСТРОЮ	39
5.1 Діагностика	39
5.2 Вихідні ланцюги	40
5.3 Ланцюги сигналізації	41
5.4 Дискретні входи	42
5.5 Додаткові таймери	42
5.6 Лічильники.....	42
5.7 Реєстрація подій	42
5.8 Вимірювання	43
5.9 Індикація ступеня зносу полюсів вимикача.....	43
5.10 Випробування	44
5.11 Буквено-цифровий код	45
5.12 Мова.....	45
5.13 Уставки ЖКД	45
5.14 Заборона переконфігурації з мережі	45
5.15 Послідовний зв'язок по шині LONWORKS ^(TM) або Modbus	46
5.16 Реєстратор пошкоджень	47
5.17 Безперервний контроль ланцюга відключення	47
6. МІСЦЕВИЙ ІНТЕРФЕЙС MX31PD1A.....	48
7. УСТАНОВКА І ТРАНСПОРТУВАННЯ MX31PD1A	51
7.1 Електростатичні заряди.....	51
7.2 Прийом – зберігання	51
7.3 Монтаж і підключення	52
8. УСТАВКИ ПРИСТРОЮ, ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ В РОБОТІ	53

8.1 Правила безпеки	53
8.2 Перевірка номінальних величин	53
8.3 Остаточна перевірка	54
9. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	57
9.1. Аналіз потенційно небезпечних факторів при розробці і експлуатації системи	57
9.2. Дії при виникненні надзвичайних ситуацій	60
9.3. Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції	63
10. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	67
10.1. Склад і структура основних фондів промислових підприємств. Стан основних фондів України.....	67
10.2. Виробнича потужність підприємства і його підрозділів.	72
10.3 Розрахунок повної собівартості системи керування розподільчою мережею з напругою вище 1 кВ	75
10.4. Розрахунок ціни системи керування розподільчою мережею з напругою вище 1 кВ.....	80
ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	83

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

ВСТУП

У електричних повітряних лініях можливі пошкодження і ненормальні режими роботи. Більшість пошкоджень пов'язана з руйнуванням ізоляції і приводить до замикань між фазами або між фазами і землею.

В цілях попередження розповсюдження аварії пошкоджений елемент устаткування або частина установки, подальша робота якої недопустима, автоматично відключають за допомогою вимикачів. При ненормальних режимах роботи негайного відключення пошкодженої ділянки часто не потрібний; у зв'язку з цим на установках з постійним черговим персоналом передбачають автоматичну подачу сигналу, що сповіщає черговий персонал про той, що відбувся, з тим щоб могли бути прийняті заходи до усунення виниклого ненормального режиму.

Вказані відключення і подача сигналу здійснюються релейним захистом.

Релейним захистом називають спеціальний пристрій, що складаються з одного або декількох приладів-реле, які при порушенні нормальною роботи або пошкодженні якого-небудь елемента установки або мережі спрацьовують і викликають відключення вимикачів пошкодженого елемента або приводять в дію сигнальні пристрої.

Зараз на заміну релейному захисту приходять нові пристрої виконані не на реле, а на мікропроцесорах. У даній роботі ми розглянемо один з таких приладів призначеного для захисту та керування ЛЕП.

Modulex MX31PD1 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. [1]

1. КЕРУВАННЯ РОЗПОДІЛЬЧИМИ МЕРЕЖАМИ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 КВ

Для керування розподільчими мережами застосовують пристрій серії Modulex. Для роботи до реле підводять струми трьох (двох) фаз, струм нульової послідовності і напруга нульової послідовності, що забезпечує максимальний струмовий захист і направлений захист від замикань на землю, а так само захист від перенапруги 3U₀. Окрім цього, реле володіє серйозними додатковими функціями.

Версія, чутлива до замикань на землю: **MX31PD1A**.

Версія, із стандартним захистом від замикань на землю: **MX31PD1B**.

Реле може мати зв'язок з користувачем:

- на місці, за допомогою дисплея на передній панелі реле;
- дистанційно, за допомогою системи контролю і управління, через шину LONWORKSTM або Modbus.

Крім того, реле дозволяє вести діалог з персональним комп'ютером (ПК) через роз'єм на лицьовій панелі і програмований інтерфейс. Ця особливість спрощує програмування уставок і конфігурації, читання встановлених величин, вимірювань і реєстрованих значень; програмування також може бути зроблене із заздалегідь створеного файлу.

Функції захисту і АПВ:

- Триступінчатий трифазний струмовий захист.
- Перший ступінь з вибором інверсно-тимчасової відключаючої характеристики або характеристики з незалежною витримкою часу.
- Другий і третій ступені мають характеристики з незалежною витримкою часу.
- Триступінчатий направлена/ненаправлена захист від замикань на землю.

- Перший ступінь з вибором інверсно-тимчасової відключаючої характеристики або характеристики з незалежною витримкою часу.

- Другий і третій ступені мають характеристики з певною витримкою часу.

- Захист від перенапружень.

АВТОМАТИЧНЕ ПОВТОРНЕ ВКЛЮЧЕННЯ (АПВ)

- АПВ

- Можлива установка до п'яти циклів АПВ.

- Група уставок захисту може бути примусово перемкнута з основної на резервну протягом роботи АПВ.

- Логічна селективність (захит), або вірніше можливість передачі і прийому інформації з інших захит, які можуть заблокувати або деблокувати вищестоящі захит. Для кожного із ступенів міжфазною і земляною захит селективність може бути введена окремо.

- Пристрій резервування відмови вимикача (УРОВ).

- Можливі дві групи уставок: основна і резервна.

- Можна ввести переривання відключення від першого ступеня при пуску обох другого або третього ступенів для фазного і земляного захит, який усуває можливість неселективної роботи ступенів з інверсно-тимчасовими характеристиками і ступенів з незалежною витримкою часу. [1]

Функції вимірювання

- Величини струмів, представлені кратністю I_n і I_{on} .

- Величини первинного струму, представлені в амперах.

- Величини напруги, представлені кратністю U_{on} і U_n .

- Максимальні реєстровані значення, представлені кратністю I_n , I_{on} , U_{on} і U_n

- Вимірюється кут, представлений в градусах, між струмом і напругою складових пошкодження ($I_0 \wedge U_0$).

- Контроль зносу полюса вимикача.

- Реєстрація останніх 8 подій із записом відключаючого ступеня, дати, часу і величини струму замикання, напруги і кута ($I_0 \wedge U_0$).

- Реєстратор пошкоджень (осцилограф) із загальним часом реєстрації до 2.5 з, постійно фіксуються (12 вибірок за період): IA, IB, IC, Io, Uo

19 дискретних сигналів (серед яких дискретні входи і додаткові таймери).

- Реєстрація останніх 32 змін стану (прив'язаних до дати і часу).

Вони доступні через ПК, шину LONWORKSTM або Modbus .

Додаткові функції

- Вибір номінального струму (1 або 5A) за допомогою внутрішньої перемички.

- Вибір номінальної частоти від 50 до 60 Гц.

- Вибір номінальної напруги від 40 до 130В

- Вибір мови меню (Італійський, Англійський, Французький або Російський).

- Самодіагностика з детальною індикацією пошкоджень і сигналізації на жидко-кристалічному дисплеї (ЖКД), і за допомогою світлодіодів і нормально замкнутого контакту вихідного реле (Х6).

- Можливість послідовного дуплексного зв'язку з місцевим ПК або через шину LONWORKSTM або Modbus.

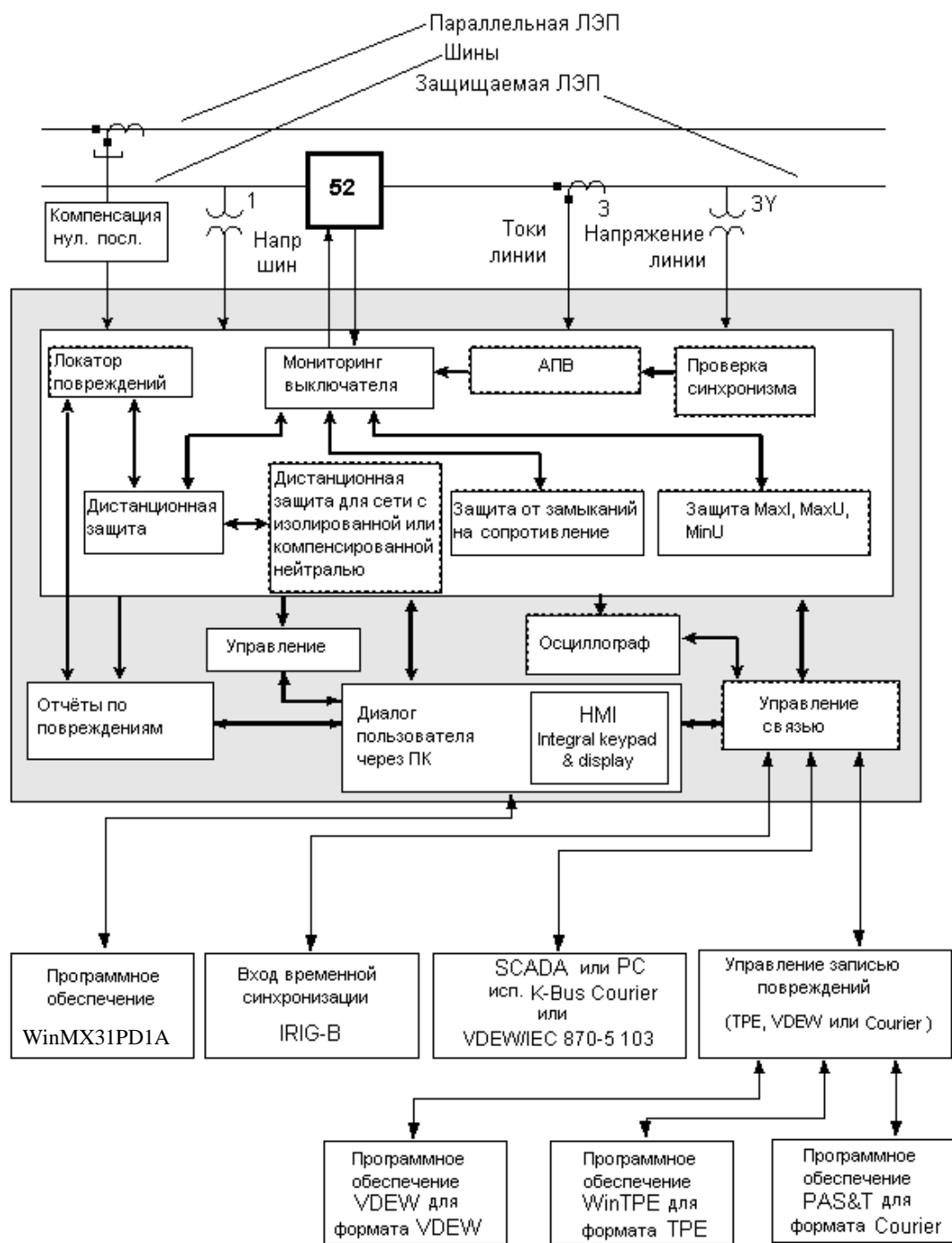
- Доступні три додаткові таймери керовані від дискретних входів.

- Можливість призначити одну або більш за функції на кожне вихідне реле точно також як на кожен світлодіод.

- Можливість установки всіх вихідних реле в «нормально замкнуте» або «нормально розімкнене» стан.
- Можливість вибору для кожного вихідного реле і світлодіода способу дії, що чекає, або з двома стійкими станами.
- Можливість призначення мінімальної тривалості імпульсу спрацьовування для кожного вихідного реле.
- Опто ізолювані дискретні входи програмуються для блокування, запуску і скидання функцій; кожен з входів може бути встановлений як «нормально під напругою» або «нормально відключений». Це дає можливість використовувати дискретний вхід для контролю відключаючого ланцюга.
- Лічильники спрацьовування ступеня (з скиданням) і лічильники загального числа спрацьовувань ступеня.

Основна функція MX31PD1A - дистанційний захист направленої або ненаправленої дії. До основних модулів захисту можуть бути додані наступні додаткові модулі для розширення функціональних можливостей пристрою:

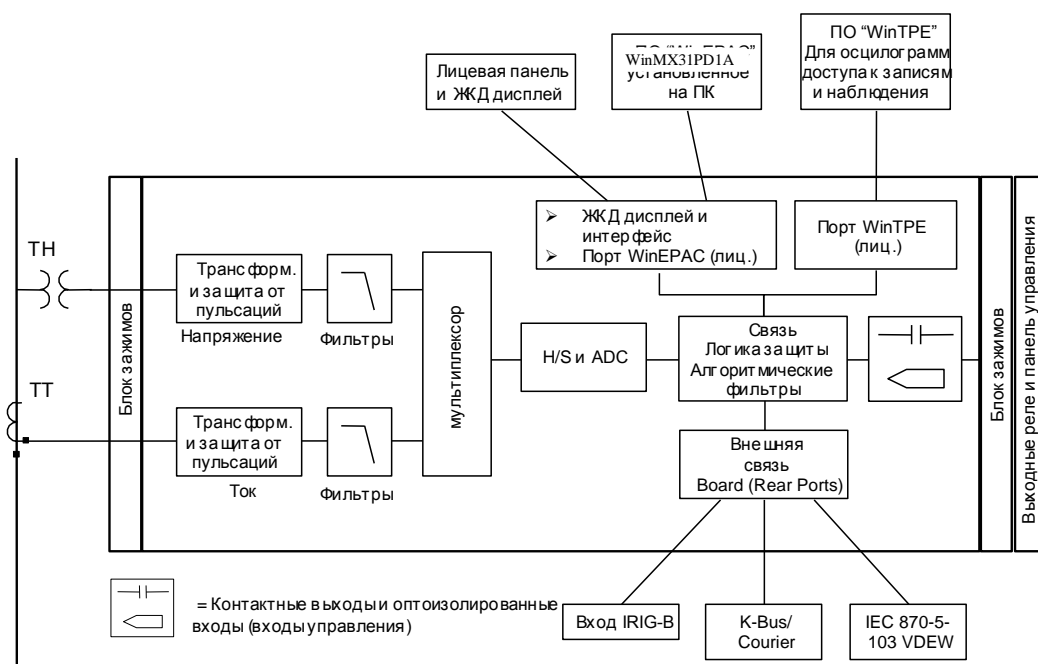
- модуль фіксації гойдань в системі, якою блокує захист при виникненні гойдань або при втраті синхронізму;
- модуль, що реагує на однофазне замикання на землю, який використовується у разі, коли нейтраль ізолювана або заземлена через реактор або котушку "Петерсена";



Мал. 1.1: Функції MX31PD1A

- 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.



Мал. 1.2: Потік даних

Прилад MX31PD1A 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 профільтованих 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 впливу компонентів на точність величин.
4. Формулює, з використанням алгоритмів, величини, потрібні апаратурі MX31PD1A для ухвалення рішення. Логічні функції приладу MX31PD1A 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(и) IO.

За допомогою діалогу, що управляє, оператор може конфігурувати спосіб підключення входів і виходів різних модулів до контактів плати. [1]

2. НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 КВ.

На підстанції існує необхідність передавати електроенергію напругою 35 кВ від трансформаторів, розташованих на відкритому розподільнику, до комплектного розподільного пристрою. Номінальний струм трансформатора на стороні 35 кВ складає 1730 А, а з урахуванням допустимого перевантаження 40% - 2420 А.

В даному випадку найбільш доцільне застосування закритих комплектних струмопроводів, призначених для передачі великої потужності низькою напругою. Порівняно з відкритими шинами вони володіють наступними перевагами:

- струмопроводи виготовляються закритими з перегородками між фазами, що унеможлиблює міжфазних коротких замикань від попадань на шини сторонніх предметів;
- струмопроводи по всій трасі суцільнозварні;
- струмопроводи електродинамічно стійкі, зовнішнє магнітне поле токопровода компенсується;
- на шинах і кожухах-екранах забезпечена компенсація лінійних змін, що викликаються температурними перепадами;
- опорні ізолятори стійкі до випадання роси і інею. При необхідності вузли кріплення забезпечують можливість легкої заміни ізолятора без розбирання екранів.

Перевірці по економічній щільності струму не підлягають збірні шини електроустановок і ошиновка в межах відкритих і закритих розподільних пристроїв всієї напруги.

Струмопроводи вибирають по струму допустимому (I_{доп}) і перевіряють на електродинамічну і термічну стійкість.

Приймемо для підстанції ГПП-35 токопровід закритий комплектний ТЗК-35-3150-УХЛ1 з перетином струмопровідних шин 3945 мм² виробництва московського заводу «Електрощит» Його характеристики зведені в таблицю 2.1

Таблиця 2.1. Технічні характеристики токопроводов ТЗК-35-3150-УХЛ1

Номинальна напруга, кВ	35
Номинальний струм, А	150
Струм електродинамічної стійкості, кА	28
Струм термічної стійкості (3с), кА	0
Перетин шини, мм ²	945
Питомі втрати в провіднику на фазу при номінальному струмі, Вт/м	30

При перевірці шин по тривало допустимому струму необхідне виконання умови

$$I_{доп} > I_{р.м.}, (2.1)$$

При цьому, як робочий максимального струму приймемо струм трансформатора з урахуванням перевантаження 40%.

$$3150 > 2420.$$

Шини розподільних пристроїв виготовляють з міді, алюмінію, стали. Мідні шини застосовують в КРУ і ЗРУ при великих перевантаженнях або коли алюмінієві і сталеві шини не можуть бути встановлені із-за наявності в

навколишньому середовищі руйнує домішок, що діють на ці матеріали. У інших випадках застосовують менш дефіцитні і дорогі алюмінієві шини. Для розподільного пристрою прийняті алюмінієві шини коробчатого перетину.

Вибір перетину шин по економічному перетину не допускається, тому вибір перетину шини вироблюваний по допустимому струму. При цьому враховуються не тільки нормальні, але і післяаварійні режими, а також режими в період ремонтів. Умова вибору:

$$I_{\max} > I_{\text{доп}} \quad (2.2)$$

де $I_{\text{доп}}$ - допустимий струм на шини вибраного перетину.

Максимальний струм, що протікає через шини КРУ, приймемо рівним струму трансформатора на стороні 35 кВ з урахуванням допустимого перевантаження.

$$I_{\max} = 2420 \text{ А.}$$

Вибираємо комплектний розподільний пристрій серії «ELTEMA» виробництва компанії ЗАО «Електронмаш» з номінальним струмом збірних шин 2500 А.

Таблиця 2.2. Параметри КРУ «ELTEMA»

Найменування параметра	Значення параметра
Номінальна напруга, кВ	35
Найбільша робоча напруга, кВ	37
Номінальний струм збірних шин, А	630; 1000; 1250; 1600; 2500; 3150

Номінальний струм головних ланцюгів, А	630; 1000; 1250; 1600; 2500; 3150
Номінальний струм відключення вимикачів, вбудованих до КРУ, кА	12,5; 20; 25; 31,5; 40
Струм електродинамічної стійкості (амплітуда), кА	до 102
Струм термічної стійкості, кА	20; 25; 31,5; 40
Час протікання струму термічної стійкості, С:	3
Номінальна напруга допоміжних ланцюгів, В	до 220
Габаритні розміри шаф, мм: ширина	750; 800; 1000
глибина висота	1400; 1500 2100 - 2300
Маса, кг	від 480

Відмітні особливості КРУ даної серії:

- широкий діапазон номінальних параметрів (номінальні струми від 630 до 3150А, струми короткого замикання від 20 до 40кА);
- конструкція, що забезпечує легкий доступ до устаткування;

- ізольовані відсіки (відсік висувного елемента, відсік приєднань, відсік збірних шин і допоміжних ланцюгів) як в межах однієї шафи КРУ, так і щодо інших шаф;

- можливість виготовлення шаф двух- і одностороннього обслуговування;

- застосування сучасних мікропроцесорних пристроїв захисту і автоматики;

- корпус з високоякісної сталі з антикорозійним покриттям;

- конструкція заземляючого раз'єдинителя робить неможливим мимовільне замикання заземляючих ножів і дозволяє візуально контролювати положення ножів;

- збільшений відсік приєднань, що забезпечує зручність підключення кабелів і проведення регламентних робіт;

- системи дугового захисту із застосуванням кінцевих вимикачів;

- продумана система блокувань.

З метою забезпечення безпеки при виникненні електричної дуги шафи КРУ з висувними елементами розділені металевими перегородками на чотири відсіки: відсік допоміжних ланцюгів, відсік висувного елемента, відсік збірних шин, відсік приєднань. Відсіки висувного елемента, приєднань і допоміжних ланцюгів з фасадного боку шафи КРУ мають двері із спеціальними замками. У шафах КРУ двостороннього обслуговування із заднього боку шафи є додаткові двері або панелі, що забезпечують додатковий доступ у відсік приєднань.

КРУ даної серії має алюмінієві двосмугові шини прямокутного перетину з розмірами смуги 120 x 10 мм.

Перевіримо шини за умовами нагріву за умови, що температура в КРУ - 35 кВ ГПП-35 не піднімається вище +20 °С.

$$I_{\text{доп}} = I_{\text{доп.ном.}} \times \sqrt{\frac{V_{\text{дл.д}} - V_0}{V_{\text{дл.д}} - V_{0\text{доп}}}}, \quad (2.3)$$

де $V_{\text{дл.д}} = 70^{\circ}\text{C}$ - тривало допустима температура нагріву шини;

$V_{0\text{доп}} = 25^{\circ}\text{C}$ - температура навколишнього середовища, що приймається при даній допустимій тривалій температурі;

V_0 - дійсна температура навколишнього середовища.

Приймаючи $V_0 = 20^{\circ}\text{C}$ отримаємо

$$I_{\text{доп}} = 2500 \cdot \sqrt{\frac{70 - 20}{70 - 25}} = 2635 \text{ А.} \quad (2.4)$$

Набутого значення задовольняє умові нагріву провідників в післяаварійних і ремонтних режимах. [2]

3. ПРИНЦИП РОБОТИ МХ31PD1А

3.1 Трифазна МТЗ

МТЗ функціонує, порівнюючи струм кожної фази з уставкою ступеня ($I>$, $I>>$, $I>>>$): перевищення ступеня одним або декількома фазними струмами приводить до спрацьовування і $t_{\text{старт}}$, і таймерів відключення t_1 , t_2 , t_3 . Якщо ж зберігаються умови спрацьовування ступенів, то при перевищенні часу $t_{\text{старт}}$, з витримкою часу посилається сигнал пуску.

Якщо навіть таймери відключення досягають встановлених значень, то з'являються сигнали відключення і, можливо, індикація пошкоджених фаз. Отже, збільшуються значення лічильників спрацьовування ступеня (з скиданням) і лічильника загального числа спрацьовувань; запускається реєстратор подій. Якщо активується спеціальний дискретний вхід, який був заздалегідь встановлений для блокування одного і більшого числа ступенів, стартові регістри утримуються в нулі примусовим чином до скидання цього входу.

Ступінь $I>$ може мати такі характеристики, що діють:

- час визначається по формулі:

ВИД НЕЗАВІС. $t = t_1$

- інверсний час відповідно до стандарту МЭК 255:

характеристика тип А $t = \frac{0,14 \times K}{\left(\frac{I}{I_{\text{уст}}}\right)^{0,02} - 1} + 0,02$

характеристика тип В $t = \frac{13,5 \times K}{\left(\frac{I}{I_{\text{уст}}}\right)^1 - 1} + 0,02$

характеристика тип С $t = \frac{80 \times K}{\left(\frac{I}{I_{\text{уст}}}\right)^2 - 1} + 0,02$

де:

К передбачений для вибору конкретної характеристики

$I/I >$ відношення найбільшого з трьох зміряних струмів фаз до уставке ступеня (з max значенням $I/I \geq 25$)

Інверсно-тимчасові характеристики, показані на мал. 3а, 3б, 3с, ефективні в діапазоні вимірювань 0-50 Ін.

Таймери $t_{\text{старт}}$, t_2 , t_3 мають незалежний час спрацьовування. [3]

3.2 Функція визначення пуску ($I \gg \gg *2$)

Ця функція, застосовується тільки для захисту від міжфазних КЗ, запускається при перевищенні на 5% Ін і призначена для дублювання відключаючого ступеня $I \gg \gg$, з max $40I_n$ для встановленого часу $t (*2)$. У разі перевищення часу $t (*2)$ ступінь $I \gg \gg$ автоматично повертається до початкового значення.

3.3 Направлений захист від замикань на землю

Даний захист працює шляхом порівняння зміряного струму і напруги з уставками ступенів ($I_0 > U_0 >$, $I_0 \gg U_0 \gg$, $I_0 \gg \gg U_0 \gg \gg$). У випадку якщо виплиняється одне з вимог:

- перевищують ступені I_0 і U_0 (по модулю)
- вектор струму I_0 знаходиться в зоні відключення
- $I_0[mA] + U_0[V] < 20$

то запускаються таймер $t_{\text{старт}}$ і таймери відключення t_{01} , t_{02} , t_{03} ; якщо значення струму як і раніше перевищує значення уставки, то після закінчення відповідного часу $t_{\text{старт}}$, з витримкою часу посилається сигнал пуску.

Якщо відключаючі таймери також досягають встановленого значення часу спрацьовування, то пристрій посилає відключаючий сигнал і відображає відповідні пошкоджені фази; збільшуються значення лічильників спрацьовування ступеня (з скиданням) і лічильника загального числа

спрацьовувань; запускається реєстратор подій. Зона відключення захисту може бути встановлена в діапазоні $(90^\circ$, також як кут максимальної чутливості $I_0 \wedge U_0$, який може бути встановлений окремо для кожного ступеня відключення. Цей кут приймається позитивним, у випадку якщо вектор I_0 повернений відносно U_0 проти годинникової стрілки.

На малюнку, показаному нижче, зона відключення вказана заштрихованою площею.

Для визначення цієї області, напруга нульової послідовності прикладається до виводів 11-12 з відповідною полярністю виводу 11, і струм нульової послідовності з відповідною полярністю виводу 5.

Щоб уникнути впливу несиметрій і дисбалансів, котіые можуть бути присутніми в енергосистемі, при малих значеннях I_0 і U_0 , захист MX31PD1A спеціально закробляється. Цей стан зображений характеристиками вказаними нижче, де заштрихованою площею показана зона відключення.

Якщо задіяний відповідний опто-ізолированный вхід, який був використаний функцією, блокуючою одну або декільком ступенів, стартові реєстри утримуються в нулі, щоб затримати будь-яку дію поки цей вхід знаходиться під напругою.

Ступінь $I_0 >$ може мати незалежну або назад тимчасову характеристику відповідно до публікації MEK 255, як описано вищим для 3-х фазною МТЗ.

Інверсно-тимчасові характеристики, показані на мал. 3а, 3б, 3с, також застосовні і для захисту від замикань на землю в діапазоні вимірювань 0-0.8 Іон.

Таймери $t_{\text{старт}}$, t_{02} , t_{03} мають незалежну характеристику.

Спрямованість може блокуватися для кожного ступеня ЗНЗ. [3]

3.4 $I > (I_0 >)$ функція переривання послідовного спрацьовування ступенів

І у захисту від міжфазних КЗ і у захисту від замикань на землю передбачена функція переривання перемикання вихідного реле першого ступеня (при інверсно-тимчасовій характеристиці), до того як стартує другий або третій ступінь. Це зроблено, з метою уникнути накладення інверсно-тимчасових характеристик і ступенів незалежних характеристик. Звертаючись наприклад на малюнку нижче, видимий, захист з перемикальною характеристикою, не підтриманою функцією переривання, (представлена кривою А-В-С-D-F), відрізняється від теоретично можливої кривої А-В-С-D-E. Це пов'язано з невідомною втратою селективності з нижчестоячими захитами. [3]

3.5 Селективне спрацьовування фазної МТЗ і захисту від замикань на землю

Ця функція дозволяє організувати логічний захист (шин) і забезпечити відключення за час t_3 , відмовляючись від традиційного способу забезпечення селективності. Функція реалізується установкою дискретного входу для блокування ступеня $I >>>$, це блокування контролюється нижчестоячими захитами, у яких запускається ступінь $I >>>$.

При КЗ, все захисту під впливом струму КЗ миттєво перемикають свої миттєві вихідні реле, скидаючи таймери ступеня $I >>>$ вишестоящих захит, і лише реле, що знаходиться ближче за всіх до КЗ, без отримання якого-небудь блокуючого сигналу, спрацьовують з витримкою часу t_3 . Якщо другий ступінь $I >>$ встановлений такої ж величини, як $I >>>$, але з часом відключення t_2 , аналогічним t_3 , то може бути забезпечена традиційна селективність, до того ж із збереженням наступного рівня захисту.

Для захисту від замикань на землю, логіка роботи схеми повторюється.

3.6 Захист від підвищення напруги нульової послідовності

Реле забезпечене ступенями контролю перевищення напруги нульової послідовності з таймерами $t_{\text{старт}}$ і $t_{\text{откл}}$. Ступінь перевищення напруги нульової послідовності може бути заблокована шляхом подачі напруги на дискретний вхід, який спеціально встановлюється для виконання цієї функції. [3]

3.7 Захист відмови вимикача (УРОВ)

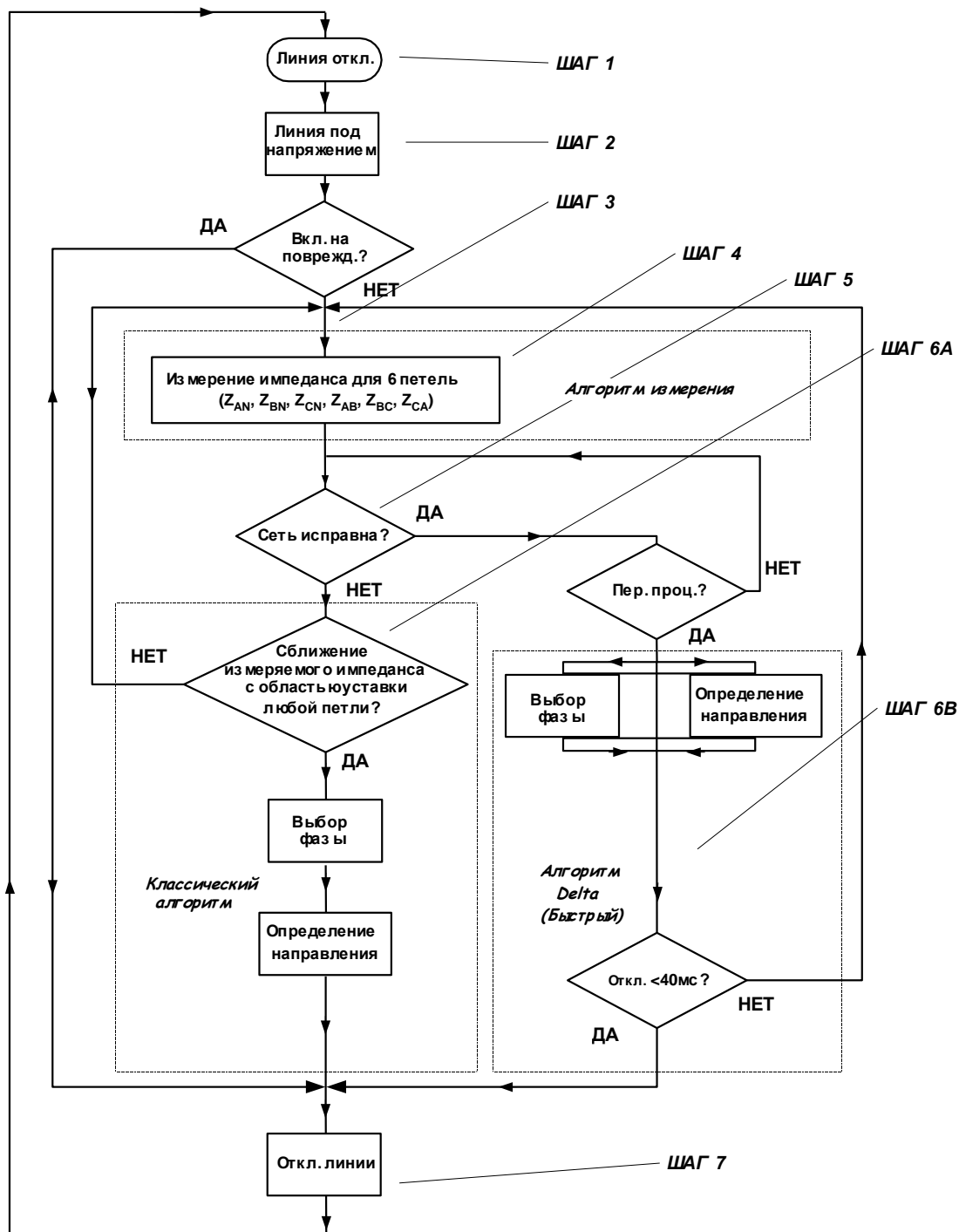
При посиленні сигналу відключення запускається таймер $t_{\text{УРОВ}}$, виняток становить ступінь $U_0 \gg \gg \gg$; відлік часу буде перерваний, якщо ступені будуть скинуті. Якщо таймер досягне встановленого значення, то буде відправлений сигнал відмови вимикача і збільшаться значення лічильників спрацьовування ступеня (з скиданням) і лічильника загального числа спрацьовувань. [3]

3.8 Основні і резервні уставки

Пристрій має дві групи уставок, званих основною і резервною, які вибираються при програмуванні безпосередньо з клавіатури, через персональний комп'ютер або по мережі. Поточні уставки відображаються на індикаторі текстом ВИКОРИСТОВУВАНІ УСТАВКИ. Проте пристрій з вже вибраними уставками може «примусово» перенастроювати на використання резервних уставок. Таке перенастроювання може бути дозволена по комп'ютерній мережі або безперервним сигналом, поданим на дискретний вхід (ВХІД 1), заздалегідь встановлений на виконання цієї функції. На індикаторі це умова сигналізується присутністю символу $\langle ! \rangle$ поряд з вибраними уставками, коли сигнал знімається, раніше вибрана група уставок знову вирішується і гасне символ.

При перевищенні уставок спрацьовування ступеня діє на відключення заборонена будь-яка зміна уставок. [3]

3.8. Алгоритм



Мал. 3.1 Алгоритм [4]

1. Початковий крок 1, захищена лінія MX31PD1A, відключена.
2. Крок 2, на лінію подають напругу. Ця команда, можливо, була видана логікою повторного включення MX31PD1A, або іншими засобами (SCADA, ручне включення). Якщо відбулося включення на пошкодження, і вимикати

був відключений пристроєм MX31PD1A, 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 6A, 6B). 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 6A, традиційні алгоритми. Якщо мережу вважають за справну, також відбувається просування до кроку 6B, обробка швидкодіючими алгоритмами.

6. Традиційні алгоритми, крок 6A, працюють повільніше чим швидкодіючі, крок 6B. 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.

4. ОПИС АПВ

Функція АПВ може бути виведена шляхом введення уставки АПВ ВИКЛ. або подачею напруги на заздалегідь встановлений дискретний вхід.

Умовою запуску АПВ є виконання наступних умов:

- Пуск АПВ за фактом відключення від захисту, у випадку, якщо на соответствующий дискретний вхід не заведений блок-контакт вимикача (X52):

[X 52]

[ВХІД ]

- Пуск АПВ за фактом відключення від захисту і зняття напруги з соответствующего дискретного входу (вимикач откл.), у випадку якщо на дискретний вхід не заведений блок-контакт вимикача (X52):

[X 52]

[ВХІД .2...]

Пуск АПВ може здійснюватися при відключенні від нижче згаданих зашит:

I>, I>>, I>>>, Io>, Io>>, Io>>>.

4.1 Перший цикл АПВ

Відключення від захисту коли АПВ не працює супроводиться наступними діями:

якщо потрібна уставка вирішує щоб цей тип відключення привів в дію перший цикл АПВ:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ P1xxxx]

таймер tP1 першого циклу АПВ запускається. Якщо цей тип відключення не введений для приведення в дію першого циклу, то:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ P.xxxx]

АПВ блокується. Будь-який з типів відключень вказаних вище, який не введений на запуск АПВ, приводить до його блокування.

Коли час $tP1$ закінчується і посилає сигнал АПВ, спрацьовують два лічильники дії АПВ $P1$: перший - лічильник дії першого циклу, а другий - дії АПВ.

Після включення вимикача запускається таймер $tN1$ контролюючий не спрацьовування $P3$ в перебігу заданого часу після першого АПВ. У випадку якщо в перебігу $tN1$ не відбулося спрацьовування $P3$ те АПВ повертається в початкове положення.[3]

4.2 Другий цикл АПВ

Якщо відбулося нове відключення від захисту протягом часу $tN1$ те відбуваються наступні дії:

якщо потрібна уставка вирішує щоб цей тип відключення привів в дію другий цикл АПВ:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ $Px2xxx$]

запускається таймер $tP2$ другого циклу АПВ. Якщо цей тип відключення не введений для приведення в дію другого циклу, то:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ $Px.xxx$]

АПВ блокується. Будь-який тип відключення, вказаний вище, який не введений на запуск АПВ, приводить до його блокування. Коли час $tP2$ закінчується і АПВ посилає сигнал на включення, спрацьовують два лічильники дії АПВ $P2$: перший - лічильник дії першого циклу, а другий $tN2$ - дії АПВ.

Після включення вимикача запускається таймер $tN2$ контролю не спрацьовування $P3$ в перебігу заданого часу після першого АПВ. У випадку

якщо в перебігу $tN2$ не відбулася дія РЗ те АПВ повертається в початкове положення.[4]

4.3 Третій цикл АПВ

Якщо нове відключення від захисту відбулося протягом часу $tN2$ те відбуваються наступні дії:

якщо потрібна уставка вирішує щоб цей тип відключення привів в дію третій цикл АПВ:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ Рхх3хх]

запускається таймер $tP3$ третього циклу АПВ. Якщо цей тип відключення не введений для приведення в дію третього циклу, то:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ Рхх.хх]

АПВ блокується. Будь-який з типів відключень вказаних вище, який не введений на запуск АПВ, приводить до його блокування. Коли закінчується час $tP3$ і АПВ посилає сигнал на включення, спрацьовують два лічильники дії АПВ РЗ: перший - лічильник дії першого циклу, а другий $tN3$ - дії АПВ.

Після включення вимикача запускається таймер $tN3$ контролю не спрацьовування РЗ протягом заданого часу після першого АПВ. У випадку якщо в перебігу $tN3$ не відбулася дія РЗ те АПВ повертається в початкове положення.[4]

4.4 Четвертий цикл АПВ

Якщо нове відключення від захисту відбулося протягом часу $tN3$ те відбуваються наступні дії:

якщо потрібна уставка вирішує щоб цей тип відключення привів в дію четвертий цикл АПВ:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ Pxxx4x]

запускається таймер tP4 четвертого циклу АПВ. Якщо цей тип відключення не введений для приведення в дію четвертого циклу, то:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ Pxxx.x]

АПВ блокується. Будь-який з типів відключень вказаних вище, який не введений на запуск АПВ, приводить до блокування останнього. Коли час tP4 закінчується і АПВ посилає сигнал на включення, спрацьовують два лічильники дії АПВ P4: перший - лічильник дії першого циклу, а другий tN4 - дії АПВ.

Після включення вимикача запускається таймер tN4 контролю не спрацьовування P3 протягом заданого часу після першого крата АПВ. У випадку, якщо в перебігу tN4 не відбулося спрацьовування P3 те АПВ повертається в початкове положення.[4]

4.5 П'ятий цикл АПВ

Якщо нове відключення від захисту відбулося протягом часу tN4, то відбуваються наступні дії:

якщо потрібна уставка вирішує щоб цей тип відключення привів в дію п'ятий цикл АПВ:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ Pxxxx5]

запускається таймер tP5 п'ятого циклу АПВ. Якщо цей тип відключення не введений для приведення в дію п'ятого циклу, то:

[I> ОТКЛ.]

[АПВ Pxxxx.]

АПВ блокується. Будь-який з типів відключень вказаних вище, який не введений на запуск АПВ, приводить до блокування останнього. Коли час $tP5$ закінчується і АПВ посилає сигнал на включення, спрацьовують два лічильники дії АПВ $P5$: перший -счетчик дії першого циклу, а другий $tN5$ - дії АПВ.

Після включення вимикача запускається таймер $tN5$ контролю не спрацьовування $P3$ протягом заданого часу після першого АПВ. У випадку, якщо в перебігу $tN5$ не відбулося спрацьовування $P3$ те АПВ повертається в початкове положення.

Будь-яке відключення в перебігу $tN5$ приводить до блокування системи; після закінчення часу $tN5$ заборона знімається; цей стан запам'ятовується і може бути скинуте тільки оперативною командою. [4]

4.6 Оперативна команда включення

Вимикач може бути включений зовнішньою ручною командою. Команда ручного включення підтверджується через відповідний дискретний вхід.

При отриманні ручної команди (дискретний вхід розблокований): всі стани блокування (якщо такі є) скидаються, спрацьовує таймер підготовки АПВ $tN6$, решта всіх таймерів АПВ які могли б спрацювати - обнуляються.

Будь-які відключення, вказані вище, події в перебігу $tN6$ блокуються і обнуляються. [4]

4.7 Команда миттєвого відключення АП

Вимикач може бути відключений зовнішньою оперативною командою або командою переривання АПВ посланої ззовні. Команда АР підтверджується через відповідний цифровий вхід.

При отриманні команди АП (дискретний вхід розблокований):

Система переводиться в стан блокування, всі таймери АПВ, що можливо працюють обнуляються, і всі команди АПВ можливо введені - уриваються.

4.8 Загальна поведінка протягом блокування

Досягнення стану блокування поза залежністю причин що привели до цього всі таймери АПВ обнуляються, за винятком таймера ІМР_Х79.

Отже, нові команди АПВ не запускаються, але вже запущені команди не уриваються.

Блокований стан запам'ятовується і може бути виведене командою включення відправленою з СН входу.

4.9 Примітки

Забезпечується можливість умовних спрацьовувань як функція поточного стану вимикача. Обумовлена функція виконується коли дискретний вхід пов'язаний з положенням вимикача, наприклад:

[X52]

[Діськрет.Вх x2xxx]

Якщо дискретний вхід не пов'язаний з X52, тоді:

Однополюсне відключення вимагає запуску детектора відключення що приводить в дію Апв.Сн включення створює ефект, вже описаний в “СН ручне включення наступного АПВ”

Якщо ж дискретний вхід знаходиться залежно від X52,тогда:

Детектор відключення АПВ, що приводить в дію, здійснює відключення захисту і

дискретний вхід пов'язаний з X52 відкривається (вимикач включений). Детектор відключення у якого дискретний вхід закритий визначає причини недії системи.

Відключення від нижче згаданих зашит можуть бути вибрані для пуску АПВ:

$I>,I>>,I>>>,Io>,Io>>,Io>>>$.

Активация функції АПВ викликає стан спокою, проте вже запуснені команди выполняються до кінця.

Будь-яке відключення тривалістю більш 1с приводить до сосоянию пошкодження АПВ.

4.10 Режиму відліку витримки часу

Запуск лічильників АПВ ($tR1,tR2,tR3,tR4,tR5$) відбувається або тільки за фактом відключення від захисту. Наступна уставка :

[Старт tR]

[Відключення]

або за фактом відключення і по положенню вимикача (дискретного входу пов'язаного з X52)

[Старт tR]

[Відключення з X52]

Витримка часів $T1$ резервується в соответствии з уставкой, вказаною вище, і вхід X52 змінить своє положення; якщо це положення не встановлюється те АПВ блокується.

Таймери витримки часу після АПВ ($tN1,tN2,tN3,tN4,tN5$),устанавливаются, як це вказано вище, спеціальною уставкой:

[Старт tN]

[X79]

таймери запускаються, коли команда АПВ відправлена на логічний ступінь, з уставкой:

[Старт tN]

[X52]

дискретний вхід пов'язаний з X52 міняє своє положення на включений (вимикач включений)

Витримка часів T1 резервується в соответствии з уставкой, вказаною вище, і вхід X52 змінить своє положення, якщо це положення не встановлюється те АПВ блокується.

Таймер tN6 запускається через уставку :

[Старт tN]

[X79]

таймери запускаються, коли команда АПВ відправлена на логічний ступінь, з уставкой:

[Старт tN]

[X52]

дискретний вхід пов'язаний з X52 міняє своє положення на включений (вимикач включений)

Якщо в перебігу часу дії витримки часу T1 відключення вимикача не відбудеться АПВ блокується.

Уставки Старт tN з X52 і Стартом tN з Откл.& X52 потверждают що АПВ управляється через дискретний вхід по команді X52. [4]

4.11 Перемикання з основних на резервні уставки

Перемикання з основних на резервні уставки може бути вироблене в течії будь-якій з нижчеприведених витримок часу:

$tR1 - tN1$

$tR2 - tN2$

$tR3 - tN3$

$tR4 - tN4$

$tR5 - tN5$

$tN6$

уставки можна перемкнути з основною на резервну після того, як таймери (tR_x-tN_x) запущені і запуск ступенів скинутий.

Резервні уставки вводяться для того, щоб залишаючись в області витримки часу tR_x в перебігу якої всі витримки tN_x по черзі запускаються.

Як тільки витримка часу закінчується, уставки автоматично переводяться назад, з резервних в основних.

Відміна витримки часу tN_x новим відключенням, яке привело б систему до нового циклу АПВ, де воно будуть утримується до скидання ступенів.

Наприклад, це дає можливість миттєвого блокування після неселективного спрацьовування.

Уставки введеные через функції АПВ не можуть бути сприйняті ні через ПК, ні через шину зв'язку.

5. ДОДАТКОВІ ФУНКЦІІ ПРИСТРОЮ

5.1 Діагностика

Діагностичні дії виконуються автоматично і передбачають наступні дії:

- Сигналізація пошкодження або несправності. Цей сигнал розмикає реле діагностики, свічення зеленого світлодіода указує на працездатність системи, а свічення червоного світлодіода указує на несправність системи.

- У разі пошкоджень, які могли б спричинити невчасне спрацьовування (істотні пошкодження), система блокується.

- Індикація коди несправності.

Наступні несправності класифікуються як неістотні пошкодження:

- Несправність вихідного(вихідних) реле (X1 - X5)

- Несправність зв'язку

- Несправність внутрішнього годинникового механізму

Наступні несправності є істотні:

- Несправність блоку живлення

- Несправність СППЗУ

- Внутрішня або зовнішня несправність оперативної пам'яті

- Несправність аналогово-цифрового перетворювача

У присутності істотних пошкоджень, пристрій автоматично показує його код; цей стан може бути скинуте тільки в тому випадку, якщо устаткування дозволяє цьому стану бути скинутим, посылаючи команду 'Зміна уставок'.

Якщо при запуску устаткування виявлена несправність СППЗУ, то стає неможливим відшукувати інформацію щодо вибраної діалогової мови. Пристрій продовжує працювати, використовуючи італійську діалогову мову, встановлену за умовчанням.

Пристрій має функцію 'контроль справності'.

Діагностична дія також націлена на повідомлення будь-якого стану "заборонене устаткування". Цей стан автоматично відображається заздалегідь визначеним кодом, знеструмлюється реле діагностики, і спалахує червоний світлодіод (несправність пристрою). Цей стан може бути скинуте, тільки функцією що вирішує 'зміну уставок'. Меню діагностики указує також дату останніх змін, коли-небудь зроблених на устаткуванні.[2]

5.2 Вихідні ланцюги

Вихідні ланцюги складаються з шести реле, кожне з них обладнане двома контактами (див. блок-схему).

Реле Х6, нормально замкнута і строго призначено на функцію діагностики.

Реле, що все залишилися, програмуються за допомогою клавіатури, ПК або через мережу, таким чином:

- Встановлюється на виконання одній або більшій кількості функцій
- Попередня установка в:
 - Режим з одним стійким станом: негайне повернення до статичного стану, як тільки зникла причина що викликала спрацьовування.
 - Режим з двома стійкими станами (ПАМ'ЯТ): реле знаходиться у позиції відключення, поки сигнал повернення в початкове положення не поступить від кнопки на лицьовій панелі, дискретного входу або послідовного зв'язку.
 - Режим з мінімальною тривалістю сигналу або команди ($t_{\text{ИМП}}$).

Всі вихідні реле, окрім реле діагностики, можуть бути одночасно встановлені в 'нормально розімкнене' (НОРМАЛ. ОТКР = ВКЛ) або в 'нормально замкнутий' стан (НОРМАЛ. ОТКР = ОТКЛ). Це встановлюється перемичкою S1, яка доступна, коли реле висунуте (див. рис.1). [4]

5.3 Ланцюги сигналізації

Ланцюги сигналізації зроблені на дванадцяти світлодіодах.

Чотири світлодіоди строго призначено на заздалегідь встановлені функції:

- (Uaux) зелений світлодіод, що світиться, сигналізує про наявність напруги живлення і про правильне значення вихідної напруги блоку живлення.

- (ДІЙСТВ) зелений світлодіод постійно світиться в нормальних умовах, і мигає в процесі зміни уставок і функцій випробування.

- (ДІЙСТВ) червоний світлодіод постійно світиться, коли функцією діагностики виявляється пошкодження або заборонений стан.

- (Rx Tx) зелений світлодіод постійно світиться, коли пристрій підключений правильно, мигає, коли панель зв'язку недоступна або неконфігурована; ОТКЛ., коли панель зв'язку відсутня в пристрої.

Світлодіоди, що все залишилися, програмуються за допомогою клавіатури, ПК або через мережу, таким чином:

- Встановлюється на виконання одній або більшій кількості функцій

- Попередня установка в:

- Режим з одним стійким станом: негайне повернення до статичного стану, як тільки зникла причина що викликала спрацьовування.

- Режим з двома стійкими станами (ПАМ'ЯТ): світлодіод знаходиться у включеному стані, поки сигнал повернення в початкове положення не поступить від кнопки на лицьовій панелі, дискретного входу або послідовного зв'язку. Зникнення напруги живлення спричиняє за собою миттєву втрату світлових сигналів, які повертаються в попередній стан, як тільки відновлюється напруга.

Поряд зі світлодіодами знаходиться таблиця, на якій можуть бути розміщені мітки пояснень. [2]

5.4 Дискретні входи

Кожному з трьох оптоізованих входів можуть бути призначені одна або більша кількість функцій захисту, запрограмованих за допомогою клавіатури, ПК або через мережу. Вхідна напруга може відрізнитися від номінальної напруги пристрою. Дискретні входи можуть бути встановлені на відмикання при подачі живлення або при його зникненні.

5.5 Додаткові таймери

Всі оптоізовані входи (ВХІД 1, ВХІД 2, ВХІД 3) можуть бути пов'язаними з додатковими таймерами (t_{X1} , t_{X2} , t_{X3}).

Коли на запрограмований вхід приходить сигнал, запускається зв'язаний додатковий таймер, і по закінченню часу таймера, посиляється сигнал відключення і залишається в такому стані до тих пір, поки вхід не скинеться.

5.6 Лічильники

Кожен ступінь відключення пов'язаний з приватним і загальним лічильником.

Лічильники працюють в межах діапазону 0(9999); якщо число перевищує 9999, лічильник автоматично обнуляється.

Всі приватні лічильники можуть бути встановлені в нуль за допомогою клавіатури, ПК або через мережу.

5.7 Реєстрація подій

Коли відбувається відключення, в циркуляційній пам'яті зберігається наступна інформація:

-Ступінь спрацьовування.
-число неуспіхів АПВ.
- День, місяць, рік, час, хвилина, секунда і тисячна частина секунди щодо моменту відключення.

-Значення фазних струмів, напруга і струм нульової послідовності і $U_0^{\wedge}U_0$ кут між ними, вимірюваний під час відключення.

Інформація щодо одного відключення, називається подією.

Циркуляційна пам'ять дозволяє зберегти останні 8 подій, дев'ята подія записується на найстарішу. Остання подія зберігається як СОБ. 1.

Події можуть бути прочитані за допомогою клавіатури на лицьовій панелі реле, ПК або через мережу.

Пристрій також може робити запис останніх 32 змін в змозі (з датою і часом) і робить їх доступними через ПК або через мережу.[3]

5.8 Вимірювання

Пристрій може показувати існуючі значення фазних струмів і струмів нульової послідовності представлені кратністю I_n і I_{0n} , а також абсолютне значення виражене в Амперах.

Також відображається максимальне значення струму, вираженого відповідно в номінальних струмах I_n і I_{0n} ; вимірювання датоване як 'Повернення макс. значень'. [4]

5.9 Індикація ступеня зносу полюсів вимикача

Завжди, коли захист спрацьовує на змрянні значення струмів пошкодження, параметр $\sum(I_2t)$ розраховується пропорційно потужності, розірваній полюсом кожного вимикача, це і є тим самим 'ступенем зносу'.

Пошкодження фаза-фаза і фаза-земля прораховуються через $(I)\sum^{2t}_{_52}$ і $\sum(I_0)^{2t}_{_52}$.

Де:

$t_{_52}$: час розмикання контактів вимикача

I і I_0 : струми фази і струми нульової послідовності, виражені в первинних значеннях.

Ступінь зносу доступний в меню вимірювань, і може бути скинута за допомогою ПК або через мережу.[4]

5.10 Випробування

Окрім нормальної діагностики, пристрій також пропонує режим ТЕСТ, що дає можливість випробування світлодіодів, блоку індикації і вихідних реле.

- По черзі тестуються світлодіоди L1 (L8, і протягом двох секунд тестується блок індикації ЖКД.

Як тільки випробування закінчене, світлодіоди, які були включені до випробування, повертаються до попереднього положення. Випробування може також бути виконане в будь-якому режимі роботи, без дії на протікання процесу.

- Реле дозволяє випробувати вихідних реле X1 (X5, кожне з яких може бути послідовно вибрано і перевірено правильність його роботи. Таким чином, будь-яка зовнішня передача сигналів або ланцюг управління, також може бути перевірена.

Тестоване реле, залишається під напругою від 150 до 200 мс. За наявності команд пуску або відключення, випробування не буде виконано, і заздалегідь визначене повідомлення з'явиться на блоці індикації.

Випробування додаткових реле не зачіпає лічильники, файли реєстрації подій і світлодіоди. [4]

5.11 Буквено-цифровий код

Пристрій може бути ідентифіковане в межах системи буквено-цифровим кодом, який може бути встановлений користувачем безпосередньо на устаткуванні або через ПК. Буквено-цифровий код пристрою, пов'язаного з мережею, може змінюватися тільки через мережу.

5.12 Мова

Пристрій може показувати інформацію на мовах: Англійський, Французький, Італійський і Російський. Вибір мови здійснюють за допомогою клавіатури, розташованої на передній панелі пристрою.

5.13 Уставки ЖКД

Ви можете відключити (ОТКЛ) або включити (ВКЛ) підсвічування дисплея. У останньому випадку, блок індикації підсвічує ще 300с після кожної дії на клавіатуру.

5.14 Заборона переконфігурації з мережі

Блокування пристрою є необхідним у вже працюючих системах, щоб уникнути всіх несправностей, коли має бути подане живлення на захист, чиї уставки невідомі, або ви бажаєте їх змінити. Блокування має місце при утриманні натиснутим, приблизно протягом 2 з, кнопки зміни уставок при подачі напруги живлення, поки не з'явиться наступне повідомлення:

[БЛОК.]

[]

при відпуску кнопки, стан блокування пристрою відображається через діагностичне повідомлення пошкодження Р.

Робота може бути відновлена тільки при русі уздовж функції зміни уставок, яка все-таки доступна. Тимчасова втрата напруги живлення не змінює стану блокування пристрою.

Якщо пристрій додатково обладнаний платою послідовному зв'язку, потрібний, в змозі БЛОК., утримувати кнопку зміни уставок наступні 2 з і пристрій покаже:

[СКИДАННЯ МЕРЕЖІ ?]

[_ НЕМАЄ ТАК _]

У разі підтвердження, пристрій може втратити конфігурацію мережі.

Повна заборона процедури переконфігурації з мережі, потрібний при заміні устаткування.

Скидання блокування і деконфігурованого елемента викликає повідомлення пошкодження К в діагностиці ще до нової конфігурації. [4]

5.15 Послідовний зв'язок по шині LONWORKS^(TM) або Modbus

Пристрій, версія, із спеціальною платою зв'язку може мати зв'язок з центральною системою управління із швидкістю 1.25 Мбод. Підключення шини зв'язку здійснюється до зажимам:43 і 45.

Плата зв'язку, який може бути додана пізніше, доступна тільки у тому випадку, коли S6 забезпечений спеціальною перемичкою, візьміть до уваги, що плата недоступна, коли перемичка розташована вертикально між S5 і S6

За наявності перемички в S6 без плати зв'язку, захист поводитьься так, як ніби плата була пошкоджена, викликаючи функцію діагностики, щоб показати повідомлення про несправність.

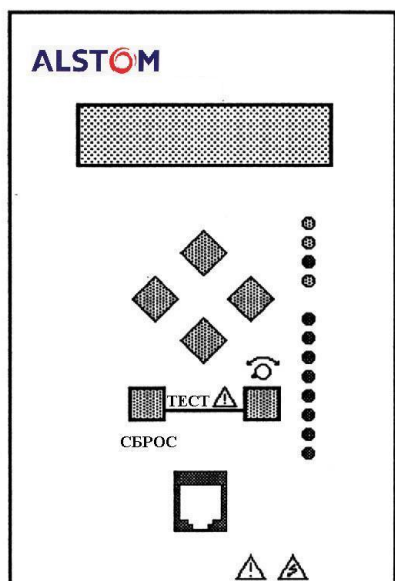
5.16 Реєстратор пошкоджень

Пристрій може робити запис вхідних струмів первинної і вторинної обмоток (IA_П, IB_П, IC_П, IA_В, IB_В, IC_В), і логічних станів: 8 світлодіодів (ІНД.), 5 додаткових реле, 5 цифрових введень і 3 додаткових таймерів. Загальний час реєстрації 2.5с, яке може бути розділене на дві ділянки: час до і після пошкодження. Пуск реєстратора пошкоджень може мати місце: tстарт, відключення, відмикання цифрових введень і таймерів. Вибір параметрів пуску, відображення графічної інформації і скидання реєстратора пошкоджень може бути зроблений за допомогою ПК або через мережу. Функція також може бути скинута, тимчасово відключивши напругу живлення.

5.17 Безперервний контроль ланцюга відключення

Використання нормально знеструмленого цифрового введення, об'єднаного з одним з додаткових таймерів ТХ, дозволяє безперервно контролювати ланцюги обмотки відключення, незалежно від того включений або відключений вимикач.

6. МІСЦЕВИЙ ІНТЕРФЕЙС MX31PD1A



Локальний інтерфейс складається з:


- ЖКД що складається більш ніж з двох рядків по шістнадцять знаків кожна.


Через спеціальні клавіші управління, блок індикації дозволяє читання і зміна уставок, а також читання вимірювань, лічильників, реєстратора подій і діагностичної інформації.


- Клавіатура складається з шести клавіш, п'ять з яких можуть бути доступні через спеціальні сполучні елементи, коли

встановлена кришка.


На додаток до вищезгаданого, клавіатура використовується, щоб змінити уставки, виконати випробування, які вимагають посилки команд і збереження свідчень, які будуть встановлені на нуль. Клавіші, які можуть бути натиснуті при встановленій кришці, допускають тільки дії прочитування і повернення.


Клав іша  Перегортає меню вгору або збільшує значення, якщо дозволена функція зміни уставок. [C]

Клав іша  Перегортає меню вниз або зменшує значення, якщо дозволена функція зміни уставок. [C]


Клав іша  Перегортає меню управо або вибирає значення, яке буде змінено, якщо дозволена функція зміни

уставок. [C]

Клав іша  Перегортає меню вліво або вибирає значення, яке буде змінено, якщо дозволена функція зміни уставок. [C]



Клав іша  Повернення свідчень світлодіодів, якщо сі видалена причина, що викликала сигналізацію; або повернення приватних лічильників, якщо ви знаходитеся в меню "індикація лічильників".

Встановлює вихідні реле в статичний стан, коли вони встановлені в режим з двома стійкими станами.

Клав іша  Ця клавіша дозволяє змінювати уставки, якщо утримувати її натиснутою принаймні 2с. Якщо дозволена функція зміни уставок, мигає зелений світлодіод. Якщо ще раз утримувати клавішу натиснутою принаймні 2с, система повертається до нормального стану і, за умови, що дано підтвердження, нові уставки стануть поточними (клавіша може бути натиснута при знятій кришці). В процесі зміни уставок, пристрій продовжує працювати із старими уставками. Якщо зроблені зміни підтвержені за наявності пошкодження, вони не стануть поточними, поки подія не закінчиться. Відповідний сигнал з'явиться, і залишатиметься в перебігу 3с, на блоці індикації, після чого ви зможете

підтвердити зроблені зміни.

Якщо натиснути клавішу при подачі напруги живлення на пристрій, поки повідомлення про несправність не з'явилося на дисплеї, ця клавіша забороняє спрацьовування пристрою.

Клавіші	 SI		Якщо ці клавіші одночасно натиснути і утримувати, принаймні 2с, то буде проведена перевірка захисту. При перевірці, мигатиме зелений світлодіод. Якщо ще раз одночасно утримувати клавіші натиснутими принаймні 2с, це дозволить вам залишити режим перевірки захисту.
---------	---	---	--

- Дванадцять світлодіодів, чотири з яких строго призначені на основні робочі функції.

- Чотириштиркове з'єднання відповідає FCC 68.

За допомогою спеціального оптоелектронного адаптера, волоконно-оптичного кабелю і оптичного перетворювача RS232, пристрій може бути локальне пов'язаний з персональним комп'ютером. ПК, через спеціальну програму інтерфейсу, робить можливим читати і змінювати уставки, читати вимірювання, лічильники, реєстратор подій, діагностичну інформацію і реєстратор пошкоджень.

7. УСТАНОВКА І ТРАНСПОРТУВАННЯ MX31PD1A

7.1 Електростатичні заряди

У реле використані радіодеталі, які є високочутливими до електростатичних зарядів. Ці розряди можуть бути присутніми в кожній людині. Тому, оператор, який має справу з висувною частиною устаткування, що містить електронні схеми, повинен прийняти профілактичні заходи, щоб уникнути пошкодження реле:

- Перед витяганням висувної частини, оператор повинен зняти будь-який можливий потенціал, залишений щодо корпусу.
- Уникайте того, що стосується радіодеталей, друкарських плат і роз'ємів. Тримаєте пристрій за механічний каркас.
- Кладіть пристрій тільки на антистатичні поверхні або на поверхні, що мають однаковий потенціал з оператором.
- Реле винне зберігається і переноситься в спеціальному антистатичному пакеті.

Щоб уникнути механічних і електростатичних пошкоджень захисту, не витягуйте висувну частину з корпусу.

7.2 Прийом – зберігання

Взагалі реле захисту мають міцну конструкцію, але вони вимагають обережного звернення до установки на місці, оскільки вони мають бути ретельно упаковані і розпаковані, без застосування будь-якої сили і використання відповідних інструментів. При першій подачі напруги, реле мають бути повністю оглянуті, щоб гарантувати, що вони не піддалися пошкодженням при транспортуванні. Якщо реле негайно не встановлені на приймальну перевірку, вони винні зберігатися в місцях, вільних від пилу і вологості, в їх первинній упаковці.

Температура зберігання: -25 С + 80 С.

7.3 Монтаж і підключення

- Видалити захисний кожух, поки не стануть видний чотири кріпильні отвори.

- Розмістити пристрій в отворі розподільного щита, і закріпити його чотирма гвинтами (див. мал. 6)

- Підключити заземляюче виведення пристрою до системи заземлення панелі через кабель відповідного розміру ($> 4\text{мм}^2$) і мінімальної довжини ($< 1\text{м}$).

- Монтаж можна виконувати використовуючи кріплення під гвинт або фостон. При монтажі з фостонами, кришка IP20, має бути встановлена на реле перед підключенням фостонів. При монтажі під гвинт, кришка IP20, що містить плату затисків, має бути видалена.

Будь-який монтаж і підключення мають бути виконані кваліфіковано.

8. УСТАВКИ ПРИСТРОЮ, ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ В РОБОТІ

Реле забезпечене заводськими уставками і конфігуроване, як показано в таблицях А, В і С (заводські уставки), робиться посилання на підключення показане на мал. 5. Трапляється, що ці уставки не задовольняють стану конкретної системи. Тому, пристрій має бути конфігуроване знову і для цієї мети служать таблиці D, E і F. Вони повинні використовуватися як підтримка для покупця, щоб сформувавши схему уставок замовника.

8.1 Правила безпеки

Протягом випробувань і пуску устаткування, мають бути виконані загальні правила безпеки, вживані до електричних систем. Пошкодження, згідно цим правилам, могло б викликати ураження робочого персоналу і завдати збитку майну. Всі огляди і випробування винні виконуються спеціально навченим персоналом.

8.2 Перевірка номінальних величин

З'ясуєте, чи сумісні номінальні величини устаткування з номінальними величинами системи, а саме:

- напруга живлення
- номінальний фазовий струм первинної обмотки і номінальний фазовий струму вторинної обмотки. Ця перевірка має бути виконана, перевіряючи позицію переминок, розташованих на панелях (див. Мал. 4а, 4б, 4с, 4d).
- установка вихідних реле в нормально замкнуте або нормально розімкнене стан; ця перевірка має бути виконана, перевіряючи позицію переминок, розташованої на панелі (див. Мал. 4е, 4f).
- Наявність спеціальної переминок S6, див. малюнок 2, якщо забезпечена плата зв'язку і якщо присутня шина зв'язку.

8.3 Остаточна перевірка

Подайте на пристрій напругу живлення.

При запуску, після відсутності живлення впродовж довгого часу, пристрій може показувати тип пошкодження 'L' (внутрішній годинниковий механізм). Це неістотне пошкодження, яке не піддає небезпеки функції, що залишаються. Після установки ДАТИ І ЧАСУ, відновлюються нормальні умови роботи.

Якщо система працює, а уставки реле невідомі, пристрій має бути заблоковане від спрацьовування. Щоб уникнути пошкоджень, перед подачею напруги, натисніть клавішу "зміна уставок" Виберіть номінальну частоту системи на пристрої, встановіть первинний струм фазних ТТ і первинний струм захисту від замикань на землю

Завантажите уставки, і конфігурацію реле, і цифрові входи згідно проектної схеми.

Оскільки пристрій обладнаний системою самодіагностики, апаратні і програмні несправності, що все зустрічаються, виявляються автоматично. Це робить даремним перевіряти точність ступенів, яка все-таки може бути перевірена, посилаючись на встановлені допуски.

І лише для моделі MX31PD1A для розриву зв'язку : $I_o[mA] + U_o [V]$ (20

Бажано, проте, виконати наступні випробування:

Випробування блоку живлення

Перевірте, що навантаження ланцюга напруги потрапляє в діапазон 5 (10W, при напрузі живлення постійного струму, і в діапазон 10 (20VA при напрузі живлення змінного струму).

Блок живлення захищений спеціальним швидко плавким запобіжником 5x20 2 А, клас Мек127/іі, що стосується пристрою з напругою живлення 19-100В постійного струму (або 19-72В змінного струму), і плавким запобіжником 1А, що стосується пристрою з напругою живлення 64-300 В постійного струму (або 64-275 В змінного струму).

Перевірка підключення

- Коли захист працює, перевіряють меню ВИМІРЮВАННЯ на правильність читання струмів первинної і вторинної обмоток.

Крім того, необхідно перевірити, що диференціальні струми IA-D, IB-D і IC- D дорівнюють нулю (або не перевищують різниці, поточної із-за погрішності ТТ): подвійне значення фазного струму, може указувати місцезнаходження зворотного включення фаз (перевіряють відповідність встановленій полярності ТТ з фактичними виробничими умовами). Візьміть до уваги, що струм рівний фазному значенню указує місцезнаходження обриву фази (який може бути знайдений, навіть коли відповідне читане значення відсутнє). Інші диференціальні значення струмів можуть бути із-за неправильних уставок характеристик машини, що захищається (потужності, первинної напруги, вторинної напруги і групи з'єднання обмоток).

- Під час роботи захисту, перевірити струм замикання на землю і напругу не присутні в меню ВИМІРЮВАННЯ.

-Зайти в меню ВИМІРЮВАННЯ для перевірки наявності правильноо сигналу напруги

- Перевірити кожне вихідне реле як позначено в параграфі ТЕСТ МЕНЮ, і одночасно перевірите відповідний зовнішній ланцюг.

- Перевірити відповідність монтажу дискретних входів, розміщенню передбаченому в проектних планах.

Перевірка напругу для направлених ступеней

Якщо реле не працює правильно або показує істотні пошкодження, це повинно бути визначена несправність і реле необхідно повернути на фабрику для ремонту або нового калібрування.

Присутність неістотних пошкоджень не викликає невчасне спрацьовування, але вимагає аналізу типу пошкодження, щоб оцінити важливість (наприклад, пошкоджене вихідне реле має бути замінене іншим

вихідним реле, яке в даний час не використовується або, ще, чия функція точно не потрібна).

Можливість обміну реле робить можливим зберегти схему захисту, що працює протягом ремонту, так, щоб будь-яке пошкоджене реле могло бути замінене новим, одного і того ж типу.

Закінчуючи стадію пуску, перед установкою, система, що діє, гарантує, що:

- Уставки пристрою відповідають проектним уставкам.
- Пристрій має правильний буквено-цифровий код (ідентифікатор підприємства) який це визначає.
- Всі блоки пам'яті пристрою (світлодіоди, максимальні величини, приватні лічильники і ступінь зносу) - скидаються.
- Зелений Uaux і світлодіод ДІЙСТВ. постійно горять. У разі зв'язку по мережі, зелений світлодіод RxTx також має бути засвічений.
- Пояснювальні мітки світлодіодів і загальних характеристик пристрою несуть правильну інформацію.

Реле може бути залишене з індикацією будь-якого з вікон основних меню.

9. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

9.1. Аналіз потенційно небезпечних факторів при розробці і експлуатації системи

У магістерській роботі розробляється система керування розподільчою мережею з напругою вище 1 кВ.

Кваліфікація всіх осіб, що експлуатують або ремонтують електроустановки вище 1000 В, має бути на одну групу вище, ніж в установках напругою 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 напруга до 40 кВ), але при установці накладок обов'язково використовують окрім діелектричних рукавичок ізолюющіе штанги або кліщі, а кваліфікаційна група у осіб, які встановлюють накладки, має бути V і IV. Токоведущие частини напругою вище 1000 В для роботи на них відключати треба так, щоб був видимий розривши ланцюги в самому вимикачі або в разъединителе. Можна створити видимий розрив шляхом

вынимання 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.

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 перемиканнях 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 перемикань. У нім записують правильну послідовність операцій, що особливо важливе за відсутності блокування від ошибочных операцій з разъединителями під навантаженням.

На відкритих підстанціях, в КРУ, на ВЛ разрешается користуватися показником 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 ВЛ перевіряють її внешние ознаки і позначення на опорах. Перевіряти отсутствие напругу в РУ і на підстанціях вирішується единолично оперативному персоналу з групою IV. На ВЛ 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 групою IV і поодиноці можна заземляти установку заземлюючими ножами роз'єдинителів з механічним приводом або за допомогою ізоляційної штанги, яка дозволяє закріпити переносне заземлення на токоведущих частинах, не стосуючись їх руками. Забороняється використовувати як переносні заземлюючі проводники випадкові дроти, не призначені спеціально для цієї мети, або 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 достатньо 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 заземлюючі 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 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 ній, оберненими написами всередину огорожі. При роботі на порталах і тому подібних конструкціях укріплюють на них плакат: «Влізати тут», а на сусідніх — «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 і приводах вимикачів, винесених за сітчасту огорожу. Прибирання помещень щитів управління, коридорів ЗРУ допускається робити особі з кваліфікаційною групою І. 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 КРУ, ремонт світильників і заміна ламп, розташованих зовні камер і осередків ЗРУ, КРУ, догляд за щітками електродвигуна і їх заміна, за колекторами електричних машин, відновлення написів на кожухах устаткування і огорожах.[5]

9.2. Дії при виникненні надзвичайних ситуацій

У Україні щорічно виникають тисячі важких надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, в результаті яких гине велика кількість людей, а матеріальні збитки досягають декількох мільярдів гривень. В даний час в багатьох областях України у зв'язку з небезпечними природними явищами, аваріями і катастрофами, обстановка характеризується як дуже складна. Тенденція зростання кількості природних і, особливо, техногенних надзвичайних ситуацій, ваговитість наслідків об'єктивно примушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільства і навколишнього середовища, а також стабільності розвитку економіки країни.

Руйнівну силу техногенних катастроф і стихійних лих в деяких випадках можна порівняти з військовими діями, а кількість постраждалих значною мірою залежить від типу, масштабів, місця і темпу розвитку ситуації, особливостей регіону і населених пунктів, які опинилися в районі

події, об'єктів господарської діяльності. Несподіваний розвиток подій веде до значного скорочення часу на підготовку рятувальних робіт і їх проведення.

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

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

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

Надзвичайні ситуації, які можуть виникати на території України

Загальними ознаками надзвичайних ситуацій є:

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

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

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


підпорядкування), або загрожує перенесенням на територію суміжної області держави, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в об'ємах, які перевищують власні можливості окремого району, але не менше одного відсотка об'єму витрат відповідного бюджету;

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

- об'єктового рівня - надзвичайні ситуації, які не підпадають під відмічені визначення. [5]

9.3. Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції

Розраховуємо заземлення трансформаторної підстанції.

Якщо трансформаторна підстанція напругою 35/10 кВ. Загальна довжина зв'язаних ліній 35 кВ – 93 км. Від розподільного пристрою 10 кВ підстанції відходять три повітряні лінії 44; 53; 38 км., і одна кабельна завдовжки 16 км. До шин 10 кВ приєднаний трансформатор власних потреб напругою 10/0,4 кВ з схемою з'єднання  нейтраль якого приєднана до контура заземлення підстанції. Заземляючий контур виконаний у вигляді прямокутника 20Ч13 м. питомий опір ґрунту з, виміряне в дощовий період осені, складає 72 Ом·м.

Рішення:

Загальна довжина електрично зв'язаних повітряних ліній 10 кВ:

$$l_{\text{воз}} = 44 + 53 + 38 = 135 \text{ км.}$$

Струм замикання на землю на стороні 10 кВ:

$$I_3 = \frac{U_n \cdot \left(35 \cdot l_K + l_{\text{воз}} \right)}{350} = \frac{10 \cdot (35 \cdot 16 + 135)}{350} = 19,8 \text{ А}$$

на стороні 35 кВ:

$$I_3 = \frac{U_n \cdot \left(35 \cdot l_K + l_{\text{воз}} \right)}{350} = \frac{35 \cdot 93}{350} = 9,3 \text{ А}$$

Приймаємо для розрахунку $I_3 = 19,8 \text{ А}$.

Оскільки заземлення виконане загальною для електроустаткування напругою до і вище 1000 В, той опір заземлення :

$$R_3 \leq \frac{125}{I_3} = \frac{125}{19,8} = 6,3 \text{ Ом}$$

де 125 – максимальне значення напруги щодо землі на корпусах устаткування, В;

З умови ми знаємо, що до загального контура заземлення приєднується нейтраль трансформатора власних потреб. Відповідно, опір контура заземлення не належний перевищувати 4 Ом. Приймаємо для розрахунку Заземлення виконано сталевими куточками 50?50?4 мм завдовжки 2,5 м, які поглиблені на 0,7 м від поверхні землі і зв'язаних між собою сталевую смугою перетином 40?4 мм.

Розрахунковий опір ґрунту з урахуванням сезонного коефіцієнта $k_c=1,45$ (8, с.309,табл. 68) і $k_1=1,15$ (8, с.309,табл. 69):

$$c_{рас} = c \cdot k_c \cdot k_1 = 72 \cdot 1,45 \cdot 1,15 = 120,06 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Опір куточка (при відстані від середини куточка до поверхні $h_{сер} = 0,7 + 2,5/2 = 1,95$ м):

$$R_g = 0,366 \frac{\rho_{рас}}{l_g} \left(\lg \frac{2 \cdot l_g}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4h_{сер} + l_g}{4h_{сер} - l_g} \right),$$

де $c_{рас}$ – розрахунковий питомий опір землі, Ом?м;

l_v – довжина вертикального куточка, $l_v = 2,5$ м;

d – ширина смуги, $d = 0,05$ м;

$$R_g = 0,366 \frac{120,06}{2,5} \left(\lg \frac{2 \cdot 2,5}{0,05} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 1,95 + 2,5}{4 \cdot 1,95 - 2,5} \right) = 39 \text{ Ом}$$

Розрахунковий опір смуги, яка сполучає вертикальні заземлители:

$$R_z = 0,366 \frac{\rho_{рас}}{l_z} \lg \frac{2l_z^2}{d \cdot h},$$

де $c_{рас}$ – розрахунковий питомий опір землі:

для смуги зв'язку $k_c=3,0$ (8, с.309, таблиця. 68) і $k_1=1,6$ (8, с.309, таблиця. 69): $c_{рас} = c \cdot k_c \cdot k_1 = 72 \cdot 3,0 \cdot 1,6 = 345,6 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;

l_g – довжина горизонтальної смуги: $l_g = 66$ м;

d – ширина смуги: $b = 0,04$ м;

h – відстань від поверхні ґрунту до середини ширини горизонтальної смуги:

$$h = 0,7 + \frac{d}{2}$$

$$h = 0,7 + \frac{0,04}{2} = 0,72 \text{ м}$$

$$R_2 = 0,366 \frac{345,6}{66} \lg \frac{2 \cdot 66^2}{0,04 \cdot 0,72} = 10,48 \text{ Ом}$$

Теоретична кількість вертикальних заземлителів:

$$n_m = \frac{R_B}{R_3} = \frac{39}{4} \cong 10$$

Відстань між заземлителями:

$$a = \frac{l}{n_m} = \frac{66}{10} = 6,6 \text{ м}$$

При $n=10$ і $a/l=6,6/2,5=2,64$ знаходимо коефіцієнт використання для вертикальних заземлителів $зв=0,76$ (9, с.106, таблиця. 3.2) і для горизонтальних $зг=0,56$ (9, с.107, таблиця. 3.3) і визначаємо відповідній дійсності число вертикальних заземлителів:

$$n_d = \frac{R_B \cdot \eta_2}{\eta_6} = \left(\frac{1}{R_3 \cdot \eta_2} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{39 \cdot 0,56}{0,76} \left(\frac{1}{4 \cdot 0,56} - \frac{1}{10,48} \right) = 11,15$$

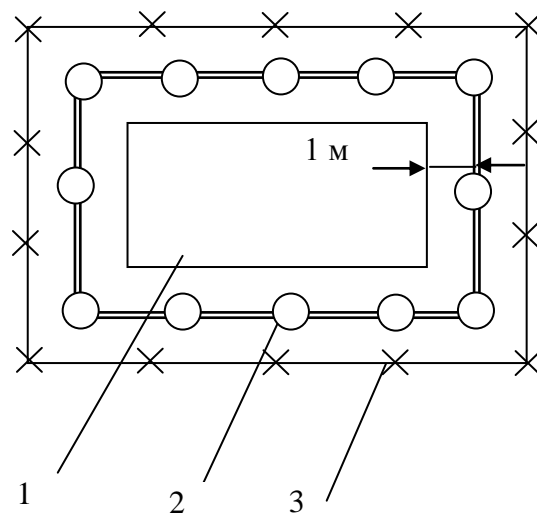
Приймаємо до монтажу 12 заземлителів і виконуємо перевірочний розрахунок

$$\text{При } n=12 \quad a = \frac{66}{12} = 5,5 \text{ м} \quad a/l=5,5/2,5=2,2 \quad \text{і } зв=0,71 \quad (9, \text{ с.106,}$$

таблиця. 3.2); $зг=0,45$ (9, с.107, таблиця. 3.3).

Розрахунковий опір заземляючого пристрою:

$$R_{pac} = \frac{R_6 \cdot R_2}{R_2 \cdot n \cdot \eta_6 + R_6 \cdot \eta_2} = \frac{39 \cdot 10,48}{10,48 \cdot 12 \cdot 0,71 + 39 \cdot 0,45} = 3,83 \text{ Ом} \leq 4 \text{ Ом}$$



Малюнок 9.1. План заземляючого пристрою:

1 – майданчик, для устаткування; 2 – контур заземлення; 3 – огорожа підстанції.

10. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

10.1. Склад і структура основних фондів промислових підприємств. Стан основних фондів України.

Економічні суб'єкти (корпорації, підприємства, індивідуальні виробники) для здійснення виробничого процесу повинні використовувати визначені ресурси: *матеріальні, трудові, природні, інформаційні і грошові*. Велике значення при цьому мають засоби виробництва.

Засоби виробництва - це сукупність всіх елементів, що беруть участь у процесі виготовлення продукції. Вони поділяються на *засоби праці* (верстати, машини, печі і т.п.) і *предмети праці* (сировина, матеріали, напівфабрикати й ін.).

Виражені у вартісній формі засоби виробництва звичайно називають *виробничими чи фондами виробничим капіталом*. Засоби праці складають речовинний зміст основних фондів (основного капіталу), а предмети праці — оборотних фондів (оборотного капіталу).

Можна виділити три принципових відмінності основних і оборотних фондів (табл. 10.1).

Основні фонди - це частина засобів виробництва, що зберігають свою речовинну форму, беруть участь у багатьох виробничих циклах і своїй вартості переносять на вартість готової продукції частинами в міру зносу.

Таблица 10.1. Відмітні ознаки основних і оборотних фондів

Характеристика	Основные фонды	Оборотные фонды
Сохранение вещественной формы в производственном процессе	Сохраняют	Изменяют
Количество производственных циклов, в которых участвует данный фактор	Много	Один
Характер переноса своей стоимости на готовую продукцию	По частям	Целиком

У залежності від характеру участі основних фондів у процесі виробництва розрізняють *виробничі* і *невиробничі основні фонди*. Основні виробничі фонди функціонують у сфері матеріального виробництва; невиробничі - задовольняють побутові і культурні потреби трудящих. До них відносяться приналежні підприємствам і числяться на їхніх балансах житлові будинки, дитячі сади і ясла, клуби, стадіони і їхнє устаткування. Вартість основних фондів по галузях народного господарства представлена в табл. 10.2.

Таблица 10.2. Основні фонди в економіці

	Млн. грн.	Уд. вес,	Млн. грн.	Уд. вес,
	1996 г.	%	2000 г.	%
Все основные фонды	843471	100,00	845762	100,0
Основные фонды производственных отраслей:	521386	61,60	533186	63,04
- промышленности	255486	30,28	266945	31,57
- сельского хозяйства	125922	14,9	114867	13,59
- строительства	15548	1,84	16992	2,0
- транспорта и связи	98272	11,65	106279	12,57
- прочие отрасли	26158	3,14	28103	3,31
Основные фонды непроизводственных отраслей:	322085	38,19	312572	38,16
- жилищного хозяйства	142414	16,88	152716	18,05
- коммунального хозяйства и бытового обслуживания	32596	3,9	35086	4,14
- охраны здоровья и образования	110697	13,11	71670	8,5
- науки, культуры и прочих отраслей	36378	4,3	53100	6,27

Для обліку основних фондів, визначення і планування їхньої структури, розрахунку норм амортизаційних відрахувань необхідна їхня класифікація.

Відповідно до Положення бухгалтерського № 7 «Основні засоби» (затверджений Наказом Міністерства фінансів від 27.04.2000 р. № 92) *основні фонди в залежності від їхнього призначення і натурально-речовинних ознак* підрозділяються на групи.

1. Основні засоби

1.1. Земельні ділянки.

1.2. Капітальні витрати на поліпшення земель.

1.3. Будинку, спорудження і передатні пристрої (зокрема, будинки включають: корпуси цехів, депо, гаражі, складські приміщення; спорудження - естакади, резервуари, мости, автомобільні дороги й ін.; передатні пристрої - нафто- і газопроводи, водорозподільні мережі, електромережі, лінії зв'язку й ін.).

1.4. Машини й устаткування.

1.5. Транспортні засоби.

1.6. Інструменти, прилади, інвентар (меблі).

1.7. Робітник і продуктивна худоба.

1.8. Багаторічні насадження.

1.9. Інші основні засоби.

2. Інші внеоборотні матеріальні активи

2.1. Бібліотечні фонди.

2.2. Малоцінні внеоборотні матеріальні активи.

2.3. Тимчасові (нетитульні) спорудження.

2.4. Природні ресурси.

2.5. Інвентарна тара.

2.6. Предмети прокату.

2.7. Інші внеоборотні матеріальні активи.

Малоцінні внеоборотні матеріальні активи - предмети, термін корисного використання яких більше одного року (наприклад, спеціальні інструменти і спеціальні пристосування, інвентар).

До введення нових положень (стандартів) бухучота існувала трохи інша класифікація основних фондів по призначенню.

1. Будинку.

2. Спорудження.

3. Передатні пристрої.

4. Машини й устаткування:

4.1. Силові машини й устаткування.

4.2. Робочі машини й устаткування.

4.3. Вимірювальні і регулюючі прилади і пристрої, лабораторне устаткування.

4.4. Обчислювальна техніка.

4.5. Інші машини й устаткування.

5. Транспортні засоби.

6. Інструменти.

7. Виробничий інвентар і приналежності.

8. Господарський інвентар.

9. Інші основні фонди.

Співвідношення різних груп основних фондів у загальній їхній вартості називаються *структурою основних фондів*. Структура основних виробничих фондів різних галузей і підприємств залежить від ряду факторів: складності, конструктивно-технологічних особливостей продукції, що випускається, типу виробництва, особливостей технологічних процесів і технічного рівня застосовуваних машин і устаткування, рівня концентрації виробництва, розміщення підприємств галузі на території країни і т.п. Типова структура основних фондів підприємств представлена в табл. 10.3.

Таблиця 10.3. Структура промислово-виробничих основних фондів промисловості в 2000 році, у % до підсумку

Элементы основных фондов	Уд. вес, %
Здания	29,4
Сооружения	19,1
Передаточные устройства	11,3
Силовое оборудование	7,8
Рабочие машины, производственное оборудование	28,6
Транспортные средства	2,2
Прочие основные фонды	1,6
Всего	100

У залежності від ступеня безпосереднього впливу на предмети праці основні виробничі фонди підрозділяють на *активні* і *пасивні*. До *активної* частини основних виробничих фондів відносять такі їхні елементи (робітники машини й устаткування, інструменти), що впливають на форму і властивості предметів праці, визначають продуктивність праці, обсяг випуску продукції. До *пасивної* частини основних фондів відносять ті елементи (будинку, спорудження, передатні пристрої), що створюють умови для нормальної роботи активних основних фондів. Тому що машини й устаткування визначають виробничі можливості галузей, виробничих об'єднань і підприємств, їхня продуктивність і ступінь технічної озброєності праці, перспективним напрямком є підвищення частки активної частини основних виробничих фондів, тобто машин, устаткування, інструментів. [6]

10.2. Виробнича потужність підприємства і його підрозділів.

У складі основних фондів важливою ланкою є *виробнича потужність*, що характеризує здатність підприємства забезпечити максимально можливий випуск продукції за визначений період (звичайно за рік, квартал, місяць) при повному використанні устаткування і виробничих площ на даному підприємстві (Раицкий, 1999).

Виробничу потужність можна оцінювати в натуральних (для спеціалізованих виробництв), умовних (при випуску виробів різної номенклатури) показниках і у вартісному вимірі.

Виробнича потужність підприємства визначається по потужності ведучих цехів, а потужність останніх устанавлюється по потужності ведучих чи ділянок груп устаткування. При оцінці виробничої потужності потрібно враховувати, що вона є змінною величиною. Ці зміни обумовлені використанням нової техніки, упровадженням прогресивної технології, матеріалів, розвитком спеціалізації і кооперування, удосконалюванням структури виробництва, підвищенням кваліфікації працюючих, поліпшенням організації виробництва і праці.

При розрахунку виробничої потужності в увагу приймають:

- кількість встановленого устаткування по видах (крім устаткування ремонтних і допоміжних служб);
- виробничі площі основних цехів підприємства;
- режим роботи підприємства (реальний фонд часу його роботи).

Методика розрахунку виробничої потужності залежить від форми і методів організації виробництва, номенклатури виготовленої продукції, типу використовуваного устаткування, характеру виробничого процесу.

Виробничу потужність розраховують при аналізі й обґрунтуванні виробничої програми, у зв'язку з підготовкою і випуском нових виробів, при

реконструкції виробництва. У випадку дисбалансу виробничих потужностей по цехах проводяться організаційно-технічні заходи щодо введення нового обладнання, зміні режиму роботи, зниженню трудомісткості продукції й ін.

При аналізі і плануванні і для обліку виробничих можливостей підприємства розробляють планові і звітні баланси виробничих потужностей. Так, *виробничу потужність на кінець періоду (M_k)* обчислюють за наступною схемою

$$M_k = M_n + M_{\text{вв}} - M_{\text{виб}} + M_{\text{рез}},$$

де M_n — виробнича потужність на початок періоду; $M_{\text{вв}}$ — збільшення виробничої потужності за рахунок уведення нової чи збільшення за рахунок організаційно-технічних заходів; $M_{\text{виб}}$ — зменшення потужності за рахунок її вибуття; $M_{\text{рез}}$ - резервна потужність.

Середньорічна виробнича потужність підприємства (M) визначається по наступній формулі

$$M = M_n + \frac{M_n \cdot t_{\text{виб}}}{12} - \frac{M_{\text{виб}} \cdot t_{\text{виб}}}{12},$$

де $t_{\text{вв}}$ і $t_{\text{виб}}$ — число повних місяців з моменту введення потужностей у дію до кінця року і з моменту вибуття потужностей до кінця року.

Показниками використання виробничої потужності є:

- фактичний випуск продукції в натуральному чи вираженні вартісних одиницях за визначений період ($B_{\text{нф}}$);
- випуск продукції на одиницю устаткування, на 1 кв. метр виробничої площі у вартісних одиницях;
- середній відсоток завантаження устаткування ($K_{\text{э.з}}$);
- коефіцієнт змінності;
- коефіцієнт використання виробничої потужності, обумовлений формулою

$$K_{u.m} = \frac{B_{пф}}{M} .$$

Після обґрунтування виробничої програми оцінюють можливості її виконання з урахуванням виробничої потужності при її нормативному використанні і проводять наступний розрахунок: планований обсяг випуску (розроблений з урахуванням планів збуту й укладених договорів — $B_{план}$) зіставляють з можливим ($B_{мож}$). При $B_{мож} \geq B_{план}$ необхідно збільшити виробничу чи потужність поліпшити її використання, а при $B_{мож} < B_{план}$ варто передбачити довантаження потужності на основі додаткових замовлень, пошуку ринків збуту. У випадку повного використання потужностей і відсутності можливості її збільшення необхідно передбачити зменшення плану виробничої програми.

На кожному підприємстві необхідно домагатися підвищення ефективності використання виробничих потужностей і площ, скорочувати час простоїв, підвищувати ступінь завантаження устаткування в одиницю часу, удосконалювати знаряддя праці і технологію виробництва, домагатися оптимізації структури основних виробничих фондів, забезпечувати швидке освоєння потужностей, що вводяться, і т.д. [6]

10.3 Розрахунок повної собівартості системи керування розподільчою мережею з напругою вище 1 кВ

Собівартість продукту - це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на його виробництво і збут. Витрати на виробництво формують виробничу собівартість, а витрати на виробництво і збут - повну собівартість. Розрахунок собівартості продукту за статтями витрат називається калькуляцією. Калькулювання собівартості програмного продукту здійснюється відповідно «Типовому положенню з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості». /Посилання на літературу: Типове положення з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції. Затверджено КМ України від 26 квітня 1996 № 473 // Бізнес. - № 32-35/.

Витрати, зв'язані з виробництвом і збутом (реалізацією) продукту (системи керування розподільчою мережею з напругою вище 1 кВ) групуються за наступними статтями:

1. Матеріали і комплектуючі вироби.
2. Основна заробітна плата.
3. Додаткова заробітна плата.
4. Відрахування на соціальні заходи.
5. Витрати на утримання й експлуатацію устаткування.
6. Загальновиробничі витрати.
7. Адміністративні витрати.
8. Витрати на збут.

10.3.1 Матеріали і комплектуючі вироби.

Розглядаються виходячи зі зведень на матеріали, сировину, що комплектують, операцію з розрахунку на 1 одиницю випуску.

Таблиця 10.4

Матеріали і комплектуючі вироби

Найменування	Кількість	Вартість, грн.
Пристрій МХ31PD1А	1	8000
З'єднувальні кабелі		1000
Сумарна вартість покупних виробів (Сп)		9000

10.3.2 Витрати на основну заробітну плату (З_о):

$$Z_o = T \cdot Ч \cdot K \cdot A = 15 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 2 = 900 \text{ грн}, \quad (10.1)$$

де Т - сумарна трудомісткість розробки продукту (год). Визначається експертним шляхом виходячи з фактично витраченого часу на виробництво і налагодження продукту;

Ч - середня годинна тарифна ставка 1 робітника, що задіяний у виробництві продукту, грн./год;

К - коефіцієнт трудової участі (розрядності);

А - кількість працівників задіяних у виробництві.

10.3.3 Додаткова заробітна плата (10÷30% від З_о):

$$Z_d = Z_o \cdot \frac{K_d}{100} = 900 \cdot \frac{20}{100} = 180 \text{ грн}, \quad (10.2)$$

де К_д - відсоток додаткової заробітної плати.

10.3.4 Відрахування на соціальні заходи містять відрахування від суми основної і додаткової зарплати по встановлених ставках

- на обов'язкове державне пенсійне страхування - 33,2%;
- на державне страхування від нещасливих випадків - 0,9%;
- на обов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття - 1,3%;

- у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності і витратами, обумовленими народженням дитини і похованням - 1,5%)

$$H_{см} = (Z_o + Z_d) \cdot \frac{36,9}{100} = (900 + 180) \cdot \frac{36,9}{100} = 398,52 \text{ грн} \quad (10.3)$$

10.3.5 Витрати на утримання й експлуатацію устаткування:

Якщо устаткування перебуває на балансі підприємства.

Витрати на зміст і експлуатацію устаткування (ВУЕУ) = основна зарплата * %ВУЕУ, визначається з відомостей за аналізом повної собівартості продукту (у середньому 120-150%).

$$Z_{уэ} = Z_o \cdot 150\% = 900 \cdot 140\% = 1260 \text{ грн} \quad (10.4)$$

10.3.6 Загальновиробничі витрати.

Являють собою витрати, зв'язані з керуванням підрозділом, витрати на службові відрядження співробітників підрозділу (цеху), амортизаційні відрахування від вартості основних фондів загальноцехового призначення і т.д.

Визначаються в розмірі 130÷250% від основної зарплати.

$$Z_{общ} = Z_o \cdot 250\% = 900 \cdot 200\% = 1800 \text{ грн} \quad (10.5)$$

10.3.7 Виробнича собівартість продукту.

$$Pc = Cn + Zo + Zd + Hcm + Зуэ + Zobщ = 9000 + 900 + 180 + 398,52 + 1260 + 1800 = 13538,52 \text{ грн} \quad (10.6)$$

10.3.8 Адміністративні витрати.

Можуть містити в собі:

- витрати, зв'язані з керуванням підприємства;
- витрати на службові відрядження адміністрації підприємства;
- витрати на пожежну і сторожову охорону;
- витрати, зв'язані з підготовкою (навчанням) і перепідготовкою кадрів;
- витрати на перевезення працівників до місця роботи і назад;
- витрати на сплату відсотків за фінансові кредити, а також відсотків за товарні і комерційні кредити; витрати, зв'язані зі сплатою відсотків за користування матеріальними цінностями, узятими в оренду (лізинг);
- витрати, зв'язані з оплатою послуг комерційних банків і інших кредитно-фінансових установ;
- податки, відрахування.

Визначаються в розмірі 140-200% від основної зарплати.

$$Za = Zo \cdot 200\% = 900 \cdot 180\% = 1620 \text{ грн} \quad (10.7)$$

10.3.9 Витрати на збут.

Включають витрати на рекламу і передпродажну підготовку продукту. Орієнтовно ці витрати визначаються в розмірі 5-10% від виробничої собівартості.

$$Zc = Pc \cdot 10\% = 13538,52 \cdot 10\% = 1353,85 \text{ грн} \quad (10.8)$$

10.3.10 Повна собівартість продукту.

$$З = Пс + За + Зс = 13538,52 + 1620 + 1353,85 = 16512,37 \text{ грн} \quad (10.9)$$

10.3.11 Калькуляція собівартості продукту зводиться в таблицю

Таблиця 10.5

Калькуляція собівартості продукту

Найменування статей калькуляції	Величина, грн
Матеріали і комплектуючі вироби.	9000
Основна заробітна плата	900
Додаткова заробітна плата	180
Відрахування на соціальні заходи	398,52
Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	1260
Загальновиробничі витрати	1800
Адміністративні витрати	1620
Витрати на збут	1353,85
Повна собівартість продукту	16512,37

10.4. Розрахунок ціни системи керування розподільчими мережами 35 кВ

У ринковій економіці існують різні методи ціноутворення: с/в плюс прибуток, забезпечення фіксованого обсягу прибутку, у залежності від рівня попиту.

Розрахунок оптової ціни продукту проведемо за схемою «собівартість плюс прибуток».

$$Ц_{opt} = C + П, \quad (10.10)$$

де C - собівартість програмного продукту,

$П$ - величина прибутку.

Прибуток визначається виходячи з нормативу (показника) рентабельності виробництва продукції встановлюваного підприємством:

$$R = \frac{П}{C} \cdot 100\%, \quad (10.11)$$

де R - рентабельність продукції (продукту), приймається в розмірі до 35%.

Тоді оптова ціна програмного продукту визначається:

$$Ц_{opt} = C + \frac{R \cdot C}{100} = 16512,37 + \frac{35\% \cdot 16512,37}{100} = 22291,7 \text{ грн}, \quad (10.12)$$

Позитивні сторони даної методики складаються в її простоті, комплексній очевидності такої функції ціни як відшкодування витрат на виробництво і забезпечення прибутковості від створення і реалізації продукту. Недолік даної методики полягає в тому, що вона майже не враховує ринкові фактори ціноутворення і насамперед попит. Однак в умовах ринкової економіки існують ситуації, якщо підприємствам доцільно її застосовувати: в умовах відсутності конкуренції (монополії),

при обмеженні рентабельності продукції з боку держави, виконанні одноразових замовлень, виготовленні оригінальної продукції.

Необхідно відзначити, що для встановлення реальної ціни яка б відповідала умовам існуючого ринку програмних продуктів, необхідні відповідні маркетингові дослідження.

$$C_{розд} = C_{опт} \cdot 1,2 = 22291,7 \cdot 1,2 = 26750,04 \text{ грн}, \quad (10.13)$$

де 20% ПДВ

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі магістра розглянули систему керування розподільчою мережею з напругою вище 1 кВ.

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

- MX31PD1A забезпечує селективний і швидкодіючий захист розподільних і магістральних мереж;

- MX31PD1A реагує на будь-який вид електричного пошкодження на повітряних і кабельних лініях у вищезгаданих мережах;

- модульний пристрій захисту дозволяє задовольнити всім характеристикам мереж.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мікропроцесорні пристрої релейного захисту, автоматики і дистанційного керування. Принципи побудови. : К, 2018 грама.-40с.
2. Рекомендації по вибору захит електротехнічного устаткування з використанням мікропроцесорних пристроїв концерну ALSTOM/ 2016. - 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», 2016. 288 с.
5. Правила технічної експлуатації і правила безпеки при експлуатації електроустановок. 4-і изд.- М.: Енергоатоміздат,2016.-424с.
6. Економіка підприємства: Навчальний посібник / Під общ. ред. д. э. н., проф. Л. Р. Мірошника. – Суми: ІТД «Університетська книга», 2002. – 632 с.
7. Каганов І. Л. Курсове і дипломне проектування. – 2-е видавництво, переб. і доп. – М.: Колос, 2016.
8. Долин П. А. Основи техніка безпеки в електроустановках. – М.: Енергоатоміздат, 2016.
9. 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, 2015.
10. 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.
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. Баркун О.А., Ходасевич О.Р. Цифрові системи синхронної комутації. – К. Еко-трендз, 2018. – 180с.
15. Інформаційні системи в промисловості : навчальний посібник / Л. О. Добровольська, О. О. Черевко. – Маріуполь : ПДТУ, 2018. – 238 с.
16. Нuman, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2018. — 287 с.
17. Randell, Brian. The Origins of Digital Computers: Selected Papers.. — 2003.
18. Автоматика и автоматизация технологических процессов: Підручник / Т.Б. Головка, К.Г. Рего, Ю.О. Скрипник. - К.: Лебідь, 2017. - 232 с.
19. Єдина система конструкторської документації: Довідник. – М.: Вид-во стандартів, 2016.