

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки та технологій
Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

ДОВІДКА

про відсутність плагіату у випускній кваліфікаційній роботі

За результатами перевірки випускної кваліфікаційної роботи (ВКР) здобувача вищої освіти освітнього ступеня (ОС) «магістр»

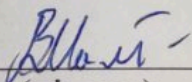
Мельничука Олександра Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Розробка підсистеми діагностування кабельних мереж станції в системах мікропроцесорної централізації (МПЦ)

в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР


(підпис)

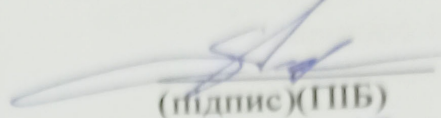
Маловічко Володимир Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

«ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри



Гаврилюк В.І.

(підпис)(ПІБ)

2021 р. 12 « 16 »

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 27 «Транспорт»

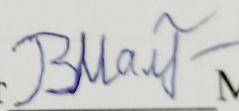
Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

Освітня програма «Системи керування рухом поїздів»

Тема Розробка підсистеми діагностування стану кабельних мереж станції в системах мікропроцесорної централізації (МПЦ)

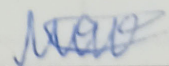
Theme Development of a subsystem for diagnosing the state of cable networks of the station in microprocessor centralization systems (MPS)

Керівник дипломної роботи

доцент  Маловічко В.В.

Студент групи

СК2021

 Мельничук О. Ю.

Student

СК2021

Melnychuk Oleksandr

Дніпро – 2021

Український державний університет науки і технологій

Кафедра АТ

Спеціальність

273 «Залізничний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри

Гаврилук В.І.

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеню «магістр»

Мельничук Олександр Юрійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Розробка підсистеми діагностування стану кабельних мереж в системах мікропроцесорної централізації (МПЦ)

Затверджена наказом по університету № 630ст від « 19 » 10 2020 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи 14.12.2021

3. Вихідні дані до роботи Станція обладнана системою мікропроцесорної централізації МПЦ-У

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу	Обсяг %	Кількість креслень
1. Огляд існуючих систем мікропроцесорної централізації на предмет діагностування стану кабельних мереж	24	1
2. Система мікропроцесорної централізації МПЦ-У	9	
3. Методи та засоби технічної діагностики кабельних мереж	50	
4. Переваги використання запропонованої методики для діагностування кабельних мереж в системах МПЦ	6	18

Студент

Науковий керівник

РЕФЕРАТ

Зведення про обсяг пояснювальної записки: 65 сторінок, 23 рисунка, 11 джерел літератури.

Ключові слова: підсистема діагностування, кабельні мережі, мікропроцесорна централізація.

Задачею даної магістерської роботи була розробка підсистеми діагностування стану кабельних мереж станції в системах мікропроцесорної централізації.

В першому розділі роботи було проведено аналіз систем на мікропроцесорній елементній базі, які застосовуються на залізницях України. Метою аналізу було визначення ступеня контролю та діагностування кабельних мереж в кожній із них.

В другому розділі детально розглянута мікропроцесорна централізація МПЦ-У на предмет діагностування кабельних мереж

В третьому розділі виконано аналіз різних методів діагностування кабельних мереж які можна застосувати для створення автоматичного контролю стану кабельних мереж, та розроблені принципова та структурна схеми діагностування кабелів

В четвертому розділі наведені перспективи впровадження системи діагностування кабельних мереж при використанні мікропроцесорної централізації.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Огляд існуючих систем мікропроцесорної централізації по контролю стану кабельних мереж	7
1.1 Необхідність переоснащення пристроїв ЕЦ на мікроелектронній основі	7
1.2 Система мікропроцесорної централізації «Еbilock 950»	8
1.3 Система мікропроцесорної централізації ЕЦ-ЕМ	11
1.4 Мікропроцесорна централізація 01.ESB-UA-2008	12
1.5 Мікропроцесорна централізація UMBIS	14
1.6 Мікропроцесорна централізація МПЦ-АСК	16
1.7 Система мікропроцесорної централізації МПЦ-У	17
1.8 Постановка задачі.....	20
1.9 Висновки до першого розділу	21
2 Система мікропроцесорної централізації МПЦ-У	23
2.1 Система комплексної перевірки функціонування МПЦ-У.	23
2.2 Система автоматизованого проектування (САПР).....	24
2.3 Призначення і умови застосування АРМ-Ц ШН СКД.....	25
2.4 Основні рішення для забезпечення функційної безпечності ПЗ МПЦ-У...26	
2.5 Апаратна частина системи МПЦ-У.....	27
2.6 Переваги системи МПЦ-У	27
2.7 Висновки до другого розділу.....	28
3 Методи та засоби технічної діагностики кабельних мереж	29
3.1 Застосування функціонального діагностування для контролю кабельних мереж	29
3.2 Прогнозування відмов кабельних мереж.....	31
3.3 Методи діагностування кабельних ліній	34
3.4 Характеристика приладів для перевірки стану кабельних мереж	47
3.5 Структурна схема системи контролю кабелю мікропроцесорної централізації	51

3.6 Принципова схема контролю кабельних мереж	56
3.7 Алгоритм роботи системи автоматичного контролю кабелю мікропроцесорної централізації.....	57
3.8 Інтеграція системи діагностування кабельних мереж в МПЦ-У	58
3.9 Висновки до третього розділу.....	60
4 Переваги використання запропонованої методики для діагностування кабельних мереж в системах МПЦ.....	66
4.1 Переваги впровадження підсистеми діагностування кабельних мереж в МПЦ.....	61
Загальні висновки по роботі	63
Перелік посилань.....	65

ВСТУП

Пошук відмов в кабельних лініях та контроль стану кабелів на даний час є дуже актуальною задачею. Кабельне господарство на багатьох залізничних станціях в зв'язку з старінням кабелів більшість із яких експлуатується більше 20ти а то навіть 30 років знаходиться в тяжкому стані. Повна заміна кабельних мереж не можлива з економічної точки зору, тому відмови через незадовільний стан кабельних мереж відбуваються доволі часто.

По статистичним даним відмови кабельних ліній складають менше 10 відсотків по відношенню до загальної кількості відмов, але при відмові кабелю виникають значні затримки в русі поїздів (особливо коли в кабелі вже вичерпано запасні жили) а пошук місця пошкодження та усунення його потребує як мінімум декілька годин. Крім цього перевірка стану ізоляції кабелів з тривалим терміном експлуатації повинна виконуватися частіше, що забирає додатковий час в обслуговуючого персоналу. В зв'язку з цим використання системи діагностування яка досить швидко і з високою точністю допомагає визначити місце пошкодження в кабельних лініях та швидко визначити стан ізоляції жил є надзвичайно актуальним.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ НА ПРЕДМЕТ ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ КАБЕЛЬНИХ МЕРЕЖ

1.1 Необхідність переоснащення пристроїв ЕЦ на мікроелектронній основі

Релейні системи станційної централізації, застарілі як фізично, так і морально, не відповідають сучасним вимогам щодо ефективного управління процесом перевезень та забезпечення конкурентно спроможності залізничного транспорту. При широкому впровадженні інформаційних технологій, релейні системи важко інтегруються у відповідні інформаційні і обчислювальні структури.

При розробці нових релейних систем спостерігається стійка тенденція збільшення вартості і витрати дефіцитних матеріалів. Загальна безпека і безвідмовність систем МПЦ вища ніж у релейних ЕЦ. В цьому відношенні використання на станції замість релейних систем мікропроцесорних систем централізації (МПЦ) повністю задовольняє сучасним вимогам.

Досвід експлуатації перших систем МПЦ на світових магістралях показав їх експлуатаційні та технічні переваги перед релейними системами. Враховуючи швидкі темпи розвитку і вдосконалення мікроелектронної та мікропроцесорної техніки, зниження її вартості, можна стверджувати, що з плином часу МПЦ стануть основними системами станційної автоматики та повністю витіснять релейні системи. У нашій країні і за кордоном припинені розробки нових релейних систем ЕЦ.

На сьогоднішній день в Україні прискореними темпами ведеться обладнання станцій системами мікропроцесорної централізації стрілок і сигналів, а також ведуться розробки проектів переобладнання станцій на нові МПЦ закордонного та вітчизняного виробництва.

Визначальні фактори, для впровадження нової техніки, що побудована на мікроелектронній основі :

- Релейно контактна техніка давно застаріла і дуже сильно відстає від інших країн світу;
- Пристрої СЦБ на «Укрзалізниці» зношені на 75%;
- Відновлювати об'єкти, побудовані на релейно-контактній логіці – економічно недоцільно, через дороговизну під час виробництва, значних витрат на проектування і виробництво). [1].

Для того, щоб дізнатися наскільки застаріли пристрої ЕЦ необхідно звернути увагу на період коли впроваджувались відповідні системи залізничної автоматики (рис. 1.1).

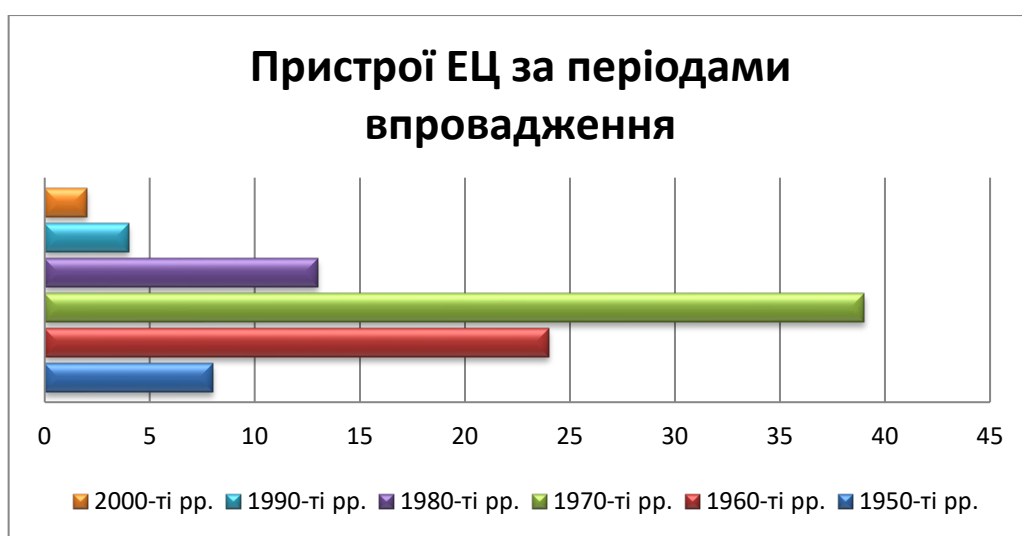


Рис. 1.1 Пристрої ЕЦ за періодами впровадження

На рис 1.1 ми можемо побачити, що основна кількість пристроїв ЕЦ, знаходиться в експлуатації більш ніж 30 років. Даний факт підтверджує, що їх необхідно переобладнувати на мікроелектронну основу. Так як, відновлювати старі системи залізничної автоматики нераціонально, питання щодо впровадження мікропроцесорних систем є досить актуальним. В наш час на «Укрзалізниці» частка МПЦ, становить всього 1% від всієї кількості ЕЦ.

1.2 Мікропроцесорна централізація «Ebilock 950»

Система мікропроцесорної централізації (МПЦ) Ebilock-950 фірми Бомбардьє Транспортейшн АБ, Швеція- повністю електронна комп'ютерна система для забезпечення функцій ЕЦ для управління рухом поїздів.[1]

Система Ebilock-950 сконструйована для роботи при будь-яких ситуаціях руху поїздів для станцій різних систем. Апаратна платформа використовує сучасні технології, які гарантують надійну роботу модульного програмного забезпечення. Представлена система Ebilock-950 експлуатується, з 1978р., Більш ніж на 500 станціях різних розмірів від великих до малих станцій в різних країнах світу. Система централізації підрозділяється на дві основні підсистеми: центральний пристрій централізації і систему об'єктних контролерів. Завдяки цьому включення системи і її тестування можуть проводитися на модульній основі. Система являє обслуговуючому персоналу діагностичну інформацію.

Система Ebilock-950 може бути налаштована для керування відповідною одиночною станцією або для управління декількома станціями і перегонами між ними, без необхідності в окремому обладнанні перегонів пристроями автоблокування. Система розроблена з урахуванням потреб різних замовників з можливістю розширення на основі модульної побудови, має дружній до користувача інструментарій для адаптації до застосування, легко інсталюється і тестується, має високу надійність і конкурентоспроможну ціну, що базується на тривалому життєвому циклі.

Один комплект центрального пристрою централізації, що складається з основного і резервного комп'ютерів (процесорів) може керувати 150 логічними об'єктами (фактичний об'єкт станції в програмі комп'ютера) 1000 виконавчих об'єктів (стрілки, світлофори, обмотки, реле, контакти реле і ін.). Така кількість відповідає, приблизно, станції з 40-60 стрілками. Якщо необхідно запроектувати станцію з великою кількістю стрілок, система може бути розширена шляхом з'єднання декількох центральних пристроїв централізації між собою за допомогою петлі зв'язку. При цьому кожний центральний пристрій централізації керує частиною (районом) станції, закріпленою за ним.

У складі технічних засобів МПЦ передбачені апаратні програмні засоби діагностування їх технічного стану і вимірювання окремих параметрів і пристроїв СЦБ. Інформація про технічний стан видається на АРМ і

реєструється в системному протоколі. Електронна апаратура МПЦ відноситься до відновлюваних виробів, експлуатованих до граничного стану. Для забезпечення заданого рівня надійності передбачається резервування основних вузлів системи. Програмне забезпечення МПЦ захищено від несанкціонованого доступу. Дані в пристроях системи захищені від руйнувань і спотворень при відмовах і збогах електроживлення. При тривалому відключенні електроживлення дані в пристроях системи зберігаються і після його включення відновлюються. МПЦ функціонально сумісна з керуючими і інформаційними системами більш високого рівня.

Система МПЦ складається з процесорного пристрою централізації, який виконує функції обробки залежностей (IPU), системи об'єктних контролерів, яка є інтерфейсом до напільних об'єктів, таких як стрілочні приводи, сигнали і рейкові кола, засоби обслуговування (АРМ електромеханіка), системи місцевого управління і спостереження (АРМ оператора).

Основу МПЦ становить центральний процесорний пристрій IPU950 (комп'ютер обробки залежностей) з трьома процесорами, один і яких служить для виконання небезпечних функцій і два - для виконання безпечних функцій. До безпечних функцій відносяться: управління вхідними даними, обробка залежностей, управління вихідними даними.

Система об'єктних контролерів СОК являє собою модульну систему. Вона забезпечує взаємодію з великим набором різних напільних пристроїв. Інтерфейсні модулі монтуються на друкованих платах і встановлюються на полицях для об'єктних контролерів. Типовий об'єктний контролер являє собою набір друкованих плат для забезпечення функцій вводу/ виводу і обробки інформації відповідно до заданих вимог.

Застосування стандартного персонального комп'ютера в якості апаратної реалізації АРМ дозволяє знизити вартість і спростити експлуатацію і обслуговування системи МПЦ. Програмне забезпечення АРМ функціонує під управлінням операційної системи Windows NT. В АРМ використаний широко

поширений віконний інтерфейс користувача, інтуїтивно зрозумілий і легкий для освоєння.

Реалізація додаткового діагностування стану кабельних та прогнозування їх стану в даній системі відсутня.

1.3 Мікропроцесорна централізація ЕЦ-ЕМ

Мікропроцесорна централізація ЕЦ-ЕМ призначена для того, щоб централізовано керувати об'єктами автоматики, а саме : світлофори, стрілки, переїзди і т.д. При цьому забезпечується високий ступінь безпеки і виконуються всі правила технічної експлуатації залізниць.[3]

Дана система в реальному збирає, оброблює і зберігає інформацію про стан, в якому знаходяться об'єкти централізації. Якщо необхідно, ДСП може отримувати роз'яснюючу інформацію про процес управління. Під час безперервної діагностики системи, інформація результатів діагностики передається в ЕОМ на робоче місце чергового по станції. Головним елементом даної виступає обчислювальний комплекс НВК РА. Призначення даного комплексу – керування стрілками і сигналами.

НВК РА дає можливість централізованого управління станцією, так як в ньому об'єднані функції ЕЦ, зв'язок з персоналом(АРМ ШН, АРМ ДСП) і зв'язок з об'єктом.

НВК РА складається з наступних функціональних частин:

- блоків центральних процесорних пристроїв (БЦПУ), які здійснюють реалізацію логічних залежностей при управлінні технологічним процесом на станції з заданим рівнем безпеки;
- блоків сполучення (БС), що забезпечують зв'язок з центральним постовим пристроєм і програмне керування блоком пристроїв зв'язку з об'єктом і блоком пристроїв безпечного контролю і відключення;
- блоків пристроїв зв'язку з об'єктом, що забезпечують безпосереднє управління об'єктами і контроль їх стану;
- блоків системи введення / виводу (СВВ), які здійснюють узгодження контрольної і керуючої інформації з ЦПУ;

- блоків контролю (модулів введення), які здійснюють контроль стану напільних об'єктів на станції (МСІ);
- блоків управління (модулів виведення МВУ з модулями безпечного контролю і відключення МБКО), які здійснюють управління підлоговими об'єктами на станції і виключають вироблення керуючих впливів при потенційних відмовах;
- пульта інженера-електронщика, що дозволяє отримати дані про стан технічних засобів НВК РА

В блоці БЦПУ реалізовано найважливіші функції контролю і управління. В блоці БЦПУ розміщено три обчислювальних канали. В свою чергу, кожен з них має дві лінії зв'язку з вдома ЕОМ РМ ДСП, за допомогою якого відбувається управління об'єктами централізації. Під час роботи системи одна з ЕОМ перебуває в робочому режимі, друга – в режимі холодного резерву, а третя(за наявності) – в гарячому резерві. Залежно від того в якому стані система, існує три види централізованого управління, а саме : основний, аварійний і допоміжний.

Під час роботи НВК РА реалізовує технологічні алгоритми для того, щоб забезпечити високу пропускну здатність станції при цьому забезпечує необхідні умов безпеки.

Організація живлення напільних пристроїв і релейного обладнання системи ЕЦ-ЕМ, ідентична організації живлення релейних систем централізацій. Якщо на станції можливе зникнення напруги у всіх фідерах, на ній використовується обладнання ПБЖ. За допомогою цього обладнання забезпечується безперебійне електроживлення, в момент коли напруга відсутня.

Попри використання АРМ на базі комп'ютера, діагностування стану кабельних мереж в цій системі не реалізоване.

1.4 Мікропроцесорна централізація 01.ESB-UA-2008

Першою МПЦ яка знайшла впровадження на магістральному залізничному транспорті Укрзалізниці була мікропроцесорна централізація

стрілок і сигналів 01.ESB-UA-2008 яка була створена словацькою компанією “BETAMONT” та за підтримки Укрзалізниці була адаптована для роботи на Львівській залізниці. Даною системою обладнана станція Доманиці в лютому 2010 року.

Адаптація системи для умов залізничного транспорту України відбувалась близько двох з половиною років, при цьому було внесено в систему ряд доповнень зокрема було доповнено систему рейковими колами, поєднано із пристроями автоблокування та доповнено пристроями безперервного кодування колій. Однією з умов було обов’язкове використання стаціонарного обладнання вітчизняного виробництва.

Слід відзначити що за період експлуатації даної системи особливих зауважень до її функціонування немає, але з ряду причин дана система поки що не знайшла широкого впровадження на залізницях України.

Перевагами даної системи є компактність, невелика кількість реле і відсутність пульта управління - його замінює два монітора, клавіатура і мишка. Данна система може працювати більше 24-х годин без зовнішнього електропостачання.

Дані, що передаються з модулів центрального процесора, оброблені в ПК і циклічно зображені після закінчення 0,5 с на екрані монітора комп'ютера управління. Під час виведення аварійних команд графічне зображення доповнено текстовою випискою відхилень від правильного стану зовнішнього запобіжного пристрою. Використовуваний принцип зображення текстової виписки і графіків забезпечують зрозуміле зображення інформації, необхідної для видачі аварійної команди.

З точки зору роботи система розділена на чотири рівні:

- рівень комп'ютерів управління,
- рівень технологічних комп'ютерів,
- рівень релейних контурів,
- рівень зовнішніх пристроїв.

Захист від перенапруги комп'ютерної частини забезпечена на декількох рівнях. У контурах живлення використовуються громовідводи і варистори. Входи в комп'ютерну частину мають гальванічну розв'язку, а також використовуються плавкі запобіжники. Виходи комп'ютерної частини також мають гальванічну розв'язку; жодна лінія електронної частини посту не виведена без гальванічної розв'язки з центрального поста.

У комп'ютері управління дані архівуються на жорсткому диску. У поїзному журналі реєструються всі обов'язкові документовані дії, прийняті чергування, текстові коментарі.

Пристрій завжди оснащений 100% резервом. Може експлуатуватися з холодним або гарячим резервом.

Комп'ютерна частина пристрою не вимагає особливого обслуговування. Релейна і зовнішня частина обслуговуються за допомогою відповідних інструкцій з обслуговування та експлуатації, виконуються профілактичні заходи. Більш серйозні заходи по запобіганню виходу з ладу пристроїв виконує компанія виробник.

1.5 Мікропроцесорна централізація UMBIS

Система мікропроцесорної централізації (МПЦ) UMBIS – станційна автоматизована система управління, призначена для контролю та управління поїздами та маневровою роботою на станції та прилеглих перегонах із забезпеченням вимог безпеки руху.

Система UMBIS забезпечує:

- технологічне управління об'єктами автоматики на станції (основні функції електричної централізації стрілок та сигналів на станції);
- контроль за станом об'єктів автоматики на станції;
- забезпечення безпеки руху поїздів;
- діагностику об'єктів автоматики та самодіагностику елементів системи;

- ув'язування із системами такого ж або вищого рівня (системи диспетчерської централізації);
- архівацію інформації про стан об'єктів управління та контролю, дій оператора, даних діагностики роботи складових елементів системи.

Склад системи

Верхній рівень

Рівень апаратури управління та контролю представлений основним та резервним автоматизованим робочим місцем (АРМ) чергового по станції та автоматизованим робочим місцем (АРМ) електромеханіка.

Обмеження несанкціонованого доступу до робочих місць та відсутність можливості несанкціонованого внесення змін до робочої програми системи UMBIS дозволяють забезпечити збереження та конфіденційність інформаційних ресурсів системи.

Середній рівень

Середній рівень системи є програмно-апаратним комплексом, який відповідає за контроль та перевірку основних залежностей логіки централізації, видачу команд управління, а також забезпечення зв'язку між підсистемами.

До складу середнього рівня системи входять контролери централізації та об'єктні контролери.

нижній рівень

Нижній рівень системи представлений напільним обладнанням, до складу якого входять: стрілочні приводи, світлофори з сучасними світлодіодними головками, датчики рахунку осей, стійки живлення, кабельна продукція. Діагностування кабельних мереж в даній системі не реалізовано.

1.6 Мікропроцесорна централізація МПЦ-АСК

Мікропроцесорна централізація «МПЦ-АСК» призначена для централізованого контролю та управління стрілками, сигналами, переїздами та іншими об'єктами на залізничних станціях з урахуванням виконання всіх вимог, що пред'являються до пристроїв електричної централізації стрілок та сигналів, в умовах високого ступеня безпеки (не нижче за релейні електричні централізації). Мікропроцесорна централізація може застосовуватися на всіх малих, середніх та великих станціях (вузлах, роздільних пунктах та роз'їздах) з поїздними та маневровими пересуваннями внутрішньозаводського (промислового) залізничного транспорту.

Апаратура та обладнання "МПЦ-АСК" розраховані на тривалий термін експлуатації. Середній термін експлуатації постового обладнання мікропроцесорної централізації становить 25 років. Обладнання, яке відпрацювало встановлений термін експлуатації та не відповідає технічним вимогам, підлягає заміні. За місцем розміщення обладнання, «МПЦ-АСК» є мікропроцесорною централізацією з центральними залежностями та централізованим розміщенням обладнання. За способом організації електроживлення напільних пристроїв, МПЦ-АСК відноситься до МПЦ з централізованим живленням. Як напільні пристрої використовуються типові пристрої СЦБ. Для управління напільними пристроями МПЦ-АСК використовуються пристрої сполучення. Обладнання МПЦ може бути розташоване як у капітальних будинках постів ЕЦ, так і в транспортабельних модулях. Мікропроцесорна централізація побудована за модульним принципом, який забезпечує можливість оптимальної конфігурації для конкретних проектних рішень, включає:

- пристрої електроживлення;
- шафи керування МПЦ-АСК;
- автоматизовані робочі місця (АРМ ДСП, АРМ ШН та АРМ ЕОП);

- підлогове обладнання СЦБ.

МПЦ-АСК складається з трьох рівнів:

1. нижній рівень (збір інформації від напільного обладнання);
2. середній рівень (обробка інформації та реалізація алгоритмів МПЦ);
3. верхній рівень (управління та контроль МПЦ);

Як і в інших системах, реалізація діагностування кабельних мереж в даній системі – відсутня.

1.7 Система мікропроцесорної централізації МПЦ-У

Вітчизняні системи мікропроцесорної централізації МПЦ-У виробництва Сєверодонецьким НВО «Імпульс» - комплекси технічних і програмних засобів, призначені для створення мікропроцесорних інформаційно-управляючих систем керування рухом поїздів на станціях і перегонах. Дані комплекси в повній мірі відповідають сучасним вимогам до побудови мікропроцесорних систем управління рухом поїздів.[4]

МПЦ-У призначена для централізованого контролю, управління та регулювання рухом поїздів на залізничній станції у реальному масштабі часу, забезпечення безпеки руху та достовірності відображення інформації про поїзне положення, розширеного контролю та діагностування технічних засобів залізничної автоматики, з урахуванням всіх вимог, що встановлюються технічним завданням, Правилами технічної експлуатації залізниць України до пристроїв електричної централізації стрілок та сигналів.

У МПЦ-У забезпечена можливість сполучення з колійними та постовими пристроями СЦБ, які використовуються на «Укрзалізниці». МПЦ-У забезпечує:

- можливість зміни МПЦ-У, що експлуатується, з мінімальними витратами і без істотної зміни структури МПЦ-У;
- можливість збільшення кількості одночасно працюючих автоматизованих робочих місць ДСП;

- поетапне нарощування кількості ТЗА і розширення функціональності МПЦ-У в рамках меж розвитку станції. При цьому виконується повний цикл робіт з перевірки МПЦ-У після внесення змін.

До основних рішень щодо забезпечення надійності технічних засобів МПЦ-У відносяться:

- три обчислювальні канали центрального пристрою контролю і управління з мажоритарною обробкою інформації між каналами за принципом «2 з 3» та контролем розбіжностей між каналами;

- передача команд щодо управління в пристрої зв'язку з об'єктом та приймання контрольної-діагностичної інформації від них здійснюється за трьома радіальними незалежними оптичними лініями зв'язку;

- реалізація апарату управління (пульту управління) на основі незалежних резервованих робочих станцій промислового виконання.

- передача команд від апарату управління в три канали центрального пристрою контролю і управління та приймання контрольної-діагностичної інформації в апараті управління від трьох каналів центрального пристрою контролю і управління здійснюється за допомогою резервованих радіальних оптичних ліній зв'язку;

- контроль та діагностування технічних і програмних засобів МПЦ-У;

- контроль та діагностування постових і колійних пристроїв сигналізації, централізації та блокування (далі – СЦБ);

- виявлення відмов і передвідмовних станів пристроїв МПЦ-У, постових та колійних пристроїв СЦБ.

До основних рішень щодо забезпечення надійності ПЗ МПЦ-У відносяться:

- функціональне ПЗ створюється на основі закінчених типових функційних блоків, які розробляються та тестуються незалежно один від одного;

- всі компоненти ПЗ мають модульну структуру. Текст кожного програмного модулю має прозору та чітку структуру для сприйняття та розуміння логіки функціонування як в цілому модуля, так і кожної його частини;

- повне функціональне тестування ПЗ на етапах розроблення, функціонування, модифікації за допомогою спеціалізованого тестового програмно-технічного комплексу;

- компоненти ПЗ забезпечують постійне самодіагностування та самоконтроль (контроль ділянок пам'яті, контроль допустимої тривалості виконання програми, контроль працездатності пристроїв МПЦ-У) без впливу на виконання основних функцій;

- вся вхідна інформація, що використовується ПЗ, захищається від спотворення (контроль працездатності пристроїв обміну інформації, формування та перевірка контрольних сум на всіх рівнях обміну інформації, а також застосуванням метода голосування за принципом більшості);

- дотримання технології розробки ПЗ відповідно до ДСТУ 3918. Процес розроблення ПЗ виконується за етапами. Кожен етап завершується аналізом результатів та детально документується.

До основних рішень щодо забезпечення ремонтпридатності МПЦ-У відносяться:

- розміщення основної апаратури у конструктивно та функційно закінчених змінних модулях у вигляді ТЕЗ;

- відновлення справного стану МПЦ-У здійснюється силами експлуатаційного штату, який попередньо пройшов навчання Розробником та здав відповідний залік. При відновленні виконується заміна приладів або пристроїв, які відмовили, справними з комплекту АВЗ (ЗІП), розміщених на посту ЕЦ, без переривання роботи всієї МПЦ-У (без вимикання живлення). Перелік АВЗ при включенні МПЦ-У складається Розробником та узгоджується з керівником дистанції сигналізації та зв'язку;

- передача несправних пристроїв МПЦ-У в сервісні служби Споживача (Розробника) для їхнього ремонту з дотриманням технологій, використаних при їхньому виробництві та зазначених у технічній документації на МПЦ-У.

Вперше МПЦ-У в квітні 2012 р введена в дослідну експлуатацію на ст. "Переездная" (МПЦ-У "Переездная") Донецької залізниці. На даний момент

система експлуатується на ряді станцій Укрзалізниці. МПЦ-У як сучасна альтернатива експлуатованим на залізницях релейним системам електричної централізації забезпечує суттєве підвищення безпеки і надійності управління рухом поїздів на залізничних станціях з різним об'ємом поїзної роботи, включаючи високошвидкісні ділянки.

В даній системі також відсутні міри, щодо діагностування кабельних мереж станції.

1.8 Постановка задачі

Актуальність роботи. Для забезпечення надійної роботи систем регулювання рухом поїздів нормативними документами передбачено проведення періодичного технічного обслуговування, що включає контроль стану кабельних мереж як безпосередньо під час експлуатації, так і в ремонтно-технологічній дільниці дистанції сигналізації та зв'язку. Недоліками існуючої технології обслуговування пристроїв кабельних мереж є: значні затрати часу та ручної праці; неможливість проведення безперервного контролю і своєчасного виявлення можливих дефектів та пошкоджень; відсутність можливості виявлення деяких скритих дефектів, суб'єктивність отриманих результатів та їх недостатня точність, пов'язана з візуальною реєстрацією. Все це негативно впливає на ефективність поїзної роботи на станціях.

Крім вказаних недоліків дана технологія, несе з собою також значні експлуатаційні витрати а враховуючи можливості впровадження швидкісного руху ще й зменшення пропускної здатності дільниць.

Подальше підвищення ефективності технічного обслуговування кабельних мереж та зменшення експлуатаційних витрат можливе за рахунок прогнозування виникнення відмов, з організацією на цій основі безперервного контролю технічного стану кабельних мереж, а при виявленні відмови визначення її характеру і локалізації. Таким чином, розробка підсистеми діагностування кабельних мереж в мікропроцесорній централізації є актуальною задачею.

Метою роботи є розробка підсистеми діагностування стану кабельних мереж

Завданням роботи є:

- аналіз можливостей існуючих систем мікропроцесорної централізації що до контролю та діагностування стану кабельних мереж;

- розробка методів прогнозування для підвищення ефективності контролю кабельних мереж під час їх експлуатації та зменшення часу на їх технологічне обслуговування.

- розробка підсистеми діагностування для підвищення ефективності контролю кабельних мереж під час їх експлуатації на базі існуючих систем мікропроцесорної централізації.

Об'єкт дослідження – процес технічного обслуговування кабельних мереж в мікропроцесорних системах централізації.

Предмет дослідження – методи та засоби для контролю кабельних мереж в мікропроцесорних системах централізації.

Для вирішення поставлених задач застосовано: метод імпульсної рефлектометрії, хвилевий метод, метод хвилі напруги, що біжить, хвильовий метод імпульсного струму, метод короткочасної дуги, метод вимірювання часткових розрядів.

1.9 Висновки до першого розділу

В першому розділі проведено аналіз систем на мікропроцесорній елементній базі, які застосовуються на залізницях України. Метою аналізу було визначення ступеня контролю та діагностування кабельних мереж в кожній з розглянутих систем.

За результатами аналізу з розглянутих систем МПЦ однією з найбільш ефективних і перспективних для діагностики стану кабельних ліній є система МПЦ-У. Хоча дана система має свої недоліки, однак її використання на

залізницях України дуже актуальне і тому цю систему можна використати для подальшого аналізу і покращення діагностування стану кабельних ліній.

2 СИСТЕМА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ МПЦ-У

Розглянемо систему більш детально, насамперед на предмет діагностування стану кабельних мереж.

Система МПЦ-У за способом розміщення апаратури живлення та методом виконання залежностей між стрілками та світлофорами і ворожими маршрутами – є централізованою. Складається з підсистем:

- підсистема контролю зв'язку (ПКЗ);
- підсистема контролю та управління (ПКУ);
- підсистема контролю та діагностування (ПКД);
- підсистема зв'язку з об'єктами (ПЗО);
- підсистема електроживлення (ПЕ).
- підсистема взаємодії з оператором (ПВО);

2.1 Система комплексної перевірки функціонування МПЦ-У

Призначена для перевірок функцій постачань комплекту МПЦ-У, демонстрації споживачеві готовності МПЦ-У, а також для забезпечення підтримки життєвого циклу МПЦ-У із внесенням змін до складові частини МПЦ-У. До складу МПЦ-У не входить.

Система перевірки виконує наступні основні функції:

- імітація роботи (стрілок, світлофорів та ін.), В тому числі імітація порушень, відмов у роботі, ліній зв'язку;
- імітація поїзної роботи на станції;
- візуалізація поточного стану МПЦ-У, імітованих об'єктів і поїзної ситуації на станції, що формуються імітатором;
- архівація параметрів роботи МПЦ-У і імітованих об'єктів;
- реєстрація подій;
- протоколювання результатів перевірок.

2.2 Система автоматизованого проектування (САПР)

У СНВО «Імпульс» реалізований повний цикл створення СКУ (розробка технічних і програмних засобів, виготовлення, комплекс випробувань і впровадження). При розробці застосовуються САПР. Науково-дослідні та конструкторські підрозділи оснащені найсучаснішими робочими місцями та приладами.

Програмне забезпечення МПЦ-У містить комплекс алгоритмів, технологічних програм, програм системної підтримки, програм сполучення з

напільним обладнанням, а також сукупність баз даних, що забезпечує контроль технологічного процесу станції.

Внутрішнє ПЗ: забезпечує виконання наступних функцій: управління стрілкою, керування нитками ламп світлофора, контроль станів контактів реле,

управління реле, перевірка на відсутність помилок та розподіл інформації між

абонентами мережі та ін. ПЗ диверситетних каналів модулів зв'язку з об'єктом

(реалізованих на базі мікроконтролерів різних виробників) розроблено двома незалежними групами програмістів двома різними мовами програмування.

Прикладне ПЗ: розробляється на етапі проектування МПЦ-У конкретної станції та призначено для реалізації функцій:

- комплексного управління об'єктами залізничної автоматики СЦБ всієї станції, забезпечення функціональної безпеки відповідно до вимогами ТЗ;
- забезпечення взаємодії з оператором (ДСП) з контролю та управління рухом поїздів на станції, контролю стану постових та польових пристроїв СЦБ, пристроїв МПЦ-У відповідно до вимог ТЗ.

Сервісне ПЗ: забезпечує взаємодію з ШН для контролю та

діагностування польових та постових пристроїв, параметрів електроживлення, а

також технічних та програмних засобів МПЦ-У.

Інструментальне ПЗ: призначене для розробки, верифікації та тестування вбудованого ПЗ у пристрої та прикладного ПЗ.

2.3 Призначення і умови застосування АРМ-Ц ШН СКД.

Автоматизоване робоче місце чергового електромеханіка являє собою робочу станцію, призначену для виконання наступних функцій:

- прийому від компонентів МПЦ-У інформації про поїзну ситуацію на станції, стан об'єктів контролю і управління, стан устаткування МПЦ-У;
- подання на відеокадрі однопунктного плану станції з відображенням функціонального і діагностичного станів об'єктів контролю та управління в реальному масштабі часу;
- відображення узагальненого стану для кожної групи об'єктів станції, таких як рейкові кола, світлофори, перегони, стрілки, автоматична локомотивна сигналізація (далі - АЛС);
- відображення розширеного діагностичного та функціонального станів для кожного об'єкта станції;
- відображення узагальненого стану обладнання та програмних засобів МПЦ-У, а також розширеного стану кожної шафи, модуля;
- формування та відображення текстових повідомлень на відеокадрах про виникнення порушень, аварійних ситуацій в роботі об'єкта контролю та управління, відмов технічних засобів МПЦ-У;
- архівування всієї інформації, пов'язаної з функціонуванням МПЦ-У і станції;
- архівування всіх дій оператора (чергового по станції), що виконуються на АРМ-Ц ДСП;
- перегляду архівів подій, порушень, дій оператора у вигляді: о текстових повідомлень; о графіків зміни параметрів;

- різних додаткових сервісних операцій.[5]

2.4 Основні рішення для забезпечення функційної безпечності ПЗ МПЦ-У

До основних рішень щодо забезпечення функційної безпечності ПЗ МПЦ-У відносяться:

- діверсність ПЗ в модулів зв'язку з об'єктом виконана на мікроконтролерах з різною архітектурою й різним ПЗ, яке розроблене двома незалежними програмістами та виконує однакові функції;

- застосуванням алгоритмів оброблення вхідної інформації та прийняття рішення щодо управління об'єктами СЦБ за принципами «2 із 3», «2 із 3Р» та «2 із 2»;

- аналіз результатів контролю та діагностування, з переходом окремих компонентів у безпечний або захисний стан при виникненні порушень;

- комплексний захист інформації від спотворень;

- застосування алгоритмічно-відпрацьованих програмних модулів, які використовуються відповідно до колійного розвитку станції;

- проведення верифікації ПЗ МПЦ-У на всіх етапах життєвого циклу ПЗ: розробки комплексних проектних рішень та вимог до ПЗ, проектування, кодування, інтеграції, супроводження.

- проведення верифікації ПЗ МПЦ-У з урахування максимальної незалежності, а саме: проведення попередніх випробувань ПЗ виконується комісією, до якої входять незалежні фахівці Розробника, та відповідно до розроблених та затверджених програм і методик випробувань; верифікація кожного компонента ПЗ проводиться групою фахівців (фахівці окремого підприємства), які адміністративно та фінансово незалежні від фахівців-розробників ПЗ; контроль якості розробки незалежним підрозділом Розробника, щодо забезпечення якості продукції.

2.5 Апаратна частина системи МПЦ-У

Апаратна частина системи МПЦ-У складається з наступного обладнання:

- шафи контролю та управління ШКіУ;
- шафи сполучення ШС-5;
- шафи розподільчої ШР-5;
- робочої станції РС ДСП та РС ШН СКД;
- пульта допоміжного управління ПВУ-1;
- підсистеми електроживлення (наприклад - шафи ввідно розподільчої перетворюючої ШВРП-ЕЦТ та шафи гарантованого живлення логіки ШГПЛ для ЕЦ малих станцій).

2.6 Переваги системи МПЦ-У

До переваг системи відносяться:

- високий рівень безпеки, який відповідає як європейським (CENELEC, SIL4), так і національним стандартам безпеки;
- можливість побудови систем централізації відповідно до стандартів «простору 1520» і європейськими стандартами забезпечення безпеки руху (ERTMS / ETCS);
- кіберзахищеність МПЦ-У, яка задовольняє вимоги відповідних стандартів ISO і IEC;
- безконтактне управління стрілками і сигналами з повним виключенням релейних компонентів;
- випробовані в МПЦ-У програмно-технічні засоби є основою для побудови інших систем (МАБ-У, МДЦ-У, МРЦ-У і ін.), забезпечуючи високі показники уніфікації, надійність і безпеку стислі;
- наявність всіх необхідних інтерфейсів для сполучення з різними електричної централізації (ЕЦ), диспетчерської централізації (ДЦ), системами управління перевезеннями і ін .;

- забезпечено захист від комутаційних, грозових перенапруг і коротких замикань (грозозахист);
- застосування системи автоматизованого проектування при розробці і модифікації прикладного програмного забезпечення із захистом від несанкціонованого доступу;
- наявність системи єдиного часу, яка отримує сигнали точного часу від супутникових систем навігації;
- надійний захист від атмосферних і комутаційних перенапруг, коротких замикань, перенапруг;
- відсутність вентиляторів (як найбільш ненадійних елементів) для відводу тепла від електронних компонентів;
- виконання апаратури МПЦ-У, що дозволяє розміщувати її в транспортабельних модулях і експлуатувати в широкому діапазоні кліматичних умов.

2.7 Висновки до другого розділу

Після детального огляду мікропроцесорної системи МПЦ-У можемо зробити висновок, що в цій системі досить мало уваги приділяється кабельним мережам. Отже вихід з ладу кабельних мереж може призвести до затримок в роботі системи. За результатом прийнято рішення стосовно розробки підсистеми діагностування стану кабельних мереж.

3 МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ КАБЕЛЬНИХ МЕРЕЖ

3.1 Застосування функціонального діагностування для контролю стану кабельних мереж

Під час діагностики об'єкт, який діагностують (кабельні мережі) підлягає випробуванням. Тобто, під час діагностики, об'єкт який діагностують піддається деякому багаторазовому впливу, наступном кроком аналізують і вимірюють відповіді на ці впливи. Для того, щоб виміряти і проаналізувати дані відповіді використовують відповідні засоби діагностики. Засоби діагностики і об'єкт діагностики складаються систему діагностування.

Існує дві системи діагностування (рис. 3.1). На рис. 3.1,а зображена система тестового діагностування, під час використання даної системи на ОД подаються впливи тільки за допомогою ЗД, ніяких інших впливів не надходить. Це дає можливість вибирати послідовність і склад впливів, для забезпечення всіх умов, щоб процес діагностування був ефективним. Дивлячись на те, як об'єкт реагує на попередні дії, є можливість призначати кожен наступний вплив. В даній системі впливи називають тестовими.

На рис. 3.1,б зображена система для функціонального діагностування. В даній системі на ОД поступають робочі дії, які обумовлені функціонуванням цього об'єкта, засоби діагностики в даній системі не використовуються. Дана система, здійснює пошук несправностей, вирішує завдання, щодо правильно функціонування, безпосередньо під час того коли ОД знаходиться в робочому функціонуванні.

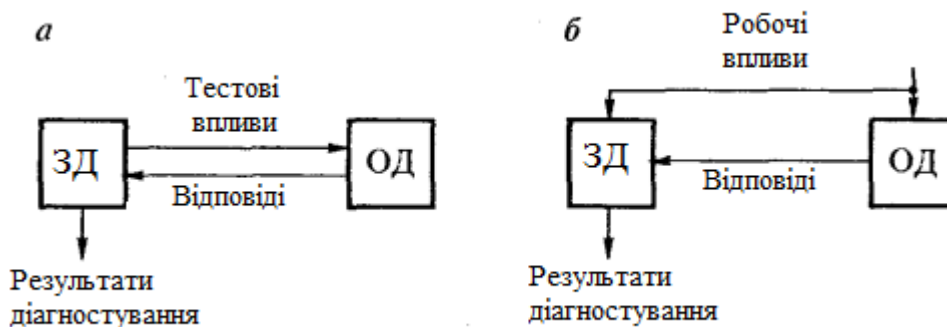


Рис.3.1 Структурні схеми систем діагностування технічного стану ОД: а – система тестового діагностування; б – система функціонального діагностування.

Представимо, що схема 3.1,б складається з двох блоків(рис. 3.2). В даній схемі, в схемі контролю знаходиться допоміжна апаратура. З задої схеми видно, що результат діагностування – це сигнал, сформований під час появи дефекту в ОД, або в СК.

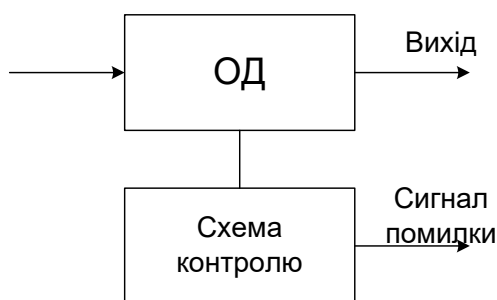


Рис.3.2 Блок-схема функціонального діагностування

Щоб оцінити, наскільки ефективно функціональне діагностування застосовується характеристика яка називається достовірність результату роботи. Дана достовірність D описує характеристики надійності об'єкта діагностики і схеми контролю.

Загалом після діагностування можливі три події, а саме : ОД вчасності кабельні мережі з контролем працює правильно, ОД з контролем показує наявність помилки, за результатами роботи ОД з контролем неможливо сказати нічого визначеного. Якщо об'єкт працює справно або метод контролю, що використовується, дозволяє визначити помилку, результат правильно зображує істинний стан ОД. Коли за допомогою методу, що використовується, не

вдалося визначити помилку, яка виникла під час діагностики, або навпаки – помилка відсутня, а СК показує що вона є, сказати щось про істинний стан об'єкта діагностування нічого.

Три події, описані вище, створюють повну групу подій. Позначимо вірогідності їх появи відповідно $P_{np}(t)$, $P_{oo}(t)$, $P_{nr}(t)$. Тоді

$$P_{np}(t) + P_{oo}(t) + P_{nr}(t) = 1. \quad (3.1)$$

Отже, достовірність

$$D(t) = P_{np}(t) + P_{oo}(t) = 1 - P_{nr}(t) \quad (3.2)$$

Підбиваючи підсумки, можна сказати, що під час діагностики порівнюють роботу ідеального пристрою з реальним. Для діагностування необхідно вирішити такі основні задачі : вибір і створення моделі об'єкту діагностування, синтез тесту, створення алгоритму діагнозу, синтез і втілення засобів діагнозу.

3.2 Прогнозування відмов кабельних мереж

Для того, щоб під час експлуатації обладнання підвищити його надійність, використовується прогнозування відмов. Сенсом прогнозування відмов являється те, що пошкоджені елементи можна виявити до того як виникне відмова і замінити їх.

Існує два методи прогнозування: інструментальний і статистичний. Якщо зміну якості елементів можна контролювати засобами вимірювання, використовується інструментальне прогнозування. Якщо параметри елемента контролювати неможливо, використовується статистичне прогнозування.

Прогнозування відмов відбувається в нормальних режимах і в спеціальних режимах, які імітують знос елементів, старіння і т.д. При використанні нормальних режимів з деякою періодичністю розраховують прогнозуючий параметр. При аналізі результатів розрахунків даного параметра, знаючи його допустиму величину, є можливість заздалегідь відновити або замінити елемент з дефектом.

За допомогою спеціальних режимів, можна зімітувати знос або старіння елемента. Як наслідок, в цьому режимі можна заздалегідь знайти зміни прогнозованого параметра і запобігти відмови.

Суть даного методу полягає в тому, за допомогою відомих статистичних даних про час роботи виробу без відмов, розраховується час, впродовж якого надійність об'єкта не нижче ніж задана, після того, як цей час закінчується проводиться профілактична заміна або відновлення елемента з прогнозованою несправністю.

Даний метод не такий точний як інструментальний, тому що при його використанні не враховуються реальні умови експлуатації об'єктів. Окрім цього, для використання статистичного методу витрачається багато елементів.

Після перевірки, результати параметрів, які прогнозували записуються в спеціальні журнали, або в технічній документації об'єкта який перевірявся. За допомогою цих записів при кожній перевірці можна порівнювати її результати і спостерігати за динамікою зміни параметра який прогнозується.

Найрадикальнішим вирішенням щодо проблеми прогнозування стану об'єктів являється впровадження автоматизованого контролю, що забезпечить більш глибокий контроль та пошук можливих дефектів, при цьому витрати часу - зменшаться.

Пошкодження кабелю відбуваються:

- із-за стихійних лих, попадання тягових струмів і грозових розрядів;

- від механічних дій і впливу навколишнього середовища;

- із-за порушень правил виробництва земляних робіт і ін.

Обриви кабелю і окремих жил нерідко відбуваються з вини працівників служби СЦБ, інших служб і організацій, заводів-виготівників, зловмисників:

- при земляних роботах, що проводяться в районі кабельних трас працівниками дистанцій сигналізації і зв'язку або іншими організаціями, зокрема у присутності електромеханіка, що не знає кабельну трасу;

- із-за укладання кабелю на глибину менше нормативною;

- із-за корозії кабелю, що тривалий час пролежав перед обробленням у вологому середовищі;
- унаслідок невідповідності кабельної траси кабельному плану;
- у тому випадку, коли роботи проводяться без узгодження з дистанцією сигналізації і зв'язку.

При транспортуванні кабель піддається ударам і вібраціям, а при прокладці і монтажі згинається спочатку в кабелеукладацьнику, а потім при викладенні кінців кабелю (у формі котловану). Зміни швидкості руху і вимушені зупинки кабелеукладацьника приводять до появи в кабелі розтягуючих зусиль. Механічні дії на кабель надають також ті, що просіли ґрунту, вібрації на ділянках з кабельною трасою, що проходять під дорогами з інтенсивним рухом або уздовж них. В результаті ушкоджується кабельна оболонка, що приводить до погіршення електричних характеристик кабелю.

З кліматичних дій найбільш шкідливі для кабельних ліній зміни температури і вологість. Із зміною температури міняється опір жил кабелю. При пониженні температури погіршуються ударна в'язкість і міцність на розтягування ізоляційних матеріалів; розтріскується або розривається захисний джутовий покрив, просочений бітумом; підвищується відносна вологість усередині кабелю. Волога сприяє руйнуванню захисних оболонок кабелю, оскільки що потрапила навіть в найдрібніші тріщини вода в зимовий час замерзає і, розширюючись, збільшує тріщини. Волога може проникнути всередину кабелю через пластмасові оболонки унаслідок дифузії.

Кабелі в свинцевій, пластмасовій і полівінілхлоридній оболонках ушкоджуються гризунами, а верхні джутові покриття броньованих кабелів можуть руйнуватися цвіллю. Грозові розряди, силові установки і могутні радіостанції також надають дії, що у ряді випадків заважають.

У міру старіння кабелю у полівінілхлоридних оболонках знижуються морозостійкість і ізоляційні властивості. Процес старіння прискорюється під впливом хімічних середовищ, високих температур і напруженості електричного поля, механічних дій.

Вирішення цих проблем лежить в необхідності розвивати діагностику стану кабельних ліній, і, зокрема, за рахунок розробки методів і засобів вимірювання часткових розрядів.

3.3 Методи діагностування кабельних ліній

При виконанні даної роботи, для діагностування кабельних ліній використовуються такі методи : хвильовий метод (метод хвилі напруги, що біжить, метод хвилі струму, що біжить), метод імпульсної рефлектометрії, метод вимірювання часткових розрядів, метод короткочасної дуги. Також розглядаються прилади, які працюють по принципу даних методів. Окрім методів, розглянутих в даній роботі існує ще мостовий метод, але його використання в даній роботі являється недоцільним, так як для того, щоб використовувати даний метод, жили кабелю необхідно відключити від навантаження, що в свою чергу приведе до зупинення роботи пристроїв СЦБ.

Метод імпульсної рефлектометрії

Даний метод використовують для того, щоб виявити місце в якому пошкоджені силові кабельні лінії.[6]

Для того, щоб визначити місце пошкодження виконуються наступні дії:

- Кабель зондується за допомогою імпульсів напруги.
- Приймаються імпульси, що відбиваються від пошкодженого місця і неоднородностей хвильового опору.
- На фоні перешкод виділяються віддзеркалення від пошкодженого місця.
- Визначається відстань до пошкодженого місця за допомогою тимчасової затримки зондуючого імпульсу до відбитого.

На рис 3.3 зображена структурна схема імпульсного рефлектометра

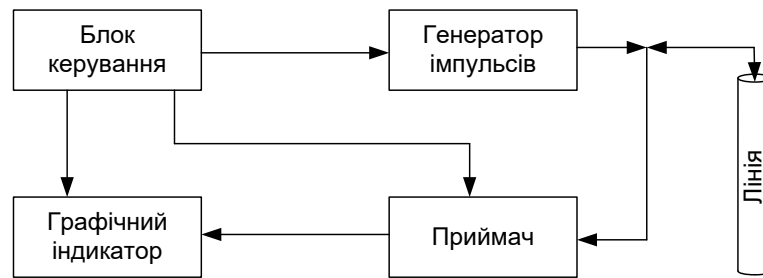


Рис. 3.3 Структурна схема імпульсного рефлектометра

Зондуючі імпульси, з генератора імпульсів подаються в лінію. З лінії, відбиті імпульси поступають в приймач, який їх перетворює. З виходу приймача, перетворені сигнали поступають на графічний індикатор. Усі блоки імпульсного рефлектометра працюють за допомогою сигналів блоку управління.

Рефлектограма лінії вітворюється на графічному індикаторі, рис. 3.4



Рис. 3.4 Рефлектограма лінії

Від типу пошкодження або неоднорідності залежить вид відбитого сигналу. Для прикладу, під час обриву імпульс, що зондує має таку саму полярність як і відбитий, а під час короткого замикання полярність змінюється, рис. 3.5

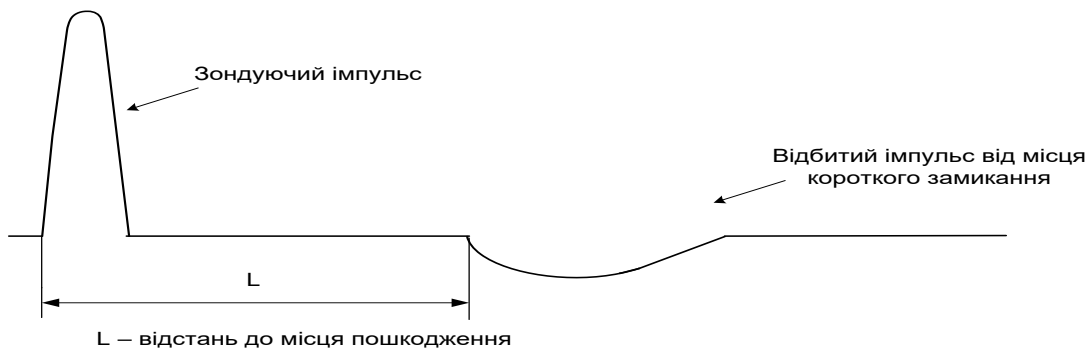


Рис. 3.5 Наочне відображення на рефлектомері

Цей метод є найпопулярнішим, так як має ряд переваг:

1. За допомогою рефлектограми можна знайти всі елементи кабельної лінії, а саме : її початок, відгалуження кабельної лінії, муфти, кабельні вставки, кінець кабельної лінії, а також місце пошкодження. Знайти відстань до дефекту кабелю, чи будь-якої його неоднорідності.

2. Досить точно визначається відстань до пошкодженого місця, а вимірне значення відображається на екрані.

3. Даний метод є досить простим і зручним для застосування, так як необхідний лише один прилад.

4. За допомогою даного методу є можливість визначати досить багато типів пошкоджень, а саме : обрив лінії, коротке замикання, зниження опору ізоляції.

Для того, щоб в пошкодженому місці перетворити високі опори в низькі, що необхідно для того щоб використовувати даний метод, використовується операція пропалення.

Коли пропалююча установка діє на кабельну лінію в пошкодженому місці виникає пробій, після чого протікає струм, що приводить до виділення енергії, за рахунок цього канал пробою вуглецюється. В пошкодженому місці опір зменшується

Але використання даної операції має свої недоліки :

- Необхідні додаткові витрати(енергетичні і апаратні).

- Після пропалення, опір в пошкодженому місці знижується, що дає можливість використовувати метод імпульсної рефлектометрії, проте не дає можливість використовувати акустичний метод.
- Під час пропалення в пошкодженому місці виділяється багато енергії, яка може нанести шкоду сусуднім кабелям. Також, під час пропалення на кабель діє велике навантаження, яке може негативно вплинути на подальшу його експлуатацію.

Хвильовий метод

Коли в пошкодженому місці виникає пробій в кабельній лінії з'являються хвильові процеси.

Для визначення відстані до пошкодженого місця існує два варіанти хвильового методу: метод хвилі напруги, що біжить, і метод імпульсного струму.

Метод хвилі напруги, що біжить

При застосуванні даного методу, в кабельну лінію подається напруга, яку помалу підвищують. Схема втілення даного методу, наведена на рис. 3.6

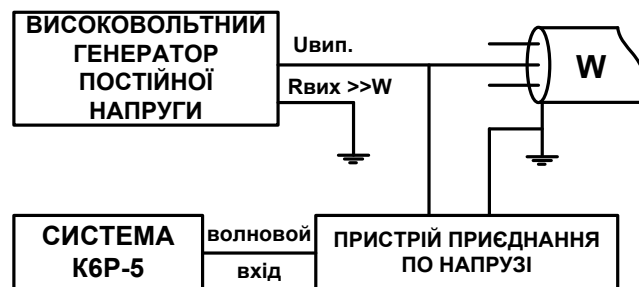


Рис. 3.6 Схема втілення хвильового методу

Після подачі напруги, в кабельній лінії виникає пробій і розряд. У пошкодженому місці утворюються електромагнітні хвилі позитивної полярності, так як полярність поданої напруги – негативна, як і коефіцієнт віддзеркалення в місці виникнення пробою.

Хвильовий процес при даному методі, показаний на рис. 3.7

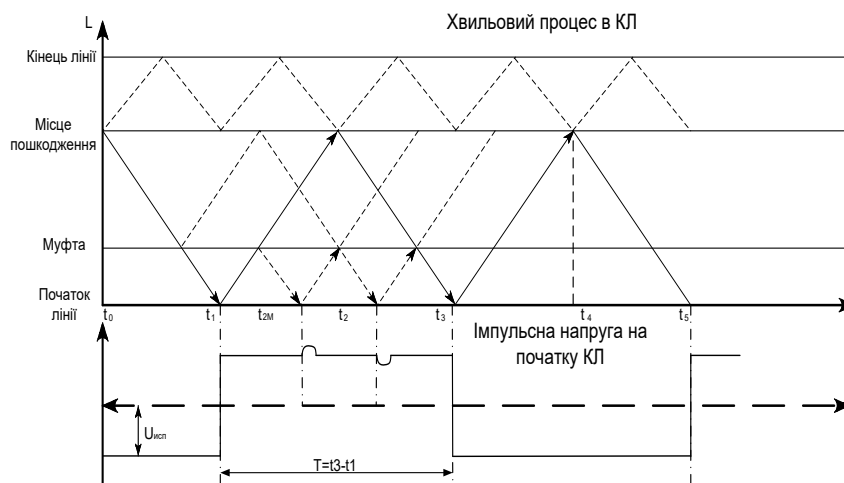


Рис. 3.7 Хвильовий процес

Під час цього методу, одна з хвиль, що утворилися розповсюджується від місця пробую до початку кабелю, в свою чергу інша - до його кінця. Коли перша хвиля досягає початку кабелю, вона, під дією великого опору джерела відбивається і, без зміни знаку полярності, розповсюджується до пошкодженого місця. В пошкодженому місці знову з'являється пробій і віддзеркалення, яке має зворотній знак, і так далі. Під час затухання, хвильовий процес триває, доки енергії хвилі вистачає для утворення пробую в пошкодженому місці.

Метод хвилі струму, що біжить

Даний метод використовують в тому випадку, якщо за допомогою пропалення перетворити високоомні пошкодження в низькоомні неможливо. Причинами, які унеможливають використання даного методу можуть бути запливаючі пошкодження, або вода, що просочується в кабель.

В даному методі хвильовий опір кабельної лінії повинен бути вище ніж опір імпульсного генератора, також полярність коефіцієнту віддзеркалення струму має бути позитивна, а полярність коефіцієнта напруги – негативна.

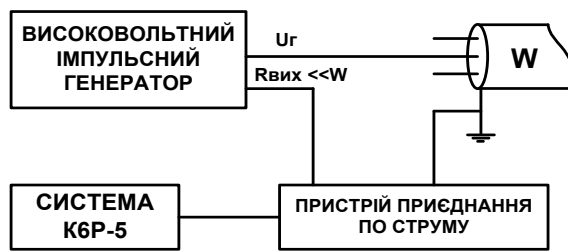


Рис. 3.8 Структурна схема методу імпульсного струму

Джерелом напруги в даному методі виступає високовольтний імпульсний генератор. На виході джерела напруги підключений високовольтний конденсатор і розрядник. За допомогою розрядника імпульси потрапляють в кабель.

Діаграма реалізації методу імпульсного струму показана на рис. 3.9

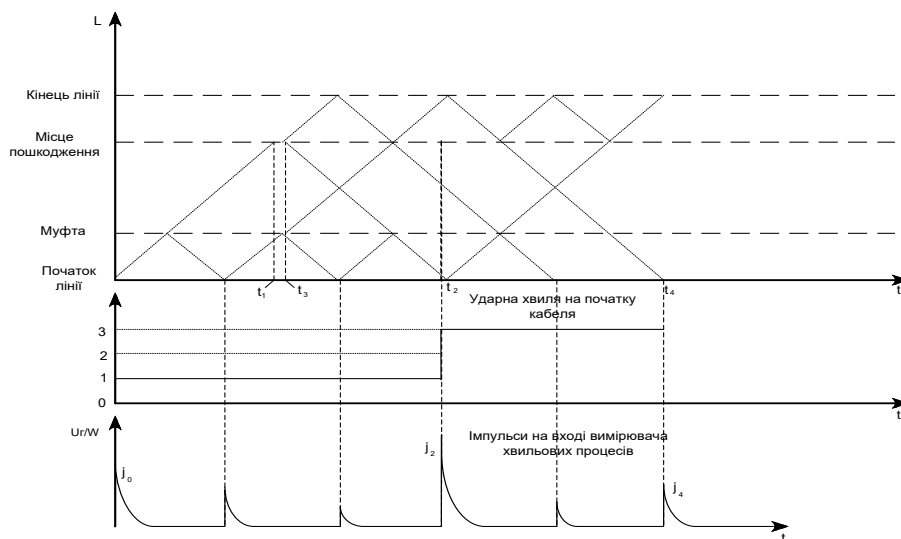


Рис. 3.9 Діаграма реалізації методу імпульсного струму

В деякий момент часу t_0 в пошкодженій кабель подається ударна хвиля, в момент часу t_1 хвиля досягає місця пошкодження кабелю. Внаслідок дії ударної хвилі, в місці пошкодження, у момент t_{13} відбувається пробій, який приводить до віддзеркалення. Відбитий сигнал повертається до початку кабелю у момент t_2 і відбивається від початку кабелю у бік пошкодження і у момент t_4 знову досягає початку кабелю і т.д.

Тривалість електричної дуги продовжується доти, доки вистачить енергії для її горіння. Щоб в пошкодженому місці виник пробій, на пошкоджену ділянку необхідно впливати продовж деякого часу.

Для того, щоб зв'язати кабельну лінію з вимірювачем хвильових процесів використовують спеціальний пристрій – імпульсний струмоперетворювач. Даний пристрій диференціює імпульсний струм на вході лінії і перетворює його в однополярні імпульси, що поступають на вхід вимірювача хвильових процесів.

Під час хвильового методу вимірювань вихідний опір високовольтного джерела не рівний хвильовому опору лінії, через це, крім відбитих хвиль від пошкодженої ділянки з'являються відбиті від неоднорідностей кабелю і зворотне відображення від початку кабелю імпульсні сигнали - синхронні перешкоди, це ускладнює оцінку імпульсної характеристики кабельних мереж.

Під час використання даного методу, відстань до пошкодженої ділянки визначається за допомогою тимчасової затримки між моментом, коли імпульси напруги або струму, що відбиваються від пошкодженого місця, приходять до початку кабелю. За тривалістю, імпульси напруги, займають половину відстані до пошкодженого місця, ударні імпульси струму також мають чималу тривалість. В свою чергу, це приводить до недоліків в порівнянні з методом імпульсної рефлектометрії, а саме:

1. Отримані імпульсні характеристики під час вимірювання хвильовим методом складно аналізувати;
2. Якщо неоднорідності розташовані поруч, через низьку роздільну здатність їх неможливо виявити. На імпульсній характеристиці кабельних ліній помітити віддзеркалення від неоднорідностей досить важко, а якщо віддзеркалення знаходяться поруч, то вони зливаються;
3. За допомогою імпульсної характеристики неможливо отримати орієнтування, до яких відома відстань;

4. Під час даного методу погрішність досить велика, так як тривалість зрізів і фронтів хвильових процесів, які створюються процесом пробою і самою лінією достатньо велика;

5. Хвильові процеси неможливо повторювати стабільно, через це можуть з'явитися помилки;

У будь який час, процес пробою може припинитися і не повторитися в такому самому вигляді, тому цей процес являється досить нестабільним.

Тому, порівнюючи даний метод з методом імпульсної рефлектометрії, він дозволяє визначити більш складні пошкоджені місця кабельної лінії, але з іншого боку, він має досить значні недоліки. Проте наступний метод, дозволяє поєднати переваги даного методу і методу імпульсної рефлектометрії.

Метод короткочасної дуги (імпульсний-дуговий метод)

Даний метод, використовується для того, щоб визначити відстань до нестійкого або високоомного пошкодження. Під час даного методу, виконуються вимірювання за допомогою методу імпульсної рефлектометрії і одночасно на кабельну лінію діють за допомогою високовольтного імпульсу.[7]

Структурна схема підключення пристроїв до кабельної лінії пристроїв приведена на малюнку 3.10

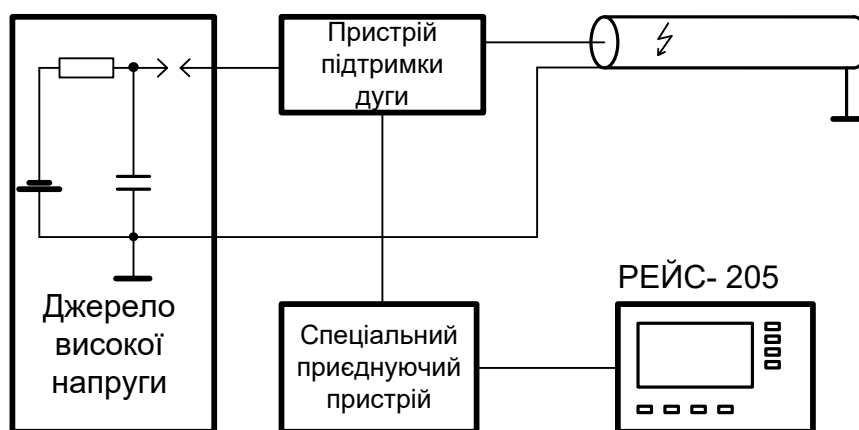


Рис. 3.10 Структурна схема підключення пристроїв до кабельної лінії

Джерелом високої напруги являється високовольтний імпульсний генератор, на виході якого включений високовольтний конденсатор і

спеціальний розрядник. Генератор підключається до кабельної лінії за допомогою пристрою, який підтримує дугу.

Під час подачі імпульсу від імпульсного генератора в місці високоомного пошкодження виникає пробій, через пристрій підтримки дуги протікає струм і пробій "затягується". Це приводить до утворення дугового розряду. Так як в пристрої підтримки дуги, присутня індуктивність, струм дуги підтримується менше секунди. Електричний опір дуги, як і при короткому замиканні близький до нуля.

За допомогою спеціального пристрою приєднується імпульсний рефлектометр. Від рефлектометра через приєднувальний пристрій, зондуючи імпульси поступають в кабельну лінію, відбиті – повертаються до рефлектометру.

Порядок дій під час проведення вимірювань за допомогою даного методу :

За допомогою приєднувального пристрою зчитують рефлектограму кабельної лінії і зберігають її в пам'яті імпульсного рефлектометра. Пробій та дуга в складному або нестійкому пошкодженні відсутні, тому що імпульси з джерела напругу мають амплітуду, якої недостатньо для виникнення пробію, або взагалі відсутні. На фоні перешкод, сигнал, відбитий від високоомного пошкодження на рефлектограмі дуже нечіткий.

Після цього напругу поступово збільшують доти, доки в кабельній лінії не з'явиться пробій. У такт з високовольтними імпульсами в пошкодженному місці буде з'являтися короткочасна електрична дуга. Частота запалення дуги в багато разів менше ніж частота зондуючих імпульсів, які подаються в кабельну лінію. В момент коли зондуючий імпульс збігається з моментом запалення дуги, імпульс відбивається від неї, як і від КЗ, і повертається в початок кабелю, там фіксується в пам'яті імпульсного рефлектометра.

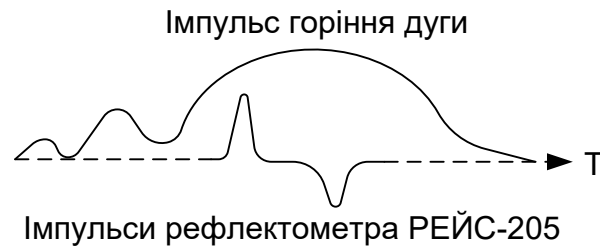


Рис. 3.11 Зображення на рефлектометрі під час даного методу

Для того, щоб визначити пошкоджене місце надійніше, моменту коли зонduючий імпульс збігається з запаленням дуги, потрібно добитися декілька разів. На рефлектограмі досить чітко видно імпульс який відбивається від дуги. Кінця лінії на рефлектограмі не видно, так як імпульс не проходить далі за дугу.

Наступним кроком, рефлектограму після виникнення дуги і рефлектограму до її виникнення, прямо на екрані рефлектометра накладають одну на одну. Дана операція дозволяє чітко спостерігати місце, де рефлекторами розбігаються, місце розбігу і є місцем де виникло нестійке або складне пошкодження лінії. Даний процес зображено на рисунку 3.12

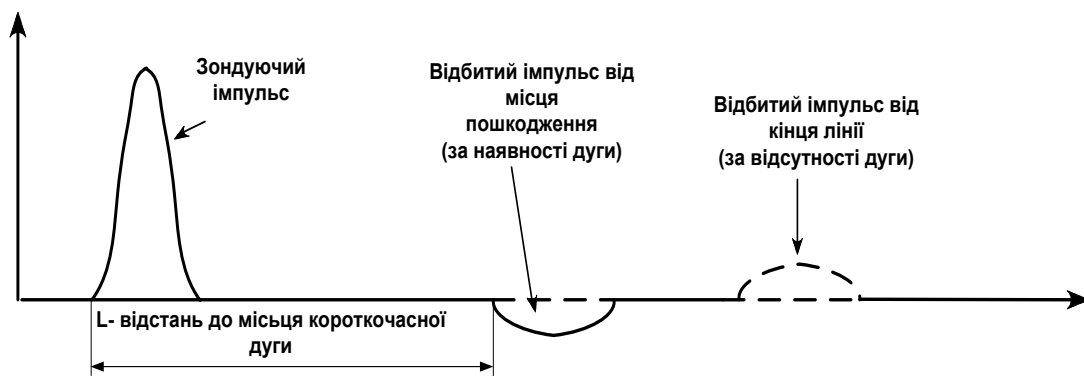


Рис. 3.12 Накладення рефлектограм при даному методі

Під час використання даного методу високоомне пошкодження на короткий час стає низькоомним.

Переваги даного методу:

1. При використанні цього методу точність вимірювань достатньо висока;
2. Досить просто переглянути виміряні результати;

3. Зменшення шкідливого впливу на кабель, так як в пошкодженому місці, порівнюючи з пропаленням виділяється невелика кількість енергії. На сусідні кабелі шкідливий вплив взагалі відсутній;

4. Даний метод можна використовувати для діагностування кабельних ліній різого типу;

5. Для вимірювання необхідні тільки стандартні засоби вимірювання;

Метод вимірювання часткових розрядів

В наш час, набирає оберти думка, що необхідно замінити методи діагностування кабельних ліній, під час яких використовується підвищена напруга. Як альтернатива пропонується метод діагностування ізоляції кабельних ліній за допомогою вимірювання часткових розрядів.[8]

Під час проведення діагностування кабелю, який перебуває в експлуатації протягом тривалого часу, за допомогою підвищеної напруги, термін експлуатації даного кабелю знижується.

Діагностування ізоляції кабельних ліній, не руйнує кабельні лінії, на відміну від діагностування за допомогою підвищеної напруги. Прогресивним методом діагностування являється метод вимірювання часткових розрядів. Даний метод дозволяє визначити рівень ЧР в кабельній лінії, а також їх місцезнаходження по довжині.

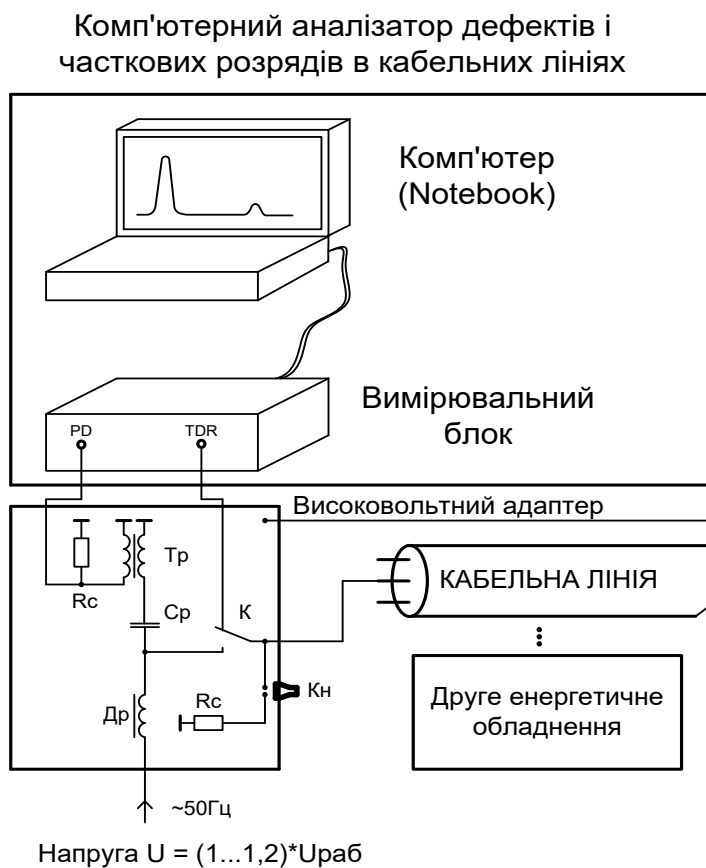
Частковий розряд - електричний розряд, тривалість даного розряду - одиниці наносекунд. ЧР частково шунтує ізоляцію кабельної лінії. ЧР виникають в пошкодженому місці кабельної лінії під впливом змінної напруги і приводять до того, що дефект поступово розвивається, а ізоляція – руйнується.

Суть даного методу полягає в наступному. Коли з'являється ЧР, в кабельній лінії виникає два короткотривалих імпульсних сигнала. Утворені імпульси поширюються до різних кінців кабелю. Рівень і місце виникнення утворених імпульсів можна визначити, якщо виміряти імпульси, які досягли початку кабелю.

Структурна схема вимірювань ЧР в кабельних лініях зображена на рис.

3.13. Основу вимірювальної схеми складають: комп'ютерний аналізатор

пошкоджень і ЧР в кабельних лініях і адаптер високої напруги. Комп'ютерний аналізатор пошкоджень і ЧР в кабельних лініях виконано у вигляді сукупності портативного комп'ютера і вимірювального блоку (рис. 3.13). Адаптер високої напруги необхідний для розв'язку комп'ютерного аналізатора і джерела впливаючої напруги. Так, короткі імпульси напруги, що розповсюджуються в кабельній лінії, без перешкод проходять на вхід рефлектометра TDR або на вихід часткових розрядів, при цьому не потрапляють в низькочастотне джерело напруги. В той же час напруга $U_{роб}$ від джерела без перешкод поступає на кабельну лінію. Як впливаюча напруга може використовуватись напруга від промислової мережі або напруги від джерела наднизької частоти.



- PD – вихід часткових розрядів
- TDR – вхід/вихід рефлектометра
- Rc – резистор согласування
- Тр – трансформатор зв'язку
- Ср – роз'єднуюча ємність
- Др - дросель
- Кн – кнопка перевірки розрядженості лінії

Рис. 3.13 Структурна схема вимірювання ЧР

Поява ЧР, обумовлена відключенням кабельної лінії від джерела вбиваючої напруги. На адаптері високої напруги натискають кнопку Кн, щоб перевірити що кабельна лінія розряджена. Комп'ютерний аналізатор включають в режим імпульсного рефлектометра і знімають рефлектограму кабельної лінії. За допомогою рефлекторами визначають коефіцієнт загасання імпульсів в лінії, а також довжину кабельної лінії.

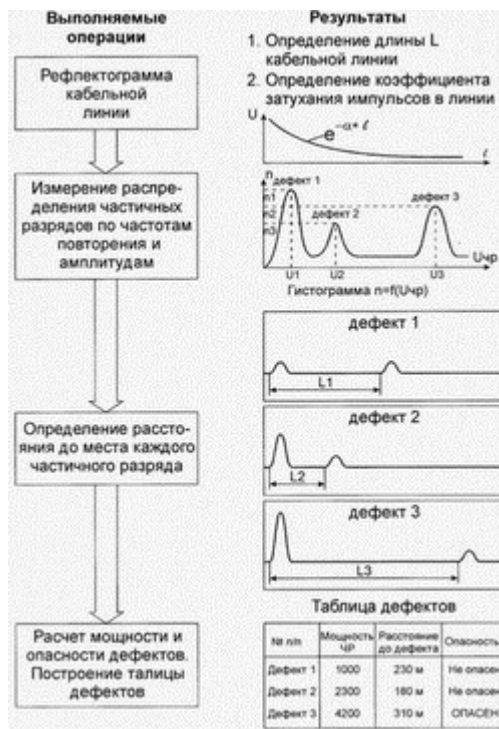


Рис. 3.14 Послідовність аналізу пошкоджень кабельної лінії з ЧР і представлення результатів вимірювань

Наступним кроком комп'ютерний аналізатор, перемикають в режим вимірювання ЧР. Потім знімають гістограму - розподіл частоти проходження n імпульсів ЧР від амплітуд імпульсів від ЧР $U_{чр}$, які досягли початку кабельної лінії. За допомогою гістограми $n=f(U_{чр})$ можна зробити висновок про наявність і кількість потенційних пошкоджень в кабельній лінії. На рисунку 3.14 зображено гістограму з трьома потенційними пошкодженнями. Перше пошкодження має найвищу частоту проходження n_1 і найменшу амплітуду імпульсів U_1 . Відповідні параметри мають пошкодження 2 і 3.

Комп'ютерний аналізатор дефектів дозволяє зміряти відстань до кожного з дефектів і зберегти їх в пам'яті.

За допомогою гістограми і даних про дистанцію до кожного з пошкоджень, комп'ютер обчислює потужність ЧР і будує таблицю пошкоджень.

3.4 Характеристика приладів для перевірки стану кабельних мереж

Рефлектометр РЕЙС 305 – цифровий пристрій невеликого розміру, використовується для виявлення пошкоджень в кабельних лініях, простий у використанні.

РЕЙС-305 працює за допомогою використання трьох методів вимірювання, а саме :

1. Метод короткочасної дуги;
2. Метод імпульсної рефлектометрії;
3. Метод коливального розряду.

Відмінності від інших приладів:

- Рефлектометр РЕЙС-305 поєднує в собі три прилади, а саме: імпульсний рефлектометр, пристрій для вимірювання відстані до пошкодженого місця кабелю за допомогою методу коливального розряду, пристрій для вимірювання за допомогою методу короткочасної дуги;
- Дуже простий і зручний у застосуванні;
- Під час вимірювання інструментальна похибка не перевищує 0,2%;
- Так як зондуючий імпульс має спеціальну форму, забезпечується висока роздільна здатність;
- Екран для відображення рефлектограм дає можливість зручно аналізувати їх;

- Присутня можливість регулювати контраст і яскравість зображення; Можливість регулювання яскравості і контрастності зображення;
- Можливість вивести результати на комп'ютер. [9]

ИСКРА-3 – аналог приладу РЕЙС-305. Спільна розробка винахідників Англії і Росії. Даний прилад доволі близький по характеристикам до приладу РЕЙС-305, але є одно канальним, для вимірювання використовує лише метод рефлектометрії і вимірювання виконуються на максимальну довжину лінії 12,3 км. Перевагою цього приладу є дещо менша вартість в порівнянні з РЕЙС-305.

Імпульсний рефлектометр РИ-307 - це двоканальний кабельний локатор, призначений для визначення характеру і місця розташування неоднорідностей і пошкоджень кабельної лінії.

Призначення

- вимір довжин кабелів;
- вимірювання відстаней до неоднорідностей хвильового опору або пошкоджень;
- вимір коефіцієнта укорочення лінії при відомій її довжині;
- визначення характеру пошкоджень.

Галузь застосування

Імпульсний рефлектометр РИ-307 застосовується для контролю при прокладці і експлуатації таких типів кабельних ліній:

- силові кабелі;
- кабелі сигналізації та управління;
- мідножильні кабелі зв'язку;
- повітряні кабельні лінії;
- телевізійні і радіочастотні кабельні лінії;
- комп'ютерні мережі;

- для визначення довжини кабелю на барабані при його виробництві, складуванні і торгівлі.

Даний прилад більш універсальний і дозволяє проводити виміри в різних типах ліній, але також має більш високу вартість.

Рефлектометр РЕЙС-405 – покращена версія «Рефлектометр РЕЙС-305» РЕЙС-405 виконаний у вигляді моноблока, по суті є вимірювальною системою, яка об'єднує в собі 4 вимірювальних прилади, а саме:

- Рефлектометр для металевих кабельних і повітряних ліній;
- Вимірювач опору ізоляції;
- Вимірювач по імпульсно-дуговому методу;
- Вимірювач за методом коливального розряду.

При розробці схемних, програмних, а також конструктивних рішень нового приладу були враховані зауваження і побажання користувачів приладів РЕЙС-305, в результаті чого, комп'ютерний рефлектометр РЕЙС-405 отримав багато нових позитивних якостей, в тому числі:

- Досить великий вбудований кольоровий TFT-екран з роздільною здатністю 800x600 точок;
- Доданий 4-й - режим вимірювання - вимірювання опору ізоляції;
- Замість ручного управління вихідним опором застосовано програмне;
- Збільшений діапазон вимірюваних відстаней (з 51 км до 250 км);
- Збільшена максимальна амплітуда зондуючого сигналу (з 25 В до 100В);
- Збільшено максимальне загасання яке перебивається (з 80 до 95 дБ);
- Збільшена частота дискретизації вхідного сигналу (з 160 до 200 МГц);

- Багаторазово збільшений об'єм вбудованого пристрій запам'ятовування для енергонезалежного збереження вимірних рефлектограм і імпульсних характеристик (в 10000 разів);
- Забезпечена можливість легкого збереження вимірної інформації безпосередньо на USB Flash-накопичувачі користувача;
- При підключенні до приладу РЕЙС-405 стандартної комп'ютерної USB-клавіатури і «миші», відкривається можливість виконувати текстове і графічне редагування матеріалів користувача;
- Забезпечена можливість безпосереднього підключення до приладу РЕЙС-405 різних пристроїв, в тому числі принтера - для роздруківки результатів вимірювань;
- Забезпечена можливість підключення до приладу РЕЙС-405 зовнішнього стандартного монітора через стандартний VGA роз'єм.
- Конструкція корпусу, розташування екрану, кнопок управління і роз'ємів для підключення до вимірюваної лінії приладу РЕЙС-405 забезпечують кращі, ніж у приладу РЕЙС-305, можливості по вбудовуванню приладу в конструкцію пересувних кабельних електролабораторій.
- Даний прилад дозволяє крім виявлення пошкоджень ще й виконувати вимір ізоляції лінії, завдяки чому є можливість створити вимірювально-діагностичний комплекс, який без участі обслуговуючого персоналу без відключення навантаження дозволяє через мультиплексори приладам РЕЙС-405 виконувати періодичну перевірку стану всіх кабельних ліній станції та проводити вимірювання опору ізоляції всіх жил в автоматичному режимі. Результати вимірювань автоматично записуються в електронні журнали а рефлектограмми кожного кабелю зберігаються в окремих архівах, що дозволяє при накопиченні статистичних даних прогнозувати виникнення відмов в кабелях які розвиваються поступово. Системи діагностування такого типу в дозволять значно зменшити навантаження на

обслуговуючий персонал та зменшити затримки в русі поїздів по причині відмов кабельних ліній.

3.5 Структурна схема системи контролю кабелю мікропроцесорної централізації

Дана схема приведена на слайді, вона складається з таких пристроїв: пристрій відображення, обчислювальна машина, друкуючий пристрій, разом ці пристрої складають АРМ електромеханіка, на нього виводиться і запам'ятовується інформація, яку при необхідності можливо роздрукувати. Також присутнє АРМ диспетчера, що дає змогу диспетчеру дізнаватися про ситуацію. Керує роботою даної системи мікроконтролер. За допомогою регістрів-замикачів і мультиплексорів, мікроконтролер вибирає пристрій з потрібним методом вимірювання і приєднує до нього кабель який необхідно перевірити. Перший мультиплексор пересилає до мікроконтролера інформацію одного з методів. Демультиплексор виконує роль ключа. Він по черзі підключає обраний кабель до одного з методів і відокремлює пристрої один від одного, щоб пристрої, які не працюють не вплинули на виміри. Далі іде піраміда з мультиплексорів, за допомогою яких ми приєднуємося до потрібного кабеля.

До обладнання системи контролю кабельних мереж мікропроцесорної централізації відносяться:

Мікроконтролер PIC 16F873 [10] рис.3.15

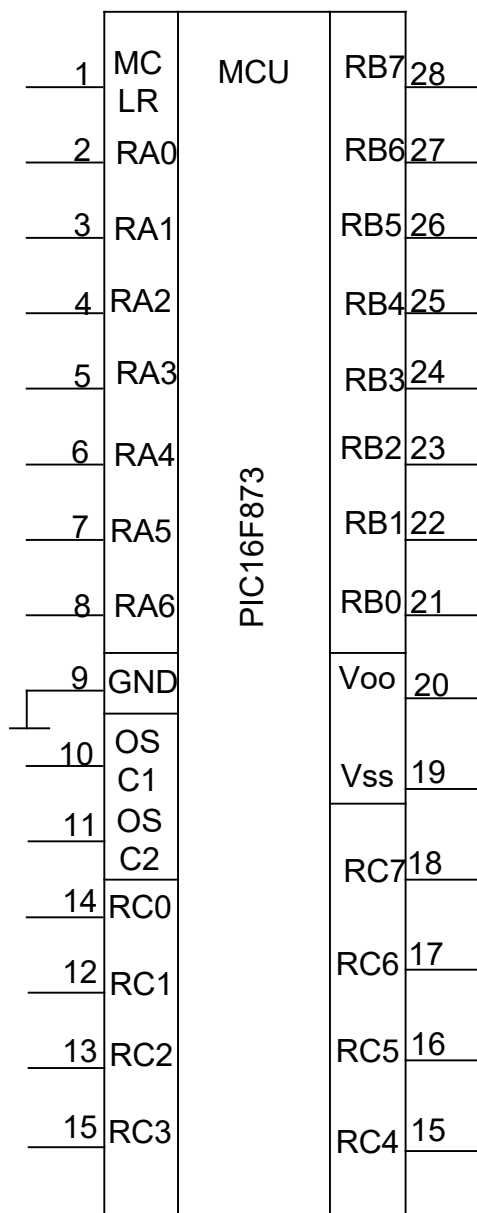


Рис.3.15 Мікроконтролер PIC 16F873

Основні характеристики даного мікроконтролера:

- використовується високошвидкісна RISC архітектура;
- 35 інструкцій
- всі команди даного мікроконтролера виконуються за один цикл
- тактова частота:
DC - 20МГц; тактовий сигнал
DC - 200нс, тактовий один машинний цикл;
- до 4к×14 слів FLASH пам'яті програм

- до 192×8 байт пам'яті даних (ОЗП)
- до 128×8 байт EEPROM пам'яті даних;
- система переривань (до 14 джерел)
- прямий, непрямий режим адресації;
- 8 – рівневий апаратний стек;
- скидання по включенню живлення;
- режим внутрішньої відладки;
- таймер скидання і таймер очікування запуску генератора після увімкнення живлення;
- сторожовий таймер WDT з власним RC генератором;
- режим енергозбереження SLEEP;
- вибір параметрів тактового генератора;
- широкий діапазон напруг живлення від 2,0В до 5,5В;
- високошвидкісна, енергозберігаюча технологія;
- архітектура повністю статична;
- програмування в готовому пристрої
- захист пам'яті програм який програмується;
- низьковольтний режим програмування;

Характеристика периферійних модулів:

- таймер 0: 8 – розрядний таймер-лічильник з 8 – розрядним програмованим преддільником;
- таймер 1: 16 – розрядний таймер-лічильник з можливістю підключення зовнішнього резонатору;
- таймер 2: 8 – розрядний таймер-лічильник з 8 – розрядним програмованим преддільником та вихідним дільником;
- два модуля порівняння/захват/ШИМ (ССР):
 - 16 – розрядний захват
 - 16 – розрядне порівняння
 - 10 – розрядний ШИМ;

- багатоканальне 10 – розрядне АЦП;
- послідовний синхронний порт MSSP
 - ведучий/відомий режим SPI
 - ведучий/відомий режим I²C;
- послідовний синхронно – асинхронний прийомопередатчик USART з підтримкою детектування адресу;
 - детектор зниженої напруги (BOD) для збросу по зниженню напруги живлення (BOR) .

В якості пристроїв фіксації аналогових сигналів та фіксації дискретних сигналів ми візьмемо мікросхему K555ИР22 [11] (рис.3.16) – восьмирозрядний регістр – замикач відображення даних, вихідні буферні підсилювачі якого мають третій Z – стан.

Схема регістру складається з двох частин. Перша частина – це вісім D – тригерів з входом дозволу паралельного запису PE. Поки напруга на вході PE високого рівня, дані від паралельних входів D – тригерів D0 – D7 відображаються на виходах Q0 – Q7. Подачею на вхід PE напруги низького рівня дозволу запису в тригери нового восьмибітного байту. Друга вихідна частина пристрою керується по виводу дозволу E0. [10]. Її вісім буферних ключових вихідних підсилювачів відрізняються більшою навантаженою здатністю та мають Z – стан.

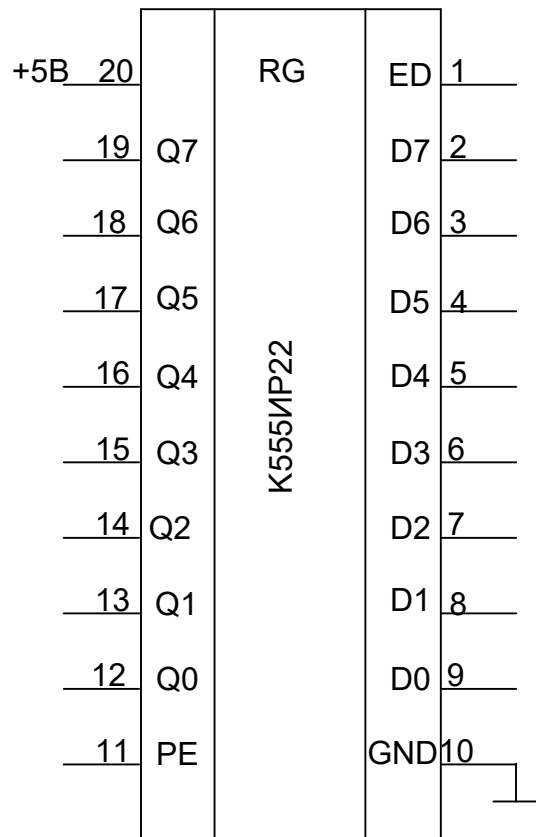


Рис.3.16 Восьмирозрядний регістр – замикач

Мультиплексор ми беремо мікросхему K561КП2 [16] (рис.3.17) – демультиплексор, має вісім каналів комутації цифровій і аналогових сигналів. Мікросхема КП2 має вісім входів та один вихід. Мікросхема має також два вивода живлення: додатна $U_{i.p.c}$ подається на вивід 16, на вивід 7 може бути подано від'ємну напругу - $U_{i.p.e}$.

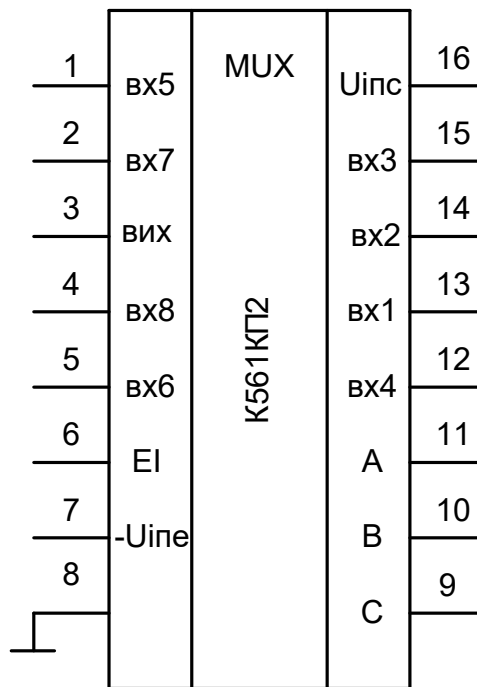


Рис. 3.17 Мультиплексор K561KP2

3.6 Принципова схема контролю кабельних мереж

Дана схема зображена на слайдах. В даній схемі використовується два мікроконтролера, один з них являється резервним. Він перевіряє основний мікроконтролер і замінює його якщо основний вийшов з ладу. Мікроконтролер виводить інформацію на виводи RB0-RB7, яка через шину даних записується до регістру DD3, перед цим вивівши на ED і PE – 0 і 1 відповідно – режим запису. Потім виставляючи на PE – 0, замикає регістр. Після цього відкривається мультиплексор DD7, приєднуючи перший метод до виходу, тобто з'єднує вих. і vx5. відповідно. А також демультиплексор DD8 з'єднує свій вихід з першим методом вимірювання. Далі мікроконтролер виводить на RB0-RB7 наступну інформацію, подаючи на ED і PE – 0 і 1 відповідно, регістра DD4. Потім подаючи 0 на PE, інформація запам'ятовується в DD4. Після цього на DD9 вих. з'єднується з vx4., на DD10 вих. з vx8. Таким чином ми дістались до першого кабеля. Подаючи потрібну інформацію на DD5 ми вмикаємо перший метод. Після перевірки отримані вимірювання поступають послідовним кодом на вихід RA0 мікроконтролера, яку він обробляє і передає на АРМ ШН.

3.7 Алгоритм роботи системи автоматичної діагностики кабельних мереж мікропроцесорної централізації

Дана система постійно одержує, обробляє і порівнює дані, які вона одержує від приладів в який реалізовано 5 методів для діагностування кабельних ліній мікропроцесорної централізації, які ми розглянули в даній роботі

Спочатку, мікроконтролер обирає перший кабель, який за допомогою мультиплексорів приєднується до пристрою першого методу вимірювання. За допомогою мікроконтролера результат оброблюється і запам'ятовується. (рис. 3.18).

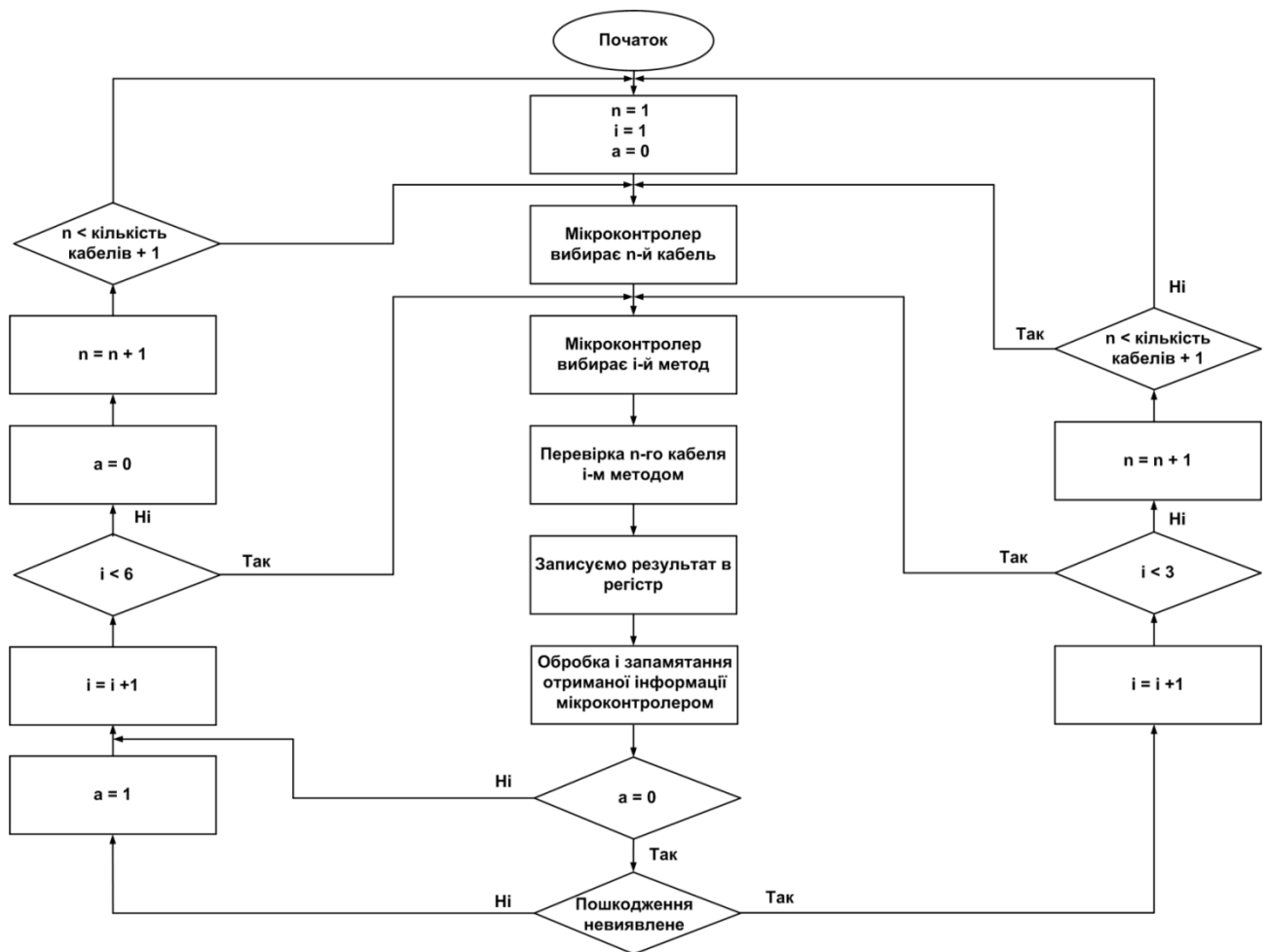


Рис. 3.18 Алгоритм роботи системи діагностування

Наступним кроком кабель підключається до пристрою який використовує п'ятий метод вимірювання. Через мультиплексор, який працює як ключ,

мікроконтролер переключаче методи. Після проведення діагностики кабелю п'ятим методом, мікроконтролер обробляє і запам'ятовує отриману інформацію. Якщо після перевірки двома методами, виявлено порушення, кабель перевіряється мікроконтролером за допомогою трьох інших методів, щоб отримати чітку інформацію про дефект. Дана інформація виводиться на комп'ютер, після чого, при необхідності її можна роздрукувати. Якщо за результатами перевірки за допомогою перших двох методів дефектів не виявлено, мікроконтролер відключає перший кабель, тобто через мультиплексори приєднує другий кабель, далі перевірка проходить аналогічним чином. Після перевірки останнього кабеля, система обнуляє лічильники і записує в них початкову інформацію, процес перевірки починається з початку. Використовуючи в основному тільки перший і п'ятий методи, кабель не руйнується від впливу високої напруги.

В результаті ми отримуємо інформацію про стан кабелю мікропроцесорної централізації, за допомогою даної інформації, ми пришвидшуємо знаходження пошкодженого місця, з'ясувавши відстань до нього і тип пошкодження. Наступним кроком, за допомогою трасових методів, знаходимо точне місце пошкодження вже на полі, при цьому звузивши ділянку пошуку.

Для того, щоб не руйнувати кабельні мережі, в ідеалі необхідно використовувати тільки дистанційні методи.

3.8 Інтеграція системи діагностування кабельних мереж в МПЦ-У

Апаратуру, розробленої в даній роботі, та приведену на принциповій схемі за допомогою якої виконується діагностування кабельних мереж в тсистемі МПЦ-У розміщуємо в окрему шафу, з доступом до приладів з боку обслуговуючого персоналу. Якщо є вільне місце в шафах з обладнанням самої системи, наприклад в шафі ШКіУ, можна розмістити апаратуру і в ній, не додаючи окрему шафу і тим самим не збільшуючи площу яка необхідна для розміщення станційної частини системи МПЦ-У. При цьому слід враховувати що розміщувати апаратуру контролю та діагностування необхідно в шафі на не

значній відстані від шафи з кросовим розділенням кабелів, для спрощення процедур монтажу та узгодження. Наступним кроком, після розміщення та підключення апаратури діагностування кабельних ліній узгоджуємо роботу підсистеми з роботою МПЦ-У, а саме програмне забезпечення мікроконтролера діагностичного комплексу з програмним забезпеченням МПЦ-У. це доволі складний процес який вимагає великого об'єму робіт а також досконалого знання встановленого в систему МПЦ-У програмного забезпечення, тому в даній роботі ці процеси не розглядались.

При узгодженні роботи системи МПЦ-У з підсистемою діагностики кабелів в системі мікропроцесорної централізації виникає багато додаткових можливостей по автоматичному контролю їх стану та обробці отриманих результатів, а саме :

- З'являється можливість збереження і перегляду результатів діагностики кабелів безпосередньо на АРМ ШН, що дає змогу краще відслідковувати розвиток поступових відмов в кабельних мережах, контролювати їх динаміку та виконувати прогнозування стану на певний період часу;

- Додається можливість робити контроль кабельних ліній як в автоматичному режимі (додатково розробляємо графік перевірок), так і в автоматизованому режимі (механіком) для позаштатних ситуацій. При створенні графіків перевірок базуємося на інструкції ЦШ0060 за якою виконується перевірка стану кабельних мереж на залізничних станціях в даний час;

- Виконується узгодження результатів перевірки стану кабельних мереж з архівом подій і відмов АРМ ШН. При відповідному коригуванні програмного забезпечення всі результати перевірок записуються в даний архів і зберігаються в ньому 365 діб, при цьому можна записи архіву що стосуються контролю та діагностування кабелю відображати окремим кольором, для зручної вибірки результатів з загального масиву даних. При їх збереженні в

архіві подій і відмов з'являється також можливість налаштувати відповідний активний фільтр на виділення саме цієї інформації з загального масиву;

- Впроваджується можливість прогнозування відмов за результатами попередніх перевірок за допомогою нейронних мереж або інших програмних засобів які застосовуються на даний час для аналізу форми сигналів та обробки масивів даних в цифровому форматі.

3.9 Висновки до третього розділу

У третьому розділі виконано аналіз різних методів діагностування стану кабельних мереж. Приведені приклади приладів які використовуються для діагностики кабельних мереж, приведені структурна і принципова схема контролю кабельних мереж мікропроцесорної централізації, розроблена підсистема діагностування кабельних мереж. Розроблену систему інтегрували в мікропроцесорну централізацію МПЦ-У.

4 ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МЕТОДИКИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ КАБЕЛЬНИХ МЕРЕЖ В СИСТЕМАХ МПЦ

4.1 Переваги впровадження підсистеми діагностування кабельних мереж в МПЦ

До переваг впровадження даної системи відносяться :

- можливість прогнозування відмов, що в свою чергу приведе до скорочення часу на знаходження і усунення відмов, зменшення грошових витрат на усунення відмов, на основі наявної інформації про зміну параметрів несправні елементи виявляються за деякий час до відмови і замінюються або відновлюються.
- спрощення технічного обслуговування кабельних мереж, так як за допомогою прогнозування відмов, можна буде майже виключити появу серйозних відмов які розвиваються поступово і ремонтувати все на ранніх стадіях. Крім цього при налаштуванні програмного забезпечення на автоматичний режим зникає необхідність значних затрат часу обслуговуючого персоналу на виконання стандартної періодичної перевірки за допомогою мегометра і заповнення результатів вимірів по кожному кабелю у відповідні журнали;
- архівування стану після діагностування і передача результату на АРМ ШН, що дасть можливість постійно підтримувати кабельні лінії в належному стані а також забезпечить вільний доступ як електромеханіка так і працівників ревізорського апарату до результатів вимірювань;
- можливість автоматичної діагностики без участі людини, що дасть можливість скоротити затрати часу обслуговуючого персоналу на технічне обслуговування кабелів і відповідно в перспективі виконати скорочення штату, а також підвищити точність і систематичність вимірювань, так як автоматична система виконає вимірювання завжди чітко за графіком;

- використання даної системи суттєво зменшить кількість відмов, а відповідно приведе до зменшення затримок в русі поїздів так як кабельні мережі відносяться до об'єктів, вихід з ладу котрих затримує поїзд на значний час і на ліквідацію відмови кабелю в середньому затрачається 67 хвилин, а при виявленні відмови на стадії розвитку є можливість зовсім уникнути затримок поїздів а ліквідувати відмову у будь який вільний від руху інтервал часу;
- Мінімізація ризику для працівників обслуговуючих кабельні мережі, що зменшить кількість нещасних випадків на підприємстві а також унеможливить ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом та ліквідує можливість виникнення збоїв в роботі системи МПЦ та затримок в поїздній роботі станції внаслідок перевірок ізоляції кабелів з відключенням монтажу, які за інструкцією ЦШ0060 виконуються для кабелів з заниженою нормою ізоляції ;
- Задяки цій системі є можливість переадресації даних в системи ДЦ мікропроцесорного типу, наприклад ДЦ «Каскад», де дані зберігаються на резервованому сервері бази даних з якого їх може отримати як поїздний диспетчер, так і представники служби енергетиків для усунення серйозних відмов, а також ревізори при аналізі подій та інцидентів на залізничному транспорті.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

В результаті виконання даної магістерської роботи були досягнуті наступні результати :

- Проанітовано існуючі системи мікропроцесорної централізації по діагностування кабельних мереж, в результаті прийнято рішення що в усіх системах діагностиці і контролю кабельних мереж приділяється мало уваги;
- Виконано аналіз роботи системи МПЦ-У по контролю напільного обладнання та зокрема кабельних мереж, в результаті якого стало зрозуміло, що є суттєва необхідність впровадження підсистеми діагностування кабельних мереж в дану систему і це не викличе значних економічних затрат і в той же час значно підвищить функціональну надійність системи;
- Розглянуто методи діагностування кабельних мереж, які необхідні для створення підсистеми діагностування кабельних мереж і прийнято рішення які саме з них актуально використовувати для діагностики напільних кабелів в системах МПЦ;
- Приведено приклади приладів, які використовуються для діагностування кабельних мереж і серед запропонованих варіантів прийняте рішення використовувати прилад РЕЙС-305, який краще всього задовольняє вимогам по перевірці стану кабельних мереж в автоматичному режимі неруйнівними методами;
- Розроблена підсистема діагностування кабельних мереж, створені структурна та принципова схеми даної підсистеми, наведено алгоритм її роботи при перевірці кабелів без участі обслуговуючого персоналу;
- Узгоджено роботу розробленої підсистеми з роботою МПЦ-У на апаратному рівні і наведено пропозиції по узгодженню програмного забезпечення;

- Наведено всі переваги від використання розробленої підсистеми контролю кабелів і перспективи підвищення надійності роботи системи МПЦ після її впровадження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Микропроцесорная система централизации стрелок и сигналов EBIock-950/ - М: «ТРАНСИЗДАТ», 2002. – 368 с.
2. Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування. ЦШ0042. / Гол. Розробник Кузьменко Д. М. Затв. наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 26 квітня 2006р. №347-ЦЗ. – Х.: Залізничавтоматика, 2006. – 461 с.
3. Сапожников Вл. В. Микропроцессорные системы централизации. / Сапожников Вл. В. И др. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008 – 398 с.
4. Басов В.І. Мікропроцесорні системи управління рухом поїздів МПЦ-У та МАБ-У/ В.І. Басов, В.В. Єлісеєв, О.В. Петренко, А.Б Бойнік, М.Н. Чепцов, С.О. Радковський// Навчальний посібник для студентів залізничного транспорту. К.: 2014 – 430с.
5. Басов В.І. Мікропроцесорні системи управління рухом поїздів МПЦ-У та МАБ-У/ В.І. Басов, В.В. Єлісеєв, О.В. Петренко, А.Б Бойнік, М.Н. Чепцов, С.О. Радковський// Навчальний посібник для студентів залізничного транспорту. К.: 2014 – 421с.
6. ООО «АНГСТРЕМ»
7. Карпов В.В. Основы теории надёжности систем электропитания
8. Всеукраїнської галузевої газети "Електротема"
9. РЕЙС 305. Рефлектометр – кабельная измерительная техника. [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.eurostell.com/products/reis-305/ (дата звернення 09.12.2021) – Назва з екрану.
- 10.Однокристалльные 8-разрядные FLASH CMOS микроконтроллеры компании Microchip. – М.: ООО «Микро-Чип», 2002. – 184 с.
11. Шило В. Л. Популярные цифровые микросхемы: Справочник. М.: Радио и связь, 1987. — 352 с.