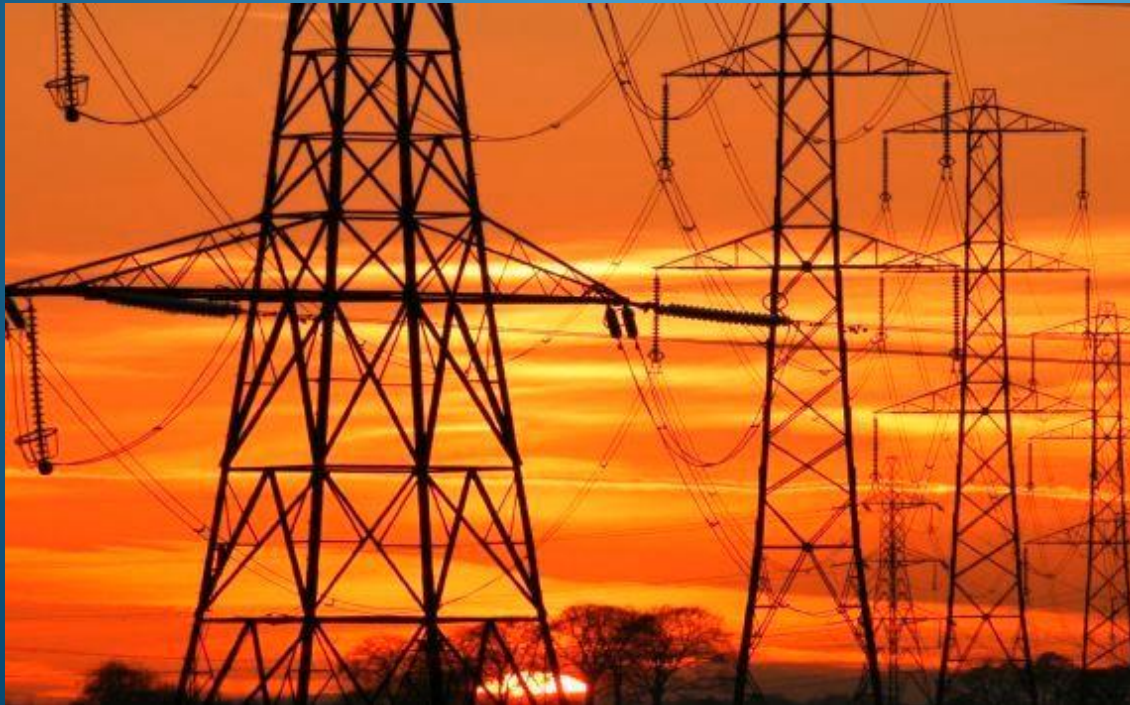


Томеш О.С

Студент групи Есм-15(м)

Вінницький національний
технічний університет

Автоматизація пошуку пошкоджень в електричних мережах з повітряними лініями напругою 6-35 кВ



**Науковий керівник:
Проф. Кутін В.М**

Актуальність роботи

Розподільні мережі напругою 6–35 кВ мають специфічні особливості і в порівнянні з мережами більш високої напруги, які майже виключають застосування для них методів і засобів ВМП, 110–750 кВ. Для РМ напругою 6–35 кВ характерна складна деревоподібна конфігурація, вони часто секціонуються роз'єднувачами і вимикачами навантаження, окремі ділянки мережі виконані провідниками різної марки та перерізу, використовують різні режими роботи нейтралі (ізольована, компенсована) є інформаційно невизначеними, не чутливими до КЗ в кінці лінії, струм і напруга нульової послідовності залежить не від місця замикання, а від перехідного опору в місці замикання. Вище наведені особливості РМ вимагають розроблення принципово нових методів і засобів ВМП.

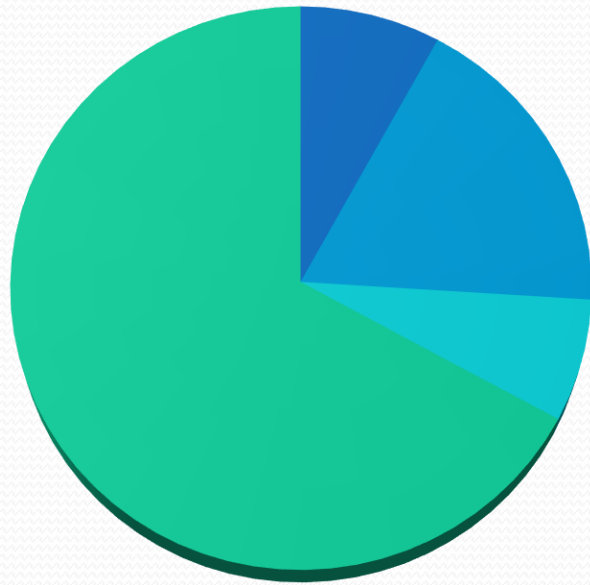
Метою дослідження є підвищення ефективності пошуку пошкодження, шляхом підвищення точності ВМП і автоматизація пошуку пошкодження.

Об'єктом дослідження є аварійні режими роботи розподільчих мереж з повітряними лініями електропередачі напругою 6-35 кВ

Предметом дослідження є методи підвищення ефективності процесу пошуку пошкодження в системах електропостачання з повітряними лініями електропередачі.

Види пошкоджень і причини їх виникнення

Види коротких замикань



■ Трифазне КЗ (8%)

■ Двофазне КЗ (18%)

■ Двофазне на землю (7%)

■ Однофазне (67%)

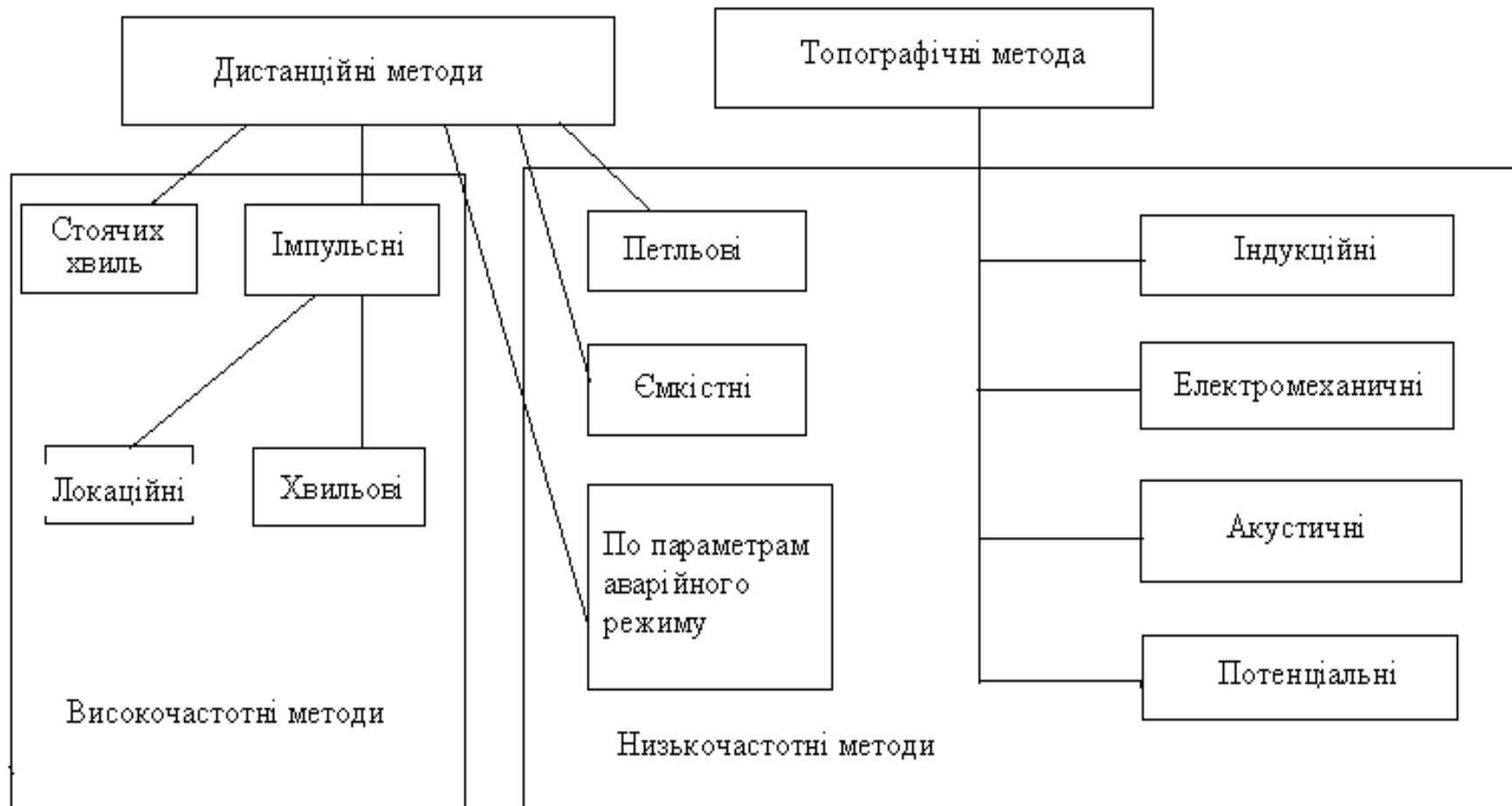
Причини пошкодження ПЛЕП :

- ожеледно-вітрові навантаження
- перекриття ізоляції внаслідок грозових розрядів
- пошкодження опор і проводів автотранспортом та іншими механізмами
- дефекти виготовлення опор, проводів, ізоляторів
- перекриття ізоляції через птахів
- невідповідність опор, проводів, ізоляторів клімату
- неправильний монтаж опор і проводів, не дотримання термінів ремонту і заміни обладнання.

В основному ці причини призводять до:

- ослаблення або порушення механічної міцності опор, проводів, ізоляторів
- обриву проводів
- поломки деталей опор
- корозії і гниття металевих і дерев'яних частин

Аналіз існуючих методів та засобів пошуку пошкоджень



Математичне обґрунтування вдосконалення дистанційного методу пошуку пошкодження в РМ 6- 35 кВ

Для визначення місця пошкодження пропонується такий алгоритм:

Вводиться попередній більш точний розрахунок параметрів ЛЕП з урахуванням їх конструктивної неоднорідності та розрахунок навантажень ТП 6-10/0,4 кВ/А.

Визначається індуктивний опір до місця пошкодження за результатами фіксації параметрів нормального та аварійного режимів:

$$x^B = \frac{U_p}{I_{к.з.}} = x_{к.з.} - \frac{\sum_{i=1}^n \Delta I_i \cdot x_{ik}}{I_{к.з.}} = x_{к.з.} - \Delta x,$$

де $U_p, I_{к.з.}$ - виміряне значення відповідно напруги петлі к. з. та струму на початку лінії;
 $x_{к.з.}$ - реактивний опір до місця к. з., ΔI_i - різниця струмів фаз на i -му відгалуженні; x_{ik} - реактивний опір від місця короткого замикання до початку i -ої ділянки.

Як видно з вище наведеної формули, дійсне значення реактивного опору $x_{к.з.}$ відрізняється від виміряного x^B , тому необхідно внести поправку. Для цього порівнюють виміряне та зафіксоване значення струму навантаження I_n на лінії з попередньо розрахованим за номінальними параметрами трансформаторів ТП 10/0,4 кВ, тобто $I_n \geq \sum_{i=1}^n \Delta I_{к.з.}$ і визначають ділянку k мережі, в межах якої виникло к.з. Визначають Δx як:

$$\Delta x' = \frac{\sum_{i=1}^k \Delta I_i x_{ik}}{I_{к.з.}}$$

Уточнене значення опору до місця к. з. визначають як:

$$x_y = x^0 - \Delta x'$$

Остаточну відстань до місця к. з. визначають, з попередньо розрахованої залежності, яка враховує конструктивну неоднорідність

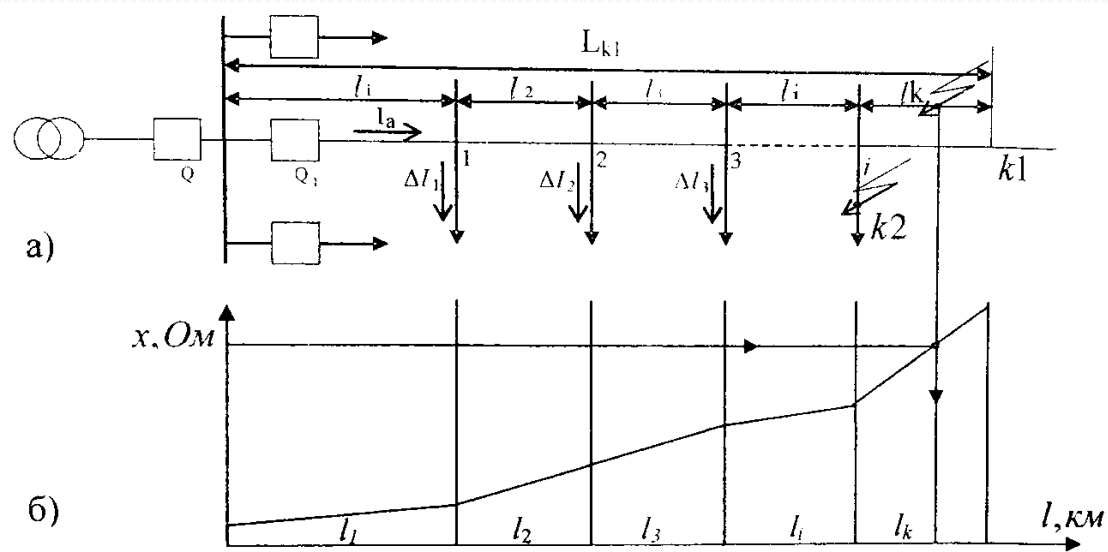


Рисунок - Розрахункова схема мережі: а) схема мережі; б) залежність $x_{Д}=F(l)$

Такий підхід дозволяє зменшити похибку, яка виникає при обчисленні, завдяки врахуванню зміни струму навантаження на окремих ділянках мережі. Крім цього, цей алгоритм дає змогу при розрахунках врахувати питомий опір конкретної ділянки, а не брати середнє значення по всій мережі. Для точного визначення реактивного опору необхідною умовою є точна інформація про струми навантаження на окремих ділянках та струми аварійного режиму.

Алгоритм функціонування МПДМ

В якості критерію оптимізації використовують мінімум недовідпустку електроенергії за час процесу пошуку місця пошкодження:

$$W = \sum_{j=1}^n W_j = \sum_{j=1}^n t P_{omj} \rightarrow \min,$$

та мінімум витрат часу:

$$t = \sum_{j=1}^n t_j \rightarrow \min,$$

де t_j , W_j - відповідно тривалість відключення лінії та недовідпуск електроенергії на j -му кроці пошуку пошкодження; P_{omj} - величина навантаження, що відключається на i -му кроці; n - кількість ділянок РМ.

Для досягнення оптимального ступеня упорядкування перевірок за двома критеріями одночасно, попередньо мінімізується недовідпустка електроенергії при визначенні послідовності ділення схеми r -им роз'єднувачем, а лише потім при виборі пар $(r-R)$. Таким чином, на кожному кроці повинна виконуватись умова:

$$\Delta W = W_{(W \rightarrow \min)} - W_{(t \rightarrow \min)} > 0,$$

В загальному випадку задача має таке формулювання. Фідер розподільної мережі складається з n ділянок з'єднаних заданим порядком, кожна ділянка може мати два стани: пошкоджена або справна. Множина станів $\{S_j\}$ характеризується багатовимірним вектором, кожна компонента якого являє собою 0 при відсутності пошкодження на j -ій ділянці та 1 при її наявності. Заданій схемі відповідає кінцева множина перевірок $\{P_j\}$, що мають два результати: «так» або «ні» та повністю забезпечують можливість визначення місця пошкодження. Ймовірність пошкодження ділянки мережі пропорційна її довжині.

Розв'язання задачі ВМП МПДМ являє собою багатокрокову процедуру, тому її можна відобразити орієнтованим графом, що в нашому випадку представляє собою дихотомічне дерево розв'язків (оскільки порівнюються два стани і тому невисячі вершини дерева мають не більше двох дуг, що виходять з них). Усі вершини дерева представляють кроки процедури ВМП, а дуги - можливі варіанти окремого розв'язку. Сукупність зв'язаних дуг представляє собою повну процедуру ВМП (рисунок). При цьому, при виконанні кожної процедури до дерева можуть додаватись одна або дві висячі вершини. Тоді, будь-який шлях, що починається з вершини дерева і закінчується висячою вершиною, буде називатись побудованою частиною дерева розв'язків. Будь-який можливий розв'язок, або такий, що не має сенсу аж до отримання повного розв'язання, буде називатись непобудованою частиною розв'язку

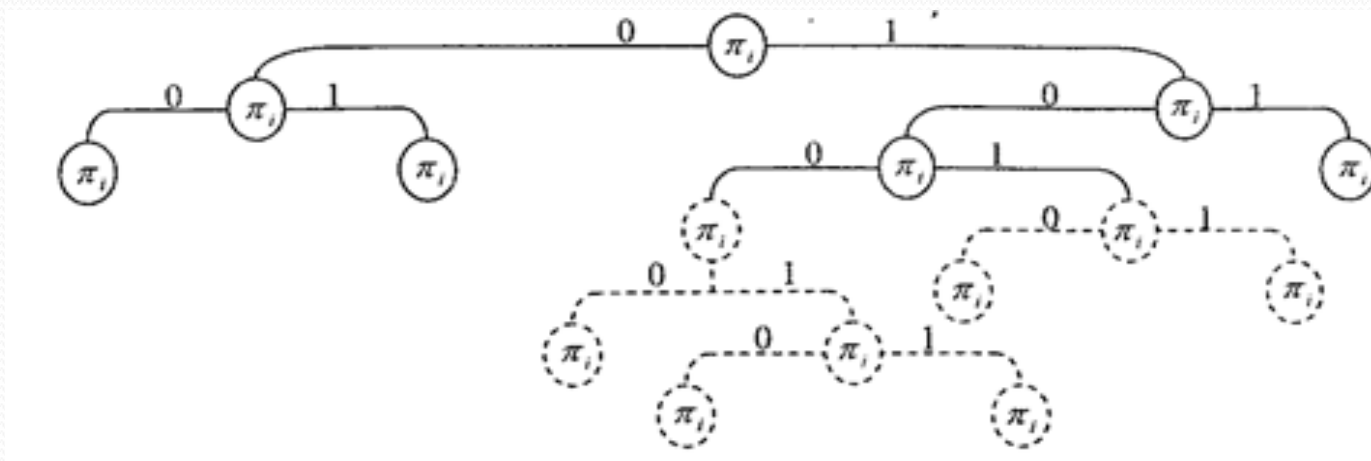


Рисунок – Загальний вигляд дихотомічного дерева розв'язків

Комбінована система ВМП

Запропоновано створення комбінованої вимірювально-інформаційної системи керування процесом ВМП. В цій системі сумісно використовуються вдосконалений дистанційний метод пошуку пошкодження та метод послідовного ділення мережі із оптимізованою послідовністю перевірок та пристрою топографічного визначення пошкодженого елемента. При цьому диспетчеру стають доступними дані про події, що виникають в системі електропостачання за лічені хвилини. Це дає змогу визначити можливу зону виникнення пошкодження або використати умовний попередньо розрахований для кожної лінії алгоритм оптимальної послідовності операцій для ВМП.

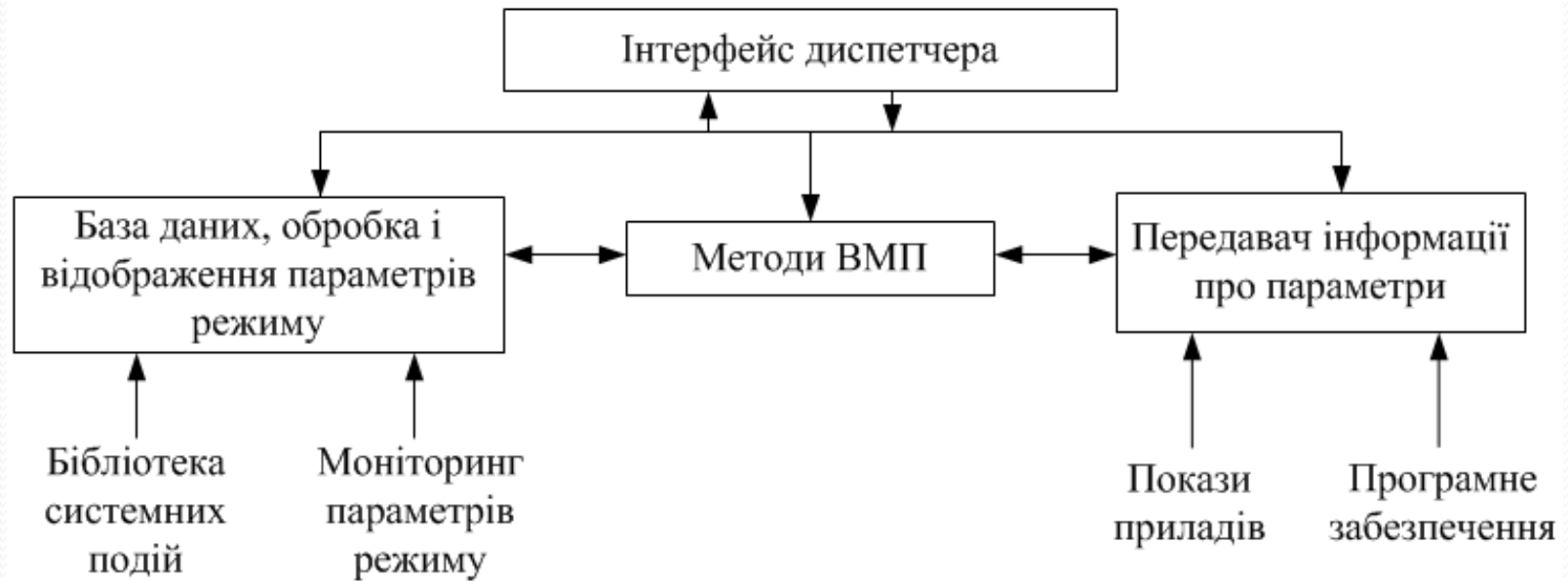


Рисунок – Структурна схема ВІС системи ВМП

Метод локаційно-імпульсного зондування

Для дослідження використовується рефлектометр РЕЙС-105Р, який забезпечує тривалість імпульсів зондування в мережах $\tau = 0,007 - 10$ мкс.

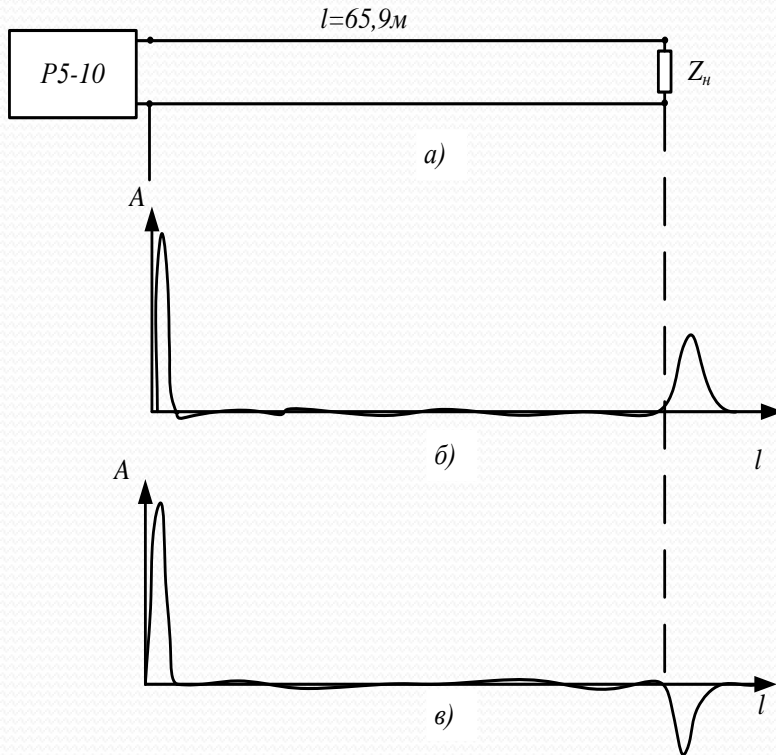


Рисунок – Схема під'єднання приладу до лінії (а), рефлекторами при обриві, коли $Z_H = \infty$; і короткому замиканні, коли $Z_{ХВ} = 0$ (в) лінії.

При посиланні по лінії зондувального сигналу (пряма хвиля) від місця виникнення неоднорідності відбувається відбиття посланого сигналу (зворотна хвиля). Відношення комплексної напруги (струму) зворотної хвилі в кінці лінії $U_{зв}^{(0)} = B_2$ до напруги (струму) прямої хвилі $U_{пр}^{(0)} = B_1$ називають коефі-цієнтом відбиття

$$N = \frac{B_1}{B_2} = \frac{Z_H - Z_{ХВ}}{Z_H + Z_{ХВ}}$$

де Z_H – опір навантаження;
 $Z_{ХВ}$ – хвильовий опір лінії.

Як показали результати досліджень, у випадку обриву лінії сигнал, відбитий від місця обриву, зберігає ту ж полярність, що й зондувальний, при цьому $N=1$. При виникненні короткого замикання відбитий сигнал змінює полярність на протилежну відносно зондувального сигналу, при цьому $N=-1$. Тобто, при обриві проводу опір в місці обриву значно збільшиться і імпульс, відбитий від місця обриву, матиме додатну полярність.

З рефлекторами, що зображена на рисунку видно, що у випадку обриву зондувальний імпульс за напругою відбивається від кінця лінії без зміни полярності, а коли на лінії КЗ, то зондувальний імпульс змінює полярність на протилежну.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі в результаті експериментальних досліджень вирішена прикладна наукова задача, що полягає у розвитку однієї з основних задач технічної діагностики – визначення місця пошкодження в досліджуваному об'єкті, спрямована на підвищення надійності, безпеки і ефективності використання електричних мереж зі складною топологією

1. На основі проведених досліджень показано, що СЕП з повітряними лініями електропередачі є складною системою. Вони розподілені в просторі, мають високу ціну відмов, автономні, перебувають під впливом великої кількості факторів.

2. Розглянуто дистанційний метод визначення відстані до місця пошкодження, що ґрунтується на фіксації параметрів доаварійного та аварійного режимів роботи на кожному приєднанні, який враховує неоднорідність параметрів ділянок магістралі і навантаження на відгалуженнях, що дозволяє зменшити методичну похибку визначення місця пошкодження.

3. Розглянута програма пошуку пошкодженої ділянки методом послідовного ділення мережі яка ґрунтується на використанні динамічних і статичних характеристик об'єкту, що забезпечує вибір оптимальної стратегії пошуку при різних видах пошкодження, методах пошуку та засобах контролю. Програма представляє собою сукупність оптимізованих алгоритмів, що заздалегідь розраховуються за допомогою ЕОМ для кожної лінії.

4. Розглянута інтегрована вимірально-інформаційна система керування процесом ВМП дозволяє підвищити рівень автоматизації процесу ВМП на основі сумісного використання дистанційного методу та методу послідовного ділення мережі (динамічних і статичних характеристик об'єкта), що скорочує час пошуку пошкоджень в порівнянні з раніше відомими методами в 1,1-1,4 рази.

5. Для автоматизації процесу пошуку обриву провода або короткого замикання на повітряних лініях електропередачі зі складною топологією і неоднорідностями хвильового опору лінії, доцільно використовувати локаційне імпульсне зондування, яке відповідає вимогам: дистанційності.

Наукова новизна роботи полягає, у тому, що

- Запропоновано вдосконалення дистанційного методу визначення місця пошкодження шляхом фіксування параметрів нормального і аварійного режимів на кожному приєднанні розподільної мережі, а математичні, логічні операції здійснювати за допомогою централізованої системи, що дозволяє при визначенні до місця К.З зменшити похибку вимірювання так, як вимірюється струм навантаження тільки приєднання і враховується неоднорідність параметрів структури.

- Отримав подальший розвиток метод послідовного ділення мережі за рахунок оптимізації послідовності перевірок за дуальним критерієм мінімум недовідпуску електроенергії та часу пошуку

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що:

- Розроблена принципова схема програма і алгоритми комбінованої системи визначення місця пошкодження при аварійних режимах роботи в розподільних мережах з складною топологією напругою 6 – 35 кВ



Дякую за увагу!

**Доповідь
закінчена.**