

Методи та засоби автоматизації процесу пошуку пошкоджень в розподільчих мережах напругою 6-35 кВ

Керівник: д.т.н., проф. Кутін В. М.

Виконав: студ. гр. 1ЕПА-19м Балюк В. О.

Актуальність і мета, об'єкт та предмет дослідження

Існуючі методи пошуку в значній мірі не враховують деякі особливості розподільних мереж. Наприклад, дистанційні методи не враховують неоднорідність структури РМ; метод послідовного ділення мережі – інформаційну невизначеність, не чутливий до к.з. в кінці мережі і однофазного замикання на землю(ОЗЗ) через перехідний опір, що більший 100 Ом.

Вплив перелічених факторів значно ускладнює процедуру пошуку місць пошкоджень, що збільшує час на проведення операцій та витрати на ВМП. Тому існує задача створення методів і засобів, які дозволять врахувати неоднорідність та складну топологію розподільних мереж для підвищення рівня автоматизації та точності ВМП. Рішення цієї задачі лежить на шляху сумісного використання статичних та динамічних характеристик об'єкта на основі методу послідовного аналізу.

Метою роботи є підвищення рівня надійності, безпеки і ефективності використання систем електропостачання з повітряними лініями електропередач напругою 6-35 кВ шляхом автоматизації процесу пошуку і зменшення похибки визначення місця пошкодження.

Об'єктом дослідження є розподільні мережі напругою 6-35 кВ з повітряними лініями електропередачі.

Предметом дослідження є методи визначення місця пошкодження в розподільних мережах з неоднорідною структурою, несиметричними аварійними режимами роботи, розподіленням вздовж магістральної лінії навантаженням.

Види пошкоджень в розподільних мережах напругою 6-35 кВ

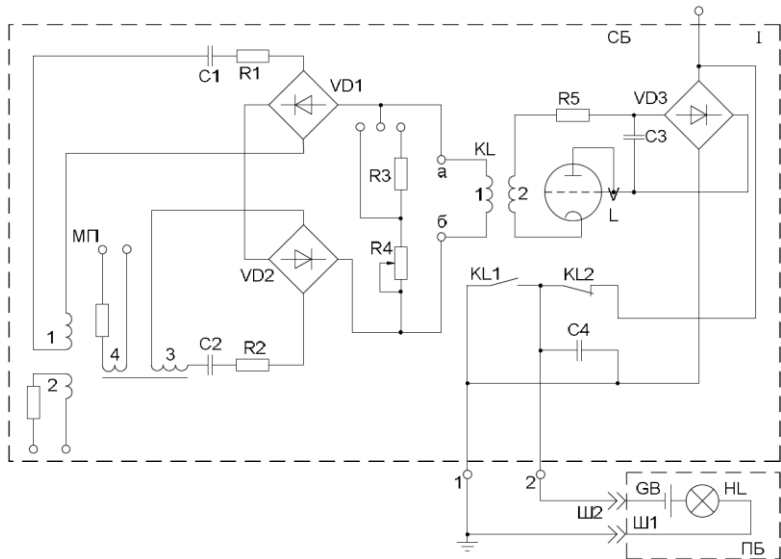
До основних видів пошкоджень в розподільних мережах напругою 6-35 кВ відносять однофазні замикання на землю, КЗ між фазами, подвійні замикання на землю й обриви проводів. У мережах з напругою до 1000 В, що працюють у режимі із глухозаземленою нейтраллю, основними видами пошкоджень є міжфазні й однофазні КЗ, обриви провідників.

За статистикою АК «Вінницяобленерго» за десять останніх років.

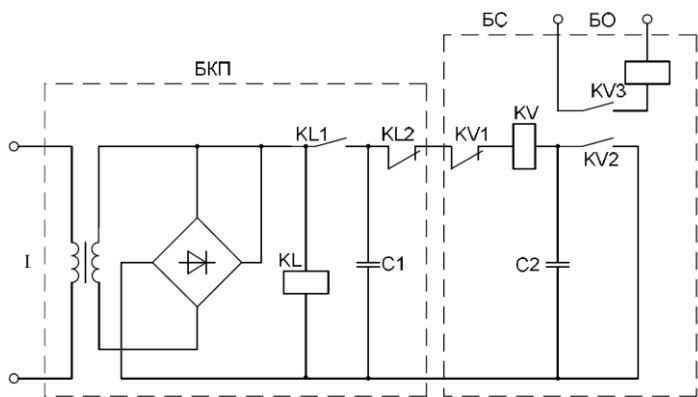
- Пробій ізоляторів.....181 (32%);
- Обрив провідників.....130 (23%);
- Перекриття ізоляції між фазами.....49 (8,7%);
- Пробій і пошкодження розрядників.....48 (8,5%);
- Обрив в'язок.....34 (6,2%);
- Інше.....123 (21,6%).

Кількість пошкоджень, що супроводжуються стійкими однофазними замиканнями на землю, склала 63,2 %, міжфазних КЗ - 9,7 %, подвійних замикань на землю - 5,2 %, обриву проводу - 6,2 %, інших – 15,7 %

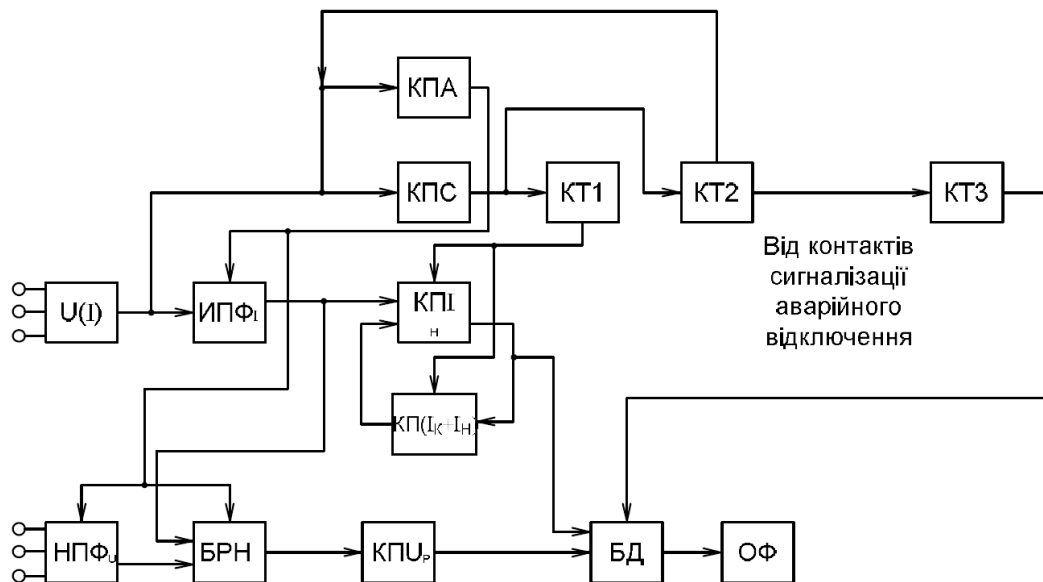
Аналіз існуючих методів і засобів для визначення місця міжфазних замикань на повітряних лініях електропередачі



Принципова схема покажчика типу УПУ-1

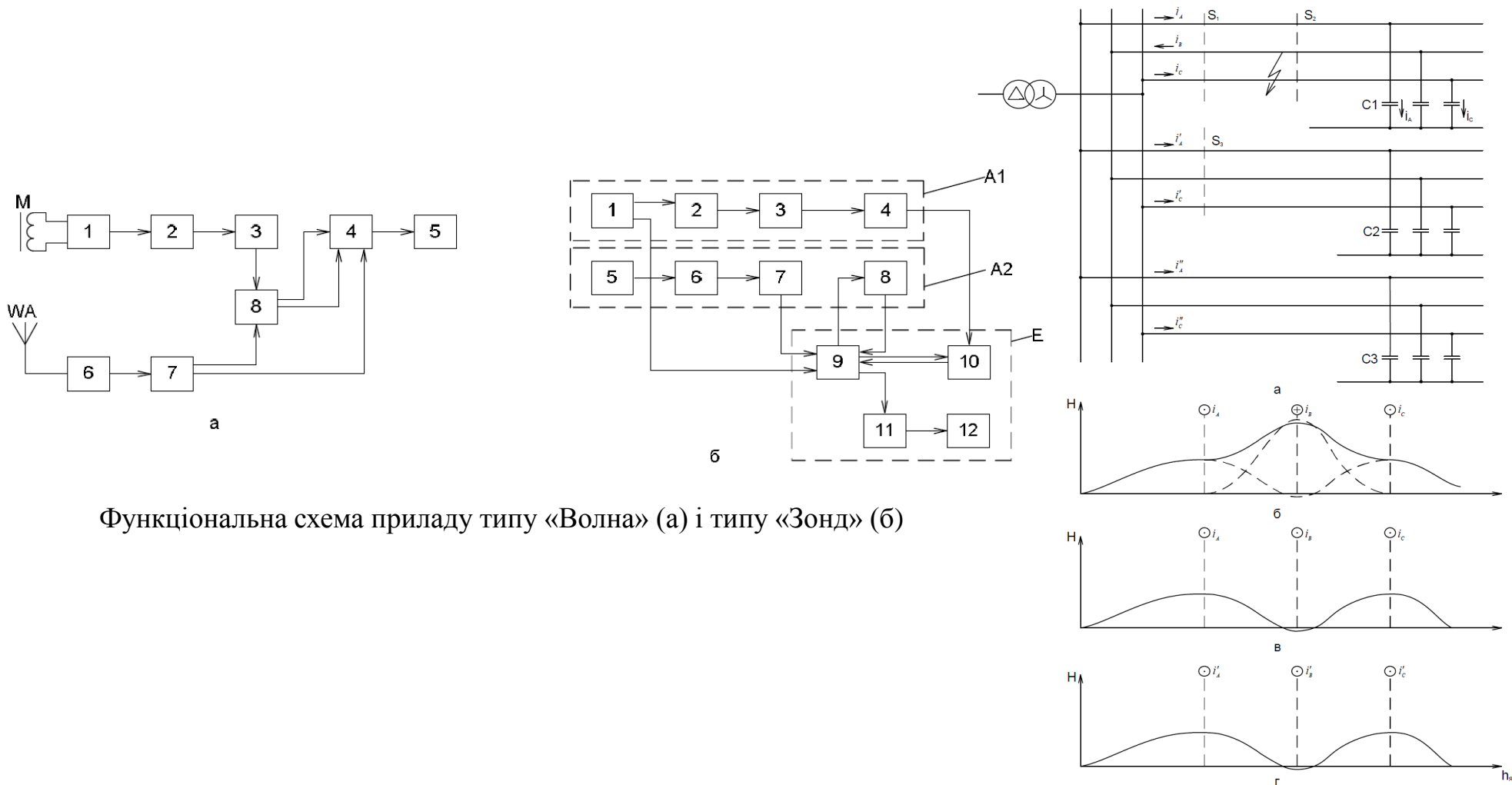


Принципова схема фіксуючого приладу ФІП



Принципова схема пристрою типу ФМК-10

Засоби для визначення місця однофазного замикання на землю в повітряних розподільних мережах



Функціональна схема приладу типу «Волна» (а) і типу «Зонд» (б)

Схема мережі (а) розподілу напруженості магнітного поля в поперечному розрізі пошкодженої лінії до S_1 (б), після замикання S_2 (в); на непошкодженій лінії S_3 (г)

Порівняльна характеристика методів ВМП

Метод визначення місця пошкодження	Переваги	Недоліки
Дистанційний метод	<ul style="list-style-type: none"> швидкість пошуку пошкоджень; можливість автоматизації процесу пошуку. 	<ul style="list-style-type: none"> не враховується зміна струму вздовж пошкодженої лінії, що виникає внаслідок розподілення навантаження по її довжині; в більшості існуючих методів не враховується неоднорідність пошкодженої лінії; не можливо розрізнити пошкодження на магістралі від пошкодження на відгалуженні; складна апаратурна реалізація; низька точність.
Топографічний метод	<ul style="list-style-type: none"> забезпечує відносно високу точність ВМП. 	<ul style="list-style-type: none"> потребує послідовного обходу мережі, що пов'язано із значною витратою часу; нечутливі до міжфазних к.з. на кінці лінії; не ефективні при пошуку ОЗЗ на ранній стадії його розвитку.
Метод послідовного ділення мережі	<ul style="list-style-type: none"> забезпечують високу точність визначення пошкодженої ділянки. 	<ul style="list-style-type: none"> дозволяють визначити лише пошкоджену ділянку мережі, яку можна виділити комутаційними апаратами; вимагають великого обсягу попередніх обчислень для визначення оптимальної послідовності перевірок.

Теоретичне обґрунтування вдосконалення дистанційного методу ВМП до місця міжфазного короткого замикання

За базовий метод приймемо метод, в основу якого покладено вимірювання реактивного опору до місця пошкодження із використанням вимірювальних органів, характеристичною величиною для яких є задана функція, що виражена в комплексній формі відношень вхідних напруг до вхідних струмів та порівняння вимірних значень із розрахованими.

Алгоритм застосування методу:

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

2. Визначається індуктивний опір до місця пошкодження за результатами фіксації параметрів нормального та аварійного режимів що згідно з розрахунковою схемою мережі;

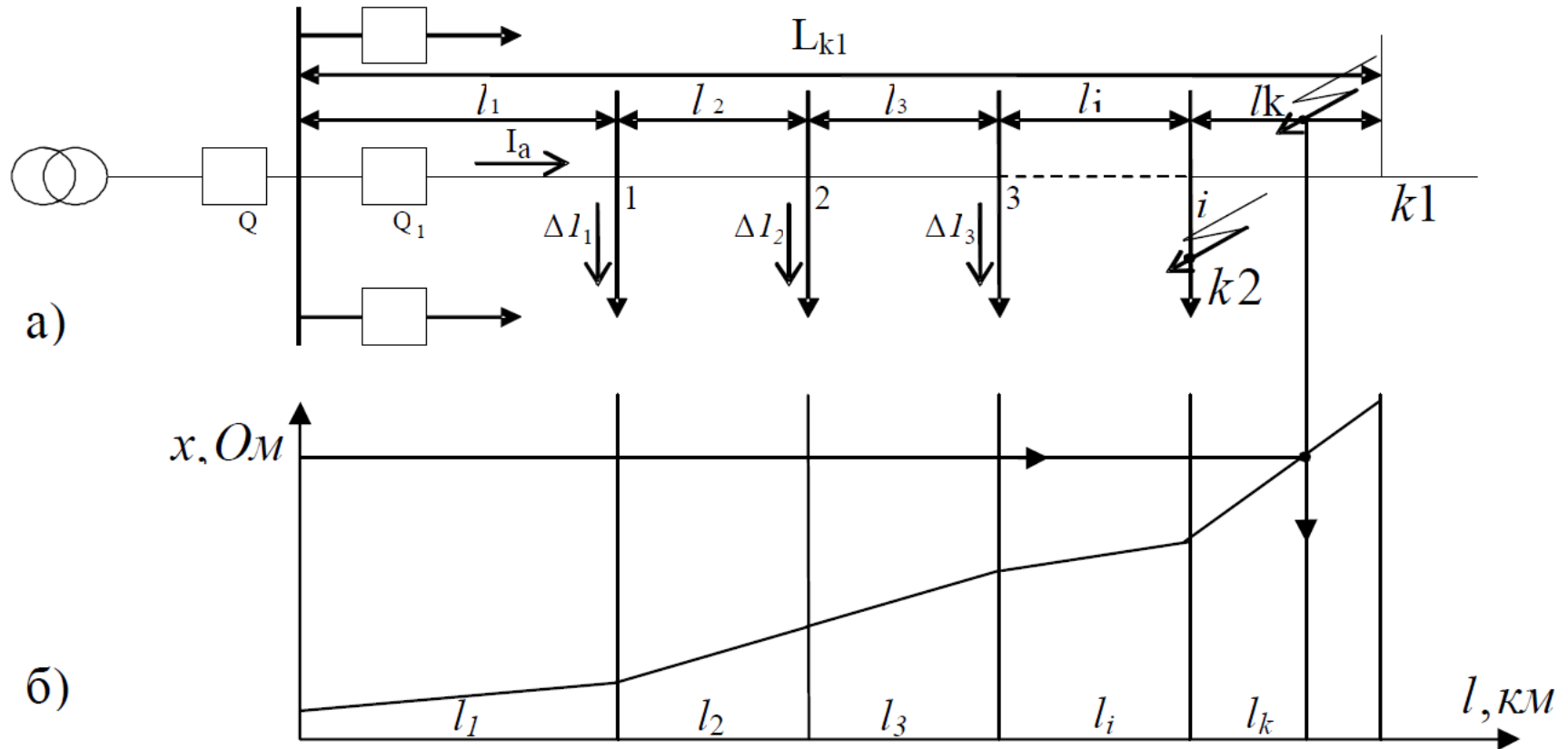
$$x^B = \frac{U_P}{I_{к.з.}} = x_{к.з.} - \frac{\sum_{i=1}^n \Delta I_i x_{ki}}{I_{к.з.}} = x_{к.з.} - \Delta x, \quad (1)$$

3. Як видно із (1) дійсне значення реактивного опору $x_{к.з.}$ відрізняється від виміряного x^B , тому необхідно внести поправку. Уточнене значення опору до місця к.з. визначають як

$$x_y = x^0 - \Delta x', \quad (2) \quad \Delta x' = \left(\sum_{i=1}^k \Delta I_i x_{ik} \right) / I_{к.з.} \quad (3)$$

4. Остаточо відстань до місця к.з. визначають, виходячи із попередньо розрахованої залежності $x^D=F(l)$, яка враховує конструктивну неоднорідність; по x_y визначають ділянку

Розрахункова схема мережі

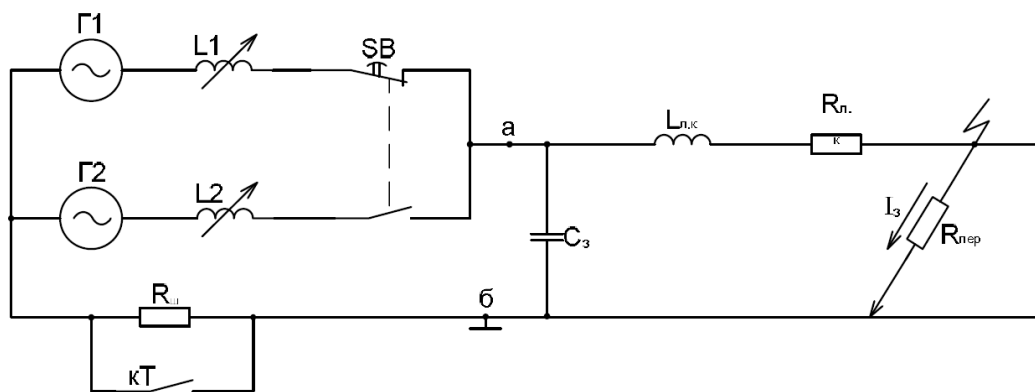


Розрахункова схема мережі: а) схема мережі; б) залежність $x^{\Delta}=F(l)$

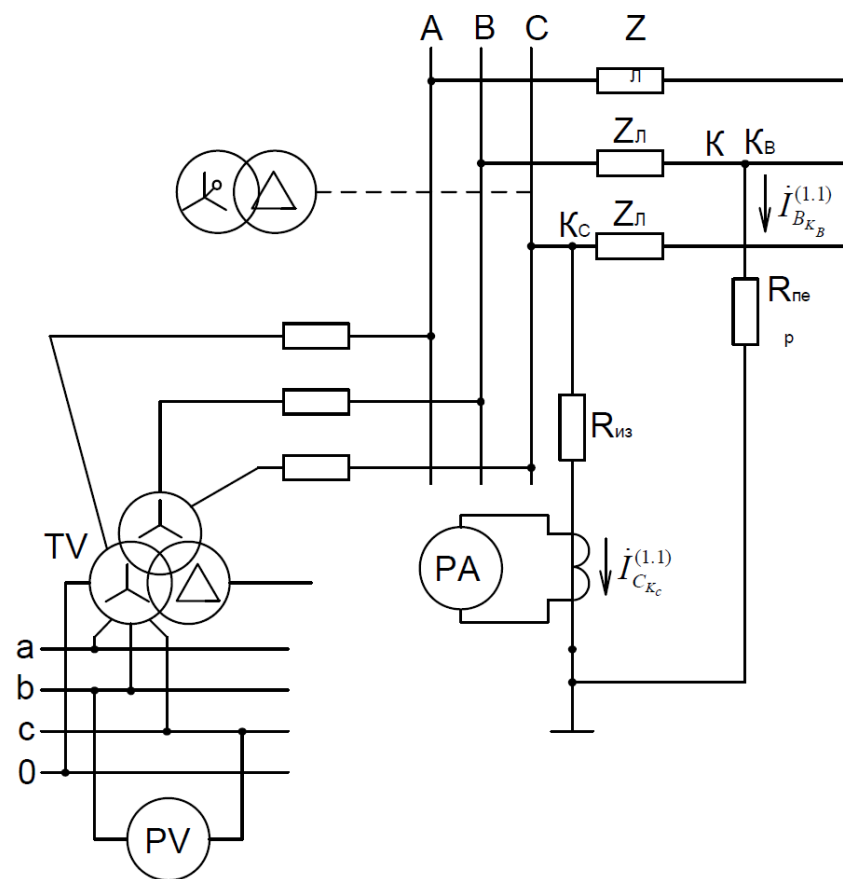
Теоретичне обґрунтування вдосконалення дистанційного методу ВМП до місця однофазного замикання на землю

Запропоновано спосіб дистанційного визначення відстані до місця однофазного замикання на землю, заснований на штучному замиканні непошкодженої фази лінії через резистор при виникненні в ній однофазного замикання на землю, і вимірювання реактивного опору петлі, утвореної провідником пошкодженої фази, місцем однофазного замикання на землю й опором місця штучного замикання на землю непошкодженої фази лінії на підстанції.

Синтез пристроїв для реалізації дистанційного методу ВМП до місця однофазного замикання на землю

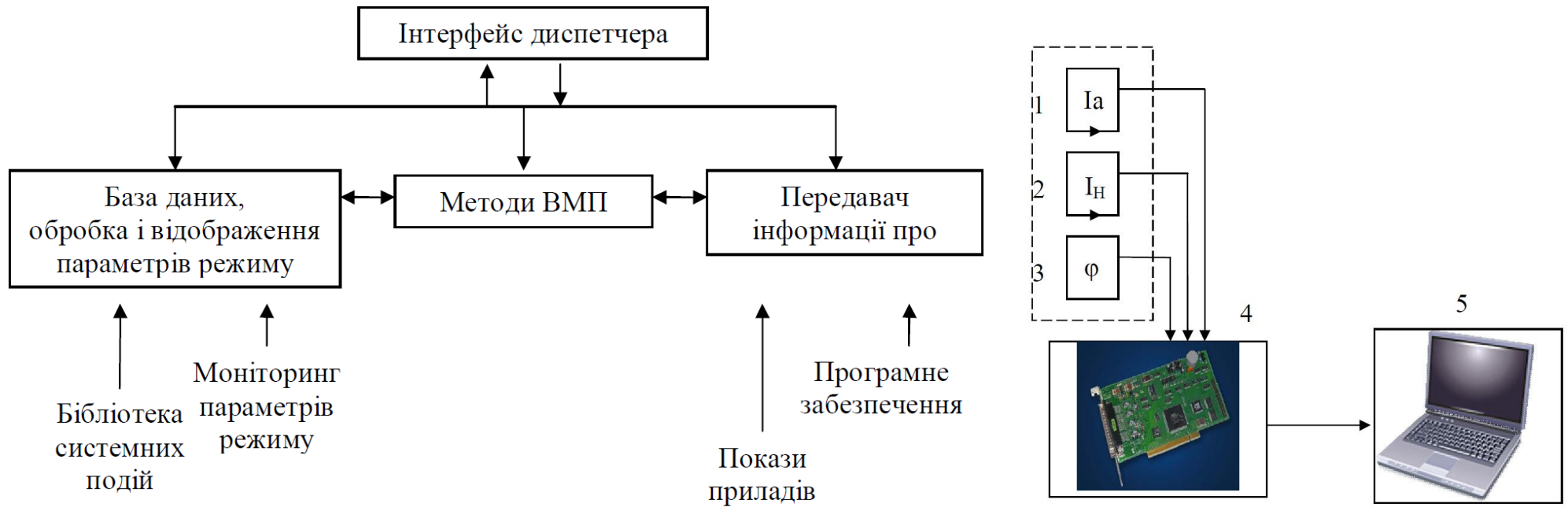


Принципова схема пристрою для визначення відстані до місця однофазного замикання на землю



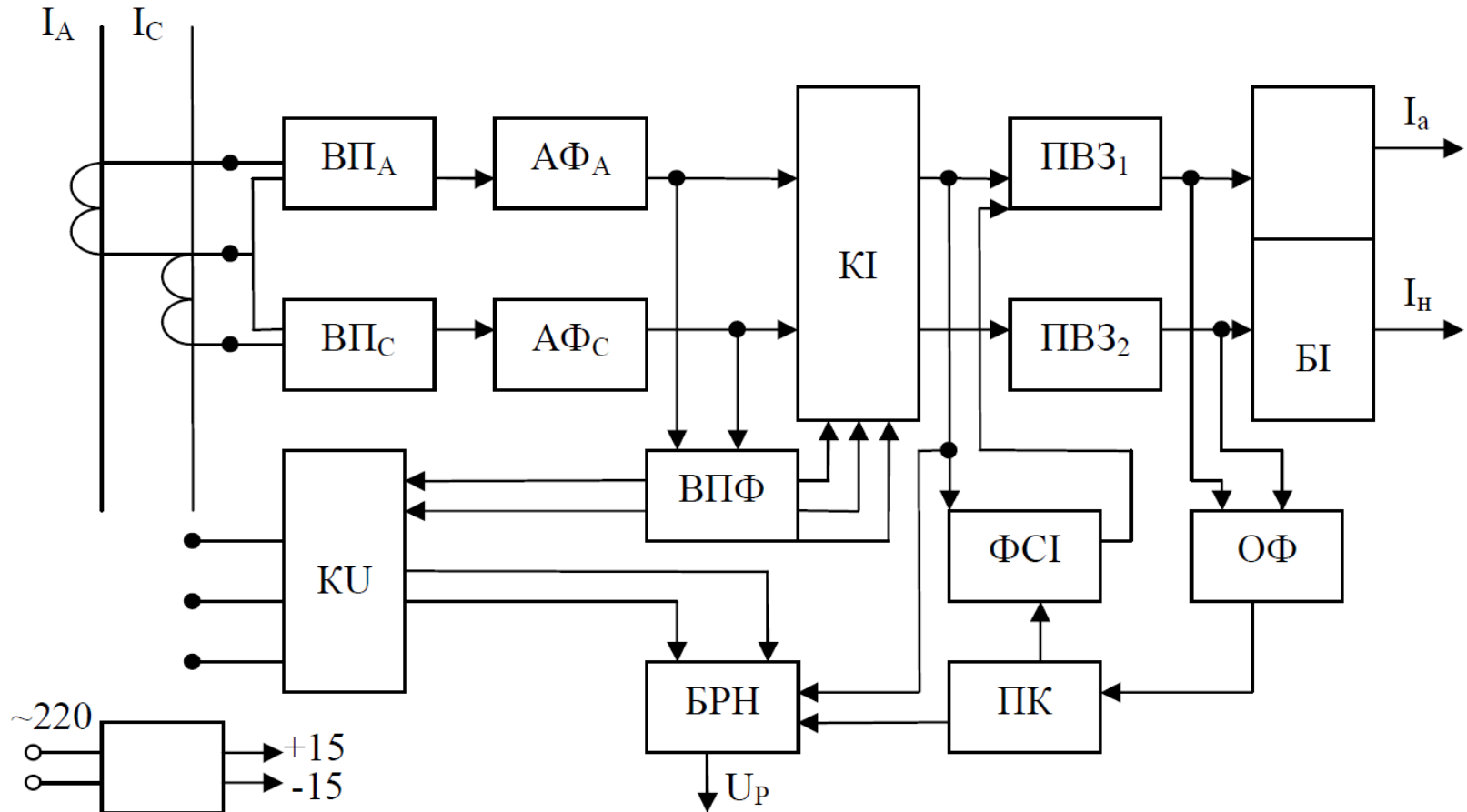
Розрахункова схема для визначення струму подвійного замикання на землю

Структурна схема вимірювально-інформаційної системи ВМП



Структурна схема вимірювально-обчислювальної системи

Функциональная схема основного блока фиксирующего омметра



Розрахунок економічної вигідності

$$\Delta t_{\text{Пк}} = t_{\text{Пк}} - t_{\text{Пк}}^{\text{ДВ}} = C_E \cdot L \cdot \Delta E_n^{\text{ДВ}}, \quad - \text{ розрахунок часу потрібного на пошук пошкодженої ділянки}$$

$$\delta \Delta W = C_E M_{\text{max}} \Delta E_w^{\text{ДВ}} + C_E M_{\text{max}} X_w, \quad - \text{ визначення зниження недовідпуску електроенергії на одне аварійне відключення при міжфазному КЗ}$$

Тоді технічний ефект від встановлення дистанційного вимірювача буде визначатися величиною зменшення річного недовідпуску електроенергії споживача

$$\delta \Delta W^{\text{ДВ}} = \omega \cdot \Delta W^{\text{ДВ}},$$

Таблиця 1 – Економічний ефект

L, км	K_{кр},	v_a, км/год	L_м, км	n, шт	P, кВт	v_x, км/год	Зн, грн./кВт*год	E_н
15	1,3	20	6,6	10	2340	5	3,24	0,12

Наукова новизна та практична цінність

Дістав подальший розвиток дистанційний метод визначення відстані до місця пошкодження, в якому враховується розподіл навантаження вздовж магістралі лінії, неоднорідність структури розподільної мережі, що забезпечує підвищення рівня автоматизації та точності визначення місця пошкодження при міжфазних к.з.

Дістав подальший розвиток метод визначення відстані до місця виникнення однофазного замикання з врахуванням неоднорідності РМ на основі створення штучного короткочасного, на період вимірювання, подвійного замикання на землю в різних точках мережі та послідовного аналізу нормального і аварійного режимів роботи. В запропонованому методі враховується розподіл навантаження вздовж магістралі лінії, неоднорідності та складність структури розподільної мережі, що забезпечує підвищення рівня автоматизації та точності визначення місця пошкодження при однофазному замиканні на землю.

На основі наукових результатів створено:

- Дистанційний метод визначення місця міжфазного к.з. в повітряних мережах напругою 6-35 кВ, який дозволяє визначити місце пошкодження з точністю до 5%;
- Дистанційний метод визначення ОЗЗ, що є більш чутливим порівняно з існуючим, при якому визначається місце замикання через значний перехідний опір.

Висновки

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена подальшому розвитку методів пошуку пошкоджень в системах електропостачання з повітряними лініями електропередачі в напрямку підвищення точності визначення місця пошкодження і автоматизації процесу пошуку шляхом врахування неоднорідності параметрів окремих ділянок РМ, розгалуженої структури та інформаційної невизначеності, що дозволяє підвищити рівень надійності, безпеки і ефективності використання РМ 6-35 кВ за призначенням.