



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **73067** (13) **U**
(51) МПК
H02H 3/24 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

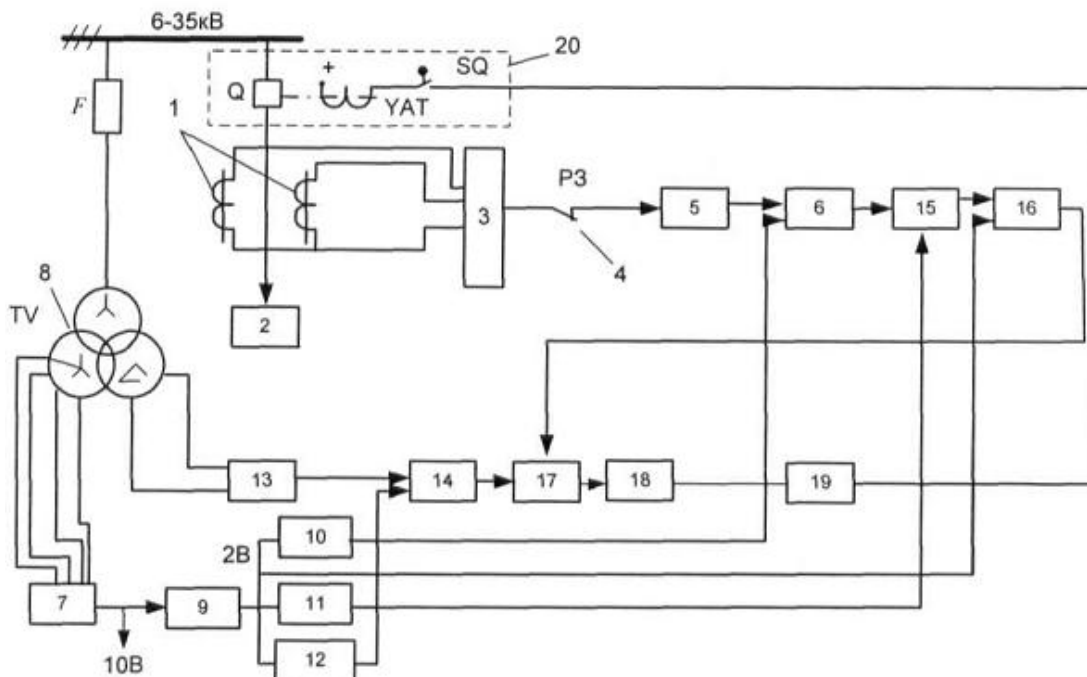
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 02350	(72) Винахідник(и): Кутіна Марина Василівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 28.02.2012	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.09.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.09.2012, Бюл.№ 17	

(54) ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ З ІЗОЛЬОВАНОЮ АБО КОМПЕНСОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ ВІД ОБРИВУ ПРОВОДУ В ФАЗІ

(57) Реферат:

Пристрій захисту електричної розподільної мережі з ізолюваною або компенсованою нейтраллю від обриву проводу в фазі містить перетворювачі змінної напруги в постійну, елемент збігу схеми, елемент затримки сигналу, вихідний блок, фільтр струму зворотної послідовності, розмикаючий вихідний контакт релейного захисту від міжфазних коротких замикань, три компаратори, формувач уставки по струму зворотної послідовності, формувач уставки по напрузі нульової послідовності і формувач уставки часу, ключ.



Фиг. 1

UA 73067 U

Корисна модель належить до електротехніки, зокрема до засобів релейного захисту та автоматики.

Відомий пристрій захисту від несиметричних режимів роботи систем електропостачання з повітряними лініями електропередачі з ізольованою або компенсованою нейтраллю і одностороннім живленням [А.с. СССР № 1504716 М. кл. H02H 7/08, 1989 г], що включає в себе 5 сенсори струму, випрямлячі, елемент АБО, ключ та блок контролю. Сенсори струму включені в коло кожної фази і формують корисний сигнал у ті інтервали часу, коли по фазному провіднику не протікає електричний струм.

Недолік полягає у тому, що даний пристрій не працює при виникненні обриву фазного 10 проводу на відгалуженні або за першим і наступними відгалуженнями на магістралі розгалуженої мережі, так як струм в пошкодженій фазі буде визначатись навантаженням магістралі або відгалуження (невизначена відмова), крім цього можливі помилкові спрацювання пристрою (хибна відмова) від різночасності замикання контактів силового вимикача.

Найбільш близьким аналогом є пристрій для захисту від несиметричного режиму роботи 15 електричної мережі з ізольованою або компенсованою нейтраллю від несиметричних режимів, який складається з первинних перетворювачів сигналів (трансформаторів струму з операційними підсилювачами), включених у фази електричної системи, що захищається, виходами з'єднаних із входами перетворювачів змінної напруги в постійну. Їхні виходи з'єднані з відповідними входами блока логічного елемента І і логічного елемента АБО. Ці блоки 20 підключені до відповідних входів блока логічного елемента І-НІ і блока елемента затримки сигналу. Які послідовно з'єднані з блоком логічної схеми збігу І на два входи і вихідним блоком [Патент України № 64542, МПК H02H 3/24, опубл. 16.10.2006 р., Бюл. № 10].

Недоліком найближчого аналогу є те, що пристрій не працює при обриві фазного проводу в розподільній мережі з деревоподібною структурою (невизначена відмова).

Наприклад, при обриві фази лінії за першим відгалуженням повний струм на початку лінії в 25 фазі не дорівнює нулю, а буде визначатись струмом навантаження відгалуження, а при обриві в кінці магістралі лінії або на останньому відгалуженні взагалі буде мало відрізнятись від струмів непошкоджених фаз.

В основу корисної моделі поставлено задачу, що полягає у розширенні функціональних 30 можливостей пристрою для захисту від несиметричного режиму роботи розгалуженої електричної мережі з деревоподібною структурою з ізольованою чи компенсованою нейтраллю, у якому за рахунок введення нових елементів підвищується чутливість захисту при обриві фазного проводу на відгалуженнях розподільної мережі та на магістралі за відгалуженнями і підвищення рівня безпеки експлуатації розподільних повітряних ліній електропередачі.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомий пристрій захисту від несиметричного 35 режиму роботи електричної мережі з ізольованою або компенсованою нейтраллю, що містить перетворювачі змінної напруги в постійну, елемент збігу схеми, елемент затримки сигналу, вихідний блок, введено фільтр струму зворотної послідовності, розмикаючий вихідний контакт релейного захисту від міжфазних коротких замикань три компаратори, формувач уставки по 40 струму зворотної послідовності, формувач уставки по напрузі нульової послідовності і формувач уставки часу, ключ, при цьому під'єднаний до вторинних обмоток двох трансформаторів струму, первинні обмотки яких облаштовано на початку лінії, включено в фази лінії, виходи трансформаторів струму з'єднано з входом фільтра зворотної послідовності, вихід якого через розмикаючий вихідний контакт релейного захисту від міжфазних коротких замикань і через перший перетворювач змінної напруги в постійну з'єднано з першим входом першого 45 компаратора, а до вторинної обмотки трансформатора напруги, з'єднаної в зірку, під'єднано вхід другого перетворювача змінної напруги в постійну, вихід якого з'єднано з входом джерела оперативної напруги, вихід якого під'єднано до формувача уставки по струму зворотної послідовності, формувача уставки часу, формувача уставки по напрузі нульової послідовності, а 50 до вторинної обмотки трансформатора напруги, з'єднаної в розімкнутий трикутник, під'єднано третій перетворювач змінної напруги в постійну, вихід якого під'єднано до першого входу другого компаратора, а до другого входу другого компаратора під'єднано вихід формувача уставки по напрузі нульової послідовності, а до першого компаратора під'єднано вихід формувача уставки по струму зворотної послідовності, при цьому вихід першого компаратора 55 під'єднано на перший вхід елемента затримки сигналу, на другий вхід якого під'єднано вихід формувача уставки часу, вихід елемента затримки сигналу під'єднано до першого виходу третього компаратора, на другий вхід якого під'єднано вихід джерела оперативної напруги, вихід третього компаратора під'єднано до першого входу елемента збігу схеми, другий вхід якої під'єднано до виходу другого компаратора, а вихід елемента збігу схеми під'єднано до виходу

ключа, вихід якого з'єднано з входом вихідного блока, вихід якого під'єднано до входу привода вимикача повітряної розподільної мережі.

На фіг. 1 представлена функціональна схема пристрою захисту від несиметричного режиму роботи електричної мережі з ізольованою або компенсованою нейтраллю, на фіг. 2 представлено графік зміни струму зворотної послідовності при обриві проводу у режим мінімальних навантажень, на фіг. 3 представлено графік зміни напруги нульової послідовності при обриві проводу у режим мінімальних навантажень.

Пристрій містить фільтр струму зворотної послідовності 3 вхід якого з'єднано з виходом трансформаторів струму 1, а вихід через розмикаючий вихідний контакт релейного захисту від міжфазних коротких замикань 4 з входом першого перетворювача змінної напруги в постійну 5 вихід якого з'єднано з першим входом першого компаратора 6. Трансформатор напруги 8, одна з вторинних обмоток якого з'єднана в зірку, з'єднано з другим перетворювачем змінної напруги в постійну 7, вихід якого з'єднано з джерелом оперативної напруги 9, вихід якого з'єднано з формувачем уставки по струму 10, пропорційної струму зворотної послідовності, формувачем уставки часу 11, формувачем уставки по напрузі нульової послідовності 12, а друга вторинна обмотка трансформатора напруги 8 з'єднана в розімкнутий трикутник і під'єднана до третього перетворювача змінної напруги в постійну 13, вихід якого з'єднано з першим входом другого компаратора 14, другий вхід якого з'єднано з виходом формувача уставки по напрузі нульової послідовності 12, перший вхід елемента затримки сигналу 15 з'єднано з виходом першого компаратора 6, другий вхід якого з'єднано з виходом формувача уставки часу 11, перший вхід третього компаратора 16 з'єднано з виходом елемента затримки сигналу 15, другий вхід з'єднано з джерелом оперативної напруги 9, елемент збігу схеми 17, перший вхід якого з'єднано з виходом третього компаратора 16, а другий вхід з'єднано з виходом другого компаратора 14, вихід елемента збігу схеми 17 з'єднано з входом ключа 18, з'єднано з вихідним блоком 19, вихід якого з'єднано з приводом вимикача 20.

Пристрій працює наступним чином, від трансформаторів струму 1 перетворений струм фаз мережі потрапляє на вхід фільтра струму зворотної послідовності 3. Трифазна вхідна напруга через другий перетворювач змінної напругу в постійну 7, який живиться від першої додаткової обмотки трансформатора напруги 8, потрапляє на вхід джерела оперативної напруги 9, яке формує стабільну опорну напругу 2В. Якщо відсутнє пошкодження в розподільній мережі на виході фільтра струму зворотної послідовності 3 сигнал не перевищує рівень небалансу струму зворотної послідовності, а на виході третього перетворювача змінної напруги в постійну 13 - напруги небалансу нульової послідовності і на виході першого компаратора 6 і другого компаратора 14 сигнали відсутні. При виникненні міжфазного короткого замикання спрацьовує релейний захист від міжфазних коротких замикань і розмикає розмикаючий контакт релейного захисту від міжфазних коротких замикань 4, блокуючи дію пристрою захисту електричної розподільної мережі з ізольованою або компенсованою нейтраллю від обриву проводу в фазі. В разі виникнення однофазного замикання на землю не пов'язаного з обривом проводу і падінням його на землю на виході другого компаратора 14 з'являється сигнал, який потрапляє на другий вхід елемента збігу схеми 17, але на перший вхід сигнал не подається, тому на виході елемента збігу схеми 17 сигнал відсутній і пристрій захисту електричної розподільної мережі з ізольованою або компенсованою нейтраллю від обриву проводу в фазі не працює. У випадку обриву фазного проводу на виході фільтра струму зворотної послідовності 3 з'являється струм зворотної послідовності, який випрямляється, фільтрується, нормується і підсилюється першим перетворювачем змінної напругу в постійну 5 і подається сигнал на перший вхід першого компаратора 6. На другий його вхід потрапляє сигнал від формувача уставки струму зворотної послідовності 10, спрацьовує перший компаратор 6 і своїм вихідним сигналом запускає елемент затримки сигналу 15. Напруга на виході елемента затримки сигналу 15 починає зростати. Швидкість зростання залежить від заданої уставки формувача уставки витримки часу 11, яка перевершує час падіння дроту на землю, при якому утворюється аварійний режим однофазного замикання на землю. Коли напруга на виході елемента затримки сигналу 15 перевищить напругу джерела оперативної напруги 9 спрацьовує третій компаратор 16 і подає сигнал на перший вхід елемента збігу схеми 17. Після падіння проводу на землю виникає напруга на виході третього перетворювача змінної напруги в постійну 13 і коли вона перевищує уставку спрацювання по напрузі нульової послідовності формувача уставки по напрузі 12 спрацьовує другий компаратор 14 і подає сигнал на другий вхід елемента збігу схеми 17, з виходу якої сигнал подається на вхід ключа 18, який спрацьовує і подає сигнал на вихідний блок 19, який своїм вихідним контактом подає живлення на котушку УАТ 23 вимикача Q, який відключає пошкоджену розподільну мережу 2 при замкненому блок-контакті приводу SQ.

Перевагою пристрою захисту є: виключення невизначеної відмови захисту розгалуженої розподільної мережі при виникненні обриву фазного проводу на відгалуженні, або на магістралі після першого і наступних відгалужень; зменшення часу існування поля розтікання струму в місці обриву проводу; нечутливість до комутаційних переключень у мережі.

5 Для запобігання хибним спрацюванням пристрою захисту електричної розподільної мережі з ізольованою або компенсовано нейтраллю від обриву проводу в фазі, уставка спрацювання по струму зворотної послідовності повинна вибиратися, виходячи з умови відстроювання від максимального значення струму небалансу зворотної послідовності $I_{нб2max}$ і мінімального розрахункового значення струму зворотної послідовності $I_{2роз.min}$ при обриві в кінці найбільш віддаленої ділянки мережі, тобто:

$$I_{с.з.I} = K_H I_{нб2max} ; (1)$$

$$I_{с.з.II} = K_H I_{2роз.min} , (2)$$

де K_H - коефіцієнт надійності приймається 1,1-1,2 в залежності від елементної бази, на якій реалізовано релейний захист;

15 Значення струму зворотної послідовності спрацювання захисту вибирається меншим із значень $I_{с.з.I}$, та $I_{с.з.II}$.

Для перевірки чутливості захисту використовують коефіцієнт чутливості, який визначається як відношення суми модулів $I_{нб2max}$, $I_{2роз.min}$ та струму зворотної послідовності спрацювання захисту

$$20 K_{чI} = \frac{|I_{нб2max}| + |I_{2роз.min}|}{I_{с.з.}} (3)$$

Згідно з ГОСТ-13109-97 несиметричні режими роботи характеризуються коефіцієнтами зворотної та нульової послідовності

$$k_{I_2} = \frac{I_2}{I_H} 100\% ; (4)$$

$$k_{U_0} = \frac{U_0}{U_H} 100\% , (5)$$

25 де I_2 - струм зворотної послідовності; U_0 - напруга нульової послідовності, U_H , I_H - відповідно номінальна напруга та струм мережі.

ГОСТ 13109-97 встановлює значення коефіцієнтів несиметрії зворотної (k_{I_2}) та нульової (k_{U_0}) послідовностей, - нормально допустиме (НД) 2 % та граничнодопустиме (ГД) 4 %.

30 Час спрацювання захисту необхідно вибрати більший, ніж час спрацювання захисту від міжфазних коротких замикань $t_{с.р.3max}$ часу падіння проводу на землю

$$t_{с.з.1} = t_{с.р.3max} + \Delta t ; (6)$$

$$t_{с.з.2} = K'_H t_{nmax} , (7)$$

де Δt - ступінь селективності, 0,5 с; $K'_H = 1,2$; t_{nmax} - максимальний час падіння проводу на землю.

35 Уставку спрацювання захисту по напрузі нульової послідовності при виникненні однофазних замикань на землю після падіння проводу визначають як

$$U_{с.з.} = K_H U_{нбmax} = K_H K_{ГДU_0} U_H (8)$$

де $U_{нбmax}$ - ГД значення напруги небалансу $K_{ГДU_0}$ - ГД значення коефіцієнта несиметрії.

Коефіцієнт чутливості захисту по напрузі визначається як відношення $3U_{нбmax}$ до $U_{с.з.}$,

$$40 K_{чU} = \frac{|U_{нбmax}| + |U_{роз.min}|}{U_{с.з.}}$$

де $U_{роз.min}$ - мінімальне розрахункове значення напруги нульової послідовності.

Таким чином, для визначення обриву проводу повітряної лінії електропередачі доцільно контролювати значення струму зворотної послідовності до моменту падіння проводу на землю (фіг. 2) і напругу нульової послідовності після падіння проводу на землю (фіг. 3) і виникнення

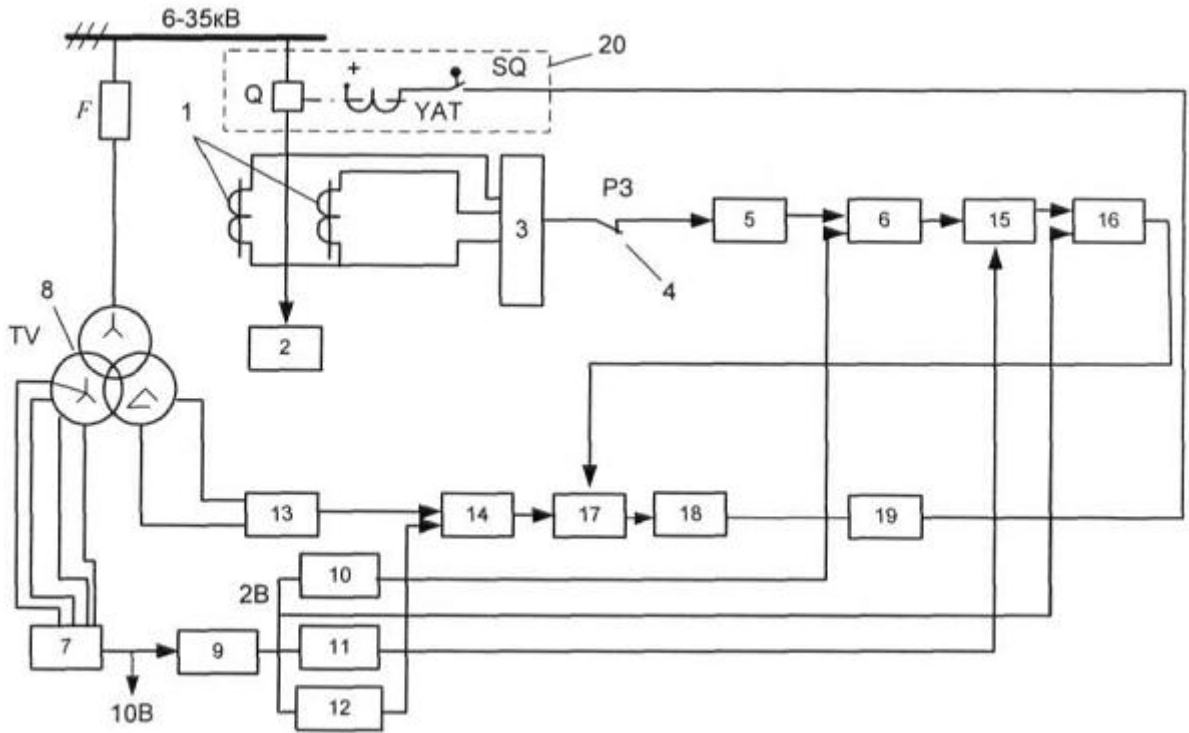
однофазного замикання на землю, і в разі перевищення їх уставок послідовно формувати два керуючих впливи на відключення лінії.

Значення струму в обірваній фазі до моменту падіння проводу на землю значно відрізняється від значення струму після падіння проводу на землю. Тому важливо знати час, за який провід впаде на землю. Значення часу, за який провід падає на землю, крім параметрів опори і проводу залежить від місця обриву проводу в прольоті. Результати розрахунку з використанням реальних ліній електропередачі, показали, що час падіння проводу буде мінімальним при обриві проводу в середині прольоту і максимальний при обриві проводу на початку або в кінці прольоту і може змінюватись в межах 1,2-1,7 с, тому перехідними процесами при визначенні значення струму зворотної послідовності можна знехтувати. Значення струму зворотної послідовності близьке до нуля лише при нормальному режимі роботи мережі і змінює своє значення в залежності від місця обриву. При обриві проводу в кінці ПЛ значення струму зворотної послідовності на початку лінії суттєво відрізняється від значення струму небалансу нормального режиму. Струми зворотної послідовності при міжфазних коротких замиканнях на два-три порядки перевищують струми зворотної послідовності при обриві проводу, що дозволяє блокувати дію захисту від обриву проводу при міжфазних коротких замиканнях.

Величина напруги нульової послідовності змінюється в залежності від місця обриву на лінії і в прольоті. Найбільш несприятливим є обрив лінії на початку прольоту. Значення напруги нульової послідовності при обриві на початку лінії та в її кінці може відрізнятись майже в 50 разів.

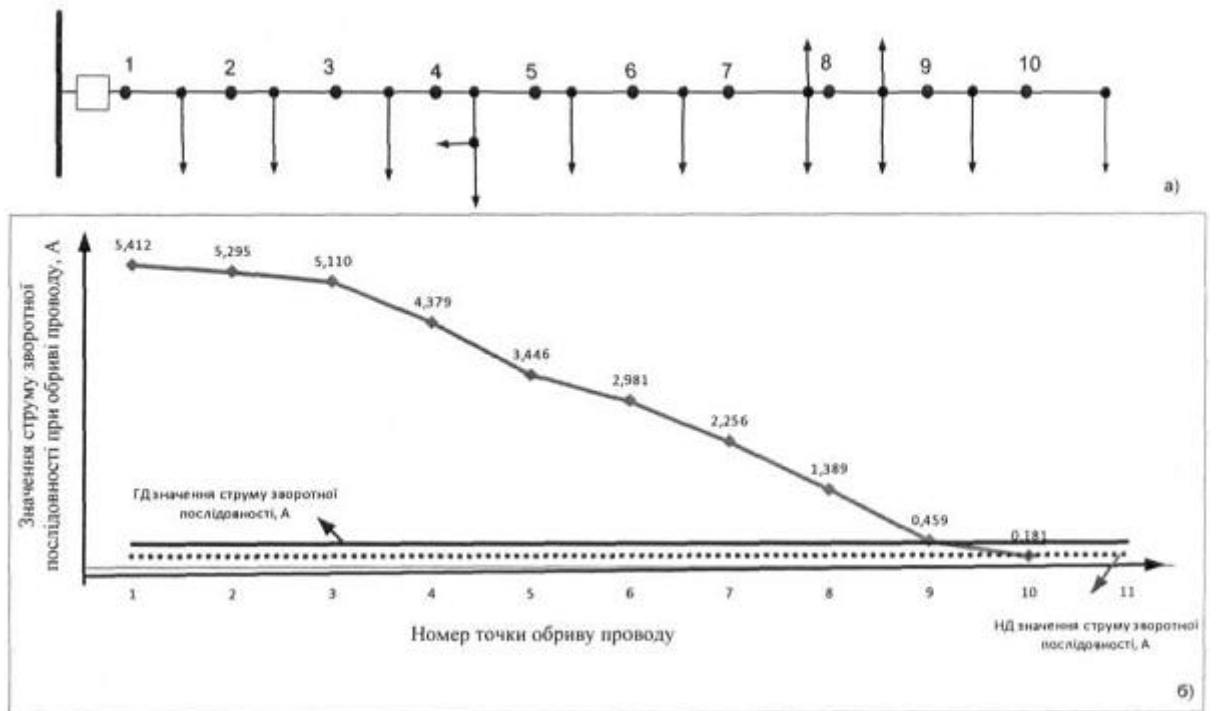
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій захисту електричної розподільної мережі з ізолюваною або компенсованою нейтраллю від обриву проводу в фазі, який містить перетворювачі змінної напруги в постійну, елемент збігу схеми, елемент затримки сигналу, вихідний блок, який **відрізняється** тим, що введено фільтр струму зворотної послідовності, розмикаючий вихідний контакт релейного захисту від міжфазних коротких замикань, три компаратори, формувач уставки по струму зворотної послідовності, формувач уставки по напрузі нульової послідовності і формувач уставки часу, ключ, при цьому під'єднаний до вторинних обмоток двох трансформаторів струму, первинні обмотки яких облаштовано на початку лінії включено в фази лінії, виходи трансформаторів струму з'єднано з входом фільтра зворотної послідовності, вихід якого через розмикаючий вихідний контакт релейного захисту від міжфазних коротких замикань і через перший перетворювач змінної напруги в постійну з'єднано з першим входом першого компаратора, а до вторинної обмотки трансформатора напруги, з'єднаної в зірку під'єднано вхід другого перетворювача змінної напруги в постійну вихід якого з'єднано з входом джерела оперативної напруги, вихід якого під'єднано до формувача уставки по струму зворотної послідовності, формувача уставки часу, формувача уставки по напрузі нульової послідовності, а до вторинної обмотки трансформатора напруги, з'єднаної в розімкнутий трикутник, під'єднано третій перетворювач змінної напруги в постійну, вихід якого під'єднано до першого входу другого компаратора, а до другого входу другого компаратора під'єднано вихід формувача уставки по напрузі нульової послідовності, а до першого компаратора під'єднано вихід формувача уставки по струму зворотної послідовності, при цьому вихід першого компаратора під'єднано на перший вхід елемента затримки сигналу, на другий вхід якого під'єднано вихід формувача уставки часу, вихід елемента затримки сигналу під'єднано до першого виходу третього компаратора, на другий вхід якого під'єднано вихід джерела оперативної напруги, вихід третього компаратора під'єднано до першого входу елемента збігу схеми, другий вхід якої під'єднано до виходу другого компаратора, а вихід елемента збігу схеми під'єднано до виходу ключа, вихід якого з'єднано з входом вихідного блока, вихід якого під'єднано до входу привода вимикача повітряної розподільної мережі.

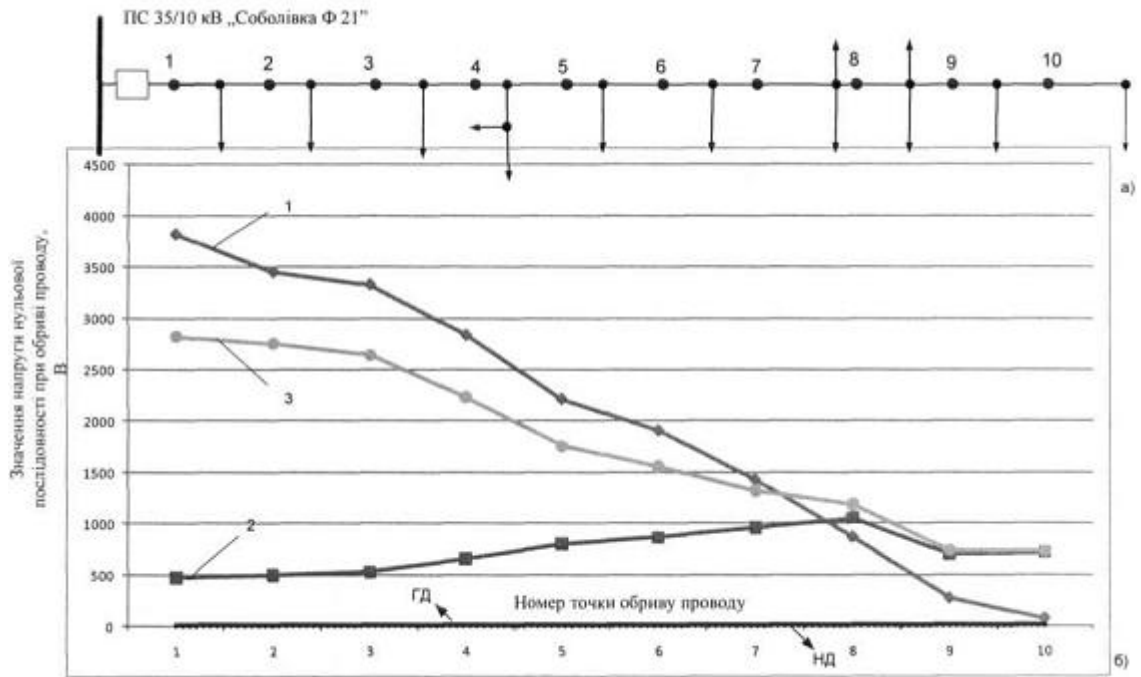


Фиг. 1

ПС 35/10 кВ „Соболівка Ф 21”



Фиг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601