



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61584 (13) A

(51) 7 H02H3/16, H02H5/12, H02H7/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ(54) МОДУЛЬ ДЛЯ ЗАХИСНОГО ВИМИКАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ В МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ ІЗ
ЗАЗЕМЛЕНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ

1

2

(21) 2003032033

(22) 07 03 2003

(24) 17 11 2003

(46) 17 11 2003, Бюл. № 11, 2003 р

(72) Король Володимир Федорович

(73) ІНСТИТУТ МЕХАНІЗАЦІЇ ТВАРИННИЦТВА
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК

(57) 1 Модуль для захисного вимикання електроустановки в мережі змінного струму із заземленою нейтраллю, що містить тороподібний датчик струму пошкодження з встановленим у його вікні феромагнітним електропровідним екраном, виконаним у вигляді труби з електроконтактними затискачами на його кінцях з приєднанням до одного з них нульового приводу електричної мережі, і введеними в екран силовими та контрольними проводами, які ввімкнені до електроустановки, однополярне джерело живлення, з'єднане з однополярним синусоїдно-імпульсним пороговим елементом, вхід якого з'єднаний з вторинною обмоткою датчика струму, і орган електронного керування, який відрізняється тим, що в нього додатково введені джерело, що задає час жив-

лення, акумулятор електрострумового імпульсу, діністороподібний електронний ключ, загальна шина, перешкодозахисний фільтр, блокувач, двопозиційне електронне реле, перемикач позицій і дві вихідні клемми, причому джерело, що задає час живлення, акумулятор електрострумового імпульсу, діністороподібний електронний ключ і перша вихідна клемма з'єднані послідовно, а пороговий елемент, перешкодозахисний фільтр, блокувач, двопозиційне електронне реле, перемикач позицій, орган електронного керування й друга вихідна клемма утворюють друге коло послідовних з'єднань, при цьому нульовий провід електричної мережі, феромагнітний електропровідний екран і низькопотенціальні виводи усіх елементів модуля з'єднані із загальною шиною

2 Модуль за п. 1, який відрізняється тим, що довжина l феромагнітного електропровідного екрана в залежності від його діаметра D , максимальних значень силових струмів I_c і чутливості струму уставки I_y захисного вимикання взаємозв'язана формулою
$$l = 0,5 D \lg(I_c / I_y)$$

Винахід відноситься до електротехніки і може бути використаний в одно- і трифазних, дво-, три- і чотирипровідних електроустановках для захисту людини та продуктивних тварин від ураження електричним струмом і в сукупності для захисту електродвигуна при зволоженні ізоляції його обмоток, а також може бути застосований в усіх галузях народного господарства й побуту населення

Відомий пристрій для захисного вимикання електроустановки (а с CPCP № 1181038, H02H3/16, 1985), що містить датчик струму нульової послідовності, виконуючий роль датчика струму витoku на землю, диференціальний підсилювач з двополярним джерелом живлення, транзистори, ввімкнеш за схемою забезпечення швидкодії захисту і виконуючі роль електронного органу керування, навантаження якого є електромагнітне реле, що являє собою виконавчий орган у вигляді електроконтактного ключа. Пристрій забезпечує

можливість вводити в зону його захисту дво-, три- і чотирипровідні, одно- і трифазні електроустановки

Недоліком такого пристрою є неминучість неправильних спрацювань при високій чутливості захисту (малі струмові уставки спрацювання), виникаючих при великих струмах навантаження, що звичайно буває при пуску електродвигунів, а також і при комутації в електричній мережі електроустановок з реактивним навантаженням, що не входять в зону захисту

Відомий пристрій для захисного вимикання в мережі змінного струму (а с CPCP № 1464239, H02H3/16, 1989), що містить датчик струму витoku, два перетворювачі сигналу, виконаних у вигляді фазочутливих випрямлячів, два диференціальних блоки, формувач імпульсів спрацювання, блок заборони, виконавчий орган і формувач імпульсів фазової синхронізації. Крім того, для захисту від

(13) A

(11) 61584

(19) UA

неправильних спрацювань, викликаних намагнічуваною силою електромагнітного розсіяння, створюваного великими струмами навантаження, і підвищення перешкодостійкості, в схему введено два синхронних детектори з інтеграторами на виході та фазозсувні кола. Електроживлення схеми здійснюється від одно- і двополярного джерел.

Захист побудований на принципі порівняння характеру струму витоку на землю. Якщо струм витоку виник через тіло людини, то захист реагує негайним вимиканням. Якщо ж витік струму не призводить до небезпечної ситуації, то захист на нього не реагує.

Недоліками в даному пристрої є такі фактори:

- синхронні детектори з інтеграторами на виході, забезпечуючи ефективний захист магнітопроводу датчика струму витоку від збудження його намагніченою силою, створюваною потоками розсіяння первинної обмотки датчика, якою є силові проводи, які проходять через вікно цього датчика, настроєні на вузько обмежений діапазон значень силового струму. Це вимагає виробництва великого типорозмірного ряду пристроїв з різними номінальними силовими струмами, що істотно знижує можливість його уніфікації.

- вилучена можливість створювати пристрої високої чутливості, оскільки електромагнітні хвилі, що приходять по їхніх проводах, збуджувані при комутаціях суміжних електроприймачів, будуть викликати неправильні спрацювання захисту.

- при ввімкненні електроустановки кабелем із занулюючою жилою виникає технологічна складність, що вимагає розділення кабеля до вводу в вікно датчика струму та застосування при цьому додаткового провідникового матеріалу.

- електрична схема містить великий обсяг виробів електроніки, вимагаючої складного налаштування окремих її елементів і застосування одно- і двополярного джерел живлення. Складність схеми збільшує ймовірність відмови пристрою і відповідно знижує його надійність.

- складність електронної частини схеми вимагає виконання конструкції чутливого виконавчого органу пристрою в двомодульному виконанні, що складається з окремо встановленого датчика струму витоку на землю та блока електроніки. Це приводить до збільшення матеріалоемності пристрою, складності монтажу і цим також не забезпечується достатній рівень надійності.

Як прототип прийнято пристрій для захисного вимикання електроустановки в мережі змінного струму (заявка на патент України № 97073731/3105 від 14.07.97. Рішення на видачу патенту від 24.06.98), що містить магнітний пускатороподібний датчик струму витоку на землю з встановленим у його вікні феромагнітним електропровідним екраном, виконаним у вигляді труби з електроконтактними затискачами на його кінцях і введеними в екран силовими і контрольними проводами, з'єднаними з електроустановкою, які знаходяться в зоні захисту, електронний орган керування та його однополярне джерело живлення, до якого також ввімкнено синусоїдно-імпульсний пороговий елемент, вхід якого з'єднаний з вторинною обмоткою тороподібного датчика струму, а вихід до інверторного входу електронного ключа, реалі-

зуючого логічну операцію І-НЕ.

Недоліками в даному пристрої є такі фактори.

- відсутність можливості застосовувати його в комплекті з автоматичним вимикачем, який має незалежний розчіплювач струму.

- пристрій не визначений співвідношенням максимально допустимих значень силових струмів, що живлять захищену електроустановку, до мінімально можливої струмової уставки захисного вимикання.

- пристрій не захищено від перешкод електромагнітних хвиль, що з'являються в проводах від комутаційних явищ у суміжних електроустановках з активно-реактивним навантаженням, що випуває можливість створювати пристрої захисного вимикання високої чутливості, тобто зі струмовою уставкою і часом спрацювання захисту, безпечними для життя людини або тварини.

В основу винаходу поставлена задача створення такого модуля для захисного вимикання електроустановки в мережі змінного струму із заземленою нейтраллю, в якому додатково введені задавальне час джерело живлення, акумулятор електрострумів імпульсу, діністороподібний електронний ключ, загальна шина, перешкодзахисний фільтр, блокувач, двопозиційне електронне реле, що містить електронні ключі, ввімкнені анти-тезно на провідність струму, перемикач позицій та дві вихідні клеми, причому задавальне час джерело живлення, акумулятор електрострумів імпульсу, діністороподібний електронний ключ і перша вихідна клемма з'єднані послідовно, а пороговий елемент, перешкодзахисний фільтр, блокувач, двопозиційне електронне реле, перемикач позицій, орган електронного керування та друга вихідна клемма утворюють друге коло послідовних з'єднань, при цьому нульовий провід електричної мережі, феромагнітний електропровідний екран і низькопотенціальні виводи усіх елементів модуля з'єднані загальною шиною, а довжина і феромагнітного електропровідного екрана і залежності від його діаметра D , максимальних значень силових струмів I_c і чутливості струмової установки I_y захисного вимикання визначена формулою

$$l = 0,5 D \lg(I_c / I_y)$$

що забезпечує можливість

- за рахунок запровадження задавального час джерела живлення, акумулятора електрострумів імпульсу, діністороподібного електронного ключа і першої вихідної клеми, з'єднаних послідовно, забезпечується можливість утворювати пристрій захисного вимикання від струмів витоку на землю і на базі автоматичного вимикача з незалежним розчіплювачем струму, і на базі магнітного пускача.

- за рахунок запровадження двопозиційного електронного реле і двопозиційного перемикача, а також другої вихідної клеми, ввімкнених у коло послідовних з'єднань, забезпечується можливість встановлювати модуль на режим роботи в залежності від застосовуваного комутаційного апарата - автоматичного вимикача або магнітного пускача.

- за рахунок застосування перешкодзахисного фільтра, блокувача і загальної шини, з якою з'єднані нульовий провід електричної мережі, феромагнітний електропровідний екран і низькопото-

ніціальні виводи усіх елементів модуля, забезпечується захист від неправильних спрацювань модуля на вимикання електроустановки, викликаних електромагнітними хвилями, що приходять по проводах, з'єднаних контактено й індуктивно з модулем, виникаючими при комутаціях в електричній мережі суміжних електроустановок, які містять активно-реактивне навантаження,

- за рахунок виявленої та введеної залежності довжини l феромагнітного електропровідного екрана, виконаного у вигляді труби, від його діаметра D , максимального значення в будь-якому з проводів силових струмів I_c і струмової уставки I_y захисного вимикання, визначуваної формулою

$$l = 0,5D \lg(I_c/I_y)$$

є можливість визначити потрібні параметри конструкції екрана датчика струму пошкодження, вилучаючи можливість збудження потоками розсіювання електрорушійної сили у вторинній обмотці датчика і відповідно неправильних спрацювань захисту від природних несиметричного розміщення провідників у його вікні та протікаючих у них різних значень струмів

Поставлена задача вирішується тим, що в модуль для захисного вимикання електроустановки в мережі змінного струму із заземленою нейтраллю, що містить тороподібний датчик струму пошкодження з установленим у його вікні феромагнітним електропровідним екраном, виконаним у вигляді труби з електроконтактними затискачами на його кінцях, з приєднанням до одного з них нульового проводу електричної мережі та введеними в екран силовими й контрольними проводами, які ввімкнені до електроустановки, однополярне джерело живлення, з'єднане з однополярним синусоїдно-імпульсним пороговим елементом, вхід якого з'єднаний з вторинною обмоткою датчика струму, і орган електронного керування, згідно винаходу додатково запроваджені задавальне час джерело живлення, акумулятор електрострумів імпульсу, діністороподібний електронний ключ, загальна шина, перешкодозахисний фільтр, блокувач, двопозиційне електронне реле, що містить електронні ключі, ввімкнені антитезно на провідність струму, перемикач позицій і дві вихідні клеми, причому задавальне час джерело живлення, акумулятор електрострумів імпульсу, діністороподібний електронний ключ і перша вихідна клемма з'єднані послідовно, а пороговий елемент, перешкодозахисний фільтр блокувач, двопозиційне реле, перемикач позицій, орган електронного керування та друга вихідна клемма утворюють друге коло послідовних з'єднань, при цьому нульовий провід електричної мережі, феромагнітний електропровідний екран і низькопотенціальні виводи усіх елементів модуля з'єднані із загальною шиною, а довжина l феромагнітного екрана в залежності від його діаметра D , максимального значення силових струмів I_c і чутливості струму I_y захисного вимикання взаємозв'язано формулою

$$l = 0,5D \lg(I_c/I_y)$$

Запровадження задавального час джерела живлення, акумулятора електрострумів імпульсу, діністороподібного електронного ключа та першої вихідної клеми, з'єднаних послідовно, забезпечує можливість застосування модуля для

утворення захисного вимикання в тандемі з автоматичним вимикачем, постаченим незалежним розчіплювачем струму. При цьому імпульс струму на першу вихідну клему подається діністороподібним електронним ключем лише після заряджання акумулятора до потрібної від задавального час джерела живлення напруги, необхідної для спрацювання незалежного розчіплювача струму

Перешкодозахисний фільтр і блокувач, з'єднані послідовно, а також загальна шина, до якої приєднано нульовий провід електричної мережі, феромагнітний електропровідний екран і низькопотенціальні виводи усіх елементів модуля, забезпечують можливість створення високочутливого захисного вимикання зі струмом спрацювання захисту, безпечним для життя як людини, так і тварини, за рахунок вилучення неправильних спрацювань захисту на вимикання електроустановки від електромагнітних хвиль, що приходять по проводах, з'єднаних контактено й індуктивно з модулем, виникаючих при комутаціях в електричній мережі суміжних електроустановок, які містять активно-реактивне навантаження

Двопозиційне електронне реле, що містить електронні ключі, ввімкнені антитезно на провідність струму, перемикач позицій та друга вихідна клемма, послідовно з якою з'єднані орган електронного керування, двопозиційне електронне реле та перемикач позицій, забезпечують можливість створювати захисне вимикання на основі модуля як з автоматичним вимикачем, що має незалежний розчіплювач струму, так і з магнітним пускачем або контактором

Представлена формула

$$l = 0,5D \lg(I_c/I_y)$$

забезпечує можливість визначати конструктивні параметри екрана датчика струму пошкодження, захищаючого від збудження електрорушійної сили в його вторинній обмотці, магнітними потоками розсіювання, створюваними несиметричним розміщенням силових провідників у вікні датчика та несиметричними їхніми навантаженнями, шляхом визначення довжини l феромагнітного електропровідного екрана, виконаного у вигляді труби, в залежності від його внутрішнього діаметра D і значень максимального силового струму I_c , у тому числі пускового або імпульсного, й чутливості струмової уставки I_y захисного вимикання

Запровадження додаткових елементів у модуль і особливості їх з'єднань забезпечують можливість створити уніфікований модуль для захисного вимикання електроустановки в мережі змінного струму із заземленою нейтраллю на великі силові струми при високій чутливості струму витоку на землю (струму пошкодження), забезпечуючого гарантовану безпеку як людини, так і тварини, при випадковому дотику до струмоведучої частини, з утворенням шляху струму через тіло людини або тварини в землю, і з універсальністю його застосування як з магнітним пускачем, так і з автоматичним вимикачем, що має незалежний розчіплювач струму

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 приведена принципіальна схема електричних з'єднань елементів модуля для захисного вимикання електроустановки в мережі змінного

струму із заземленою нейтраллю, на фіг. 2 приведена принципіальна електрична схема пристрою захисного вимикання, утвореного тандемом модуля 1 та магнітного пускача, на фіг. 3 приведена принципіальна схема пристрою захисного вимикання електроустановки, утвореного тандемом модуля з автоматичним вимикачем, що має незалежний розчіплювач струму

Модуль 1 для захисного вимикання електроустановки із заземленою нейтраллю N, що містить тороподібний датчик 2 струму пошкодження зі встановленим у його вікні феромагнітним електропровідним екраном 3, виконаним у вигляді труби з електроконтактними затискачами 4 на його кінцях і приєднанням до одного із них нульового проводу N електричної мережі з введеними в екран 3 силовими і контрольними проводами 5, які ввімкнені до електроустановки 6, однополярне джерело живлення 7, вхід якого через клему x1 вмикається до фази електричної мережі, а його вихід з'єднаний з однополярним синусоїдно-імпульсним пороговим елементом 8, вхід якого з'єднаний з вторинною обмоткою датчика струму 2, і орган електронного керування 9, вихід якого з'єднаний з вихідною клемою x4, а задавальне час джерело живлення 10, вхід якого з'єднаний з клемою x1, акумулятор електрострумів імпульсу 11, діністороподібний електронний ключ 12 і вихідна клемка x3 з'єднані послідовно, причому низькопотенціальні виводи джерела однополярного живлення 7, задавального час джерела живлення 10, акумулятора електрострумів імпульсу 11 з'єднані із загальною шиною 13, з якою через клему x2 також з'єднані нульовим провідом N і через електроконтактний затискач 4 феромагнітний електропровідний екран 3, а перешкодозахисний фільтр 14, блокувач 15, двопозиційне електронне реле 16, що містить електронні ключі, ввімкнені антитезно на провідність струму, і перемикач позицій 17 з'єднані послідовно і між собою, та з пороговим елементом 8 і органом електронного керування 9, при цьому представлені на фіг. 2 і 3 схеми пристроїв захисного вимикання додатково містять котушку магнітного пускача 18 (фіг. 2), з'єднаного послідовно з кнопками "Пуск" 19 і "Стоп" 20, якими керуються силові контакти 21 магнітного пускача, і котушка 22 (фіг. 3) незалежного розчіплювача струму автоматичного вимикача з його силовими контактами 23

Модуль 1 в тандемі з магнітним пускачем (фіг. 2) працює таким чином. Двопозиційний перемикач 17 (фіг. 1) перемикається на тандем з магнітним пускачем, що містить котушку 18 і силові контакти 21. При натисканні кнопки "Пуск" 19 (фіг. 2) з клемі x2, з'єднаної з нульовим проводом N електричної мережі, котушка 18 магнітного пускача обтікається струмом фази "С" і вмикає силові контакти 21, забезпечуючи тим самим подачу на клему x1 модуля 1 напругу з фази "С". Цим електроустановка 6 вмикається в електричну мережу, а джерела живлення 7 і 10 модуля 1 вступають в роботу, подаючи з джерела 7 живлення на пороговий елемент 8, блокувальних 15, двопозиційне електронне реле 16 і на орган електронного керування 9, при цьому в реле 16 перший електронний ключ відкривається на провідність струму через двопозиційний перемикач 17 до входу органа електронного керування

9, а з виходу якого на клему x4 підводиться електричний потенціал нульового проводу N. При відпусканні кнопки "Пуск" 19 нульовий потенціал з клемі x4 через кнопку "Стоп" 20 подається на котушку 18 магнітного пускача

При нормальному стані електроустановки 6 приходить перешкоди електромагнітних хвиль придушуються перешкодозахисним фільтром 14, а перешкоди від несиметричного розміщення силових і контрольних провідників 5 з різними значеннями в них струмів у вікні датчика струму пошкодження 2, захищені феромагнітним електропровідним екраном 3. При цьому при відсутності струму пошкодження сума векторів силових і контрольних струмів, що містяться в провідниках 5 всередині екрана 3 рівна нулю і вторинна обмотка датчика струму 2 не збуджується, а на виході порогового елемента 8 присутній сигнал на дозвіл роботи електроустановки 6, який проходить через перешкодозахисний фільтр 14, блокувач 15, відкритий на провідність струму електромагнітний ключ двопозиційного електронного реле 16, двопозиційний перемикач 17, орган електронного керування 9 з виходом на клему x4. Таким чином, електроустановка 6 залишається в роботі й при відпусканні кнопки "Пуск" 19

При появі струму витоку на землю в електроустановці 6, виникаючого або при дотику людини чи тварини до струмоведучої частини, що знаходиться в зоні дії датчика струму пошкодження 2 (фіг. 1), або при пошкодженні ізоляції в ній між струмоведучою частиною і землею, а також і при замиканні на корпус, сума векторів струмів, протікаючих по провідниках 5 через датчик струму 2 стає не рівною нулю і від струму пошкодження, що виявився в обмотці датчика 2, збуджується електро-рушійна сила, яка надходить на вхід порогового елемента 8 (фіг. 1). На виході порогового елемента 8 з'являється сигнал заборони роботи електроустановки 6, який, пройшовши перешкодозахисний фільтр 14, приводить в дію блокувач 15, який приводить до спрацювання двопозиційного електронного реле 16 на закриття провідності струму першого його електронного ключа, і орган електронного керування 9 вмикає вихідну клему x4 модуля 1, обезструмлюючи цим котушку 18 магнітного пускача, силовими контактами 21 якого вмикається електроустановка 6

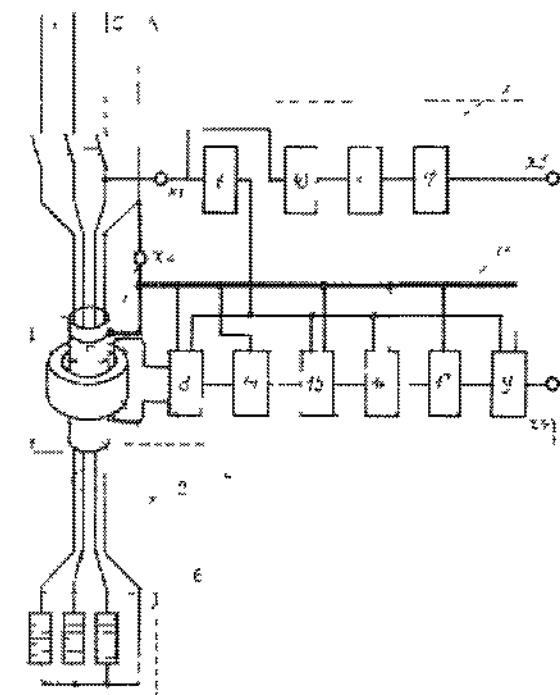
Модуль 1 в тандемі з автоматичним вимикачем, що має незалежний розчіплювач струму у вигляді котушки 22 і силові контакти 23 (фіг. 3), працює таким чином. Двопозиційний перемикач 17 перемикається на тандем роботи модуля 1 з автоматичним вимикачем. Вмиканням автоматичного вимикача замикаються його силові контакти 23. Електроустановка 6 вмикається до електричної мережі і з фази "С" на вхідну клему x1 модуля 1 подається напруга, яка після перетворення в джерелах живлення 7 і 10 (фіг. 1) надходить на всі його елементи. Із задавального час джерела живлення 10 у заданому інтервалі часу заряджається акумулятор електрострумів імпульсу 11, протягом якого діністороподібний електронний ключ 12 знаходиться в замкнутому стані для плюсового потенціалу акумулятора 11. При нормальному стані електроустановки 6 і відсутності в ній небезпечної

ситуації в момент вмикання автоматичного вимикача другий електронний ключ двопозиційного електронного реле 16 становиться в закритий на провідність струму стан і органом електронного керування 9 вихідна клемма х4 модуля 1 вимкнена від негативного потенціалу акумулятора 11. При завершенні заряджання акумулятора 11 диністороподібний електронний ключ 12 відкривається і з клемми х3 плюсовий потенціал з акумулятора 11 подається на вихід котушки незалежного розчіплювача струму 22 (фиг. 2). Проте котушка розчіплювача 22 при цьому обезструмлена, бо негативний потенціал на клемі х4 відсутній, і електроустановка залишається ввмкненою.

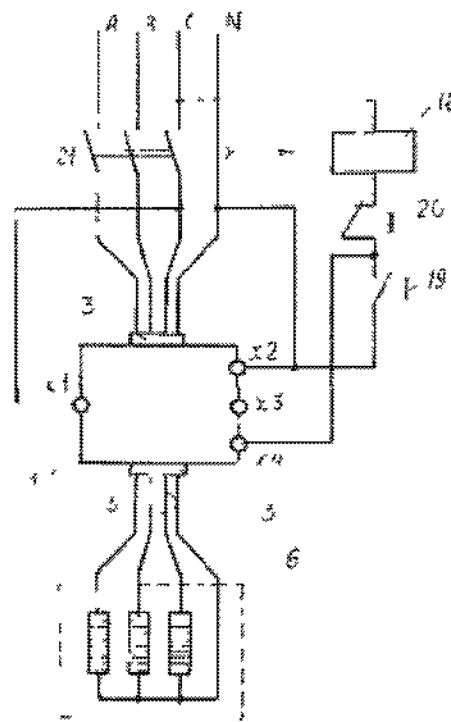
При виникненні небезпечної ситуації для людей і тварин через появлення струмів пошкодження в силових або контрольних проводах 5, прокладених у феромагнітному електропровідному екрані 3 і відповідно датчику струму 2, у вторинній обмотці останнього збуджується електрорушійна сила, якій відкривається пороговий елемент 8 і його сигнал, пройшовши перешкодозахисний фільтр 14,

викликає спрацювання блокувача 15, в результаті чого двопозиційне електронне реле 16 спрацьовує і його другий електронний ключ відкривається на провідність струму через двопозиційний перемикач 17 до органа електронного керування 9. Останній спрацьовує, і клемма х4 з'єднується з виводом негативного потенціалу акумулятора 11. Внаслідок цього котушка 22 незалежного розчіплювача струму від проходження через неї імпульсу струму від акумулятора 11 вимикає силові контакти 23 автоматичного вимикача і цим забезпечує безпеку для життя людини або тварини час обезструмлюється установка 6 і небезпечна ситуація ліквідується.

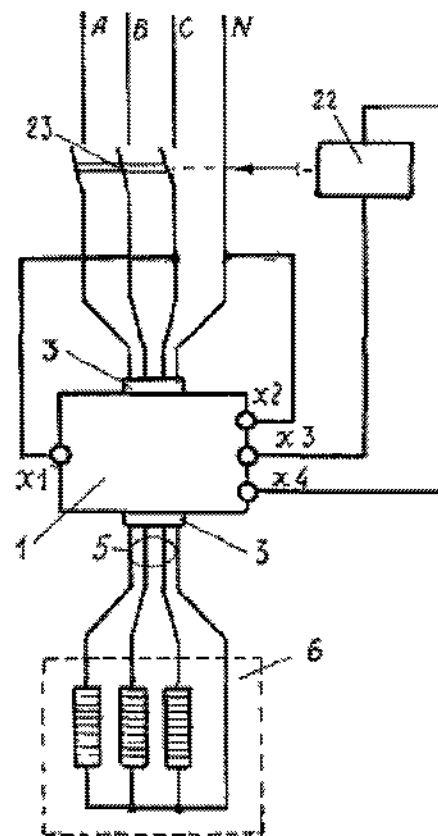
Треба зазначити, що модуль 1 здатний працювати в широкому діапазоні потужностей одно- і трифазних, дво-, три- і чотирьохпровідних електроустановок, а також в широкому діапазоні типорозмірних рядів як магнітних пускатів, так і автоматичних вимикачів з незалежними розчіплювачами струму.



Фиг. 1



Фиг. 2



Dir. 3