



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 107929

(13) U

(51) МПК

H02H 7/04 (2006.01)

H02H 7/045 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 12971

(22) Дата подання заявки: 28.12.2015

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: 24.06.2016(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: 24.06.2016, Бюл. № 12

(72) Винахідник(и):

Равлик Олександр Михайлович (UA),  
Дмитрик Богдан Васильович (UA)

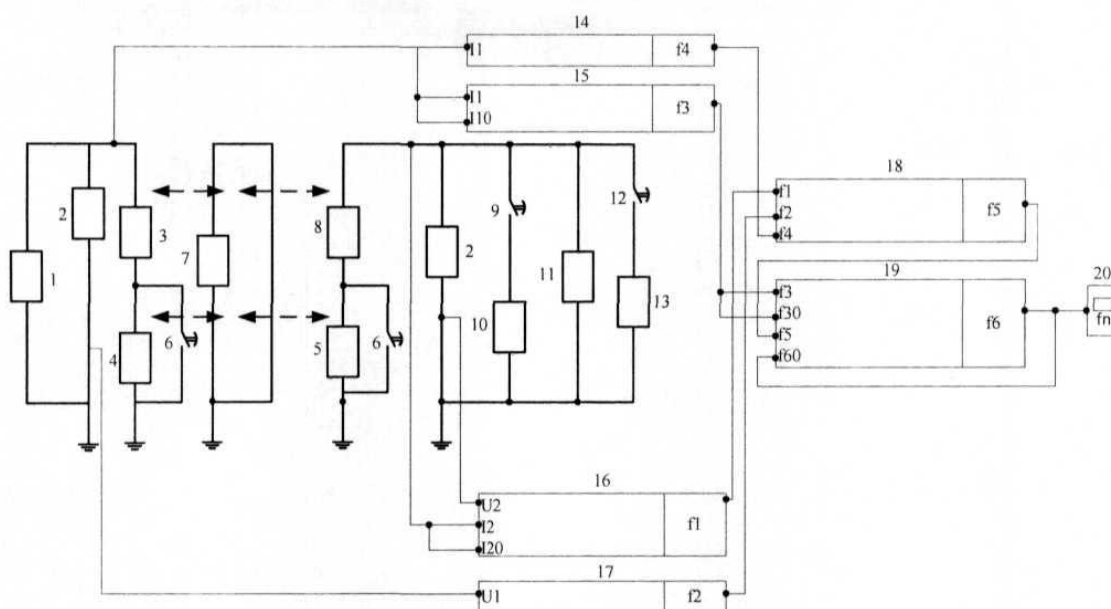
(73) Власник(и):

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА",  
вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів, 79013 (UA)

## (54) СПОСІБ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИТКОВИХ ЗАМИКАНЬ В ОДНОФАЗНИХ СИЛОВИХ ДВООБМОТКОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

## (57) Реферат:

Спосіб ідентифікації виткових замикань в однофазних силових двообмоткових трансформаторах включає фіксацію зростання значення струму обмоток. Вимірюють миттєві цифрові значення струму та напруги обмоток. За системою рівнянь стану трансформатора визначають значення зміни активного опору пошкоджені обмотки, за якими ідентифікують виткові замикання в первинній або вторинній обмотці.



UA 107929 U



Корисна модель стосується ідентифікації виткових замикань однофазних силових двообмоткових трансформаторів будь-якої напруги, зокрема тих, що встановлені в розподільчих електромережах. Спосіб може бути застосований як для оливних, так і для сухих трансформаторів.

Найбільш близьким до пропонованого способу є спосіб виявлення виткових замикань у трансформаторі шляхом реагування на різке зростання струму обмотки, що веде до значного зростання температури, і, як результат, процесу розкладання трансформаторної оливи. Для оливних трансформаторів цей спосіб реалізований у газових захистах, зокрема газових реле [В.П.Кідиба, Т.М.Шелепетень, Захист трансформаторів та автотрансформаторів. К. 2004. С. 92.]. Він реагує на швидкість руху продуктів розпаду оливи під час бурхливого газовиділення за високих струмів виткових замикань обмотки. Оскільки особливістю трансформаторної оливи є її надмірна вибухонебезпечність, не завжди вдається локалізувати аварію, навіть якщо трансформатор відмикається від мережі. Відомо безліч випадків, коли газовий захист не ліквідував аварію, при ньому всі елементи конструкції трансформатора повністю вигорали. Перш за все, це пов'язано з низькою швидкістю захисту та надмірною горючістю оливи.

В основу корисної моделі покладено задачу створення такого способу ідентифікації виткових замикань у трансформаторі, за якого аварію ідентифікуватимемо на початкових стадіях пробиття ізоляції витків обмоток, відповідно не допускаючи її розвитку та пожежі магнітопроводу.

Поставлена задача розв'язується тим, що в способі ідентифікації виткових замикань в однофазних силових двообмоткових трансформаторах, згідно якого фіксують зростання значення струму обмоток, згідно з корисною моделлю, вимірюють миттєві цифрові значення струму та напруги обмоток, за системою рівнянь стану трансформатора визначають значення зміни активного опору пошкодженої обмотки, за якими ідентифікують виткові замикання в первинній або вторинній обмотці

Під час виткового замикання, на основі вимірюваних та оцифрованих миттєвих значеннях струму та напруги, для непошкодженої обмотки з системи рівнянь стану трансформатора виражаємо похідну струму намагнічення, що відповідає робочому потокозчепленню трансформатора. Підставляючи її значення в рівняння пошкодженої обмотки, здійснюємо розрахунок параметрів обмотки, в якій відбувається виткове замикання, зокрема, розраховуємо активний опір витків, який порівнюємо зі значенням доаварійного режиму. При виникненні замикання відбуватиметься зміна результуючого активного опору витків, яку ідентифікуватимемо при переході похідної первинного струму через 0.

На кресленні зображена модель однофазного двообмоткового трансформатора, виконана у програмному пакеті "RE". Тут є можливість симуляції виткового замикання, багатокрокового розрахунку та аналізу перехідного процесу в короткому періоді часу. На кресленні позначено: 1 - функціональний блок для фіксації параметрів системи; 2 - функціональний блок для вимірювання значень напруг на обмотка; 3 - функціональний блок для фіксації параметрів опорів первинної обмотки; 4 - функціональний блок для фіксації певної кількості витків, які перекриваються при замиканні у первинній обмотці; 5 - функціональний блок для фіксації певної кількості витків, які перекриваються при замиканні у вторинній обмотці; 6 - ключ для імітації виткового замикання в обмотках; 7 - функціональний блок, який моделює магнітопровід трансформатора; 8 - функціональний блок для фіксації параметрів опорів первинної обмотки; 9 - ключ, який дозволяє імітувати зовнішнє коротке замикання; 10 - ключ для імітації зовнішнього короткого замикання; 11 - функціональний блок, який фіксує параметри навантаження; 12 - ключ для імітації накиду навантаження для вторинної обмотки; 13 - функціональний блок, що фіксує параметри додаткового навантаження; 14, 15, 16, 17, 18, 19 - функціональні розрахункові блоки для аналізу та виявлення зміни параметру активного опору обмоток; 20 - функціональний блок, що надає вихідний сигнал із вказівкою на спрацювання захисту.

На моделі трансформатора (креслення), за допомогою блоків 2 для первинної та вторинної обмоток вимірюють значення відповідних миттєвих напруг, що є вхідними величинами для блоків розрахунку 16, 17. Також, блоки 14, 15, 16 приймають виміряні миттєві значення струмів обмоток. За допомогою 4 та 5 можна моделювати різноманітні види виткових замикань, тобто задавати певну кількість витків. В блоці 7 задаються всі характеристики магнітопроводу типового трансформатора, зокрема крива намагнічення.

За допомогою ключів 6 виконують імітацію виткових замикань. Одночасно вимірюють значення напруг та струмів обмоток. За допомогою блоку 15 отримуємо значення похідної первинного струму.

Аналізуючи систему рівнянь стану трансформатора, використовуємо 16 для розрахунку похідної струму намагнічення для вторинної обмотки. Отримане значення підставляємо у

рівняння первинної обмотки трансформатора та виражають значення активного опору обмотки в цілому. Ці дії проводяться у розрахунковому блоці 18.

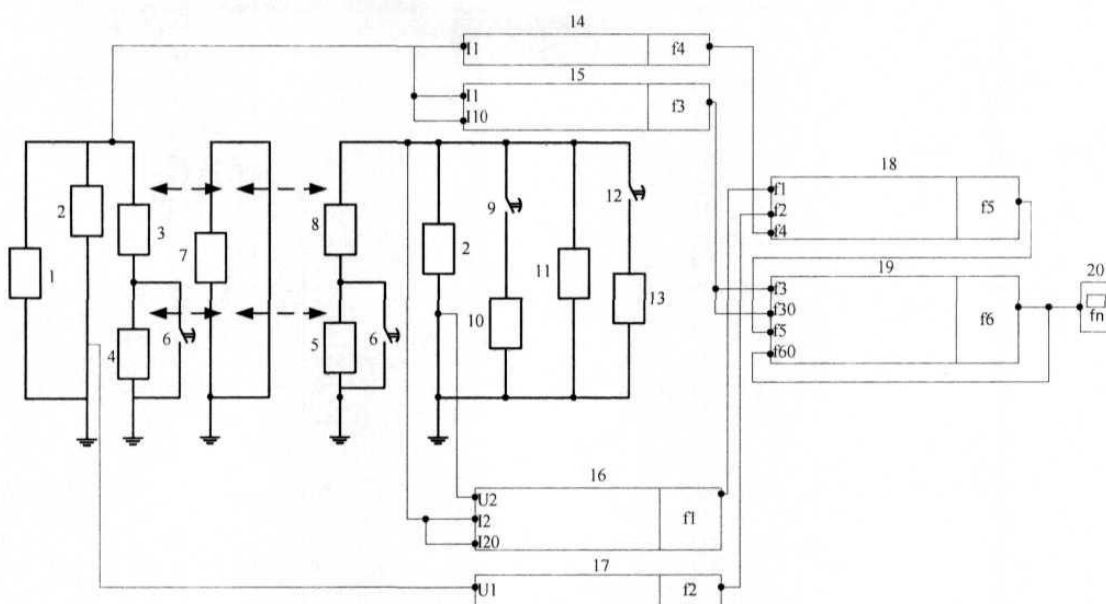
Перевірку активного опору обмотки трансформатора здійснюють при переходу похідної струму обмотки через нуль. Це дає змогу спростити аналіз та розрахунок системи рівнянь, відкидаючи параметри, множником яких є ця похідна.

Результати розрахунків у 18 є входною величиною для блоку 19, в якому здійснюють перевірку умов ідентифікації замикання, а саме: перехід похідної струму через 0, наявність різкої зміни активного опору обмотки, визначена на основі аналізу попереднього та поточного кроків розрахунку. Результатом роботи блоку 19 буде одне з двох значень: "1" (виткове замикання) або "0" (нормальний режим роботи). Дане значення виводитиметься в блоці 20, який сигналізуватиме про аварію.

Отже, запропонований спосіб ідентифікації виткових замикань дозволяє максимально точно виявити перекриття провідників в обмотці, навіть, якщо замкнувся лише 1 виток. Крім того, основними перевагами цього методу є висока швидкодія, порівняно з газовим захистом, абсолютна селективність для різних режимів роботи, надійність, простота виконання та універсальність, що дозволить застосовувати метод як для оливних, так і для сухих трансформаторів. Виявлення аварії на ранніх стадіях унеможливить її розвиток та пожежу обладнання, відповідно це дозволить економити значні кошти під час ремонту трансформатора.

## 20 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб ідентифікації виткових замикань в однофазних силових двообмоткових трансформаторах, згідно якого фіксують зростання значення струму обмоток, який **відрізняється** тим, що вимірюють миттєві цифрові значення струму та напруги обмоток, за системою рівнянь стану трансформатора визначають значення зміни активного опору пошкодженої обмотки, за якими ідентифікують виткові замикання в первинній або вторинній обмотці.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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

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