

CONFIGURACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA FALLAS PARA PROTECTOR DE TRANSFORMADOR RESTAURABLE

Referencia Cruzada con Solicitud Relacionada

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la
5 Solicitud Provisional de los Estados Unidos No. 62/800,739,
presentada el 4 de febrero de 2019, la descripción de la cual
es incorporada en la presente expresamente por referencia para
todos los propósitos.

Antecedentes de la Invención

10 Campo de la Invención

La presente descripción es concerniente en general con
dispositivos de protección de transformadores reajustables o
restaurables y en particular, la presente descripción es
concerniente con características del dispositivo que proveen
15 protección contra fallas en un dispositivo de protección de
transformadores.

Discusión de la Técnica Relacionada

Una red de distribución de energía eléctrica, a menudo
referida como red eléctrica, en general incluye varias plantas
20 de generación de energía, cada una tiene un número de
generadores de energía, tales como turbinas de gas, reactores
nucleares, generadores de carbón, presas hidroeléctricas,
plantas renovables (eólica y solar), etc. Las plantas de
energía proveen energía a una variedad de voltajes medios que
25 luego son aumentados por transformadores a una señal de CA de

alto voltaje para conectarse a líneas de transmisión de alto voltaje que entregan energía eléctrica a un número de subestaciones ubicadas típicamente dentro de una comunidad, en donde el voltaje se reduce a un voltaje medio para
5 distribución. Las subestaciones proveen energía de voltaje medio a varias líneas de alimentación trifásicas. Las líneas de alimentación son acopladas a un número de líneas laterales que proveen el voltaje medio a varios transformadores de distribución, en donde el voltaje se reduce a un voltaje bajo
10 y se provee a un número de cargas, tales como casas, negocios, etc. Las redes de distribución de energía del tipo mencionado anteriormente incluyen típicamente varios dispositivos de conmutación, interruptores de circuito, reconectores, interruptores, etc. que controlan el flujo de energía a través
15 de la red y responden a anomalías en el flujo de energía.

Es posible una nueva clase de protección de transformador de distribución debido a la evolución de la tecnología electrónica y de interruptores de fallas que permite un dispositivo de protección pequeño y compacto que puede ofrecer
20 detección e interrupción de fallas mejoradas (más rápidas). El protector de transformador VacuFuse™, disponible en S&C Electric Company Chicago Illinois, EE. UU., es un dispositivo que ejemplifica esta mayor funcionalidad.

La protección para transformadores de distribución se ha
25 provisto típicamente mediante fusibles con características

clásicas de tiempo-corriente inversa. Debido a la respuesta térmica de los elementos fusibles que tienen una respuesta de tiempo-corriente de 2:1 a altas corrientes, los fusibles tenían que ser dimensionados para resistir tanto la carga o sobrecarga de corriente continua como la corriente de entrada magnetizante. Esto luego empujó el fusible a una respuesta más lenta por fallas que pueden ocurrir entre el fusible y el devanado del transformador. Estas fallas pueden ocurrir en el cableado o en el casquillo del transformador externo al tanque del transformador o en el cableado interno dentro del transformador pero antes del devanado. Estas corrientes de falla son altas - esto es, la magnitud de la corriente de falla es la corriente de falla disponible en el sistema de energía. Estas corrientes de falla pueden ser de 500 amperios (A) hasta 6, 8 o 10 kA. Una respuesta más lenta y el despeje de estas fallas pueden provocar caídas de voltaje severas, forzar configuraciones de protección aguas arriba más grandes por razones de coordinación, provocar daños en el transformador por arcos al tanque del transformador y un aumento de presión por fallas de arco debajo del aceite dentro del tanque del transformador.

Desde la perspectiva de aplicación, hacer que la selección de las curvas de protección en el nuevo dispositivo sea "fácil" sugiere que las curvas de protección imitan las curvas de fusible existentes. Sin embargo, esto trae consigo la misma

eliminación más lenta de las fallas de alta corriente ya que el tamaño del fusible tenía que ser suficiente para impedir la irrupción magnetizante y también llevar la sobrecarga. Se necesita una nueva estructura de clasificación de curva y una
5 nueva forma de curva para hacer que la selección de la respuesta de protección sea simple y esté claramente relacionada con el tamaño del transformador mientras se provee una rápida compensación de corriente alta.

Breve Descripción de la Invención

10 La siguiente discusión da a conocer y describe formas de curvas que se pueden implementar en un protector de transformador que proveen una protección mejorada contra fallas.

Además, una estructura de clasificación de curva de
15 protector de transformador relaciona claramente las curvas de respuesta con el tamaño del transformador y simplifica la selección de curvas de respuesta implementadas en un protector de transformador y transformador asociado.

Características adicionales de la descripción se harán
20 evidentes de la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas, tomadas en conjunción con los dibujos adjuntos.

Breve Descripción de los Dibujos

La figura 1 es una representación gráfica de un protector de transformador y un transformador asociado de acuerdo con
25 modalidades descritas en la presente;

La figura 2 es un diagrama de bloques de un protector de transformador de acuerdo con modalidades descritas en la presente y

La figura 3 es una representación gráfica de posibles
5 curvas de respuesta que se pueden implementar en un protector de transformador de acuerdo con modalidades descritas en la presente.

Descripción Detallada

La siguiente discusión de modalidades de la invención es
10 concerniente con un protector de transformador y en particular con un protector de transformador configurado para incluir múltiples curvas de respuesta que proveen características de protección mejoradas.

La figura 1 representa un transformador de distribución
15 elevado 10 y un protector de transformador 12 equipados dentro de un montaje 14. Se muestran cables auxiliares, aisladores, casquillos y protectores, pero por fines de claridad no se identifican por separado. El transformador de distribución 10 y protector de transformador 12 son configurados operativamente
20 entre un lado de distribución primario 16 de la red eléctrica a un primer voltaje y un lado secundario 18 de la red eléctrica a un segundo voltaje. El primer voltaje está típicamente a un voltaje de distribución medio y el segundo voltaje es típicamente a un voltaje bajo, tal como lo entiende la persona
25 con experiencia en la técnica y que variará en base a la

configuración del sistema de energía. El transformador 10 es configurado en esta disposición para transformar la energía eléctrica de voltaje medio en el lado primario a voltaje bajo en el lado secundario. A este respecto, el transformador de distribución 10 recibe energía eléctrica de voltaje medio en el lado primario 16 vía el protector de transformador 12 y provee energía eléctrica de salida de bajo voltaje en el lado secundario 18 en una de varias tomas disponibles 20. La configuración del transformador de distribución 10 es típica y por lo tanto, se omite una discusión adicional de su estructura y función por brevedad.

La figura 2 muestra los aspectos funcionales del protector de transformador 12. Un dispositivo de interrupción de fallas 22 y mecanismo operativo asociado 24 son acoplados en serie con el lado primario 16 del conductor eléctrico 26. El dispositivo de interrupción de fallas 22 puede ser un interruptor de vacío u otro dispositivo apropiado capaz de interrumpir una falla de corriente en el lado primario dentro de la clasificación del protector de transformador 12. Un sensor de corriente 28 es dispuesto operativamente en relación con el conductor eléctrico 26 para detectar la magnitud del flujo de corriente en el conductor 28 y proveer una señal correspondiente a un controlador 30. El sensor de corriente 28 también se puede configurar para recolectar energía eléctrica del conductor 26 para alimentar el controlador 30 y el

mecanismo operativo 24. El controlador 30 es acoplado al sensor de corriente 28 para recibir la señal y tiene una salida acoplada al mecanismo operativo 24 para poner en operación el dispositivo de interrupción de fallas 22 de acuerdo con una
5 estrategia de protección.

El controlador 30 incluye (no representado) un dispositivo de procesamiento específico de aplicación o procesador de propósito general acoplado con una memoria que contiene instrucciones de operación sobre las cuales el procesador actúa
10 para afectar la operación del protector de transformador 12. A este respecto, el procesador es operable en respuesta a la recepción de la señal del sensor de corriente 28 para determinar la presencia de una condición de falla, por ejemplo, corriente en exceso de un valor de umbral durante un período
15 de tiempo predeterminado y para provocar que la operación del dispositivo de interrupción de fallas interrumpa el flujo de corriente al transformador 10. El dispositivo de interrupción de fallas se puede configurar para ser reiniciable, de manera automatizada o en respuesta a una señal del controlador 30,
20 para cerrar el interruptor de fallas después de una o más interrupciones para restaurar el flujo de corriente al transformador 10. Esto permite que el protector de transformador restaure o restablezca el servicio eléctrico si la falla es transitoria. Bajo ciertas condiciones, el
25 interruptor de fallas puede mantenerse abierto o "bloqueado"

para impedir el acoplamiento de corriente al transformador 10 hasta que se pueda determinar y rectificar una investigación de la causa de la falla y/o evaluar la condición del transformador.

5 De acuerdo con modalidades descritas en la presente y con referencia a la figura 3, el controlador 30 puede ser provisto con por lo menos una y preferiblemente varias curvas de respuesta en respuesta a las cuales el controlador 30 hace que la operación del dispositivo de interrupción de fallas 22
10 interrumpa el flujo de corriente. Las curvas se denominan típicamente curvas de tiempo-corriente-característica (TCC). La curva 40 es un eslabón de fusible de velocidad "T" ejemplar que es capaz de transportar la corriente de arranque de carga fría. Una vez seleccionada, define la forma restante del
15 fusible. Un fusible configurado con esta curva responde "instantáneamente" a una corriente de falla superior a 1 kA.

La curva 42 es un ejemplo de una curva de fusible definida de acuerdo con modalidades descritas en la presente. Tiene una corriente de arranque de 11-12 A y una respuesta instantánea a
20 88 A, lo que acelera enormemente la respuesta para corrientes desde 88 A hasta 1000 A. La curva 42 es una curva C3 muy inversa que tiene una respuesta similar al enlace de velocidad T en el intervalo de corriente intermedia.

La curva 44 es una curva alternativa de acuerdo con
25 modalidades descritas en la presente con la misma respuesta de

arranque e instantánea, pero con una respuesta más rápida en el intervalo intermedio (U4 extremadamente inverso) y esto provee una respuesta más rápida para la corriente de falla secundaria por debajo de 88 A.

5 La curva 46 es la curva de daños del transformador basada en la resistencia del transformador para fallas secundarias. El cartucho o enlace de fusible clásico de velocidad T solo provee protección para fallas por encima de 50 A o aproximadamente 60% o más de la corriente de falla secundaria
10 disponible. La curva 46 de esta descripción provee protección para un intervalo más amplio de corrientes de falla secundarias pero está operando en el límite de la curva de daños.

 La curva 44 parece proveer una mejor curva de protección en todo el intervalo de corriente de falla secundaria en
15 comparación con las curvas 40, 42 o 46.

 Un procedimiento simple, por consiguiente, para la selección de curvas es crear una curva de protección que se clasifica en base al tamaño del transformador a un voltaje dado. Por ejemplo, una curva de protección "25 kVA-15kV"
20 significa una curva para un transformador de 25 kVA a un voltaje del sistema de 15 kV. La curva tendrá configuraciones específicas:

 1. Una respuesta mínima a largo plazo que es 3 veces la corriente de carga plena nominal del transformador. Para este
25 transformador, la corriente a plena carga de 3.5 A y la

corriente de respuesta mínima serían 11 A (configuración de número redondo)

2. Un ajuste de corriente de tiempo inverso que imita la respuesta del eslabón fusible de velocidad T

5 3. Una característica de respuesta instantánea para todas las corrientes que son 25 veces la corriente a plena carga o 88 A.

La selección de curvas de acuerdo con esta estrategia proveería la protección más rápida para cualquier falla de alta corriente en el lado primario del transformador mientras que no opera falsamente en la entrada de magnetización o entrada de carga fría hasta 1.5 veces la clasificación del transformador. Se notará que estos números y curvas 42-46 son ejemplares. De acuerdo con modalidades descritas en la presente, una clasificación de protección simplificada para un protector de transformador 30 usa la clasificación de kVA del transformador y una curva específica con una curva inversa y ajuste de respuesta instantánea que provee la protección más cercana basada en una proporción fija a la corriente de plena carga del transformador. El número de proporción fija se puede refinar en vista de una estrategia de protección general o la característica inversa se puede refinar de la curva de fusible clásica para definir la protección óptima bajo reglas de aplicación específicas.

25 La discusión anterior da a conocer y describe modalidades

meramente ejemplares de la presente descripción. El experimentado en la técnica reconocerá fácilmente de tal discusión y de los dibujos y reivindicaciones adjuntos que se pueden efectuar varios cambios, modificaciones y variaciones en la misma sin apartarse del espíritu y alcance de la descripción como se define en las siguientes reivindicaciones.