

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 187**

51 Int. Cl.:

H02H 7/04 (2006.01)

H02M 5/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2009 E 09775264 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016 EP 2356728**

54 Título: **Protección de sobrecarga de un dispositivo de reducción de voltaje**

30 Prioridad:

09.12.2008 GB 0822404

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.04.2016

73 Titular/es:

**SOUTHERN FOX INVESTMENTS LIMITED
(100.0%)
Queensgate House, South Church Street
Grand Cayman, KY**

72 Inventor/es:

**JUBY, LEE;
RILEY, PHILIP M. y
MANGAN, STEPHEN**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 565 187 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Protección de sobrecarga de un dispositivo de reducción de voltaje

Esta invención se relaciona con un sistema para reducir el voltaje de un suministro eléctrico de CA a una carga con el propósito de eficiencia de energía. Se reconoce que reducir el voltaje eléctrico aplicado a una carga reduce la potencia retirada por esa carga. El sistema incorporará un transformador. Sin embargo, en una aplicación comercial doméstica o pequeña es deseable minimizar el coste de dicho transformador con el propósito de lograr un aumento de eficiencia de energía mientras se mantiene una base de bajo coste para el sistema como un todo.

Se sabe que la carga promedio o base de una propiedad comercial pequeña o doméstica es usualmente muy baja pero se somete a picos cuando, durante periodos cortos, los altos niveles de corriente se retiran por la carga. En dichas aplicaciones es deseable utilizar un transformador con una capacidad de carga continua clasificada en el promedio o carga base de la propiedad, pero que luego puede funcionar dentro de su clasificación térmica bajo condiciones de sobrecarga durante periodos muy cortos sin sobrecalentamiento excesivo de las bobinas de transformador a un grado que puede provocar la destrucción del transformador. Adicionalmente, puede haber ocasiones en donde la carga en la propiedad excede la clasificación a corto plazo y continúa del transformador y en estas circunstancias, con el propósito de aún utilizar un transformador de bajo coste, el transformador se puede derivar para evitar sobrecalentamiento. Un ejemplo de dicho sistema se describe en el documento JP 9 269 842.

Es un objeto de la presente invención proporcionar dicho sistema con medios a prueba de fallas para evitar la destrucción del transformador, y un potencial riesgo de incendio, debido a falla de derivación.

De acuerdo con la presente invención se proporciona un sistema para reducir el voltaje de un suministro eléctrico CA a una carga para el propósito de eficiencia de energía, el sistema comprende:

a) un transformador que tiene bobinados primarios y secundarios en circuito entre un suministro eléctrico CA y la carga, y

b) medios de derivación para provocar que el transformador se retire del circuito y provocar que el suministro eléctrico se conecte directamente a la carga en el evento de una sobrecarga predeterminada del transformador;

caracterizado porque

c) los medios de derivación comprenden:

i) un conmutador de derivación para desviar el suministro directamente a la carga,

ii) medios para determinar la temperatura del transformador.

iii) medios para medir la corriente eléctrica a través de la carga.

iv) medios de control para recibir señales de la temperatura que determinan medios y de los medios de medición de corriente, y para operar el conmutador de derivación a un nivel máximo predeterminado de uno cualquiera de de dicha temperatura y corriente; y en que el sistema comprende adicionalmente:

d) medios a prueba de fallas para interrumpir la corriente a través del bobinado secundario del transformador en el evento que el conmutador de derivación falle para operar en uno cualquiera de dichos niveles máximos predeterminados, en donde los medios a prueba de fallas incluyen

i) un dispositivo disparador térmico conectado al bobinado secundario del transformador y adaptado para interrumpir la conexión del bobinado secundario del transformador para el suministro a una temperatura elevada predeterminada del transformador después de un periodo predeterminado; y

ii) un fusible conectado en serie con el suministro y el dispositivo disparador térmico y adaptado para interrumpir la conexión del bobinado secundario del transformador al suministro a un nivel predeterminado de corriente elevada por debajo de una clasificación de corriente máxima del dispositivo disparador térmico.

El suministro eléctrico se puede conectar al bobinado secundario del transformador.

El fusible puede evitar la interrupción falsa mediante los medios de medición de corriente a través de los medios de control, se adapta para operar el conmutador de derivación a un nivel de corriente por debajo de la clasificación de corriente máxima del fusible. Sin embargo, aunque el fusible tiene una clasificación menor que la corriente permitida

5 máxima de la carga. Si el sistema opera correctamente se aislará de la carga durante corriente pico mediante operación normal del conmutador de derivación. Este tiene dicha clasificación inferior para proteger el dispositivo disparador térmico que se clasificará para desconectarse solo a alta elevación de temperatura sostenida de los bobinados secundarios, ya que la alta temperatura no siempre se puede alcanzar a pesar que se excede la clasificación de corriente máxima del dispositivo disparador. No obstante, la disposición permite que se emplee un fusible cuya clasificación esté por encima de una carga de corriente que, si se sostiene, provocaría que la temperatura del bobinado secundario, en el evento que el conmutador de derivación no funcione, se eleve por encima de la temperatura de desconexión del dispositivo disparador térmico. Sin embargo el dispositivo disparador térmico y fusible funcionan en conjunto entre sí para proteger el bobinado secundario en el evento que el conmutador de derivación falle en su operación.

10 El término "fusible" como se utiliza aquí incluye cualquier cortacircuitos que tiene la misma característica o características similares de un fusible resistivo, es decir, uno que funciona rápidamente a una alta corriente de sobrecarga o eventualmente después de una corriente de baja carga sostenida.

15 Un fusible de suministro se puede conectar entre el suministro y la carga, y se adapta para proteger la carga cuando el transformador se deriva.

Un convertidor de potencia se puede conectar entre el suministro eléctrico y el bobinado primario del transformador.

Ahora se describirá una realización de la invención, por vía de ejemplo, con referencia a los dibujos que acompañan en los que:

20 Figura 1 es un diagrama de circuito de un dispositivo de protección de transformador simple y convencional;

Figura 2 es un diagrama de circuito de un dispositivo de protección de transformador mejorado pero aún convencional;

Figura 3 es un diagrama de circuito que muestra el uso de transformador para regulación de voltaje;

Figura 4 es un diagrama de circuito de un dispositivo de protección de transformador mejorado que incorpora control de temperatura;

Figura 5 es un diagrama de circuito de un dispositivo mejorado adicional en relación a la Figura 4;

25 Figura 6 es una gráfica que muestra las características térmicas de un transformador;

Figura 7 es una gráfica similar a la Figura 6 que muestra características térmicas de transformador con protección de fusible, en relación con un ejemplo dado;

Figura 8 es similar a la Figura 7 en relación con un ejemplo dado diferente;

Figura 9 es un diagrama de circuito de un dispositivo que proporciona una protección térmica de transformador;

30 Figura 10 es una gráfica que muestra las limitaciones de dicha protección térmica;

Figura 11 es un diagrama de circuito de un transformador que regula el voltaje en circuito entre un suministro de potencia eléctrica y una carga, y que incorpora una realización de la invención.

Figura 12 es un diagrama que ilustra las características de protección del transformador en el circuito de la Figura 11; y

Figura 13 es una gráfica que muestra la protección de transformador combinada del circuito de la Figura 11.

35 Los transformadores utilizados para cambiar la magnitud del voltaje en un sistema de potencia eléctrica de CA se seleccionan usualmente y operan dentro de sus clasificaciones de potencia continua para asegurar que no se sobrecalienten y fallen, provocando posiblemente un riesgo de incendio. En dichas instalaciones el circuito usualmente se protege de corriente excesiva y corto circuito por un fusible, como se ilustra en 10 en la Figura 1.

40 En algunos casos se utilizan transformadores en circuito que operan más allá de la clasificación continua pero en donde se conocen los perfiles de operación y ambientales. Durante operación más allá de la clasificación continua se reconoce que el transformador se calentará y continuará calentando. No se puede lograr un equilibrio térmico en estos casos pero el transformador no fallará si la sobrecarga no se sostiene en el tiempo a un punto en donde la temperatura provocaría que falle el transformador. En estos casos la protección del transformador es por medio de un cortacircuitos o un fusible

con una característica de sobrecarga térmica y una característica de cortocircuitos. El cortocircuitos o características del fusible deben garantizar que se exceda la interrupción de potencia antes del límite térmico del transformador.

Si el perfil de operación del transformador o las condiciones ambientales no se pueden definir y garantizar luego que el transformador no puede funcionar más allá de su clasificación continua sin protección térmica adicional. En transformadores pequeños esta protección térmica adicional se implementa frecuentemente como una desconexión de corte térmico bimetalico simple (TCO) conectado en serie con el bobinado primario del transformador, usualmente el bobinado de corriente inferior. En transformadores de alta corriente, más grandes, se puede lograr esta protección térmica adicional al utilizar un monitor térmico que activa en forma remota el cortocircuitos puesto en el suministro. Dicha disposición se ilustra en la Figura 2, en donde el corte térmico del dispositivo disparador se ilustra en 11 y se pone en serie con el fusible 10 en el circuito al bobinado primario del transformador. En este caso, si la temperatura del corte térmico alcanza una temperatura de desconexión luego el TCO interrumpe la potencia en el bobinado primario del transformador.

En un sistema para reducir el voltaje de un suministro eléctrico de CA a una carga para el propósito de eficiencia de energía, se utiliza un transformador para generar voltaje antifase y se utiliza con un convertidor de potencia para regulación de voltaje simple en un circuito, como se ilustra en la Figura 3. En este circuito la corriente eléctrica suministrada a la carga del suministro CA se proporciona V_{IN} a la carga a través del bobinado secundario V_s del transformador. Un convertidor 12 de potencia se conecta en el circuito al bobinado primario V_p . Un voltaje se desarrolla en el bobinado secundario V_s que es proporcional al voltaje impuesto en el bobinado primario V_p y el voltaje desarrollado en V_s se conoce que está en anti-fase al voltaje de suministro y por lo tanto se resta de este. Por lo tanto la carga eléctrica recibe un voltaje V_L que es igual al voltaje de suministro V_{IN} de menor magnitud del voltaje V_s secundario. Esto se explica adicionalmente en el siguiente ejemplo.

Se asume un voltaje de suministro de 250 voltios y un transformador de relación 10:1, el voltaje en el bobinado secundario V_s será 25 voltios. El convertidor de potencia se puede utilizar para variar el voltaje suministrado al bobinado primario de 0 voltios a 250 voltios. El beneficio de este circuito es que la clasificación de potencia del convertidor de potencia y transformador puede ser mucho menor que la clasificación de potencia de la carga. La clasificación de potencia real se establece por la relación de vueltas del transformador, es decir, *para una relación 10:1* de clasificación de potencia del convertidor de potencia y el transformador solo necesita ser 10%. En el circuito ilustrado en la Figura 3, se logra protección de cortocircuito y sobrecarga por el fusible F_1 .

Un circuito de regulación de voltaje tal como aquel ilustrado en la Figura 3 se puede emplear en un domicilio para eficiencia de energía. El perfil de carga de dicha propiedad mostraría periodos extendidos de carga muy baja con casos no frecuentes de altas cargas pico para duraciones cortas. En dicho caso las cargas pico alcanzadas son mucho más altas que la carga promedio de la propiedad. Se propone que dicho circuito se pueda clasificar para la carga promedio en la propiedad y luego se deje operar en condiciones de sobrecarga durante periodos cortos durante picos de alta potencia. Dicho circuito puede incluir un dispositivo de derivación controlado térmicamente que provocará que la electricidad derive el voltaje que regula el circuito si se alcanza el límite térmico de dicho circuito. Dicho sistema se describe en la especificación de patente EP 1 913 454.

En la Figura 4 el circuito incluye un conmutador S de derivación controlado térmicamente. En este circuito el convertidor 12 de potencia y transformador 13 se clasifican para la carga promedio esperada del sistema. Se proporciona un sensor 14 de temperatura que mide, continuamente o intermitentemente, la temperatura del transformador. Se carga una señal del sensor 14 a un dispositivo 15 de control electrónico que, cuando se logra una determinada temperatura, emite una señal que cierra el conmutador S, sin embargo conecta la carga directamente al suministro de potencia por medio del fusible F_1 .

Aunque el sistema ilustrado en la Figura 4 protegerá el transformador de alta temperatura excesiva sostenida durante un periodo, existe un riesgo de que pueda fallar el conmutador S de derivación, o cualquier otro dispositivo disparador térmico remotamente operado. En cuyo caso el transformador no se protegería y puede alcanzar una temperatura en el que fallaría y posiblemente presente un riesgo de incendio. La legislación nacional o internacional puede determinar que dicho riesgo no es aceptable.

En este sistema, el fusible F_1 no ofrece protección adecuada para el convertidor de potencia y transformador debido a que se debe clasificar para la carga pico máxima posible anticipada para propiedad.

Con referencia ahora a la Figura 5, se puede poner un fusible F_2 adicional en serie con el suministro al transformador, y tener una clasificación de corriente menor que el fusible F_1 . De hecho, el fusible F_2 se puede seleccionar con una clasificación de desconexión igual a la clasificación continua del transformador y se debe poner en serie con el bobinado secundario con el propósito de interrumpir el flujo de corriente a la carga a través del transformador. Un fusible puesto en serie con el bobinado primario no interrumpiría el flujo de corriente a través del bobinado secundario. Sin embargo, un fusible que coincide con las características del transformador no se puede seleccionar, debido a que aquellas características cambian dependiendo de las condiciones de carga. Se ilustran las características térmicas de transformador en la Figura 6, en donde la clasificación continua del transformador a 10 amperios se puede sostener

indefinidamente pero el transformador se deriva en una región por encima de una determinada corriente después de un periodo de tiempo asociado. Esto se describe mejor en los siguientes ejemplos.

Asumiendo una temperatura ambiente de 20°C un transformador con una temperatura en estado constante de 60°C a la carga máxima puede tener una temperatura de funcionamiento máxima de 100°C en sobrecarga. Si el transformador ha sido operado en no carga durante varias horas la temperatura del transformador será temperatura ambiente, es decir, 20°C. Asumir una carga de dos veces la clasificación continua del transformador luego se aplica, calentará a un índice dictado por su masa térmica. Se desea que el transformador corra en esta condición de sobrecarga hasta que su temperatura ha aumentado de 80° C a 100°C. Bajo operación normal los componentes electrónicos 15 de control en la Figura 4 detectarían la temperatura de 100°C y cierran el conmutador S de derivación de tal manera que la carga en el transformador cesa permitiendo que el transformador se enfríe. El conmutador S de derivación debe fallar luego que el fusible F₂ protege el transformador de condiciones de sobrecarga continua. Esto se ilustra en la Figura 7, en donde el fusible F₂ se selecciona para eliminar la sobrecarga antes que se excedan los límites térmicos del transformador. Por ejemplo, el fusible F₂ fallará, es decir, 30 amperios después de 0.1 segundos o a 20 amperios después de 100 segundos.

En otro ejemplo, el transformador puede haber sido operado en carga continua máxima durante varias horas y la temperatura del transformador alcanzará 60°C. Si luego se aplica una carga de dos veces la clasificación continua del transformador, el transformador se calentará a un índice dictado por su masa térmica y correrá en una condición de sobrecarga hasta que su temperatura haya aumentado, en este caso, por 40° C a 100° C. Bajo operación normal, los componentes electrónicos de control 15 detectarán la temperatura 100°C y cerrarán el conmutador S de derivación, y de nuevo una vez el conmutador cierra la carga en el transformador que se retira y se puede enfriar. Sin embargo, en este caso el transformador ha alcanzado 100° C a la mitad del tiempo del ejemplo previo debido a la temperatura inicial mayor de 60° C en lugar de temperatura ambiente a 20° C.

Esta condición se ilustra en la Figura 8, en donde existe un periodo en exceso de 100 segundos en el que el fusible F₂ no interrumpirá el suministro y se requerirá un fusible con una característica de accionamiento más rápida. Este ejemplo muestra cómo un fusible simple no puede ofrecer protección térmica para el transformador.

Con referencia a la Figura 9, como un método alternativo de proteger el transformador, un dispositivo disparador 16 térmico directamente conectado (TCO) se puede conectar en serie con el bobinado secundario del transformador e interrumpirá el flujo de corriente si el transformador excede una temperatura preestablecida, que se puede configurar mayor que el control térmico normal del conmutador S de derivación, pero a una temperatura aún dentro de límites seguros.

Como se describió anteriormente en relación con la Figura 2, los transformadores comúnmente emplean protección térmica en la forma de un dispositivo disparador térmico (TCO) que se pone normalmente en circuito con el bobinado primario. En el caso de un transformador con una relación de 10: 1 giros la corriente primaria es diez veces más pequeña la corriente secundaria. En el circuito ilustrado en la Figura 3, para regulación de voltaje, no se puede emplear un TCO en el bobinado primario, debido al caso si ocurre una temperatura excesiva y el TCO se interrumpir el suministro luego que la corriente continúe fluyendo de la fuente a la carga a través del bobinado secundario. Esto representaría dos problemas, a saber el bobinado secundario continuaría sobrecalentándose y falla, y la corriente en el bobinado secundario trataría de inducir una corriente en el bobinado primario de circuito abierto, con el resultado que un voltaje muy grande se induciría en el bobinado primario y provocaría ruptura del aislamiento de bobinado.

Una solución es conectar el dispositivo disparador 16 térmico en circuito con el bobinado secundario como se muestra en la Figura 9 de tal manera que el TCO interrumpirá la corriente de carga para permitir que el transformador se enfríe.

Sin embargo, un problema con los TCO es que se limitan en la capacidad de la corriente, que pueden manipular cuando la desconexión sin la introducción de elementos de desconexión de remate o disparos costosos y sofisticados. Esto no sería normalmente un problema que el TCO normalmente se ubique en el embobinado primario de menor corriente, pero es un problema significativo en el circuito en donde el TCO se ha conectado al embobinado secundario de alta corriente.

Los TCO de acción directa hechos con bandas bimetálicas simples están disponibles fácilmente de una clasificación de alrededor 45 amperios. Sin embargo, más allá de esta clasificación se requieren medios más sofisticados de protección térmica que implican disparos de arco complejo o contactores operados remotos que pueden ser muy complicados y costosos para propósitos prácticos y pueden introducir posibilidades de falla adicional dentro del circuito.

Como se describe, el circuito completo que incluye la carga y el disparador 16 térmico se protege por el fusible F₁. En una aplicación de regulación de voltaje doméstico la característica de F₁, puede permitir corriente con sobrecarga y normal mayor que la capacidad del TCO. Si el TCO intenta operar en un nivel de corriente más allá de su clasificación entonces puede fallar en abrir, provocando sin embargo que el transformador se caliente. Si la clasificación del fusible F₁ se reduce a un nivel que protegerá el TCO entonces las corrientes de carga pico pueden provocar el "problema" que

el fusible se desconecte. La Figura 10 ilustra las limitaciones de la capacidad de corriente TCO. Funcionará adecuadamente a aproximadamente 45 amperios durante un periodo continuo de diez segundos, pero no puede funcionar si la corriente continua elevándose, debido a que sus contactos se pueden soldar.

5 De acuerdo con la presente invención, una solución a los problemas mencionados anteriormente que rodean el uso de fusibles, se proporcionan conmutadores de derivación y dispositivos de corte térmico con una combinación de características de protección, como se ilustra en el circuito de la Figura 11, de tal manera que el circuito utiliza los beneficios de cada característica de protección y evita las características de desconexión potencialmente falsas e indeseadas de los componentes del circuito individual. En este caso, el circuito implica un fusible F_2 y un TCO 16 en el
10 circuito con el bobinado secundario del transformador, un sensor 14 de temperatura y componentes electrónicos de control 15 que actúan juntos para operar el conmutador S de derivación, un sensor 17 de medición de corriente que mide la corriente del suministro y también se conecta a los componentes electrónicos de control 15 para el propósito que se describirá, y finalmente el fusible F, protegerá la carga en el evento de cierre del conmutador S de derivación.

15 La Figura 12 ilustra las características de protección combinadas del transformador del circuito de la Figura 11. En el área 1 de la Figura 12 el transformador funciona dentro de su capacidad de operación continua en donde los niveles de carga provocan elevación de temperatura limitadas y sostenibles en el transformador. El área 2a representa la región de sobrecarga permisible del transformador *durante* un periodo limitado y esta región se une por el efecto del conmutador S de derivación térmicamente controlado. De esta forma, a una determinada temperatura y después de un determinado periodo, el sensor 14 de temperatura enviará una señal a los componentes electrónicos de control 15 para cerrar el conmutador S y sin embargo derivar el convertidor de potencia y transformador al conectar el suministro directamente a la carga. De esta forma, el transformador se puede enfriar.
20

El conmutador S debe fallar en cerrarse por alguna razón, entonces el transformador puede funcionar en forma segura durante un periodo en el área marcada 2b en la Figura 2, es decir, a una temperatura mayor para el mismo límite de tiempo, después de lo cual el TCO 16 se desconectará para proteger el transformador. La banda térmica TCO tiene una clasificación de corriente sostenible máxima por encima de la cual el fusible F_2 interrumpirá el suministro, de nuevo para proteger el transformador. Sin embargo, el fusible F_2 se establece para interrumpir el suministro a un nivel por debajo de la clasificación de corriente eléctrica máxima del TCO 16. Bajo funcionamiento normal es posible que surjan corrientes eléctricas muy grandes que rompan el fusible F_2 antes que el transformador alcance su nivel de desconexión térmica. Con el propósito de evitar dicha operación "incómoda" del fusible F_2 se implementa un segundo control de derivación. Este es un control de derivación activado por corriente eléctrica que incluye el sensor 17 de corriente conectado a los
25 componentes electrónicos de control 15 que funcionan para cerrar el conmutador S en un nivel de corriente por debajo de la clasificación máxima del fusible F_2 .
30

El fusible F_1 protege la carga bajo condiciones de derivación del transformador con el conmutador S cerrado.

La Figura 13 ilustra los efectos del circuito de la Figura 11 y se puede expresar como sigue.

Área de funcionamiento normal

35 En la región A se logra la capacidad de funcionamiento continuo del transformador son sobrecalentamiento. En la región B, que es una región de sobrecarga, se une por la operación del control térmico del conmutador S de derivación o el control de límite de corriente logrado por el sensor 17 de lectura de corriente opera el conmutador S.

Área de funcionamiento anormal

40 En la región C, debe fallar el conmutador S de derivación, el transformador puede funcionar en forma segura en esta región y puede ser liberado por la operación del fusible F_2 o mediante la desconexión del TCO 16 conectado en serie.

Área de funcionamiento inaceptable

En la región D, el transformador se sobrecalentará y no será capaz de funcionar en esta región en donde se protege mediante la activación del TCO 16 conectado en serie.

En la región E el transformador no será capaz de funcionar en esa región y se protege por el fusible F_2 .

45 En la región F, cuando el nivel de corriente está más allá de la clasificación TCO 16, que sin embargo no es confiable, el transformador no será capaz de funcionar en esta región como resultado de la ruptura del fusible F_2 .

En la región G el transformador se sobrecalentaría y evitaría la operación mediante la ruptura del fusible F_2 .

De esta forma, el circuito de la Figura 11 proporciona protección general para el transformador, principalmente mediante la operación del conmutador S de derivación pero con operación a prueba de fallas de TCO 16 y el fusible F_2 en sus clasificaciones apropiadas, y mediante la medición de corriente en 17.

Reivindicaciones

1. Un sistema para reducir el voltaje de un suministro eléctrico de CA a una carga para el propósito de eficiencia de energía, el sistema comprende:
- 5 a) un transformador (13) que tiene bobinados primarios y secundarios en circuito entre un suministro eléctrico de CA y la carga, y
- b) medios de derivación para provocar que el transformador se retire del circuito y para provocar que el suministro eléctrico se conecte directamente a la carga en el evento de una sobrecarga predeterminada del transformador;
- caracterizado porque
- c) los medios de derivación comprenden:
- 10 i) un conmutador (S) de derivación para desviar el suministro directamente a la carga,
- ii) medios (14) para determinar la temperatura del transformador,
- iii) medios (17) para medir la corriente eléctrica a través de la carga,
- 15 iv) medios (15) de control para recibir señales de la temperatura que determina los medios y de los medios de medición de corriente, y para operar el conmutador de derivación a un nivel máximo predeterminado de uno cualquiera de dicha temperatura y corriente; y en que el sistema comprende adicionalmente:
- d) medios a prueba de fallas para interrumpir corriente a través del bobinado secundario del transformador en el evento que el conmutador de derivación falle para operar en uno cualquiera de dichos niveles máximos predeterminados, en donde los medios a prueba de fallas incluyen
- 20 i) un dispositivo disparador térmico (TCO) conectado al bobinado secundario del transformador y adaptado para interrumpir la conexión del bobinado secundario del transformador al suministro a una temperatura elevada predeterminada del transformador después de un periodo predeterminado; y
- ii) un fusible (F2) conectado en serie con el suministro y el dispositivo disparador térmico y adaptado para interrumpir la conexión del bobinado secundario del transformador al suministro a un nivel predeterminado de corriente elevada por debajo de una clasificación de corriente máxima del dispositivo disparador térmico.
- 25 2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el suministro eléctrico se conecta al bobinado secundario del transformador.
3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el fusible (F2) evita interrupción falsa mediante los medios (17) de medición de corriente continua que por medio de los medios (15) de control, se adapta para operar el conmutador (S) de derivación a un nivel de corriente por debajo de una clasificación de corriente máxima del fusible.
- 30 4. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1. 2 o 3, que incluye un fusible (F1) de suministro conectado entre el suministro y la carga y se adapta para proteger la carga cuando el transformador se deriva.
5. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente que incluye un convertidor (12) de potencia conectado entre el suministro eléctrico y el bobinado primario del transformador.

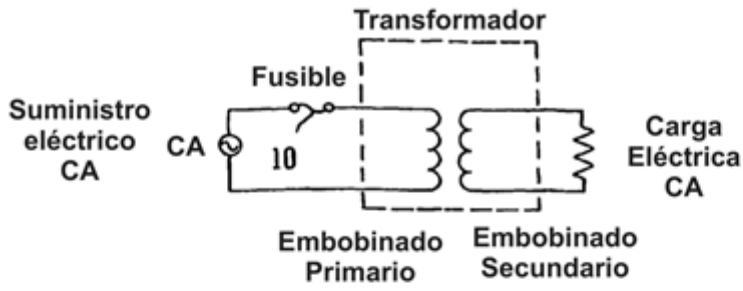


FIG. 1

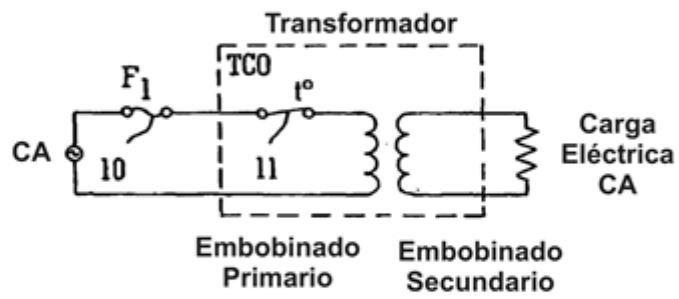


FIG. 2

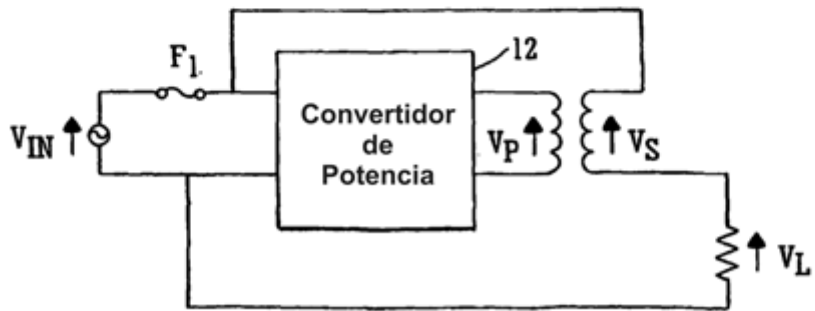


FIG. 3

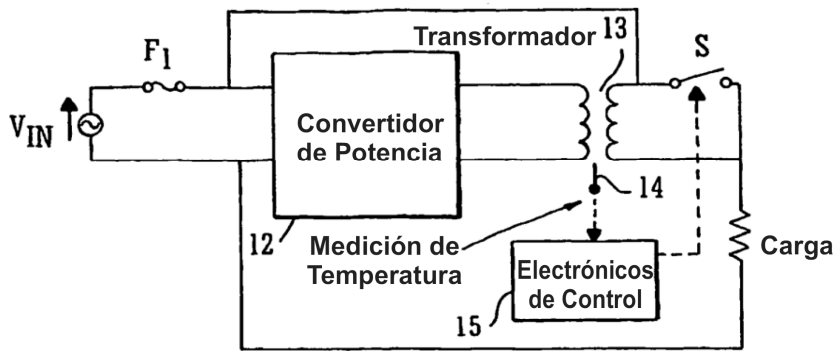


FIG. 4

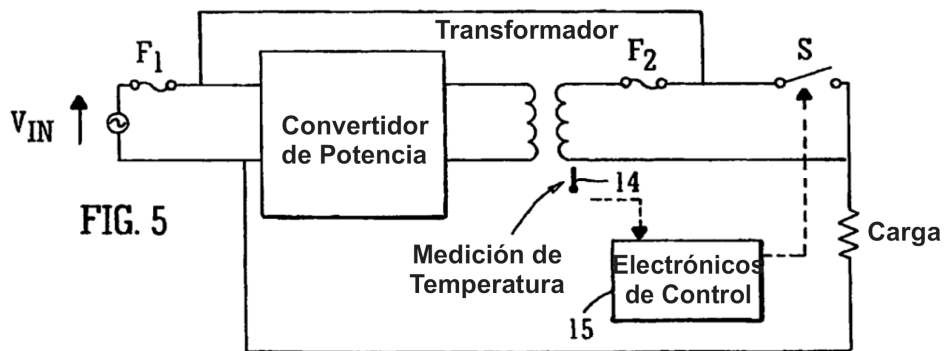


FIG. 5

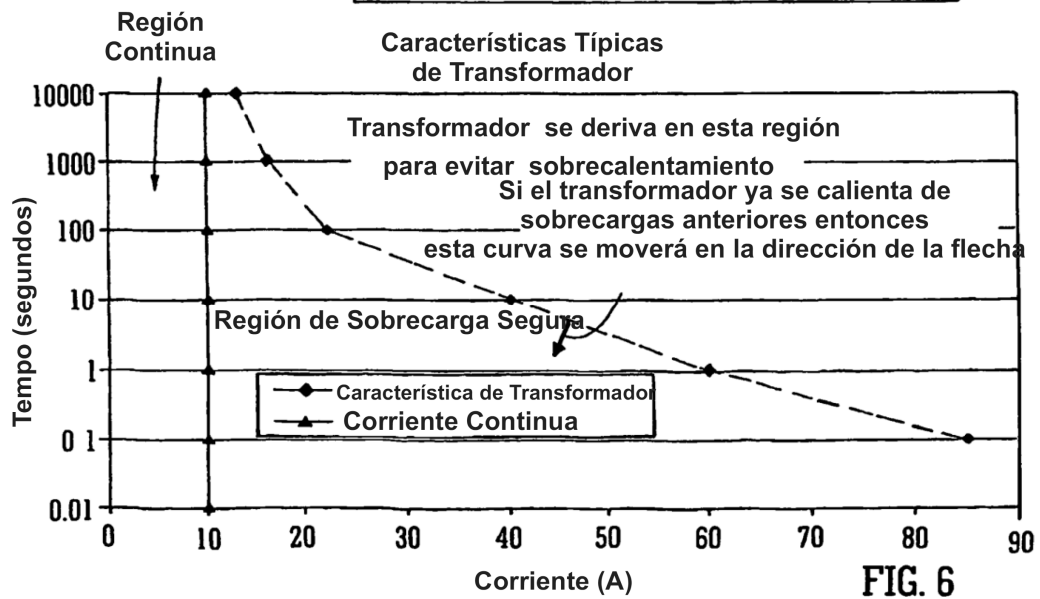


FIG. 6

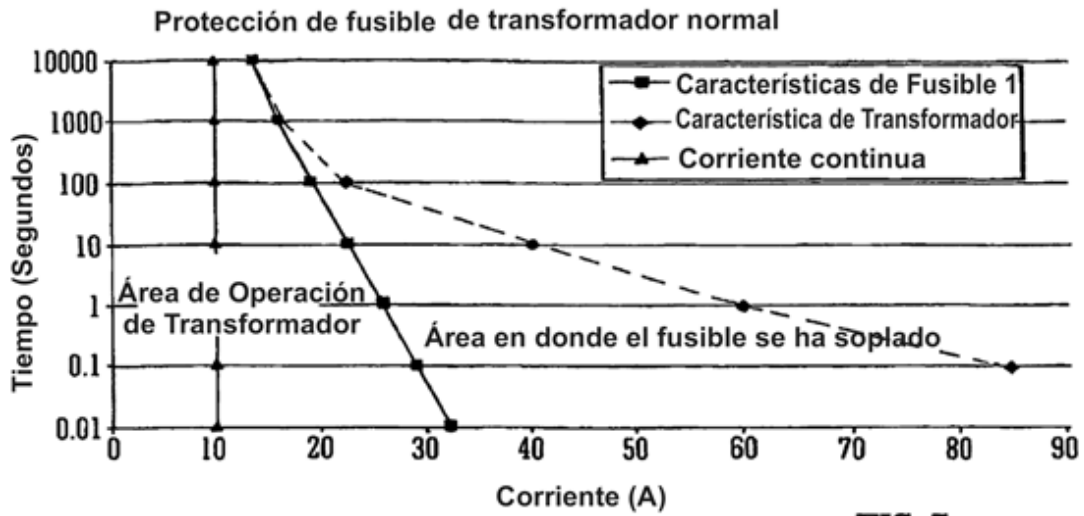


FIG. 7

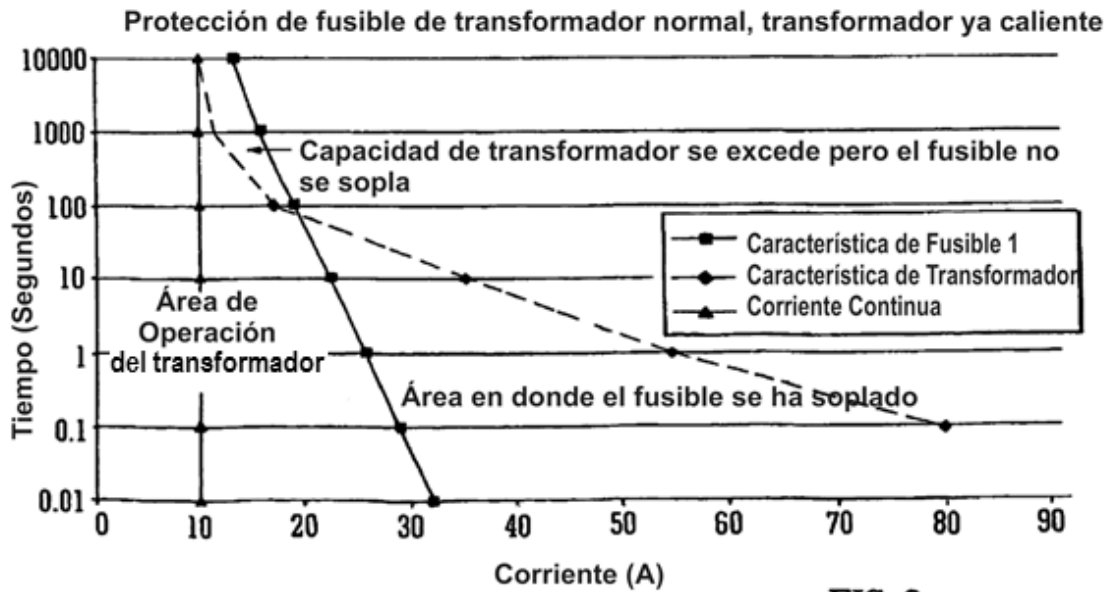


FIG. 8

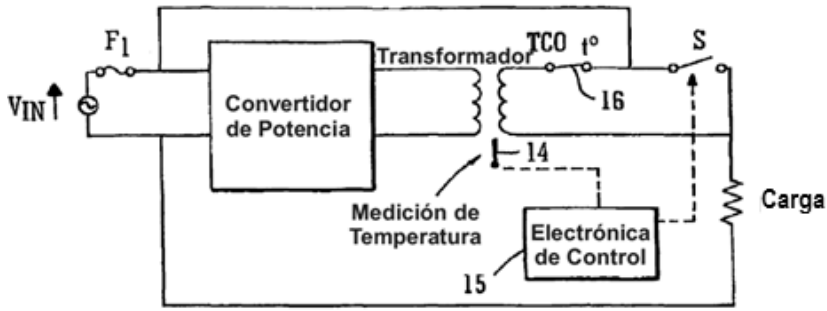


FIG. 9

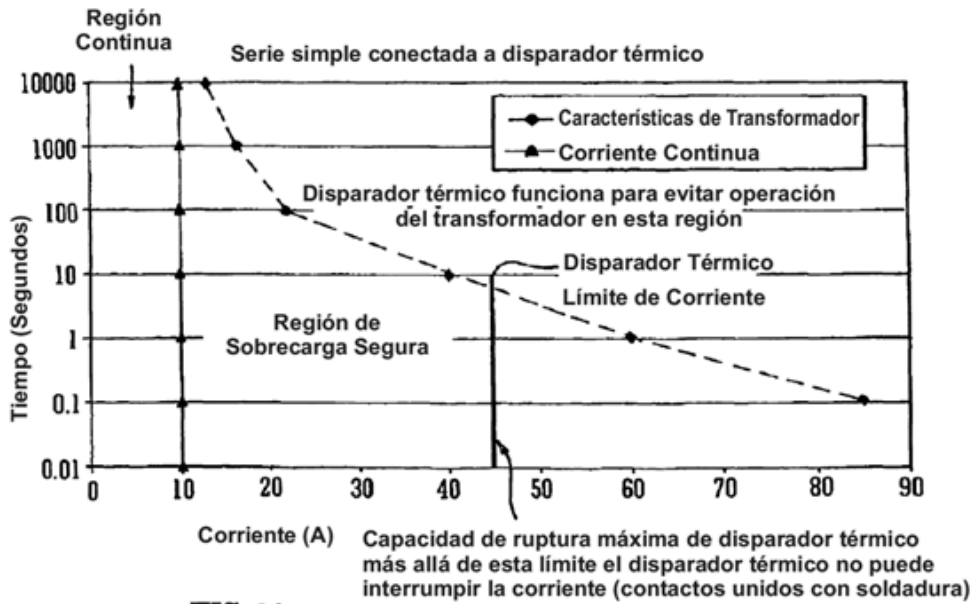


FIG. 10

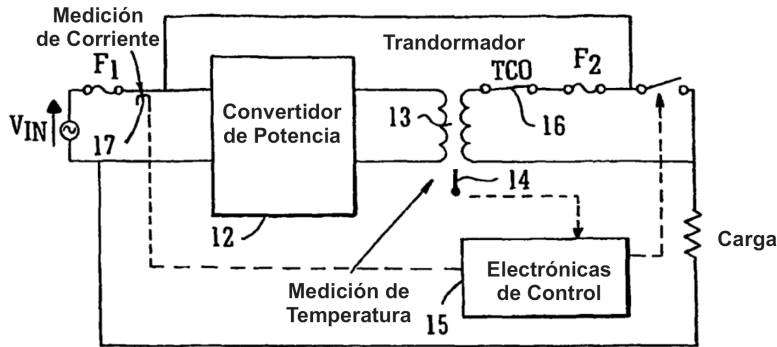


FIG. 11

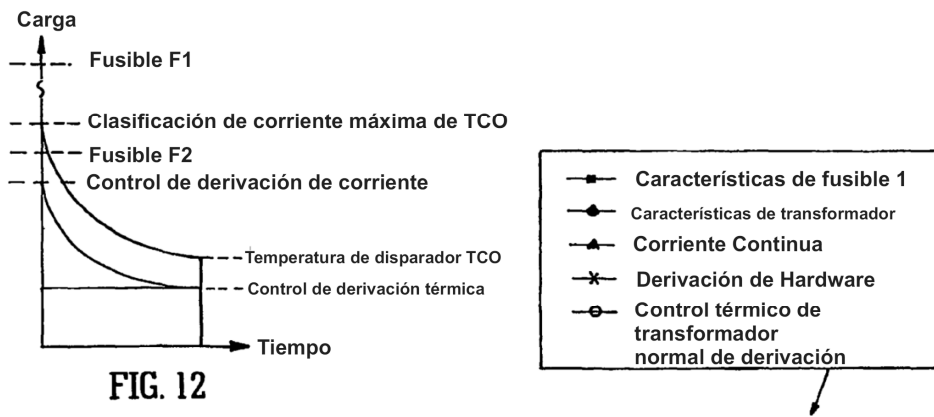


FIG. 12

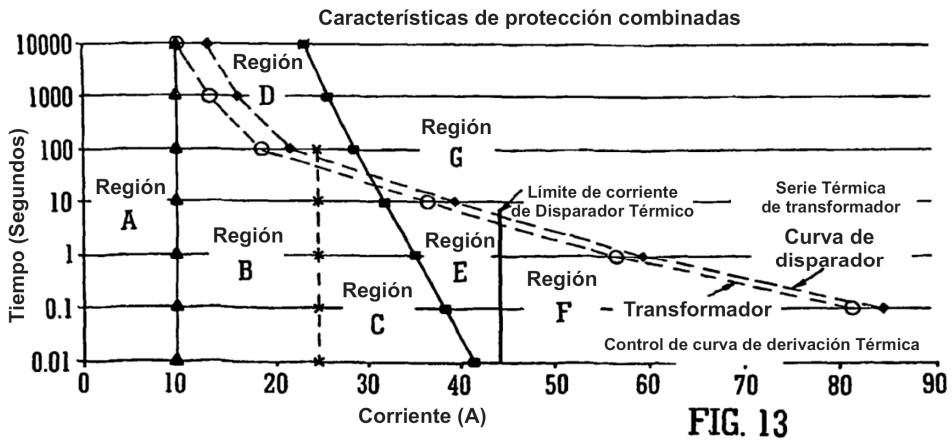


FIG. 13