



ESPAÑA

19 ES	21	NUMERO	422.574	10 A1
	22	FECHA DE PRESENTACION	24.1.74	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO 327.963	30.1.73	EE.UU.
Int. Cl.: H01H		

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--------------------------------	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION
"UNA DISPOSICION ELECTRICA DE PROTECCION PARA USO CON UN SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA"

71 SOLICITANTE (S)
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania
15222, Estados Unidos de América

72 INVENTOR (ES)
Alan Burke Shimp

73 TITULAR (ES)
D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ

74 REPRESENTANTE

Esta invención se refiere a un interruptor de circuito y sistema de control para el mismo para usarse en la protección de sistemas de transmisión eléctrica polifásicos. Se utilizan transformadores de corriente de saturación para vigilar cada fase del sistema polifásico. Los transformadores de corriente de saturación proveen corriente al sistema de control del interruptor de circuito. La información relacionada con el estado de la corriente de línea en cada fase del sistema polifásico es provista, en una ejecución, mediante monitores separados para la línea, los cuales pueden ser, por ejemplo, transformadores de núcleo de aire o generadores Hall. En otra ejecución de la invención, no se requieren monitores separados para suministrar información al sistema de control, relacionada con el estado del nivel de corriente en cualquiera de las tres fases, dado que los transformadores de corriente de saturación se utilizan no sólo para proveer la energía para excitar el sistema de control, sino también para proveer la información relacionada con el estado o nivel de la corriente en las fases. Esto se logra obteniendo información relacionada con la primera parte de una onda de forma sinusoidal que, luego, es interpretada electrónicamente para predecir el valor de la cresta de esa onda, aunque el transformador pueda -

saturarse antes de llegar a la cresta. El sistema de control del interruptor de circuito está adaptado para proveer tanto disparo instantáneo como disparo con demora de tiempo.

5

Esta invención se relaciona, en general, con sistemas de control para interruptores de circuito y, más específicamente, con sistemas de control de interruptores de circuito que derivan corriente e información desde detectores en las líneas.

10

En el pasado, los sistemas -- eléctricos de fases múltiples han sido protegidos con interruptores de circuito de polos múltiples que tienen sistemas de control que son excitados, en la mayoría de los casos, por transformadores de corriente que vigilan las líneas del sistema de transmisión eléctrica que va a ser protegido. La información relacionada con el estado de la corriente eléctrica, en cualquiera o en todas las líneas del sistema de transmisión, es provista por los transformadores de corriente al sistema de control.

15

20

25

Si la cantidad de corriente en cualquier fase del sistema de transmisión eléctrica - es apenas ligeramente mayor que la corriente normal de régimen, se inicia un ciclo demorado de disparo, me-

diante el cual el interruptor de circuito disparará en un tiempo predeterminado después de la detección inicial del aumento en la corriente eléctrica en las líneas de transmisión. Sin embargo, si la corriente -
5 en cualquiera de las líneas de transmisión es extremadamente alta debido a un cortocircuito, reaccionará - en forma casi instantánea para disparar el interruptor de circuito. Dado que en los sistemas de control de -
10 ejecuciones anteriores, son provistas tanto la información como la corriente por el mismo transformador de corriente para cada fase o línea, los transformadores deben poder trabajar en una amplia gama de condiciones eléctricas. De manera específica, esto significa que -
15 el transformador debe ser no saturable en una amplia gama de excursiones de corriente. Es bien conocido que para que los transformadores de corriente puedan ser hechos funcionar en una gama grande de excursiones de corriente sin que se saturen, es necesario un núcleo magnético relativamente grande para el transformador de
20 corriente. Sin embargo, esto crea un problema de tamaño, volumen, peso y costo. En los interruptores de circuito de tamaño pequeño en relación, cuyo caso típico son los interruptores de circuito del tipo de caja moldeada, -
25 los transformadores grandes son una limitación, por lo menos en lo que toca al tamaño relativo del interruptor.

En consecuencia, sería deseable proveer energía e información a un sistema de control de interruptor de circuito, con transformadores detectores de corriente, de saturación de tamaño relativamente pequeño.

5

Otro problema asociado con los sistemas de control de interruptores de circuito de -- ejecuciones anteriores, lo es la calibración, que es difícil y requiere mucho tiempo y, además, suele requerir el paso de una corriente eléctrica bastante alta a través de la unidad de disparo. Esta alta corriente calienta la unidad de disparo en forma considerable; por ello, se debe dejar pasar tiempo entre las operaciones de calibración para que se enfríe cada elemento. Además, casi siempre se requiere proveer una diferente unidad de disparo cuando se va a cambiar el régimen de corriente del interruptor de circuito.

10

15

Es el objeto principal de la invención proveer un circuito que obvie los problemas de las ejecuciones anteriores.

20

Por tanto, la invención reside, en forma general, en una disposición protectora eléctrica para usarse con un sistema para corriente eléctrica que incluya, cuando menos, un conductor eléctrico, que comprende: dispositivos de transformador de corriente saturable que tenga terminales de salida y estén --

25

adaptados para vigilar corriente eléctrica que varía en tiempo en el conductor, para con ello proveer una señal combinada de información de corriente en las terminales de salida, no estando saturado el transformador saturable con valores absolutos relativamente bajos de la corriente variable en tiempo; un circuito eléctrico de control que tiene un grupo de terminales de entrada para ser conectadas eléctricamente en circuito con las terminales de salida del transformador de corriente saturable, de modo que se pueda proveer corriente eléctrica al circuito eléctrico para excitarlo, teniendo el circuito eléctrico dispositivos en él para prever el valor máximo de la corriente variable en tiempo durante cualquier medio ciclo de ella, cuando está excitado por la parte no saturada de la señal de información de corriente, y dispositivos protectores eléctricos conectados en circuito con una parte del sistema para energía eléctrica, estando los dispositivos protectores adaptados para responder a la presencia de la parte no saturada de la señal de información de corriente, para con ello cambiar la magnitud de la corriente eléctrica en el conductor eléctrico, cuando la corriente eléctrica llega a un valor predeterminado.

De acuerdo con la invención, se han provisto un interruptor de circuito y un sistema -

de control para el mismo, para proteger cada fase de un sistema de transmisión eléctrica de fases múltiples o de una sola fase. En una ejecución de la invención, se utiliza un transformador de corriente de saturación para vigilar una línea de transmisión, con el fin de proveer energía al sistema de control. El transformador de saturación provee energía eléctrica al sistema de control del interruptor de circuito, hasta que se llega a la saturación del núcleo magnético, en cuyo caso la energía provista por el transformador de corriente cae a cero. Sin embargo, para la parte inicial de cada medio ciclo de corriente alterna en la línea de transmisión, se provee energía al sistema de control. El transformador de corriente está conectado a un rectificador, el cual está conectado a un capacitor de filtro en donde es almacenada la energía, proveyendo con ello corriente directa a pulsaciones al sistema de control para excitarlo. De manera simultánea, un detector de corriente que puede ser un transformador no saturable o un generador Hall o un transformador de núcleo de aire, provee información relacionada con el estado del nivel máximo de corriente en la línea que está siendo protegida y vigilada. Cuando este nivel llega a un valor predeterminado, es accionado el sistema de control y la unidad de sincronización contenida en él ocasiona ya sea que el interruptor de --

circuito dispare después de una cierta demora predeter-
minada u ocasiona que el interruptor de circuito dispa-
re de manera instantánea, dependiendo del nivel de la
corriente de sobrecarga en la línea que está siendo vi-
5 gilada. Esta disposición se puede usar en un sistema
multifásico o monofásico. En un sistema multifásico,
cada conductor de la línea es vigilado por una energía
que excita al transformador de saturación y a un detec-
tor de corriente. En un sistema trifásico, por ejemplo,
10 se emplean tres transformadores de saturación para pro-
veer corriente y tres detectores de corriente para pro-
veer información. En cada caso, los tres detectores de
corriente están conectados a una unidad de selección
de máximos, y los tres transformadores para excitación
15 están conectados para formar circuitos de selección de
máximos, proveyendo así una sola señal individual al -
sistema de control y un solo nivel de excitación al sis-
tema de control, con el máximo valor de la corriente en
cualquiera de las tres fases, proveyendo la señal de in-
20 formación y la corriente para excitación.

En otra ejecución de esta inven-
ción, la señal de información del selector de máximos
es provista a las terminales de extremo de un potenció-
metro. El contacto deslizable del potenciómetro está co-
25 nectado a la base del par Darlington. Esto provee una

capacidad para ajuste que permite calibrar las características de disparo del interruptor de circuito.

5 En otra ejecución más de la invención, la técnica antes descrita para calibración puede ser simplificada proveyendo una señal de voltaje de nivel relativamente bajo en las terminales de entrada del potenciómetro. Esta señal provee el efecto equivalente a una corriente de sobrecarga en la línea. Este voltaje, que puede ser hecho que simule una
10 condición de corriente de sobrecarga, puede ser aplicado como señal de entrada al par Darlington con el mejor ajuste del contacto deslizable del potenciómetro al cual es aplicada la señal. En consecuencia, el interruptor de circuito puede ser calibrado en forma fácil y
15 conveniente para su disparo, con cualquier nivel predeterminado de corriente eléctrica en las líneas de transmisión.

En otra ejecución de la invención, se utiliza un solo transformador de corriente de saturación para fase o línea, para proveer en forma
20 simultánea tanto la energía como una señal de información a la unidad de disparo. Esto significa que sólo se necesita emplear un transformador para una fase o una línea de un sistema de transmisión eléctrica, en vez de
25 usar un transformador de corriente y un dispositivo de-

tector de corriente por cada fase. El transformador de corriente de saturación provee la energía para excitar el sistema de control para el interruptor de circuito, en una forma similar a la antes descrita con respecto a las otras ejecuciones de la invención; también, provee información a los circuitos eléctricos del sistema de control para determinar o controlar cuando debe ocurrir una operación de disparo. Esto se logra utilizando la parte inicial de una onda de forma sinusoidal, que contiene suficiente información para extrapolar o proyectar el valor máximo de esa onda sinusoidal. En consecuencia, la información suministrada al sistema de control, antes de que ocurra la saturación de uno o más transformadores de corriente, acerca de cualquier media onda de corriente eléctrica que circule en las líneas que están siendo vigiladas, contiene suficiente información para ocasionar un disparo, ya sea instantáneo o demorado del interruptor de circuito sin necesidad de una vigilancia real de la parte de cresta no deformada de esa onda. Se ha encontrado que el régimen de cambio de corriente o voltaje en la primera parte de un medio ciclo de una onda sinusoidal, contiene la información necesaria para predecir cuál será el valor máximo de esa onda sinusoidal durante el resto del medio ciclo. Esto se debe a que el voltaje máximo logrado en cualquier

ciclo por los transformadores de saturación, antes de que ocurra la saturación, está relacionado con la raíz cuadrada del valor máximo de la corriente que circula en la línea de transmisión. Se ha provisto un circuito de control electrónico en el circuito de control, -
5 el cual utiliza esta información para proyectar la presencia de una condición de sobrecarga de cualquier magnitud en la corriente de línea.

Una ejecución preferida de la invención será ahora descrita solamente por vía de ejemplo, con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

La Figura 1 es un diagrama de bloque de un sistema de control de un interruptor de circuito trifásico, de ejecución anterior;

La Figura 2 es un diagrama eléctrico esquemático de una ejecución de un sistema de control para un interruptor de circuito de un solo polo, que utiliza un transformador de saturación y un detector de corriente;

La Figura 3 es la forma de onda del voltaje, medida en el punto XX del transformador de saturación de la Figura 2;

La Figura 4 es la forma de onda del voltaje, en el punto BB del circuito eléctrico mostrado

en la Figura 2;

La Figura 5 muestra una simulación matemática de la forma de onda de voltaje mostrada en la Figura 4;

5 La Figura 6 muestra una ejecución de la invención, en la cual se utiliza un sistema de control para un interruptor de circuito eléctrico para proteger un circuito eléctrico trifásico, en el cual se utilizan transformadores de saturación y transformadores de
10 vigilancia de corriente con núcleos de aire;

La Figura 7 muestra una ejecución de la invención en la cual se utilizan transformadores de saturación en lugar de los transformadores de núcleo de aire mostrados en la Figura 6;

15 La Figura 8 muestra una ejecución esquemática de la invención, en la cual se utilizan generadores Hall en lugar de los monitores de transformador de núcleo de aire de la Figura 6;

20 La Figura 9 muestra una ejecución de la invención en la cual se utiliza un potenciómetro para calibración;

La Figura 9A muestra una ejecución de la invención en la cual se utiliza un tapón variable en el elemento de resistencia;

25 La Figura 9B muestra una ejecución

de la invención en la cual se utiliza un tapón no variable o fijo en el elemento de resistencia;

5 la Figura 10 muestra una ejecución de la invención en la cual se utiliza un solo transformador de saturación por cada polo del interruptor de circuito, para suministrar tanto información como energía al circuito de disparo;

10 la Figura 11 muestra un sistema de control para interruptor de circuito como el de la Figura 10, pero mostrando de manera específica los componentes del sistema de control;

la Figura 12 muestra una curva de tiempo de disparo versus corriente, para el circuito de las Figuras 10 y 11; y

15 la Figura 13 muestra una parte del circuito de la Figura 11 para fines analíticos.

Con referencia ahora a los dibujos y a la Figura 1 en particular, se ilustra un circuito de control CC típico de ejecución anterior. Se ilustran las líneas de transmisión de un sistema eléctrico de tres fases ϕA , ϕB y ϕC . Las corrientes eléctricas I_A , I_B e I_C se ilustran circulando en los tres respectivos conductores de fase citados. Los transformadores T_A , T_B y T_C de corriente, no saturables, se ilustran
20 vigilando los tres conductores eléctricos. El transfor
25

mador TA de corriente está conectado a las terminales de entrada de un rectificador de puente BA de onda completa, el transformador TB de corriente está conectado a las terminales de entrada de un rectificador de puente BB de onda completa, y el transformador TC de corriente está conectado a las terminales de entrada de un rectificador de puente BC de onda completa. Las terminales de salida de los tres rectificadores de puente de onda completa, están conectadas en circuito en serie a través de una resistencia R de entrada de un circuito de control CC. Un diodo D está conectado a la terminal superior de la resistencia R, cuyo cátodo está conectado a un lado de un capacitor C, el cual, por su otro extremo, está conectado a la terminal inferior de la resistencia R. El diodo D y el capacitor C sirven como dispositivos de filtro para la señal de salida de los tres rectificadores de puente de onda completa conectados en serie. Las terminales de un elemento o unidad TU de disparo, están conectadas a través del capacitor C. Conectada en paralelo con estas terminales, está la combinación en serie de una bobina TC de disparo para un interruptor de circuito (que no se ilustra) y un rectificador Q controlado de silicio o dispositivo similar de compuerta. La compuerta del rectificador Q controlado de silicio, está conectada a la

terminal U de salida de la unidad TU de disparo.

En el funcionamiento, cada transformador de corriente tiene una corriente de salida que es proporcional a su corriente primaria, es decir I_A , I_B o I_C . Los rectificadores de puente de onda completa y la resistencia R están dispuestos de modo que en cualquier instante, el voltaje a través de R sea proporcional a la más alta de las tres corrientes de línea. El capacitor C se cargará a un voltaje igual al voltaje máximo. El elemento TU de disparo puede ser un circuito electrónico, que sea sensible o responda al voltaje aplicado a través del capacitor C. Si el voltaje es mayor de un valor predeterminado (por lo general un voltaje que corresponda a 100-120% de la corriente de régimen), la unidad de disparo accionará a la compuerta del rectificador Q controlado de silicio para con ello excitar a la bobina TC de disparo, con lo cual el interruptor de circuito será accionado a una posición abierta y se interrumpirá la corriente de sobrecarga.

Los transformadores TA, TB y TC de corriente, deben ser no saturables en una amplia gama de corrientes de línea, de modo que la corriente para excitar a la bobina TC de disparo y para excitar a los componentes del elemento TU de disparo esté siempre disponible. Además, la información provista al elemento TU

disparado para ocasionar la excitación del rectificador Q controlado de silicio, también será obtenida de los mismos transformador o transformadores. En los circuitos de control de ejecuciones anteriores mostrados en la Figura 1, se deben usar transformadores sin distorsión o transformadores no saturables, de modo que la corriente máxima de línea pueda ser reflejada en el sistema de control, como un cambio proporcional en el voltaje que hay a través del capacitor C, para con ello ocasionar que el elemento TU de disparo responda al mismo y, con ello, excite al rectificador Q controlado de silicio a un estado conductor, ya sea en forma instantánea o después de una demora de tiempo apropiada. La demora de tiempo depende de la magnitud de la antes citada sobrecorriente.

Con referencia ahora a la Figura 2, se ilustra un sistema 10 de vigilancia, de un solo polo o monofásico, que incorpora el descubrimiento de esta invención. Debe quedar entendido que el principio que se describirá con respecto al sistema 10 de vigilancia podría aplicarse por igual a un sistema de vigilancia para fases múltiples y se ha elegido un sistema de una fase o una sola línea para sencillez de la explicación. En este caso, la línea $\emptyset N$ de transmisión conduce una corriente eléctrica $IM \sin \omega t$. IM representa el va-

lor máximo de la corriente durante una media onda. Como se podrá entender con facilidad, el valor de IM cambiará dependiendo del valor RMS de la corriente eléctrica que circule en la línea ØN (que no se ilustra).

5 En una situación ideal, IM es igual a la corriente de régimen. En otras situaciones, IM puede aumentar a un valor que sea igual a 120% a 150% de la corriente de régimen y, en otras situaciones más, IM será bastante mayor que la corriente de régimen para el interruptor

10 de circuito. En este último caso, esto puede ocasionar un disparo instantáneo del interruptor de circuito utilizado en la protección de los circuitos eléctricos conectados a la línea ØN de transmisión. La línea ØN de transmisión tiene dos elementos de circuito asociados

15 con ella. Uno, es un transformador TN de corriente de saturación que tiene una relación de vueltas de 1:1. El transformador TN de corriente de saturación tiene terminales de salida X-X conectadas a las terminales de entrada de un rectificador de puente BN de onda completa, cuyas terminales de salida están conectadas a través de un capacitor CA de filtro o almacenamiento. Las

20 terminales de salida del capacitor CA están designadas B, B. El voltaje a través del capacitor CA está designado VCA y la corriente que sale por la parte superior del capacitor CA durante una descarga, está designada IL.

25

Un dispositivo designado en general detector de corriente o transformador CS está conectado a la línea de transmisión $\emptyset N$. El dispositivo CS detector de corriente está adaptado para proveer un voltaje VCB de señal de salida, el cual es proporcional a la corriente de entrada o a la corriente que circula en la línea $\emptyset N$ conocida de otra manera como IM senwt. Cuando la corriente IM senwt está circulando en la línea $\emptyset N$, el voltaje producido en las terminales de salida del detector CS de corriente, también suele ser de forma sinusoidal o tiene la forma de una onda sinusoidal rectificadas. Este voltaje VCB es aplicado a través de las terminales A-A de un capacitor CB de entrada. El capacitor está conectado, en la terminal superior del mismo, con la base de un transistor QB de un par Darlington que comprende dos transistores QA y QB. El lado inferior del capacitor CB está conectado a la terminal inferior de una unidad TU de sincronización. El otro extremo o terminal de la unidad TU de sincronización está conectado al emisor del transistor QA del par Darlington citado. Los colectores de este par Darlington están conectados con las terminales superiores de salida del capacitor CA, de modo que la corriente IL circule dentro de los colectores del par Darlington. El colector del transistor QA está conectado a la terminal

B superior, desde la cual circula la corriente IL y también está conectado al colector del transistor QB. El emisor del transistor QA está conectado al otro lado de la unidad TU de sincronización. El emisor del transistor QB está conectado a la base del transistor QA, formando con ello el bien conocido par Darlington de transistores. La base del transistor QB, como se describe antes, está conectada al lado superior del capacitor CB. En esta ejecución particular de la invención, la terminal inferior B del capacitor CA, está al mismo potencial eléctrico que la terminal inferior A del capacitor CB.

El funcionamiento del circuito 10 se puede describir mejor con referencia a las Figuras 3 y 4 en adición a la Figura 2. Suponiendo que la corriente que circula en la línea CN tenga forma sinusoidal, entonces la corriente puede ser descrita con la designación matemática $IM \sin \omega t$. Como se puede ver con referencia a la Figura 3, con valores bajos de corriente de línea, el transformador TN de corriente ras treará o producirá en forma fiel un voltaje VXX que es proporcional a la corriente $IM \sin \omega t$. Sin embargo, cuando el valor instantáneo de la corriente de línea se aproxima a la cresta de la onda de corriente, lo más probable es que el transformador TN se sature, como se

indica en 12 en la gráfica de la Figura 3. Como se satura el transformador TN, el voltaje VXX producido a través de las terminales X-X caerá a cero de inmediato, aunque el valor instantáneo de la corriente en la línea $\emptyset N$ siga aproximándose a un valor máximo IM. Cuando el valor instantáneo de la corriente de forma sinusoidal en la línea $\emptyset N$ se aproxima a cero, y empieza a invertirse como ocurre en el caso común en las líneas para corriente alterna, el efecto de histéresis del núcleo magnético del transformador TN que está saturado se invertirá y será generado un impulso 14 de forma similar, pero en dirección opuesta. Dado que la saturación en los transformadores se mide en voltios-segundo, en general se puede decir que mientras más alto sea el valor de la corriente máxima IM en la línea $\emptyset N$, mayor será el voltaje de cresta 16 en los impulsos 13 y 14, como se muestra en la Figura 3 y más estrechas serán las anchuras ΔP . Esto mantiene a las áreas 13A y 14A que están bajo la curva de cualquiera de los impulsos 13 ó 14, en esencia constante. Esa área está designada con las rayas diagonales de los impulsos 13 y 14. Cuando los impulsos 13 y 14 y cualesquiera impulsos similares en un tren de impulsos, son suministrados a las terminales de entrada del rectificador BN de onda completa, el pulso 14, que está más a la derecha,

como se ilustra en la Figura 3, es rectificado e invertido, de modo que los impulsos 13 y 14 en las terminales B de salida del rectificador BN sean orientados en la misma dirección o sean de la misma polaridad. Estos impulsos, después, son suministrados al capacitor CA, al ocurrir lo cual el voltaje VCA de salida es como se ilustra en la Figura 4. Este voltaje de salida es un voltaje unidireccional a pulsaciones o de corriente directa.

Consultando la Figura 5, se puede ver un equivalente de la forma de onda del voltaje VBB. El período de ciclo de la onda de diente de sierra está designado T , estando el tiempo que transcurre entre la subida del voltaje de su valor mínimo hasta el máximo, designado t_1 , y el tiempo para la caída de voltaje desde el valor máximo hasta el mínimo está designado t_2 . El voltaje del mínimo valor está designado VCA (MIN) y el voltaje del valor máximo está designado VCA (MAX). La forma de la curva en la Figura 5 es útil para la determinación matemática de los valores de los diversos elementos en el circuito de la Figura 2.

La combinación emisor-seguidor del par Darlington de la Figura 2, es útil porque la oscilación mostrada en el voltaje VBB de la figura 4, cae a través del colector al emisor del transistor QA

del par Darlington. En consecuencia, el voltaje entre el emisor del par Darlington y el lado bajo de la undad TU de sincronización, en general sigue con fidelidad al voltaje que hay a través del capacitor CB. Esto significa que el voltaje a través de la unidad TU de sincronización es, en general, proporcional al valor máximo de la corriente de línea $IM \sin \omega t$, según es medido por el detector CS de corriente. En consecuencia, según cambia el valor de la corriente de línea, el voltaje a través de la unidad TU de sincronización cambiará en forma proporcional y se tendrán, ya sea, disparo instantáneo o disparo con demora de tiempo. El circuito 10 de la Figura 2 permite el uso de un transformador TN de corriente de saturación, relativamente pequeño y ligero de peso para la provisión de energía para la excitación de los componentes electrónicos del circuito 10, mientras que un detector CS de corriente que puede ser un transformador no saturable o dispositivo similar para detección de la corriente, sólo necesita proveer los datos de información que, en un momento dado, ocasionarán que dispare el interruptor de circuito (que no se ilustra). Dado que el detector CS no necesita proveer corriente, sino sólo una señal de energía, en general pequeña, proporcional a la corriente que circula en la línea $\emptyset N$, no necesita ser un transformador grande para

corriente, aunque en esta ejecución de la invención sea del tipo no saturable.

Con referencia ahora a la Figura 6, se ilustra un circuito 20 eléctrico, similar al circuito 10 eléctrico mostrado en la Figura 2. El circuito 20 eléctrico comprende pares complementarios de transformadores, siendo necesario un transformador de cada par para proveer corriente al circuito 20 y estando disponible el otro transformador para proveer información al circuito 20. La división de las funciones de excitación e información, permite una reducción en el tamaño total de los transformadores necesarios para vigilar las líneas en un sistema de conducción eléctrica. En esta ejecución particular, se apreciará que está -- siendo protegido un sistema eléctrico trifásico. Las tres fases están designadas $\emptyset A$, $\emptyset B$, $\emptyset C$ y en ellas circulan corrientes eléctricas respectivas, designadas I_A , I_B e I_C . Los transformadores de saturación T_A , T_B y T_C para excitación, vigilan respectivamente, a las tres fases $\emptyset A$, $\emptyset B$ y $\emptyset C$ y, en una forma más simple, los transformadores T_{XA} , T_{XB} y T_{XC} de núcleo de aire, no saturables, proveen la señal de información a la unidad 20. Los transformadores T_{XA} , T_{XB} y T_{XC} se ilustran teniendo conectadas a través de sus terminales de salida a resistencia R_{XA} , R_{XB} y R_{XC} para el nivel de saturación de los

transformadores. Los transformadores TXA, TXB y TXC para vigilancia de la información, están conectados a las respectivas terminales de entrada de los rectificadores de puente BXA, BXB y BXC de onda completa. Las terminales de salida de estos tres rectificadores están conectadas en paralelo a través de las terminales AA de un capacitor CB. En forma similar, los transformadores TA, TB y TC para suministro de corriente están conectados, cada uno, a través de las terminales de entrada de tres rectificadores de puente BA, BB y BC de onda completa, cuyas terminales de salida están conectadas en paralelo a través de las terminales de entrada BB de un capacitor CA. El circuito de sincronización con par Darlington está conectado entre las terminales BB y AA en la misma forma que se describió con respecto a la Figura 2. En consecuencia, si la corriente en cualquiera de las tres fases $\emptyset A$, $\emptyset B$ ó $\emptyset C$ aumenta a una condición de sobrecarga o a cualquier nivel o condición predeterminados más arriba de la corriente de régimen, el par de transformadores asociado con esa línea proveerá información y corriente a los respectivos rectificadores de puente de onda completa, ocasionando que responda el circuito 20 para, a final de cuentas, disparar un interruptor de circuito (que no se ilustra) en la forma antes descrita con respecto a la Figura 2.

Con referencia ahora a la Figura 7, se ilustra una parte de un sistema de control para interruptor de circuito tal como el mostrado en la Figura 6, en la cual los transformadores TYA, TYB y TYC saturables, para información, reemplazan a los transformadores TXA, TXB y TXC no saturables antes mencionados, para vigilar la información sobre las respectivas líneas $\emptyset A$, $\emptyset B$ y $\emptyset C$, que conducen, a su vez, las corrientes IA, IB e IC. Se apreciará que los tres transformadores saturables proveen su energía de salida a las terminales de entrada de los tres rectificadores - BYA, BYB y BYC, cuyas terminales de salida están conectadas a través de las terminales AA del capacitor CB. En este caso, la información suministrada en las terminales AA es información saturada, que tiene una forma similar a la mostrada en la Figura 4, cuyo uso será descrito más adelante.

Con referencia ahora a la Figura 8, se ilustra otra ejecución de la parte receptora de información del circuito de la Figura 6, en la cual generadores Hall, designados HGA, HGB y HGC para las líneas respectivas $\emptyset A$, $\emptyset B$ y $\emptyset C$, proveen representaciones, en general lineales, de las corrientes que circulan en esas líneas, hasta los amplificadores HAA, HAB y HAC, cuyas salidas suministran corriente a los rectificadores

BHA, BHB y BHC. Las salidas de estos tres rectificadores están conectadas en paralelo a través del capacitor CB en las terminales AA, como se ilustra en la Figura 6. Los generadores Hall tienen la propiedad particular de producir una reproducción fiel de la señal que está siendo detectada.

5

10

15

20

25

Con referencia ahora a la Figura 9, se ilustra un circuito 22 eléctrico, similar al circuito ilustrado en la Figura 6, entre las terminales BB y AA complementarias. Con respecto a la Figura 9, es importante la ubicación de un potenciómetro RB entre las terminales AA, en las cuales es aplicado el voltaje VCB que viene de la salida del detector que provee información a la unidad de sincronización. El voltaje BCB' entre el contacto deslizable 23 del potenciómetro RB o punto M y el lado inferior de la unidad TU de sincronización, representa el voltaje que es suministrado al par Darlington que incluye los transistores QA y QB y a la unidad TU de sincronización conectada al emisor. Esto significa que, cualquiera que sea la capacidad del interruptor de circuito que va a ser accionado por la unidad TU de sincronización o el régimen de la línea que es vigilada por los diversos dispositivos detectores, se puede utilizar un solo sistema de control para todos los regímenes. Todo lo que se requiere es la in-

5 introducción de una señal de calibración en las terminales AA, que sea representativa del voltaje VCB de salida durante condiciones predeterminadas de sobrecarga y del ajuste del contacto deslizante 23 del potenciómetro, de modo que el disparo pueda ocurrir cuando se desee. La resistencia RB también puede ser una resistencia con derivación, fija y reemplazable, en la cual el alambre para derivación esté intermedio a las terminales de los extremos.

10 Con referencia ahora a la Figura 10, un sistema eléctrico trifásico constituido por los conductores ØA, ØB y ØC está protegido por un interruptor de circuito CB que tiene contactos principales A, B y C separables. El interruptor de circuito CB tiene una bobina TC de disparo que está conectada en serie con un rectificador QC controlado de silicio o dispositivo similar con compuerta, de modo que cuando el rectificador QC es excitado a un estado conductor, es excitada la bobina TC₁ de disparo, ocasionando que se abran los contactos principales A, B y C con lo cual se desconectan secciones del sistema de transmisión de electricidad. Las corrientes IA, IB e IC pueden circular en los conductores ØA, ØB y ØC. El sistema de transmisión de tres fases está vigilado por transformadores de corriente de saturación TAS, TBS y TCS, por los conductores ØA,

15
20
25

$\emptyset B$, $\emptyset C$, respectivamente. Los transformadores de corriente saturables tienen resistencias RAS, RBS y RCS que fijan el nivel de saturación. Las terminales de salida de los tres transformadores TAS, TBS y TCS están conectadas a los rectificadores de puente BAS, BBS y BCS de onda completa o dispositivos similares. Como se describió antes con relación a otras figuras en que se ilustran ejecuciones de la invención, las terminales de salida de estos tres rectificadores están conectadas en paralelo a través de un potenciómetro o resistencia RC de entrada. El brazo deslizable o móvil del potenciómetro RC está conectado al ánodo de un diodo DA, cuyo cátodo está conectado a la parte superior de un capacitor CC. La terminal inferior del capacitor CC está conectada a la terminal inferior del potenciómetro RC. Un circuito TUI de sincronización, similar al circuito TU de sincronización mostrado en otras Figuras y que incorpora la presente invención, está conectado en su entrada entre el lado inferior del capacitor CC y una terminal INT de entrada. La terminal IMO de salida del circuito TUI está conectada a la compuerta del rectificador QC controlado de silicio. Los componentes y conexiones de los diversos elementos electrónicos del circuito TUI de disparo o sincronización, serán descritos más adelante en relación con la Figura 11.

Se ha encontrado que se puede usar un transformador de saturación para lograr ambas de las funciones ya descritas de excitar un sistema de control y de proveer al mismo con información relativa al control del disparo. Se ha encontrado que para ondas de forma sinusoidal, tales como las corrientes - IA, IB e IC en el sistema trifásico, con sólo saber la forma de las ondas sinusoidales durante una parte de las mismas, a saber la primera parte, se puede predecir o extrapolar a partir de ellas y determinar en forma electrónica o matemática cuál será el valor máximo de la corriente. Debe quedar entendido que el valor máximo proyectado de la corriente es el que determina cuando debe ocurrir el disparo del interruptor de circuito CB. En general, es posible la predicción de las crestas de las corrientes sinusoidales, conociendo el régimen de cambio de la corriente con respecto al tiempo en una primera parte de la onda, cerca del cruzamiento de cero, que es conocido como di/dt . Se ha encontrado que si las ondas, en realidad, tienen forma sinusoidal y el núcleo magnético de los transformadores de corriente está formado con material de bucle cuadrado, que la cresta de la curva o impulso de voltaje creado en las terminales de salida del mismo, tal como se ilustra en la Figura 3 y que están designadas 16, es proporcional a la raíz cua-

drada de la onda de valor máximo de corriente o, dicho en otra forma, está relacionada con el valor máximo de la corriente instantánea durante un medio ciclo, si la onda es de forma sinusoidal. Esto se debe a que las características de volts-segundo, o sea el área sombreada debajo del impulso de la Figura 2, siempre debe ser la misma para un transformador saturado. Al conocer este valor y ajustando el contacto deslizable del potenciómetro RC y seleccionando con cuidado los componentes de la unidad TUI de disparo, se puede ocasionar que el interruptor de circuito CB dispare ya sea en forma instantánea o después de una demora determinada de tiempo, usando un solo transformador por polo, que provea tanto información como corriente y, esto se puede hacer con una amplia gama de corrientes, sin necesidad de usar las corrientes IA, IB e IC reales para fines de calibración.

En la Figura 9A, se ilustra un tapón o contacto en la resistencia RB', la cual puede tener un valor fijo o predeterminado, y la cual puede ser usada en substitución de la resistencia RB, conectándola entre los puntos o terminales AA y M de la Figura 9.

Con referencia ahora a la Figura 9B, si un tapón de valor fijo en la resistencia RB''

es colocado entre las terminales AA, el circuito actuará lo mismo que si el contacto deslizable de la resistencia RB de la Figura 9 estuviera extendido por completo. Si se elimina la parte superior de la resistencia RB'', toda la corriente disponible en los rectificadores de puente BYA, BYB y BYC de la Figura 7, circulará hacia la base del transistor QB como corriente de base IB; y saturará con rapidez al par Darlington y ocasionará la excitación de la unidad TU de disparo. Esto provee un circuito de falla sin peligro.

La unidad CUI de control en esta ejecución de la invención contiene un circuito de disparo de estado sólido. El circuito de disparo de estado sólido comprende, entre otras cosas, un circuito de disparo TD con demora de tiempo y un circuito de disparo IT instantáneo y un circuito de disparo SIT "super instantáneo". Las terminales superior e inferior de salida de los rectificadores de puente antes mencionados están designadas 34 y 36; la terminal 36 está conectada como terminal común del sistema y la terminal 34 está conectada como terminal de señal del sistema. Tres resistencias R1, R2 y R3 están conectadas en serie a través de las terminales 34 y 36. El potenciómetro R2 tiene un contacto 38 deslizable que está conectado a los ánodos de los diodos D1 y D8 y el cátodo de este último

está conectado a los colectores de dos transistores Q3 y Q4 conectados en forma de par Darlington. El cátodo del diodo D1 está conectado a una línea o terminal 40. Un capacitor C1 está conectado entre la terminal 40 y la terminal 36.

5

El circuito de disparo IT instantáneo de la unidad CUI de control, de estado sólido, incluye tres resistencias R4, R5 y R6 conectadas en paralelo con el capacitor C1 o entre las terminales 40 y 36. La resistencia R5 incluye un potenciómetro que tiene un contacto C deslizable. El contacto C deslizable está conectado a la base del transistor Q3 del par Darlington. El emisor del transistor Q3 está conectado a la base del transistor Q4, mientras que la base del transistor Q4 está conectada al lado de referencia de un diodo Zener D5. El otro lado o ánodo del diodo Zener D5 está conectado a la compuerta del rectificador Q6 controlado de silicio o dispositivo similar, y a la terminal de salida del circuito TD de demora de tiempo de la unidad de control CUI, de estado sólido.

10

15

20

El circuito TD de demora de tiempo de la unidad de control CUI, de estado sólido, incluye una resistencia R7 que está conectada por un extremo a la terminal 40 y, por su otro extremo, al emisor de un transistor Q2. El colector del transistor Q2

25

está conectado a un extremo de la resistencia R8, a un extremo de un capacitor C2 de sincronización y a la terminal 42 de ánodo de un transistor Q5 de uniconexión. La terminal 44 de cátodo del transistor Q5 de uniconexión está conectada a la compuerta del rectificador Q5 controlado de silicio y, con esto, constituye la terminal de salida para el circuito de disparo TD de demora de tiempo. El circuito de disparo TD de demora de tiempo comprende, además, un diodo D2 que tiene su cátodo conectado a la terminal 40. El ánodo del diodo D2 está conectado a la base de un transistor PNP Q1, cuyo colector está conectado en forma conjunta con la base del transistor PNP Q2 ya mencionado y, en un punto de conexión de una red divisora de voltaje, conectada en serie, que comprende las resistencias R9, R10 y R11, cuyo punto de conexión "a" es la unión entre las resistencias R9 y R10. Existe un punto de conexión "b" entre las resistencias R10 y R11. El punto de conexión "b" está conectado a la terminal de compuerta del transistor Q5 de uniconexión. El extremo inferior de la red divisora de voltaje que incluye las resistencias R9, R10 y R11, o dicho en otra forma, la terminal de la resistencia R11 opuesta al punto de conexión "b" está conectado a la terminal 36. El otro extremo de la red divisora de voltaje, está conectado al emisor del transistor Q1; esta terminal está designada

en 46. Un capacitor C3 está conectado entre las terminales 46 y 36. El capacitor C3, por tanto, está conectado en paralelo con la red que incluye las tres resistencias R9, R10 y R11 conectadas en serie. El cátodo de un diodo D3 también está conectado a la terminal 46; el ánodo del mismo está conectado al lado superior o lado de regulación de un diodo Zener D4. El ánodo del diodo Zener D4 está conectado al cátodo o parte de regulación de otro diodo Zener D7 cuyo ánodo está conectado a la terminal 36.

Conectado al ánodo del diodo D3 y al cátodo del diodo Zener D4 está un extremo de una resistencia R13, cuyo otro extremo está conectado a la bobina de disparo TC1 de un interruptor de circuito CB y línea 34. El otro extremo de la bobina de disparo TC1 está conectado a un extremo de una resistencia R14, al ánodo de un diodo D6 y al ánodo del rectificador Q6 controlado de silicio. La compuerta del rectificador Q6 controlado de silicio, además de estar conectada al cátodo del transistor Q5 de uniconexión y al ánodo del diodo Zener D5, está conectada a una resistencia R15 que tiene su otro extremo conectado a la terminal 36. El cátodo del rectificador Q6 controlado de silicio, también está conectado a la terminal 36. Un lado de un capacitor C4 está conectado al cátodo del diodo D6

y al otro extremo de la resistencia R14. El otro lado del capacitor C4 está conectado a la terminal 36 común.

El circuito de disparo SIT o "super instantáneo" del circuito de estado sólido T1 para disparo, incluye el diodo Zener D8. El lado de regulación o cátodo del diodo Zener D8 está conectado a la terminal 34 y el ánodo está conectado a la compuerta del rectificador Q6 controlado de silicio.

El circuito de disparo TD de demora de tiempo de la unidad de estado sólido CUI de control, es excitado para disparar al interruptor de circuito CB en una gama de corrientes de cualquiera de las fases ØA, ØB ó ØC que sea, aproximadamente 125% a 100% de la corriente de régimen. El circuito de disparo IT instantáneo es capaz de accionar al interruptor de circuito CB a una posición abierta, cuando hay una gama de corrientes de sobrecarga en las fases ØA, ØB y ØC, de 500% a 1000%, y el circuito de disparo SIT "super instantáneo", es capaz de ocasionar que el interruptor de circuito CB dispare con una gama de corriente de sobrecarga de 1000% o más. El circuito de disparo TD de demora de tiempo puede demorar el disparo del interruptor de corriente CB por un tiempo hasta de cinco a diez minutos o incluso más, después de que es detectada una corriente de sobrecarga. El circuito de disparo IT instantáneo, -

producirá el disparo del interruptor de circuito CB en el curso de unos cuantos ciclos. El circuito de disparo SIT "super instantáneo" producirá el disparo del interruptor de corriente CB en el transcurso de un ciclo de corriente que circule en las fases IA, IB ó IC en las líneas ØA, ØB y ØC, respectivamente.

FUNCIÓNAMIENTO DE LA UNIDAD DE ESTADO SOLIDO CUI PARA CONTROL

Como ya se describió, se aplica un voltaje a través de las terminales 34 y 36, el cual es proporcional a la raíz cuadrada de la corriente más alta en cualquiera de las fases o línea ØA, ØB ó ØC. Este voltaje es aplicado a través de la red divisora de voltaje que incluye las resistencias R1, R2 y R3 conectadas en serie. Con esto se produce un voltaje entre el contacto deslizante 38 y la terminal 36, que es proporcional a la raíz cuadrada de la corriente más alta que haya en las líneas. El voltaje en el contacto deslizante 38 es aplicado a través del diodo D1 de polarización directa a la terminal 40, en donde es aplicado a través del capacitor C1. Dicho de otra manera, el capacitor C1 puede ser cargado por la corriente que sale del contacto deslizante 38 y a través del diodo D1, a un voltaje que es proporcional a la raíz cuadrada de la corriente máxima en la línea.

FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE DISPARO TD DE DEMORA DE TIEMPO

Mientras circule la corriente en las líneas IA, IB ó IC, es sostenido o desarrollado un voltaje de referencia a través de los diodos Zener D4 y D7. Este voltaje de referencia es provisto suministrando corriente desde la línea 34 a través de la resistencia R13 a los dos diodos Zener D4 y D7. En consecuencia, es aplicado un voltaje predeterminado o relativamente fijo a través del circuito que incluye el diodo D3 y el capacitor C3 o, dicho de otra manera, entre la terminal 46 y la terminal 36. Cuando hay menos de 100% de la corriente de régimen en cualquiera de las líneas IA, IB ó IC, el voltaje aplicado a través del capacitor C1 o entre las terminales 40 y 36, que podría ser llamado voltaje o señal de información, es menor que el voltaje aplicado a través del capacitor C3. En consecuencia, el diodo D2 recibe polarización directa y la conexión base-emisor del transistor Q1 recibe polarización directa y el transistor Q1 es saturado o conduce y, con ello, pone en corto a la resistencia R9. En este caso, el voltaje entre el emisor y la base del transistor Q2 es suficiente para polarizar a la inversa esa conexión y ocasionar que el transistor Q2 no conduzca.

Sin embargo, cuando la corriente -

de línea excede ligeramente del 100% de la corriente de régimen o, dicho de otra manera, cuando cualquiera de las corrientes en las líneas $\emptyset A$, $\emptyset B$ ó $\emptyset C$ es algo mayor que la corriente de régimen, será apagado el transistor Q1, porque el voltaje en la línea 40 será más alto que el voltaje en la línea 46, con lo cual se aplicará polarización inversa a la conexión emisor-base del transistor Q1. Cuando sucede esto, la resistencia R9 ya no está en corto, y el voltaje en la base del transistor Q2 se reduce hasta el voltaje que hay en el punto de conexión "a". Este voltaje será menor que el voltaje en la línea 40 y, en consecuencia, conducirá el transistor Q2. Entonces, la existencia del voltaje a través del capacitor C1 o entre las líneas 40 y 36 ocasiona que circule corriente a través de la resistencia R7, a través del transistor Q2 que está conduciendo, hasta el capacitor C2. Se debe mencionar que el transistor Q5 de uniconexión no está conduciendo en este momento y que la resistencia R8 tiene una impedancia bastante mayor que la impedancia del capacitor C2. Debido a la corriente de excitación de base que está presente en la base del transistor Q2, la corriente que circula por la resistencia R7 y que carga al capacitor C2 es en esencia constante, suponiendo que la corriente de sobrecarga permanezca al mismo nivel durante la carga del capacitor C2. Es bien sa-

bido que una corriente constante que circule hacia adentro de un capacitor, provee un aumento lineal en el voltaje a través del capacitor, el cual es proporcional en tiempo con la amplitud de la corriente que está cargando al capacitor. Dado que la amplitud de la corriente de carga del capacitor es proporcional al voltaje que hay a través del capacitor C1 y, dado que el voltaje a través del capacitor C1 es proporcional a la raíz cuadrada del valor máximo de la corriente en cualquiera de las fases ØA, ØB y ØC, entonces el voltaje a través del capacitor C2 es proporcional a la raíz cuadrada de la corriente que circula en cualquiera de esas fases. Dicho de otra manera, si el valor máximo de cualquiera de las corrientes que circula en las fases ØA, ØB ó ØC, cambia de un nivel a otro nivel, entonces la caída de voltaje a través del capacitor C2 aumentará linealmente con respecto al tiempo, en proporción a la raíz cuadrada de la corriente más alta que circule en las líneas protegidas por el interruptor de circuito. Cuando la caída de voltaje a través del capacitor C2 llega al nivel de disparo del transistor Q5 de uniconexión (UJT-Q5) o, dicho de otra manera, cuando el voltaje en la terminal de ánodo del UJT-Q5 excede del voltaje en la terminal de compuerta que está conectada a la conexión "b" entre las resistencias R10 y R11, entonces circula-

rá un impulso de corriente desde el cátodo del transistor Q5 de uniconexión hacia la compuerta del rectificador Q6 que lo excitará y ocasionará que circule corriente a través de la bobina de disparo TC1, ya sea desde el alambre 34 de salida del rectificador o desde un capacitor C4. Esto ocasiona que dispare el interruptor de circuito CB, con lo cual se abren los contactos principales A, B y C separables, evitando que circule más corriente en las líneas ØA, ØB y ØC. La demora de tiempo antes de que dispare el interruptor de circuito CB es proporcional a la raíz cuadrada de la magnitud de la máxima corriente de sobrecarga que circule en las líneas IA, IB e IC, que puede estar entre los límites aproximados de 120% de la corriente de sobrecarga y 1000% de la corriente de sobrecarga.

FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE DISPARO IT INSTANTANEO

Dado que el voltaje entre las terminales 40 y 36 es proporcional a la raíz cuadrada de la corriente que circula en los conductores o líneas antes citados, la caída de voltaje en el contacto deslizante C del potenciómetro R5 en la red divisora de voltaje que comprende las resistencias R4, R5 y R6, también es proporcional a aquella. Cuando el voltaje entre el contacto C deslizante y la terminal 36 es mayor, cuando menos por el equivalente a dos caídas en diodos, que el

voltaje de desconexión del diodo Zener D5, entonces los transistores Q3 y Q4 que forman el par Darlington, conducirán corriente desde el contacto 38 deslizable, ocasionando que sea entregado un impulso para disparo al rectificador Q6 controlado de silicio. Cuando sucede esto, la bobina TC1 será excitada y ocurrirá el disparo del interruptor de circuito CB. Se puede ver que, en este caso, no tendrá lugar un ciclo de demora de tiempo una vez que se ha llegado al valor crítico de corriente en la línea que va a ser protegida. En este caso, el disparo del interruptor de circuito CB es casi instantáneo o bien, ocurre cuando menos dentro de tres o cuatro ciclos después de la detección de la presencia de la corriente de sobrecarga. Este disparo instantáneo, en esencia, puede ocurrir cuando las corrientes de sobrecarga, en general, son mayores a un 500% de sobrecarga pero menores a un 1000% de sobrecarga.

FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE DISPARO SIT "SUPER INSTANTANEO"

En caso de que la corriente de sobrecarga llegue a un valor mayor al 1000% de la corriente de régimen, el diodo Zener D8 conducirá, ocasionando que circule la corriente a través del diodo Zener D8 y de la resistencia 15, proveyendo con ello una señal o impulso a la compuerta del rectificador Q6 de silicio con

del capacitor C4 es, en general, igual al voltaje que hay a través de las terminales 34 y 36. La carga se logra a través del diodo D6, de modo que pueda ser lograda con rapidez; pero la descarga del capacitor C4 es a través de la resistencia R14, derivándose del diodo D6 de polarización inversa.

Con referencia a la figura 12, se muestra una gráfica o trazo logarítmico del porcentaje de corriente de régimen versus tiempo de disparo para el circuito de disparo TD con demora de tiempo de la Figura 11. Se presenta la curva ideal designada $I^2 t = \text{una constante}$. La curva $\sqrt{I} t = \text{una constante}$, también aparece. Esta última curva representa las características de sincronización del circuito TD1 con demora de tiempo. Se puede ver que esta curva interseca a la curva ideal en un punto 45. Además, debido a las características de umbral del transistor Q1 y a la posición relativa del contacto 38 deslizable del potenciómetro, no puede ocurrir el disparo a menos de un valor arbitrario o predeterminado de corriente de sobrecarga que, en este caso, es un 125% de sobrecarga pero que puede ser cualquier valor conveniente que se desee. Esto queda representado con la línea vertical 50. En consecuencia, en el caso ideal, el funcionamiento del circuito TD con demora de tiempo está representado por la curva $\sqrt{I} t =$

una constante, y por la curva 50 que la interseca en el punto 55. Por ello, se puede decir que, cuando menos, en los dos puntos 45 y 65, las características o valores de disparo del circuito con demora de tiempo y del circuito ideal, son iguales. En realidad, la aproximación de las características de sincronización del - circuito con demora de tiempo con las del circuito ideal o $I^2t = \text{una constante (K)}$; se logra más de cerca con la parte curva de la curva indicada en 70. Esta parte curva existe porque, en la práctica, no se pueden satisfacer las características ideales de la curva $\sqrt{I} \cdot t = \text{una constante}$, y de la curva 50. Esto se debe al hecho de que los tiempos de conexión del transistor Q2 no son ideales. Al determinar las características de conexión del transistor Q2, se supuso que el voltaje entre las líneas 40 y 36 era el único voltaje de excitación para la corriente I2 que circula a través del capacitor C2, como se ilustra en la Figura 12. Sin embargo, en realidad, conforme el valor de voltaje que hay entre las líneas 40 y 36 se aproxima al valor de voltaje que hay entre el punto "a" y la línea 36 del divisor de voltaje que incluye las resistencias R9, R10 y R11, se vuelve menos exacta la aproximación antes descrita. Esta es la razón de la curva con declive suave en la región 70 en la Figura 11. En consecuencia, se puede ver que, utili-

zando las características de demora de tiempo del circuito TD en la Figura 11, se puede proveer una aproximación para las características de disparo de $I^2 t =$ una constante, que es deseable para los interruptores de circuito. Si se desea ocasionar que las características de sincronización del circuito TD de demora de tiempo sean más parecidas a las características ideales de sincronización indicadas por la línea $I^2 t =$ una constante (K), entonces una resistencia R7A y un diodo Zener D7A pueden ser conectados en serie uno con otro y con el circuito en serie conectado en paralelo con la resistencia R7 de la Figura 11. Esto generará la parte de la curva 78 mostrada en la Figura 12. La adición de más resistencias y diodos Zener en paralelo con la resistencia R7, proveerá una aproximación todavía mejor a la curva ideal $I^2 t = K$, de demora de tiempo.

En la Figura 13 se ilustra una parte del circuito de demora de tiempo, TD, que incluye el capacitor C2 y la resistencia R8. La resistencia R8 provee una trayectoria de descarga para el capacitor C2, en caso de que sea removida una sobrecarga del sistema de control del interruptor de circuito, antes de que empiece el disparo. En otra forma, la resistencia R8 se utiliza para derivar cualquier pequeña corriente de fuga que pudiera circular en el transistor Q2 cuando está

5 construido de hierro, con características magnéticas,
 en esencia, de bucle cuadrado o lo más cerca de ello
 que sea posible. Sin embargo, en la práctica se ha en-
 contrado que el acero al silicio, normal, en laminacio-
 nes de 0.355 mm. de espesor, trabajará de manera satis-
 factoria para este fin. Las laminillas de hierro deben
 tener poco o ningún entrehierro.

10 Debe quedar entendido que, aunque
 para fines ilustrativos, se han mostrado sistemas eléc-
 tricos monofásicos y trifásicos, el número y tipo de
 conductores eléctricos que van a ser protegidos es rela-
 tivamente poco importante.

15 También debe quedar entendido que
 aunque se han descrito antes ciertas gamas de corriente
 para las características de disparo, se puede cambiar
 cualquier gama de corriente a la que se considere desea-
 ble. También debe quedar entendido que aunque son desea-
 bles voltajes y corrientes de forma sinusoidal en las
 líneas que van a ser protegidas, se permiten ligeras -
20 desviaciones de la forma sinusoidal, sin que haya efec-
 to apreciable sobre los circuitos de control del inte-
 rruptor de corriente. También debe quedar entendido que
 aunque las unidades o elementos para disparo han sido
 descritos como que contienen características para dispa-
25 ro tanto instantáneo como con demora de tiempo, se pue-

de usar cualquiera de ellas sin usar la otra. También debe quedar entendido que aunque se han descrito ciertos tipos de disposiciones de transformador y disposiciones de detectores de corriente, se pueden tener otras
5 posibles disposiciones que produzcan los mismos efectos descritos con respecto a las ejecuciones de la presente. El tipo de transformadores de corriente para proveer información a los circuitos de control no necesita estar limitado a los descritos de manera específica. Tam-
10 bién debe quedar entendido que el tipo de detectores de corriente puede ser mixto, es decir, que se puede usar un generador Hall para una fase en el mismo circuito de control, mientras que para la otra fase se utiliza un transformador del tipo no saturable.

15 Los aparatos y circuitos que incorporan los descubrimientos de la invención tienen muchas ventajas. Una ventaja radica en el hecho de que, en algunas ejecuciones de la invención, un solo ajuste del potenciómetro es todo lo que se requiere o necesita pa-
20 ra ajustar todo el sistema del interruptor de circuito para los cambios en las condiciones de sobrecarga en uno o en todos los polos del mismo y, por tanto, se elimina la necesidad de tener unidades reemplazables para el dis-
25 paro. Otra ventaja radica en el hecho de que un interruptor puede tener las mismas características para corrien-

te y disparo instantáneo, en términos del porcentaje de la corriente de régimen, sin que importe el valor de la corriente de régimen o del tipo de falla. Otra ventaja radica en el hecho de que los transformadores de corriente saturables se construyen con facilidad - para que sean lo bastante pequeños como para permitir que todo el sistema de disparo pueda ser instalado dentro de la caja para interruptor de un interruptor de circuito con caja moldeada. Otra ventaja radica en el hecho de que los transformadores de corriente saturables pueden ser diseñados para proveer suficiente energía para ocasionar el disparo de un interruptor de circuito incluso con fallas de baja magnitud en una sola fase.

Otra ventaja radica en el hecho de que la salida o régimen de voltaje de los transformadores de corriente saturables puede ser limitada a niveles seguros que no afecten al circuito de disparo o al personal, incluso con una corriente de falla muy elevada. Otra ventaja radica en el hecho de que la corriente de régimen de un interruptor puede ser cambiada en una gama muy amplia con sólo variar la graduación del cuadrante del potenciómetro RB. Otra ventaja radica en el hecho de que, en algunas ejecuciones de la invención, se puede lograr una discriminación muy precisa entre un --

100% de corriente de régimen, que es considerado un nivel o característica de corriente en el cual no hay disparo y un 125% de la corriente de régimen, que se considera un nivel o característica definido para disparo. Otra ventaja radica en el hecho de que el tiempo de disparo con demora versus corriente, puede ser hecho para que se aproxime muy de cerca a una curva clásica de $I^2t = \text{una constante}$. Otra ventaja radica en el hecho de que los circuitos de disparo descritos, funcionan dentro de una fracción de un milisegundo con corrientes elevadas de falla, lo cual da tiempos mínimos para disparo. Otra ventaja radica en el hecho de que los cambios en la temperatura y otros factores ambientales, tienen un efecto insignificante sobre el circuito de disparo. Por lo tanto, la característica de disparo es más exacta y tiene mayor repetibilidad que las que usan características termomagnéticas.

Otra ventaja radica en el hecho de que el circuito de disparo es bastante sencillo. Otra ventaja se puede encontrar en las ejecuciones en las cuales los componentes detectores de corriente están separados de los transformadores de corriente que suministran corriente al circuito. Esto permite que el sistema sea, en relación, mucho más pequeño y por lo general menos costoso. Otra ventaja radica en el hecho de que se

aplica una carga insignificante sobre los detectores de corriente. Otra ventaja radica en el hecho de que existe una relación en general lineal entre la corriente de línea y la corriente en el elemento de disparo, dentro de una amplia gama de corrientes de línea. Otra ventaja radica en el hecho de que la corriente en el elemento de disparo es CD pura en algunas ejecuciones de la invención. Otra ventaja radica en el hecho de que la calibración del elemento de disparo puede ser sencilla y rápida, porque no se requieren corrientes elevadas para la calibración. Otra ventaja radica en el hecho de que la resistencia RB para calibración puede ser reemplazada o cambiada con facilidad. Otra ventaja radica en el hecho de que la unidad de sincronización no carga a los transformadores de corriente u otros detectores.

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta so

licitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5 1ª.- Una disposición eléctrica de protección para uso con un sistema de energía eléctrica, que comprende: al menos un transformador de corriente para vigilar una corriente alterna en, por lo menos, un conductor del sistema, encontrándose no saturado dicho transformador de saturación a valores de la corriente alterna menores que sustancialmente 30° eléctricos respecto del cero de corriente alterna; un circuito eléctrico de control que está conectado a dicho transformador de corriente de saturación o a cada transformador de corriente de saturación, teniendo dicho circuito eléctrico medios en él para anticipar el valor máximo de dicha corriente alterna durante cualquier semiciclo de la misma; y medios eléctricos de protección que pueden ser conectados con el sistema de energía eléctrica, estando los medios protectores destinados a responder a un valor pre-

10

15

20

para desconectar dicho sistema de energía eléctrica.

25 2ª.- Una disposición según la reivindicación 1ª, en la que dichos medios eléctricos de protección comprenden un disyuntor que incluye medios de disparo conectados a dicho circuito eléctrico de control,

5 6^a.- Una disposición según una cualquiera de las reivindicaciones 2^a a 5^a, en la que dichos medios de disparo incluyen medios para provocar instantáneamente la apertura de dichos contactos principales separables cuando se ha alcanzado un segundo valor predeterminado de corriente eléctrica en dicho conductor eléctrico.

10 7^a. Una disposición según una cualquiera de las reivindicaciones 2^a a 6^a, que incluye un potenciómetro conectado a dicho transformador o a cada transformador.

15 8^a.- Una disposición eléctrica de protección para uso con un sistema de energía eléctrica.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de cincuenta y cuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

20 Madrid,

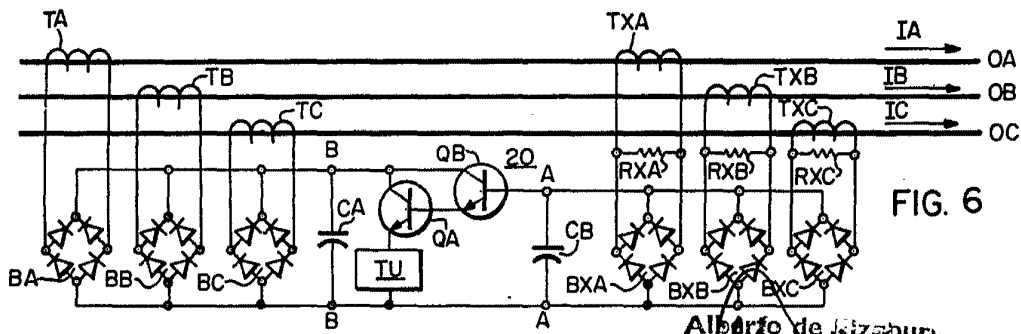
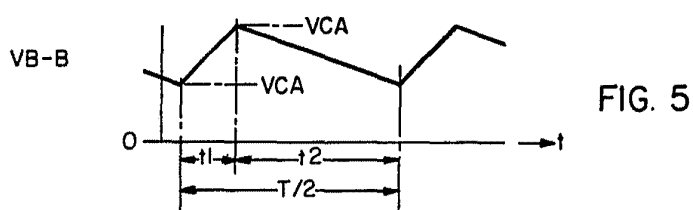
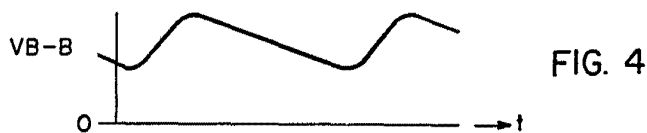
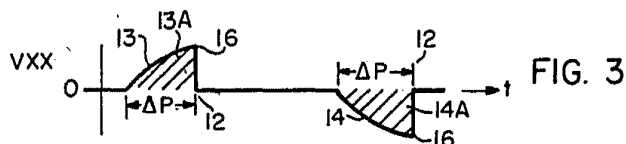
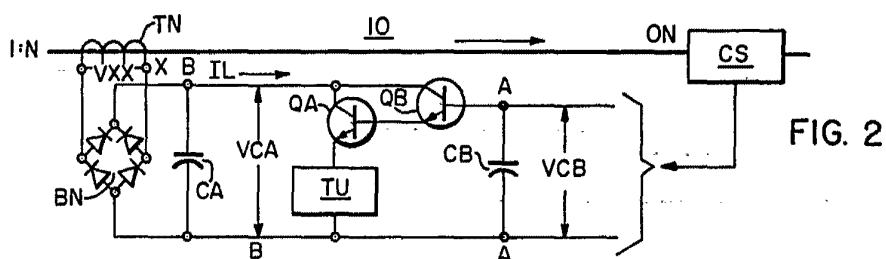
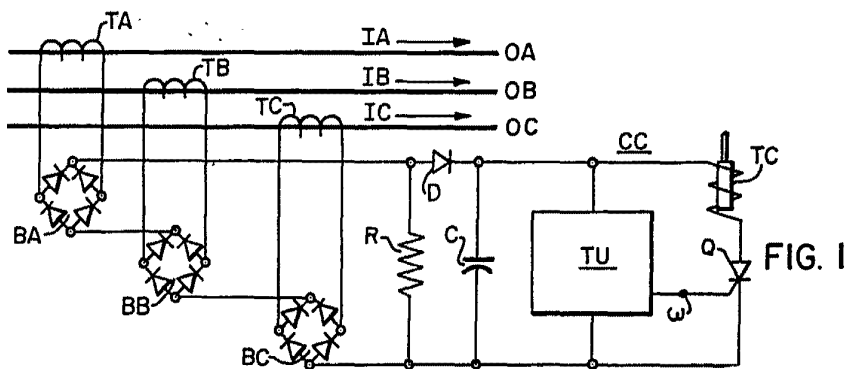
4 MAR. 1976

P.A.

Alderto de Elvira

Por Poderes





Alfonso de Lizaburu
Por...

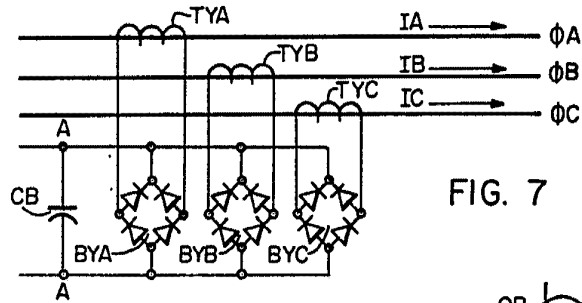


FIG. 7

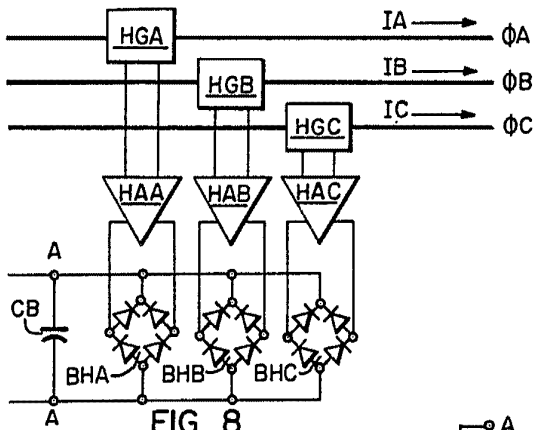


FIG. 8

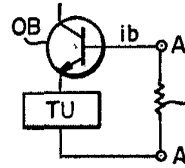


FIG. 9B

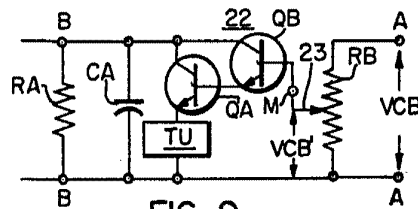


FIG. 9

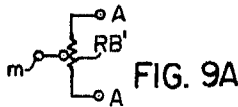


FIG. 9A

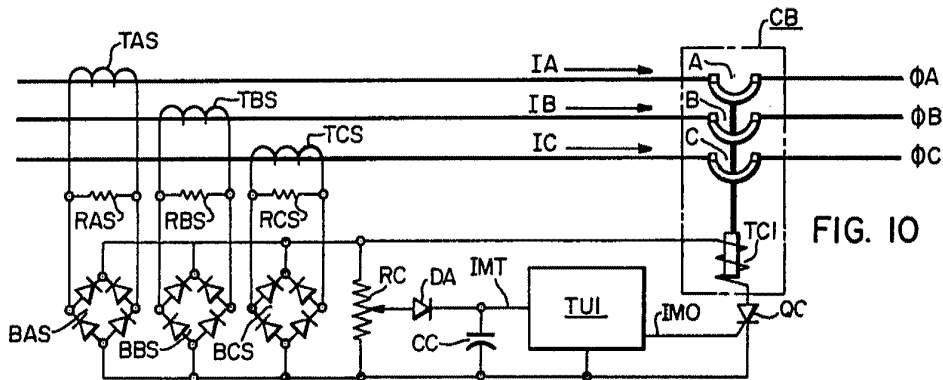


FIG. 10

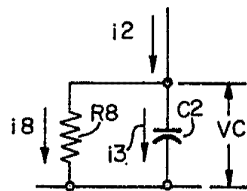


FIG. 13

Alberto de Lizaburo
Por Fidei

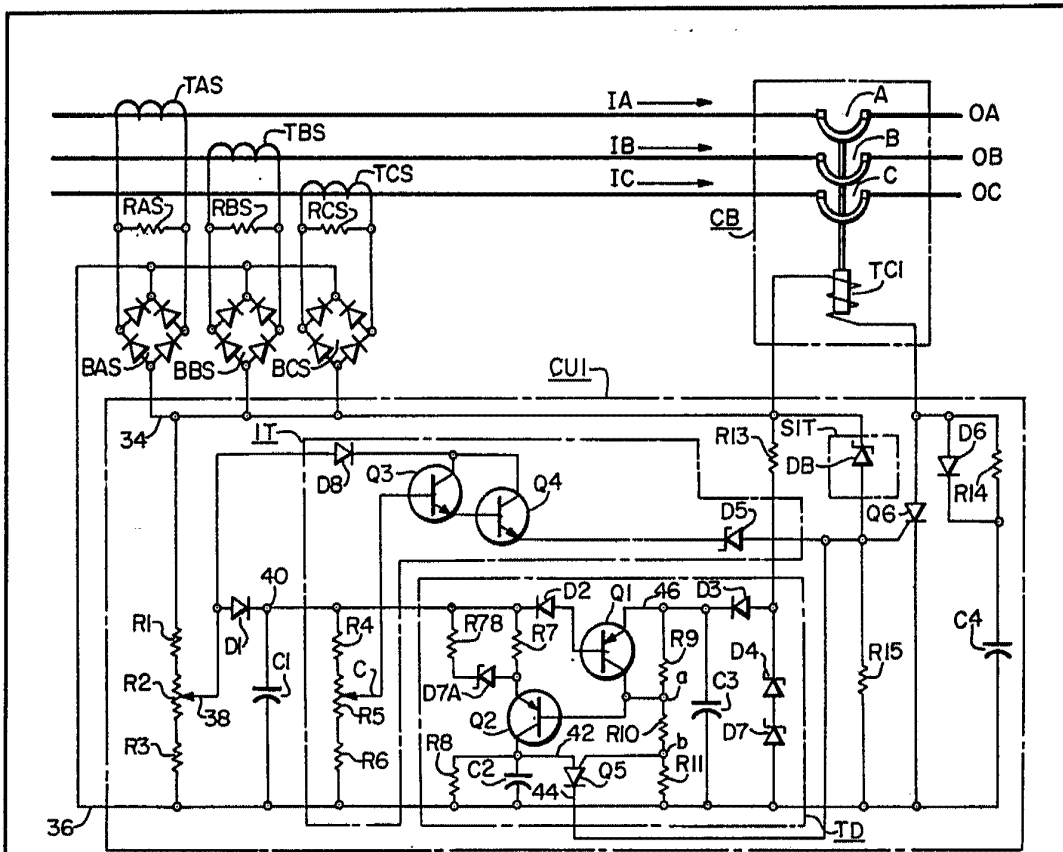


FIG. II

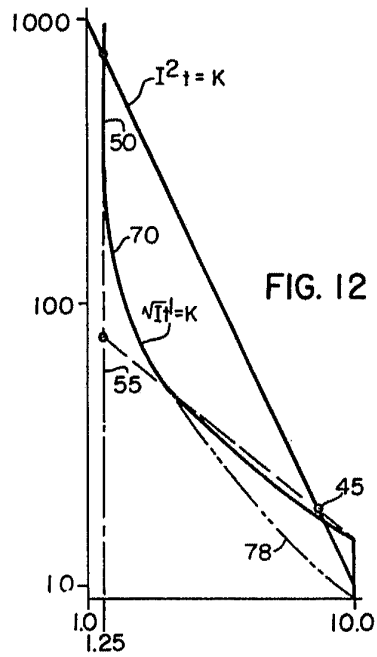


FIG. 12

Approved for Release by NSA on 05-08-2014 pursuant to E.O. 13526