(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 373 874**

(51) Int. Cl.:
H02M 5/293 (2006.01)
H02M 5/257 (2006.01)
H05B 39/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **03292671 .9**
(96) Fecha de presentación: **24.10.2003**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1414144**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2004**

(54) Título: **PROCEDIMIENTO Y APARATO DE CONTROL DE LA POTENCIA MEDIA DE ALIMENTACIÓN DE UNA CARGA EN CORRIENTE ALTERNA.**

(30) Prioridad:
24.10.2002 FR 0213307

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.02.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.02.2012

(73) Titular/es:
LEGRAND FRANCE
128, AVENUE DU MARÉCHAL DE LATTRE DE TASSIGNY
87000 LIMOGES, FR y
LEGRAND SNC

(72) Inventor/es:
Delaporte, Alain

(74) Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 373 874 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

Procedimiento y aparato de control de la potencia media de alimentación de una carga en corriente alterna.

El presente invento se refiere de forma general al control de la potencia media de alimentación de una carga en corriente alterna.

Se refiere más concretamente, con el fin de controlar lo mejor posible las fases de conducción y de bloqueo de los órganos de conmutación electrónica que sirven para controlar esta potencia, la detección de la presencia de una inductancia en la carga, y más concretamente en el circuito que incluye el órgano de conmutación electrónico, la red de alimentación y la carga.

Se sabe que en dicho circuito, se produce, en presencia de una inductancia, entre los bornes de potencia del órgano de conmutación, cuando se pone en un estado bloqueado cuando estaba en un estado conductor en el que la corriente circulaba entre sus bornes de potencia, una sobretensión (en inglés: voltaje surge).

Un elemento limitador tal como un varistor dispuesto en paralelo entre los bornes de potencia del órgano de conmutación permite proteger a este contra los efectos de dichas sobretensiones, siendo disipada en la práctica la energía acumulada en la inductancia mediante efecto joule en el elemento limitador.

La potencia disipada por este último es función del valor de la inductancia y es proporcional a la frecuencia de conmutación del órgano.

Si esta frecuencia es elevada, como en un aparato variador de luz para instalación eléctrica doméstica en corriente alterna a la frecuencia de 50 o 60 Hz, la potencia que se necesita disipar puede ser considerable, hasta el punto de ser incompatible con el tamaño de los elementos limitadores que es posible situar en dicho aparato y con el entorno este último, que está a menudo confinado en una caja cerrada o prácticamente cerrada.

Para evitar disipar dicha potencia, ya se ha propuesto principalmente en la patente francesa 2 802 360, que el dispositivo de control asociado al órgano de conmutación sea capaz, en una fase de inicialización, de determinar si el circuito del que forma parte el órgano de conmutación incluye o no una inductancia, y, si es el caso, adoptar un modo de funcionamiento llamado “de cierre de fase” donde es el bloqueo del órgano de conmutación el que se produce cuando la onda de tensión de la red pasa por cero (momento donde la corriente que circula por el órgano pasa de un valor no nulo a un valor nulo, habiendo estado controlada previamente la conducción del órgano en el transcurso de la semi-onda de tensión que concluye, mejor que el modo de funcionamiento llamado “de apertura de fase” donde es la conducción del órgano de conmutación la que se produce cuando la onda de tensión de la red pasa por cero (momento en el que la tensión en los bornes del órgano pasa de un valor no nulo a un valor nulo, estando controlado el bloqueo del órgano posteriormente en el transcurso de la semi- onda de tensión que se inicia).

El invento tiene como objetivo mejorar las características y las condiciones de ejecución de la operación en el transcurso de la cual se determina si hay presencia o no de una inductancia.

El invento propone a este efecto un procedimiento de control de la potencia media de alimentación de una carga con corriente alterna, incluyendo una operación de detección de la presencia de una inductancia en el circuito que incluye dicha carga, la red de alimentación, y un órgano de conmutación electrónico controlable en conducción para autorizar una circulación de corriente en dicho circuito y controlable en bloqueo para interrumpir dicha circulación de corriente, procedimiento caracterizado porque dicha operación de detección de la presencia de una inductancia incluye:

- la operación de buscar, después de un control en bloqueo, la presencia de un frente descendente de tensión entre los bornes de potencia de dicho órgano de conmutación, con dicha circulación de corriente que se efectuaría, antes de este control en bloqueo, de un primer borne de potencia hacia un segundo borne de potencia, que se toma como potencial de referencia;

- la operación de concluir que una inductancia está presente en dicho circuito en el caso en el que la operación de buscar un frente descendente de extensión es positiva en un lapso de tiempo predeterminado después de dicha señal de bloqueo.

Más que para buscar, como en las operaciones ya conocidas anteriormente mencionadas, si hay rebasamiento de un determinado umbral de tensión después del paso por el estado bloqueado del órgano de conmutación, el invento no se preocupa ya de dicho umbral sino únicamente de la existencia de un frente descendente de tensión, que únicamente puede pertenecer a una sobretensión que denote la presencia de una inductancia: con dicha presencia, después del paso al estado bloqueado, la tensión en los bornes del órgano de conmutación alcanza la tensión de la red pasando por un valor de cresta superior a la tensión instantánea de la red mientras que en ausencia de inductancia, la tensión en los bornes del órgano de conmutación alcanza la tensión instantánea de la red sin sobrepasarla.

Se observará que en el caso en el que el paso al estado bloqueado del órgano de conmutación se haya efectuado mientras que se estaba al principio de una onda de tensión, por ejemplo en la décima parte de su duración total (o sea 2 ms si la frecuencia de la corriente alterna es de 50 Hz), la corriente que circulaba entre los bornes del órgano de conmutación era todavía débil, de manera que el valor de cresta de la sobretensión es susceptible de ser inferior al valor de cresta de la onda de tensión de la red. En dicho caso, la operación de detección ya conocida, basada en la búsqueda del momento en el que atraviesa un umbral de tensión necesariamente superior al valor de cresta de la onda de tensión de la red, no habría reconocido la presencia de la sobretensión, mientras que con el invento, incluso en el mismo caso, la sobretensión es detectada.

Se observará también que la operación de detección ya conocida era relativamente poco sensible, y que en particular una inductancia de pequeño valor, que acumula por tanto una energía relativamente pequeña, o al contrario una inductancia de gran valor, en la que únicamente pasa una pequeña intensidad de corriente, correría el riesgo de no ser detectada, ya que produce una sobretensión cuyo valor de cresta permanece moderado, mientras que con el invento dichas inductancias son detectadas.

Se observará finalmente que en la operación de detección ya conocida, la sensibilidad es dependiente del valor de la cresta de la onda de tensión de la red y que es por tanto difícil, incluso imposible, llevarla a cabo en un aparato multi-tensión, capaz por ejemplo de funcionar tanto a una tensión eficaz de 220 V como a una tensión eficaz de 115 V, mientras que con el invento, la sensibilidad de la operación de detección es independiente del valor de la cresta de la onda de tensión de la red.

Según características preferidas por motivos de simplicidad y de comodidad de realización, dicha operación de buscar la presencia de un frente descendente de tensión incluye:

-la operación de producir una señal filtrada mediante filtrado paso-alto de la tensión entre los bornes de potencia de dicho órgano de conmutación; y

-la operación de detectar en dicha señal filtrada la aparición de un frente descendiente de tensión que toma valores negativos; y eventualmente

-dicha operación de detectar en dicha señal filtrada la aparición de un frente descendente de tensión que toma valores negativos incluye:

-la operación de adecuar dicha señal filtrada para qué dicho frente descendiente de tensión que toma valores negativos corresponda con una transición de un primer estado lógico a un segundo estado lógico predeterminado; y

-la operación de detectar dicha transición con una unidad lógica; y eventualmente

-dicho primer estado lógico es un nivel de tensión con valor positivo de N V, dicho segundo estado lógico es un nivel de tensión del orden de 0 V, dicha operación de adecuación incluye un desfase de +N V de la señal presente en la salida del filtro y un limitador para que cualquier parte de la señal en la salida de dicho filtro inferior a –N V sea reducida, después de desfasar la tensión, a 0 V, y para qué cualquier parte positiva de la señal en la salida de dicho filtro sea reducida, después de desfasarla a +N V; y eventualmente

-dicho valor positivo es del orden de 5V

Según otras características preferidas, motivado por el rendimiento que proporciona, dichos lapsos de tiempo predeterminados después de dicho comando bloqueado están como máximo comprendidos entre 0,8 y 1,2 ms.

Según otra característica preferida del procedimiento según el invento, se permite la ejecución del comando de potencia en unas condiciones óptimas, este procedimiento incluye:

-una operación de inicialización donde se adopta un modo de funcionamiento en apertura de fase previamente a dicha operación de detección de la presencia de una inductancia; y

-una operación de paso a un modo de funcionamiento en cierre de fase en el caso en el que dicha operación de detección de la presencia de una inductancia será positiva.

El invento tiene como objetivo igualmente un aparato conveniente para la realización del procedimiento que acaba de ser expuesto, incluyendo:

-un órgano de conmutación electrónico controlable en conducción para autorizar una circulación de corriente desde un primer borne de potencia hace un segundo borne de potencia y controlable en bloqueo para interrumpir dicha circulación de corriente; y

-un dispositivo de control de dicho órgano, incluyendo una unidad lógica propia para controlar dicho órgano de conmutación e incluyendo un transductor adecuado para transformar un frente descendente de tensión entre los bornes de potencia de dicho órgano de conmutación en una transición de estado de una señal explotable por dicha unidad lógica del dispositivo de control.

Según las características preferidas que permiten realizar el transductor de una manera particularmente simple, cómoda y económica:

-dicho transductor incluye un filtro paso-alto dispuesto entre dichos bornes de potencia y al menos un órgano de adecuación para transformar en la señal presente en la salida de dicho filtro, un frente descendiente de tensión que toma valores negativos en una transición de un primer nivel lógico a un segundo nivel lógico explotable por dicha unidad lógica; y eventualmente

-dicho filtro paso-alto incluye un condensador dispuesto en serie entre un borne de entrada y un borne de salida y una resistencia dispuesta en paralelo entre sus bornes de salida; y/o

-dicho filtro paso-alto presenta una frecuencia de corte a 1000 Hz y una atenuación de 20 dB por década; y/o

-dicho transductor incluye, para la adecuación de la señal presente en la salida de dicho filtro, una fuente de tensión continua para desplazar en +N V la señal presente en la salida de dicho filtro y al menos un órgano limitador para que cualquier parte de la señal de salida de dicho filtro inferior a –N V sea reducida, después de desfasarlo en tensión, a 0 V, y para que cualquier parte positiva de la señal de salida de dicho filtro sea reducida, después de desfasarla, a +N V; y eventualmente

-dicho transductor incluye como órgano imitador diodos de clamp de dicha unidad lógica; y/o

-dicha fuente de tensión empleada por dicho transductor forma parte de la alimentación en corriente continua de dicho aparato.

Según otras características preferidas que permiten controlar la potencia en condiciones óptimas, dicha unidad lógica está adaptada para controlar la etapa de potencia de la que forma parte el órgano de conmutación selectivamente en un modo de apertura de fase o en un modo de cierre de fase; y eventualmente

-dicha unidad lógica seleccionada al inicializarse el modo de apertura de fase y vigila, después de un comando de bloqueo, dicho órgano de conmutación, la presencia de dicha transición de estado en dicha señal explotable por la unidad lógica, en un lapso de tiempo predeterminado después de dicho comando en bloqueo y, en caso de dicha detección de dicha transición, selecciona el modo de funcionamiento de cierre de fase; y eventualmente

-dicho lapso de tiempo predeterminado está como mucho comprendido entre 0,8 y 1,2 ms.

La exposición del invento seguirá a continuación mediante la descripción de ejemplos de realización, dados a continuación a título ilustrativo y no limitativo, haciendo referencia a los dibujos anexados. En los que:

-la figura 1 es un esquema de un circuito que incluye una carga, una red de alimentación de corriente alterna y un aparato de control que autoriza e interrumpe la circulación de la corriente en ese circuito con cada semi-onda de la tensión de alimentación con el fin de que la potencia media de alimentación aplicada a la carga esté situada entre cero y la máxima potencia posible, siguiendo un valor de consigna dado a este aparato;

-la figura 2 es un cronograma que muestra, con una escala de tiempo común, situada en abscisas, como varía respectivamente la corriente y la tensión, situada en ordenadas, en los bornes del aparato de control, en un ejemplo de régimen de funcionamiento donde la carga es alimentada con poca potencia;

-la figura 3 es un esquema de una porción del aparato mostrado en la figura 1, incluyendo dicha porción uno de los dos órganos de conmutación electrónica que forman la etapa de potencia del aparato, en este caso el órgano que es controlable en bloqueo contra la corriente circula en el sentido ilustrado, mientras que es siempre conductor cuando la corriente circula en el otro sentido, así como un transductor, representado con forma sinóptica, capaz de transformar un frente descendiente en la tensión entre los bornes del órgano de conmutación ilustrado en una señal explotable por una unidad lógica que incluye el aparato para controlar su etapa de potencia;

-la figura 4 es un cronograma similar al de la figura 2, pero donde la escala de tiempos está fuertemente dilatada, y donde está igualmente representada la tensión entre la salida de un filtro paso-alto que incluye el transductor representado en la figura 3 y el borne del órgano de conmutación ilustrado en esta misma figura distinta del borne a la que está conectado en la entrada de este filtro;

La figura 5 es un cronograma que muestra de una forma similar la tensión en la salida del filtro, pero con la escala de tiempos y la escala de tensiones dilatadas, y muestra igualmente la tensión entre la salida del transductor y el borne del órgano de conmutación opuesto a la que está conectado el filtro del transductor;

-la figura 6 es un esquema que muestra una variante de realización de la porción del aparato de control de potencia ilustrado en la figura 3;

-la figura 7 es una curva similar a la que se ve más abajo en la figura 5, pero para la variante ilustrada en la figura 6;

-la figura 8 es una representación esquemática al completo del aparato de control de potencia mostrado en la figura 1;

-la figura 9 es un organigrama que muestra una fase de inicialización de este aparato incluyendo una operación de detección de la presencia de una inductancia; y

-la figura 10 es un organigrama que detalla el desarrollo de esta operación de detección.

El circuito eléctrico 1 ilustrado en la figura 1 incluye una red 2 de alimentación con corriente alterna que presenta un polo de fase P y un polo de otro N, una carga 3 y un aparato de control de la potencia de alimentación de la carga 3.

El aparato 4 incluye un borne 5, denominado “borne de fase” unido al polo de fase de la red 2 y un borne 6 llamado “borne de fase cortada”, unido a la carga 3, y más concretamente al borne 7 de esta última cuya otra borne 8 está conectada al polo del neutro N de la red 2.

El aparato 4 está dotado de una etapa de potencia que autoriza o bloquea la circulación de corriente entre las bornes 5 y 6, en sincronismo con las ondas de tensión de la red 2 con el fin de controlar la potencia media de alimentación de la carga 3.

Aquí, la red 2 es la red eléctrica doméstica en corriente alterna con una frecuencia de 50 Hz y una tensión eficaz de 220 V, el aparato 4 es un variador de intensidad de luz y la carga 3 es una lámpara que incluye una bombilla halógena de baja tensión y un transformador de devanados, de manera que pueda ser considerada como la asociación en serie de una inductancia 9 y una resistencia 10.

Se anotará que en lugar de la lámpara 3, la carga podría haber sido otro tipo de lámpara, principalmente una lámpara de bombilla alógena de baja tensión dotada de un transformador electrónico, que presenta por tanto una capacitancia en lugar de una inductancia, o también una lámpara de bombilla incandescente, puramente resistiva.

El aparato 4, como se explicará más adelante, es capaz de reconocer el tipo de carga presente en el circuito al que pertenece con el fin de controlar la conducción y el bloqueo entre los bornes 5 y 6 en los momentos oportunos.

En el ejemplo ilustrado en la figura 1, la red 2 presenta, además de una fuente de corriente alterna, una inductancia 11 y una resistencia 12.

Existe por tanto, entre los bornes 5 y 6, una inductancia total cuyo valor es la suma del valor de la inductancia 9, por ejemplo 10 mH, y del valor de la inductancia 11, por ejemplo 100 µH, por tanto un valor total de 10,1 mH.

Con motivo de la presencia de esta inductancia en el circuito, aparece en los bornes 5 y 6 del órgano 4 una oscilación de tensión cada vez que este órgano toma un estado bloqueado mientras que estaba en un estado conductor en el que circulaba corriente entre sus bornes.

En el régimen de funcionamiento ilustrado en la figura 2, como lo muestra la curva 13, que representa la intensidad de corriente que circula entre los bornes 5 y 6 en función del tiempo, el aparato 4 se vuelve conductor cada vez que la onda de tensión pasa por cero, y el aparato se vuelve bloqueante alrededor de 1 ms después, o sea una veinteava parte de la duración total de una onda de tensión a la frecuencia de 50 Hz, que es la de la red 2, la corriente a través del aparato 4 se anula entonces brutalmente, pasando aquí de un valor instantáneo de alrededor de 1 A a un valor nulo que almacena hasta el próximo paso por cero de la onda de tensión.

Tal y como lo muestra la curva 14 de la figura 2, que representa la tensión entre los bornes 5 y 6 en función del tiempo, se produce, por motivo de la inductancia presente en el circuito, una oscilación de tensión 15 cada vez que la corriente se anula en el aparato 4: en el periodo transitorio entre el momento donde la tensión era nula y el momento donde sigue a la onda de tensión de la red 2, crece rápidamente hacia un valor de cresta y decrece casi instantáneamente antes de alcanzar la onda de tensión de la red 2.

Se observará que en el ejemplo ilustrado en la figura 2, el valor de la cresta de la oscilación de tensión 15 es inferior al valor de la cresta de la onda de tensión de la red. No habría sido por tanto posible detectar las oscilaciones de tensión 15 por una simple detección del cruce de un umbral, siendo dicho umbral necesariamente superior al valor de cresta de la onda de tensión de la red.

Tal y como se verá con más detalle a continuación, la etapa de potencia del aparato 4 está formada por dos órganos de conmutación electrónica que presentan cada uno un primer borne de potencia y una segundo borne de potencia, cada uno de ellos controlable para autorizar, cuando es posible, una circulación de corriente del primer borne de potencia hacia el segundo borne de potencia y para interrumpir, cuando está establecida, esta circulación de corriente, mientras que cada órgano autoriza, sin haber sido controlado, una circulación de corriente del segundo borne de potencia hacia el primer borne de potencia. Los dos órganos de conmutación están montados en sentido inverso, es decir que están unidos uno al otro por su segundo borne de potencia, estando conectada su primer borne de potencia respectivamente a la borne 5 y a el borne 6 del aparato 4. Uno de los aparatos está controlado durante las partes positivas de la onda de tensión mientras que el otro órgano está controlado durante las partes negativas.

En la figura 3 se ha ilustrado muy esquemáticamente uno de estos órganos de conmutación, referenciado con el número 17, en el instante donde se opera el comando de bloqueo de este órgano para interrumpir la circulación de corriente I que se efectuaba en el sentido que va desde su primer borne de potencia 18 hacía su segundo borne de potencia 19. En esta misma figura, será representado un transductor 20 válido para transformar un frente descendiente en la tensión entre los bornes 18 y 19, estando esta última tomada como potencial de referencia, en una señal explotable por una unidad lógica prevista en el aparato 4 para controlar el órgano de conmutación 17 y el otro órgano que compone la etapa de potencia del aparato 4.

El transductor 20 está representado de forma sinóptica en la figura 3, como bloques que cumplen las funciones expuestas a continuación.

Siendo el potencial de referencia (masa) del transductor 20 el segundo borne 19 del órgano de conmutación 17, se ha unido a una línea 21 conectada al borne 19 cada uno de los bloques de la representación sinóptica del transductor 20 cuyo funcionamiento precisa de una conexión a masa.

El transductor 20 incluye un filtro paso- alto 22 cuyo borne de entrada 23 está conectado al borne 18 del órgano 17, teniendo un órgano limitador 25 un borne de entrada 26 conectada al bornr de salida 24 del filtro 22, para llevar a cero cada parte positiva de la tensión presente a la salida de este filtro, es decir la tensión entre el borne 26 y la línea 21; un órgano limitador 28 que tiene un borne de entrada 29 conectada al borne de salida 27 del órgano 25, para llevar a -5V cada parte inferior a -5V de la tensión presente a la salida del órgano 25, es decir la tensión entre la borne 29 y la línea 21; un órgano sumador 31 cuya borne de entrada 32 está conectada al borne de salida 30 del órgano 28; y una referencia de tensión 34, conectada la entrada 33 del órgano sumador 31 con el fin de desfasar la tensión en la salida del órgano 28, es decir la tensión entre el borne 32 y la línea 21, del valor de referencia, o sea 5 V. la señal producida por el transductor 20 está disponible en el borne de salida 35 del órgano sumador 31, es decir que se trata de la tensión entre el borne 35 y la línea 21.

Se va a explicar ahora el funcionamiento del transductor 20 con el apoyo de las figuras 4 y 5.

En la figura 4, las curvas 36 y 37 corresponden respectivamente al inicio de la curva 13 y al inicio de la curva 14 de la figura 2, si únicamente es la inductancia presente en el circuito al que pertenece el órgano 17 la que es aquí más elevada, de manera que el valor de cresta alcanzado por la oscilación de tensión 38 de la curva 37 es más elevado que el valor de cresta de las oscilaciones 15 de la curva 14.

La curva 39 muestra la tensión a la salida del filtro 22, es decir entre el borne 24 y la línea de masa 21, teniendo aquí el filtro 22 una frecuencia de corte de 1000 Hz y una atenuación de 20 dB por década.

Se ve que en la porción de curva 37 comprendida entre los puntos 40 y 41, donde la sobretensión 38 crece desde un valor nulo (punto 40) a un valor de cresta (punto 41), corresponde la porción de la curva 39 situada entre los puntos 42 y 43 y después al frente descendente 44 de la sobretensión 38 situada entre el punto 41 (cresta) y el punto 45 (tensión nula), corresponde igualmente en la curva 39 un frente descendente 46 situado entre el punto 43 y el punto 47 (cresta de valor negativo), y después la curva 39 alcanza después el cero de tensión después de algunas oscilaciones alrededor de este valor.

La presencia, en la curva 39, del frente descendente de tensión 46 que toma valores negativos, refleja la existencia del frente descendente 44 de la oscilación 38, y por tanto la oscilación 15 de la curva 14 o cualquier otra oscilación debida a la presencia de una inductancia en el circuito está reflejada en la salida del filtro 22 por un frente descendente de tensión que toma valores negativos.

El transductor 20 explota la porción del frente descendente de la tensión en la salida del filtro situada en la proximidad inmediata y por debajo del cero de tensión para producir, en una señal aplicada a la unidad lógica anteriormente mencionada, una transición de nivel lógico alto hacia el nivel lógico bajo, lo que dará la señal a la unidad lógica de que existe una inductancia en el circuito controlado.

La curva 48 de la figura 5 muestra ampliada la porción de la curva 39 reflejando la oscilación de tensión 38, mientras que la curva 49 de esta misma figura muestra la señal existente en la salida del transductor 20, es decir la señal presente en el borne 35 del órgano sumador 31 y la línea 21.

Las porciones positivas de la curva 48, y en particular la porción situada entre el punto 42 correspondiente al principio de la oscilación 38 y el punto 50 correspondiente al momento donde el frente descendente 46 se hace negativo, y también la porción situada entre los puntos 51 y 52, son llevados a cero por el órgano limitador 25.

En la porción de la curva 48 situada entre los puntos 50 y 51, donde la tensión es negativa, el órgano limitador 28 lleva a un valor de -5 V cada parte inferior a este valor.

Así, a la salida del órgano limitador 28, la tensión permanece nula hasta el momento correspondiente al punto 50, cae brutalmente al valor de -5 V donde se mantiene hasta el instante donde la curva 58 está en 5 V por debajo del punto 51, alcanzando entonces la tensión brutalmente el valor cero y manteniéndose hasta el punto 52 donde la curva 48 se vuelve negativa.

Se ve que la tensión en la salida del órgano limitador 28 efectúa una transición entre el nivel 0 V y el nivel – 5V en el instante correspondiente al punto 50 y una transición entre el nivel -5 V y el nivel 0 V en el instante correspondiente al punto 51, y que la primera transición, que se efectúa a nivel del punto 50, es particularmente franca ya que corresponde al frente descendiente 46.

El órgano sumador 31 desplazará después en +5 V la tensión presente en la salida del órgano limitador 38, de manera que en la salida de este órgano, es decir en la salida del transductor 20, el frente de tensión descendente 46, y por tanto el frente de tensión descendente 44 de la oscilación de tensión 38, corresponde a una transición entre el nivel 5 V y el nivel 0 V (porción de la curva 49 situada entre los puntos 53 y 54), ya que se produce después en la salida del transductor 20 una transición de nivel cada vez que la curva 48 atraviesa el valor cero y que tenga todavía una amplitud superior a 5 V, como esto se produce, en el instante correspondiente sensiblemente al punto 51, entre los puntos 55 y 56, y después, en el instante correspondiente al punto 52, más allá del punto 57.

La porción del transductor 20 situada entre la salida del filtro 22 y la salida del transductor es válida para manipular la señal que sale de este filtro para que sea explotable por una unidad lógica, la primera transición, del nivel 5 V al nivel 0 V, que es particularmente franca, señalando a esta unidad que se ha producido una sobretensión en los bornes del órgano de conmutación 17.

Se observará que la detección de una sobretension operada de esta forma es particularmente rápida, ya que en la señal suministrada por el transductor 20, la primera transición entre nivel alto y el nivel bajo se produce después de una duración que corresponde sensiblemente a la separación entre los puntos 42 y 50, siendo esta separación aquí inferior a 0,05 ms.

En la práctica, para tener en cuenta distintos tiempos de reacción, se puede considerar que la señal representativa de la sobretension (transición del nivel alto al nivel bajo) estará presente menos de 0,8 a 1,2 ms después del comando de bloqueo del órgano 17.

Se tiene por otra parte interés en vigilar únicamente la aparición de esta señal durante dicho lapso de tiempo, para evitar que sea detectada, en lugar de una oscilación de tensión ligada a la presencia de una inductancia, un fenómeno parásito presente en la red de alimentación numero 2.

El transductor 20 puede ser realizado de una forma particularmente simple, por ejemplo realizando el filtro 22 con un condensador dispuesto entre los bornes 23 y 24 y una resistencia dispuesta en el borne 24 y la línea de masa 21; realizando los órganos limitadores 25 y 28 con un diodo Zener dispuesto entre el borne 24 y la línea 21 con un sentido de conducción que va desde el borne 24 hacia la línea 21 y una tensión inversa de bloqueo de 5 V; mientras que el órgano sumador 31 puede ser realizado con una fuente de tensión dispuesta en serie entre la salida del órgano limitador y la salida del transductor 20.

Como variante, las operaciones que sirven para adecuar la señal filtrada son efectuadas en otro orden: es por ejemplo posible desfasar la tensión desde la salida del filtro y efectuar después las limitaciones de nivel alto y de nivel bajo.

Otra variante de realización está constituida por el transductor 60 ilustrado en la figura 6.

El transductor 60 incluye algunos componentes propios, reagrupados en el tripolo 61, y utiliza otros elementos que pertenecen al aparato 4, y más precisamente a su alimentación con corriente continua 62 y a su unidad lógica 63.

La porción de esta unidad utilizada en el transductor 60 está incluida, por una parte, entre el borne 64 de entrada de la señal de presencia de una inductancia y el borne 65 de alimentación a +5 V, y, por otra parte, comprendida entre el borne 64 y el borne de masa 66, donde dicha porción corresponde al cableado interno de la unidad 63, que es en la práctica un microcontrolador.

Entre los bornes 64 y 65 está dispuesto un diodo 67 cuyo sentido de conducción va desde el borne 64 hacia la borne 65. Entre los bornes 64 y 66 están dispuestos, en paralelo, un diodo 68 cuyo sentido de conducción va del borne 66 hacia el borne 64 y un condensador 69. Los diodos 67 y 68 son generalmente denominados “diodos de clamp” y el condensador 69 corresponde a la capacidad parásita existente entre los bornes 64 y 66.

Él tripolo 61 incluye una resistencia 70 y un condensador 71 dispuestos en serie entre el borne 18 y el borne 64, así como una resistencia 72 dispuesta entre los bornes 64 y 65.

En el ejemplo ilustrado, las resistencias 70 y 72 tienen un valor de 15 kΩ, el condensador 71 tiene un valor de 220 pF y el valor del condensador parásito 69 está estimado en 10 pF.

Las resistencias 70 y 72 así como el condensador 71 participan en la realización del filtro paso- alto, la resistencia 70 permite sobre todo limitar la variación instantánea de la intensidad de la corriente a la entrada de la unidad 63 con el fin de no perturbarla.

Se ve que la alimentación 62 sirve para efectuar el desfase de 5 V ya que la tensión entre los bornes 64 y 66 es igual a la suma de la tensión en la salida del tripolo 61 (tensión entre los bornes 64 y 65) y la tensión de +5 V suministrada por la alimentación 62 (tensión entre los bornes 65 y 66).

Las limitaciones de la tensión entre las bornes 64 y 66 respectivamente a un nivel alto de +5 V y a un nivel bajo de 0 V son realizadas respectivamente por el diodo 67 y por el diodo 68.

La curva 70 (figura 7) muestra cómo varía la tensión entre bornes 64 y 66, estando tomada esta última como potencial de referencia, cuando la tensión entre los bornes 18 y 19 del órgano 17 varía como se muestra en la curva 37 (figura 4).

Se aprecia que se encuentra igualmente aquí una transición 71 entre un nivel alto que permanece sensiblemente igual a 5 V y el nivel bajo que es sensiblemente de 0 V, en un instante correspondiente sensiblemente al instante donde aparece el frente descendente 44 de la sobretensión 38.

La transición 71 señala por tanto a la unidad lógica 63 la existencia del frente descendente 44, y por tanto de la sobretensión 38, y más generalmente la presencia de cualquier sobretensión del mismo tipo provocada por la presencia de una inductancia en el circuito.

Se observará que la realización del transductor 60 únicamente requiere, en principio, de tres componentes pasivos (las resistencias 70 y 72 y el condensador 71), lo que es particularmente simple, cómodo y económico.

Se va a describir a continuación con más detalle el aparato 4 con la ayuda de la figura 8.

En la etapa de potencia que permite la circulación de la corriente entre los bornes 5 y 6, el órgano de conmutación 17 descrito anteriormente está formado por un transistor MOSFET de canal N 72 y por una resistencia 73, el otro órgano de conmutación, referenciado con el numero 74, está formado por un transistor 75 idéntico al transistor 72 y por una resistencia 76 idéntica a la resistencia 73.

En el órgano 17, el drenador del transistor 72 corresponde con la primera borne 18 mientras que la resistencia 73 está dispuesta entre la fuente del transistor 72 y el segundo borne 19. La puerta del transistor 72 está unida al borne 77 de la unidad lógica 63, prevista para controlar este transistor en conducción o en bloqueo. La resistencia 73, del lado de la fuente del transistor 72, está unida al borne 78 de la unidad 63, que sirve para la sincronización del control de los transistores 72 y 75.

Como se ha indicado anteriormente, el órgano de conmutación 74 está dispuesto en serie inverso respecto del órgano 17. La puerta del transistor 75 está conectada al borne 80 de la unidad 63 que sirve para controlar la conducción o el bloqueo de este transistor. La resistencia 76, del lado de la fuente del transistor 75, está conectada a la borne 80 que sirve para la sincronización del control de los transistores 72 y 75.

La alimentación con corriente continua 62 es realizada en los bornes 18 y 19 para tomar energía de la red 2. Es capaz de producir, respecto al borne 19 tomado como potencial de referencia, por una parte una tensión de +5 V, que es aplicada a la entrada 65 de la unidad lógica 63, y por otra parte una tensión de +15 V, que es aplicada a la entrada 81 de la unidad lógica, y que sirve a esta para efectuar el control de los transistores 72 y 75.

La alimentación 62 está por ejemplo realizada conforme a las enseñanzas de la patente francesa 2 818 459 o a las enseñanzas de la patente francesa 2 819 355, que proponen soluciones para producir una alimentación con corriente continua teniendo únicamente acceso a dos bornes situados a ambos lados de un órgano de conmutación electrónico (y no al polo de fase y al polo de neutro de una red de alimentación), sacando aquí partido del hecho que la tensión de la red está presente entre los bornes 18 y 19 cuando el transistor 72 está bloqueado, y/o sacando partido de la tensión residual que subsiste entre las bornes 18 y 19 cuando el transistor 72 es conductor.

La unidad lógica 63 está también conectada, por su borne de entrada 82, al borne de fase 5, y, por su borne de entrada 83, al borne de fase cortada 6, con el fin de poder controlar los transistores 72 y 75 en sincronía con la tensión de la red de alimentación.

Cuando, en el aparato 4, la corriente puede circular desde el borne de fase 5 hacia el borne de fase cortada 6, es decir durante las semi-ondas de tensión de red positivas (potencial del borne 5 más elevado que el potencial del borne 6), el transistor 72 es conductor si la tensión entre su puerta y su fuente es superior a un umbral de conducción, o sea, en la práctica, si la tensión de la borne 77 de la unidad 63 respecto a su borne 66 es superior al umbral de conducción; mientras que la tensión del borne 77 de la unidad 63 respecto a su borne 66 sea inferior al umbral de conducción, el transistor 72 está bloqueado.

Aquí, la unidad 63 controla el transistor 72 en conducción llevando su borne 77 a +15 V respecto a su borne 66 mientras que controla el bloqueo llevando su borne 77 al mismo potencial que su borne 66. Siempre cuando la tensión entre las urnas 5 y 6 es positiva, y el transistor 72 está en conducción, la constitución interna del transistor 75 (existencia de una conexión entre su fuente y su electrodo de BULK) hace que la corriente pueda siempre circular a través de este transistor.

En total, cuando la tensión entre los bornes 5 y 6 es positiva, la etapa de potencia del aparato 4 está en conducción cuando la unidad 63 lleva su borne 77 al potencial de +15V respecto al de su borne 66 mientras que la etapa de potencia está bloqueada cuando la unidad 63 lleva su borne 77 al mismo potencial que su borne 66. Igualmente, cuando la tensión entre los bornes 5 y 6 es negativa, la etapa de potencia del aparato 4 es conductora cuando la unidad 63 lleva su borne 80 al potencial de +15 V respecto de su borne 66 mientras que la etapa de potencia está bloqueada cuando la unidad 63 lleva su borne 80 al mismo potencial que su borne 66.

La unidad 63 está programada para poder hacer funcionar el aparato 4 ya sea el modo llamado “de apertura de fase” o bien en modo llamado “de cierre de fase”.

En el modo de apertura de fase, que es el ilustrado en la figura 2, la etapa de potencia se pone en conducción al principio de cada semi-onda de tensión y es después bloqueada en un instante dado de la semi-onda de tensión que es tanto más próximo al comienzo de esta semi-onda como la potencia media a aplicar a la carga sea pequeña.

La sincronización respecto de las ondas de tensión de la red se efectúa gracias a los bornes 82, 83 y 66 de la unidad 63: después del bloqueo de la etapa de potencia, la tensión de la red está presente entre el borne 66 y le borne 82 u 83, lo que permite saber a la unidad 63 cuando comienza una nueva semi-onda (momento donde la tensión pasa de un valor no nulo a un valor nulo).

En el modo de cierre de fase, cuando comienza una semi-onda de la tensión de red, la unidad 63 mantiene la etapa de potencia del aparato 4 en el estado bloqueado hasta un instante dado de esta semi-onda, y mantiene este estado conductor hasta el final de esta semi-onda, el instante donde efectúa el cambio a conducción es tanto más próximo al final de la semi-onda como la potencia media a aplicar a la carga sea más pequeña.

Para conocer los instantes donde comienza una semi-onda de tensión, la unidad lógica 63 vigila la diferencia de potencial entre el borne 63 y el borne 78 o 79, que es representativo de la intensidad de la corriente que circula en la etapa de potencia (las resistencias 73 y 76 están previstas para crear una pequeña caída de tensión representativas de la intensidad de la corriente). La unidad 63 sabe que una semi-onda de tensión comienza cuando una u otra de las tensiones anteriormente mencionadas pasan de un valor no nulo a un valor nulo.

Se observará que la etapa de potencia del aparato 4 es simétrica, y que es por tanto posible conectar su borne 6 a la fase de la red de alimentación y su borne 5 a la carga, en lugar de a la inversa.

Se va a explicar ahora con el apoyo de la figura 9 como la unidad 63 selecciona el modo de funcionamiento de apertura de fase o de cierre de fase.

Después de la secuencia de inicialización 85 con la puesta en tensión, la unidad 63 prosigue su inicialización con una secuencia 86 donde se sitúa por defecto en modo apertura de fase.

Procede después a una operación 87 de detección de la presencia de una inductancia. Si esta detección es positiva, la unidad 63 procede a una nueva secuencia de inicialización 88 para situarse en modo cierre de fase mientras que si esta operación es negativa, la unidad 63 prosigue su funcionamiento permaneciendo en modo apertura de fase.

La figura 10 da el detalle de la operación 87 de detección de la presencia de una inductancia.

Estando la unidad 63 funcionando el modo apertura de fase antes de esta operación de detección, se produce en cada semi-onda de la tensión de red un comando de bloqueo del transistor 72. La operación 87 comienza por una operación 90 de vigilancia de dicho comando de bloqueo.

Tan pronto como se detecta este comando, la unidad 63 lanza, en una operación 91, una temporización de una duración predeterminada, por ejemplo, por las razones explicadas anteriormente, de una duración de 1 ms, y vigila la aparición eventual, en su borne 64, de un evento tal como la transición 71 (figura 7) representativa de la presencia de una inductancia en el circuito, mediante una operación de detección 92 que es repetida mientras que sea negativa y mientras que la operación de detección 93 del final de la temporizacción sea negativa, la ocurrencia de una operación 92 positiva de detección de la transición significa que una inductancia está presente en el circuito mientras que la ocurrencia del final de la temporización sin que una transición haya sido detectada (aquí una operación 93 positiva) significa que la operación 87 es negativa.

Como variación, la operación de detección de la presencia de una inductancia no se realiza únicamente después de la fase de inicialización, sino por ejemplo regularmente en el transcurso de un modo de funcionamiento de apertura de fase, o también cuando está previsto un detector de calentamiento y este detecta, el modo apertura de fase, que ha sido atravesado un umbral alto de temperatura.

Son posibles otras numerosas variantes para el aparato 4, principalmente en la constitución de sus componentes. Es posible en particular emplear una etapa de potencia diferente, por ejemplo con transistores IGBT en lugar de transistores MOS, incluso emplear únicamente un solo órgano de conmutación.

En otras variantes, se emplea otro tipo de unidad lógica, con por ejemplo un nivel lógico alto diferente de 5 V o estados lógicos distintos a niveles de tensión.

En también otras variantes, la alimentación no se conecta únicamente primer borne y al segundo borne de uno de los órganos de conmutación, sino al segundo borne común de los dos órganos de conmutación y al primer borne de cada uno de éstos, con el fin de poder explotar la tensión de la red cada vez que uno de los dos órganos de conmutación está bloqueado.

.

.

.

REIVINDICACIONES

1- Procedimiento de control de la potencia media de alimentación de una carga (3) con corriente alterna, incluyendo una operación (87) de detección de la presencia de una inductancia (9, 11) en el circuito (1) incluyendo dicha carga (3), la red de alimentación (2), y un órgano de conmutación electrónica (17,74) controlable en conducción para autorizar una circulación de corriente (I) en dicho circuito (1) y controlable en bloqueo para interrumpir dicha circulación de corriente, procedimiento caracterizado porque dicha operación (87) de detección de la presencia de una inductancia incluye:

-la operación de buscar, después de un comando de bloqueo, la presencia de un frente descendiente de tensión (44) entre los bornes de potencia (18,19) de dicho órgano de conmutación (17), con dicha circulación de corriente (I) que se efectuaba, antes de dicho comando de bloqueo, desde un primer borne de potencia (18) hacia un segundo borne de potencia (19), que se toma como potencial de referencia; y

-la operación de concluir que una inductancia está presente en dicho circuito (1) en el caso donde dicha operación de buscar un frente descendente de tensión (44) es positiva en un lapso de tiempo predeterminado después de dicho comando de bloqueo.

2-Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha operación de buscar la presencia de un frente descendente de tensión (44) incluye:

-la operación de producir una señal filtrada (39,48) mediante filtrado paso-alto de la tensión entre los bornes de potencia (18,19) de dicho órgano de conmutación (17); y

-la operación de detectar en dicha señal filtrada la aparición de un frente de tensión descendente (46) que toma valores negativos.

3- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha operación de detectar en dicha señal filtrada (39,48) la aparición de un frente descendente de tensión (46) que toma valores negativos incluye:

-la operación de adaptar dicha señal filtrada (39,48) para que dicho frente descendente de tensión (46) que toma valores negativos corresponda a una transición desde un primer estado lógico a un segundo estado lógico predeterminado; y

-la operación de detectar dicha transición con una unidad lógica (63).

4- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque dicho primer estado lógico es un nivel de tensión con valor positivo de N V, dicho segundo estado lógico es un nivel de tensión del orden de 0 V, dicha operación de adaptación incluye un desfase de +N V de la señal presente en la salida del filtro y una limitación para que cualquier parte de la señal en la salida de dicho filtro (22; 61) inferior a –N V sea llevada, después de desfasarla de tensión, a 0 V, y para que cualquier parte positiva de la señal en la salida de dicho filtro (22; 61) sea llevada, después de desfasarla, a +N V.

5-Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho valor positivo es del orden de 5 V.

6-Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque dicho lapso de tiempo predeterminado después de dicho comando de bloqueo está como máximo comprendido entre 0,8 y 1,2 ms.

7-Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque incluye:

-una operación de inicialización (86) donde se adopta un modo de funcionamiento en apertura de fase previo a dicha operación (87) de detección de la presencia de una inductancia; y

-una operación (88) de paso a un modo de funcionamiento de cierre de fase en el caso donde dicha operación (87) de detección de la presencia de una inductancia es positiva.

8-Aparato de control de la potencia media de alimentación de una carga (3) con corriente alterna, conveniente para la ejecución del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, incluyendo:

-un órgano de conmutación electrónica (17,74) controlable en conducción para autorizar una circulación de corriente desde un primer borne de potencia (18) hacia un segundo borne de potencia (19) y controlable en bloqueo para interrumpir dicha circulación de corriente; y

-un dispositivo de control de dicho órgano, incluyendo una unidad lógica (63) apta para controlar dicho órgano de conmutación (17,74) e incluyendo un transductor (20; 60) apto para transformar un frente de tensión descendente (44) entre los bornes de potencia (18,19) de dicho órgano de conmutación (17) en una transición de estado de una señal (49; 70) explotable por dicha unidad lógica (63) del dispositivo de control.

9-Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque dicho transductor incluye un filtro paso-alto (22; 61) dispuesto entre dichos bornes de potencia (18,19) y al menos un órgano de adecuación (25,28,31,34; 62,67,68,69) para transformar, en la señal presente en la salida de dicho filtro (22; 61), un frente de tensión descendente (46) que toma valores negativos en una transición desde un primer nivel lógico a un segundo nivel lógico explotable por dicha unidad lógica (63).

10-Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque dicho filtro paso-alto (22; 61) incluye un condensador (71) dispuesto en serie entre un borne de entrada (18) y un borne de salida (24; 64) y una resistencia (72) dispuesta en paralelo entre sus bornes de salida (24,21; 64,65).

11-Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9 ó 10, caracterizado porque dicho filtro paso-alto (22) presenta una frecuencia de corte de 1000 Hz y una atenuación de 20 dB por década.

12-Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque dicho transductor (20; 60) incluye, para la adecuación de la señal presente en la salida de dicho filtro (22; 61), una fuente de tensión continua (31,34; 62) para desfasar en +N V la señal presente en la salida dicho filtro (22; 61) y al menos un órgano limitador (25,28; 67,68) para que cualquier parte de la señal en la salida de dicho filtro (22; 61) inferior a –N V sea llevada, después del desfase de tensión, a 0 V, y para que cualquier parte positiva de la señal en la salida de dicho filtro (22; 61) sea llevada, después del desfase, a +N V.

13-Aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque dicho transductor (60) incluye como órgano limitador los diodos de clamp (67,68) de dicha unidad lógica (63).

14-Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 12 ó 13, caracterizado porque dicha fuente de tensión empleada por dicho transductor (60) forma parte de la alimentación de corriente continua (62) de dicho aparato.

15-Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, caracterizado porque dicha unidad lógica está adaptada para controlar la etapa de potencia (17,74) de la que forma parte dicho órgano de conmutación (17) selectivamente en un modo de apertura de fase o en un modo de cierre de fase.

16-Aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque dicha unidad lógica (63) selecciona en la inicialización el modo de apertura de fase y vigila, después de un comando de bloqueo de dicho órgano de conmutación (17) la presencia de dicha transición de nivel en dicha señal (49; 70) explotable por la unidad lógica (63), en un lapso de tiempo predeterminado después de dicho comando de bloqueo y, en caso de dicha detección de dicha transición, selecciona el modo de funcionamiento de cierre de fase.

17-Aparato según la reivindicación 16, caracterizado porque dicho lapso de tiempo predeterminado ésta comprendido como máximo entre 0,8 y 1,2 ms.

18-Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 17 caracterizado porque incluye dos de dichos órganos de conmutación (17,74) montados en serie inversa.

19-Aparato según la reivindicación 18, caracterizado porque cada una de dichos órganos de conmutación incluye un transistor MOS (72,75).

20-Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 19, caracterizado porque constituye un variador de intensidad de luz.

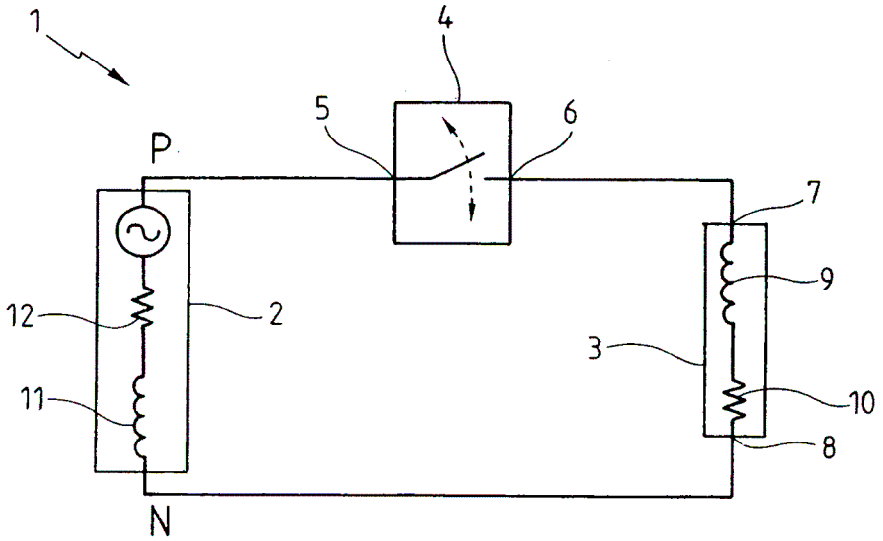
1
4
5
6
P
7
9
12
2
3
11
10
8
N

Fig.1

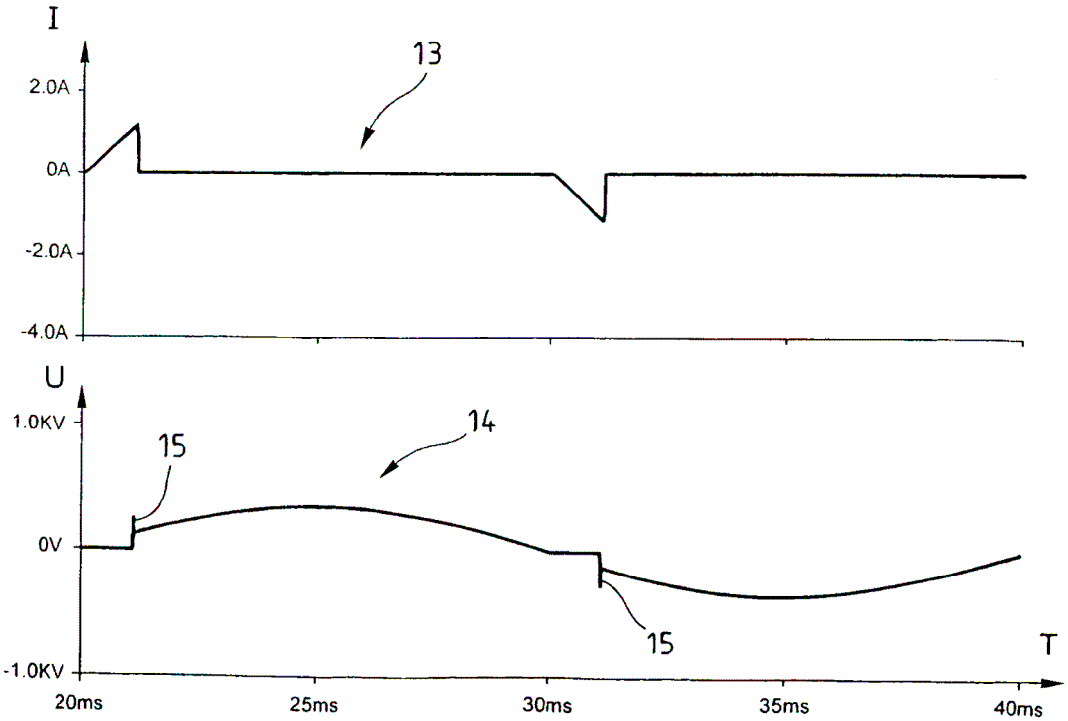
I
13
2.0A
0A
-2.0A
-4.0A
U
1.0KV
15
14
0V
15
T
-1.0KV
20ms
25ms
30ms
35ms
40ms

Fig.2

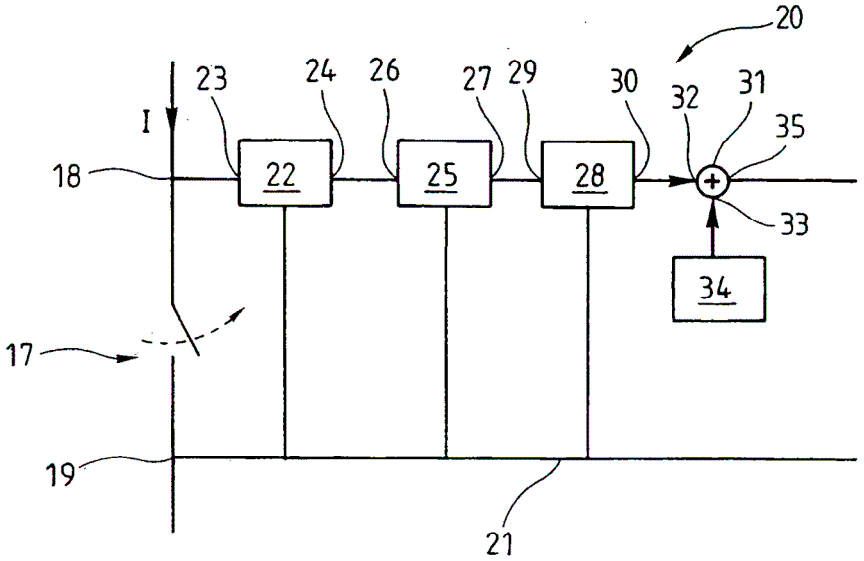
20
23
24
26
27
29
30
32
31
35
I
18
22
25
28
33
34
17
19
21

Fig.3

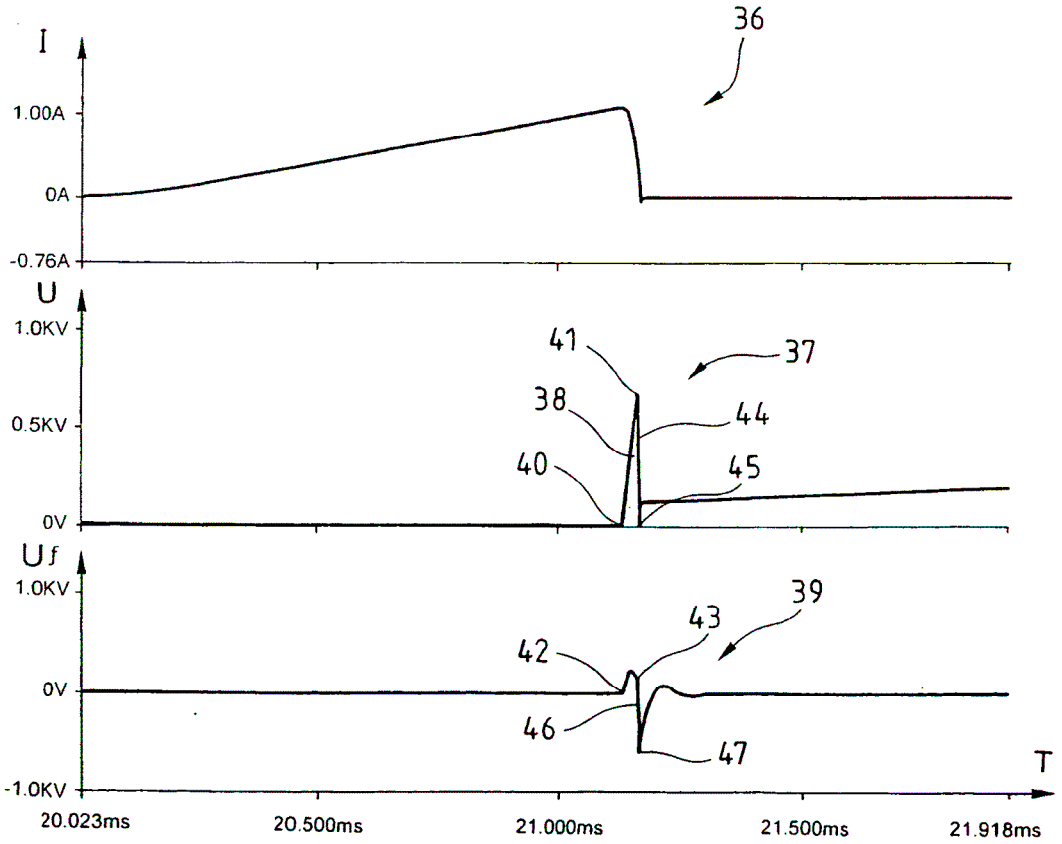
36
I
1.00A
0A
-0.76A
U
1.0KV
0.5KV
0V
41
37
38
44
40
45
Uf
1.0KV
0V
-1.0KV
39
43
42
46
47
T
20.023ms
20.500ms
21.000ms
21.500ms
21.918ms

Fig.4

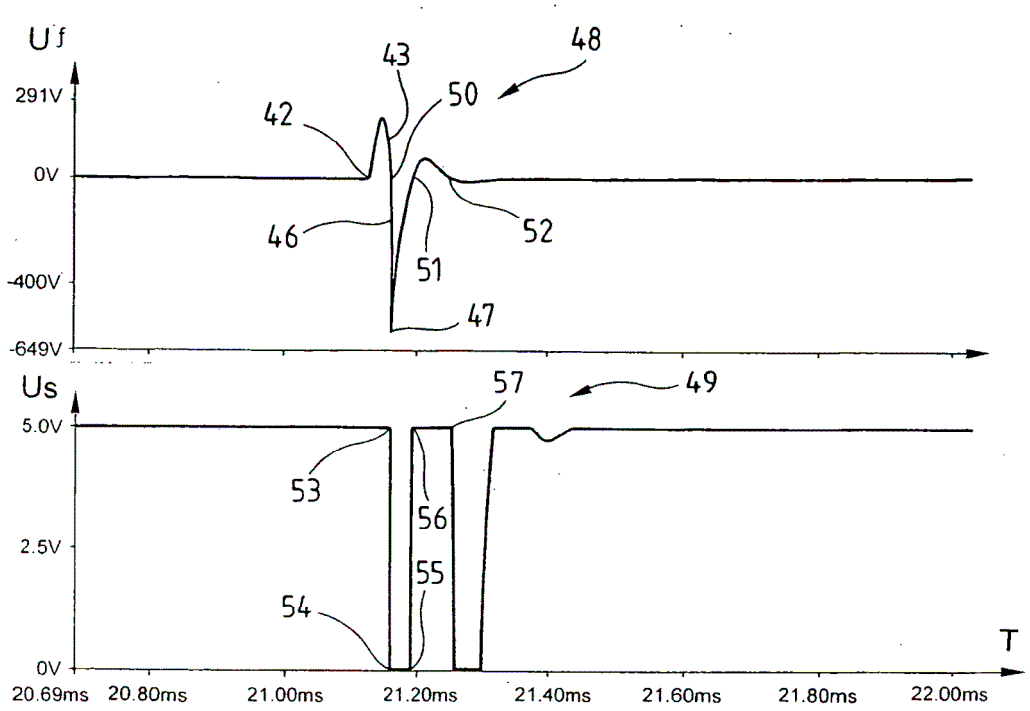
Uf
291V
0V
-400V
-649V
42
43
48
50
46
51
52
47
Us
5.0V
2.5V
0V
57
49
53
56
55
54
T
20.69ms
20.80ms
21.00ms
21.20ms
21.40ms
21.60ms
21.80ms
22.00ms

Fig.5

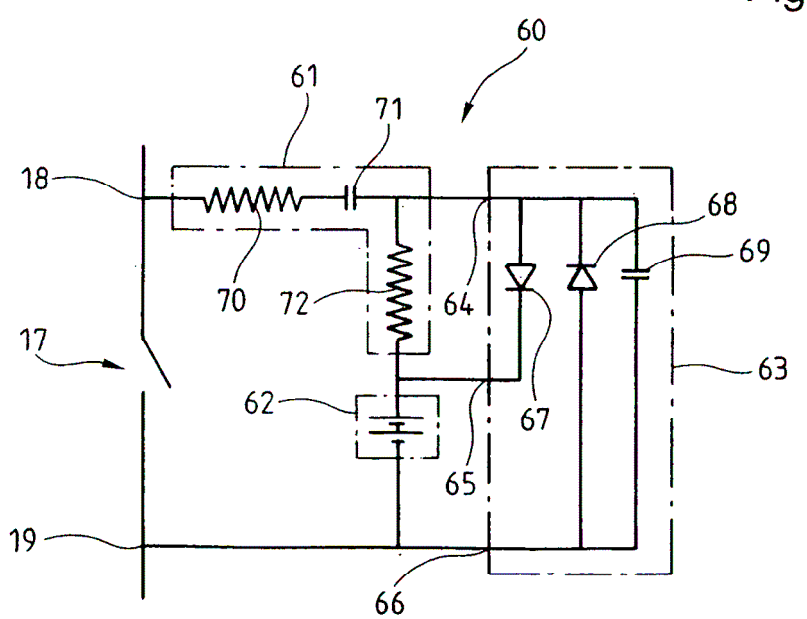
60
61
71
18
68
69
70
72
64
17
63
62
67
65
19
66

Fig.6

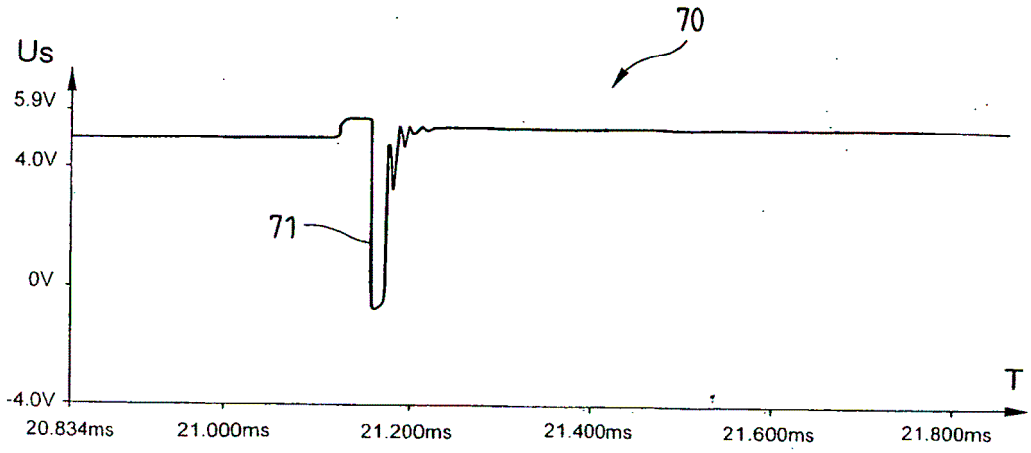
70
Us
5.9V
4.0V
71
0V
-4.0V
T
20.834ms
21.000ms
21.200ms
21.400ms
21.600ms
21.800ms

Fig.7

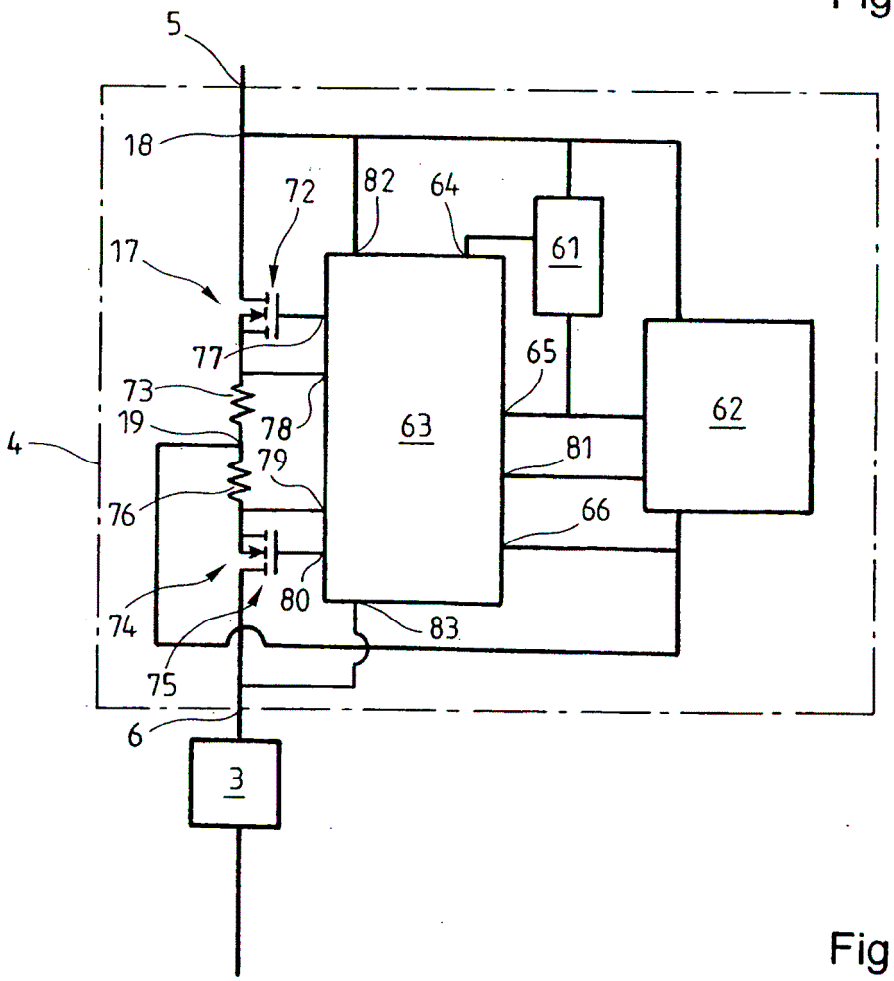
5
18
72
82
64
61
17
77
65
73
19
78
63
62
4
79
81
76
66
80
74
83
75
6
3

Fig.8

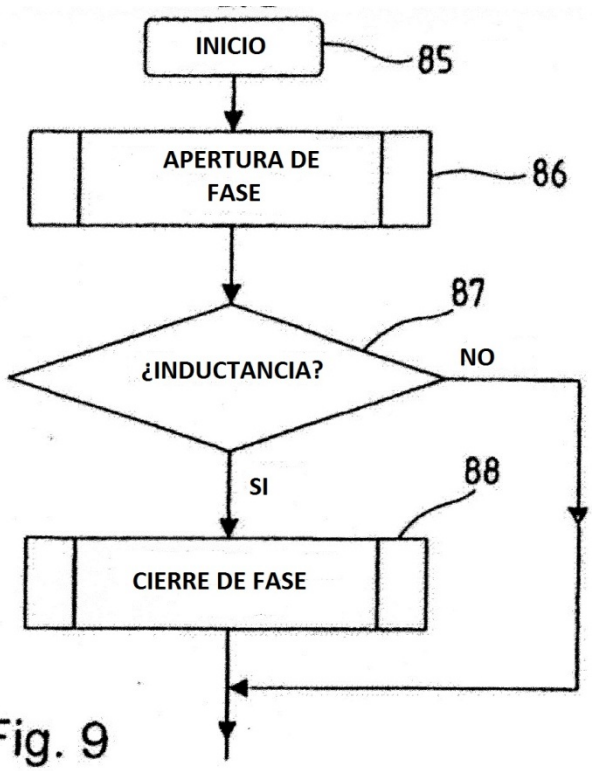
INICIO
85
APERTURA DE FASE
86
87
¿INDUCTANCIA?
NO
SI
88
CIERRE DE FASE

Fig. 9

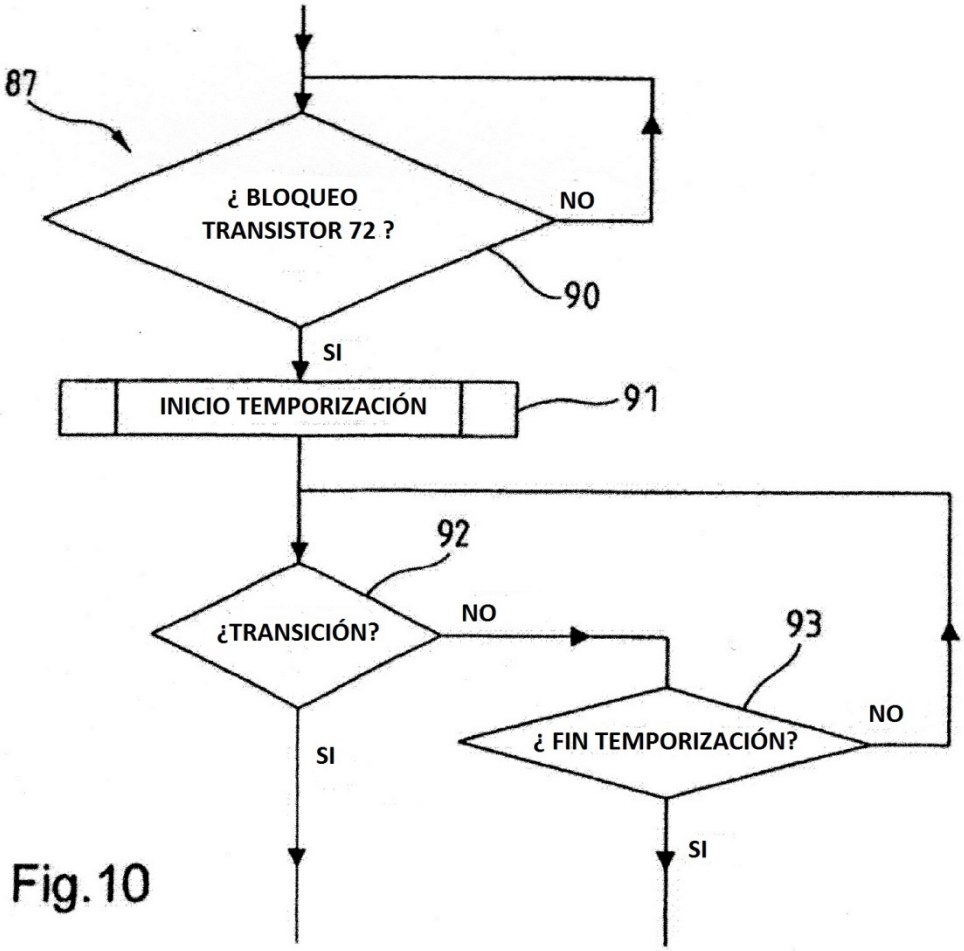
87
¿ BLOQUEO TRANSISTOR 72 ?
NO
90
SI
INICIO TEMPORIZACIÓN
91
92
¿TRANSICIÓN?
NO
93
¿ FIN TEMPORIZACIÓN?
NO
SI
SI

Fig.10