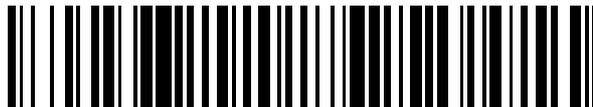


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 104**

51 Int. Cl.:

**H02H 7/00** (2006.01)

**H02M 3/337** (2006.01)

**H02H 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2001 E 01920082 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 1279212**

54 Título: **Método para proteger un generador de CC frente a una sobretensión**

30 Prioridad:

**12.04.2000 SE 0001338**

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

**11.10.2013**

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)  
Brown Boveri Strasse 7  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**PIHL, MAGNUS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 425 104 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

Método para proteger un generador de CC frente a una sobretensión

### Campo técnico

5 La presente invención está relacionada con un método para proteger un generador de CC frente a una sobretensión en el caso de una pérdida de carga.

El método está particularmente pensado para ser utilizado en el suministro de corriente continua a un precipitador electrostático que comprende electrodos de descarga y electrodos colectores, con el objeto de mantener una tensión CC constante o variable entre estos electrodos.

### Antecedentes técnicos

10 La energía eléctrica se suministra normalmente a los consumidores con el requisito de que la tensión se mantenga constante en el punto de suministro. Esto es aplicable dentro de los límites de intensidad de corriente establecidos. En realidad, normalmente significa que el voltaje es ligeramente demasiado alto cuando existe una carga pequeña y que la tensión baja por debajo del valor normal especificado en el caso de una sobretensión. La fuente de energía es un generador de tensión eléctrica que puede proporcionar una tensión máxima específica, y una pequeña, pero no despreciable, resistencia interna proporciona una tensión cada vez menor cuando aumenta la corriente.

15 En otros contextos, se trata más bien un caso de fuentes que en su lugar proporcionan una corriente constante o casi constante con grandes variaciones de tensión en el punto de suministro. Estos generadores de corriente pueden producir aumentos muy grandes de tensión cuando se interrumpe la corriente o al menos cuando la corriente se intenta interrumpir. Esto provoca a menudo averías como, por ejemplo, migración de material y conmutadores dañados o instrumentos de medida quemados, mientras que en otros casos es deseable, como en el sistema de ignición de un coche.

20 Con la electrónica moderna, es posible construir transductores de tensión que, en combinación con rectificadores, trabajen esencialmente como generadores de corriente constante. Ejemplos de los mismos se pueden encontrar en los documentos DE 35 22 568, DE 35 22 569, US 5.639.294 y SE 9703247-8. Sin embargo, los componentes incluidos en el equipamiento mostrado tienen normalmente una tolerancia bastante limitada a la sobretensión y se pueden dañar térmicamente en un tiempo bastante corto. Esto significa que una pérdida total de carga puede provocar que el equipo se averíe gravemente dentro de un intervalo de tiempo que es más pequeño que el intervalo de tiempo necesario para que los sistemas de seguridad sean capaces de interrumpir el suministro de tensión.

30 En general, la pérdida de carga puede también ser debida a algo ocurrido durante el funcionamiento, lo que significa que se rompe el contacto entre el generador de corriente y la carga o que se ha iniciado por error el generador de corriente mientras que la carga se encuentra desconectada.

35 Las referencias mencionadas más arriba se refieren a suministro de corriente a precipitadores electrostáticos. Esto implica una alta estabilidad mecánica y construcciones muy robustas. En estos casos, la causa de fallo más común es que el rectificador, que es el generador de corriente, se reinicia después de una parada y un mantenimiento sin haber vuelto a conectar la carga.

### El objeto de la invención

El objeto principal de la presente invención es proporcionar un método para evitar averías en las unidades de suministro de energía modernas debido a que se inician sin haber conectado la carga o sin haber conectado una carga suficientemente grande.

40 Otro objeto de la presente invención es aumentar la fiabilidad de precipitadores electrostáticos disminuyendo el riesgo de paradas debido a averías del rectificador resultantes al haberlos iniciado sin haber conectado la carga.

### Resumen de la invención

La presente invención está relacionada con un método para proteger un generador de CC frente a una sobretensión en el caso de una pérdida de carga.

45 En el método de acuerdo con la invención se define un valor límite de la tensión y, cuando se inicia el generador de corriente, durante una fase inicial se generan uno o varios pequeños pulsos de corriente. Durante la fase inicial se mide la tensión en la salida del generador de corriente y las tensiones medidas en la salida del generador de corriente se comparan con el valor límite de la tensión. Se pasa al funcionamiento normal únicamente si todas las tensiones medidas en la salida del generador de corriente durante la fase inicial están por debajo del valor límite de la tensión. Si una cualquiera de las tensiones medidas en la salida del generador de corriente durante la fase inicial excede el valor límite de la tensión, significa que existe una pérdida de carga y se interrumpe la generación de

corriente.

**Descripción general de la invención**

5 Para los modernos transductores de tensión del tipo de los denominados generadores de corriente, una pérdida de carga provoca un riesgo de avería catastrófica al equipo. Para evitar que dichos generadores de CC se inicien por error sin tener conectada una carga, se propone un procedimiento de inicio especial de acuerdo con la presente invención.

10 Durante una fase inicial se generan uno o varios pequeños pulsos de corriente. Durante la fase inicial se mide la tensión en la salida del generador de corriente y las tensiones medidas se comparan con el valor límite establecido. Si una cualquiera de las tensiones medidas excede el valor límite establecido, el proceso de inicio se detiene. Si todas las tensiones medidas se encuentran por debajo del valor límite establecido, se pasa al funcionamiento normal. En este contexto, por tensión se entiende la cantidad absoluta de la tensión sin tener en cuenta la polaridad. Si la polaridad principal es negativa, esto no se tiene en cuenta.

15 La duración de la fase inicial puede, fácilmente, ser corta, por ejemplo menor de 1 segundo, preferiblemente menor de 0,1 segundos y particularmente preferiblemente menor de 0,01 segundos. El número de pulsos de corriente puede encontrarse entre 1 y 10, preferiblemente 1-2, cada uno de ellos con una duración de menos de 10 microsegundos, preferiblemente cada uno de ellos con una duración de menos de 5 microsegundos.

20 El valor límite de la tensión debería ser esencialmente menor tanto de la tensión máxima de salida permitida del generador de CC como de la tensión de funcionamiento normal de la aplicación. Se puede seleccionar de forma apropiada entre el 10% y el 50% de la tensión de funcionamiento normal, pero el método también permite valores límites más bajos para la tensión. Si existen las condiciones apropiadas en el momento de la medida, se establece el límite inferior como el cociente entre la capacitancia de la salida abierta y la capacitancia de la carga.

25 La carga total que se aplica durante la fase inicial se debería seleccionar de modo que el generador de corriente sin carga obtenga una tensión de salida entre el valor límite de la tensión y la tensión de funcionamiento normal y de modo que el generador de corriente con carga obtenga una tensión de salida por debajo del valor límite de la tensión. La carga total que se aplica durante la fase inicial se selecciona de forma apropiada de modo que el generador de corriente con carga obtenga una tensión de salida por debajo del 10% de la tensión de funcionamiento normal, preferiblemente por debajo del 1% de la tensión de funcionamiento normal.

30 El método de acuerdo con la invención se puede utilizar para una serie de diferentes aplicaciones en las que se utiliza un generador de CC del tipo de generador de corriente constante. Sin embargo, el principal objeto de esta invención es utilizar el método en el inicio del suministro de corriente continua a un precipitador electrostático, que comprende electrodos de descarga y electrodos colectores, con el objeto de mantener una tensión de CC constante o variable entre estos electrodos

35 El método de acuerdo con la invención está preferiblemente pensado para ser utilizado en el inicio del suministro de corriente continua intermitente a un precipitador electrostático, preferiblemente en el inicio del suministro de corriente continua desde un transductor de tensión modulado en frecuencia, cuya tensión de salida se transforma y rectifica.

**Breve descripción de los dibujos**

A continuación se describirá la invención con más detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que

la Fig. 1 muestra un diagrama del esquema de un circuito de la fuente de corriente para un precipitador electrostático.

40 La Fig. 2 muestra un diagrama de circuito equivalente para la fuente de corriente para un precipitador electrostático, donde el precipitador electrostático se ha sustituido por un condensador y una resistencia conectada en paralelo.

La Fig. 3 muestra el mismo diagrama de circuito equivalente diseñado como fuente de corriente para un precipitador electrostático, con los componentes correspondientes al precipitador electrostático desconectados.

La Fig. 4 muestra la diferencia fundamental entre la tensión de salida de un generador de corriente con y sin carga.

45 La Fig. 5 muestra la relación real entre la tensión de salida de un rectificador para un precipitador electrostático para su funcionamiento de acuerdo con la Fig. 2 (con carga) y la Fig. 3 (sin carga).

**Descripción del modo de realización propuesto**

50 La Fig. 1 muestra en un diagrama del esquema de un circuito un generador de corriente en forma de dispositivo de transducción de tensión que suministra corriente continua de alta tensión a un precipitador 1. El dispositivo está formado por un puente rectificador 2 de tres fases, un generador 3 de pulsos, un transformador 4, un puente

rectificador 5 de onda completa para una fase, una bobina 6 de autoinducción y un equipo 7 de control con las resistencias 8, 9 y 10 de medida asociadas.

El puente rectificador 2 de tres fases comprende seis diodos 21 a 26 y está conectado a una red de CA normal de tres fases a través de tres conductores 27, 28, 29.

- 5 El generador 3 de pulsos está formado por cuatro transistores 31-34 y cuatro diodos 35-38. Los transistores están controlados a través de sus bases que están conectadas al equipo 7 de control.

Entre el generador 3 de pulsos y el devanado principal 43 del transformador 4 se conecta un circuito de resonancia en serie formado por una bobina 41 de autoinducción y un condensador 42.

El puente rectificador 5 de onda completa está formado por cuatro diodos 51-54.

- 10 Además de la conexión a los transistores 31-34, el equipo 7 de control está conectado a una resistencia de medida en serie con el precipitador 1, para medir la corriente suministrada a los electrodos del precipitador, y a un divisor de tensión formado por dos resistencias 9 y 10 conectadas en paralelo con la salida del generador de corriente para medir la tensión relevante.

- 15 La Fig. 2 muestra con un diagrama equivalente el mismo circuito de la Fig. 1 con dos diferencias. El precipitador 1 se ha sustituido por un condensador 1c, con una capacitancia correspondiente a la capacitancia del precipitador 1, y una resistencia 1r conectada en paralelo. La capacitancia parásita en la salida del generador de corriente se ha ilustrado por un condensador 55. El condensador 1c tiene una capacitancia de 10 – 200 nF y la capacitancia parásita 55 es de aproximadamente 100 pF. La resistencia 1r conectada en paralelo es considerablemente no lineal durante su funcionamiento pero su efecto se puede despreciar a tensiones por debajo de la que da lugar a la corriente del efecto corona.
- 20

La Fig. 3 se diferencia de la Fig. 2 únicamente en que se eliminan el condensador 1c y la resistencia 1r conectada en paralelo.

- 25 La Fig. 4 muestra la diferencia fundamental entre la tensión de salida de un generador de corriente con y sin carga cuando se genera un pulso corto de corriente. Mediante una línea discontinua se representa un valor límite imaginario que determina si se debe considerar la carga como conectada o no.

- 30 La Fig. 5 muestra una situación real cuando se suministra corriente, mediante un transductor de tensión y un rectificador de acuerdo con las Fig. 1 – Fig. 3, a un precipitador electrostático cuyos electrodos de descarga tienen potencial negativo. Tal como se ha mencionado más arriba, para la descripción de esta invención no se tiene en cuenta la polaridad. De este modo la tensión se considera que aumenta cuando se trata de tensiones negativas de magnitudes absolutas crecientes. La diferencia de tensión entre los gráficos indicados (sin carga) y (con carga) es mayor de lo que muestra la figura; se debe considerar el eje Y como no lineal. Se ha distorsionado un poco la escala con el objetivo de lograr una mayor claridad.

- 35 Los componentes inductivos 6 y 41 en la salida del rectificador y el circuito de resonancia en serie del transductor de tensión, respectivamente, proporcionan una sobretensión marcada durante aproximadamente 100 microsegundos, después de los cuales la tensión se estabiliza y baja a cero muy lentamente. Por lo tanto, las comparaciones entre la tensión medida y el valor límite establecido se deberían llevar a cabo después de un pequeño retardo, por ejemplo de 1 a 10 milisegundos después del pulso. Por la misma razón, la carga total que se aplica durante la fase inicial de uno o más pulsos no debería seleccionarse de modo que fuera más alta, de modo que teóricamente se alcanza aproximadamente la mitad de la tensión estimada del rectificador cuando se carga una salida sin carga.

- 40 Con el propósito de ofrecer un ejemplo, en una aplicación del método de acuerdo con la invención, se pretende utilizar un transductor/rectificador de tensión de acuerdo con las Fig. 1 – Fig. 3 para la fuente de corriente de un precipitador electrostático 1. La capacitancia del precipitador es de 50 nF, correspondiente a aproximadamente un área total para los electrodos colectores de 1.000 metros cuadrados.

- 45 El rectificador puede suministrar 500 mA a una máxima tensión permitida de 70 kV. La capacitancia parásita 55 en los polos de salida es de 100 pF. La tensión en la salida es medida por el equipo 7 de control a través de las resistencias 9 y 10 conectadas en paralelo con la salida del rectificador, con un intervalo de muestreo de 250 ms.

- 50 El procedimiento de inicio comienza con una fase inicial de 10 ms, en donde se aplica primero un pulso con la carga de 2 microculombios, o un tren de pulsos con una carga total de 2 microculombios. La duración del pulso es de aproximadamente 4 microsegundos. Posteriormente existe un tiempo de espera de 1 ms, con el fin de que la sobretensión durante el tiempo de establecimiento no cause alteraciones, y a continuación el equipo 7 de control lleva a cabo una evaluación de las siguientes cuatro primeras tensiones de salida muestreadas.

Con una carga correctamente conectada de acuerdo con la Fig. 2, se mide una tensión de 40V después de un corto intervalo de tiempo de establecimiento casi imperceptible. Cuando se inicia sin carga de acuerdo con la Fig. 3, se

## ES 2 425 104 T3

mide una tensión de 20 kV. El equipo 7 de control compara estos valores de tensión con un valor límite de 7 kV, que es un 10% de la tensión especificada del rectificador. Si cada una de las cuatro tensiones se encuentra por debajo de 7 kV, transcurridos 10 ms el equipo de control pasa automáticamente a funcionamiento normal. Si uno cualquiera de los valores de tensión muestreados se encuentra por encima de los 7 kV, el equipo 7 de control detiene el procedimiento de inicio e indica pérdida de carga.

5

**REIVINDICACIONES**

5 1. Un método para proteger un generador de CC frente a una sobretensión en el caso de una pérdida de carga, siendo utilizado el método en el inicio del suministro de corriente continua a un precipitador electrostático (1), que comprende electrodos de descarga y electrodos colectores, con el objeto de mantener una tensión de CC constante o variable entre estos electrodos,

en donde:

- se define un valor límite de la tensión,

- cuando se inicia el generador de corriente, durante una fase inicial se generan uno o varios pequeños pulsos de corriente,

10 - durante la fase inicial se mide la tensión en la salida del generador de corriente,

- las tensiones medidas en la salida del generador de corriente se comparan con el valor límite de la tensión,

y

15 - únicamente se inicia el funcionamiento normal si todas las tensiones medidas en la salida del generador de corriente durante la fase inicial se encuentran por debajo del valor límite de la tensión y se interrumpe la generación de corriente y se indica una pérdida de carga si una cualquiera de las tensiones medidas en la salida del generador de corriente durante la fase inicial excede el valor límite de la tensión.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, utilizado en el inicio del suministro de corriente continua a los electrodos de dicho precipitador electrostático desde un transductor de tensión modulado en frecuencia, cuya salida de tensión se transforma y rectifica.

20 3. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado por que

el valor límite de la tensión es considerablemente menor que tanto la tensión de salida máxima permitida del generador de CC como la tensión de funcionamiento normal para la aplicación, y preferiblemente se encuentra entre el 10% y el 50% de la tensión de funcionamiento normal.

25 4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado por que

la carga total que se aplica durante la fase inicial se selecciona de tal forma que el generador de corriente sin carga obtenga una tensión de salida entre el valor límite de la tensión y la tensión de funcionamiento normal.

5. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

30 caracterizado por que

la carga total que se aplica durante la fase inicial se selecciona de tal forma que el generador de corriente con carga obtenga una tensión de salida por debajo del valor límite de la tensión, preferiblemente considerablemente por debajo del valor límite de la tensión.

6. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

35 caracterizado por que,

la carga total que se aplica durante la fase inicial se selecciona de tal forma que el generador de corriente con carga obtenga una tensión de salida por debajo del 10% de la tensión de funcionamiento normal, preferiblemente por debajo del 1% de la tensión de funcionamiento normal.

7. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

40 caracterizado por que,

la duración de la fase inicial es menor de 1 segundo, preferiblemente menor de 0,1 segundos y particularmente menor de 0,01 segundos.

8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado por que,

## ES 2 425 104 T3

la fase inicial comprende 1-10 pulsos, preferiblemente 1-2 pulsos, cada uno de los cuales con una duración menor de 10 microsegundos, preferiblemente menor de 5 microsegundos.

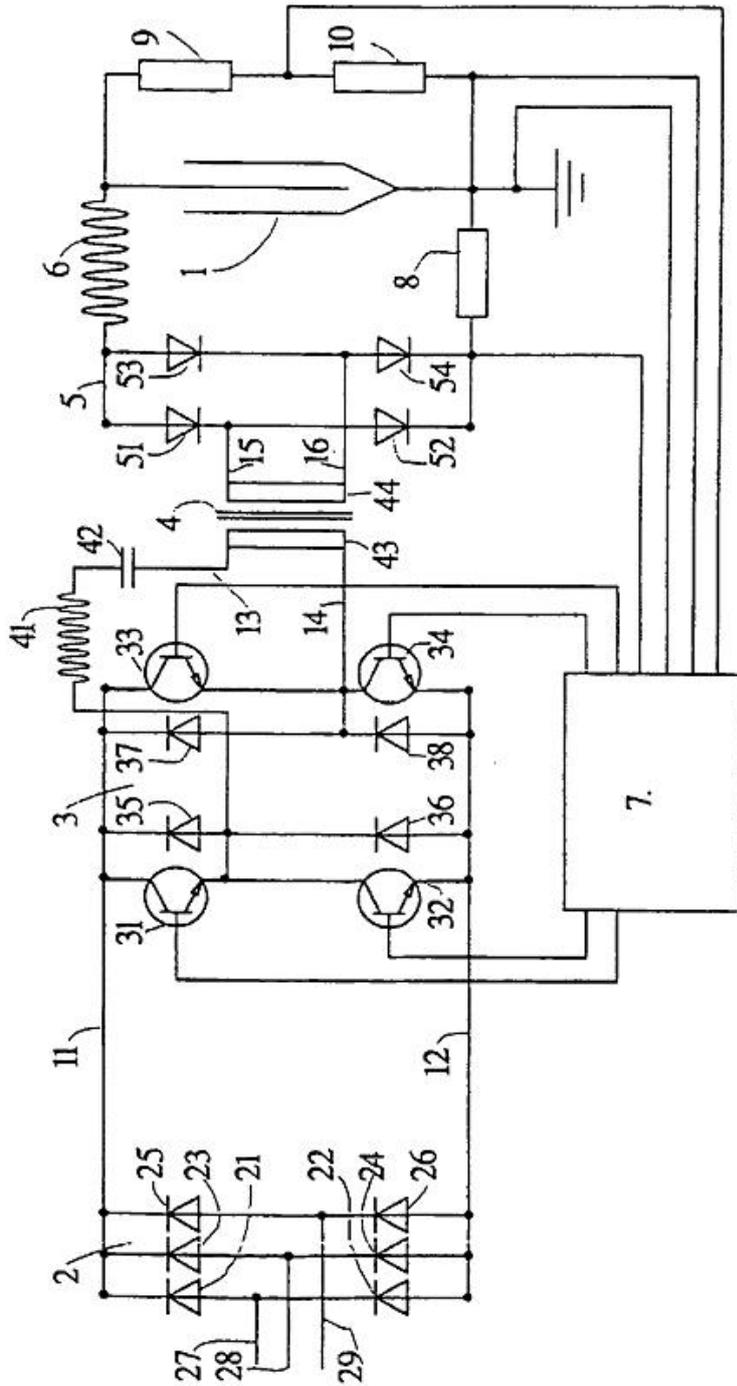


Fig. 1

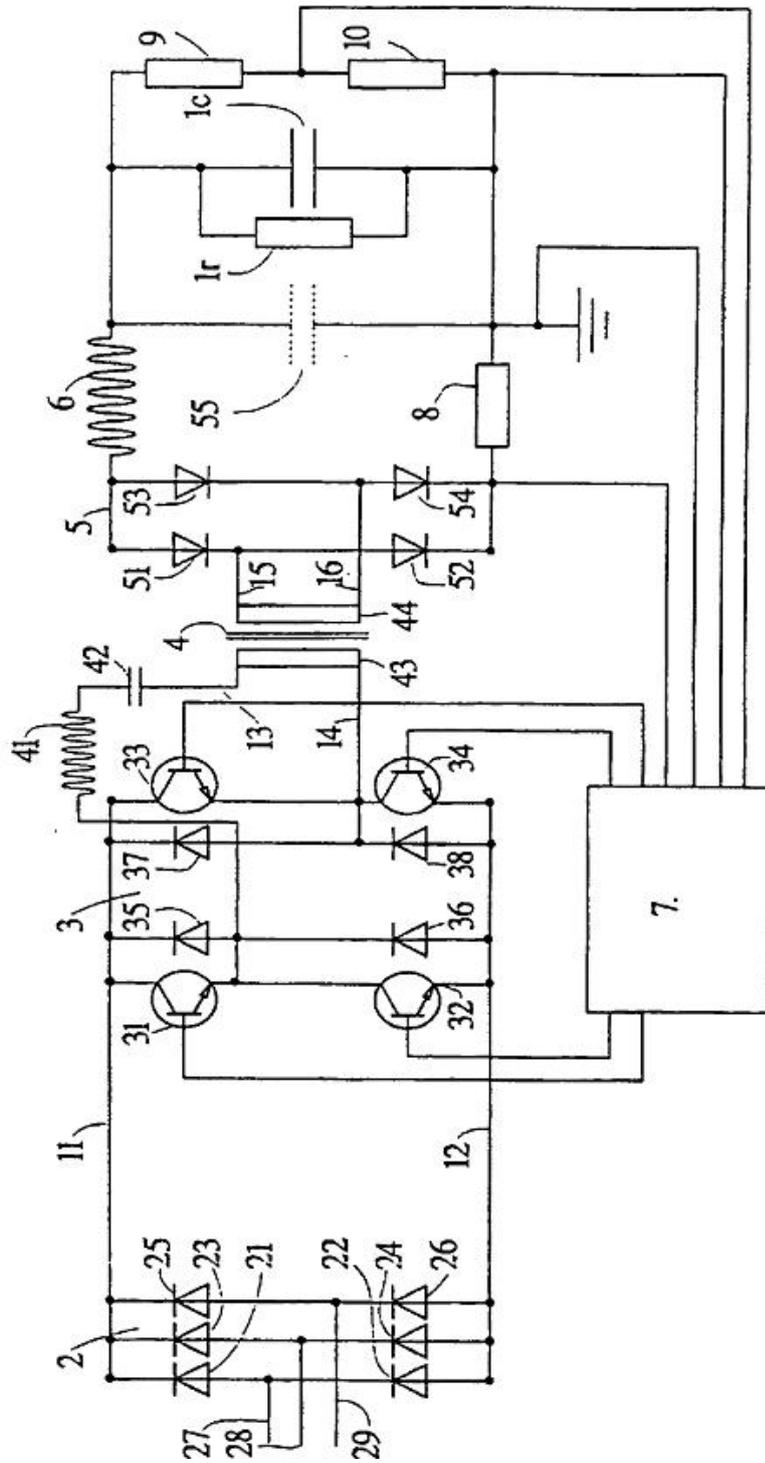


Fig. 2

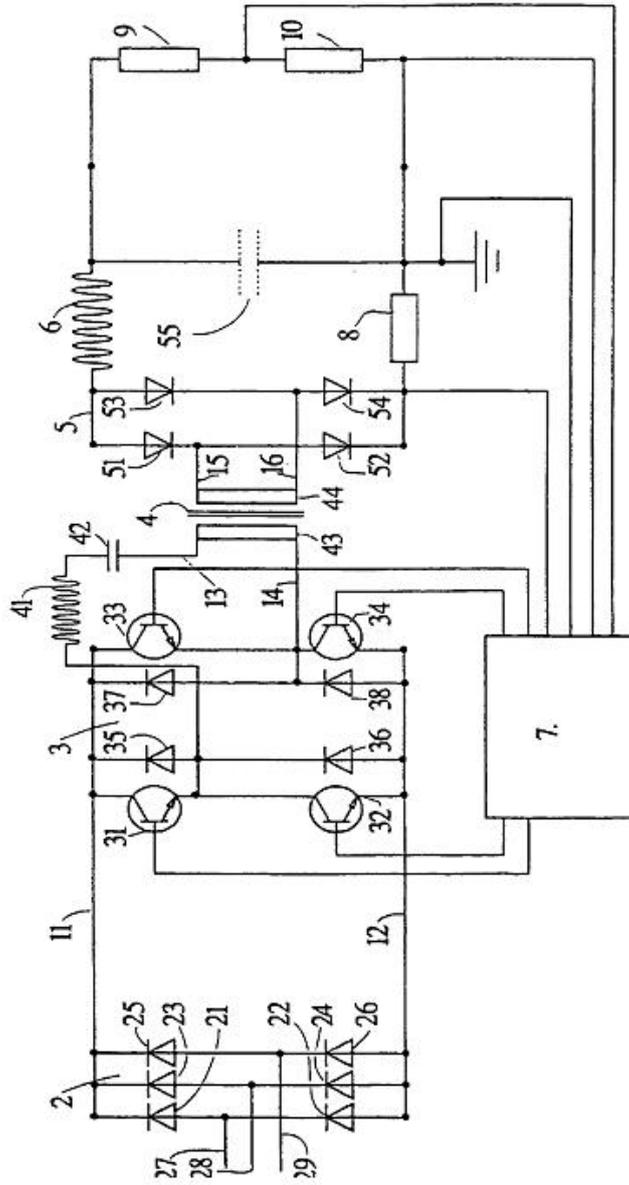


Fig. 3

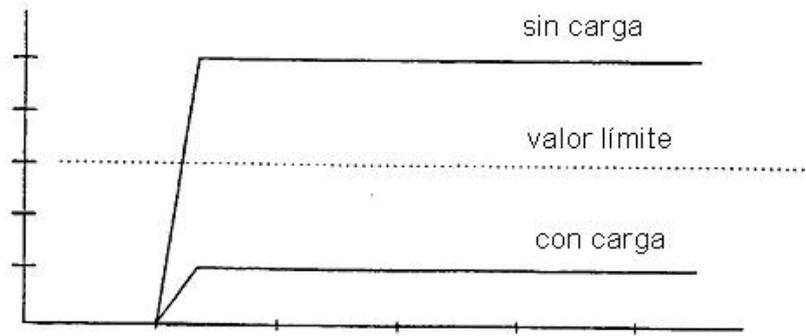


Fig. 4

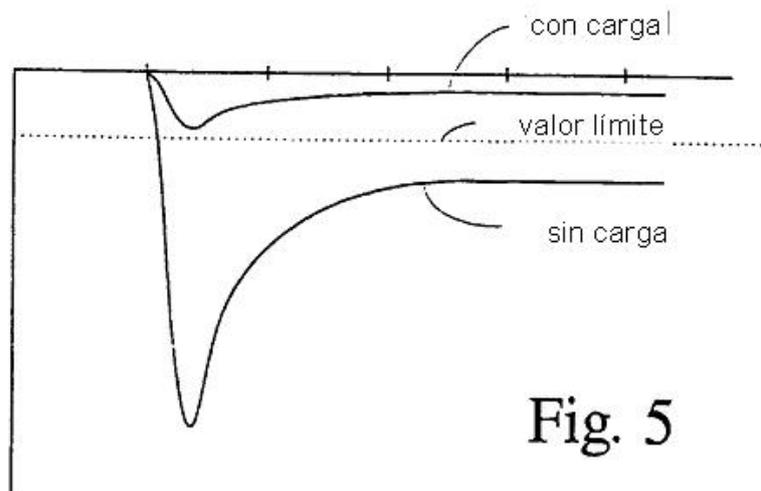


Fig. 5