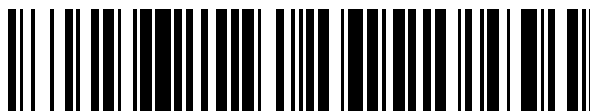


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 420**

51 Int. Cl.:
H05B 41/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08737204 .1**
96 Fecha de presentación: **21.04.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2181568**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.05.2010**

54 Título: **CIRCUITO DE EXCITACIÓN PARA UN TUBO DE DESCARGA Y MÉTODO DE EXCITACIÓN DE UN TUBO DE DESCARGA.**

30 Prioridad:
20.04.2007 DK 200700578
20.04.2007 DK 200700582
06.09.2007 GB 0717322

73 Titular/es:
Cyden Ltd.
Technium, Kings Road
Swansea SA1 8PH, GB

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2012

72 Inventor/es:
SIMONSEN, Jan

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2012

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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).

ES 2 374 420 T3

DESCRIPCIÓN

Circuito de excitación para un tubo de descarga y método de excitación de un tubo de descarga

La presente invención se refiere a un circuito de excitación y particularmente, pero no exclusivamente, a un circuito de excitación para un tubo de descarga y a un método de excitación de un tubo de descarga (conocido, asimismo, como una lámpara de descarga).

Habitualmente, los tubos de descarga comprenden una disposición de electrodos en un gas, alojado dentro de una funda de vidrio o cerámica aislante resistente a la temperatura. Los tubos de descarga funcionan ionizando el gas con una tensión aplicada a través de los electrodos, para crear un trayecto de conducción dentro del gas situado entre los electrodos. La ruptura dieléctrica del gas produce una descarga de plasma con el resultado de que, al pasar una corriente a través del plasma, se genera un pulso óptico intenso cuando los electrones libres en el interior del plasma se combinan con los átomos de gas ionizado.

Los tubos de descarga son energizados habitualmente utilizando un circuito, tal como el que se ilustra en la figura 1 de los dibujos anexos. En un circuito de este tipo, un condensador 11 es cargado mediante una fuente 10 de corriente directa (dc, direct current). El suministro de dc 10 y el condensador 11 están conectados eléctricamente a un tubo 12 de descarga, mediante una primera serie de bobinados dispuestos sobre el núcleo de un transformador (no mostrado). Sin embargo, el tubo 12 de descarga no produce ninguna salida en este estado inicial, puesto que no hay un trayecto conductor a través del gas 13 entre los electrodos 14.

El trayecto conductor se crea ionizando el gas comprendido en el interior del tubo 12, y esto se lleva a cabo utilizando un circuito activador 15. El circuito activador 15 induce un suministro de alta tensión en la primera serie de bobinados (no mostrados), que provoca la ruptura del gas 13 en el interior del tubo 12 de descarga. Habitualmente, el circuito activador está controlado por un controlador 16 y comprende una segunda serie menor de bobinados, en el mismo núcleo del transformador que la primera serie de bobinados, para crear una elevación en tensión. Esta alta tensión producida a través del tubo crea un trayecto de conducción entre los electrodos del tubo, permitiendo de ese modo que el condensador 11 se descargue y produzca, por lo tanto, un arco intenso.

Asimismo, es conocido energizar el tubo de descarga utilizando fuentes de corriente alterna (ac, alternating current).

El documento US 6 193 711 B1, por ejemplo, da a conocer un circuito de carga/descarga para una lámpara de destellos que se utiliza para bombear un sistema láser Er:YAG. En este documento, una batería de condensadores se carga desde un suministro de la red eléctrica de ac a través de un conmutador transistor, que está controlado a través de un controlador. El controlador está dispuesto además para descargar la batería de condensadores a través de la lámpara de destellos, con objeto de proporcionar el bombeo requerido del medio activo. No obstante, en dichos sistemas es necesario en primer lugar rectificar la señal, por ejemplo con un puente de diodos.

En la figura 2 de los dibujos anexos, se muestra la bien conocida forma de onda 17 de una tensión sinusoidal rectificada de onda completa. La figura proporciona además una indicación del intervalo de tiempo (ilustrado como el intervalo $t_1 - t_2$) sobre el que la tensión es suficiente para mantener un arco de descarga. De este modo, cuando la tensión de la forma de onda sinusoidal rectificada alcanza una tensión umbral (V_{th}), por ejemplo, de 70 V en el tiempo t_1 , se producirá una emisión óptica (es decir, un arco) que proseguirá hasta que la tensión de la forma de onda rectificada caiga, por ejemplo, a 50 voltios en el tiempo t_2 .

La patente de EE. UU. 6 965 203 da a conocer un método y circuitos para encender de manera repetitiva una lámpara de destellos que es energizada con una señal de tensión periódica. Sin embargo, un problema con la excitación de los tubos de descarga que utilizan un suministro de la red eléctrica rectificado, es que la emisión óptica está limitada a una frecuencia de destellos del doble de la frecuencia de la red eléctrica (es decir de 100 Hz para un suministro de la red eléctrica de 50 Hz, y de 120 Hz para un suministro de la red eléctrica de 60 Hz), y la emisión óptica procedente del tubo de descarga proseguirá solamente mientras la tensión de la red eléctrica exceda la tensión umbral. Una vez que la tensión de la red eléctrica cae por debajo de la tensión umbral, finalizará la emisión óptica desde el tubo de descarga.

Una solución conocida para este problema es incorporar una batería de condensadores a continuación del puente de diodos, para mantener la tensión por encima de la tensión umbral. Se encuentra que dicha batería de condensadores suaviza el suministro de tensión al tubo de descarga. Sin embargo, dicha disposición es propensa a fluctuaciones en el suministro 18 de tensión, tal como se muestra en la figura 3 de los dibujos anexos, y esto se manifiesta como una fluctuación de la emisión óptica del arco de descarga.

Además, ciertas aplicaciones requieren la aplicación de un pulso de radiación estacionario desde un tubo de descarga, durante un período de tiempo menor que el ciclo de servicio del suministro de la red eléctrica rectificado.

Hemos concebido un circuito de excitación para un tubo de descarga y un método de excitación de un tubo de descarga, que alivian estos problemas.

De acuerdo con la presente invención, considerada desde un primer aspecto, se da a conocer un circuito de excitación para un tubo de descarga, comprendiendo el circuito de excitación un circuito primario y un circuito secundario, ambos dispuestos para entregar energía al tubo de descarga,

comprendiendo el circuito primario un suministro de energía y un primer controlador para controlar la entrega de energía desde el primer suministro de energía al tubo de descarga,

comprendiendo el circuito secundario medios de almacenamiento de energía y, por lo menos, un segundo controlador para controlar la descarga del medio de almacenamiento de energía ,

estando dispuesto el segundo controlador para descargar selectivamente el medio de almacenamiento de energía en los periodos en los que el suministro de energía rectificado está por debajo del umbral, lo que se determina mediante el primer controlador, de manera que la descarga selectiva mantiene la tensión a través del tubo de descarga por encima de una tensión umbral necesaria para mantener un arco de descarga.

Con estos medios, se permite que el circuito de excitación acorde con la invención proporcione un suministro de energía sustancialmente constante al tubo de descarga.

El circuito primario incluye preferentemente un puente de diodos para rectificar el suministro de la red eléctrica de ac. Dicho puente de diodos proporciona, preferentemente, una rectificación de onda completa de la red eléctrica de ac.

Preferentemente, el circuito primario incluye un mecanismo activador para inducir un pico de alta tensión a través del tubo de descarga, con objeto de ionizar el gas en el interior del tubo de descarga.

El primer controlador comprende, preferentemente, un circuito de sincronización para sincronizar la activación del mecanismo activador con el suministro de la red eléctrica de ac rectificado. Dicho circuito de sincronización permite, preferentemente, que el mecanismo de activación sea activado solamente en aquellos intervalos en los que la tensión de la red eléctrica de ac rectificada está por encima de una tensión umbral.

Preferentemente, la tensión umbral es la tensión mínima necesaria para mantener un arco de descarga.

Preferentemente, el suministro de la red eléctrica rectificado es monitorizado continuamente por el primer controlador.

De acuerdo con la primera realización de la presente invención, el circuito secundario comprende preferentemente un suministro de energía, tal como un suministro de corriente continua (dc, direct current), para cargar el medio de almacenamiento de energía.

Preferentemente, el medio de almacenamiento de energía comprende, por lo menos, un condensador, tal como una batería de condensadores.

Dicho, por lo menos, un segundo controlador provoca, preferentemente, que dicha batería de condensadores se descargue para compensar la caída de tensión desde el suministro de la red eléctrica de ac rectificada, y mantenga la tensión a través del tubo de descarga por encima de la tensión umbral, entre los ciclos de servicio de la tensión de la red eléctrica rectificada.

Preferentemente, el arco de descarga es finalizado por un conmutador, tal como un transistor de efecto campo de semiconductor de óxido metálico (MOSFET, Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor).

Preferentemente, el primer controlador y dicho, por lo menos, un segundo controlador están dispuestos en comunicación electrónica para permitir la descarga síncrona del condensador (tal como la batería de condensadores) con la tensión rectificada.

Preferentemente, la primera realización de la presente invención proporciona la descarga, desde el tubo de descarga, de un pulso de radiación sustancialmente uniforme, durante tiempos mayores que el ciclo de servicio dado de la tensión de la red eléctrica rectificada.

De acuerdo con una segunda realización de la presente invención, el medio de almacenamiento de energía comprende además, preferentemente, un inductor.

- 5 Dicho, por lo menos, un segundo controlador comprende preferentemente un conmutador semiconductor, tal como un transistor de efecto campo de semiconductor de óxido metálico (MOSFET), que en el estado "OFF (desconectado)" impide que la corriente procedente del suministro de energía en el circuito primario y la carga procedente de la batería de condensadores, pasen a través del tubo de descarga. En este estado, preferentemente, el inductor se descarga a través del tubo de descarga, para mantener una descarga mientras el MOSFET está "OFF (desconectado)". Mientras el MOSFET está "OFF (desconectado)", esto permite además que la batería de condensadores se recargue, preferentemente, desde el suministro de energía en el circuito primario, de manera que puede descargarse posteriormente a través del tubo cuando el MOSFET vuelve a estar "ON (conectado)".
- 10 Preferentemente, el estado conmutado del MOSFET está controlado por el primer controlador. Preferentemente, el terminal fuente del MOSFET está conectado sustancialmente a tensión cero, o a tierra.
- Preferentemente, la segunda realización de la presente invención proporciona la descarga de un pulso de radiación sustancialmente uniforme desde el tubo de descarga, durante tiempos menores que un periodo de ciclo dado de la señal del suministro de energía en el circuito primario.
- 15 De acuerdo con la presente invención, considerada desde un segundo aspecto, se da a conocer un método de excitación de un tubo de descarga, comprendiendo el método
- disponer un circuito de excitación acorde con la invención;
 - energizar el tubo de descarga utilizando el circuito primario;
 - energizar selectivamente en el tubo de descarga utilizando el circuito secundario, en los momentos en que el primer suministro de energía está por debajo de un valor umbral.
- 20 A continuación se describirán realizaciones preferidas de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, y haciendo referencia a los dibujos anexos, en los cuales:
- la figura 1 es un diagrama de circuito de un circuito de excitación convencional para un tubo de descarga, tal como se ha descrito anteriormente;
- 25 la figura 2 es una representación gráfica de la forma de onda de tensión del suministro de la red eléctrica de ac rectificada, utilizando dicho circuito convencional, tal como se ha descrito anteriormente;
- la figura 3 es una representación gráfica de la forma de onda de tensión de un suministro de la red eléctrica de ac rectificada, después del aplanamiento mediante una batería de condensadores, tal como se ha descrito anteriormente;
- 30 la figura 4 es un diagrama de circuito de un ejemplo de circuito de excitación, acorde con una primera realización de la presente invención; y
- la figura 5 es un diagrama de circuito de un ejemplo de circuito de excitación, acorde con una segunda realización de la presente invención.
- 35 De acuerdo con una primera realización de la presente invención, que se muestra en la figura 4, se da a conocer un circuito de excitación 100 que comprende un circuito primario 101 y un circuito secundario 102a, para energizar un tubo de descarga 103. El circuito primario 101 energiza el tubo de descarga 103, y el circuito secundario 102a compensa la variación en el suministro de energía de ac rectificada en el circuito primario 101, para proporcionar una tensión sustancialmente constante entre los ciclos de servicio del suministro de energía rectificado.
- 40 El circuito primario 101 comprende un puente de diodos 106, que rectifica el suministro de energía 104 de la red eléctrica de ac entrante, desde un transformador de aislamiento 105, para proporcionar una señal de tensión rectificada de onda completa. La salida del puente de diodos 106 está conectada eléctricamente al tubo de descarga 103 a través de un único diodo 107 que asegura el flujo unidireccional de la corriente hacia el tubo de descarga 103 desde el suministro de energía 104. Sin embargo, la tensión rectificada es insuficiente para iniciar una descarga en el interior del tubo 103, puesto que no existe trayecto de conducción entre los electrodos 108 del tubo de descarga 103.
- 45 El circuito primario 101 incluye un controlador 109 para controlar un circuito activador 110. El controlador 109 recibe una señal de entrada procedente de la salida del puente de diodos 106, y monitoriza la variación de la forma de onda, mediante el medio de procesamiento de señal digital (no mostrado). El controlador 209 incluye una salida para

entregar una tensión como entrada al circuito activador 110. El circuito activador 110 incluye, habitualmente, un transformador elevador (no mostrado) que produce un pico de alta tensión a través de los electrodos 108 del tubo.

La elevada diferencia de potencial creada a través de los electrodos 108 mediante el circuito activador 110 provoca que el gas 111 en el interior del tubo 103 se ionice, reduciendo de ese modo la impedancia del tubo 103. Sin embargo, para asegurar que el circuito activador 110 aplica el pico de alta tensión en el momento correcto, es decir, cuando la tensión rectificada es suficiente para crear un arco de descarga, el controlador 109 monitoriza la tensión rectificada a través de la conexión 112, y entrega una señal al circuito activador 110 en un momento determinado por el medio de procesamiento de señal digital (no mostrado), con objeto de provocar que el circuito activador 110 produzca el pico de tensión. Sin embargo, con un sistema de este tipo, no existe control sobre la duración o frecuencia del arco de descarga.

Por consiguiente, el circuito 100 acorde con la presente invención comprende además un circuito secundario de excitación 102a que incluye un segundo suministro de energía (dc) 113 dispuesto en serie con el suministro de tensión rectificada, y que se utiliza para cargar una batería de condensadores 114.

El circuito secundario incluye además un segundo controlador 115 dispuesto en comunicación electrónica con el primer controlador 209 para controlar la descarga selectiva de la batería 114 de condensadores.

En uso, el primer controlador 109 provoca que el circuito activador 110 produzca una alta tensión a través de los electrodos 108, provocando que el gas 111 en el interior del tubo 103 se ionice, cuando la tensión rectificada a través de los electrodos 108 del tubo, a partir de un ciclo de servicio dado, alcanza el valor mínimo necesario para mantener un arco de descarga.

Cuando la tensión rectificada cae posteriormente por debajo de la tensión umbral dentro del mismo ciclo de servicio, el segundo controlador 115 provoca que la batería 114 de condensadores se descargue progresivamente, para compensar la caída de tensión en la entrada de tensión rectificada. Esto mantiene una tensión constante a través de los electrodos 108 del tubo y, por lo tanto, un arco de descarga uniforme.

Inicialmente, la descarga de la batería 114 de condensadores es muy pequeña. Sin embargo, cuando la tensión rectificada se reduce más respecto de la tensión umbral, se incrementa la velocidad de descarga de la batería 114 de condensadores, para compensar la caída en la tensión rectificada. Cuando la tensión rectificada comienza a subir de nuevo en el siguiente ciclo de servicio, la batería 114 de condensadores comienza a recargarse progresivamente desde el segundo suministro de energía 113, de manera que está lista para volver a descargarse en función de la caída de la tensión rectificada.

El segundo controlador 115 monitoriza el primer controlador 209 para sincronizar la carga y descarga selectivas de la batería 114 de condensadores. De este modo, puede utilizarse la carga y descarga cíclicas de la batería 114 de condensadores para mantener el arco de descarga durante un período de tiempo deseado.

Cuando se desea terminar el arco, un conmutador semiconductor 116, tal como un transistor de efecto campo de semiconductor de óxido metálico (MOSFET), dispuesto en conexión eléctrica con el cátodo del tubo de descarga 103, es conmutado al estado "OFF (desconectado)" mediante el primer controlador 109, para inhibir el flujo de corriente entre los electrodos 108 del tubo de descarga 103.

De acuerdo con una segunda realización de la presente invención, que se muestra en la figura 5, puede verse que el circuito primario 101 comprende los componentes del circuito primario acorde con la primera realización. Sin embargo, el circuito secundario 102b comprende un primer controlador secundario 117 y un segundo controlador secundario 118. El primer controlador secundario 117 está dispuesto en comunicación eléctrica con el primer controlador 109 dispuesto en el circuito primario 101, y está dispuesto para descargar la batería 119 de condensadores dispuesta en el circuito secundario 102b, en un momento correspondiente a un periodo siguiente a la aplicación de un pulso al circuito activador 110.

El primer controlador 109 dispuesto en el circuito primario 101 monitoriza la variación de la tensión de la red eléctrica rectificada, y entrega un pulso al circuito activador 110 cuando el nivel de tensión de la tensión de la red eléctrica rectificada supera un valor umbral para producir un arco de descarga, que puede ser de 60 a 70 V. El pulso activador provoca un pico de alta tensión a aplicar a través de los electrodos 108 del tubo de descarga 103, que ioniza el gas 111 en el interior del tubo 103 y, de ese modo, crea un trayecto de conducción entre los electrodos 108, de tal modo que la carga almacenada en la batería 119 de condensadores puede descargarse a través del tubo 103 para producir un pulso de radiación.

La corriente que sale del tubo 103 pasa a través de una bobina inductora 120 dispuesta en el circuito secundario 102b y, posteriormente, a través del segundo controlador secundario 118, que puede comprender un conmutador semiconductor, tal como un MOSFET, dispuesto asimismo en el circuito secundario 102b, antes de pasar a tierra. El

terminal puerta del MOSFET 118 está conectado al primer controlador 209 dispuesto en el circuito primario 101, de manera que el primer controlador 109 dispuesto en el circuito primario 101 puede controlar el estado "ON (conectado)/OFF (desconectado)" del conmutador 118 y, por lo tanto, controlar la corriente que pasa desde la batería 119 de condensadores y el circuito primario 101, a través del tubo 103.

- 5 Después de la descarga de la batería 119 de condensadores, que puede tener lugar durante un periodo de tiempo significativamente menor que el ciclo de servicio de la tensión de la red eléctrica rectificadora, el MOSFET 118 es conmutado a "OFF (desconectado)". Esto provoca que el campo magnético en el inductor 120 colapse, creando un pico de alta tensión que es aplicado a través de los electrodos 108 del tubo 103, con objeto de mantener la tensión por encima del umbral. Este colapso del campo magnético provoca que fluya una corriente en el interior del circuito secundario 102b a través del diodos 121, y entre los electrodos 108 del tubo 103, para mantener un arco de
10 descarga. Durante este período, el condensador 119 se recarga mediante la tensión procedente de la tensión de la red eléctrica rectificadora, dentro del mismo ciclo de servicio y, una vez cargado, el MOSFET 120 es conmutado de nuevo a "ON (conectado)", para descargar el condensador 119 a través del tubo 103. De este modo, aplicando una señal pulsada modulada al terminal puerta del MOSFET 120, una vez que la tensión de la señal de la red eléctrica rectificadora supera inicialmente un valor umbral, es posible mantener un arco de descarga durante un período de
15 tiempo deseado.

- Además, y en común con la primera realización, es posible producir y mantener un arco de descarga durante períodos seleccionados dentro de un ciclo de servicio dado del suministro de la red eléctrica rectificado, tal como con la segunda realización, o durante períodos que comprenden varios ciclos de servicio del suministro de la red
20 eléctrica rectificado, tal como con la primera realización, con la aplicación de solamente un único pulso activador.

Por lo tanto, a partir de lo anterior resulta evidente que el circuito de excitación de la presente invención permite que un tubo de descarga, energizado desde un suministro de la red eléctrica, produzca un arco de descarga de un periodo de tiempo deseado.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito de excitación (100) para un tubo (103) de descarga de gas, comprendiendo el circuito de excitación un circuito primario (101) y un circuito secundario (102a), ambos dispuestos para entregar energía al tubo de descarga, comprendiendo el circuito primario un suministro de energía rectificado y un primer controlador (108) para controlar la entrega de energía desde el suministro de energía al tubo de descarga, y
5 comprendiendo el circuito secundario medios (114) de almacenamiento de energía y, por lo menos, un segundo controlador (115) para controlar la entrega de energía desde el medio de almacenamiento de energía al tubo de descarga, **caracterizado porque**,
10 el segundo controlador está dispuesto para descargar selectivamente el medio de almacenamiento de energía, solamente en momentos en los que el suministro de energía rectificado está por debajo de un valor umbral, según se determina mediante el primer controlador, de manera que la descarga selectiva mantiene la tensión a través del tubo de descarga por encima de una tensión mínima necesaria para mantener un arco de descarga en el tubo de descarga.
2. Un circuito de excitación acorde con la reivindicación 1, en el que el suministro de energía comprende un suministro de la red eléctrica de ac (104), y el circuito primario comprende un puente de diodos (106) para rectificar el suministro de la red eléctrica de ac.
15
3. Un circuito de excitación acorde con la reivindicación 1 ó 2, en el que el primer controlador está dispuesto para monitorizar continuamente la variación de energía del suministro de energía.
4. Un circuito de excitación acorde con cualquier reivindicación precedente, en el que el circuito primario incluye un mecanismo activador para inducir un pico de alta tensión a través del tubo de descarga, con objeto de ionizar el gas (111) en el interior del tubo de descarga.
20
5. Un circuito de excitación acorde con la reivindicación 4, en el que el primer controlador comprende un circuito (110) de sincronización dispuesto para activar el mecanismo activador solamente en los momentos en que el suministro de energía rectificada está por encima de una tensión umbral.
6. Un circuito de excitación acorde con la reivindicación 5, en el que el medio de almacenamiento de energía comprende, por lo menos, un condensador, y el segundo controlador está dispuesto para provocar que dicho, por lo menos, un condensador se descargue para compensar una caída en la tensión desde el suministro de energía rectificada, y para mantener la tensión a través del tubo de descarga por encima de la tensión mínima.
25
7. Un circuito de excitación acorde con la reivindicación 6, en el que el primer controlador y el segundo controlador están dispuestos en comunicación electrónica para permitir la descarga síncrona de dicho, por lo menos, un condensador con el suministro de energía rectificado.
30
8. Un circuito de excitación acorde con la reivindicación 6 ó 7, que proporciona la descarga de un pulso de radiación sustancialmente uniforme desde el tubo de descarga, durante intervalos mayores que un ciclo de servicio dado del suministro de energía rectificado.
9. Un circuito de excitación acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un conmutador (116), tal como un transistor de efecto campo de semiconductor de óxido metálico (MOSFET), para terminar el arco de descarga.
35
10. Un circuito de excitación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el medio de almacenamiento de energía comprende un inductor.
11. Un circuito de excitación acorde con la reivindicación 10, en el que el medio de almacenamiento de energía comprende además un condensador.
40
12. Un circuito de excitación acorde con la reivindicación 10 ú 11, en el que el segundo controlador comprende, por lo menos, un conmutador semiconductor, tal como un transistor de efecto campo de semiconductor de óxido metálico (MOSFET), y el primer controlador está dispuesto para controlar la conmutación del conmutador semiconductor.
45
13. Un circuito de excitación acorde con la reivindicación 12, en el que el conmutador semiconductor tiene un terminal fuente conectado sustancialmente a tensión cero, o a tierra.

14. Un circuito de excitación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, que proporciona la descarga, desde el tubo de descarga, de un pulso de radiación sustancialmente uniforme, durante intervalos menores que un ciclo de servicio dado del suministro de energía rectificado.

15. Método de excitación de un tubo de descarga, comprendiendo el método:

- 5
- disponer un circuito de excitación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14;
 - entregar el suministro de potencia rectificada al tubo de descarga;
 - entregar selectivamente energía al tubo de descarga desde el circuito secundario, solamente en los momentos en que el suministro de energía rectificada está por debajo del valor umbral.

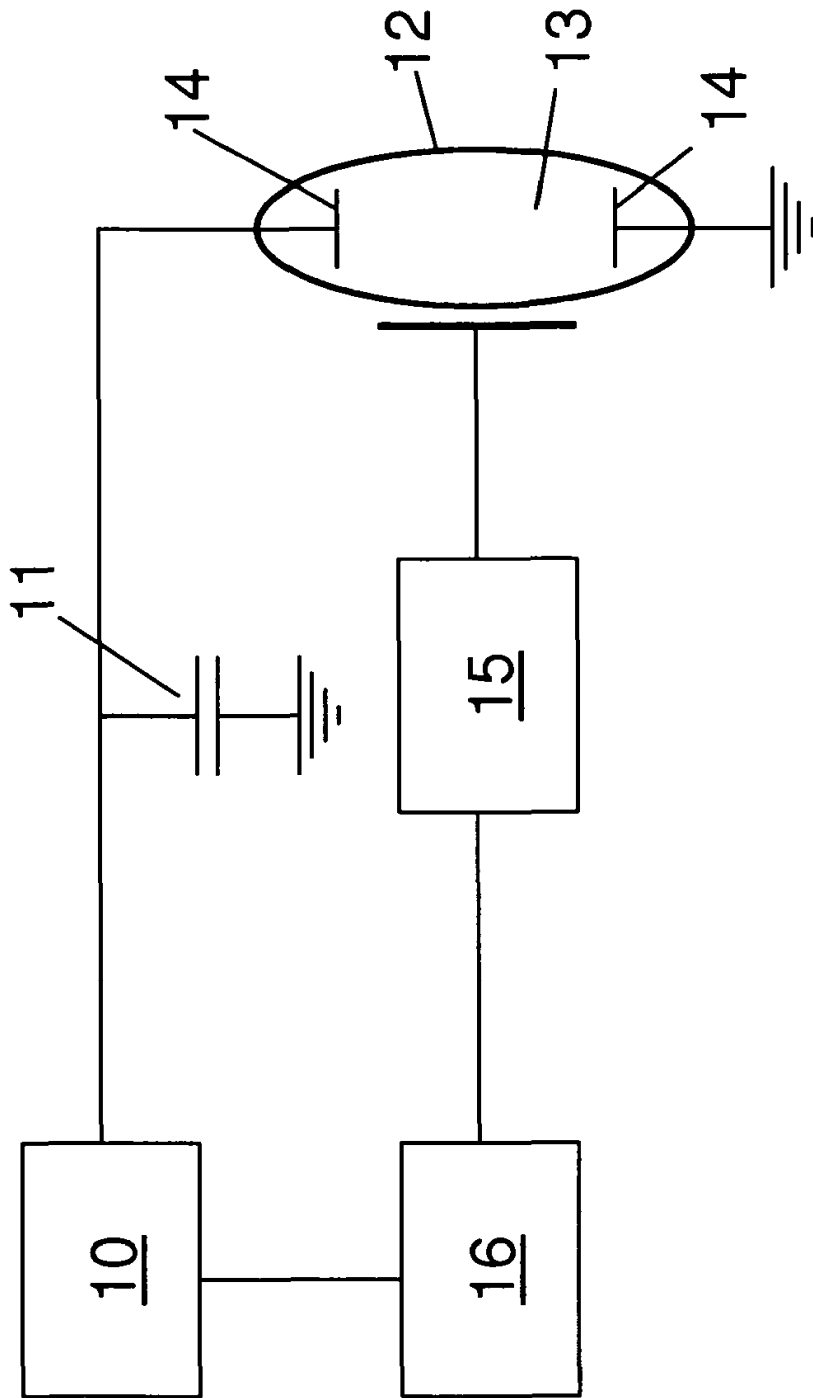


Figure 1

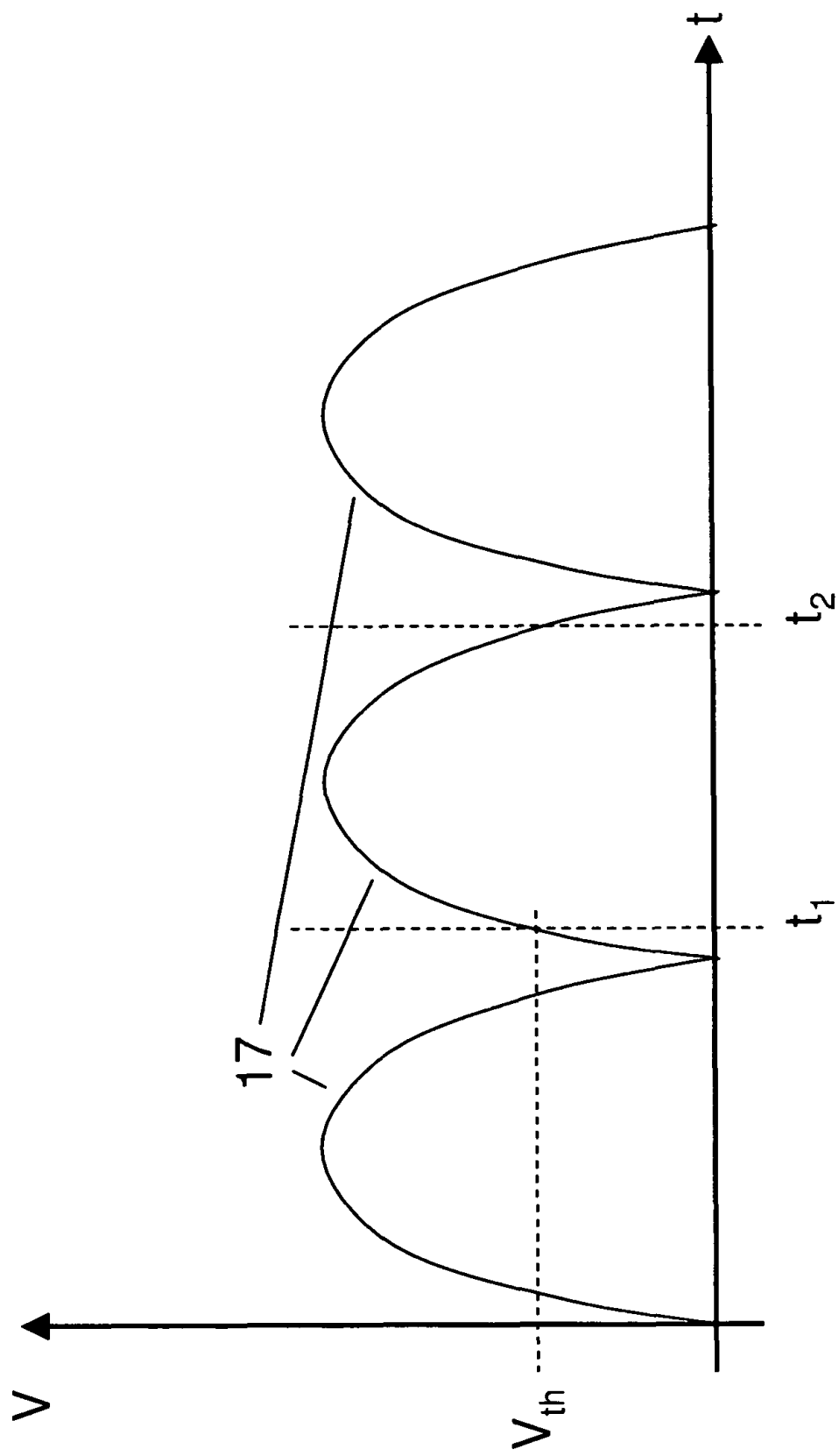


Figura 2

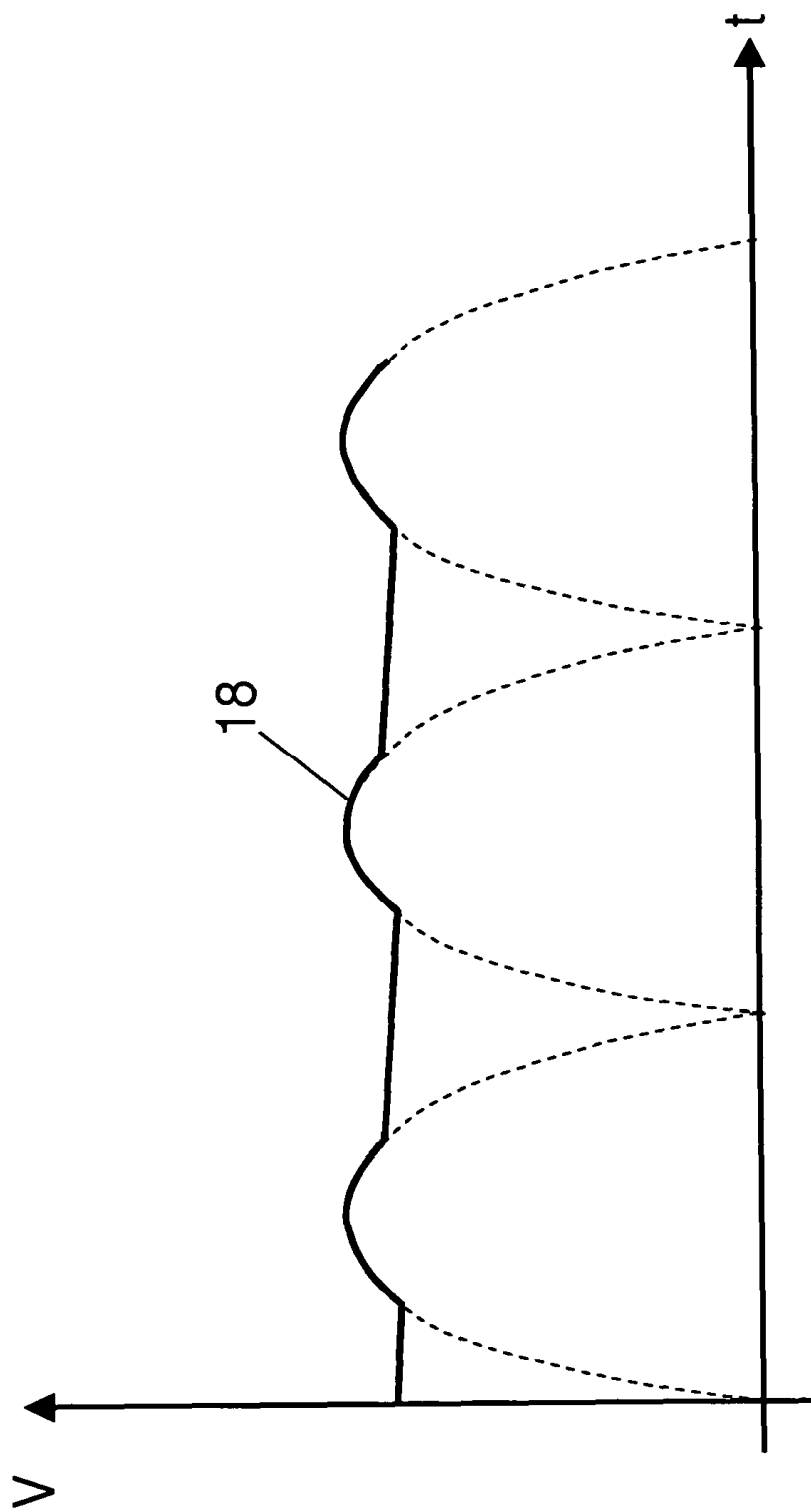


Figura 3

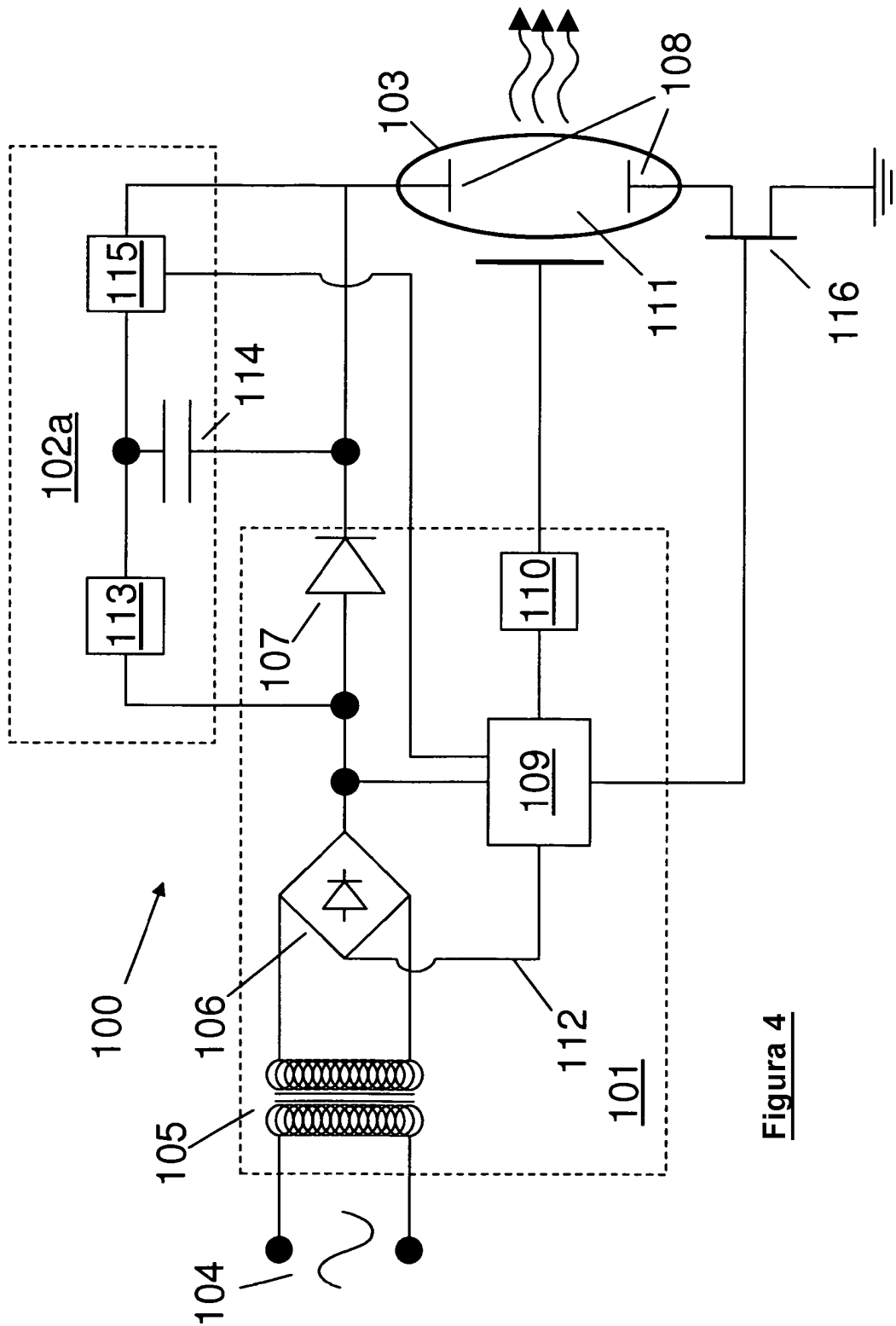


Figura 4

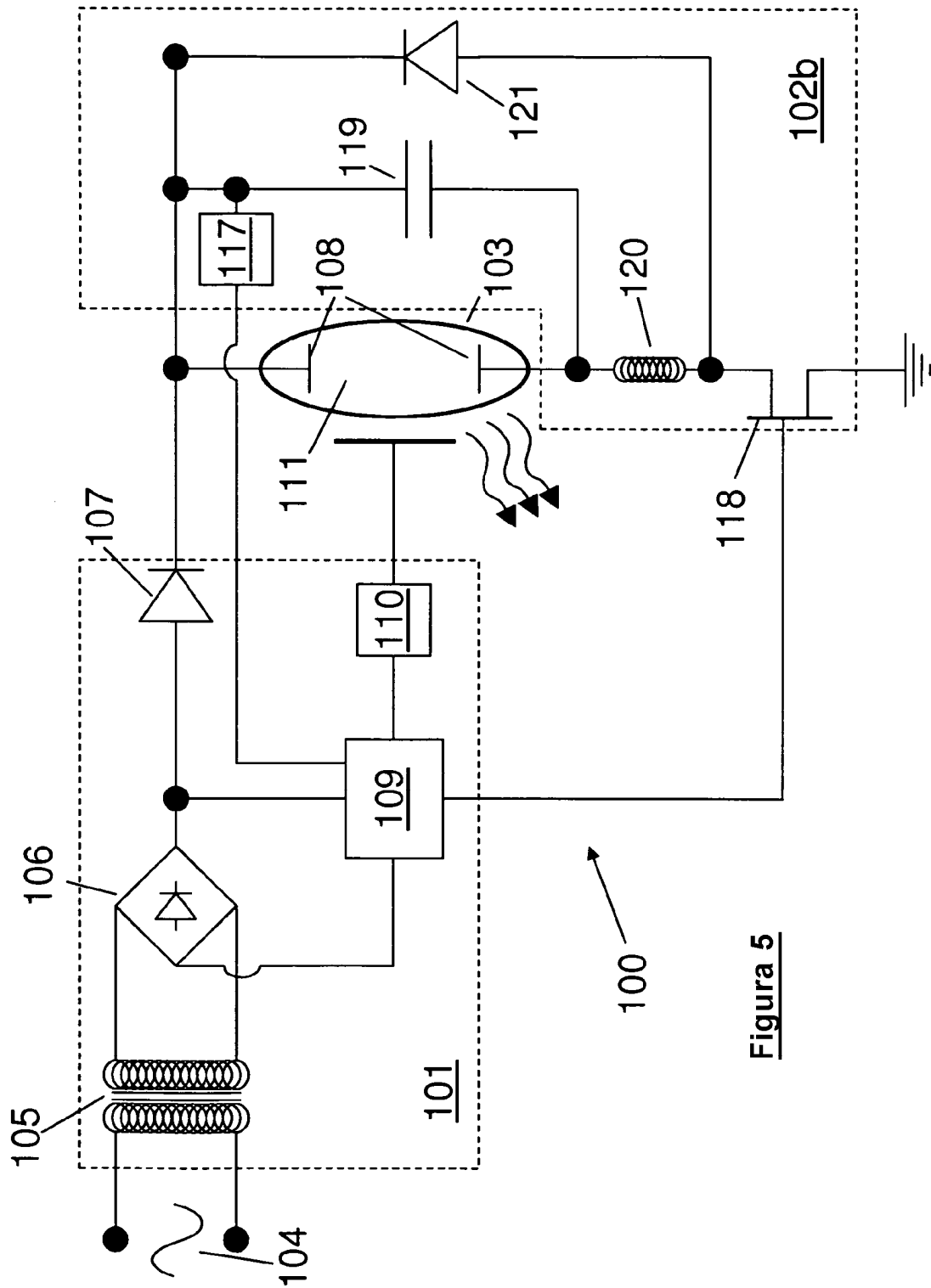


Figure 5