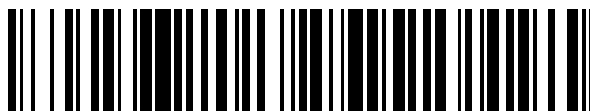


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 210**

51 Int. Cl.:

**H01L 41/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2012** **E 12772362 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016** **EP 2748875**

54 Título: **Método para activar una carga capacitativa y su circuito correspondiente**

30 Prioridad:

**26.08.2011 GB 201114812**

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

**27.06.2016**

73 Titular/es:

**GLOBAL INKJET SYSTEMS LIMITED (100.0%)**  
**The Jeffreys Building, Cowley Road**  
**Cambridge, Cambridgeshire CB4 0DS, GB**

72 Inventor/es:

**PENBERTH, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 575 210 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 activar una carga capacitativa y su circuito correspondiente

Esta invención se refiere a un método y a un circuito de activación o excitación para activar cargas capacitativas, por ejemplo, actuadores piezoeléctricos para las matrices de los cabezales de impresora.

- 5 El material piezoeléctrico actúa como una carga capacitativa y la capacitancia es proporcional al número de actuadores piezoeléctricos que actúan en una matriz en un momento dado. Una matriz de cabezal de impresora puede comprender dichos actuadores piezoeléctricos. El material piezoeléctrico tiene varias ventajas destacadas sobre los actuadores mecánicos alternativos incluyendo un tamaño pequeño, bajo consumo de energía y capacidad de respuesta a alta velocidad.
- 10 En la técnica se conoce un número de circuitos de activación para activar dichos actuadores piezoeléctricos. Por ejemplo, la patente de los EE.UU. N° 4.749.897 describe un circuito de activación usado para controlar el desplazamiento mecánico del elemento piezoeléctrico hasta un valor objeto deseado, por el que se controla la cantidad de energía almacenada en un transformador para controlar el desplazamiento mecánico del elemento piezoeléctrico. Sin embargo, el transformador usado para proporcionar tal funcionalidad requiere un tamaño muy
- 15 grande para que pueda almacenar una gran cantidad de energía cuando se demanda una alta velocidad de respuesta y mucha energía para controlar el desplazamiento del elemento piezoeléctrico. Dichos transformadores de gran tamaño no son prácticos en los circuitos corrientes actuales, y la carga/descarga controlada de la carga capacitativa en un circuito que tiene estos transformadores de gran tamaño requiere complejos circuitos de seguridad.
- 20 Para conseguir un control preciso, resulta evidente que la forma de onda del voltaje de activación debe tener velocidades de respuesta a la subida y bajada medias muy controladas, del orden de unos pocos V/ $\mu$ secs. La patente de los EE.UU. N° 5.036.263 describe un circuito de activación para un material piezoeléctrico que usa una pluralidad de señales de impulsos para cargar un condensador con una carga suficiente, y que usa la energía almacenada en el condensador para cargar un actuador piezoeléctrico. Sin embargo, un circuito de este tipo no
- 25 proporciona un control preciso de la velocidad de respuesta de subida y bajada de la forma de onda de voltaje aplicada al actuador piezoeléctrico, y por tanto el control del actuador es limitado. Se pueden encontrar ejemplos adicionales de la técnica anterior en los documentos de las patentes EP 2254170, US 2009/090333 y DE 19958262.
- Por consiguiente, en un primer aspecto, se proporciona un método para accionar una carga capacitativa usando una forma de onda de voltaje objeto, la forma de onda de voltaje objeto tiene una traza que comprende un voltaje de
- 30 cresta y un componente de tiempo de subida de voltaje y un componente de tiempo de bajada de voltaje medios, en donde la traza comprende al menos un escalón de voltaje en cada uno de los componentes de tiempos de subida y de bajada de voltaje, el método comprende: detectar un valor de voltaje representativo de un valor de voltaje de la carga capacitativa; comparar sustancialmente de manera continua el valor del voltaje detectado con la forma de onda del voltaje objeto; suministrar energía desde una entrada a una salida para cargar una carga capacitativa para
- 35 obtener un voltaje de cresta y una velocidad de respuesta de subida media en respuesta continua a la comparación del valor de voltaje detectado con la forma de onda de voltaje objeto; descargar la carga capacitativa para obtener una velocidad de respuesta de bajada media en respuesta continua a la comparación del valor de voltaje detectado con la forma de onda del voltaje objeto, y devolver la energía descargada de la carga capacitativa a la entrada.
- La ventaja de tal método es que la carga capacitativa es activada de una manera controlada, regulada y
- 40 predeterminada. Además, al activar una carga capacitativa variable con una forma de onda de voltaje predeterminada que tiene velocidades de subida y bajada medias se elimina el requisito de fuentes de alimentación innecesariamente grandes.
- Además, la energía usada para cargar la carga capacitativa se recicla en el sistema devolviendo la energía de la carga capacitativa de descarga a la entrada. El uso de tal funcionalidad asegura que la energía media extraída de la
- 45 fuente de alimentación sea solamente la requerida para suplir pérdidas del sistema.
- De preferencia, el método comprende además: permitir un primer camino de carga entre una fuente de alimentación y una inductancia y un primer camino de descarga desde la inductancia para que la inductancia se cargue a partir de la fuente de alimentación; desactivar el primer camino de carga y activar y desactivar selectivamente el primer
- 50 camino de descarga para que la corriente fluya desde la inductancia a la carga capacitativa a través de un segundo camino de carga para conseguir la velocidad de respuesta de subida media; activar y desactivar selectivamente un segundo camino de descarga para la carga capacitativa descargue por medio de un lado primario de un transformador para conseguir la velocidad de bajada media, por lo que se induce voltaje en un lado secundario del transformador y éste es usado para recargar la fuente de alimentación.
- Por tanto, otras ventajas de la invención presente son que al usar el circuito de activación descrito anteriormente, el
- 55 circuito puede adaptarse a los requisitos de una(s) carga(s) capacitativa(s) variable(s) mediante la modulación del ancho del impulso (PWM) de una corriente de carga/descarga fija para que la corriente media sea la que necesita(n) la(s) carga(s).

De preferencia, el método comprende además: comparar la corriente del primer camino de descarga con un valor de corriente de referencia predeterminado y selectivamente activar y desactivar el primer camino de carga para tratar de mantener un nivel de carga en la inductancia predeterminado; y comparar la carga de la carga capacitativa con la forma de la onda del voltaje objeto y desactivar selectivamente el primer camino de descarga y desactivar el segundo camino de descarga para cargar la carga capacitativa.

Ventajosamente, la inductancia mantiene un nivel predeterminado de carga que proporciona suficiente carga a la inductancia para conseguir la velocidad de respuesta media y el voltaje de cresta en un período de tiempo determinado.

Según un segundo aspecto, la invención proporciona un circuito de activación para activar una carga capacitativa usando una forma de onda de voltaje objeto, la forma de onda objeto tiene una traza que comprende un voltaje de cresta y un componente de tiempo de subida de voltaje medio y un componente de tiempo de bajada de voltaje medio, en donde la traza comprende al menos un escalón de voltaje en cada uno de los componentes de tiempo de subida y de bajada de voltaje, el circuito comprende: una entrada para ser aplicada a una fuente de alimentación; una inductancia que tiene un primer electrodo conectado a la entrada a través de un primer camino de carga, que incluye un primer dispositivo de conmutación, y un segundo electrodo conectado a un primer camino de descarga que incluye un segundo dispositivo de conmutación y a una salida del circuito para cargar selectivamente una carga capacitativa a través de un segundo camino de carga; un transformador que tiene un lado primario conectado entre un segundo camino de descarga que incluye un tercer dispositivo de conmutación y la salida del circuito para descargar selectivamente la carga capacitativa, el transformador tiene además un lado secundario conectado a la entrada; y un controlador conectado a los dispositivos de conmutación primero, segundo y tercero.

La ventaja de un circuito de este tipo es que la carga capacitativa es activada de una manera controlada, regulada y predeterminada. Además, al activar una carga capacitativa variable con una forma de onda de voltaje predeterminada que tiene velocidades de subida y bajada medias se elimina el requisito de grandes fuentes de alimentación. Y además, tener dispuesto un camino de descarga desde la carga capacitativa a la entrada permite que el sistema devuelva la energía descargada desde la carga capacitativa a la entrada. Dicha funcionalidad hace que no sean necesarios circuitos de control muy complejos para eliminar con seguridad el calor que de otra manera estaría presente en el sistema.

De preferencia, en el uso y en respuesta a la forma de onda objeto, el controlador: activa el primer camino de carga y el primer camino de descarga para que la inductancia se cargue desde la fuente de alimentación; desactiva la primera carga y el segundo camino de descarga y selectivamente activa y desactiva el primer camino de descarga para que la corriente fluya desde la inductancia a la salida para cargar la carga capacitativa a través del segundo camino de carga para conseguir una velocidad de respuesta de subida media y el voltaje de cresta; activa y desactiva selectivamente el segundo camino de descarga, para que la carga capacitativa descargue a la entrada por medio de los lados primario y secundario del transformador para conseguir la velocidad de respuesta de bajada media. El circuito comprende un circuito divisor de voltaje para detectar el voltaje de la carga capacitativa.

Por tanto, otras ventajas de la invención presente son que al usar el circuito de activación descrito anteriormente, el circuito puede adaptarse a los requisitos de una(s) carga(s) capacitativa(s) variable(s) mediante la modulación del ancho del impulso (PWM) de una corriente de carga/descarga fija para que la corriente media sea la que necesita(n) la(s) carga(s).

De preferencia, el circuito de activación comprende, además, un primer comparador diferencial que tiene una primera entrada conectada al primer camino de descarga, una segunda entrada conectada al controlador para recibir un valor de referencia predeterminado del controlador y una salida, por medio de la que el comparador diferencial compara la corriente del primer camino de descarga con el valor de referencia predeterminado, por lo que una señal de la salida del primer comparador diferencial puede controlar el primer elemento de conmutación para tratar de mantener un nivel predeterminado de carga en la inductancia.

El primer comparador diferencial asegura que el circuito intente mantener una carga establecida en el inductor, incluso cuando el circuito está en el proceso de carga/descarga de la carga capacitativa.

De preferencia, el circuito de activación comprende además un segundo comparador diferencial que tiene una primera entrada conectada al circuito divisor de voltaje y una segunda entrada conectada al controlador para recibir la forma de onda objeto del controlador y una salida, por la que el segundo comparador diferencial compara el voltaje de la carga capacitativa con la forma de onda objeto y, por el que una señal de la salida del segundo comparador diferencial puede controlar los elementos de conmutación para controlar la carga y descarga de la carga capacitativa.

El segundo comparador diferencial permite que el sistema compare el voltaje atenuado con la forma de onda de entrada objeto y su salida es usada por el controlador para determinar la funcionalidad del circuito.

De preferencia, el circuito de activación comprende además un condensador en paralelo con la carga capacitativa, y en donde, un componente de bloqueo está conectado entre el primer camino de carga y masa. El componente de bloqueo es un dispositivo semiconductor tal como un transistor MOSFET y/o un diodo y, en donde los dispositivos de

conmutación son dispositivos semiconductores tales como transistores MOSFET.

El condensador en paralelo con la carga capacitativa permite la operación del circuito de activación con una carga de capacitancia nula.

5 De preferencia, un cuarto elemento de conmutación controla selectivamente la operación del circuito divisor de voltaje, en el que el cuarto elemento de conmutación es controlable por el controlador.

10 El cuarto elemento de conmutación está dispuesto en paralelo con un componente del circuito divisor de voltaje para descargar este componente. El divisor de voltaje, que está referenciado a masa, puede consistir en un par de condensadores conectados en serie entre sí y en paralelo con la carga capacitativa. Por tanto, al disponer un elemento de conmutación en paralelo con un condensador es posible descargar este condensador, reajustando de esta manera el divisor de voltaje. Sin embargo, los divisores de voltaje pueden comprender resistencias, condensadores o inductores o cualquier combinación de éstos.

De preferencia, el controlador es comunicable con dispositivos exteriores y en donde el controlador comprende una pluralidad de dispositivos discretos que se pueden comunicar entre sí.

15 Al poder comunicarse con dispositivos exteriores, el controlador puede ser usado para recibir instrucciones de varios recursos, por ejemplo de una persona, Internet, bibliotecas de datos.

De preferencia, el componente de tiempo de subida de voltaje medio comprende al menos un período de subida y el componente de tiempo de bajada de voltaje medio comprende al menos un período de bajada, los periodos de subida y bajada donde cada uno tiene al menos una duración "on", y "off".

20 Mediante el uso de formas de ondas de voltaje escalonadas que tienen escalones definidos en el circuito, es posible controlar la carga de la carga capacitativa para conseguir voltajes de carga capacitativa predeterminados más altos de los que normalmente pueden conseguirse.

Una realización de la invención se describe a continuación con más detalle, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos, en los que:

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un circuito de activación;

25 La Figura 2a muestra una traza de una forma de onda de voltaje de entrada objeto para ser usada en el circuito de la Figura 1;

La Figura 2b muestra una traza que representa una pluralidad de escalones de subida de una forma de onda de voltaje de entrada objeto superpuestos a una traza de salida del circuito de la Figura 1; y

30 La Figura 2c muestra una traza que representa una pluralidad de escalones de bajada de una forma de onda de voltaje de entrada objeto superpuestos a una traza de salida del circuito de la Figura 1;

35 La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un circuito de activación. Específicamente, la Figura 1 describe un circuito de activación 1 que puede conducir una carga capacitativa variable 2 usando una forma de onda objeto predeterminada de 150V. La forma de onda objeto se describe en detalle a continuación haciendo referencia a las Figuras 2a, 2b y 2c. Aunque la forma de onda objeto usada en esta realización tiene un voltaje relativamente alto, se puede usar cualquier intervalo de voltajes adecuado.

La carga capacitativa 2 puede ser un actuador piezoeléctrico, u otra(s) de dicha(s) carga(s) capacitativa(s). La capacitancia de la carga capacitativa 2 usada en esta realización está dentro del intervalo de hasta 20nF, pero, dependiendo de la aplicación donde se usa el circuito de activación, no está limitada a este intervalo.

40 El circuito de activación 1 incluye una entrada 3 conectada a una fuente de alimentación 4, una salida 5, conectada a la carga capacitativa 2, una inductancia 6 conectada entre la entrada 3 y la salida 5, y un transformador 7 conectado entre la salida 5 y la entrada 3 en paralelo con la inductancia 6. El transformador comprende un primer inductor, es decir, el lado primario 8 acoplado a un segundo inductor, o sea, el lado secundario 9 de tal manera que el transformador 7 actúa como un transformador de retroceso en el circuito. Tales disposiciones de transformador de retroceso son bien conocidas por las personas expertas en la materia. La fuente de alimentación usada en esta  
45 realización es una fuente de alimentación de 24V pero, dependiendo de la aplicación, no está limitada a 24V únicamente.

50 El circuito de activación 1 incluye además un primer elemento de conmutación 10, conectado entre la entrada 3 y un primer electrodo de la inductancia 6 para activar y desactivar selectivamente un primer camino de carga entre la entrada 3 y por tanto la fuente de alimentación 4 y la inductancia 6. El circuito de activación 2 comprende además un segundo elemento de conmutación 30 conectado entre el primer camino de carga y masa, después del primer elemento de conmutación 10 y antes de la inductancia 6. La operación del primero y del segundo elementos de conmutación 10 y 30 son mutuamente excluyentes. La funcionalidad del circuito de activación 1 se mantiene si el elemento de conmutación 30 es reemplazado por un diodo que tiene su ánodo conectado a masa y su cátodo

conectado al primer camino de carga.

Además, un tercer elemento de conmutación 11, está conectado entre un segundo electrodo de la inductancia 6 y masa, por medio de una resistencia 24, para permitir activar y desactivar selectivamente un primer camino de descarga, mientras que un segundo camino de carga incluye un diodo 15, que tiene su ánodo conectado al segundo electrodo de la inductancia 6 y su cátodo conectado a la salida 5.

Un cuarto elemento de conmutación 12 está conectado entre un primer electrodo del lado primario 8 del transformador 7 y masa para activar y desactivar selectivamente un segundo camino de descarga para descargar la carga capacitativa 2 por medio del lado primario 8 del transformador 7 por el que un segundo electrodo del lado primario 8 del transformador 7 está conectado a la salida 5.

Un controlador 13 está dispuesto en el circuito de activación para controlar los elementos de conmutación 10, 11, 12, 30. Los elementos de conmutación 10, 11, 12, 30 son de preferencia elementos de circuito que incluyen un transistor, que puede ser un MOSFET de canal N (por ejemplo, un International Rectifier IRF6785), y pueden incluir otros componentes según se requiera para funcionar según se requiera, como resulta evidente para los expertos en la materia, por ejemplo, resistencias, condensadores y/o un activador de medio puente de alta velocidad (LTC4444) para activar el MOSFET. En la realización presente, el controlador 13 usa señales de modulación del ancho de pulso (PWM) para controlar los elementos de conmutación 10, 11, 12 y 30 y a continuación se describe dicha funcionalidad.

El segundo camino de descarga incluye un diodo 28 que tiene su ánodo conectado al primer electrodo del lado primario 8 del transformador 7 y su cátodo conectado al cuarto elemento de conmutación 12. Un diodo 16 está dispuesto entre el lado secundario 9 del transformador 7 y la entrada 3, con su ánodo conectado al lado secundario 9 del transformador 7 y su cátodo conectado a la entrada 3. Resulta evidente por tanto, que el cátodo del diodo 16 puede, en efecto, estar conectado a la fuente de alimentación 4 cuando está conectado a la entrada 3.

Además, un condensador 32 conectado entre masa y el segundo camino de descarga, entre la salida 5 y el lado primario 8 del transformador 7, está, por tanto, colocado en paralelo con la carga capacitativa 2. El condensador 32 proporciona una capacitancia fija para reducir la variación total de la carga capacitativa 2, asegurando de esta manera que el intervalo de corriente global requerido por la carga capacitativa 2 está dentro de los límites prácticos para un circuito de este tipo. En el circuito de activación presente el condensador 32 es de 10nF, y, por tanto, el uso de un condensador de 10nF 32 junto con la carga capacitativa 2 de 20nF reduce el intervalo de corriente requerido para alimentar la carga capacitativa de 3:1 aproximadamente. Además, el condensador 32 asegura que el circuito de activación 1 puede funcionar cuando la capacitancia de la carga capacitativa 2 es 0F (cero faradios).

Cuando los elementos de conmutación primero y tercero 10, 11 están cerrados, el primer camino de carga entre la entrada 3 y el primer electrodo de la inductancia 6 y el primer camino de descarga entre el segundo electrodo de las inductancias y masa está activado, y la inductancia 6 es cargada por la fuente de alimentación 4, por medio de la entrada 3. Mientras se carga la inductancia 6, el segundo y cuarto elementos de conmutación 30, 12 deben estar abiertos. En cuanto la inductancia 6 está cargada puede ser usada para cargar la carga capacitativa 2. Esto ocurre abriendo los elementos de conmutación primero y tercero 10 y 11, mientras que se mantiene el cuarto elemento de conmutación 12 en una posición abierta. Por tanto, la corriente del inductor fluye a través del diodo 15 a través de la salida 5 para cargar la carga capacitativa 2. Para interrumpir la carga de la carga capacitativa 2, se cierra el elemento de conmutación tercero 11.

Para descargar la carga capacitativa 2, se cierra el cuarto elemento de conmutación 12, permitiendo de esta manera que la carga capacitativa 2 se descargue a través del segundo camino de descarga que incluye el lado primario 8 del transformador 7 y el diodo 28, puesto a masa. A medida que la carga capacitativa 2 se descarga a través del lado primario 8 del transformador 7, la energía es almacenada en el lado primario 8 del transformador 7. Resulta evidente que cuando se cierra el conmutador 12, el diodo 16 tiene invertida la polarización. La descarga de la carga capacitativa a través del lado primario 8 induce un voltaje en el lado secundario 9, pero como el diodo 16 tiene invertida la polaridad no circula corriente por el lado secundario 9. Cuando se vuelve a abrir el conmutador 12, el diodo 16 tiene polarización directa y la energía almacenada en el lado primario 8 se transfiere al lado secundario 9 a través del diodo 16 y vuelve a la fuente de alimentación 4 por medio de la entrada 3.

Resulta evidente que tal funcionalidad de carga/descarga requiere una estricta regulación para asegurar que la inductancia 6 se carga/descarga según se requiere, y además para asegurar que la carga capacitativa 2 se carga/descarga según se requiere.

Por tanto, para controlar la carga de la inductancia 6 por la fuente de alimentación 4, se usa un comparador de corriente diferencial 19 para comparar la corriente en el primer camino de descarga con un valor de referencia predeterminado proporcionado por el controlador 13. Una entrada negativa del comparador diferencial de corriente 19 está conectada al primer camino de descarga entre el segundo elemento de conmutación 11 y la resistencia 24, mientras que una entrada positiva del comparador diferencial 19 está conectada al controlador 13 para recibir el valor de referencia predeterminado de la corriente requerida del controlador 13. Se usa una salida del comparador diferencial 19 como una entrada al controlador 13 que puede controlar los elementos de conmutación 10, 11, 12, 30

dependiendo de la salida del comparador diferencial 19.

Cuando los elementos de conmutación 10 y 11 están cerrados, la inductancia 6 se carga y el nivel de carga es detectado por la resistencia 24. El comparador de corriente diferencial 19 compara el nivel de carga detectado en la resistencia 24 con un nivel de referencia desde el controlador 13 y cuando la corriente que pasa por la inductancia 6 ha alcanzado el nivel predeterminado, el conmutador 10 es abierto impidiendo de esta manera una mayor carga de la inductancia 6. La inductancia 6 intenta mantener el flujo de corriente, y la corriente sigue fluyendo a través del primer camino de descarga con una velocidad de bajada que depende de la caída de resistividad de la resistencia 24. Por tanto, si el nivel de corriente baja por debajo del nivel requerido, el primer elemento de conmutación 10 es cerrado y la inductancia 6 se carga como antes al nivel de referencia.

El circuito comparador de corriente 19 tiene un nivel de histéresis por lo que la recarga solamente se reinicia cuando la carga de inductancia 6 haya decaído por debajo del nivel de histéresis. El comparador diferencial 19 puede ser un comparador de velocidad Maxim Ultra High (MAX961), y es evidente para personas expertas en la técnica que el comparador diferencial 19 puede requerir circuitos adicionales para asegurar la correcta funcionalidad dependiendo de la aplicación, tales como, por ejemplo, resistencias, condensadores, capacidades de la fuente de alimentación y puntos de masa.

Para controlar la operación del primer y segundo elementos de conmutación 10, 30, una compuerta NOT 42 (por ejemplo, una Texas Instruments SN7404N), está dispuesta entre el primer y segundo elementos de conmutación 10, 30 para controlar los elementos 10, 30 de tal manera que su operación es mutuamente excluyente basándose en la salida del comparador diferencial 19.

Sin embargo, pueden usarse otras configuraciones/elementos para controlar la operación de los elementos de conmutación 10, 30. Por ejemplo, se puede usar la salida del comparador diferencial 19 como una entrada a un activador MOSFET (por ejemplo el LTC4444), y usar el activador MOSFET para controlar los elementos de conmutación 10, 30 basándose en la salida del comparador diferencial 19 que proporciona una funcionalidad similar.

Además, para regular la funcionalidad de la carga/descarga de la carga capacitativa 2, dos condensadores de detección 34 y 36, conectados en serie entre el segundo camino de descarga y masa, están situados en paralelo al condensador 32, formando de esta manera un circuito divisor de voltaje. Aunque en esta realización, el divisor de voltaje comprende un par de condensadores conectados en serie entre sí, el divisor de voltaje puede estar formado por resistencias, condensadores o inductores o cualquier combinación de éstos, como resulta evidente para los expertos en la materia.

Se ha de entender que un valor de salida de carga atenuada puede ser detectado por el circuito divisor de voltaje y ser posteriormente usado como una entrada a un comparador diferencial 40. Se ha de entender que el nivel de atenuación está determinado por la relación de los valores de capacitancia de los condensadores 34 y 36. Por ejemplo, si se usan los valores de 100pF y de 3,3nF para los condensadores 34 y 36 respectivamente, la relación de atenuación es 1:34, dando de esta manera 4,412V en la entrada positiva del comparador diferencial 40 lo que representa 150V en la carga capacitativa 2. Cualquier circuito divisor de voltaje puede ser usado para detectar el voltaje atenuado en la carga capacitativa.

Además, un quinto elemento de conmutación 31, también controlable mediante el controlador 13, por medio del condensador, está dispuesto en paralelo al condensador 36, de manera que la capacitancia del condensador 36 puede ser reajustada a, o mantenida a cero según sea necesario. Se ha de entender que la puesta a cero/mantenimiento de la funcionalidad también puede conseguirse usando cualquier medio adecuado.

Como se ha descrito anteriormente, la entrada positiva del comparador diferencial 40 está conectada entre los condensadores 34 y 36, mientras que la entrada negativa del comparador diferencial 40 está conectada a una salida del controlador 13. Además, la salida del comparador diferencial 40 está conectada a una entrada del controlador 13. Por tanto el voltaje de carga de salida atenuado del condensador 36 puede ser comparado con una señal del controlador 13, y la salida del comparador diferencial 40 puede ser usada por el controlador 13 para controlar los elementos de conmutación 10, 11, 12, 30 y 31. El comparador diferencial 40 puede ser un comparador de velocidad Maxim Ultrahigh MAX961, y resulta evidente para los expertos en la materia que el comparador diferencial 40 requiere circuitos adicionales, por ejemplo, resistencias, condensadores, capacidades de la fuente de alimentación y puntos de masa para conseguir la funcionalidad deseada dependiendo de la aplicación.

La Figura 2a muestra una traza de una forma de onda de voltaje de entrada objeto 50 para ser usada en el circuito de activación 1; la Figura 2b muestra una traza que representa una pluralidad de escalones crecientes de una forma de onda de voltaje de entrada objeto superpuestos a una traza de salida del circuito de activación 1, mientras la Figura 2c muestra una traza que representa una pluralidad de escalones de bajada de una forma de onda de voltaje de entrada objeto superpuesta a una traza de salida del circuito de activación 1. Se hace referencia a elementos de la Figura 1 cuando se describen los escalones requeridos para obtener la funcionalidad deseada.

La forma de onda de voltaje de entrada 50 comprende velocidades de respuesta a la subida y a la bajada 51 y 53, definidas por una pluralidad de escalones de voltaje de subida 54, escalones de bajada 56 y un voltaje de cresta 52. Las velocidades de respuesta de subida y de bajada 51, 53 usadas en esta realización están dentro del intervalo de

40 - 50 V/μsegundos.

Cada escalón de voltaje 54 y 56 de la forma de onda de voltaje de entrada 50, comprende un período "on" y un período "off", por lo que para los escalones de voltaje de subida 54, el período "on" está definido por una subida de voltaje aguda, mientras que el período "off" está definido por un voltaje sustancialmente cero. Por el contrario, para los escalones de voltaje de bajada 56, el período "on" está definido por una bajada de voltaje aguda, mientras que el período "off" está definido por un voltaje sustancialmente cero. Cada período "on" de los escalones de voltaje de subida 54 define el período en el que la carga capacitativa 2 debe ser cargada, mientras que cada período "on" de los escalones de voltaje de bajada 56 define el período en el que la carga capacitativa 2 debe ser descargada.

Según se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 1, una forma de onda de voltaje de entrada objeto 50, según sea requerida por el usuario para activar la carga capacitativa 2, es aplicada a la entrada negativa del comparador diferencial 40 por el controlador 13. La forma de onda de voltaje de entrada 50 se compara con el valor atenuado en la entrada positiva del comparador diferencial 40 y la salida define la operación de los elementos de conmutación 10, 11, 12, 30 y 31.

Antes de cargar la carga capacitativa 2 según define la forma de onda de voltaje de entrada 50, el circuito de activación 1 carga la inductancia 6 de manera que la corriente establecida depende de la capacitancia de la carga capacitativa total, de la velocidad de respuesta del voltaje requerido y del voltaje de cresta.

Sin embargo, el valor mínimo de la corriente que pasa por la inductancia 6 está definido por la velocidad de respuesta requerida de la forma de onda de voltaje de entrada 50. Por tanto, en la realización presente, se requiere una corriente mínima de 1,2 amperios para conseguir una velocidad de respuesta de 40 V/μsegundos con una carga capacitativa de 30nF (carga capacitativa 2 (20nF) + condensador 32 (10nF)).

Cuando la carga capacitativa 2 debe ser cargada durante el período "on" 54 del primer escalón de la forma de onda de entrada de voltaje 50, el primero, tercero, cuarto y quinto elementos de conmutación 10, 11, 12, 31 del circuito de activación 1 son mantenidos abiertos por el controlador 13 activando de esta manera que el segundo camino de carga, y la corriente en la inductancia 6 fluyan a través del diodo 15 cargando la carga capacitativa 2 y el condensador 32. Según se ha descrito en detalle anteriormente, aparece un voltaje atenuado a través del condensador 36 por medio del condensador 34, proporcionando de esta manera valores de voltaje atenuados 58 en la entrada positiva del comparador diferencial 40. El comparador diferencial 40 compara el valor atenuado con la forma de onda de voltaje de entrada 50 y en cuanto el valor del voltaje atenuado 58 es igual al valor de entrada objeto 60 (es decir, la carga capacitativa 2 está suficientemente cargada), el tercer elemento de conmutación 11 es cerrado por el controlador 13, durante el período "off" del primer escalón. El tercer elemento de conmutación se activa de nuevo en el siguiente período "on" y tal funcionalidad se repite hasta que se hayan completado todos los escalones de voltaje de subida que definen la velocidad de respuesta de subida media, lo que da lugar a una velocidad de respuesta de subida media global 51, y al voltaje de cresta 52. En cuanto se ha alcanzado el voltaje de cresta 52 de la forma de onda de entrada objeto 50, el tercer elemento de conmutación 11 es cerrado y la carga capacitativa 2 no consume más corriente adicional.

Se ha de entender que cuando el elemento de conmutación 11 está cerrado, la carga de la inductancia 6 es monitorizada por el comparador diferencial 19 que detecta la corriente que pasa por la resistencia 24, de manera que si la carga de la inductancia cae por debajo de un nivel de referencia predeterminado, según define el controlador 13, el primer elemento de conmutación 10 es cerrado de manera que la inductancia 6 es recargada durante el período "off" del tiempo de subida. Según se ha descrito anteriormente, los elementos de conmutación primero y tercero 10, 11 vuelven a ser abiertos en respuesta a un período "on" de la forma de onda objeto y cesa la carga de la inductancia. Alternativamente, si la inductancia 6 es cargada al nivel de referencia predeterminado dentro del período "off", el primer elemento de conmutación 10 es vuelto a abrir por el controlador 13 y cesa la carga de la inductancia.

En cuanto se ha alcanzado el voltaje de cresta, la siguiente etapa es el primer escalón de voltaje 56 de la velocidad de respuesta de bajada 53; para los escalones de voltaje de bajada 56, cuando el valor del voltaje atenuado 58 a la entrada positiva del comparador diferencial 40 es mayor que el voltaje de entrada objeto 60 el cuarto elemento de conmutación 12 es cerrado, proporcionando de esta manera un camino de descarga para la carga capacitativa 3 por medio del lado primario 8 del transformador 7.

Según se ha descrito anteriormente, durante la descarga y mientras el elemento de conmutación 12 está cerrado, el diodo 16 tiene la polaridad invertida y la energía se almacena en el lado primario 8 del transformador 7. Cuando el valor del voltaje atenuado 58, según se detecta a través del condensador 36 en la entrada positiva del comparador diferencial 40, es igual al voltaje de entrada objeto 60, el cuarto elemento de conmutación 12 vuelve a ser abierto, lo que impide descargas adicionales de la carga capacitativa 2. Cuando el conmutador 12 es vuelto a abrir, el diodo 16 está polarizado directamente y la energía almacenada en él es transferida desde el lado primario 8 al lado secundario 9 y la energía es devuelta a la entrada 3 para ser devuelta a la fuente de alimentación 4.

Dicha funcionalidad es repetida hasta que todos los escalones de voltaje de bajada se completan dando lugar de esta manera a una velocidad de respuesta de bajada media global 53.

Esta velocidad de respuesta de subida y de bajada 51, 53 y el voltaje de cresta 52 proporcionan la forma de onda de activación necesaria para la carga capacitativa 2, independientemente de si la carga capacitativa 2 varía. Por tanto, se ha de entender que mediante modulación del ancho del pulso (PWM) de una corriente de carga/descarga fija, la corriente media es igual a la necesaria.

5 Según se muestra en las Figuras 2b y 2c, hay un sobreimpulso entre los valores de voltaje atenuados 58 y los valores de entrada objeto 60. Resultará evidente para los expertos en la materia que tal sobreimpulso se debe a que los componentes del circuito de activación 1 no son componentes ideales e invariablemente habrá un retraso en la operación de los componentes del circuito de activación 1, tales como, por ejemplo, los elementos de conmutación 10, 11, 12, 30, 31, los comparadores diferenciales 19, 40 y el controlador 13. Tales retrasos son tenidos en cuenta  
10 en la elección de los componentes usados en el circuito de activación 1. Aunque una de las ventajas del sobreimpulso se puede ver en la histéresis del comparador 40 que impide la oscilación de los elementos de conmutación 10, 11, 12 y 30, tal sobreimpulso establece un límite al número de escalones que pueden ser usados en la forma de onda objeto 50 ya que la duración del escalón debe ser significativamente mayor que el retraso de la propagación del sobreimpulso.

15 Haciendo referencia a valores adecuados de la inductancia 6, la inductancia 6 debe almacenar energía suficiente para que pase corriente suficiente por la inductancia 6 para completar el escalón de voltaje final dentro del tiempo del escalón, a la vez que la corriente inicial debe ser lo suficientemente baja para que el tiempo de carga del primer escalón de voltaje con la forma de onda de voltaje de entrada objeto sea mayor que el tiempo de reacción del comparador diferencial 40 y el tercer elemento de conmutación 11.

20 Además, la corriente que pasa por la inductancia 6 baja mientras se carga la carga capacitativa. La energía a ser transferida es  $0.5CV^2$  (0,3375J). Por tanto, la inductancia debe almacenar esta cantidad de energía mientras sigue manteniendo una corriente de 1,2A al final del escalón de carga. Resulta evidente por tanto que la energía inicial almacenada en la inductancia 6 debe tener en cuenta la energía a ser transferida más la energía residual para mantener la corriente de carga mínima. Se demuestra esta funcionalidad mediante una ecuación usando  $I_i$  como la  
25 corriente inicial:

$$0,5 * L * I_i^2 - 0,5 * L * (1,2)^2 = 0,3375 * 10^{-3}$$

Si se establece que la corriente inicial sea el doble de la corriente mínima (2,4 amperios), el valor del inductor se calcula:

$$L = 0,3375 * 10^{-3} / (0,5 * (2,4^2 - 1,2^2)) = 468,75 \mu\text{Henrios}$$

30 De manera similar, y haciendo referencia al cálculo de los valores del lado primario 8 del transformador 7, el tiempo de reacción combinado del conmutador del comparador diferencial 40, del controlador 13 y del cuarto elemento de conmutación 12 determina un intervalo adecuado de valores para el transformador 7.

Específicamente, la corriente en el lado primario 8 del transformador 7 debe subir con la suficiente lentitud para que la bajada de voltaje durante el tiempo de reacción combinado del conmutador sea menor que un escalón de voltaje  
35 de salida de bajada 62 aunque debe subir con la suficiente rapidez para completar el escalón de voltaje de bajada 62 dentro del tiempo del escalón. Además, el lado primario 8 es un inductor acoplado que opera de manera efectiva en el modo de retroceso, como resulta evidente para los expertos en la materia. Al comienzo de la descarga de la carga capacitativa 2, la corriente del lado primario 8 es efectivamente cero. Para mantener los 40 V/ $\mu$ s de la velocidad de respuesta de bajada 53 se debe subir a una media de 1,2 A. Por tanto, el tiempo de subida con 150 V a 40 V/ $\mu$ s es de 3,75 $\mu$ s y si la forma de onda objeto tiene 20 escalones, entonces cada escalón es de 187,5ns. El  
40 primer escalón de descarga aplica 150V a través del inductor y la corriente debe alcanzar un mínimo de 2,4A para proporcionar una media de 1,2A durante el escalón. Tales requisitos determinan un valor máximo de la inductancia del transformador 7 que puede calcularse usando la ecuación:

$$e = L \frac{di}{dt}$$

45 dónde:

L = Inductancia

E = Voltaje aplicado al inductor = 150V

di = Corriente continua del inductor = 2,4 A

dt = Tiempo de carga = 187,5ns

50 Reordenando la ecuación:

$$L = e \frac{dt}{di}$$

y usando los valores anteriores:

$$L = 150 \text{ V} \cdot 187,5 \text{ e}^{-9} \text{ s} / 2,4 \text{ A} = 11,7 \text{ } \mu\text{Henrios}$$

- 5 El segundo escalón de bajada se inicia con una corriente de descarga de 2,4 amperios y se descarga al voltaje objeto en menos de la mitad del tiempo del escalón, durante el resto del tiempo del escalón el devanado acoplado del inductor se descarga en la fuente de alimentación 4. El uso de tal funcionalidad asegura que la energía media extraída de la fuente de alimentación 4 sea usada para suplir las pérdidas del sistema.

Si el transformador 7 estaba operando en modo de corriente continua en estado estacionario, entonces se aplica la ecuación normal del ciclo de trabajo de un convertidor de retroceso:

- 10  $D = V_o (V_o + V_i)$  donde:

$V_o$  es el voltaje de alimentación = 24V

$V_i$  es el voltaje del condensador = 150V

D es el ciclo de trabajo

Por tanto, D es inicialmente  $24/174 = 0,14$

- 15 Cuando el voltaje combinado del condensador (carga capacitativa 2 + condensador 32) se aproxima a cero, el ciclo de trabajo D aumenta aproximadamente a 1.

Puesto que la corriente de descarga media requerida es de 1,2 amperios, la corriente de pico a 0,14 del ciclo de trabajo es de 8,6 amperios. Sin embargo, se necesitan varios escalones para llevar la rampa a este nivel durante cuyo tiempo el voltaje combinado del condensador baja y el ciclo de trabajo aumenta.

- 20 La corriente máxima se produce aproximadamente a mitad de camino por medio de la descarga (75 voltios) cuando el ciclo de trabajo es 0,24 y la corriente es de 5 amperios, y, por tanto, el transformador 7 debe ser clasificado en consecuencia, como resulta conocido para los expertos en la materia.

- 25 Resulta evidente que el controlador 13 tiene medios de comunicación 64 tales que el controlador 13 es comunicable con varios circuitos/dispositivos exteriores, y puede recibir instrucciones de ellos, y proporcionarles instrucciones a ellos. Tales circuitos/dispositivos exteriores pueden comprender ordenadores, redes y/o módems para controlar los elementos de conmutación 10, 11, 12, 30, 31 en respuesta a entradas del usuario, u otros circuitos/dispositivos adecuados conocidos por los expertos en la materia para controlar los circuitos/dispositivos. Tales entradas de usuario pueden tener la forma de formas de onda objeto que a su vez pueden tener la forma de software almacenado en el controlador 13 o en un circuito/dispositivo exterior. Aunque se representa como una sola entidad combinada, el controlador 13 puede comprender un número de dispositivos discretos.

- 30 Por tanto, las ventajas de la invención presente son que al usar el circuito de activación descrito anteriormente, el circuito puede adaptarse a los requisitos de una(s) carga(s) capacitativa(s) variable(s) modulando el ancho del pulso (PWM) de una corriente de carga/descarga fija de manera que la corriente media es igual a la que necesita(n) la(s) carga(s). Además, las velocidades de respuesta y los voltajes predeterminados de las formas de onda pueden ser modificados dinámicamente según se requiera para generar formas de onda para una multitud de aplicaciones.

- 35 Por otra parte, se usa una inductancia para cargar la carga capacitativa, por medio de la que la energía usada para cargar la carga capacitativa es reciclada en el sistema, mediante la devolución de la energía de la descarga de la carga capacitativa a la fuente de alimentación. El uso de dicha funcionalidad asegura que la energía media extraída de la fuente de alimentación sea solamente la requerida para suplir las pérdidas del sistema.

- 40 Además, la reducción de la energía requerida para un dispositivo que usa la invención presente, en comparación con un dispositivo que no usa la invención presente, permite el uso de fuentes de alimentación de bajo voltaje, disipadores de calor más pequeños y circuitos de control de calor menos complejos, lo que da lugar a un mayor ahorro del costo y del espacio.

- 45 Se apreciará que aunque sólo se ha descrito en detalle una realización particular de la invención, una persona experta en la materia puede hacer varias modificaciones y mejoras sin apartarse del alcance de la invención presente. Por ejemplo, aunque se ha usado un MOSFET como ejemplo de un elemento de conmutación, se ha de entender que no se pretende que otros dispositivos puedan ser usados en su lugar. Además, el circuito ha sido descrito en forma esquemática para que pueda ser fácilmente comprendido por expertos en la materia. Sin embargo, se apreciará que otros componentes y dispositivos pueden ser usados perfectamente en el circuito, si así se desea.

- 50 Además, aunque la forma de onda de voltaje de entrada ha sido descrita como un trapecioide simétrico, se ha de

entender que se pueden usar varias formas de onda por lo que la velocidad de respuesta puede variar por medio de las velocidades de subida y de bajada.

5 Un sector en el que tal circuito de control de actuación representa una ventaja es en las aplicaciones de las impresoras de chorro o inyección de tinta, que requieren alta velocidad, mucho control y una gran eficiencia energética. En tales aplicaciones, se usa material piezoeléctrico para deformar/activar una única cámara del inyector o tobera que contiene tinta.

10 Cuando una forma de onda de voltaje es aplicada al material piezoeléctrico, el material piezoeléctrico se deforma, causando de esta manera una deformación en la cámara del inyector y da como resultado una gotita de tinta que es eyectada desde la cámara sobre un sustrato. Por tanto, se ha de entender que la eyección de las gotitas de tinta desde la cámara del inyector está definida por la forma de onda de voltaje aplicada al material piezoeléctrico. Mediante el uso de tales técnicas, se pueden crear caracteres impresos en la superficie del sustrato de una manera fuertemente controlada.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para activar una carga capacitativa (2) usando una forma de onda de voltaje objeto (50), teniendo la forma de onda de voltaje objeto (50) una traza comprendiendo un voltaje de cresta (52) y un componente de tiempo de subida de voltaje medio (51) y un componente de tiempo de bajada de voltaje (53), en donde la traza comprende al menos un escalón de voltaje (54, 56) en cada uno de los componentes de tiempo de subida y de bajada de voltaje (51, 53), comprendiendo el método:  
5     detectar un valor de voltaje representativo de un valor de voltaje de la carga capacitativa (2);  
comparar continua y sustancialmente el valor del voltaje detectado con la forma de onda de voltaje objeto (50);  
10    suministrar energía desde una entrada (3) a una salida (5) para cargar una carga capacitativa (2) para obtener un voltaje de cresta (52) y una velocidad de respuesta de subida media (51) en respuesta continua a la comparación del valor del voltaje detectado con la forma de onda de voltaje objeto (50);  
descargar la carga capacitativa (2) para obtener una velocidad de respuesta de bajada media (53) en respuesta continua a la comparación del valor de voltaje detectado con la forma de onda de voltaje objeto (50); y  
devolver la energía descargada desde la carga capacitativa (2) a la entrada (3).  
15    2. Un método para activar una carga capacitativa (2) según la reivindicación 1, comprendiendo además:  
activar un primer camino de carga entre una fuente de alimentación (4) y una inductancia (6) y un primer camino de descarga de la inductancia (6) para que la inductancia (6) sea cargada por la fuente de alimentación (4);  
desactivar el primer camino de carga y activar y desactivar selectivamente el primer camino de descarga para que la corriente fluya desde la inductancia (6) a la carga capacitativa (2) a través de un segundo camino de carga para conseguir la velocidad de respuesta de subida media (51);  
20    activar y desactivar selectivamente un segundo camino de descarga para que la carga capacitativa (2) descargue por medio de un lado primario (8) de un transformador (7) para conseguir la velocidad de bajada media (53), de esta manera se induce energía en un lado secundario (9) del transformador (7) y se usa para recargar la fuente de alimentación (4).  
25    3. Un método para activar una carga capacitativa (2) según la reivindicación 2, comprendiendo además: comparar la corriente que pasa por el primer camino de descarga con un valor de corriente de referencia, predeterminado, y activar y desactivar selectivamente el primer camino de carga para tratar de mantener un nivel predeterminado de carga en la inductancia (6).  
30    4. Un método para activar una carga capacitativa (2) según cualquiera de las reivindicaciones 2 o la 3, comprendiendo además: comparar la carga de la carga capacitativa (2) con la forma de onda de voltaje objeto (50) y selectivamente desactivar el primer camino de descarga y desactivar el segundo camino de descarga para cargar la carga capacitativa (2).  
35    5. Un circuito de activación (1) para activar una carga capacitativa (2) usando una forma de onda de voltaje objeto (50), teniendo la forma de onda objeto (50) una traza comprendiendo un voltaje de cresta (52) y un componente de tiempo de subida de voltaje medio (51) y un componente de tiempo de bajada de voltaje medio (53), en donde la traza comprende al menos un escalón de voltaje (54, 56) en cada uno de los componentes de tiempo de subida y de bajada de voltaje (51, 53), comprendiendo el circuito (1):  
una entrada (3) para ser aplicada a una fuente de alimentación (4);  
40    una inductancia (6) teniendo un primer electrodo conectado a la entrada (3) a través de un primer camino de carga, incluyendo un primer dispositivo de conmutación (10), y un segundo electrodo conectado a un primer camino de descarga incluyendo un segundo dispositivo de conmutación (11) y a una salida (5) del circuito (1) para cargar selectivamente una carga capacitativa (2) a través de un segundo camino de carga;  
un transformador (7) teniendo un lado primario (8) conectado entre un segundo camino de descarga incluyendo un tercer dispositivo de conmutación (12) y la salida (5) del circuito (1), teniendo el transformador (7), además, un lado secundario (9) conectado a la entrada (3);  
45    y un controlador (13) conectado a los dispositivos de conmutación primero (10), segundo (11) y tercero (12).  
6. Un circuito de activación (1) para activar una carga capacitativa (2) según la reivindicación 5, en donde, en el uso, el controlador (13), en respuesta a la forma de onda objeto (50):  
50    activa el primer camino de carga y el primer camino de descarga para que la inductancia (6) sea cargada por la fuente de alimentación (4);

desactiva la primera carga y el segundo camino de descarga y activa y desactiva selectivamente el primer camino de descarga para que la corriente fluya desde la inductancia (6) a la salida (5) para cargar la carga capacitativa (2) a través del segundo camino de carga para conseguir una velocidad de respuesta de subida media (51) y el voltaje de cresta (52); y

- 5 activa y desactiva selectivamente el segundo camino de descarga, para que la carga capacitativa (2) descargue en la entrada (3) por medio de los lados primario (8) y secundario (9) del transformador (7) para conseguir la velocidad de respuesta de bajada media (53).
7. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 o la 6, en donde el circuito (1) comprende además un circuito divisor de voltaje (32, 34, 36) para detectar el voltaje de la carga capacitativa (2).
- 10 8. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a la 7, comprendiendo además un primer comparador diferencial (19) que tiene una primera entrada conectada al primer camino de descarga, una segunda entrada conectada al controlador (13) para recibir un valor de referencia predeterminado del controlador (13) y una salida, de esta manera el comparador diferencial (19) compara la corriente que pasa por el primer camino de descarga con el valor de referencia predeterminado, con lo que una señal procedente de la salida del primer comparador diferencial puede controlar el primer elemento de conmutación (10) para intentar mantener un nivel predeterminado de carga en la inductancia (6).
- 15 9. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 7 o la 8, comprendiendo además un segundo comparador diferencial (40) que tiene una primera entrada conectada al circuito divisor de voltaje (32, 34, 36) y una segunda entrada conectada al controlador (13) para recibir la forma de onda objeto (50) desde el controlador y una salida, de esta manera el segundo comparador diferencial (40) compara el voltaje de la carga capacitativa (2) con la forma de onda objeto (50) y, de esta manera una señal de la salida del segundo comparador diferencial (40) puede controlar los elementos de conmutación (10, 11, 12) para controlar la carga y descarga de la carga capacitativa (2).
- 20 10. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a la 9, comprendiendo además un condensador (32) en paralelo con la carga capacitativa (2).
- 25 11. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a la 10, en donde un componente de bloqueo (30) está conectado entre el primer camino de carga y masa.
12. Un circuito de activación (1) según la reivindicación 11, en donde el componente de bloqueo es un dispositivo (30) semiconductor.
- 30 13. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 11 o la 12, en donde el componente de bloqueo (30) es un transistor MOSFET.
14. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 11 o la 12, en donde el componente de bloqueo (30) es un diodo.
- 35 15. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a la 14, en donde los dispositivos de conmutación (10, 11, 12) son dispositivos semiconductores.
16. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a la 15, en donde los dispositivos de conmutación (10, 11, 12) son transistores MOSFET.
17. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a la 16, en donde un cuarto elemento de conmutación controla selectivamente el circuito divisor de voltaje (32, 34, 36).
- 40 18. Un circuito de activación (1) según la reivindicación 17, en donde el cuarto elemento de conmutación es controlable por el controlador (13).
19. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a la 18, en donde el controlador (13) es comunicable con dispositivos exteriores.
- 45 20. Un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a la 19, en donde el controlador (13) comprende una pluralidad de dispositivos discretos comunicables entre sí.
21. Un sistema activador del cabezal de impresora usando el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 4.
22. Un sistema activador del cabezal de impresora comprendiendo un circuito de activación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a la 20.

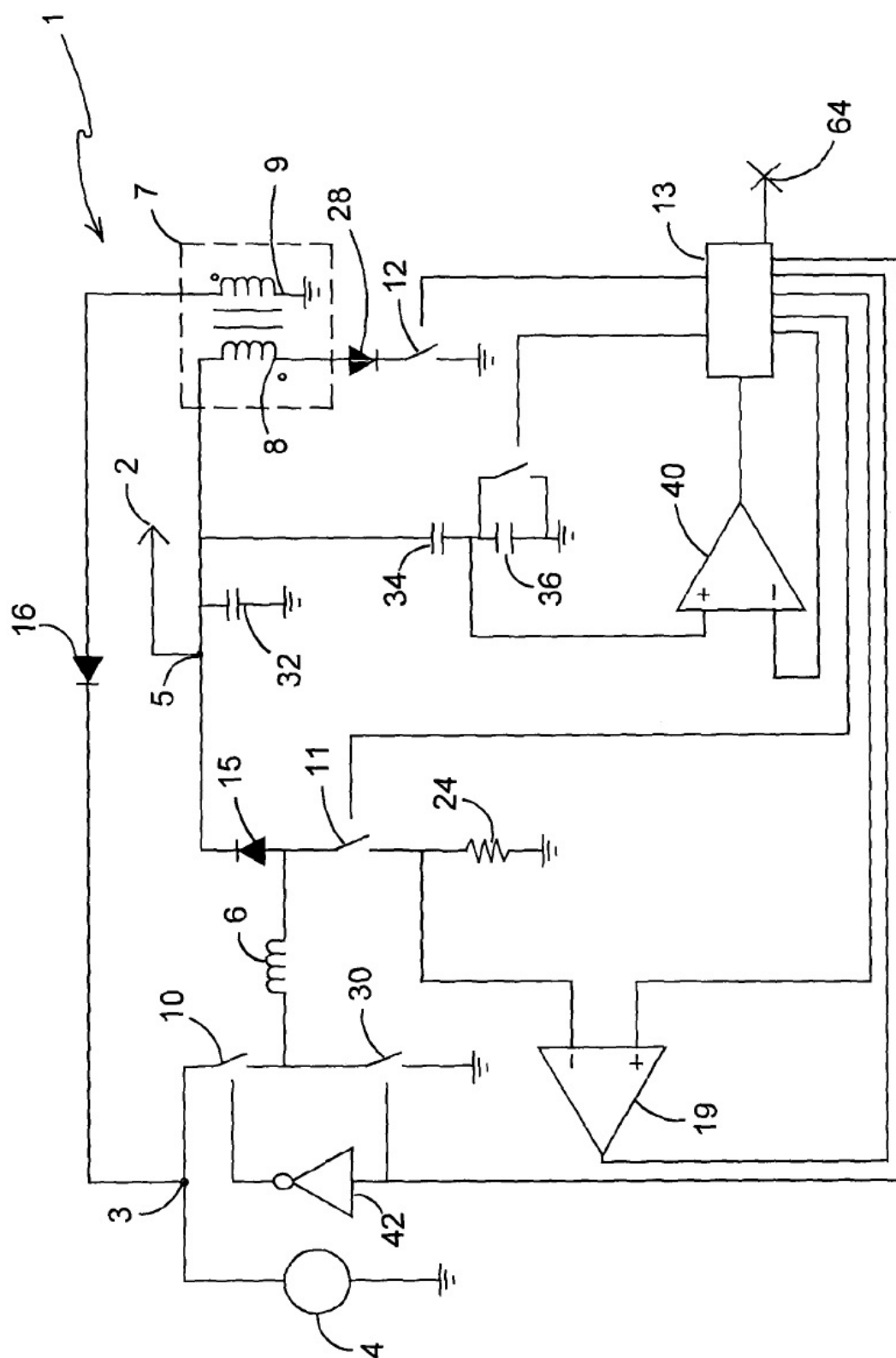


FIGURA 1

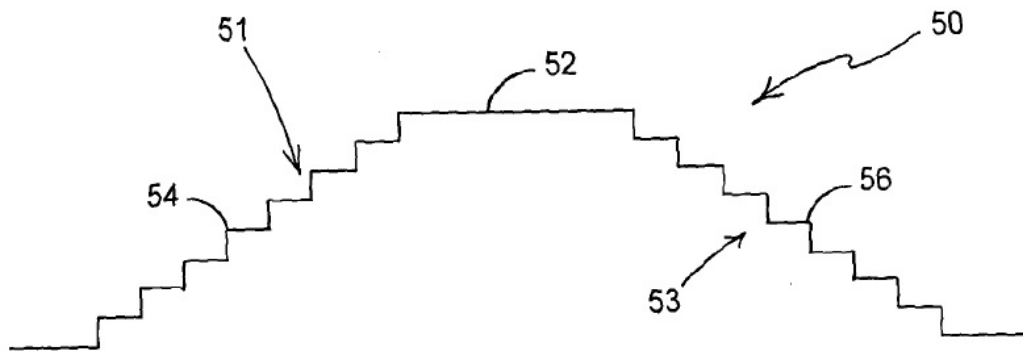


FIGURA 2a

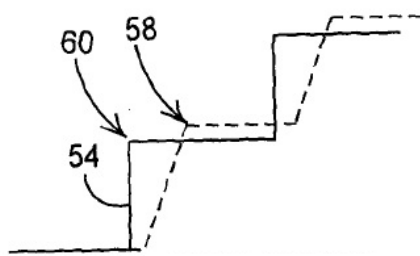


FIGURA 2b

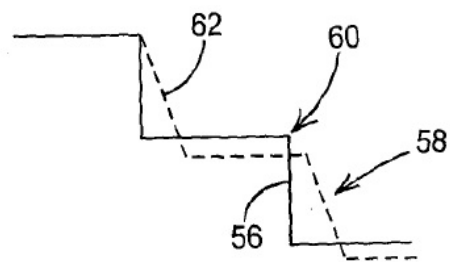


FIGURA 2c