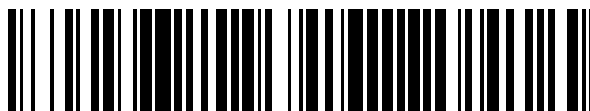


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 157**

51 Int. Cl.:
H01L 41/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07720178 .8**

96 Fecha de presentación: **05.06.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2162929**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.03.2010**

54 Título: **IMPULSOR PIEZOELÉCTRICO DE TIPO SLIP-STICK.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.12.2011

73 Titular/es:
**SPECS ZURICH GMBH
TECHNOPARKSTRASSE 1
8005 ZURICH, CH**

72 Inventor/es:
RYCHEN, Jörg

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

ES 2 370 157 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

Impulsor piezoeléctrico de tipo slip-stick.

Campo técnico

5 La invención se refiere a un impulsor piezoeléctrico de tipo slip-stick (oscilaciones de relajación) y un método para accionar dicho impulsor.

Técnica antecedente

10 Los impulsores de tipo slip-stick, también llamados impulsores inerciales o piezo-impulsores, comprenden un accionador piezoeléctrico que es deformado en primer lugar de una manera básicamente similar a una rampa para mover un primer miembro con respecto a un segundo miembro, con lo que la deformación se invierte rápidamente en una fase de transición, de modo que un movimiento de deslizamiento o de salto se genera entre los dos miembros debido a la inercia.

En la microscopia de campo cercano, el posicionamiento en grueso de la sonda con respecto a la muestra se realiza a menudo por medio de dichos impulsores. Un lento movimiento del accionador mueve el cabezal de barrido, y un movimiento hacia atrás muy rápido hará que el accionador se deslice hacia atrás sin mover el cabezal.

15 Para que dicho impulsor funcione apropiadamente, hay que generar rampas de tensión de varios cientos de voltios (habitualmente en de 10 V a 400 V) y bordes empinados en microsegundos. Esto requiere un impulsor que sea capaz de extraer corrientes con grandes picos del accionador.

Para generar las señales de impulso eléctrico para el accionador, se han usado diferentes principios:

20 1) Amplificador de clase A: Se requieren transistores de potencia y un circuito impulsor especial. Éste es un diseño complejo y difícil.

2) Amplificadores operacionales de alta tensión: Dichos amplificadores tienen corrientes de salida limitadas.

3) Diseños de transformador: Solamente adecuados para piezo-motores dedicados.

El documento US 2006/0186758 describe un impulsor de tipo slip-stick que usa un circuito puente con dos condensadores y un accionador. Otro ejemplo se encuentra en el documento US5969464.

25 Descripción de la invención

Por lo tanto, el problema a resolver por la presente invención es proporcionar un impulsor piezoeléctrico de tipo slip-stick así como un método para accionar a dicho impulsor que permita combinar un diseño de circuitos sencillo con tiempos de conmutación rápidos durante la fase de transición.

Este problema se resuelve mediante el impulsor y el método de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

30 Por consiguiente, mientras que, en la fase de rampa, el accionador piezoeléctrico se carga con una primera carga, una segunda carga se carga en un condensador. Durante la fase de transición, una transferencia de carga entre el condensador y el accionador se inicia conectando eléctricamente los mismos, lo que permite cambiar rápidamente la carga en (y por lo tanto la tensión sobre) el accionador. El salto de tensión generado de esta manera dará origen al movimiento de "deslizamiento" del impulsor.

35 Ventajosamente, y para compensar completamente el cambio de tensión durante la fase de rampa, la segunda carga es igual que pero de signo opuesto a la primera carga.

El impulsor de acuerdo con la presente invención comprende dos salidas, una primera para aplicar la tensión al accionador, y una segunda para cargar el condensador. Un conmutador se usa para conectar el accionador al condensador en la fase de transición.

40 La presente invención es particularmente adecuada para aplicaciones de posicionamiento en microscopia de campo cercano.

Breve descripción de los dibujos

45 La invención se entenderá mejor y objetos diferentes de los indicados anteriormente serán evidentes cuando se tenga en consideración la siguiente descripción detallada de la misma. Dicha descripción hace referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra una primera realización de la invención,

La figura 2 muestra los diversos rastros de tensión en la fase de inicialización, la fase de rampa y la fase de

transición, y

La figura 3 muestra una segunda realización de la invención.

Modos de realizar la invención

Definiciones:

5 La expresión “impulsor piezoeléctrico de tipo slip-stick” se usa para designar cualquier impulsor en el que un accionador piezoeléctrico se deforma en ciclos, comprendiendo cada ciclo una fase de rampa y una fase de transición. En la fase de rampa, el accionador se deforma lentamente, de modo que el sistema mecánico pueda seguir la deformación, mientras que, en la fase de transición, el accionador se deforma rápidamente y de forma opuesta a la deformación en la fase de rampa, de modo que el sistema mecánico, debido a la inercia, no sigue la deformación sino que en su lugar se desliza o salta a lo largo de una interfaz.

10 En la fase de rampa, el cambio de la tensión sobre el accionador es generalmente mucho más lento que durante la fase de transición. El término “rampa” se usa para designar rampas lineales así como no lineales, es decir rampas que tienen pendientes constantes o no constantes.

Primera realización:

15 Una primera realización de la invención se ilustra en la figura 1, que muestra un impulsor piezoeléctrico de tipo slip-stick que tiene una unidad de control 1, un impulsor 10 y un accionador piezoeléctrico 11.

20 La unidad de control 1 controla el funcionamiento del impulsor 10. En particular, controla un convertidor analógico-digital 2 para generar una tensión Ucurr. La tensión Ucurr se suministra en una fuente de corriente controlada por tensión (VCCS) 3 que genera una corriente j definida por Ucurr. Además, la tensión Ucurr es suministrada a una fuente de corriente de inversión 4, que genera una corriente -j. Ambas fuentes de corriente controladas por tensión son amplificadores que tienen una entrada de tensión y una salida de corriente.

25 La primera salida 12 del impulsor 10, concretamente la salida de la fuente de corriente controlada por tensión 3, está conectada a un terminal del accionador piezoeléctrico 11, cuyo otro terminal está a una tensión fija, tal como tierra analógica. La segunda salida 13 del impulsor 10, concretamente la salida de la fuente de corriente controlada por tensión 4, está conectada a un conmutador 14.

30 El conmutador 14 puede ser, por ejemplo, un relé en estado sólido, un ensamblaje adecuado de dispositivos semiconductores, o un relé mecánico. Es un conmutador unipolar de dos direcciones que tiene dos entradas y una salida. Una salida está conectada al terminal no conectado a tierra del accionador 11, y la otra a la segunda salida 13 del impulsor 10. La posición del conmutador puede estar controlada por la unidad de control 1. La salida del conmutador 14 está conectada a un terminal de un condensador 15, con el otro terminal del condensador 15 estando aplicado a una tensión fija, tal como tierra analógica.

En la presente descripción y en las reivindicaciones, se considera que el conmutador 14 y el condensador 15 están funcionalmente separados del impulsor 10, incluso aunque en una implementación real el impulsor 10, el conmutador 14 y el condensador 15 puedan formar una unidad común.

35 El impulsor 10 comprende además un dispositivo de medición formado por un convertidor analógico-digital 16 que mide la tensión sobre el accionador 11 y suministra el valor correspondiente de vuelta a la unidad de control 1.

El funcionamiento del dispositivo de la figura 1 se ilustra en la figura 2.

Como puede verse, el dispositivo funciona en ciclos, con cada ciclo comprendiendo una fase de rampa R y una fase de transición T así como una fase de inicialización opcional I.

40 En la fase de rampa R, la unidad de control 1 ajusta al conmutador 14 para conectar el condensador 15 a la segunda salida 13. En la presente realización, éste aumenta a continuación linealmente la tensión Ucurr que, a su vez, conduce a un aumento cuadrático de la tensión Upiezo sobre el accionador 11 así como a una disminución cuadrática de la tensión UCint sobre el condensador 5.

45 Debe observarse, no obstante, en la fase de rampa R, la tensión sobre el accionador 11 también puede aumentar (o disminuir) de diferente manera. Por ejemplo, la Ucurr podría fijarse a un valor constante, lo que conduciría a un aumento o disminución lineal de la tensión Upiezo sobre el accionador 11. Las formas para rampas adecuadas, que pueden programarse en la unidad de control 1, son conocidas por el experto en la materia.

50 En cualquier caso, en la realización de la figura 1, la carga acumulada en el accionador 11 durante la fase de rampa es sustancialmente igual que pero opuesta a la carga en el condensador 15, dado que las corrientes j, -j en la primera y segunda salidas 12 y 13 son de igual magnitud pero de signo opuesto.

La fase de rampa R viene seguida por la fase de transición T, donde la tensión Upiezo sobre el accionador 11 tendrá

que disminuir rápidamente. Para este fin, la unidad de control 1 fija la Ucurr en cero, llevando de este modo a las salidas 12 y 13 a un modo de alta impedancia. A continuación acciona el conmutador 14 para conectar el condensador 15 al accionador 11, que inicia una transferencia de carga, que restablece rápidamente la tensión sobre el accionador 11. La velocidad del deterioro de tensión en la fase de transición T viene dada por las resistencias internas del accionador 11, el conmutador 14 y el condensador 15 y puede ser, por lo tanto, alta.

Si las cargas que se acumularon en la fase de rampa sobre el accionador 11 y el condensador 15 son de magnitud exactamente idéntica pero de signo opuesto, la tensión al final de la fase de transición T será igual a la tensión en el inicio de la fase de rampa anterior R. En caso contrario, se observará un pequeño desfase.

Las fases de inicialización I, como se ilustra en la figura 3, pueden estar provistas para compensar dicho desfase y para aplicar una tensión predefinida al accionador 11 en el inicio de la posterior fase de rampa. En cada fase de inicialización, el conmutador 14 se posiciona para conectar el accionador 11 al condensador 14. A continuación, la Ucurr se establece diferente a cero hasta que una tensión de partida deseada se alcanza en el accionador 11. Con este fin, el convertidor analógico-digital 16 puede usarse para medir la tensión sobre el accionador 11, y la unidad de control 1 puede ajustar la tensión Ucurr hasta que se alcance la tensión de partida.

Además de lo anterior, el convertidor analógico-digital 16 puede usarse para determinar al menos un parámetro del dispositivo, tal como:

a) la temperatura del accionador 11: Dado que la capacidad eléctrica de muchos accionadores típicos depende de la temperatura, la carga (= integral de la corriente aplicada a lo largo del tiempo) para alcanzar una tensión dada, tal como la tensión medida por el convertidor analógico-digital 16 al final de la fase de rampa, puede usarse para derivar la temperatura del accionador;

b) una despolarización del accionador 11: Dado que la capacidad eléctrica de un accionador cambia cuando tiene lugar una despolarización (no deseada) en el accionador, la tensión medida en función de la carga suministrada al accionador permite de nuevo determinar la presencia de una despolarización; o

c) una descarga no deseada en el accionador 11: Una descarga, tal como una descarga disruptiva, puede observarse por ejemplo cuando la tensión medida por el convertidor analógico-digital 16 en la fase de rampa cae inesperadamente o no consigue subir hasta el nivel esperado.

Segunda realización:

Mientras que la primera realización permite a la unidad de control 1 un control directo de la corriente suministrada al accionador, la segunda realización de la figura 3 proporciona un control directo de la tensión. Esta realización usa dos amplificadores operacionales de alta tensión 3', 4', cuyas tensiones de salida son proporcionales a sus tensiones de entrada. Las tensiones de entrada de los amplificadores operacionales se generan, por ejemplo, por medio de dos convertidores digital-analógico diferentes 2a, 2b.

Un sensor de corriente 18 que mide la caída de tensión en una resistencia en serie R en la salida 12 se usa para medir la corriente suministrada al accionador 11. Durante la fase de rampa, conociendo la capacidad eléctrica del condensador 15, la unidad de control 1 puede suministrar una corriente de signo opuesto e igual magnitud al condensador 15, de modo que cargas iguales de signo opuesto son suministradas al accionador 11 y al condensador 15.

En la fase de inicialización I, el conmutador 14 se ajusta para conectar el accionador 11 al condensador 15, y tanto el condensador como el accionador se cargan mediante el amplificador operacional 3' y la primera salida 12.

Aparte de estas diferencias, la realización de la figura 4 funciona básicamente de la misma manera que la realización de la figura 1.

Notas generales:

La fase de inicialización I puede realizarse en cada ciclo o solamente en algunos de los ciclos, por ejemplo a intervalos dados o cuando se observa una fuerte desviación de la tensión de partida deseada.

Debe observarse que las realizaciones mostradas en las figuras no son las únicas maneras posibles para implementar la presente invención. Por ejemplo, podría usarse un híbrido de los diseños de las figuras 1 y 3, en el que un amplificador operacional genera la tensión, mientras que una fuente de corriente controlada por tensión suministra corriente al condensador 15. La fuente de corriente controlada por tensión es controlada por la unidad de control 1 para generar la misma corriente (pero opuesta) que la medida por el sensor de corriente 18.

Además, un espejo de corriente puramente analógico en lugar de una retroalimentación a través de la unidad de control 1 puede usarse para asegurar que la corriente al condensador 15 es igual en magnitud a la que pasa por el accionador 11 durante la fase de rampa R.

Ventajosamente, la conexión desde el accionador 11 al condensador 15 a través del conmutador 14 es corta y tiene baja impedancia, lo que permite obtener velocidades de conmutación más rápidas.

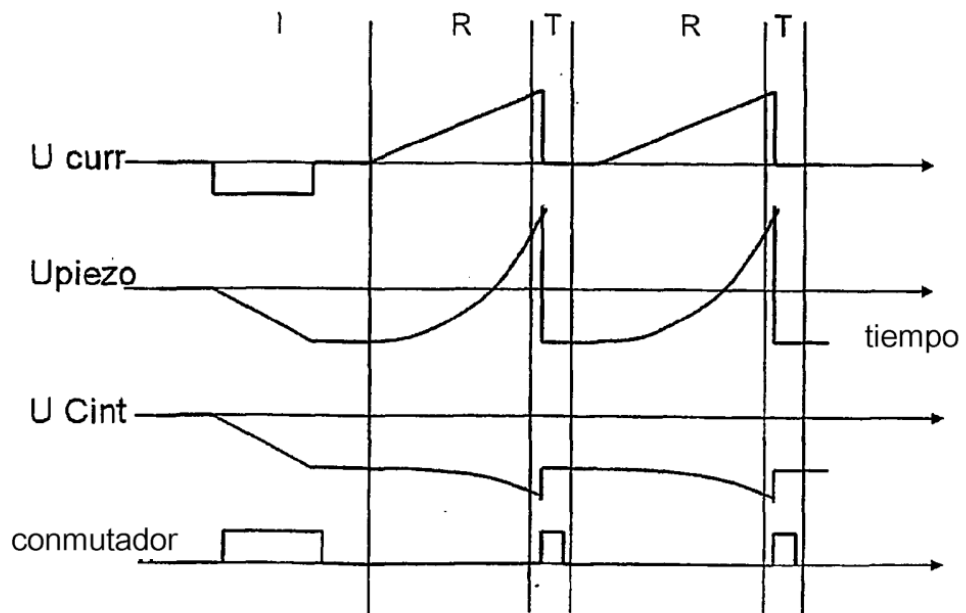
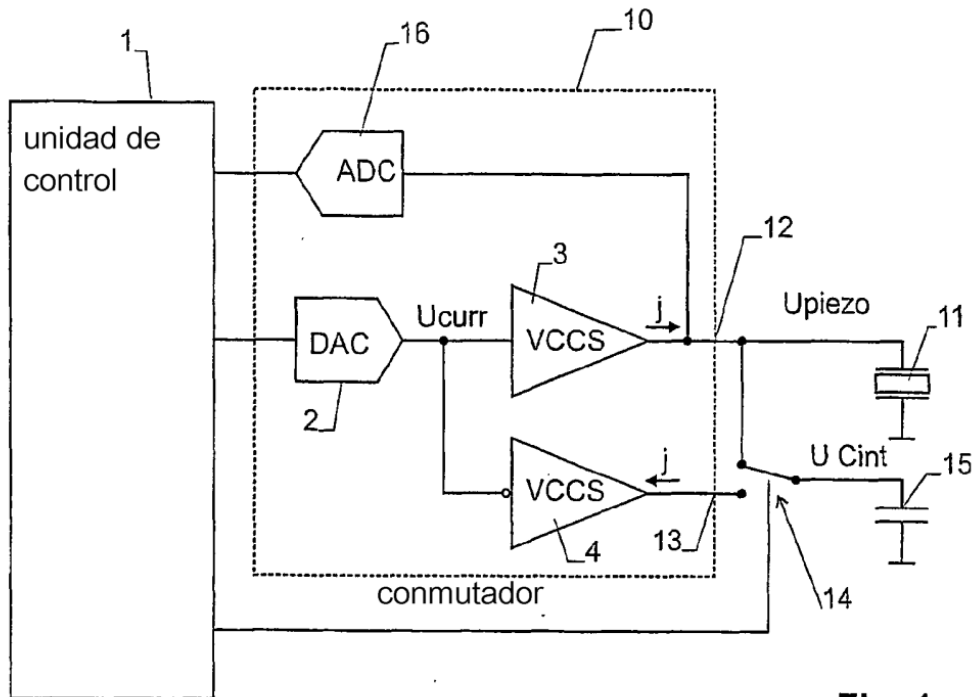
5 Debe observarse que los amplificadores en el impulsor 10, concretamente la VCCS 3, 4 o los amplificadores operacionales 3', 4', no se requieren para manejar las altas corrientes de la fase de transición. En su lugar, estas altas corrientes son manejadas por el conmutador 14. Por lo tanto, el presente diseño permite usar amplificadores más sencillos que los diseños convencionales.

Aunque en el presente documento se han mostrado y descrito realizaciones preferidas de la invención, debe entenderse claramente que la invención no está limitada a éstas sino que, por el contrario, pueden realizarse y ponerse en práctica de diversas formas dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un impulsor piezoeléctrico de tipo slip-stick que comprende al menos un accionador piezoeléctrico (11) y al menos un impulsor (10) para aplicar una tensión a dicho accionador (11), en el que dicho impulsor (10) está adaptado para accionar a dicho accionador (11) en ciclos, comprendiendo cada ciclo una fase de rampa (R) y una fase de transición (T), en el que, en dicha fase de rampa (R) una tensión sobre dicho accionador (11) varía mucho más lentamente que en dicha fase de transición (T), en el que dicho impulsor comprende
- 5 un condensador (15) y
- un conmutador (14) accionable para conectar dicho condensador (15) a dicho accionador (11), iniciando de este modo una transferencia de carga entre dicho accionador (11) y dicho condensador (15) para generar dicha fase de transición (T),
- 10 y en el que dicho impulsor (10) comprende
- una primera salida (12) para aplicar dicha tensión sobre dicho accionador (11) durante dicha fase de rampa (R) y
- una segunda salida (13) para cargar dicho condensador (15).
2. El impulsor de la reivindicación 1, que comprende además un primer amplificador (3, 3') conectado a dicha primera salida (12) y un segundo amplificador (4, 4') conectado a dicha segunda salida (13).
- 15 3. El impulsor de cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que, durante dicha fase de rampa (R), una corriente a través de dicha primera salida (12) es opuesta a una corriente a través de dicha segunda salida (13).
4. El impulsor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un dispositivo de medición (16, 18, R) que mide una corriente a través de dicho accionador (11) o una tensión sobre dicho accionador (11).
- 20 5. El impulsor de la reivindicación 4, que comprende una fuente de corriente (4) conectada a dicha segunda salida (13), en el que, durante dicha fase de rampa (R), dicha fuente de corriente (4) genera una corriente de igual magnitud que pero de signo opuesto a la corriente medida por dicho dispositivo de medición.
6. Un método para accionar un impulsor de tipo slip-stick que comprende al menos un accionador (11), en el que dicho accionador (11) es accionado en ciclos, comprendiendo cada ciclo una fase de rampa (R) y una fase de transición (T), en el que, en dicha fase de rampa (R) una tensión sobre dicho accionador (11) varía mucho más lentamente que en dicha fase de transición (T), comprendiendo dicho método las etapas de
- 25 durante dicha fase de rampa (R), cargar a dicho accionador (11) con una primera carga y cargar a un condensador (15) con una segunda carga, y
- durante dicha fase de transición (T), conectar dicho accionador (11) a dicho condensador (15), accionando un conmutador (14), iniciando de este modo una transferencia de carga entre dicho accionador (11) y dicho condensador (15) para generar un salto de tensión sobre dicho accionador (11).
- 30 7. El método de la reivindicación 6, en el que, en dicha fase de rampa (R), dicho accionador (11) y dicho condensador (15) están cargados con cargas iguales pero opuestas.
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 ó 7, en el que al menos parte de dichos ciclos comprenden una fase de inicialización (I) antes de dicha fase de rampa (R), en el que, durante al menos parte de dicha fase de inicialización, dicho accionador (11) y dicho condensador (15) están conectados y una tensión de partida deseada se aplica al accionador (11) y al condensador (15).
- 35 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que, durante dicha fase de rampa (R), una corriente que es igual que pero opuesta a una corriente suministrada a dicho accionador (11) es suministrada a dicho condensador (15).
- 40 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende la etapa de medir la corriente a través de o una tensión sobre dicho accionador (11) durante dicha fase de rampa (R).
11. El método de la reivindicación 10, en el que la corriente medida a través de o la tensión sobre dicho accionador (11) se usa para determinar al menos un parámetro entre el siguiente grupo:
- 45 a) una temperatura de dicho accionador (11),
- b) una despolarización de dicho accionador (11), y
- c) una descarga no deseada en dicho accionador (11).

12. Uso del impulsor o el método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores para aplicaciones de posicionamiento en microscopia de campo cercano.



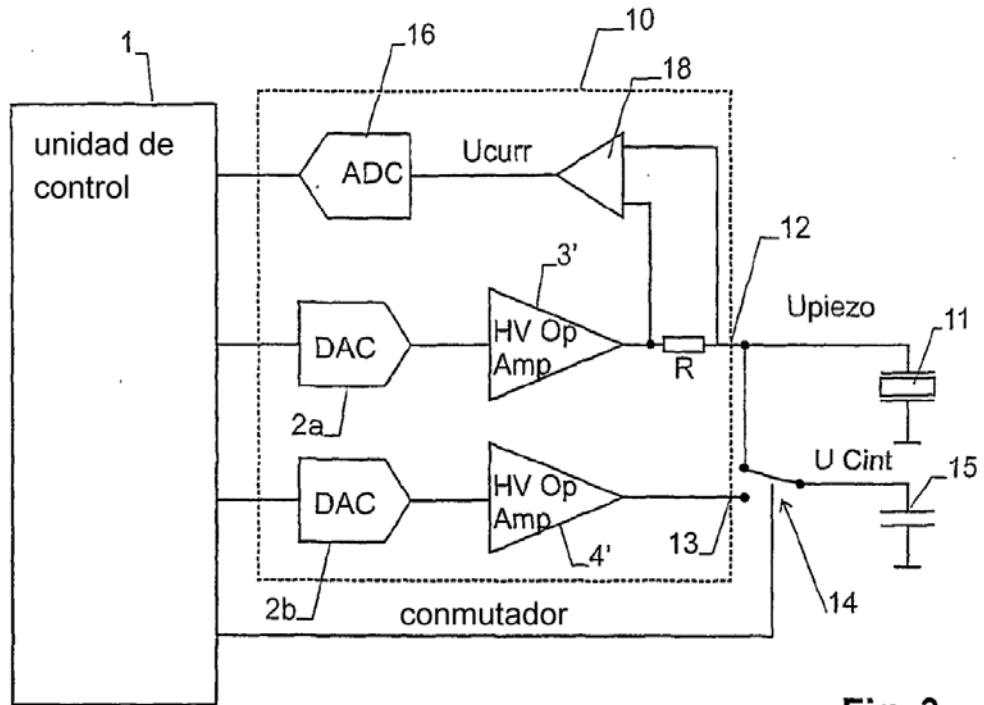


Fig. 3