

DISPOSITIVO DE ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA Y MAGNÉTICA DE TEJIDOS

CAMPO DE LA INVENCION.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la estimulación eléctrica y magnética de tejidos. En el dispositivo se incluye un circuito distribuidor de fuente múltiple. Se conectan electrodos para estimulación eléctrica, transductores para estimulación magnética o diferentes tipos de estimulación, por ejemplo, celdas peltier para estimulación con frio, generadores de calor, motores de vibración, bobinas para estimulación inductiva o la
10 combinación de los anteriores.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

Numerosos dispositivos usados para procedimientos y terapias, hasta ahora se han usado en
15 relación con el tratamiento de heridas, tratamiento de enfermedades, estimulación celular, osteogénesis, dielectrophoresis, estimulación nerviosa eléctrica transcutánea y generación de frecuencias bioactivas, las cuales son aquellas frecuencias que poseen una actividad biológica dentro del organismo humano, que traen beneficios para la salud, tratamientos quimioterapéuticos, entre otros. La aplicación de diversos tipos de estimulación y/o
20 medicamentos, ayudan a las funciones naturales de curación del cuerpo.

Los dispositivos existentes de estimulación eléctrica, magnética, capacitiva, inductiva, térmica, de vibraciones o combinaciones de las anteriores, comprenden una unidad de estimulación acoplada para al menos un transductor. Los transductores son adaptados para
25 administrar el tratamiento de estimulación de un tejido del usuario y la unidad de estimulación proporciona un número determinado de pulsos que se aplica a una frecuencia, amplitud y ancho de pulso determinados.

Para generar una correcta estimulación eléctrica, magnética, capacitiva, inductiva, térmica,
30 de vibraciones o combinaciones de las anteriores, en la cual se varía la frecuencia, la amplitud y el ancho de pulso del tren de impulsos, por parte del generador de estimulación, se requiere que la fuente de alimentación se pueda adaptar a diferentes configuraciones, intensidades de tratamiento de estimulación y otras características físicas, eléctricas, magnéticas, térmicas, de movimiento, capacitivas, inductivas o combinaciones de las
35 anteriores, definidas por la impedancia del tejido a estimular.

El estado del arte divulga dispositivos para la estimulación eléctrica o magnética, de tejidos, como, por ejemplo los divulgados por los documentos US5718662 y US5658322.

40 El documento US5718662, divulga un estimulador para tejidos neuromusculares, el cual posee una bobina que energiza en diferentes tiempos por un banco de capacitores de descarga. El banco de capacitores de descarga está conectado a un banco de circuitos de

descarga, los cuales varían la amplitud y/o la frecuencia de un tren de impulsos de estimulación, para el tejido a tratar.

El documento US5658322, divulga un sistema y un método para la generación de frecuencias bioactivas, el cual comprende, un generador de frecuencias específicas, que es controlado por una unidad de control programable. La unidad de control programable se encarga de generar una frecuencia específica o una serie de frecuencias específicas del generador de frecuencias. La invención divulga un banco de capacitores de valor constante de capacitancia, que permiten la filtración de la fuente externa, además, un usuario a través de un teclado, selecciona una frecuencia específica, una secuencia de frecuencias específicas o una serie de frecuencias programadas en la unidad de control.

Con base en lo anterior se puede notar que el dispositivo divulgado por el documento US5718662, para la estimulación eléctrica o magnética de tejidos neuromusculares, no posee una lectura del comportamiento del tejido tratado, es decir, no tiene retroalimentación del valor de la impedancia del tejido tratado. Al no tener retroalimentación, no permite conocer el proceso del tratamiento necesario para cada usuario. Por lo tanto se requiere de una amplia supervisión de médicos o personal capacitado para el uso correcto del dispositivo.

A su vez, la no retroalimentación del valor de la impedancia del tejido permite la sobreestimulación muscular que provoca fatiga en el músculo tratado, lo que eventualmente causa daños en el músculo. Al mismo tiempo, el dispositivo no permite monitorear el tratamiento del paciente, en términos de duración o niveles mínimos de esfuerzo del músculo.

Por otro lado el dispositivo divulgado por el documento US5658322, no permite un ajuste automático de la amplitud, la frecuencia y el ancho de pulso, a las propiedades del tejido en condiciones para asegurar el protocolo del tratamiento adecuado y la mejora de la seguridad. Dado que la fuente externa no permite cambiar su valor, no es posible ajustar la fuente externa en diferentes configuraciones.

Por lo tanto el estado de la técnica divulga dispositivos para la estimulación eléctrica o magnética, en tejidos. Sin embargo, estos no permiten una configuración automática del tipo de estimulación y de un correcto tratamiento para el tejido a tratar.

Además no permiten variaciones en el valor de la fuente, por lo tanto no se permite tener diferentes configuraciones para el tratamiento, es decir, si se presentan cambios en la impedancia del tejido tratado, los dispositivos no están en capacidad de operación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1, muestra un diagrama de invención, que comprende un circuito distribuidor de fuente múltiple (3) conectado a una fuente externa (2), a una unidad de control (1) y a un circuito de etapa de salida desacoplada (4).

- 5 La FIG. 2, muestra un diagrama de la invención, donde un conversor análogo/digital ADC (5) está conectado al circuito de etapa de salida desacoplada (4), el cual permite tener retroalimentación a la unidad de control (1).

- La FIG. 3, muestra en una modalidad de la invención, un diagrama de la invención, donde
10 la fuente externa (2) es una fuente dual.

- La FIG. 4, en una modalidad de la invención se muestra un diagrama para el circuito distribuidor de fuente múltiple (3), que comprende, una unidad de control (1) conectada a un circuito de *switch* controlado (16) y a un selector de salida de fuente (20). El circuito de
15 *switch* controlado (16) está conectado a un circuito regulador de voltaje (18), el circuito regulador de voltaje (18) está conectado a un limitador de corriente (19).

- La FIG. 5, en una modalidad de la invención se muestra un diagrama para el circuito distribuidor de fuente múltiple (3), donde la fuente externa (2) es una fuente dual, es decir
20 que soporta valores positivos y negativos.

La FIG. 6, en una modalidad de la invención el diagrama del circuito distribuidor de fuente múltiple (3) tiene una fuente conmutada dual.

- 25 La FIG. 7, en una modalidad de la invención se presenta el circuito distribuidor de fuente múltiple (3), usado en la presente invención.

- La FIG. 8, en una modalidad de la invención se muestra un diagrama para el circuito de etapa de salida desacoplada (4), el consiste en un circuito de etapa de amplificación (22)
30 conectado a un circuito de etapa de desacople óptico (23).

- La FIG 9, en una modalidad de la invención se presenta el circuito de etapa de salida desacoplada (4), el cual consiste en una etapa de amplificación (22), basada en amplificadores operacionales, que está conectada a un circuito de etapa de desacople óptico
35 (23), basado en optoacopladores.

- La FIG. 10, muestra un diagrama de la invención donde se conecta un interfaz de entradas y salidas I/O (24) a la unidad de control (1), que permite a un usuario interactuar con el dispositivo.

40

La FIG. 11, en una modalidad de la invención se muestra un diagrama de la invención, donde se conecta un generador de señales (27), conectado a la unidad de control (1) y al circuito de etapa de salida desacoplada (4).

- 5 La FIG. 12, en una modalidad de la invención se muestra un diagrama de la invención donde la fuente externa (2) es una fuente dual y se tiene conectado un generador de señales (27) a una unidad de control (1) y a un circuito de etapa de salida desacoplada (4).

- La FIG. 13, en una modalidad de la invención, se muestra un diagrama de la invención
10 donde la unidad de control (1) está conectada a un circuito controlador de salidas (30), el circuito controlador de salidas (30) está conectado a una interfaz de actuadores (31).

- La FIG. 14, en una modalidad de la invención, se muestra un diagrama de la invención donde la unidad de control (1) está conectada a un circuito controlador de salidas (30), el
15 circuito controlador de salidas (30) está conectado a una interfaz de actuadores (31). Además, la fuente externa (2) es una fuente dual.

- La FIG. 15, en una modalidad de la invención, se muestra un diagrama de la invención donde la unidad de control (1) está conectada a un circuito controlador de salidas (30) y a
20 un generador de señales (27), el circuito controlador de salidas (30) está conectado a una interfaz de actuadores (31).

- La FIG. 16, se presenta un circuito relay, que consiste en un transistor conectado a un relé, con control por medio de *switches*.

25

La FIG. 17, presenta un circuito para una fuente externa (2), el cual consiste en una etapa de rectificación conectada a una etapa de regulación.

Breve descripción del invento

30

- La presente invención se refiere a un dispositivo de estimulación eléctrica y magnética de tejidos que comprende un circuito distribuidor de fuente múltiple (3), un circuito de etapa de salida desacoplado (4) conectado al circuito distribuidor de fuente múltiple (3) y a una unidad de control, la unidad de control (1) conectada al circuito distribuidor de fuente
35 múltiple (3) y al circuito de etapa de salida desacoplado (4), donde la unidad de control (1) genera las salidas PE (12) y Out (13) para estimular eléctrica y magnéticamente un tejido.

Descripción detallada de la invención

- 40 Haciendo referencia a la FIG. 1; se tiene una fuente externa (2) que permite ser de directa o alterna. Un circuito distribuidor de fuente múltiple (3) se conecta a la fuente externa (2) y a una unidad de control (1). El propósito de la unidad de control (1) consiste en seleccionar

la distribución de fuente múltiple como se explicará a continuación, y en manejar las señales (9) de estimulación que se dirigen a un circuito de etapa de salida desacoplado (4) eléctrica o magnéticamente del punto a estimular.

5 El circuito de etapa de salida desacoplado (4) está conectado a su vez al circuito distribuidor de fuente múltiple (3) y a la unidad de control (1). La unidad de control (1) envía señales (9) de estimulación. El circuito de etapa de salida desacoplado (4) tiene dos salidas, PE (12) y Out (13). En las salidas PE (12) y Out (13) se conecta un transductor. Para entendimiento de la presente invención se entenderá por transductor, actuador,
10 motores, electrodos, elementos fotoeléctricos, actuadores de inducción, generadores de calor, resistencias, bobinas que generan campos magnéticos por inducción, celdas peltier, antenas o combinaciones de los anteriores.

Existen diferentes tipos de estimulación, como los conformados por el grupo de, estimulación eléctrica, magnética, capacitiva, inductiva, térmica, vibratoria, fotoeléctrica o combinaciones de los anteriores.
15

En una modalidad de la invención y haciendo referencia a la FIG. 2; se tiene una fuente externa (2) conectada al circuito distribuidor de fuente múltiple (3). El circuito distribuidor de fuente múltiple (3) a su vez está conectado a una unidad de control (1) y al circuito de etapa de salida desacoplado (4).
20

El circuito de etapa de salida desacoplado (4) es conectado a través de las salidas PE (12) y Out (13) a un circuito conversor análogo/digital ADC (5), el cual se encarga de enviar la señal (9) digitalizada del canal PE (12) y Out (13) a la unidad de control (1). La unidad de control (1), a través de las variaciones que existen en PE (12) y Out (13), toma decisiones para realimentar el circuito de etapa de salida desacoplado (4) con señales (9) de estimulación diferentes. Normalmente esas variaciones dependen de la variación en la carga que tienen los electrodos por cada uno de los canales PE (12) y Out (13).
25

30 Es decir, al tener un tejido conectado en esos puntos, ese tejido estimulado cambia su impedancia, y al cambiar su impedancia, a través del circuito conversor análogo/digital ADC (5), se monitorean variaciones de corriente y voltaje. Con esas variaciones de corriente y voltaje, se monitorean los cambios en la impedancia que se conecta. De acuerdo al cambio en la impedancia, la unidad de control (1) cambia la señal (9) de electro estimulación.
35

Esta forma de circuito de etapa de salida desacoplada (4), hace una estimulación diferente al tejido que sea de interés. Para el caso de la FIG. 2, el circuito de distribución de fuente múltiple tiene una salida v. Out (32). La fuente externa (2) de estimulación es una fuente positiva o negativa.
40

Haciendo referencia a la FIG. 3; la fuente externa (2), es una fuente positiva/negativa, es decir una fuente dual, conectada al circuito distribuidor de fuente múltiple (3). El circuito distribuidor de fuente múltiple (3), está conectado a la unidad de control (1), la cual selecciona las salidas a tener en el circuito distribuidor de fuente múltiple (3), de esta manera la salida del circuito distribuidor de fuente múltiple (3), permite tener salidas v. Out positiva (10), v. Out negativa (11), salida positiva y salida negativa, en los dos cuadrantes, dual o tomando todo el rango entre positivo y negativo, pasando por cero, es decir que se tienen señales en cero.

El circuito distribuidor de fuente múltiple (3), está conectado al circuito de etapa de salida desacoplada (4), por medio de las salidas V. Out positiva (10) y V. Out negativa (11), para realizar la estimulación al tejido deseado. El circuito de etapa de salida desacoplado (4), está conectado a un conversor análogo/digital ADC (5), para tener una retroalimentación (14) a la unidad de control (1).

15

En una modalidad de la invención y haciendo referencia a la FIG. 4; el circuito distribuidor de fuente múltiple (3), está compuesto por un circuito de *switch* controlado (16) que es comandado por la unidad de control (1), a través de una línea de control fuente (6). El circuito de *switch* controlado (16) tiene una impedancia (17) que ayuda a evitar un corto circuito cuando se cierra el circuito de *switch* controlado (16).

20

El circuito de *switch* controlado (16), está conectado a un regulador de voltaje (18) y a la fuente externa (2). El circuito regulador de voltaje (18) es seleccionado por la unidad de control (1) cuando se cierra el circuito de *switch* controlado (16), de esta manera se selecciona la fuente externa (2) de entrada. El circuito regulador de voltaje (18), se encarga de regular la fuente externa (2), que está a la entrada. A la salida del circuito regulador de voltaje (18), está conectado un circuito limitador de corriente (19). El circuito limitador de corriente (19) se encarga de mantener constante el flujo de corriente y el voltaje sin importar los cambios en la impedancia dentro de un rango, y entrega la señal a un capacitor de salida Cp. (21).

25

30

Al final el capacitor de salida Cp (21) está conectado a un banco de condensadores (33) de forma paralela. El banco de condensadores (33), permite tener capacitores de la misma capacidad o capacitores de diferente capacidad. Los condensadores del banco de condensadores (33) son conmutados a través de un selector de salida de fuente (20), comandado por la unidad de control (1), a través de una línea de control de salida (15). El banco de capacitores (33) tiene “n” capacitores conectados en paralelo desde un número “n” natural mayor que cero desde un capacitor C_1 hasta un capacitor C_n ; las salidas del selector de salida de fuente (20) activan o inactivan cada condensador del banco de condensadores (33).

35

40

Haciendo referencia a la FIG. 4 y FIG. 7, en una modalidad de la presente invención el circuito de switch controlado (16) comprende:

- 5 - un circuito integrado optoacoplador (16a) con un primer optoacoplador (47), un segundo optoacoplador (48), un tercer optoacoplador (49), un cuarto optoacoplador (50);
- el ánodo del primer optoacoplador (47) y el ánodo del cuarto optoacoplador (50) están conectados;
- el cátodo del segundo optoacoplador (48) y el cátodo del tercer optoacoplador (49) están conectados;
- 10 - el cátodo del primer optoacoplador (47) conectado a una terminal de una impedancia resistiva, la otra terminal de dicha impedancia resistiva conectada a la señal de control de fuente alta (7);
- el cátodo del cuarto optoacoplador (50) conectado a una terminal de una impedancia resistiva, la otra terminal de dicha impedancia resistiva conectada a la
- 15 señal de control de fuente alta (7);
- el ánodo del segundo optoacoplador (48) conectado a una terminal de una impedancia resistiva, la otra terminal de dicha impedancia resistiva conectada a la señal de control de fuente alta (7);
- el ánodo del tercer optoacoplador (49) conectado a una terminal de una
- 20 impedancia resistiva, la otra terminal de dicha impedancia resistiva conectada a la señal de control de fuente alta (7);
- el emisor del primer optoacoplador (47) conectado con el colector del segundo optoacoplador (48);
- el emisor del tercer optoacoplador (49) conectado con el colector del cuarto
- 25 optoacoplador (50);
- el colector del primer optoacoplador (47) conectado con una primera impedancia de protección de alta (57), la otra terminal de dicha impedancia de protección de alta (57) conectada al colector del tercer optoacoplador (49);
- el emisor del segundo optoacoplador (48) conectado a una segunda impedancia de
- 30 protección de alta (58).

Haciendo referencia a la FIG. 4 el circuito de *switch* controlado (16), se selecciona del grupo formado por circuitos relays, optoacopladores, selectores controlados, interruptores, transistores o combinaciones de los anteriores.

35 El circuito regulador de voltaje (18), se selecciona del grupo formado por circuitos integrados, diodos zener, circuito con capacitores, circuitos con bobinas, circuitos con transistores, reguladores electromecánicos o combinaciones de los anteriores.

40 El circuito limitador de corriente (19), se selecciona del grupo formado por circuitos integrados, circuitos con diodos, circuitos con transistores, circuito con capacitores y resistencias, circuitos con bobinas y resistencias o combinaciones de los anteriores.

En una modalidad no ilustrada de la presente invención el banco de condensadores (33) se conecta en el extremo que no está conectado a un selector de salida de fuente (20) un segundo selector de salida de fuente que permite conectar en serie y/o en paralelo cada uno de los condensadores del banco de condensadores (33).

El control de salida (15) que es comandado por la unidad de control (1), conmuta los capacitores del banco de condensadores (33), que están conectados en paralelo con el capacitor de salida C_p (21). El capacitor de salida C_p (21) está conectado al circuito limitador de corriente (19). El capacitor equivalente entre el banco de condensadores (33) y el capacitor de salida C_p (21) se conecta con la salida V. Out (32). Cuando de conmuta un capacitor del banco de condensadores (33) que está en paralelo con el capacitor de salida C_p (21), la cantidad de carga de salida cambia.

En una modalidad de la invención y haciendo referencia a la FIG. 5; el circuito distribuidor de fuente múltiple (3), sirve tanto para fuentes positivas (41), como para fuentes negativas (40). De esta manera se tiene una unidad de control (1) conectada a un circuito de *switch* controlado (16) a través de una línea de control fuente (6). El circuito de *switch* controlado (16) está conectado a una impedancia (17) que ayuda a evitar un corto circuito cuando se cierra el circuito de *switch* controlado (16).

El circuito de *switch* controlado (16), está conectado a un regulador de voltaje (18) y a la fuente externa positiva (41). El circuito regulador de voltaje (18) es seleccionado por la unidad de control (1) cuando se cierra el circuito de *switch* controlado (16), de esta manera se selecciona la fuente externa positiva (41) de entrada. El circuito regulador de voltaje (18), se encarga de regular la fuente externa positiva (41), de entrada. A la salida del circuito regulador de voltaje (18), está conectado un circuito limitador de corriente (19). El circuito limitador de corriente (19) se encarga de mantener constante el flujo de corriente y el voltaje sin importar los cambios en la impedancia dentro de un rango, y entrega la señal a un capacitor de salida C_p (21).

Al final el capacitor de salida C_p (21) está conectado a un banco de condensadores (33) de forma paralela. Los condensadores del banco de condensadores (33) son conmutados a través de un selector de salida de fuente (20), comandado por la unidad de control (1), a través de una línea de control de salida (15).

El control de salida (15) que es comandado por la unidad de control (1), conmuta los capacitores que están en paralelo del banco de condensadores (33) con el capacitor de salida C_p (21), que está conectado al circuito limitador de corriente (19). El capacitor equivalente entre el banco de condensadores (33) y el capacitor de salida C_p (21), se conecta a la salida V. Out positiva (10). Al conectar al menos un capacitor del banco de

condensadores (33) que están en paralelo con el capacitor de salida C_p (21), la cantidad de carga de salida cambia.

A su vez la unidad de control (1), está conectada a un circuito de *switch* controlado (34) a través de una línea de control fuente (6). El circuito de *switch* controlado (34) está conectado a una impedancia (35) que ayuda a evitar un corto circuito cuando se cierra el circuito de *switch* controlado (34). El circuito de *switch* controlado (34), está conectado a un regulador de voltaje (36) y a la fuente externa negativa (40).

El circuito regulador de voltaje (36) es seleccionado por la unidad de control (1) cuando se cierra el circuito de *switch* controlado (34), de esta manera se selecciona la fuente negativa (40) de entrada. El circuito regulador de voltaje (36), se encarga de regular la fuente externa negativa (40), de entrada. A la salida del circuito regulador de voltaje (36), está conectado un circuito limitador de corriente (37). El circuito limitador de corriente (37) se encarga de mantener constante el flujo de corriente y el voltaje sin importar los cambios en la impedancia dentro de un rango, y entrega la señal a un capacitor de salida C_p . (38).

Al final el capacitor de salida C_p (38) está conectado a un banco de condensadores (39) de forma paralela. Los condensadores del banco de condensadores (39) son conmutados a través de un selector de salida de fuente (42), comandado por la unidad de control (1), a través de una línea de control de salida (15).

El banco de capacitores (39) tiene “n” capacitores conectados en paralelo desde un número “n” natural mayor que cero desde un capacitor C_1 hasta un capacitor C_n ; las salidas del segundo selector de salida de fuente (42) activan o inactivan cada condensador del banco de condensadores (39).

En una modalidad no ilustrada de la presente invención el banco de condensadores (39) se conecta en el extremo que no está conectado a un selector de salida de fuente (42) un segundo selector de salida de fuente que permite conectar en serie y/o en paralelo cada uno de los condensadores del banco de condensadores (39).

El control de salida (15) que es comandado por la unidad de control (1), conmuta los capacitores que están en paralelo del banco de condensadores (39) con el capacitor de salida C_p (38), que está conectado al circuito limitador de corriente (37). El capacitor equivalente entre el banco de condensadores (39) y el capacitor de salida C_p (38) se conectan a la salida V. Out negativa (11). Al conectar al menos un capacitor del banco de condensadores (39) que están en paralelo con el capacitor de salida C_p (38), la cantidad de carga de salida cambia.

40

En una modalidad de la invención y haciendo referencia a la FIG. 6; el circuito distribuidor de fuente múltiple (3), sirve tanto para fuentes positivas (41), como para fuentes negativas (40).

5 De esta manera se tiene una unidad de control (1) conectada a un circuito de *switch* controlado (16) a través de una línea de control fuente (6). El circuito de *switch* controlado (16) tiene una impedancia (17) que ayuda a evitar un corto circuito cuando se cierra el circuito de *switch* controlado (16). El circuito de *switch* controlado (16), está conectado a un regulador de voltaje (18) y a la fuente externa positiva (41). El circuito regulador de
10 voltaje (18) es seleccionado por la unidad de control (1) cuando se cierra el circuito de *switch* controlado (16), de esta manera se selecciona la fuente externa positiva (41) de entrada. El circuito regulador de voltaje (18), se encarga de regular la fuente externa positiva (41) que está a la entrada.

15 A la salida del circuito regulador de voltaje (18), está conectado un selector de salida de fuente (20), la función del selector de salida de fuente (20) es volver la fuente externa positiva (41), una fuente *conmutada*, esta permite mayor estabilidad en corriente y voltaje. A la salida del selector de salida de fuente (20), está conectado un circuito limitador de corriente (19). El circuito limitador de corriente (19) se encarga de mantener constante el
20 flujo de corriente y el voltaje sin importar los cambios en la impedancia dentro de un rango, y entrega la señal a un capacitor de salida C_p (21).

Al final el capacitor de salida C_p (21) está conectado a un banco de condensadores (33) de forma paralela. Los condensadores del banco de condensadores (33) son conmutados a
25 través de un selector de salida de fuente (20), comandado por la unidad de control (1), a través de una línea de control de salida (15). El control de salida (15) que es comandado por la unidad de control (1), conecta al menos un capacitor de manera paralela del banco de condensadores (33) con el capacitor de salida C_p (21), que está conectado al circuito limitador de corriente (19). El capacitor equivalente entre el banco de condensadores (33) y
30 el capacitor de salida C_p (21) se conectan a la salida V. Out positiva (10). Al conectar al menos un capacitor del banco de condensadores (33) que está en paralelo con el capacitor de salida C_p (21), la cantidad de carga de salida cambia.

A su vez la unidad de control (1), está conectada a un circuito de *switch* controlado (34) a
35 través de una línea de control fuente (6). El circuito de *switch* controlado (34) está conectado a una impedancia (35) que ayuda a evitar un corto circuito cuando se cierra el circuito de *switch* controlado (34). El circuito de *switch* controlado (34), está conectado a un regulador de voltaje (36) y a la fuente externa negativa (40). El circuito regulador de voltaje (36) es seleccionado por la unidad de control (1) cuando se cierra el circuito de
40 *switch* controlado (34), de esta manera se selecciona la fuente negativa (40) de entrada. El circuito regulador de voltaje (36), se encarga de regular la fuente externa negativa (40), que está a la entrada.

A la salida del circuito regulador de voltaje (18), está conectado un selector de salida de fuente (42), la función del selector de salida de fuente (42) es volver la fuente externa negativa (40), una fuente *conmutada*, esta permite tener mayor estabilidad en corriente y voltaje. A la salida del selector de salida de fuente (42). A la salida del selector de salida de fuente (36), está conectado un circuito limitador de corriente (37). El circuito limitador de corriente (37) se encarga de mantener constante el flujo de corriente y el voltaje sin importar los cambios en la impedancia dentro de un rango, y entrega la señal a un capacitor de salida Cp (38).

Al final el capacitor de salida Cp (38) está conectado a un banco de condensadores (39) de forma paralela. Los condensadores del banco de condensadores (39) son conmutados a través de un selector de salida de fuente (42), comandado por la unidad de control (1), a través de una línea de control de salida (15).

El control de salida (15) que es comandado por la unidad de control (1), conmuta al menos un capacitor de manera paralela del banco de condensadores (39) con el capacitor de salida Cp (38), que está conectado al circuito limitador de corriente (37). El capacitor equivalente entre el banco de condensadores (39) y el capacitor de salida Cp (38) se conectan a la salida V. Out negativa (11). Al conmutar al menos un capacitor del banco de condensadores (39), que está en paralelo con el capacitor de salida Cp (38), la cantidad de carga de salida cambia.

En una modalidad de la invención y haciendo referencia a la FIG. 7; se presenta un circuito para el circuito distribuidor de fuente múltiple (3). El circuito posee una fuente externa (2) que en un ejemplo puede ser de 5 volt, una fuente externa positiva (41) y una fuente externa negativa (40).

El circuito de *switch* controlado (16), consiste, en cuatro optoacopladores, los cuales están conectados en pares de manera paralela, para conmutar la fuente externa positiva (41). La fuente externa (2), está conectada a una impedancia resistiva (55). La impedancia resistiva (55) está conectada a la entrada de dos optoacopladores, específicamente los optoacopladores (47) y (50). A la entrada del otro par de optoacopladores, específicamente (48) y (49), está conectada la señal de control de fuente alta (7). Cada uno de los optoacopladores está debidamente protegido por una impedancia limitadora.

Cuando la unidad de control (1), envía una señal de control, a través de una línea de control de fuente alta (7), entran en conducción un par de optoacopladores, cuando esta señal es cambiada, entran en conducción el otro par. Cada uno de los optoacopladores, tiene a la entrada una impedancia que tiene la función de limitar la corriente para el diodo led de cada optoacoplador.

Para evitar un corto circuito cuando la unidad de control (1) envía una señal (9), a través de una línea de control de fuente alta (7), para no seleccionar la fuente externa positiva (41), se conectan dos impedancias resistivas (57) y (58).

- 5 A la salida del circuito de *switch* controlado (16), está conectado un circuito regulador de voltaje (18). El circuito regulador de voltaje (18), consiste en dos diodos zener. El diodo zener (18a), está conectado de manera paralela con el optoacoplador (47) y de manera serie con el optoacoplador (48) y el diodo zener (18b) está conectado de manera paralela al optoacoplador (50) y de manera serie con el optoacoplador (49). A la salida del circuito regulador de voltaje (18), está conectado un circuito limitador de corriente (19). Cada uno de los optoacopladores está debidamente protegido por una impedancia limitadora.

- El circuito limitador de corriente (19), consiste en dos transistores MOSFET. Los transistores MOSFET tienen su propio diodo de protección. El transistor MOSFET de canal p (19a), está conectado a la fuente externa positiva (41) a través del pin Source. El transistor (19a), está conectado a la salida V. Out positiva (10) y al capacitor de salida Cp (21), a través del pin Drain. En el pin Gate de transistor (19a), están conectados simultáneamente los optoacopladores (47) y (48).

- 20 El transistor MOSFET de canal n (19b), está conectado a través de sus pines Drain y Source, a la referencia del circuito, es decir GND. A su vez el pin Gate del transistor (19b), está conectado simultáneamente a los optoacopladores (49) y (50), a su vez al pin Source, está conectado un capacitor de desacople (C4), que permite desacoplar la fuente de entrada y la impedancia de salida. Los transistores (19a) y (19b) se encargan de mantener constante la corriente, a pesar de los cambios en la impedancia. El circuito limitador de corriente (19), está conectado a un capacitor de salida Cp (21).

- El capacitor de salida Cp. (21), está conectado de manera paralela a un banco de condensadores (33). Además, al capacitor de salida Cp (21) se conecta un capacitor de desacople. Para conectar al menos un condensador del banco de condensadores (33), la unidad de control (1), envía una señal (9) y conmuta el selector de salida de fuente (20). El selector de salida de fuente (20) conecta al menos un condensador del banco de condensadores (33) de manera paralela con el capacitor de salida Cp. (21), que a su vez está conectado a la salida V. Out positiva (10).

- 35 El paralelo entre el capacitor de salida Cp (21) y al menos uno de los condensadores del banco de condensadores (33), permite variar la carga de salida.

- El circuito de *switch* controlado (34), consiste, en cuatro optoacopladores, los cuales están conectados en pares de manera paralela, para conmutar la fuente externa negativa (40). La fuente externa (2) de 5 volts, está conectada a una impedancia resistiva (56). La impedancia resistiva (56) está conectada a la entrada de dos optoacopladores,

específicamente los optoacopladores (51) y (54). A la entrada del otro par de optoacopladores, específicamente (52) y (53), está conectada la señal de control de fuente baja (8).

- 5 Cuando la unidad de control (1), envía una señal de control, a través de una línea de control de fuente baja (8), entran en conducción un par de optoacopladores, cuando esta señal cambia, entran en conducción el otro par de optoacopladores. Cada uno de los optoacopladores, tiene a la entrada una impedancia que tiene la función de limitar la corriente para el diodo led de cada optoacoplador.

10

Para evitar un corto circuito cuando la unidad de control (1) envía una señal (9), a través de una línea de control de fuente baja (8), para no seleccionar la fuente externa negativa (40), se conectan dos impedancias resistivas (59) y (60).

- 15 A la salida del circuito de *switch* controlado (34), está conectado un circuito regulador de voltaje (36). El circuito regulador de voltaje (36), consiste en dos diodos zener. El diodo zener (36b), está conectado de manera paralela con el optoacoplador (51) y de manera serie con el optoacoplador (52) y el diodo zener (36a) está conectado de manera paralelo al optoacoplador (54) y de manera serie con el optoacoplador (53). A la salida del circuito regulador de voltaje (36), está conectado un circuito limitador de corriente (37).

20

El circuito limitador de corriente (37), consiste en dos transistores MOSFET. Los transistores MOSFET tienen su propio diodo de protección. El transistor MOSFET de canal n (37b), está conectado a la fuente externa negativa (40) a través del pin Source. El transistor (37b), está conectado a la salida V. Out negativa (11) y al capacitor de salida Cp (38), a través del pin Drain. En el pin Gate de transistor (37b), están conectados simultáneamente los optoacopladores (53) y (54).

25

El transistor MOSFET de canal p (37a), está conectado a través de sus pines Drain y Source, a la referencia del circuito, es decir GND. A su vez el pin Gate del transistor (37a), está conectado simultáneamente a los optoacopladores (51) y (52). Los transistores (37a) y (37b) se encargan de mantener constante la corriente, a pesar de los cambios en la impedancia. El circuito limitador de corriente (37), está conectado a un capacitor de salida Cp (38).

30

35

El capacitor de salida Cp. (38), está conectado de manera paralela a un banco de condensadores (42). Para conectar al menos un condensador del banco de condensadores (42), la unidad de control (1), envía una señal (9) y conmuta el selector de salida de fuente (39). El selector de salida de fuente (39) conecta al menos un condensador del banco de condensadores (42) de manera paralela con el capacitor de salida Cp. (38), que a su vez está conectado a la salida V. Out negativa (11).

40

El paralelo entre el capacitor de salida C_p (38) y al menos uno de los condensadores del banco de condensadores (39), permite variar la carga de salida.

5 Haciendo referencia a la FIG. 8; la señal (9), es comandada por la unidad de control (1), normalmente esta señal (9) es un tren de impulsos, donde se varía la amplitud, la frecuencia o el paso del impulso, es decir que tan ancho es el impulso. Cambiado estas características de la señal (9), se obtienen diferentes resultados.

10 La señal (9) proviene de una unidad de control (1), que es un microcontrolador, un computador o un generador de señales. Las señales impulsivas poseen baja potencia, por lo tanto, para poder entregarla a una carga mayor, es necesario acondicionarla con un circuito de etapa de amplificación (22).

15 La señal (9), proporcionada por una unidad de control (1), entra a un circuito de etapa de amplificación (22). La salida de dicha etapa de amplificación (22), por seguridad no se conecta directamente los transductores al tejido deseado. Por lo tanto, es necesario un circuito de desacople. El circuito de desacople permite un desacople capacitivo, desacople por transformador, o como se indica en la FIG. 8, para una modalidad de la invención, un circuito de etapa de desacople óptico (23).

20 Al circuito de etapa de desacople óptico (23), se conecta la salida del circuito de etapa de amplificación (22), la salida V. Out positiva (10) y la salida V. Out negativa (11), del circuito distribuidor de fuente múltiple (3). En las salidas del circuito de desacople óptico (23), PE (12) y Out (13), se conecta la impedancia, es decir el tejido deseado, a través de un transductor. Estas salidas PE (12) y Out (13), son las salidas del circuito de etapa de salida desacoplada (4).

30 Al entrar la señal (9) impulsiva al circuito de etapa de desacople óptico (23), esta conmuta a la frecuencia de la señal (9) impulsiva enviada por la unidad de control (1) y con la amplitud enviada por la unidad de control (1).

35 En una modalidad de la invención y haciendo referencia a la FIG. 9; la señal (9), comandada por la unidad de control (1), está conectada a un circuito de etapa de amplificación (22). El circuito de etapa de amplificación (22), consiste en un amplificador de instrumentación, que a su vez está conformado por dos amplificadores operacionales, donde el primer amplificador operacional funciona como amplificador inversor, y el segundo amplificador operacional, tiene la función de realizar un desacople de impedancias.

40 La salida del circuito de etapa de amplificación (22), está conectada a un circuito de etapa de desacople óptico (23). El circuito de etapa de desacople óptico (23), consta de un par de

optoacopladores para la fuente de entrada positiva (41), los cuales se disponen a la salida del circuito de etapa de amplificación (22), con su respectiva impedancia resistiva.

5 Uno de estos optoacopladores, específicamente el optoacoplador (23c), cuando la señal (9) impulsiva, conmuta la fuente externa positiva (41), este protege el segmento de circuito para la fuente externa negativa (40). Por otro lado el segundo circuito integrado optoacoplador (34a), se conmuta para conectar la fuente externa positiva (41) al segmento del circuito que tiene un diodo zener, un impedancia resistiva y un transistor MOSFET, para acondicionar la señal de salida. Esta señal de salida es enviada a través de las salidas del PE (12) y Out (13).

15 El circuito de etapa de desacople óptico (23), también tiene un par de optoacopladores para la fuente de entrada negativa (40), los cuales se disponen a la salida del circuito de etapa de amplificación (22), con su respectiva impedancia resistiva.

Uno de estos optoacopladores, específicamente el optoacoplador (23d), cuando la señal (9) impulsiva, conmuta la fuente externa negativa (40), este protege el segmento de circuito para la fuente externa positiva (41). Por otro lado, el primer circuito integrado optoacoplador (16a), se conmuta para conectar la fuente externa negativa (40) al segmento del circuito que tiene un diodo zener, un impedancia resistiva y un transistor MOSFET, para acondicionar la señal de salida. Esta señal de salida es enviada a través de las salidas del PE (12) y Out (13).

25 A la salida del circuito de etapa de desacople óptico (23), están conectadas las salidas PE (12) y Out (13), donde se conectan directamente los transductores.

A los transductores les llega la señal V. Out positiva (10) y V. Out negativa (11), moduladas por la señal amplificada por el circuito de etapa de amplificación (22). Dependiendo del tipo de transductor la exigencia de la fuente de entrada cambia, por lo tanto, es necesario cambiar la carga conectada al circuito distribuidor de fuente múltiple (3).

35 Haciendo referencia a la FIG. 10; la unidad de control (1), tiene un interfaz de usuario o interfaz de entrada y salida I/O (24), que es un dispositivo de computo con pantalla de visualización, un LCD, un monitor, donde visualice la realimentación (14) que está entregando el conversor análogo/digital ADC (5) a la unidad de control (1), para poder observar el comportamiento que tiene la impedancia conectada en los puntos PE (12) y Out (13), del circuito de etapa de salida desacoplada (4).

40 La interfaz de usuario o interfaz de entradas y salidas I/O (24) permite a un usuario experto, dar órdenes a la unidad de control (1) para cambiar las características de la señal (9) que le unidad de control (1) debe proporcionar al circuito de etapa de salida desacoplada (4).

La unidad de control (1), a su vez está conectada al circuito distribuidor de fuente múltiple (3), para dar órdenes de cual fuente de entrada usar. El circuito distribuidor está conectado a una fuente externa (2) positiva/negativa, dual. Las salidas del circuito distribuidor de fuente múltiple (3), V. Out positiva (10) y V. Out negativa (11), están conectadas al circuito de etapa de salida desacoplada (4). Las salidas del circuito de etapa de salida desacoplada (4), PE (12) y Out (13), están conectadas a un conversor análogo/digital ADC (5), que envía una señal de retroalimentación (14) a la unidad de control (1).

Haciendo referencia a la FIG. 11; el circuito distribuidor de fuente múltiple (3), está conectado a una fuente externa (2) que es positiva o negativa y a la unidad de control (1) a través de una línea de control de fuente (6). La unidad de control (1), está conectada a un generador de señales (27), a través de una línea de control de señal (26). El generador de señales (27), envía la señal (9), al circuito de etapa de salida desacoplada (4). El circuito de etapa de salida desacoplada (4), recibe la señal (9) proporcionada por el generador de señal (27) y la señal V. Out (32), proporcionada por el circuito distribuidor de fuente múltiple (3).

Las salidas del circuito de etapa de salida desacoplada (4), PE (12) y Out (13), están conectadas a un conversor análogo/digital ADC (5), que envía una señal de retroalimentación (14), a la unidad de control (1), para el monitoreo del comportamiento de la impedancia conecta a PE (12) y Out (13).

Haciendo referencia a la FIG. 12; el circuito distribuidor de fuente múltiple (3), está conectado a una fuente externa (2) positiva/negativa, dual, y a la unidad de control (1) a través de la línea de control de fuente alta (7) y la línea de control de fuente baja (8). La unidad de control (1), está conectada a un generador de señales (27), a través de una línea de control de señal (26). El generador de señal (27), envía la señal (9), al circuito de etapa de salida desacoplada (4), éste último a su vez recibe la señal V. Out positiva (10) y la señal V. Out negativa (11), proporcionadas por el circuito distribuidor de fuente múltiple (3).

Las salidas del circuito de etapa de salida desacoplada (4), PE (12) y Out (13), están conectadas a un conversor análogo/digital ADC (5), que envía una señal de retroalimentación (14), a la unidad de control (1), para el monitoreo del comportamiento de la impedancia conectada a los canales PE (12) y Out (13).

Haciendo referencia a la FIG. 13; el circuito distribuidor de fuente múltiple (3) está conectado a una fuente externa (2), que es positiva o negativa, y a una unidad de control (1) por medio de una línea de control de fuente (6). La unidad de control (1) está conectada a un generador de señal (27). El generador de señal (27), envía dos o más señales (9), hacia dos o más circuitos de etapa de salida desacoplada (4).

A los circuitos de etapa de salida desacoplada (4), le entra la señal (9) proporcionada por el generador de señal (27) y la señal V. Out (32), proporcionada por el circuito distribuidor de fuente múltiple (3). Cada circuito de etapa de salida está conectado a través de las salidas PE (12) y Out (13), a un conversor análogo/digital ADC (5), que envía una señal de retroalimentación (14) a la unidad de control (1), para su monitoreo.

Todas las salidas PE (12) y Out (13), de cada circuito de etapa de salida desacoplada (4), van conectadas a un circuito controlador de salidas (30). El circuito controlador de salidas (30), recibe una señal, comandada por la unidad de control (1), que permite elegir cual transductor estimular. A la salida del circuito controlador de salidas (30), está conectada una interfaz de actuadores (31). A la interfaz de actuadores (31), por medio de las salidas PE' (43) y Out' (44), están conectados dos o más transductores.

Haciendo referencia a la FIG. 14; el circuito distribuidor de fuente múltiple (3) está conectado a una fuente externa (2), positiva/negativa, dual, y a una unidad de control (1) por medio de una línea de control de fuente alta (7) y una línea de control de fuente baja (8), que permiten conmutar entre fuente positiva y fuente negativa. La unidad de control (1) envía dos o más señales (9), hacia dos o más circuito de etapa de salida desacoplada (4).

A los circuitos de etapa de salida desacoplada (4), les entra la señal (9) proporcionada por la unidad de control (1), la señal V. Out positiva (10) y la señal V. Out negativa (11), proporcionadas por el circuito distribuidor de fuente múltiple (3). Cada circuito de etapa de salida está conectado a través de las salidas PE (12) y Out (13), a un conversor análogo/digital ADC (5), que envía una señal de retroalimentación (14) a la unidad de control (1), para su monitoreo.

Todas las salidas PE (12) y Out (13), de cada circuito de etapa de salida desacoplada (4), van conectadas a un circuito controlador de salidas (30). El circuito controlador de salidas (30), recibe una señal, comandada por la unidad de control (1), que permite elegir cual transductor estimular. A la salida del circuito controlador de salidas (30), está conectada una interfaz de actuadores (31). A la interfaz de actuadores (31), por medio de las salidas, PE' (43) y Out' (44), están conectados dos o más transductores.

Haciendo referencia a la FIG. 15; el circuito distribuidor de fuente múltiple (3) está conectado a una fuente externa (2), positiva/negativa, dual, y a una unidad de control (1) por medio de una línea de control de fuente alta (7) y una línea de control de fuente baja (8), que permiten cambiar entre fuente positiva y fuente negativa. La unidad de control (1) está conectada a un generador de señal (27). El generador de señal (27), envía dos o más señales

A los circuitos de etapa de salida desacoplada (4), les entra la señal (9) proporcionada por el generador de señal (27), la señal V. Out positiva (10) y la señal V. Out negativa (11),

proporcionadas por el circuito distribuidor de fuente múltiple (3). Cada circuito de etapa de salida está conectado a través de las salidas PE (12) y Out (13), a un conversor análogo/digital ADC (5), que permite la realimentación (14) a la unidad de control (1), para su monitoreo.

5

Todas las salidas PE (12) y Out (13), de cada circuito de etapa de salida desacoplada (4), van conectadas a un circuito controlador de salidas (30). El circuito controlador de salidas (30), recibe una señal, comandada por la unidad de control (1), que permite elegir cual transductor estimular. A la salida del circuito controlador de salidas (30), está conectada una interfaz de actuadores (31). A la interfaz de actuadores (31), por medio de las salidas, PE' (43) y Out' (44), están conectados dos o más transductores.

10

Haciendo referencia a la FIG. 16; se presenta un ejemplo para circuito con relay. El circuito con relay, consta de un par de *switches*, que permiten seleccionar si un transistor entra en conducción o no. Cuando el transistor entra en conducción, permite que la bobina del relay, se conecte a GND, cambiando el estado del relay.

15

Haciendo referencia a la FIG. 17; se presenta un circuito para una fuente dual de 12 volts y -12 volts. Este circuito consta de un rectificador, filtro y reguladores de 12 volts y -12 volts. El segmento del circuito de rectificación, consta de dos diodos, un grupo de resistencias y condensadores. Después de la etapa de rectificación, vienen dos etapas, que dependen del voltaje, si es positivo, pasa a través de un regulador de voltaje de 12 Volts. Si el voltaje rectificado es negativo, pasa a través de un regulador de voltaje de -12 Volts.

20

En una modalidad no ilustrada de la invención el circuito distribuidor de fuente múltiple comprende una unidad de control (1) conectada a un selector de salida de fuente (20), un circuito regulador de voltaje (18) está conectado a un limitador de corriente (19); el limitador de corriente (19) está conectado a un capacitor (21), a un banco de condensadores (33) y al sector de salida de fuente (20), donde la unidad de control (1) controla el selector de salida de fuente (20) mediante un bus de señales de control salida (15), el selector de salida de fuente (20) conecta o desconecta uno o varios condensadores del banco de condensadores (33).

25

30

Opcionalmente, en el circuito distribuidor de fuente múltiple la unidad de cómputo (1) está conectada a un circuito de switch controlado (16), el circuito de switch controlado (16) está conectado al circuito regulador de voltaje (18) y a una impedancia (17), la impedancia (17) conectada al circuito regulador de voltaje (18) y a el circuito switch controlado (16). Donde la unidad de control (1) controla el circuito de switch controlado (16) mediante una señal de control de fuente (6).

35

40

Alternativamente, en el circuito distribuidor de fuente múltiple, la unidad de cómputo (1) se conecta a un segundo circuito de switch controlado (34) conectado a un segundo circuito

regulador de voltaje (36) y a una segunda impedancia (35); la segunda impedancia (35) conectada al segundo circuito regulador de voltaje (36) y al segundo circuito switch controlado (34), el segundo circuito regulador de voltaje (36) está conectado a un segundo limitador de corriente (37), el segundo limitador de corriente (37) está conectado a un
5 segundo capacitor (38), a un segundo banco de condensadores (39) y al sector de salida de fuente (42);

donde la unidad de control (1) controla la apertura y cierre del segundo circuito de switch controlado (34) mediante la señal de control de fuente (6) y controla el segundo selector de
10 salida de fuente (42) mediante la señal de control salida (15).

También, en una modalidad de la presente invención por ejemplo, el circuito distribuidor de fuente múltiple, la unidad de cómputo (1) está conectada a un tercer selector de salida de fuente (63) conectado al primer limitador de corriente (19) y al primer regulador de voltaje
15 (18); un cuarto selector de salida de fuente (64) conectado al segundo limitador de corriente (37) y al segundo regulador de voltaje (36).

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, y la persona versada en la técnica entenderá que pueden efectuarse numerosas
20 variaciones y modificaciones que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.