

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 977 124**

(51) Int. Cl.:

A61N 7/00 (2006.01)
A61N 1/06 (2006.01)
A61B 18/18 (2006.01)
A61B 17/42 (2006.01)
A61N 1/04 (2006.01)
A61N 1/32 (2006.01)
A61N 1/36 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.07.2018 PCT/IL2018/050727**
(87) Fecha y número de publicación internacional: **10.01.2019 WO19008582**
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2018 E 18828731 (2)**
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024 EP 3648841**

(54) Título: **Aparato para el tratamiento de órganos internos, lesiones y dolor**

(30) Prioridad:

04.07.2017 IL 25330117
16.04.2018 US 201862657944 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.08.2024

(73) Titular/es:

B.R.H. MEDICAL LTD. (100.0%)
1 Agudat Sport Hapoel St.
9695101 Jerusalem, IL

(72) Inventor/es:

FEFERBERG, ILAN

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 977 124 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

Aparato para el tratamiento de órganos internos, lesiones y dolor

5 **CAMPO DE LA TÉCNICA DIVULGADA**

La técnica divulgada se refiere a sistemas y procedimientos ejemplares para aplicar tratamiento *en vivo* de energía de ultrasonidos (US), de tejidos y órganos internos del cuerpo humano y de mamíferos, y en particular se refiere al tratamiento de una herida interna cerrada, úlcera, lesión o inflamación, particularmente de origen diabético, y mejora de la fertilidad femenina.

10 **ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA DIVULGADA**

15 El tratamiento por ultrasonidos no invasivos (US) de los órganos internos del cuerpo de un paciente, que están cubiertos por gruesas capas de tejido corporal, es difícil de tratar en comparación con el tratamiento por US de órganos y tejidos superficiales (por ejemplo, piel, grasa subcutánea), ya que la energía de los US debe ser transmitida directamente desde el aparato generador de US externo al órgano interno a través de todas las capas de tejido dispuestas entre ellos y separando el órgano interno del cabezal generador de US. La energía de US se disipa rápidamente a través de las capas de tejido que se separan, y el cálculo previo y la medición de la intensidad correcta de la energía de US que se necesita para llegar al órgano interno para su tratamiento eficaz es muy complicado, incluso con un cabezal de US enfocado. Como efecto secundario, los tejidos de separación que absorben la mayor parte de la energía de US pueden resultar gravemente dañados en el proceso. Los órganos femeninos de fertilidad son órganos internos delicados que normalmente están rodeados por capas masivas de tejido que frustran el tratamiento de US no invasivo eficaz de los mismos, sin poner en peligro las masivas capas separadoras. Este también es el caso del tratamiento de cualquier tejido interno, como una herida cerrada, una lesión interna, una inflamación y una úlcera interna. La diabetes a menudo implica heridas internas cerradas y úlceras, típicamente en órganos periféricos, a menudo acompañadas de daño a las células nerviosas, que pueden desarrollarse en correlación con la progresión de la úlcera diabética.

20 30 La Publicación de Solicitud de Patente de U.S. número 2013/289416 A1 (del presente inventor) describe un sistema y un procedimiento para tratar úlceras cutáneas, tales como úlceras diabéticas, en una región del cuerpo a tratar. La estimulación eléctrica interferencial se aplica simultáneamente con energía ultrasónica. Los parámetros de funcionamiento de la estimulación eléctrica interferencial pueden cambiarse, de manera arbitraria o de acuerdo con un patrón predeterminado, para evitar que el cuerpo se adapte a la estimulación eléctrica aplicada.

25 35 La Publicación de la Solicitud de Patente de U.S. número 2007/0255267, de Diederich et al., titulado 'Procedimiento de tratamiento térmico de miólisis y destrucción de tumores uterinos benignos', describe un aplicador de calentamiento por ultrasonidos de alta potencia para el tratamiento térmico mínimamente invasivo de fibroides o miomas uterinos. La ecografía intersticial de alta intensidad se aplica con procedimientos laparoscópicos o histeroscópicos mínimamente invasivos y se utiliza para tratar eficazmente los fibroides dentro del miometrio en lugar de una cirugía mayor. Los aplicadores están configurados con capacidades de alta potencia y penetración térmica para tratar grandes volúmenes de tejido fibroide con tiempos de tratamiento cortos (de 3 a 20 minutos), manteniendo al mismo tiempo el control tridimensional del suministro de energía para destruir térmicamente el volumen objetivo.

40 45 50 La Publicación de la Solicitud de Patente de U.S. número 2009/0171138, de Eli, titulado "Dispositivo Ultrasónico para Control de la Fertilidad y Gestión y Navegación", divulga un dispositivo para el control y gestión de la fertilidad mediante la aplicación de energía acústica, incluido ultrasonidos. La gestión y el control de la fertilidad se aplican para reducir o mejorar la fertilidad y/o controlar de otro modo uno o más aspectos de la fertilidad y la concepción, incluida la mejora de la capacidad de concebir.

55 55 El Documento U.S. 2017/050019, de Venus Concept Ltd, titulado "Dispositivo estético para embellecer la piel y sus procedimientos", describe un dispositivo combinado de terapia ultrasónica y estimulación eléctrica para mejorar la viabilidad y el rejuvenecimiento de la piel mediante electroterapia, así como un procedimiento para usar un dispositivo de este tipo.

SUMARIO

60 La invención se define en la reivindicación 1. Otras realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes. Los procedimientos se describen para comprender mejor la invención y no se reivindican per se. De acuerdo con la invención como se reivindica en la reivindicación 1, se proporciona un aparato de ultrasonidos (US) que puede usarse para aplicar energía de US de baja energía desde una fuente de US externa no invasiva a un tejido/órgano interno del cuerpo, incluyendo el uso del aparato de US en los procedimientos de:

65 (a) determinar una región de tratamiento sobre el tejido/órgano interno;

- (b) colocar sobre la piel en la región de tratamiento próxima al tejido/órgano interno, dos pares de electrodos en configuración cruzada de un aparato de estimulación eléctrica operativo para inducir estimulación eléctrica interferencial;
- 5 (c) aplicar estimulación eléctrica interferencial por medio de los electrodos a la región de tratamiento, aplicando una primera corriente a una primera frecuencia eléctrica y una primera intensidad eléctrica por medio de uno de los dos pares de electrodos, y una segunda corriente a una segunda frecuencia eléctrica y una segunda intensidad eléctrica por medio de otro de los pares de electrodos, definiendo de esta manera un patrón de interferencia de ondas resonantes que rotan a una frecuencia interferencial en la región de tratamiento;
- 10 (d) transmitir ondas de ultrasonidos (US) a una frecuencia de US y una intensidad de US a la región de tratamiento simultáneamente con la aplicación de estimulación eléctrica interferencial;
- (e) monitorizar continuamente la impedancia rastreada en la región de tratamiento; y
- 15 (f) cambiar dinámicamente al menos un parámetro de la estimulación eléctrica y de los ultrasonidos, en respuesta a la impedancia monitorizada, para mantener la impedancia del tejido corporal en la región de tratamiento dentro de un rango de impedancia predefinido, en el que el parámetro incluye uno de entre (i) la frecuencia interferencial; (ii) el patrón de interferencia; (iii) la frecuencia de US; y (iv) la intensidad de US.
- El procedimiento (e) de monitorizar continuamente la impedancia puede incluir monitorizar la impedancia eléctrica, monitorizar la impedancia mecánica, monitorizar la temperatura corporal, monitorizar la impedancia entre electrodos de estimulación eléctrica, monitorizar la impedancia entre transductores/sensores particulares, monitorizar la impedancia entre los citados electrodos y transductores/sensores particulares, monitorizar la impedancia mediante diagnóstico ecográfico, monitorizar la impedancia mediante un aparato de imágenes y monitorizar la impedancia mediante cualquier combinación de los anteriores
- 25 El procedimiento de cambio dinámico puede incluir:
- (a) cuando la impedancia se monitoriza por encima del rango de impedancia, al menos uno de entre:
- 30 (1) reducir la impedancia en al menos uno de entre:
- (i) aumentar al menos una de entre: la primera intensidad eléctrica y la segunda intensidad eléctrica; y
- (ii) reducir la frecuencia interferencial aumentando el espacio de frecuencia entre la primera frecuencia eléctrica y la segunda frecuencia eléctrica; y
- 35 (2) aumentar la profundidad de penetración de los US en al menos una de entre:
- (i) disminuir la frecuencia de los US; y
- (ii) aumentar la intensidad de los US; y
- 40 (b) cuando la impedancia eléctrica se monitoriza por debajo del rango de impedancia, al menos uno de entre:
- (1) aumentar la impedancia en al menos uno de entre:
- 45 (i) reducir al menos una de entre : la primera intensidad eléctrica y la segunda intensidad eléctrica; y
- (ii) aumentar la frecuencia interferencial reduciendo el espacio de frecuencia entre la primera frecuencia eléctrica y la segunda frecuencia eléctrica; y
- 50 (2) disminuir la profundidad de penetración de los US en al menos uno de entre :
- (i) aumentar la frecuencia de los US; y
- (ii) disminuir la intensidad de los US.
- 55 El uso del aparato de US puede incluir además el procedimiento de:
- (g) cambiar dinámicamente otro de al menos un parámetro a un segundo ritmo, que es más lento que un primer ritmo al que se cambia el citado al menos un parámetro, en el que la intensidad y frecuencia de las ondas de ultrasonidos se mantienen dentro del rango de ultrasonidos, de manera que se efectúe al menos un patrón de ondas de ultrasonidos resonantes para alcanzar momentáneamente el tejido/órgano interno.
- 60 El procedimiento para determinar la región a tratar sobre el tejido/órgano interno puede incluir el uso de diagnóstico/imagen por ultrasonidos para la determinación. El diagnóstico/imagen se puede combinar con un aparato de tratamiento por ultrasonidos (US).

El procedimiento de aplicación de estimulación eléctrica interferencial puede incluir aplicar estimulación eléctrica a una intensidad en el rango de estimulación eléctrica de 1-70 mA. El procedimiento de transmisión de ondas de ultrasonidos puede incluir la transmisión de ondas de ultrasonidos con una intensidad en el rango de ultrasonidos de 0,7 MHz - 3,5 MHz, 0-2,1 vatios/cm².

- 5 El uso del aparato de US puede incluir además el procedimiento de masajear la región de tratamiento simultáneamente con los procedimientos de aplicar estimulación eléctrica interferencial y transmitir ondas de ultrasonidos, el procedimiento de aplicar un gel sobre la piel en la región de tratamiento antes del procedimiento de transmitir ondas de ultrasonidos, o el procedimiento de repetir el procedimiento varias veces en una sesión.
- 10 El tejido/órgano interno puede ser un órgano femenino de fertilidad, tal como el folículo ovárico, el vaso sanguíneo del útero (matriz), el ovario, el revestimiento endometrial o la trompa de Falopio, úlcera, inflamación, herida cerrada, lesión interna y nervios. El uso del aparato de US puede estar dirigido a efectuar/revigorizar la intensificación del sangrado menstrual, regular la menstruación irregular, restaurar la menstruación, engrosar el revestimiento endometrial, aumentar el flujo sanguíneo hacia/en las proximidades del órgano femenino/tejido interno, aumentar la dimensión del ovario, aumentar la dimensión del folículo ovárico, alterar el régimen hormonal, eliminar acumulaciones, aumentar la concentración hormonal y tratar úlceras, heridas cerradas, lesiones internas, inflamación y/o nervios.
- 20 De acuerdo con otro aspecto de la presente técnica, se proporciona un aparato de ultrasonidos (US) para aplicar US de baja energía sobre un tejido/órgano interno. El aparato de US incluye un aparato de US externo no invasivo operativo para aplicar energía de US de baja energía, a una frecuencia de US y una intensidad de US, sobre una región de tratamiento sobre el tejido/órgano interno.
- 25 El aparato de US incluye además un aparato de estimulación eléctrica que incluye dos pares de electrodos operativos para inducir estimulación eléctrica interferencial configurados para colocarse en configuración cruzada sobre la piel en la región de tratamiento en proximidad al tejido/órgano interno, mediante la aplicación, simultáneamente con la aplicación de energía de US, una primera corriente a una primera frecuencia eléctrica y una primera intensidad eléctrica por medio de uno de los dos pares de electrodos, y una segunda corriente a una segunda frecuencia eléctrica y una segunda intensidad eléctrica por medio de otro de los pares de electrodos, definiendo de esta manera un patrón de interferencia de ondas resonantes que rotan a una frecuencia interferencial en la región de tratamiento.
- 30 El aparato de US incluye además un aparato de monitorización de impedancia para rastrear y monitorizar continuamente la impedancia del tejido corporal en la región de tratamiento.
- 35 El aparato de US incluye además un controlador para controlar parámetros del aparato de estimulación eléctrica y del aparato de US, operativo para cambiar dinámicamente al menos uno de los parámetros, en respuesta a la impedancia monitorizada por el citado aparato de monitorización, para mantener la impedancia dentro de un rango de impedancia predefinido, que es eficaz para el suministro de energía de US, en el que los parámetros se seleccionan del grupo de parámetros de estimulación eléctrica y parámetros de ultrasonidos que consisten en: (i) la frecuencia interferencial; (ii) el patrón de interferencia; (iii) la frecuencia de US; y (iv) la intensidad de US.
- 40 El aparato de monitorización de impedancia puede incluir transductores/sensores para medir la impedancia, incluyendo transductores/sensores para medir la impedancia eléctrica, transductores/sensores para medir la impedancia mecánica, transductores/sensores para medir la temperatura corporal, transductores/sensores para medir la impedancia entre electrodos de estimulación eléctrica, transductores/sensores para medir la impedancia entre transductores/sensores particulares, transductores/sensores para medir la impedancia entre los electrodos y transductores/sensores particulares, transductores/sensores para medir la impedancia mediante diagnósticos de US, transductores/sensores para medir la impedancia mediante un aparato de imágenes y cualquier combinación de los mismos.
- 45 El controlador puede cambiar dinámicamente al menos un parámetro mediante:
- 55 (a) cuando la impedancia se monitoriza por encima del rango de impedancia, al menos uno de entre:
 - (1) reducir la impedancia por al menos uno de entre:
 - (i) aumentar al menos una de: la primera intensidad eléctrica y la segunda intensidad eléctrica; y
 - (ii) reducir la frecuencia interferencial aumentando el espacio de frecuencia entre la primera frecuencia eléctrica y la segunda frecuencia eléctrica disminuyendo la frecuencia más baja y/o aumentando la frecuencia más alta; y
 - (2) aumentar la profundidad de penetración de US por al menos uno de entre:

- (i) disminuir la frecuencia de US; y
 (ii) aumentar la intensidad de US; y
- 5 (b) cuando la impedancia se monitoriza por debajo del rango de impedancia, al menos uno de entre:
 (1) aumentar la impedancia por al menos uno de entre:
 (i) reducir al menos una de entre: la primera intensidad eléctrica y la segunda intensidad eléctrica; y
 10 (ii) aumentar la frecuencia interferencial reduciendo el espacio de frecuencia entre la primera frecuencia eléctrica y la segunda frecuencia eléctrica; y
 (2) disminuir la profundidad de penetración de US en al menos uno de entre:
 15 (i) aumentar la frecuencia de US; y
 (ii) disminuir la intensidad de US.
- El controlador puede cambiar dinámicamente otro de al menos un parámetro a un segundo ritmo, que es más lento que el primer ritmo al que se cambia dinámicamente el parámetro, en el que la intensidad y frecuencia de las ondas de ultrasonidos se mantienen dentro del rango de ultrasonidos, de manera que se efectúa al menos un patrón de ondas de ultrasonidos resonantes para alcanzar momentáneamente el órgano interno.
 20
- El controlador puede cambiar dinámicamente el parámetro alterando la transmisión de ultrasonidos entre 3 y 30 segundos por cambio, añadiendo/quitando potencia en $0,1 \text{ W/cm}^2$, aumentando/disminuyendo la frecuencia de 0,7 MHz a 3,5 MHz, o cada 3-30 segundos, al cambiar de potencia/frecuencia manteniendo la frecuencia/potencia constante durante 3 min. y viceversa. El controlador puede configurarse para cambiar dinámicamente repetidamente el parámetro, varias veces en una sesión, o para cambiar dinámicamente el parámetro mediante alternancia cíclica de las ondas de un par de electrodos entre dos pares opuestos de 4 electrodos, o cambiando gradualmente el cambio de fase, entre dos ondas de frecuencia constantes que tienen frecuencias similares o ligeramente desplazadas.
 25
- El aparato de US puede incluir además equipos de diagnóstico y/o imágenes de US para determinar la región a tratar sobre el tejido/órgano interno. El equipo de diagnóstico de US se puede combinar con el aparato de ultrasonidos (US).
 30
- El aparato de estimulación eléctrica interferencial puede aplicar estimulación eléctrica a una intensidad en el rango de estimulación eléctrica de 1-70 mA. El aparato de US puede transmitir ondas de ultrasonidos con una intensidad en el rango de ultrasonidos de 0,7 MHz - 3,5 MHz, 0-2,1 vatios/cm².
 35
- El aparato de US puede incluir además equipo de masaje para masajear la región de tratamiento simultáneamente con la aplicación de estimulación eléctrica interferencial y la transmisión de ondas de ultrasonidos, y gel para su aplicación sobre la piel en la región de tratamiento antes de transmitir las ondas de ultrasonidos.
 40
- BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**
- 45 La técnica descrita se entenderá y apreciará más completamente a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos en los que:
- 50 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema para inducir impedancias mecánicas y eléctricas persistentes del tejido corporal para facilitar el transporte eficaz de energía ultrasónica de baja energía a un tejido u órgano interno tratado, construido y operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita; la figura 2 es una ilustración esquemática del sistema de la figura 1 que trata una región del cuerpo de un paciente, de acuerdo con una realización de la técnica descrita, sin aparato de monitorización de impedancia que se describe con referencia a la figura 6;
- 55 La figura 3 es una ilustración esquemática de procesos físicos y biológicos que ocurren durante la aplicación de la técnica divulgada;
 La figura 4A es un gráfico que representa una primera variación ejemplar de la frecuencia de ultrasonidos en función del tiempo, de acuerdo con una realización de la técnica divulgada;
 La figura 4B es un gráfico que representa una segunda variación ejemplar de la frecuencia de ultrasonidos en función del tiempo, de acuerdo con una realización de la técnica divulgada;
- 60 Las figuras 5A y 5B son ilustraciones gráficas tridimensionales que representan la transformación de tejidos en forma de montaña resultante de la sinergia entre la estimulación eléctrica interferencial y las ondas de ultrasonidos aplicadas a la región de tratamiento, de acuerdo con una realización de la técnica divulgada;
- 65 La figura 6 ilustra el sistema 600 para inducir impedancias mecánicas y eléctricas persistentes del tejido corporal para facilitar el transporte eficaz de energía ultrasónica de baja energía a un tejido u órgano interno tratado, construido y operativo de acuerdo con una realización de la invención; y

la figura 7 es un diagrama de bloques de un procedimiento para inducir impedancias mecánicas y eléctricas persistentes del tejido corporal para facilitar el transporte eficaz de energía ultrasónica de baja energía al tejido u órgano interno tratado, operativo con un aparato de acuerdo con una realización de la invención.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

La técnica divulgada supera las desventajas de la técnica anterior al proporcionar un nuevo sistema para inducir impedancias mecánicas y eléctricas persistentes del tejido corporal para facilitar el transporte eficaz de energía ultrasónica de baja energía al tejido u órgano interno tratado. En particular, el sistema novedoso sirve para mejorar la fertilidad de los órganos femeninos y para tratar úlceras, heridas cerradas, lesiones internas, inflamaciones y nervios. El sistema incluye un aparato de ultrasonidos configurado para transmitir ondas de ultrasonidos, en un rango de frecuencia e intensidad particular, hacia la región de tratamiento. La transmisión de ultrasonidos induce la liberación de líquidos y productos de desecho en los tejidos subyacentes y su posterior eliminación del sistema circulatorio, lo que aumenta el flujo sanguíneo y mejora la microcirculación en la región de tratamiento. El sistema incluye además un aparato de estimulación eléctrica para proporcionar estimulación eléctrica interferencial a la región de tratamiento, simultáneamente con la transmisión de ultrasonidos. La estimulación eléctrica interferencial induce contracciones intermitentes del tejido muscular en la región de tratamiento, que aplica una presión repetitiva contra los tejidos subyacentes y la vasculatura asociada desde debajo del órgano de fertilidad femenino, el tejido afectado por la úlcera y los nervios, promoviendo el flujo sanguíneo y una mejor circulación. También se puede aplicar un masaje externo en la región de tratamiento, tal como mediante el uso de un dispositivo de masaje o manipulación manual, para promover aún más el flujo sanguíneo y mejorar el funcionamiento circulatorio y linfático en la región. Se puede ejercer presión adicional masajeando o presionando el transductor de ultrasonidos contra la región de tratamiento.

25 El término "fertilidad femenina", y cualquier variación del mismo, como se utiliza en la presente memoria descriptiva, se refiere a cualquier tipo de órganos femeninos y sus perspectivas de participar exitosamente en la inseminación, concepción, fertilización, fecundación y todos los procesos que consuman el embarazo, en una región del cuerpo de una mujer. Por consiguiente, la técnica descrita es aplicable para tratar cualquier tipo o forma de fertilidad femenina, de cualquier tipo o grado de gravedad.

30 El término "órgano de fertilidad femenina" y cualquier variación del mismo, como se usa en la presente memoria descriptiva, se refiere a órganos implicados en los procesos de fertilidad femenina, incluidos, entre otros, órganos tales como folículo ovárico, vaso sanguíneo del útero (matriz), ovario, revestimiento endometrial, y las trompas de Falopio.

35 El término "órgano interno" o "tejido interno" y cualquier variación de los mismos, como se usa en la presente memoria descriptiva, se refiere a cualquier órgano, cualquier tejido interno, incluidos nervios, tejido afectado por úlceras, heridas cerradas, inflamación y lesiones internas.

40 El término "simultáneo", y cualquier variación del mismo, tal como se utiliza en la presente memoria descriptiva, también abarca un período de tiempo antes y un período de tiempo después de la duración considerada. En consecuencia, se puede realizar un primer procedimiento que se describe como realizado "simultáneamente" con un segundo procedimiento, por ejemplo, inmediatamente antes, inmediatamente después y/o durante el segundo procedimiento.

45 En sus aspectos más amplios, la técnica descrita se refiere a aparatos para aplicar ultrasonidos de baja energía mientras se induce la impedancia del tejido corporal para que se mantenga dentro de un rango de impedancia para facilitar la transmisión eficaz de ondas ultrasónicas de baja energía a un órgano interno, tejido interno, inflamación y nervios, para ser tratado con ondas de ultrasonidos.

50 La Publicación de la Solicitud de Patente US número 2013/289416 A1 (del presente inventor) describe un sistema y un procedimiento para tratar úlceras cutáneas, tales como úlceras diabéticas, en una región del cuerpo a tratar. La divulgación enseña la aplicación de estimulación eléctrica interferencial simultáneamente con energía ultrasónica. Los parámetros operativos de la estimulación eléctrica interferencial, como la intensidad, la frecuencia y la duración del pulso, pueden variarse cada pocos minutos durante el transcurso de la sesión de tratamiento en respuesta a la retroalimentación clínica del paciente, como una indicación de dolor o malestar, y los parámetros de la estimulación eléctrica puede saltarse más o cambiarse gradualmente, de manera arbitraria o de acuerdo con un patrón predeterminado, para evitar que el cuerpo se adapte a la estimulación eléctrica aplicada. Sin embargo, los comentarios clínicos del paciente no indican lo efectivo que es el tratamiento, ni qué parámetros deben cambiarse y cómo hacerlo, para mejorar la efectividad. Los cambios de parámetros de manera arbitraria o de un patrón predeterminado no suelen seguir la respuesta real del cuerpo en tiempo real y son aleatorios o se basan en modelos de una respuesta esperada, por lo que no necesariamente proporcionan el cambio esencial que se requiere para impedir la adaptación del cuerpo. La Publicación número 2013/289416 A1 se refiere a úlceras cutáneas, que implica el tratamiento de tejidos tópicos, que están próximos a los ultrasonidos y a las fuentes de energía eléctrica, mientras que el tejido sano más profundo recibe sólo una fracción de la energía y, por lo tanto, no está sustancialmente expuesto a efectos no deseados. La presente solicitud está dirigida al tratamiento de tejidos y órganos internos que

requieren la penetración no deseada de energía intensa a través del tejido sano que absorbe parte de la energía, mientras que sólo la energía no absorbida llega al tejido interno a tratar. La presente invención tiene en cuenta que la adaptación del cuerpo conduce a un aumento de la impedancia mecánica que inhibe el paso de la energía ultrasónica al órgano interno a través del tejido corporal en el camino de propagación de la energía y dificulta la eficacia del tratamiento con la energía de intensidad de ultrasonidos óptima, requiriendo un aumento indeseable de la intensidad de ultrasonidos que a menudo daña los tejidos tópicos e intermedios que interfieren en el camino de propagación. La reducción de la energía del tratamiento a niveles que están lejos de infligir daño al tejido tópico e intermedio puede terminar con niveles de energía ineficaces debido a la atenuación por parte del tejido tópico e intermedio. Este efecto desaconsejable es prominente en el tratamiento de un órgano interno, tal como una herida interna cerrada, una úlcera interna, una lesión o inflamación interna, particularmente de antecedentes diabéticos, y el tratamiento de un órgano interno de fertilidad femenina para mejorar la fertilidad femenina. La "impedancia" eléctrica habitualmente incluye "resistencia" y "reactancia", y su medición se puede lograr mediante varios procedimientos. Aunque la impedancia mecánica se puede detectar directamente, puesto que esta impedancia está correlacionada con la impedancia eléctrica, puede resultar práctico detectar la impedancia eléctrica en su lugar. La presente invención busca detectar, medir y monitorizar esta impedancia a lo largo del curso de la sesión de tratamiento y, en respuesta, cambiar continuamente los parámetros de estimulación eléctrica y/o energía de ultrasonidos, de modo que la impedancia monitorizada experimente una recuperación continua de cualquier desviación para mantener la impedancia dentro de un rango deseado. Mantener la impedancia en un rango deseado es un objeto práctico en lugar de mantener la impedancia lo más baja posible, porque el cuerpo siempre y continuamente se adapta a un tratamiento efectivo, y porque se puede lograr una impedancia baja con energías de tratamiento que no son necesariamente efectivas. En los experimentos mencionados a continuación, a 50 Hz (corriente farádica de estimulación eléctrica), la impedancia para un área de piel de 100 cm^2 se encontró que era aproximadamente de 3000 | A 4000 Hz (frecuencia media), la impedancia de la piel de la misma zona cae a unos 50 |. La Impedancia de la piel de 500 | por ejemplo, es aceptable para un tratamiento eficaz y se puede seleccionar una impedancia de rango de trabajo en torno a ello.

La baja impedancia de la piel permite que se aplique una energía de ultrasonidos (y de estimulación eléctrica) más baja y que penetre en las capas externas del tejido y llegue al tejido u órgano interno tratados. Sin embargo, esta frecuencia media se encuentra muy fuera del rango de frecuencia normal biológicamente sensible de 0,1 Hz a 250 Hz. Los cambios de los parámetros de tratamiento pueden seleccionarse y aplicarse a lo largo del curso de la sesión de tratamiento en respuesta a cambios en la impedancia, después de un tratamiento de calibración inicial en el que los cambios se aplican de forma aleatoria, arbitraria o mediante un patrón predeterminado, y a medida que la reacción del cuerpo que conduce a un aumento o disminución de la impedancia fuera del rango deseado, se detectan aquellos cambios de parámetros que se encontraron que inducen la inversión de la respuesta del cuerpo para recuperar cualquier desviación del rango de impedancia deseado.

El aparato de US incluye un aparato de US no invasivo utilizado en una región de tratamiento sobre el órgano o tejido interno, y un aparato de estimulación eléctrica para inducir simultáneamente estimulación eléctrica interferencial. Un controlador controla los parámetros del aparato de estimulación eléctrica y del aparato de US, y cambia dinámicamente al menos uno de los parámetros para mantener la impedancia del tejido corporal en la región de tratamiento dentro de un rango de impedancia. Preferiblemente, el aparato de US incluye un monitor de impedancia para detectar, medir y monitorizar continuamente la impedancia eléctrica en la región de tratamiento, en el que el controlador cambia dinámicamente al menos uno de los parámetros en respuesta a la impedancia eléctrica monitorizada, para mantener la impedancia dentro del rango predefinido. El monitor de impedancia puede incluir sensores de impedancia eléctrica que están situados sobre el cuerpo en o en las proximidades del área de tratamiento, o sensores indirectos tales como un sensor térmico que supervisa el área de tratamiento. La medición directa de la impedancia mecánica se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante el o los sensores de ultrasonidos similares a los utilizados para el diagnóstico por ultrasonidos (calculando la energía de ultrasonidos transmitida, reflejada, disipada o dispersada). Medios adicionales para detectar y rastrear dinámicamente la impedancia eléctrica pueden implicar la aplicación de otros rangos electromagnéticos (por ejemplo, de RF) que permiten la detección de transmisión, disipación y dispersión dentro del cuerpo.

Algunas técnicas contemporáneas que se utilizan para evaluar la grasa corporal pueden proporcionar la evaluación y el seguimiento de la impedancia que se aplicarán para los fines de la presente invención - que busca detectar la impedancia de capas locales únicamente y, por lo tanto, es aún más sencillo de aplicar. Las tecnologías disponibles incluyen, por ejemplo, Análisis de Impedancia Bioeléctrica (BIA), Espectroscopia de Bioimpedancia (BIS) y Miografía de Impedancia Eléctrica (EIM), en las que la tecnología elegida se aplica inyectando corrientes eléctricas en pequeñas regiones del cuerpo en o en la proximidad de la región de tratamiento.

Un órgano o tejido interno no puede tratarse eficazmente mediante un procedimiento de ultrasonidos no invasivo de manera similar al tratamiento de órganos externos o similarmente próximo al cabezal de ultrasonidos (por ejemplo, la piel, el tejido subcutáneo, dispuesto justo detrás del tejido subcutáneo, un tejido expuesto, tejido próximo a un cabezal de ultrasonidos invasivo que penetra internamente dentro del cuerpo). Los tejidos masivos que separan el cabezal de ultrasonidos y el órgano/tejido interno a tratar absorben y disipan las ondas de ultrasonidos, frustrando de esta manera el tratamiento. Aumentar la potencia de los ultrasonidos mediante la aplicación de ondas ultrasónicas

de alta energía para que eventualmente ondas suficientemente energéticas lleguen al órgano o tejido interno, provocaría daños graves a los tejidos de separación.

5 La invención también es aplicable al tratamiento de cualquier tejido interno, tal como una herida cerrada, una lesión interna, una inflamación interna y una úlcera.

10 Se observa que la diabetes a menudo implica heridas internas cerradas, inflamación y úlceras, típicamente en órganos periféricos como dedos de los pies, manos y extremidades, debido a la congestión de los vasos sanguíneos capilares periféricos, cuyo bloqueo impide el suministro de sangre y la nutrición esencial del tejido afectado. Tales heridas suelen estar relacionadas con daños a las células nerviosas y se desarrollan en fases que a veces también indican la progresión de la úlcera. El dolor neuropático periférico suele aparecer como precursor de las úlceras. Un mayor daño a los nervios suele ir seguido de dolor neuropático y nociceptivo, que acompaña a la lesión de tejidos y nervios. Un mayor daño tisular suele ir acompañado de entumecimiento o anestesia, y un mayor daño produce úlceras diabéticas, que a veces aparecen como una herida interna cerrada, que puede convertirse en una herida abierta, una infección bacteriana y eventualmente puede resultar en la amputación del órgano periférico como medida para salvar vidas.

20 Como consecuencia, los daños a los nervios merecen un seguimiento especial. Los nervios incluyen neuronas (o células nerviosas), con un núcleo central rodeado por el soma, dendritas ramificadas, axones que se proyectan periféricamente envueltos por una vaina de mielina y terminales axónicas que se extienden más periféricamente. El daño al núcleo es irreparable, mientras que las lesiones de los axones, las terminales de los axones, las dendritas y quizás la vaina de mielina pueden rehabilitarse, al menos hasta cierto punto. El daño diabético típico a los nervios comienza con daño a las terminales de los axones lo que produce como resultado del dolor neuropático. Un daño adicional a la vaina de mielina conduce a daños en los axones envainados, lo que resulta en dolor de Náuseas. Un mayor daño a los axones y a las dendritas resulta en entumecimiento y un mayor daño a los mismos, de esta manera como daño al núcleo, resultante con anestesia.

30 El aparato de la invención está dirigido al tratamiento de úlceras en desarrollo, particularmente de antecedentes diabéticos, incluido el tratamiento de los nervios que están afectados por la diabetes y merecen rehabilitación por sí solos, y cuyo estado es también indicativo de la progresión y regresión de la úlcera diabética. El tratamiento de los nervios se dirige principalmente a la rehabilitación de los terminales de los axones, pero también puede extenderse al tratamiento de los axones, la mielina y las dendritas.

35 Además, en condiciones de inflamación crónica, las células secretan prostaglandinas y otras sustancias químicas que migran a los receptores nerviosos por medio de un proceso conocido como quimiotaxis. Estos productos químicos activan los nervios para provocar dolor. La reducción de la inflamación dificulta la liberación de estas sustancias químicas y, por tanto, evita el dolor.

40 Un factor importante que determina la cantidad de energía absorbida por los tejidos que se separan es la impedancia mecánica de los tejidos que se separan. La impedancia mecánica del tejido corporal se correlaciona con la impedancia eléctrica del tejido corporal que puede ser manipulada. El tejido corporal, cuando se expone a estimulación eléctrica, tiende a adaptarse y desarrollar gradualmente una mayor resistencia que resulta en una mayor impedancia mecánica (y una mayor impedancia eléctrica). El nuevo aparato se puede utilizar en un procedimiento que induce una impedancia mecánica persistente del tejido corporal, aplicando una manipulación dinámicamente cambiante de estimulación eléctrica a la región de tratamiento, que prevalece la adaptación natural del tejido corporal a la estimulación eléctrica experimentada por el tejido corporal.

50 Por ejemplo, con el fin de superar la aclimatación de la impedancia de la piel, se puede usar un aumento del voltaje de estimulación eléctrica para lograr la corriente de estimulación deseada, pero el paciente normalmente experimentará un tratamiento menos cómodo. La profundidad de penetración de la citada corriente puede ser escasa y, al menos parcialmente, puede estar limitada por la incomodidad del paciente.

55 Las mediciones experimentales realizadas a una frecuencia de estimulación de 50 Hz dieron como resultado una impedancia de 100 cm^2 de piel a aproximadamente 3000 ohmios (Ω). A 4000 Hz (frecuencia media), la impedancia de la piel de la misma zona era de alrededor de 50 ohmios.

60 Estas mediciones sugieren que se pueden usar voltajes de estimulación mucho más bajos para producir la corriente de estimulación deseada, dando como resultado una menor sensibilidad de la piel y una experiencia de tratamiento más cómoda para el paciente. Sin embargo, esta frecuencia media está mucho más allá del rango de frecuencia biológicamente eficaz normal (0,1 a 250 Hz) en el que el cuerpo o el tejido de la piel reaccionan eficazmente.

65 Con el fin de producir la estimulación necesaria se aplican dos frecuencias medias. Se aplica una frecuencia constante de, por ejemplo, 4000 Hz a un par de electrodos y una frecuencia ligeramente diferente de, por ejemplo, 3900 Hz al otro par. Estas dos frecuencias "interfieren" para producir una frecuencia media de amplitud modulada (frecuencia de latido) en el tejido. El tejido reacciona en respuesta al aumento y caída cíclicos de la intensidad de la

corriente. Es la frecuencia de modulación de amplitud (AMF) la que está dentro del rango de frecuencia biológicamente eficaz normal y no la frecuencia media (portadora).

- 5 Sin embargo, sólo determinadas ondas ultrasónicas son eficaces o tienen la "resonancia" adecuada para tratar eficazmente el órgano interno, sin dañarlo, es decir dentro de un rango de energía por encima de un umbral mínimo efectivo y por debajo de un umbral dañino. Con ese fin, las ondas de ultrasonidos se manipulan para que se apliquen en un patrón que cambia dinámicamente, para garantizar que finalmente se apliquen las ondas efectivas apropiadas al órgano o tejido interno tratado.
- 10 A continuación se hace referencia a las figuras 1 y 2. La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema, generalmente denominado 100, para tratar tejido interno, inflamación o mejorar la fertilidad de órganos femeninos, construido y operativo de acuerdo con una realización de la técnica divulgada. La figura 2 es una ilustración esquemática del sistema de la figura 1 que trata una región del cuerpo de un paciente, de acuerdo con una realización de la técnica divulgada. El sistema 100 incluye un procesador 102, un aparato de ultrasonidos 112, 15 un aparato de estimulación eléctrica 108, un aparato de monitorización de impedancia 150, un equipo de diagnóstico/imagen 160 y un dispositivo de masaje 110. El procesador 102 está acoplado a un aparato de estimulación eléctrica 108, a un aparato de seguimiento y monitorización de impedancia 150, a un equipo de diagnóstico/imagen 160, a un dispositivo de masaje 110 y a un aparato de ultrasonidos 112. El aparato de estimulación eléctrica 108 incluye electrodos 208. El aparato de ultrasonidos 112 incluye típicamente una unidad generadora de señales (no mostrada) y un transductor de ultrasonidos 212. El aparato de monitorización de impedancia 150 incluye transductores/sensores de impedancia y/o sensores térmicos elaborados adicionalmente con referencia a elementos tales como electrodos 611, transductores/sensores 651, 652, 656, 662 y monitor 654 de la figura 6). El procesador 102 es operativo para controlar y gestionar las operaciones del aparato de estimulación eléctrica 108, el dispositivo de masaje 110 y el aparato de ultrasonidos 112. El procesador 102 puede estar parcial o 20 totalmente incorporado por cualquier forma de hardware, software o una combinación de los mismos, y puede estar materializado al menos parcialmente por un componente de hardware o software que está integrado con cualquiera de entre: aparato de estimulación eléctrica 108, dispositivo de masaje 110 y aparato de ultrasonidos 112.
- 25 Con referencia a la figura 2, el sistema 100 se aplica a una región de tratamiento 230 en el cuerpo de un paciente, en el que la región de tratamiento 230 está situada por encima del tejido/órgano interno 240 que requiere tratamiento. El tejido/órgano interno 240 puede ser un órgano de fertilidad femenino (por ejemplo, el folículo ovárico, un vaso sanguíneo del útero (matriz), el ovario, el revestimiento endometrial y/o la trompa de Falopio), o cualquier otro órgano o tejido interno, incluida una úlcera interna, una herida cerrada, una lesión interna, nervios o inflamación 30 incluyendo cualquier parte del mismo, y cualquier otro tejido corporal vivo dispuesto internamente. La región de tratamiento 230 incluye una capa de tejido cutáneo 213 (es decir, epidermis, dermis e hipodermis), una capa de tejido graso 220 (es decir, grasa subcutánea) y una capa de tejido muscular 216. El tejido/órgano interno 240 está dispuesto profundamente debajo en la capa de tejido cutáneo 213, capa de tejido graso 220 y capa de tejido muscular 216.
- 35 Los electrodos 208 se posicionan sobre el paciente en la región de tratamiento 230 cerca del tejido/órgano interno 240. El aparato de estimulación 108 aplica estimulación eléctrica interferencial a la región de tratamiento 230 por medio de los electrodos 208. La estimulación eléctrica alcanza el tejido muscular 216 y produce una acción de estimulación por encima del tejido/órgano interno 240 mientras estimula la circulación sanguínea en el área. Los electrodos 208 pueden adherirse o colocarse fijamente de otro modo directamente sobre la capa de piel 213, de 40 manera que los electrodos 208 permanezcan estacionarios durante el tratamiento. Alternativamente, uno o más de los electrodos 208 pueden integrarse con el cabezal de interfaz del transductor de ultrasonidos 212 de modo que los electrodos 208 operen en conjunto con el electrodo dentro del transductor del cabezal de interfaz 212, que es movido por el operador sobre la región de tratamiento 230.
- 45 El transductor de ultrasonidos 212 transmite ondas de ultrasonidos hacia la región de tratamiento 230. Opcionalmente se aplica un gel 209 a la región de tratamiento, para mejorar la penetración de las ondas de ultrasonidos, como se detalla más adelante en la presente memoria descriptiva. Las ondas de ultrasonidos transmitidas penetran en la capa de tejido cutáneo 213 y en la capa de tejido adiposo 220. La intensidad y/o frecuencia de las ondas de ultrasonidos transmitidas se pueden seleccionar de modo que las ondas de ultrasonidos 50 se atenúan mientras se propagan a través de las capas 213, 220 y 216. En particular, las ondas de ultrasonidos penetran en la capa de tejido muscular 216. Una sección transversal típica de penetración de ultrasonidos efectiva de acuerdo con la técnica descrita está representada por líneas perforadas 222. En general, las ondas de ultrasonidos transmitidas funcionan para estimular suficientemente la circulación sanguínea en las capas de tejido de la región de tratamiento 130, promoviendo de esta manera la curación del tejido/órgano interno 240. El transductor 55 de ultrasonidos 212 es preferiblemente operativo para masajear o presionar contra la piel en la región de tratamiento 230 durante el funcionamiento del aparato de ultrasonidos 112. El dispositivo de masaje 110 masajea la región de tratamiento 230, preferiblemente simultáneamente con la estimulación eléctrica y la transmisión de ultrasonidos.
- 60 A continuación se hace referencia a la figura 3, que es una ilustración esquemática de los procesos físicos y 65 biológicos que se producen durante la aplicación de la técnica divulgada. El transductor de ultrasonidos 212 transmite ondas de ultrasonidos 302 hacia la región de tratamiento 230. Las ondas de ultrasonidos son ondas

sonoras de muy alta frecuencia (es decir, por encima de aproximadamente 20 KHz) que crean cambios en la densidad y presión del medio a través del cual se propagan las ondas. Las ondas de ultrasonidos son ondas longitudinales formadas por regiones de alta presión (compresión) y regiones de baja presión (rarefacción). Cuando una onda de ultrasonidos incide en un material, las partículas de ese material comienzan a oscilar y generan calor gradualmente. De esta manera, la energía cinética de la onda ultrasónica se convierte en energía térmica en el material impactado.

Un efecto de la transmisión de ultrasonidos es mejorar la microcirculación (es decir, la circulación sanguínea a través de la red microvascular que es responsable de la distribución de la sangre dentro de los tejidos) en la región de tratamiento. A medida que las ondas de ultrasonidos 302 se propagan a través de la capa de tejido cutáneo 213 y la capa de tejido graso 220, la oscilación y el ablandamiento resultantes de los tejidos generan calor y presión, lo que induce la liberación y posterior eliminación de fluidos y productos de desecho almacenados en el tejido, al tiempo que mejora el flujo y circulación la sangre en la región.

De acuerdo con la técnica descrita, el transductor de ultrasonidos 212 emite ondas de ultrasonidos 302 a una frecuencia entre aproximadamente 1-4 MHz, preferiblemente de 0,7 MHz a 3,5 MHz y a intensidades que varían entre aproximadamente 0-2,5 W/cm.², preferiblemente entre 0,5-2,1 W/cm², más preferentemente entre 1 y 2,1 W/cm² y aún más preferentemente a aproximadamente 1,8-2,1 W/cm². En estos rangos operativos, se conjectura que la mejora de la microcirculación tiene lugar en el tejido próximo al órgano/tejido interno 240, mientras que los tejidos sanos en el camino desde la cabeza de US, como los músculos, permanecen ileños. La frecuencia de operación del ultrasonidos o la intensidad de operación se pueden variar durante el transcurso de una sesión de tratamiento. Variar la frecuencia operativa permite apuntar a diferentes profundidades en la región de tratamiento 230. En particular, se pueden usar frecuencias más altas para alcanzar capas de tejido menos profundas, mientras que se pueden usar frecuencias más bajas para alcanzar capas de tejido más profundas. Cuando se varía la frecuencia con respecto a la profundidad de la región a la que se dirige, preferiblemente en primer lugar se trata completamente una primera profundidad, seguido del tratamiento de una segunda profundidad. La intensidad de los ultrasonidos se puede variar independientemente de la frecuencia de los ultrasonidos. Preferiblemente, la frecuencia operativa del transductor ultrasónico 212 permanece entre 0,7 y 3,5 MHz, y la intensidad operativa del transductor ultrasónico 212 permanece entre 0 y 2,1 W/cm.². Se pueden aplicar diferentes combinaciones de frecuencia/intensidad (por ejemplo, alta frecuencia y alta intensidad, baja frecuencia y baja intensidad, alta frecuencia y baja intensidad, baja frecuencia y alta intensidad) para producir un efecto deseado y/o penetrar una profundidad deseada de la región de tratamiento.

El proveedor del tratamiento utiliza preferiblemente la retroinformación del paciente mientras se lleva a cabo el tratamiento y procede a ajustar el tratamiento si es necesario. Por ejemplo, las ondas de ultrasonidos transmitidas se aplican con una intensidad específica hasta que el paciente siente dolor o ya no puede soportarlo. Si el paciente indica que siente dolor o malestar, el proveedor de tratamiento puede reducir la intensidad del ultrasonidos, reposicionar el transductor de ultrasonidos en una porción diferente de la región de tratamiento y/o cambiar la frecuencia del ultrasonidos para alcanzar una profundidad diferente de la región de tratamiento. Con referencia a la realización de la figura 6, los ajustes que se han mencionado más arriba se realizan además del cambio continuo de los parámetros de ultrasonidos o estimulación que se realizan con la realización de la figura 6, preferiblemente automáticamente, en respuesta a los cambios rastreados de la impedancia corporal, para mantener la impedancia en un rango deseado.

Se hace referencia a continuación a las figuras 4A y 4B. La figura 4A es un gráfico que representa una primera variación ejemplar de la frecuencia de ultrasonidos en función del tiempo, de acuerdo con una realización de la técnica divulgada. La figura 4B es un gráfico que representa una segunda variación ejemplar de la frecuencia de ultrasonidos en función del tiempo, de acuerdo con una realización de la técnica divulgada. Con referencia a la figura 4A, la frecuencia se puede alterar durante el transcurso del tratamiento de 0,7 MHz a 3,5 MHz y nuevamente a 1 MHz, cíclicamente, en incrementos de 200 KHz que duran 5 segundos. Alternativamente, los incrementos pueden ser períodos de tiempo más cortos o más largos, por ejemplo 3 segundos o 10 segundos, y alternativamente pueden ser frecuencias mayores o menores, por ejemplo 100 KHz o 500 KHz. Con referencia a la figura 4B, la frecuencia también se puede alterar bruscamente, de manera gradual, entre 0,7 MHz y 3,5 MHz y nuevamente a 0,7 MHz, cíclicamente, en la que se aplica una frecuencia particular durante 5 minutos. La duración de la frecuencia aplicada puede ser alternativamente un período de tiempo más corto o más largo, por ejemplo 3 minutos, 10 minutos o 20 minutos.

Haciendo referencia de nuevo a las figuras 1 y 2, el aparato de estimulación 108 aplica estimulación eléctrica interferencial a la región de tratamiento 230, induciendo contracciones intermitentes de la capa de tejido muscular 216. Los electrodos 208 están unidos a la capa de tejido de la piel 213 con la ayuda de medios de unión, tales como parches adhesivos, al principio y al final de las fibras musculares que cruzan la región de tratamiento 230. Típicamente, se emplean al menos dos pares de electrodos 208 para generar frecuencias de latidos interrelacionados, como se explicará más adelante en la presente memoria descriptiva. Se aplica corriente interferencial a la región de tratamiento 230 por medio de electrodos 208 a frecuencias que oscilan entre 5 y 150 Hz, resultante una frecuencia de latido, que estimula contracciones intermitentes del tejido muscular. Estas contracciones crean un lecho tenso de músculo contra la capa de tejido graso 220 y la capa de tejido cutáneo 213 alrededor del tejido/órgano interno 240, proporcionando una fuerza opuesta contra el tejido superficial tratado. El rápido movimiento de contracción -

relajación de los músculos (representado por las flechas de presión 309 en la figura 3) aplica presión repetitiva contra el tejido cutáneo 213 y el tejido graso 220 y la vasculatura asociada, promoviendo el flujo sanguíneo y una mejor circulación en las proximidades del tejido/órgano interno 240. La estimulación eléctrica interferencial se aplica simultáneamente con la transmisión de ondas de ultrasonidos por el aparato de ultrasonidos 112, aumentando de esta manera aún más la mejora de la circulación inducida por el ultrasonidos. Se cree que se prefiere una aplicación periódica de pulsos de presión con intervalos de alivio alternos a una aplicación de presión constante con respecto a la sostenibilidad del tejido orgánico vivo, especialmente en circunstancias de fuerza que acompañan a un tratamiento agresivo. En consecuencia, se ha descubierto que la estimulación eléctrica interferencial es eficaz durante al menos media hora después de un tratamiento intensivo con ultrasonidos, de acuerdo con la técnica descrita.

Los parámetros operativos de la estimulación eléctrica interferencial (por ejemplo, intensidad, frecuencia, duración del pulso) pueden variarse durante el transcurso de una sesión de tratamiento, tal como en respuesta a la retroalimentación clínica (por ejemplo, una indicación de dolor o malestar) del paciente. La intensidad operativa de la estimulación eléctrica está preferiblemente entre 1 y 70 mA. La estimulación eléctrica interferencial se realiza mediante técnicas de estimulación interferencial isoplanar (4 polos) e interferencial vectorial (4 polos), o combinaciones de las mismas. La técnica interferencial utiliza dos corrientes alternas que se originan en canales diferentes, cada una con frecuencias portadoras ligeramente diferentes. Las corrientes coinciden en la región de tratamiento 230 y crean interferencia (constructiva o destructiva), produciendo una frecuencia de batido resultante igual a la diferencia entre las frecuencias reales proporcionadas por cada par de electrodos. Por ejemplo, una frecuencia de 100 Hz se obtiene mediante 3900 Hz en un par de electrodos y 4000 Hz en el otro par de electrodos. En consecuencia, la onda resultante es una onda portadora Hz 3.900 - 4.000 modulada a una frecuencia de amplitud envolvente de 100 Hz. La frecuencia portadora dominante depende de las ubicaciones geométricas de los electrodos. La estimulación interferencial se administra casi exclusivamente mediante una técnica cuadripolar, en la que se disponen cuatro almohadillas independientes de tal manera que se logra el efecto deseado. Normalmente, se colocan dos pares de electrodos alrededor de la región de tratamiento, con cada par perpendicular al otro. La técnica premodulada implica superponer una señal con la frecuencia efectiva sobre una onda portadora transmitida continuamente, por ejemplo, una onda portadora de 4000 Hz modulada a una frecuencia de amplitud envolvente de 100 Hz. Se hace notar que se pueden utilizar múltiples técnicas de estimulación eléctrica, en diversas combinaciones, en diversos órdenes y con diversas duraciones intermedias (entre diferentes técnicas de estimulación eléctrica), de acuerdo con la técnica divulgada. Por ejemplo, la estimulación eléctrica puede incluir la aplicación de una técnica interferencial inicialmente durante 10 minutos, a continuación cambiar a una técnica premodulada durante 5 minutos adicionales, a continuación volver a una técnica interferencial durante otros 10 minutos y a continuación volver a realizar este proceso nuevamente. Mientras se aplica cada técnica de estimulación eléctrica interferencial, es preferible cambiar (saltar) la frecuencia de la onda portadora al menos una vez, evitando de esta manera que el cuerpo se adapte a la estimulación eléctrica aplicada (y en consecuencia deje de reaccionar con contracciones musculares intermitentes), y evitando la necesidad de aumentar la intensidad de la operación. Por ejemplo, mientras se aplica cada técnica de estimulación eléctrica interferencial, la onda portadora puede saltar de una onda portadora de 4.000 Hz a una onda portadora de 2.400 - 2.500 Hz. De manera similar, la envolvente o la frecuencia de latido (cuando sea relevante) se cambia gradualmente o se salta entre las frecuencias seleccionadas.

Durante la sesión de tratamiento inicial, es preferible utilizar intensidades de corriente bajas en el rango de aproximadamente 1 a 5 mA, ya que una intensidad de corriente más alta puede agitar o alarmar a un paciente sin experiencia. En tratamientos más avanzados, es posible aplicar intensidades de corriente más altas y más efectivas en el rango de aproximadamente 1-70 mA. El proveedor de tratamiento puede utilizar los comentarios del paciente para adaptar la intensidad operativa de acuerdo con lo que sea necesario. Las frecuencias efectivas están entre aproximadamente 5 y 150 Hz. Se hace notar que es posible que no se produzcan contracciones musculares intermitentes cuando se aplica estimulación eléctrica interferencial a frecuencias operativas superiores a un cierto nivel (por ejemplo, aproximadamente 250 Hz). En frecuencias más altas, las vibraciones son tan frecuentes que los músculos pueden permanecer constantemente tensos, mientras que en frecuencias más bajas las vibraciones son más lentas, pero mucho más fuertes. Puesto que el músculo se adapta a una frecuencia específica, es aconsejable alterar la frecuencia de funcionamiento de la estimulación eléctrica durante la duración de la sesión de tratamiento, e incluso durante la aplicación de una técnica de estimulación particular. La frecuencia operativa se puede alterar de manera arbitraria, o de acuerdo con un patrón predeterminado, tal como: (1) aplicar una primera frecuencia durante un período de tiempo fijo antes de cambiar a una segunda frecuencia; (2) cambiar gradualmente las frecuencias de una primera frecuencia a una segunda frecuencia, tal como cambiar de 5 Hz a 150 Hz y viceversa (por ejemplo, en un ciclo sinusoidal); (3) de manera similar al patrón (2), pero permaneciendo durante más tiempo (tal como 1 segundo) en los niveles extremos; (4) aplicar sólo las frecuencias extremas de forma intermitente. También se pueden emplear otros patrones para alterar la frecuencia operativa. Con referencia a la figura 6, cualquiera y todas las acciones de alteración mencionadas se pueden realizar, preferiblemente automáticamente, en respuesta a cambios en la impedancia corporal rastreados por los medios de monitorización de la impedancia corporal de la realización de la figura 6, con el fin de mantener la impedancia en un rango deseado. .

Haciendo referencia nuevamente a las figuras 1 a 4, son ajustables varios parámetros operativos de la estimulación eléctrica interferencial, tales como: frecuencia, frecuencia modulada en amplitud, espectro, rotación, emisión y pausa. El 'parámetro de frecuencia' permite establecer la frecuencia de funcionamiento entre dos valores disponibles

(por ejemplo, 2500 Hz o 4800 Hz) para cada corriente alterna. La elección del valor de frecuencia es decisiva, ya que a mayor frecuencia la corriente interferencial penetra más fácilmente. La frecuencia modulada en amplitud (AMF) se puede elegir de manera que el valor básico de la modulación de baja frecuencia se pueda establecer de acuerdo con lo que sea necesario. Por ejemplo, el parámetro AMF se puede configurar en 100 Hz, pero se puede

5 ajustar de 1 Hz a 100 Hz, con intervalos de paso de 1 Hz. El parámetro de espectro se puede utilizar para ajustar el valor de AMF y es ajustable de 0 a 100 Hz, con intervalos de paso de 1 Hz. Por ejemplo, con un ajuste de 100 Hz AMF y 50 Hz de espectro, el AMF aumentará en el tejido de 100 Hz a 150 Hz y volverá nuevamente a 100 Hz. El parámetro de espectro se utiliza para evitar síntomas de asfixia. Para la técnica vectorial interferencial se emplea una corriente interferencial cuadripolar, pero la dirección de la estimulación es la misma que en la técnica bipolar.

10 Por tanto, en un momento determinado, la corriente es activada por sólo dos electrodos diagonales. Por tanto, la estimulación del tejido rota automáticamente entre los electrodos. El parámetro "rotación" se puede utilizar para ajustar manualmente la velocidad de rotación del vector. Al parámetro de rotación generalmente se le asigna un valor arbitrario entre 1 y 100. El parámetro de emisión permite ajustar la duración de la estimulación. El parámetro "pausa" permite pausar la estimulación si es necesario.

15 Si la frecuencia o intensidad de la estimulación eléctrica interferencial varía rápidamente, entonces la frecuencia de la transmisión de ultrasonidos se varía preferiblemente lentamente. Por el contrario, si la frecuencia o intensidad de la estimulación eléctrica interferencial se varía lentamente, entonces la frecuencia de la transmisión de ultrasonidos se varía preferiblemente rápidamente. En otras palabras, se sugiere que la tasa de variación de los parámetros relacionados con la estimulación eléctrica interferencial sea inversamente proporcional a la tasa de variación de los parámetros relacionados con la transmisión de ultrasonidos.

20 A continuación se hace referencia a las figuras 5A y 5B, que son ilustraciones gráficas tridimensionales que representan la transformación de los tejidos en forma de montaña resultante de la sinergia entre la estimulación eléctrica interferencial y las ondas de ultrasonidos aplicadas a la región de tratamiento. Las ilustraciones de las figuras 5A y 5B se proporcionan como ejemplos de dos estados estacionarios entre los cuales pasa el tejido corporal afectado. Estas morfologías y transiciones resultan de gradientes diferenciales de intensidad que se producen por medio de la sinergia entre la estimulación eléctrica interferencial alterada y las ondas ultrasónicas transmitidas. Cuando esta sinergia se aplica debajo y alrededor de la región de tratamiento, proporciona estimulación física y térmica con una microcirculación mejorada cerca del órgano femenino de fertilidad, ayudando de esta manera significativamente al cuerpo a curar el tejido/órgano interno, que puede ser un órgano femenino de fertilidad. úlcera, lesión, herida, inflamación y/o nervios.

25 Haciendo referencia de nuevo a las figuras 1 y 2, durante una sesión de tratamiento de acuerdo con la técnica descrita, el proveedor de tratamiento mueve lenta, gradual y suavemente el transductor de ultrasonidos 212 sobre la región de tratamiento 230, mientras ejecuta preferiblemente suavemente pequeños movimientos de masaje circular con el transductor 212. Se hace notar que la acción del proveedor del tratamiento puede automatizarse, por ejemplo mediante el uso de un robot o una máquina. El transductor de ultrasonidos 212 se aplica con fuerza pero con cuidado a la región de tratamiento 230 para generar una presión sustancial. Se debe hacer notar que es importante ser amable y estar atento a cualquier dolor o malestar que experimente el paciente, ya que la región de tratamiento 230 puede ser muy sensible. Opcionalmente, el proveedor del tratamiento puede proporcionar sedantes locales o sistémicos para aliviar el dolor del paciente. El transductor de ultrasonidos 212 está diseñado preferiblemente para permitir tanto una acción de masaje contundente como la penetración de ondas de ultrasonidos 302 en el tejido subyacente en la región de tratamiento 230. Preferiblemente, la acción de masaje y la presión contundente aplicada a la región de tratamiento 230 por el transductor de ultrasonidos 212 se intercalan con intervalos periódicos. intermedios. El transductor de ultrasonidos 212 puede inclinarse en diferentes direcciones (por ejemplo, izquierda, derecha, adelante y atrás) durante el transcurso del masaje. Esto se logra inclinando y moviendo la muñeca en diferentes direcciones repetidamente, por ejemplo izquierda-derecha-izquierda, adelante-atrás-adelante e izquierda-delante-derecha-atrás (es decir, un movimiento circular usando la muñeca en lugar de un movimiento circular usando el brazo). De esta manera, las ondas de ultrasonidos 302 penetran más profundamente en la región de tratamiento 230, a medida que el área de superficie del cabezal del transductor de ultrasonidos 212 en contacto con la piel se hace más pequeña por la inclinación. El movimiento de masajeado, junto con la presión aplicada a la región de tratamiento 230 por el cabezal del transductor 210, presiona y aprieta contra la vasculatura en los tejidos subyacentes. Por ejemplo, se pueden intercalar pequeños movimientos de masaje circulares con movimientos de masaje de inclinación izquierda-derecha-izquierda, o cualquier combinación de las técnicas de masaje mencionadas anteriormente, u otras técnicas de masaje conocidas en la técnica. Se debe hacer notar que la acción de masajeado o el ejercicio de presión del transductor de ultrasonidos de acuerdo con la técnica descrita se desvía de la práctica general de transmisión de ultrasonidos para aplicaciones médicas, lo que disuade cualquier contacto fuerte entre el transductor de ultrasonidos y la piel.

30 Una medida adicional para ejercer presión sobre la región de tratamiento es mediante un masaje externo manual y/o mecánico, tal como usando el dispositivo de masaje 110. Un tipo de masaje práctico y simple es el mero masaje con las manos desnudas de una persona que realiza el tratamiento. Sin embargo, también son aplicables varios tipos de herramientas o equipos de masaje. Con referencia a la figura 3, el masaje aplica presión (representada por las flechas 314) contra la región de tratamiento 230, apretando de esta manera la superficie de la piel y promoviendo el flujo sanguíneo al área y mejorando la circulación y la red linfática. Preferiblemente, la acción de masaje se aplica al

área exacta de la región de tratamiento 230 sobre la cual se dirigen las ondas de ultrasonidos 320, simultáneamente a la transmisión de ultrasonidos. El masaje se puede aplicar eficazmente durante la transmisión del ultrasonidos o durante un tiempo posterior.

5 De acuerdo con otro aspecto de la técnica descrita, se frota un gel 209 sobre la capa 213 de la piel en la región de tratamiento 230 antes de la transmisión de ultrasonidos. El gel 209 es preferiblemente a base de agua, para adaptarse al medio conductor de ultrasonidos. Los geles preferibles pueden incluir ingredientes tales como: ácidos hidroxilo, extractos de plantas, proteínas de trigo, aceite de macadamia, manzanilla, zinc, ácido salicílico y cafeína. El gel 209 tiene varios propósitos. En primer lugar, el gel 209 conduce eficazmente las ondas de ultrasonidos 302 entre el transductor de ultrasonidos 212 y la región de tratamiento de tejidos 230. El gel 209 también está diseñado para proporcionar una penetración suave de las ondas de ultrasonidos 302 en los tejidos subyacentes. Además, el gel 209 lubrica la piel y evita la fricción y el raspado de la piel, especialmente en circunstancias en las que el cabezal del transductor de ultrasonidos 212 se presiona o se masajea con fuerza contra la región de tratamiento 330. Además, los medicamentos, ingredientes activos y antisépticos, si se añaden al gel 209, se absorben y/o desinfectan la capa de epidermis (del tejido de la piel 213) de manera más efectiva debido a las ondas de ultrasonidos 302, los fluidos calentados y el material del tejido, y la aparición de rupturas o grietas en la región de tratamiento 230. Esta absorción se mejora aún más por el cabezal del transductor de ultrasonidos 212 que frota con fuerza el gel 209 contra la piel. Los medicamentos o ingredientes activos que se absorben pueden promover el flujo sanguíneo y la circulación y proporcionar al tejido de la piel diversos minerales y nutrientes beneficiosos. A lo largo del transcurso de la sesión de tratamiento, la acción de masaje involucrada al frotar el gel 209 sobre la piel también sirve para mejorar la circulación y el funcionamiento del sistema linfático en la región de tratamiento 230.

25 La aplicación de una o cualquier combinación de cualquiera de las medidas de aumento de presión detalladas anteriormente (es decir, transmisión de ondas de ultrasonidos, masajeado con transductor de ultrasonidos, estimulación eléctrica interferencial y masaje externo), puede ejercer una presión suficiente y adecuada sobre la región de tratamiento 230 desde direcciones opuestas (por ejemplo, desde arriba y debajo de la región de tratamiento si el paciente está en posición supina), lo que contribuye a un tratamiento eficaz. Se descubrió que cuantas más (y preferiblemente todas) las medidas de aumento de la presión que se aplican, más sustancial e irrefutable es la mejora en el flujo sanguíneo y la circulación. El masajeado con transductor de ultrasonidos, la estimulación eléctrica interferencial y el masaje externo se aplican preferiblemente simultáneamente con la transmisión de ultrasonidos.

35 Se aprecia que la mejora en el flujo sanguíneo resultante del tratamiento de la técnica descrita también mejora generalmente el sistema circulatorio y los procesos metabólicos en la región de tratamiento. Debido al ablandamiento de los tejidos, las arterias y los capilares dentro de estos tejidos se ensanchan (es decir, se produce vasodilatación). Como consecuencia se acelera la circulación y los tejidos reciben más oxígeno y nutrientes. Como resultado, el sistema circulatorio y el sistema linfático alcanzan estados más saludables.

40 El aparato de ultrasonidos 112 y el aparato de estimulación eléctrica 108 pueden ser portátiles y pueden incluir diferentes accesorios, tales como bandas, para permitir que el aparato de ultrasonidos 112 y el aparato de estimulación eléctrica 108 se ajusten cómoda o firmemente a la región del cuerpo tratada. Se debe hacer notar que un aparato de ultrasonidos portátil y un aparato de estimulación 108 pueden usar un gel que está encajado entre la región de tratamiento 230 y el aparato de ultrasonidos 112.

45 El sistema de la técnica divulgada puede adaptarse para uso personal de un individuo, como en su casa o en cualquier lugar conveniente, sin necesidad de una visita a una clínica u oficina para ser tratado por otra persona. La duración de una sesión de tratamiento de acuerdo con la técnica descrita varía generalmente de aproximadamente 15 a 45 minutos.

50 A continuación se hace referencia a la figura 6, que ilustra el sistema 600 para inducir impedancias mecánicas y eléctricas persistentes del tejido corporal para facilitar el transporte eficaz de energía ultrasónica de baja energía a un tejido u órgano interno tratado, construido y operativo de acuerdo con una realización de la invención. El sistema 600 es similar al sistema 100 de la figura 2, e incluye además los componentes del aparato de monitorización de impedancia 150 de la figura 1. El sistema 600 incluye un aparato o dispositivo de Ultrasonidos (US) 612 para aplicar US de baja energía sobre un tejido/órgano interno 640 (que es similar al órgano/tejido interno 240). El aparato 612 incluye un cabezal de US externo no invasivo 614. El sistema 600 incluye además un aparato de estimulación eléctrica 608 y un procesador o controlador 602 para controlar los parámetros del aparato de estimulación eléctrica 608 y del aparato de US 612. La disposición y operación de componentes equivalentes del sistema 600, tal como el aparato de estimulación eléctrica 608, el aparato de ultrasonidos 612 y el controlador 602 es equivalente a los componentes correspondientes del sistema 100 (por ejemplo, aparato ES 108, aparato de US 112, procesador 102) y por lo tanto no se repite, mientras que aspectos particulares que son relevantes para el sistema 600 se describen a continuación. El sistema 600 incluye además un aparato 650 de monitorización (seguimiento) de impedancia (equivalente al aparato 150) que está conectado al controlador 602. El aparato 150 de monitorización de impedancia incluye transductores/sensores de impedancia, que puede comprender simplemente electrodos 608 y/o un electrodo/sensor designado 654 que está dispuesto dentro del cabezal de US 614 para interconectar el cuerpo

tratado, y/o sensor térmico 652, transductores/sensores de impedancia designados 651 y 656, transmisores/transductores/sensores remotos 662 y monitor 654.

El aparato de monitorización de impedancia 650 puede depender de las lecturas de corriente que pueden recibirse en los electrodos 611, y opcionalmente también mediante el transductor/sensor 654 en forma de un electrodo 654 (dispuesto dentro del cabezal de interfaz 614 del transductor de ultrasonidos 612), de esta manera como también sensores particulares 656 para mejorar las capacidades de lectura y/o aliviar a los electrodos 611, que se emplean principalmente para inducir estimulación eléctrica, de la tarea de lectura. La medición de la impedancia eléctrica corporal mediante los electrodos 611, 654 y los sensores 656 generalmente se limitará a las corrientes y frecuencias utilizadas para la estimulación eléctrica, que no se seleccionan específicamente para medir la impedancia corporal. En consecuencia, las mediciones pueden realizarse mediante corrientes designadas a frecuencias particulares (o corrientes continuas en lugar de una corriente alterna) que pueden seleccionarse para adaptarse mejor a tales mediciones. Para lograr este objetivo, se pueden colocar transductores/sensores 651 particulares sobre la región de tratamiento 230, o en sus proximidades, de esta manera como en otras ubicaciones en toda la parte del cuerpo (por ejemplo, el lado opuesto) en la que se dispone el órgano interno tratado 640.

Se pueden usar sensores/electrodos de impedancia designados tales como sensores (por ejemplo, electrodos) 651 además o en lugar de los sensores 654, 656, en los que se aplica una corriente de medición de impedancia particular, es decir, una corriente a frecuencias particulares que son más adecuadas para medir la impedancia. Los sensores 651 pueden estar dispersos sobre la región 630, o sus afueras, pero también pueden colocarse fuera de la región 630, desplazarse sobre la piel fuera de la región 630 o disponerse en una ubicación completamente diferente del cuerpo, tal como en el otro lado del cuerpo que contiene el órgano 640, en el que tiene lugar el tratamiento. Otro medio alternativo o adicional, para medir la impedancia es mapear la temperatura de la piel, o la temperatura de la región de tratamiento 630, que está correlacionada con la impedancia de la piel y el cuerpo, mediante el sensor térmico 652 que observa la región de tratamiento 630. Los valores medidos de cualquiera de los sensores se alimentan de forma intermitente o continua al monitor 650 que calcula los valores de impedancia en la región de tratamiento 630. Los transductores/sensores 651, 656 son preferiblemente no invasivos y también pueden incluir un elemento de perforación de la piel que mejora la precisión de las lecturas. Además, opcionalmente, se puede usar un sensor térmico 652 dispuesto externamente para rastrear la temperatura de la piel que está correlacionada de manera indicativa con la impedancia corporal, para el seguimiento indirecto de los cambios en la impedancia.

Las técnicas disponibles conocidas tales como las que se han mencionado más arriba [por ejemplo, análisis de impedancia bioeléctrica (BIA), espectroscopia de bioimpedancia (BIS) y miografía de impedancia eléctrica (EIM)], se pueden aplicar usando transductores/sensores 651, 654 en los que la tecnología elegida se aplica inyectando corrientes eléctricas, ya sea por medio de algunos o todos los transductores/sensores 651, 654 (que funcionan como sensores o como transmisores o ambos) y/o electrodos 611 (y/o sensores 656).

Las lecturas de ultrasonidos que se utilizan actualmente con fines de diagnóstico también pueden aplicarse para medir directamente la impedancia mecánica en el contexto de la invención. Por consiguiente, el aparato de monitorización de impedancia 650 puede depender de lecturas de US que se reciben en el cabezal de US 614 (es decir, mediante el transductor/sensor 654) o mediante transductores/sensores 651 particulares (diseñados como sensores de US, en los que el transmisor de US es el cabezal 614, pero el intercambio de roles entre elementos sensores y elementos transmisores también se puede implementar con el equipo adecuado), y específicamente usando el diagnóstico de US 658 que se describe a continuación.

En resumen, el aparato de monitorización de impedancia 650 puede incluir transductores/sensores para medir la impedancia de una variedad de opciones seleccionadas:

- 50 ¿ transductores/sensores para medir la impedancia eléctrica (por ejemplo, electrodos);
- ¿ transductores/sensores para medir la impedancia mecánica;
- ¿ transductores/sensores para medir la temperatura corporal;
- ¿ transductores/sensores para medir la impedancia entre los citados electrodos;
- ¿ transductores/sensores para medir la impedancia entre transductores/sensores particulares;
- ¿ transductores/sensores para medir la impedancia entre los citados electrodos y transductores/sensores particulares;
- ¿ transductores/sensores para medir la impedancia mediante diagnósticos de por US;
- ¿ transductores/sensores para medir la impedancia mediante un aparato de formación de imágenes; y
- ¿ cualquier combinación de las anteriores.

60 Cualquier combinación de los transductores/sensores explicados en la presente memoria descriptiva (por ejemplo., transductores/sensores 611, 651, 656, 662 y 654 - que se puede configurar como un electrodo, o un transductor/sensor particular, o parte de un diagnóstico de US) se pueden instalar y utilizar, en paralelo, simultáneamente o de forma intermitente, y sus hallazgos independientes se pueden comparar, promediar, ponderar o manipular para mejorando la precisión general de la medición, seguimiento y monitorización de la impedancia corporal.

El aparato de US externo no invasivo 612 es operativo para aplicar energía de US de baja energía, a una frecuencia de US y una intensidad de US, sobre una región de tratamiento 630 sobre el tejido/órgano interno 640. El aparato de estimulación eléctrica (ES) 608 incluye electrodos 611, dispuestos como dos pares 611A y 611B de electrodos 611.

5 El aparato ES 608 es operativo para inducir estimulación eléctrica interferencial, con electrodos 611 configurados para posicionarse en configuración cruzada sobre la piel en la región de tratamiento 630 en proximidad al tejido/órgano interno 640. La estimulación eléctrica interferencial se aplica mediante el aparato ES 608, simultáneamente con la aplicación de energía de US mediante el aparato de US 612. El aparato 1008 aplica una primera corriente a una primera frecuencia eléctrica y una primera intensidad eléctrica por medio de uno de los dos pares de electrodos, es decir, el par 611A, y una segunda corriente a una segunda frecuencia eléctrica y una 10 segunda intensidad eléctrica por medio de otro de los pares de electrodos, es decir, el par 611B. De este modo, el aparato 608 crea un patrón de interferencia de ondas resonantes que rotan a una frecuencia interferencial en la región de tratamiento 630.

15 El controlador 602 para controlar los parámetros del aparato de estimulación eléctrica 608 y del aparato de US 612, es operativo, además de su control, para cambiar dinámicamente al menos uno de sus parámetros (parámetros ES o parámetros de US, respectivamente), para mantener la impedancia del tejido corporal en la región de tratamiento 630 dentro de un rango de impedancia. Los parámetros se seleccionan de un grupo de parámetros de estimulación eléctrica y parámetros de ultrasonidos, que incluyen:

- 20 (i) La frecuencia interferencial. Esta frecuencia se puede cambiar cambiando dinámicamente la primera frecuencia eléctrica, o la segunda frecuencia eléctrica, o ambas frecuencias.
(ii) El patrón de interferencia. Este patrón se puede cambiar cambiando dinámicamente la primera intensidad eléctrica, o la segunda intensidad eléctrica, o ambas intensidades.
(iii) La frecuencia de US.
25 (iv) La intensidad de US.

30 El aparato de monitorización de impedancia 650, que puede ser parte o estar integrado con el aparato de estimulación eléctrica 608, representado por el monitor de impedancia 652, es operativo para medir y monitorizar continuamente la impedancia eléctrica en la región de tratamiento 630, por ejemplo, entre los electrodos 611, particularmente entre los dos electrodos de cada par 611A, 611B, o entre dos electrodos 611 cualesquiera, o entre cualquier electrodo de los electrodos 611 y un sensor 654 en el cabezal de US 614 del aparato 612, o entre transductores/sensores 651, 654, 656 particulares adicionales. (cuando se usan otras tecnologías de imágenes electromagnéticas, también se pueden usar el sensor térmico remoto 652 y/o transductores/sensores remotos 662). Todos estos sensores y/o electrodos que están desplegados en o cerca de la región 630, están conectados o vinculados con el controlador 602 y con el monitor 652, con circuitos adecuados. Los electrodos 611, cuando se usan como electrodos de medición además de proporcionar estimulación ES, el sensor 654 en el cabezal 614, los sensores 651, 652, 662 y los sensores 656 están conectados (por cable o mediante comunicación inalámbrica) al monitor 650 y, por tanto, la impedancia se mide, preferiblemente de forma continua, mediante medios adecuados. 35 circuito de medición de impedancia o software del monitor 650 o controlador 602. El monitor 650 alimenta, preferiblemente de forma continua, los valores de impedancia medidos al controlador 602. El controlador 602 puede cambiar entonces dinámicamente al menos un parámetro, en respuesta a la impedancia eléctrica monitorizada por el monitor 650 para mantener la impedancia dentro del rango predefinido.

40 Para mantener la impedancia dentro de este rango, el controlador 602 puede cambiar dinámicamente al menos un parámetro mediante al menos uno de los siguientes:

(a) cuando la impedancia eléctrica se monitoriza por encima del rango de impedancia, al menos uno de entre:

45 (1) reducir la impedancia por al menos uno de entre:

- 50 (i) aumentar al menos uno de: la primera intensidad eléctrica y la segunda intensidad eléctrica
(ii) reducir la frecuencia interferencial aumentando el espacio de frecuencia entre la primera frecuencia eléctrica y la segunda frecuencia eléctrica. Esto se puede lograr disminuyendo la frecuencia más baja o aumentando la frecuencia más alta, o mediante ambas acciones.

55 (2) aumentar la profundidad de penetración de US por al menos uno de entre:

- 60 (i) disminuir la frecuencia de US.
(ii) aumentar la intensidad de US.

(b) cuando la impedancia eléctrica se monitoriza por debajo del rango de impedancia, al menos uno de entre:

65 (1) aumentar la impedancia por al menos uno de entre:

- (i) reducir al menos uno de: la primera intensidad eléctrica y la segunda intensidad eléctrica.

(ii) aumentar la frecuencia interferencial reduciendo el espacio de frecuencia entre la primera frecuencia eléctrica y la segunda frecuencia eléctrica. Esto se puede lograr aumentando la frecuencia más baja o disminuyendo la frecuencia más alta, o mediante ambas acciones.

5 (2) disminuir la profundidad de penetración de US en al menos uno de entre:

- (i) aumentar la frecuencia de US.
- (ii) disminuir la intensidad de US.

10 15 El controlador 602 puede cambiar dinámicamente otro de los parámetros a un segundo ritmo, que es más lento que el primer ritmo al que se cambia el primer parámetro, en el que la intensidad y frecuencia de las ondas de ultrasonidos se mantienen dentro del rango de ultrasonidos, de manera que al menos se efectúa un patrón de ondas de ultrasonidos resonantes para alcanzar momentáneamente, por medio de la profundidad de penetración 222, el tejido/órgano interno 640.

15 Por lo tanto, se aplica energía de US al tejido/órgano interno 640, mientras que la impedancia del tejido corporal en la región de tratamiento 630 se mantiene dentro del rango de impedancia para efectuar o revitalizar cualquiera de los siguientes:

20 25 30 ð Intensificar sangrado menstrual;
ð Regular la menstruación irregular;
ð Restaurar la menstruación;
ð Engrosar del revestimiento endometrial;
ð Aumentar el flujo sanguíneo hacia/en las proximidades del órgano (femenino);
ð Aumentar la dimensión del ovario;
ð Aumentar la dimensión del folículo ovárico;

35 40 45 ð Alterar el régimen hormonal (alteración de los resultados del tratamiento del folículo ovárico);
ð Eliminar acumulaciones, por la fuerza misma de las vibraciones mecánicas de US;
ð Aumentar la concentración hormonal, ya que la grasa vibrada libera hormonas; y
ð Tratar una úlcera, una herida cerrada, una lesión interna, inflamación y/o nervios.

45 50 55 El aparato de US 600 puede incluir además un aparato de diagnóstico/imágenes 660 (similar al aparato 160), tal como diagnóstico de US 658 o equipo de imágenes representado por elementos 662 (o elementos radiantes/sensores tales como sensores del citado equipo que pueden estar dispuestos en el cabezal del aparato de US 614) para determinar la región 630 a tratar sobre el tejido/órgano interno 640, identificando y mapeando la ubicación del tejido/órgano interno 640. El diagnóstico de US 658 puede presentar un equipo separado, designado, que está acoplado con el controlador 602 para alimentar sus hallazgos, o estar integrado con el cabezal de US 614 o acoplado con el mismo (por ejemplo, el transductor/sensor 654 puede ser un elemento de US), para ahorrar equipo redundante, de esta manera usar el mismo cabezal de US 614 para diagnóstico y tratamiento, de forma simultánea o alternativa. El equipo de imágenes 660 normalmente incluirá elementos externos, como elementos integrados o acoplados con el cabezal de US 614, o electrodos 611, que eventualmente alimentan sus lecturas al controlador 602. El aparato 600 incluye una pantalla 603 u otros medios de interfaz que ayudan a guiar al usuario hacia dónde localizar la región 630 o determinar sus límites, dónde colocar los electrodos 611 y dónde desplegar el cabezal 614 para el tratamiento eficaz del tejido/órgano interno 640. El diagnóstico 658 puede usarse además de o en lugar de fines de diagnóstico generales, para medir la impedancia, y en el caso de meros sensores de US, la impedancia mecánica del cuerpo, y alimentar continuamente la lectura al aparato de monitorización de impedancia 650 para desencadenar alteraciones dinámicas de los parámetros de tratamiento para mantener la impedancia dentro de un rango deseado.

60 65 Típicamente, el aparato de estimulación eléctrica interferencial 608 está configurado para aplicar estimulación eléctrica a una intensidad en el rango de estimulación eléctrica de 1-70 mA. El aparato de US 612 está configurado para transmitir ondas de ultrasonidos con una intensidad en el rango de ultrasonidos de 0 - 2,1 vatios/cm² y el rango de frecuencia de US de 0,7 MHz a 3,5 MHz.

65 70 75 El controlador 602 puede configurarse para cambiar dinámicamente al menos un parámetro alterando la transmisión de ultrasonidos, por ejemplo mediante cualquiera de los siguientes:

- ð cambiar cada 3-30 segundos el cambio de US (intensidad y/o frecuencia)
- ð añadir o restar potencia de US en pasos de 0,1 W/cm² cada vez
- ð aumentar o disminuir la frecuencia de US de 0,7 MHz a 3,5 MHz (hacia delante y detrás o hacia adelante y hacia atrás)
- ð cambia la intensidad de US cada 3 a 30 segundos, manteniendo constante la frecuencia de US durante 3 minutos
- ð cambiar la frecuencia de US cada 3 a 30 segundos, manteniendo constante la intensidad de US durante 3 minutos.

El aparato de US 600 puede incluir además equipo de masaje, designado simbólicamente por el ícono 610, para masajear la región de tratamiento 630 simultáneamente con la aplicación de estimulación eléctrica interferencial y la transmisión de ondas de ultrasonidos, para mejorar el efecto de la acción de US y para ayudar a prevenir la adaptación del cuerpo a la estimulación eléctrica y a la energía de US, disminuyendo de esta manera el cambio de impedancia resultante de la citada adaptación.

La aplicación del aparato de US 600 puede incluir además la aplicación de un gel 609 sobre la piel en la región de tratamiento 630 antes de transmitir las ondas de ultrasonidos.

10 El controlador 602 puede configurarse para cambiar dinámicamente repetidamente al menos un parámetro, varias veces en una sesión. La duración típica de una sesión puede ser de unos 40 minutos.

El controlador 110 puede cambiar dinámicamente al menos un parámetro por uno o más de los siguientes:

15 ð alternancia cíclica de las ondas de un par de electrodos 611A o 611B, entre los dos electrodos opuestos 611A, o 611B de los cuatro electrodos 611.

ð cambiar gradualmente el desplazamiento de fase entre dos ondas de frecuencia constante (simulación eléctrica) (en el que la fase de la onda en el par 611A está ligeramente desplazada con respecto a la fase de la onda en el par 611B), que tienen frecuencias similares o ligeramente desplazadas.

20 A continuación se hace referencia a la figura 7, que es un diagrama de bloques del procedimiento 400 para inducir impedancias mecánicas y eléctricas persistentes del tejido corporal para facilitar el transporte eficaz de energía ultrasónica de baja energía al tejido u órgano interno tratado, operativo con un aparato de acuerdo con una realización de la invención. El procedimiento 400 facilita el transporte eficaz de energía de ultrasonidos (US) de baja energía desde una fuente de US externa no invasiva a un tejido/órgano interno del cuerpo. El procedimiento 400 incluye los procedimientos 402-418. En el procedimiento 402 se determina una región de tratamiento a tratar sobre el tejido/órgano interno. En referencia a la figura 6, se determina que la región de tratamiento 630 será tratada sobre el tejido/órgano interno 640.

30 En el procedimiento 404 del método 400, se colocan electrodos de un aparato de estimulación eléctrica sobre la piel en la región de tratamiento próxima al órgano interno. Se colocan dos pares de electrodos en configuración cruzada de un aparato de estimulación eléctrica que es operativo para inducir estimulación eléctrica interferencial. En referencia a la figura 6, los electrodos 611 del aparato de estimulación eléctrica 608 se colocan sobre la piel en la región de tratamiento 630 cerca del tejido/órgano interno 640. Se colocan dos pares de electrodos, 611A, 611B, en una configuración cruzada del aparato de estimulación eléctrica 608, que es operativo para inducir estimulación eléctrica interferencial.

40 En el procedimiento 406, se aplica estimulación eléctrica interferencial por medio de los electrodos a la región de tratamiento, aplicando una primera corriente a una primera frecuencia eléctrica y una primera intensidad eléctrica por medio de uno de los dos pares de electrodos, y una segunda corriente a una segunda frecuencia eléctrica, y una segunda intensidad eléctrica por medio de otro de los pares de electrodos, definiendo de esta manera un patrón de interferencia de ondas resonantes que rotan a una frecuencia interferencial en la región de tratamiento. En referencia a la figura 6, se aplica estimulación eléctrica interferencial por medio de los electrodos 611 a la región de tratamiento 630, aplicando una primera corriente a una primera frecuencia eléctrica y una primera intensidad eléctrica por medio de uno de los dos pares de electrodos 611A, y una segunda corriente a una segunda frecuencia eléctrica y una segunda intensidad eléctrica por medio de otro de los pares de electrodos 611B, definiendo de esta manera un patrón de interferencia de ondas resonantes que rotan a una frecuencia interferencial en la región de tratamiento 630.

45 50 En el procedimiento 408, se transmiten ondas de ultrasonidos (US) a una frecuencia y una intensidad de US a la región de tratamiento simultáneamente con la aplicación de estimulación eléctrica interferencial. En referencia a la figura 6, las ondas de ultrasonidos (US) se transmiten a una frecuencia de US y una intensidad de US a la región de tratamiento 630 simultáneamente con la aplicación de estimulación eléctrica interferencial.

55 60 En el procedimiento 410, al menos un parámetro de la estimulación eléctrica y el ultrasonido se cambia dinámicamente para mantener la impedancia del tejido corporal en la región de tratamiento dentro de un rango de impedancia. El parámetro puede ser uno de entre: (i) la frecuencia interferencial, que puede cambiarse cambiando al menos una de entre: la primera frecuencia eléctrica y la segunda frecuencia eléctrica; (ii) el patrón de interferencia, por ejemplo, cambiando al menos una de entre: la primera intensidad eléctrica y la segunda intensidad eléctrica; (iii) la frecuencia de US; y (iv) la intensidad de US.

65 El procedimiento 400 incluye además el procedimiento 412 de monitorizar continuamente la impedancia eléctrica en la región de tratamiento, por ejemplo, entre los electrodos y/o el cabezal de US y/o los sensores desplegados. El procedimiento 412 es un ejemplo del procedimiento más generalizado 411 de medición continua de la indicación de impedancia en la región de tratamiento. De acuerdo con el procedimiento 411, la impedancia puede detectarse mediante uno o más medios de detección y seguimiento, que incluyen:

- ¿ monitorización de impedancia eléctrica;
- ¿ monitorización de la impedancia mecánica;
- ¿ seguimiento de la temperatura corporal;
- 5 ¿ monitorización de impedancia entre electrodos de estimulación eléctrica;
- ¿ monitorización de la impedancia entre transductores/sensores particulares;
- ¿ monitorización de la impedancia entre los citados electrodos y los citados transductores/sensores particulares;
- 10 ¿ seguimiento de la impedancia mediante diagnóstico ecográfico;
- ¿ monitorización de la impedancia mediante un aparato de formación de imágenes; y
- ¿ monitorización de la impedancia mediante cualquier combinación de los anteriores.

Con referencia a la figura 6, ejemplos de los citados transductores/sensores incluyen los transductores/sensores 611, 651, 656, 662 y 654 (como un electrodo, un transductor/sensor particular o como un diagnóstico de US).

15 El procedimiento 410 de cambio dinámico se activa (dinámicamente) en respuesta a la impedancia eléctrica monitorizada en el procedimiento 412 o la impedancia monitorizada en el procedimiento 411, para mantener la impedancia dentro del rango predefinido. En referencia a la figura 6, la impedancia eléctrica se monitoriza continuamente en la región de tratamiento 630, por ejemplo, entre los electrodos 611 y/o el sensor 654 en el cabezal de US 614, y/o los sensores desplegados 656, y/o los transductores/sensores 651, 652 y 662. El cambio dinámico se activa (dinámicamente) en respuesta a la impedancia eléctrica monitorizada por el monitor 652, para mantener la impedancia dentro del rango predefinido.

20 El procedimiento 410 de cambio dinámico puede incluir:

- 25 (a) cuando la impedancia eléctrica se monitoriza por encima del rango de impedancia, al menos uno de entre:
- (1) reducir la impedancia por al menos uno de entre:
 - 30 (i) aumentar al menos una de: la primera intensidad eléctrica y la segunda intensidad eléctrica; y
 - (ii) reducir la frecuencia interferencial aumentando el espacio de frecuencia entre la primera frecuencia eléctrica y la segunda frecuencia eléctrica (disminuyendo la frecuencia más baja y/o aumentando la frecuencia más alta); y
 - 35 (2) aumentar la profundidad de penetración en de US por al menos uno de entre:
 - 40 (i) disminuir la frecuencia de US; y
 - (ii) aumentar la intensidad de US; y

- 40 (b) cuando la impedancia eléctrica se monitoriza por debajo del rango de impedancia, al menos uno de entre:
- (1) aumentar la impedancia por al menos uno de entre:
 - 45 (i) reducir al menos una de: la primera intensidad eléctrica y de la segunda intensidad eléctrica; y
 - (ii) aumentar la frecuencia interferencial reduciendo el espacio de frecuencia entre la primera frecuencia eléctrica y la segunda frecuencia eléctrica (aumentando la frecuencia inferior y/o disminuyendo la frecuencia superior); y
 - 50 (2) disminuir la profundidad de penetración de US por al menos uno de entre:
 - 55 (i) aumentar la frecuencia de US; y
 - (ii) disminuir la intensidad de US.

55 El procedimiento 400 puede incluir además el procedimiento 414 de cambiar dinámicamente otro de al menos un parámetro a un segundo ritmo, que es más lento que el primer ritmo al que se cambia uno de al menos un parámetro, en el que la intensidad y frecuencia de las ondas de ultrasonidos se mantienen dentro del rango de ultrasonidos, de manera que al menos un patrón de ondas de ultrasonidos resonantes se efectúa para alcanzar momentáneamente el tejido/órgano interno 640 por medio de la penetración profunda 222. En referencia a la figura 6, el controlador 602 cambia dinámicamente otro de los parámetros en un segundo ritmo, que es más lento que el primer ritmo al que se cambia el primer parámetro, en el que la intensidad y frecuencia de las ondas de ultrasonidos se mantienen dentro del rango de ultrasonidos, de modo que se efectúa al menos un patrón de ondas de ultrasonidos resonantes para alcanzar momentáneamente el tejido interno /órgano 640, por medio de la profundidad de penetración 222.

El tejido/órgano interno puede incluir un órgano de fertilidad femenino, incluyendo el folículo ovárico, un vaso sanguíneo del útero (matriz), el ovario, el revestimiento endometrial y/o la trompa de Falopio, o cualquier otro tejido/órgano, tal como tejido/órgano interno. úlcera, una herida cerrada, lesión interna, inflamación o nervios. El procedimiento 400 puede estar dirigido a efectuar o revitalizar al menos uno de entre:

- 5 ð intensificar sangrado menstrual;
- ð regular la menstruación irregular;
- ð restablecer la menstruación;
- 10 ð engrosar el revestimiento endometrial;
- ð aumentar el flujo sanguíneo hacia/en las proximidades del órgano (femenino);
- ð aumentar la dimensión del ovario;
- ð aumentar la dimensión del folículo ovárico;
- ð alterar el régimen hormonal (resultante del tratamiento del folículo ovárico);
- 15 ð limpiar las acumulaciones (por la fuerza de vibraciones mecánicas);
- ð aumentar la concentración hormonal (la grasa libera hormonas mediante vibración)
- ð tratar úlceras, heridas cerradas, lesiones internas, inflamación y/o nervios.

El procedimiento 404 para determinar la región a tratar sobre el órgano interno puede incluir el uso de diagnóstico por ultrasonidos o imágenes para la determinación. El diagnóstico o la obtención de imágenes se pueden combinar con aparatos de tratamiento por ultrasonidos (US). En referencia a la figura 6, el diagnóstico de US 658 o el aparato de imágenes 660 se usa para determinar la región 630 que se va a tratar sobre el tejido/órgano interno 640. El diagnóstico 658 o el aparato de imágenes 660 se pueden combinar con el aparato de ultrasonidos (US) 612 o su cabezal 614.

25 El procedimiento 406 de aplicación de estimulación eléctrica interferencial puede incluir aplicar estimulación eléctrica a una intensidad en el rango de estimulación eléctrica de 1-70 mA.

30 El procedimiento 408 de transmisión de ondas de ultrasonidos puede incluir la transmisión de ondas de ultrasonidos con una intensidad en el rango de US de 0-2,1 vatios/cm² y en el rango de frecuencia de ultrasonidos de 0,7 MHz - 3.5 Megahercios.

El procedimiento 410 de cambio dinámico puede incluir alterar la transmisión de ultrasonidos por al menos uno seleccionado de la lista que consiste en:

- 35 ð cambiar cada 3-30 segundos el cambio de US (intensidad y/o frecuencia)
- ð añadir o restar potencia de US en 0,1 W/cm² pasos cada vez
- ð aumentar o disminuir la frecuencia de US de 0,7 MHz a 3,5 MHz (detrás adelante o detrás y adelante)
- ð cambiar la intensidad de US cada 3 a 30 segundos, manteniendo constante la frecuencia de US durante 3 minutos
- 40 ð cambiar la frecuencia de US cada 3 a 30 segundos, manteniendo constante la intensidad de US durante 3 minutos.

45 El procedimiento 400 puede incluir además el procedimiento 416 de masajear la región de tratamiento simultáneamente con los procedimientos 406, 408 de aplicar estimulación eléctrica interferencial y transmitir ondas de ultrasonidos.

El procedimiento 400 puede incluir además el procedimiento 418 de aplicar un gel, tal como el gel 609 de la figura 6, sobre la piel en la región de tratamiento 630 antes del procedimiento de transmisión de ondas de ultrasonidos;

50 El procedimiento 410 puede incluir repetir el cambio varias veces en una sesión. Una sesión puede durar alrededor de 40 minutos. El procedimiento 410 de cambio dinámico puede incluir al menos uno seleccionado de la lista que consiste en:

- 55 ð alternancia cíclica de las ondas de un par de electrodos entre dos pares opuestos de 4 electrodos; y
- ð cambiar gradualmente el cambio de fase entre dos ondas de frecuencia constante que tienen frecuencias similares o ligeramente desplazadas, como se describe con referencia a la figura 6.

Los expertos en la técnica apreciarán que la técnica no se limita a lo que se ha mostrado y descrito particularmente en lo que antecede.

60 La invención está definida por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato de ultrasonidos (US) (112) para aplicar US de baja energía sobre un tejido/órgano interno (240), que comprende:
- (a) un aparato de US externo no invasivo (212) operativo para aplicar energía de US de baja energía, a una frecuencia de US y una intensidad de US, sobre una región de tratamiento (230) sobre el tejido/órgano interno (240); y
- (b) un aparato de estimulación eléctrica (108) que comprende dos pares de electrodos (208, 611) operativos para inducir estimulación eléctrica interferencial configurados para colocarse en configuración cruzada sobre la piel en la región de tratamiento en proximidad al tejido/órgano interno (240), aplicando, simultáneamente con la citada aplicación de energía de US, una primera corriente a una primera frecuencia eléctrica y una primera intensidad eléctrica por medio de uno de los citados dos pares de electrodos (611A, 611B), y una segunda corriente a una segunda frecuencia eléctrica y una segunda intensidad eléctrica por medio de otro de los citados pares de electrodos (611A, 611B), definiendo de esta manera un patrón de interferencia de ondas resonantes que rotan a una frecuencia interferencial en la citada región de tratamiento (230), **que se caracteriza por que** comprende, además
- (c) un aparato de monitorización de impedancia (150, 650) para rastrear y monitorizar continuamente la impedancia del tejido corporal en la citada región de tratamiento (230); y (d) un controlador (602) para controlar parámetros del citado aparato de estimulación eléctrica (108) y del citado aparato de US (212), operativo para cambiar dinámicamente al menos uno de los citados parámetros en respuesta a la impedancia monitorizada por el citado aparato de monitorización (150), para mantener la citada impedancia dentro de un rango de impedancia predefinido que sea eficaz para el suministro de energía de US, en el que los citados parámetros se seleccionan del grupo de parámetros de estimulación eléctrica y parámetros de ultrasonidos que consisten en:
- (i) la citada frecuencia interferencial;
- (ii) el citado patrón de interferencia;
- (iii) la citada frecuencia de US; y
- (iv) la citada intensidad de US.
- 30 2. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 1, en el que el citado aparato de monitorización de impedancia (150, 650) comprende transductores/sensores (651, 654, 656) para medir la impedancia seleccionados de la lista que consiste en:
- transductores/sensores para medir la impedancia eléctrica;
- transductores/sensores para medir la impedancia mecánica;
- transductores/sensores (652) para medir la temperatura corporal;
- transductores/sensores para medir la impedancia entre electrodos de estimulación eléctrica (611);
- transductores/sensores para medir la impedancia entre transductores/sensores particulares;
- transductores/sensores para medir la impedancia entre los citados electrodos (611) y transductores/sensores particulares;
- transductores/sensores para medir la impedancia mediante diagnósticos de US;
- transductores/sensores para medir la impedancia mediante un aparato de formación de imágenes (160, 660); y
- cualquier combinación de las anteriores.
- 35 3. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 1, en el que el citado controlador (602) cambia dinámicamente el citado al menos uno de los citados parámetros mediante:
- (a) cuando la citada impedancia se monitoriza por encima del citado rango de impedancia, al menos uno de entre:
- 55 (1) reducir la impedancia en al menos uno de :
- (i) aumentar al menos una de: la citada primera intensidad eléctrica y la citada segunda intensidad eléctrica; y
- (ii) reducir la citada frecuencia interferencial aumentando el espacio de frecuencia entre la citada primera frecuencia eléctrica y la citada segunda frecuencia eléctrica; y
- (2) aumentar la profundidad de penetración de US en al menos uno de entre:
- 65 (i) disminuir la citada frecuencia de US; y
- (ii) aumentar la citada intensidad de US;

(b) cuando la citada impedancia se monitoriza por debajo del citado rango de impedancia, al menos uno de entre:

5 (1) aumentar la impedancia en al menos uno de :

- (i) reducir al menos uno de: la citada primera intensidad eléctrica y la citada segunda intensidad eléctrica; y
- (ii) aumentar la citada frecuencia interferencial reduciendo el espacio de frecuencia entre la citada primera frecuencia eléctrica y la citada segunda frecuencia eléctrica; y

10 (2) disminuir la profundidad de penetración de US en al menos uno de entre:

- (i) aumentar la citada frecuencia de US; y
- (ii) disminuir la citada intensidad de US.

15 4. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 1, en el que el citado controlador (602) cambia dinámicamente otro del citado al menos uno de los citados parámetros a un segundo ritmo, que es más lento que un primer ritmo mediante el cual se cambia el citado al menos uno de los citados parámetros , en el que la intensidad y frecuencia de las ondas de ultrasonidos se mantienen dentro del citado rango de ultrasonidos, de modo que se efectúa al menos un patrón de ondas de ultrasonidos resonantes para alcanzar momentáneamente el citado tejido/órgano interno (240).

20 5. El aparato de ultrasonidos (US) de la reivindicación 1, en el que el citado controlador (602) cambia dinámicamente el citado al menos uno de los citados parámetros por al menos uno seleccionado de la lista que consiste en:

- alterar la citada transmisión de ultrasonidos entre 3 y 30 segundos por cambio de US;
- alterar la citada transmisión de ultrasonidos agregando/quitando potencia de US en 0,1 W/cm²;
- alterar la citada transmisión de ultrasonidos aumentando/disminuyendo la frecuencia de US de 0,7 MHz a 3,5 MHz;

- alterar la citada transmisión de ultrasonidos cada 3-30 segundos, al cambiar la potencia de los de US, manteniendo la frecuencia de los US constante durante 3 minutos; y
- alterar la citada transmisión de ultrasonidos cada 3-30 segundos, al cambiar la frecuencia de los US, manteniendo constante la potencia de los US durante 3 minutos;

- alternancia cíclica de las ondas de un par de electrodos (611A, 611B) entre dos pares opuestos (611A, 611B) de 4 electrodos (611);
- cambiar gradualmente el cambio de fase entre dos ondas de frecuencia constante que tengan frecuencias similares o ligeramente desplazadas;
- cambiar el citado al menos uno de los citados parámetros varias veces en una sesión;
- cambiar la citada frecuencia interferencial cambiando al menos uno de:

- i. la citada primera frecuencia eléctrica; y
- ii. la citada segunda frecuencia eléctrica;

- cambiar el citado patrón de interferencia cambiando al menos uno de:

- i. la citada primera intensidad eléctrica; y
- ii. la citada segunda intensidad eléctrica;

- aumentar la citada frecuencia interferencial reduciendo el espacio de frecuencia entre la citada primera frecuencia eléctrica y la citada segunda frecuencia eléctrica, en al menos uno de:

- i. aumentar la frecuencia más baja; y
- ii. disminuir la frecuencia más alta; y

- disminuir la citada frecuencia interferencial aumentando el espacio de frecuencia entre la citada primera frecuencia eléctrica y la citada segunda frecuencia eléctrica, en al menos uno de:

- i. disminuir la frecuencia más baja; y
- ii. aumentar la frecuencia más alta.

60 6. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 1, que comprende además un equipo de diagnóstico y/u obtención de imágenes de US (160, 660) para determinar la región a tratar sobre el citado tejido/órgano interno (240).

65 7. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 6, en el que el citado equipo de diagnóstico de US (160, 660) se combina con el citado aparato de ultrasonidos (US) (212).

8. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 1, en el que el citado aparato de estimulación eléctrica interferencial (108) aplica estimulación eléctrica con una intensidad en el rango de estimulación eléctrica de 1 a 70 mA.
- 5 9. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 1, en el que el citado aparato de US (212) transmite ondas de ultrasonidos con una intensidad en el rango de ultrasonidos de 0,7 MHz - 3,5 MHz, 0-2,1 vatios/cm.².
- 10 10. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 1, que comprende además: (d) equipo de masaje (610) para masajear la región de tratamiento simultáneamente con la citada aplicación de estimulación eléctrica interferencial y transmisión de dichas ondas de ultrasonidos.
- 15 11. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 1, que comprende además: (e) gel (209) para su aplicación sobre la piel en la región de tratamiento (230) antes de transmitir dichas ondas de ultrasonidos.
12. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 1, en el que el citado tejido/órgano interno (240) incluye un órgano femenino de fertilidad, úlcera, herida cerrada, lesión interna, inflamación o nervios.
- 20 13. El aparato de ultrasonidos (US) (112) de la reivindicación 12, en el que el citado órgano femenino de fertilidad comprende al menos uno de:
- 25 • folículo ovárico;
 • vaso sanguíneo del útero (matriz);
 • ovario;
 • revestimiento endometrial; y
 • trompa de Falopio.

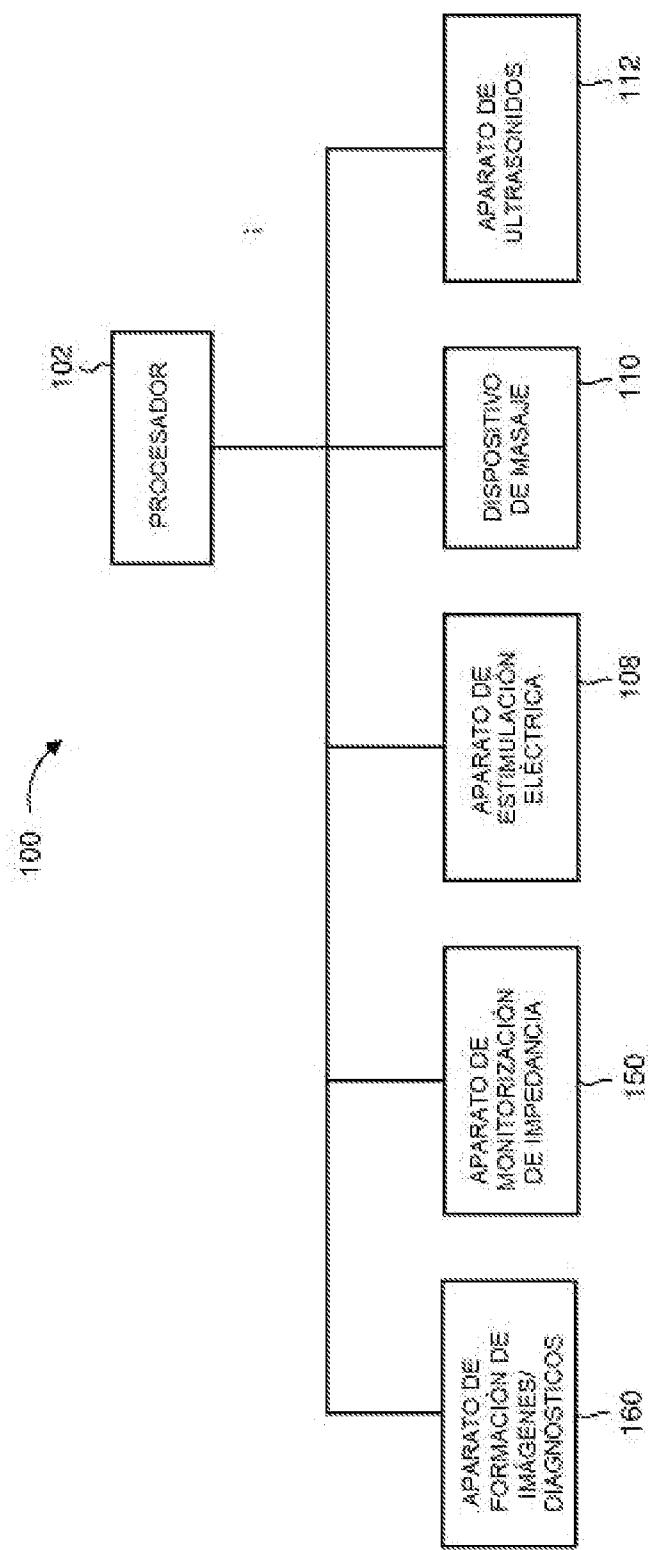


FIG. 1

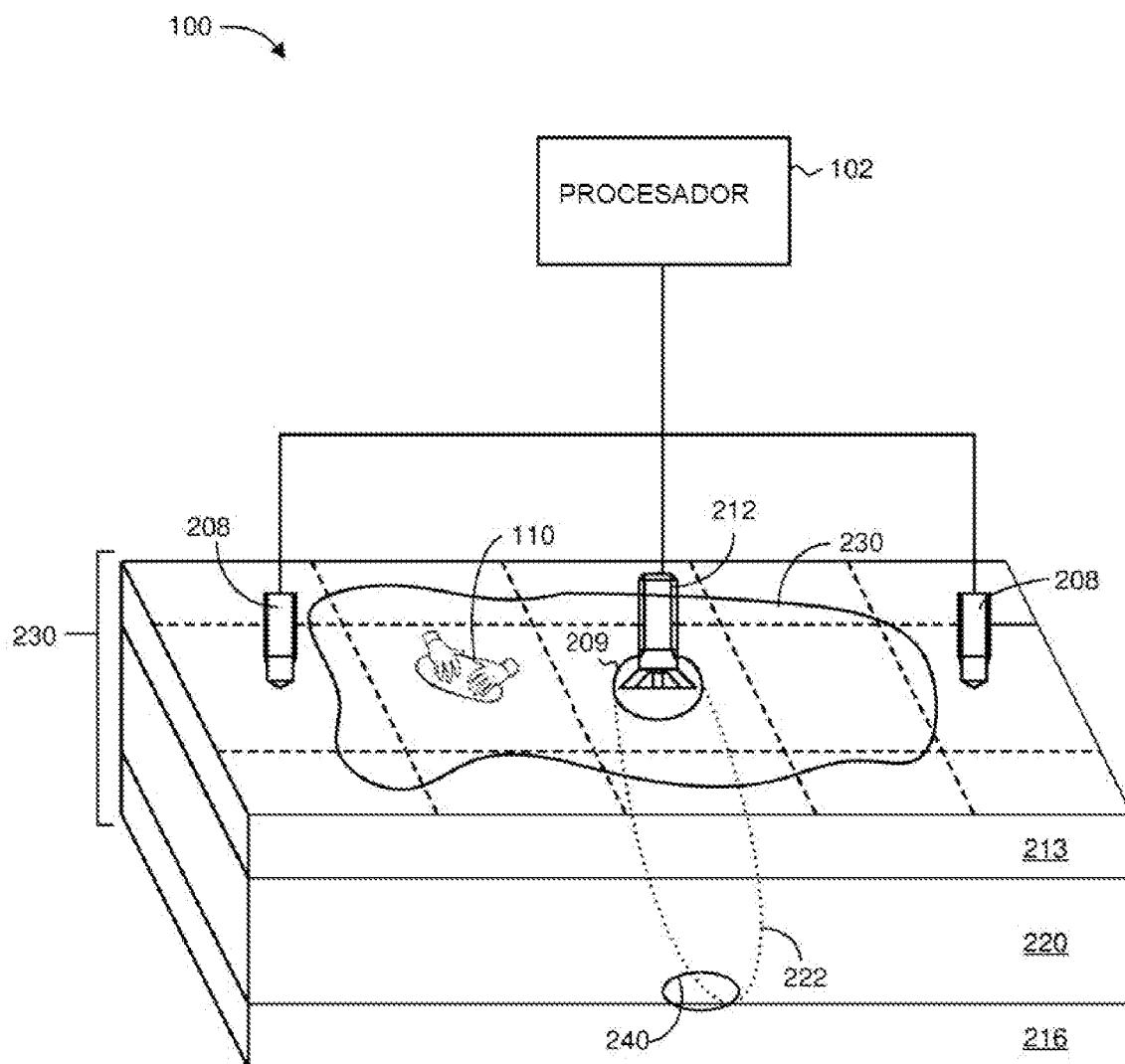


FIG. 2

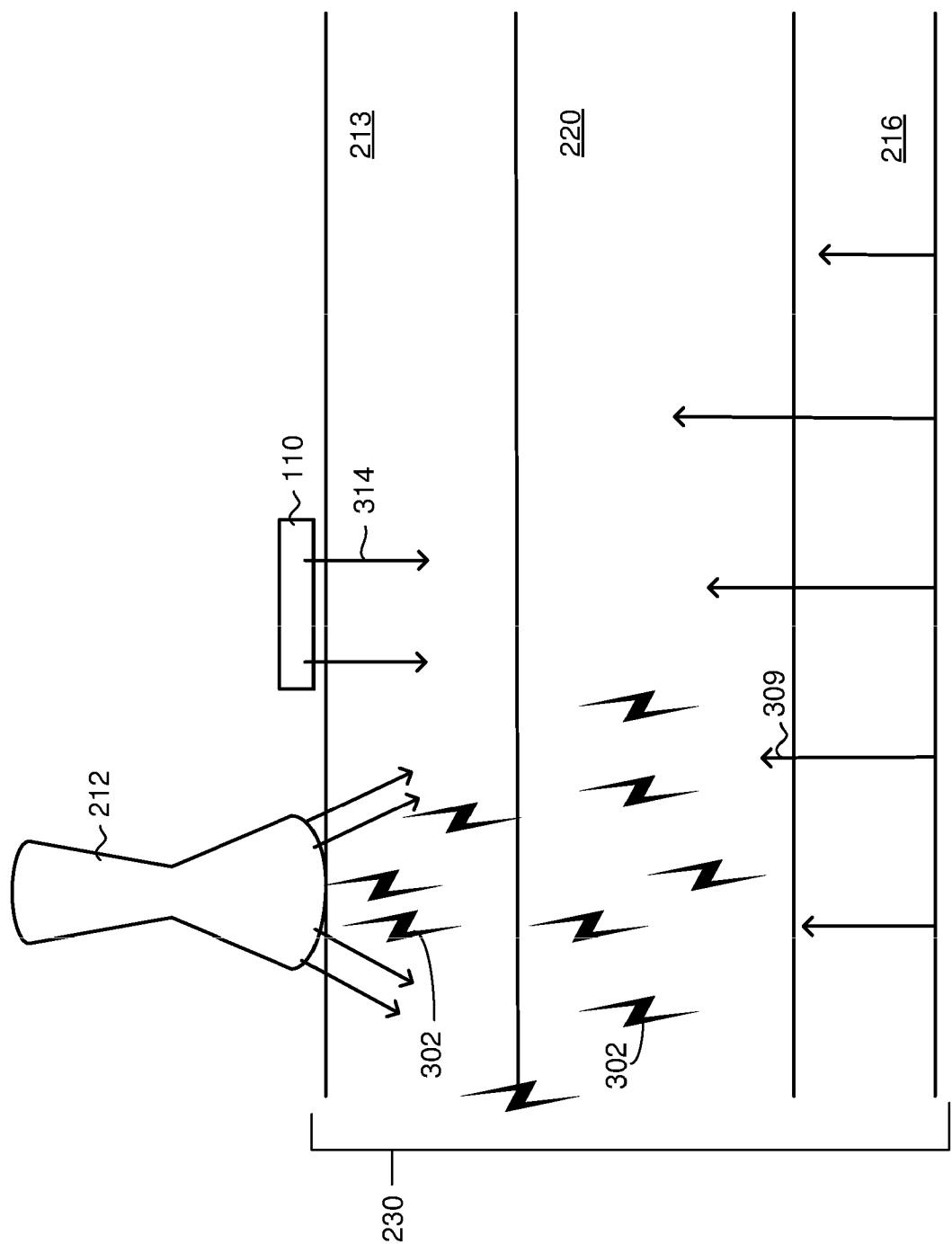


FIG. 3

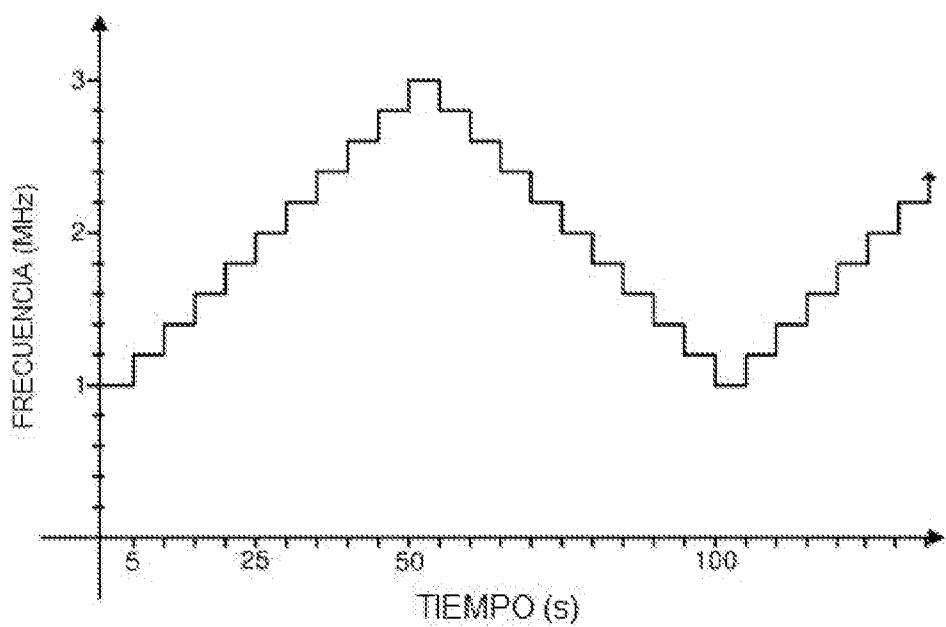


FIG. 4A

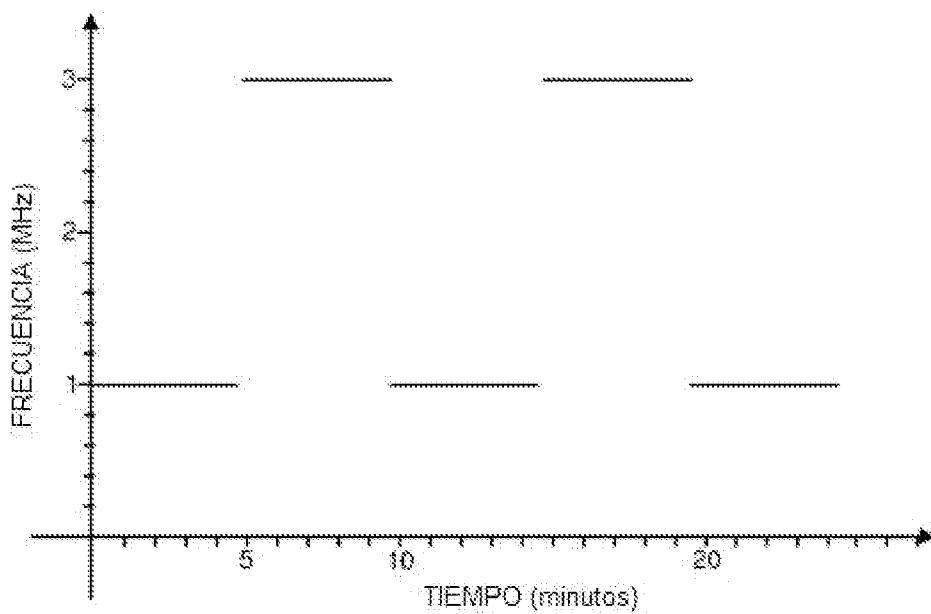


FIG. 4B

ES 2 977 124 T3

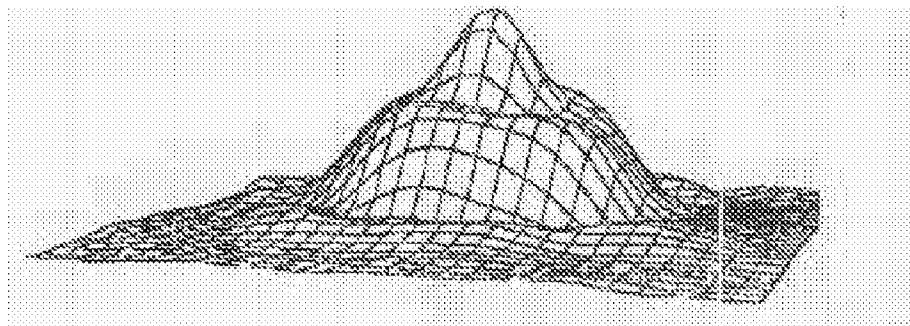


FIG. 5A

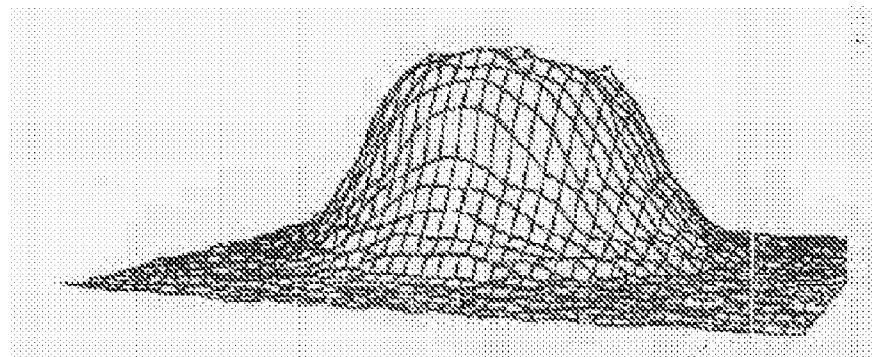


FIG. 5B

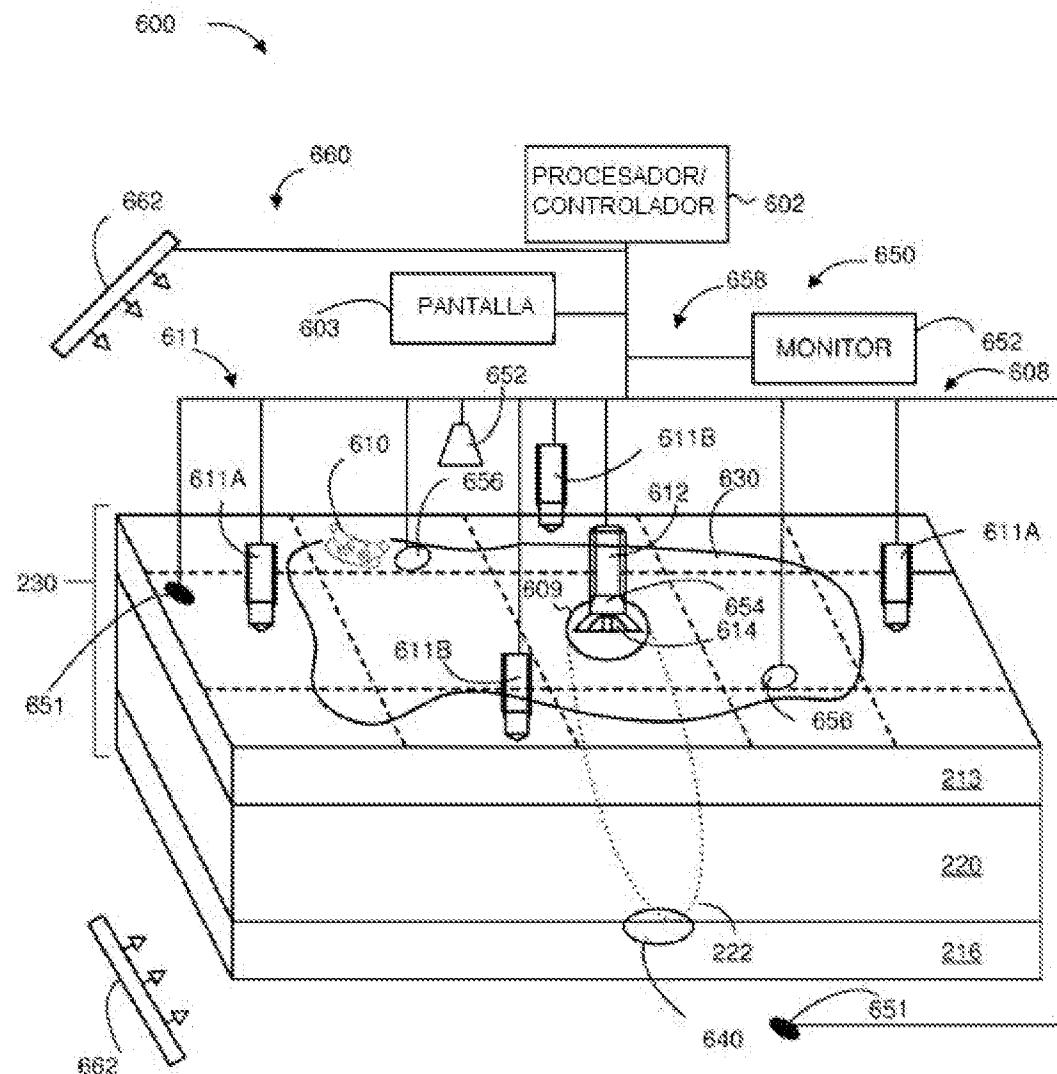


FIG. 6

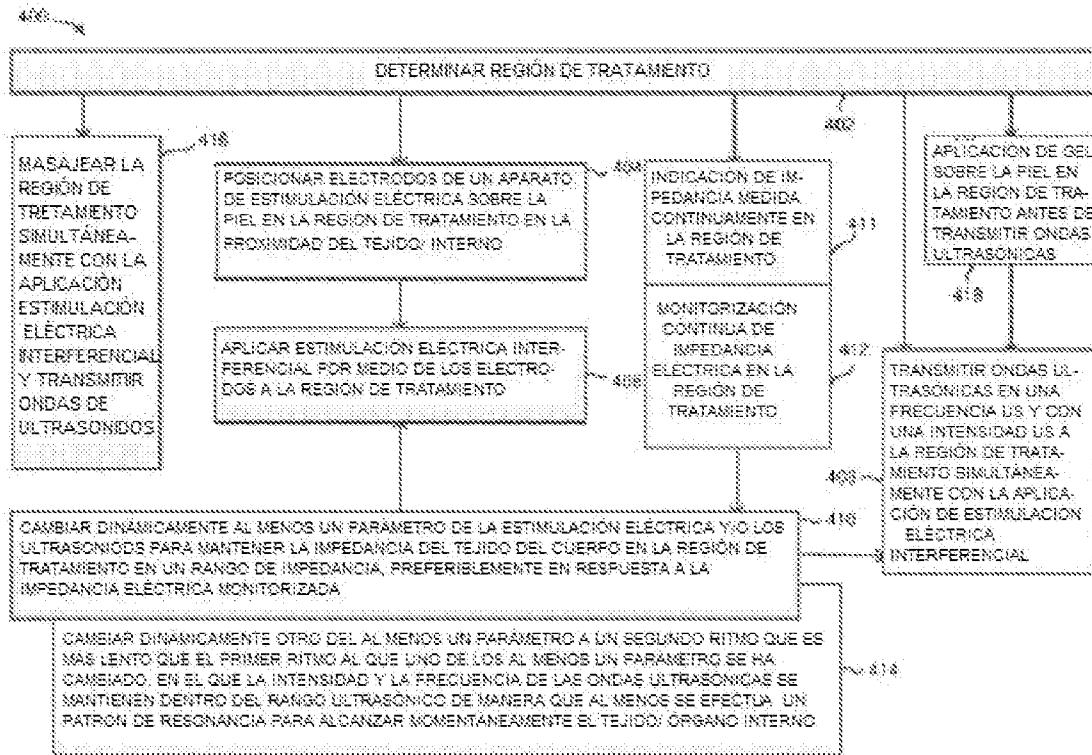


FIG. 7.