

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 012**

51 Int. Cl.:

A61N 1/40 (2006.01)

A61N 2/02 (2006.01)

A61N 1/32 (2006.01)

A61N 2/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04716844 .8**

96 Fecha de presentación: **03.03.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1606010**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.12.2005**

54 Título: **Dispositivo de terapia electromagnética**

30 Prioridad:
06.03.2003 US 384101
21.05.2003 US 442448

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.06.2012

73 Titular/es:
BIOELECTRONICS CORP.
3612 SPRIGG STREET SOUTH
FREDERICK, MD 21704, US

72 Inventor/es:
WHELAN, Andrew, J.;
MARTINEZ, John;
COX, Timothy;
TOY, Stephanie y
WOODHAMS, James

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 383 012 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

Dispositivo de terapia electromagnética.

5 Antecedentes

La siguiente descripción se refiere a un radiador de campo electromagnético que influye en las características metabólicas de sistemas vivos. Las técnicas pueden utilizarse para favorecer terapéuticamente la cicatrización de tejido y tratar enfermedades.

10 Puede lograrse valor terapéutico aplicando un campo electromagnético a tejido corporal lesionado. La aplicación de un campo electromagnético de alta frecuencia a una intensidad de campo suficientemente baja de modo que no se produzca el calentamiento del tejido, puede dar como resultado un efecto beneficioso sobre la cicatrización del tejido.

15 En algunos casos, la eficacia del efecto terapéutico del campo electromagnético puede mejorarse ampliando la duración de aplicación del campo. Pueden reducirse los requisitos de potencia del campo aplicado y aumentarse la eficacia del tratamiento ampliando la duración del tratamiento.

20 Se proporciona un ejemplo de un aplicador de terapia con el objetivo de aplicar un campo electromagnético de alta frecuencia a un tejido vivo en la patente US nº 4.942.884. El aplicador de esta patente comprende una batería y un oscilador alimentado por la batería para producir un campo electromagnético de alta frecuencia que se transmite a través de una antena incorporada en un tejido vivo para favorecer efectos hematógenos.

25 Sumario de la descripción

La presente solicitud enseña sistemas y técnicas para aplicar un campo electromagnético a tejido corporal.

30 En un aspecto, un dispositivo que comprende un generador de campo electromagnético; una antena acoplada al generador y dispuesta para radiar el campo electromagnético, comprendiendo la antena conductores de antena en una tarjeta de circuito impreso; una batería, acoplada al generador de campo electromagnético, mantenido adyacente a la tarjeta de circuito impreso; un aro anular que rodea la batería; hilos enrollados alrededor del aro anular, montado sobre la tarjeta de circuito impreso en el que las espiras anulares de los hilos pueden conducir corriente en fase y frecuencia con la antena principal; y un activador para iniciar la radiación del campo electromagnético, en el que el dispositivo es autónomo y portátil, en el que cuando el dispositivo se configura para disponerse sobre un tejido corporal se induce una corriente alterna en el tejido corporal para favorecer al menos una de comunicación celular o estimulación celular.

40 En una implementación, la batería es una batería de menos de aproximadamente 10 VCC.

En algunas realizaciones, el aro anular presenta una sección transversal escalonada y un hilo enrollado en un lado superior y externo del aro anular acoplado a los conductores de antena. En algunas realizaciones, el aro anular contiene un aro de ferrita. En algunas realizaciones, el aro anular contiene un aro aislante-magnético.

45 En otra implementación, el dispositivo es un componente de un sistema de administración terapéutico. El sistema de administración terapéutico incluye un elemento del grupo de un parche, una venda, una almohadilla, un aparato ortopédico, una correa, cinta, adhesivo y una escayola.

50 En otro aspecto, una técnica para aplicar un campo electromagnético terapéutico está facilitada por la incorporación de una fuente de alimentación, antena y el generador de campo electromagnético dentro de un paquete portátil y desechable y la fijación del dispositivo a tejido corporal. El dispositivo genera un campo electromagnético que induce una corriente alterna en el tejido corporal. En otra implementación, la potencia radiada disponible promedio es inferior a aproximadamente 1 milivatio y la densidad de potencia radiada disponible máxima es inferior a 100 microvatios por centímetro cuadrado medido sustancialmente en la superficie del tejido.

55 Algunas implementaciones de los sistemas y las técnicas descritos en la presente memoria pueden proporcionar una o más de las siguientes ventajas. El dispositivo puede ser adecuado para la utilización prolongada. La unidad autónoma puede fomentar el cumplimiento del paciente. En algunas implementaciones, el dispositivo puede colocarse directamente sobre tejido corporal para proporcionar terapia electromagnética al tejido. El dispositivo puede ser parte del sistema de administración de agente terapéutico tal como un parche, venda, almohadilla, aparato ortopédico, escayola, u otro dispositivo de soporte para lesiones de tejido.

65 Además, se da a conocer un procedimiento para inducir corriente eléctrica en un tejido corporal mediante las siguientes etapas: (1) colocar un dispositivo descrito en la presente memoria adyacente a un tejido corporal de un individuo; y (2) hacer funcionar el dispositivo en una duración, a una frecuencia, y a una densidad de potencia radiada disponible máxima eficaz para inducir corriente eléctrica en el tejido corporal, en el que el dispositivo se

coloca con relación al individuo de manera que el dispositivo induce corriente eléctrica en el tejido corporal sin hacer contacto conductor con el tejido corporal. En algunas realizaciones, la inducción de corriente eléctrica en el tejido corporal reduce o elimina una sensación de dolor en el individuo.

5 Además, se da a conocer un procedimiento para tratar un individuo mediante las siguientes etapas: (1) colocar un dispositivo descrito en la presente memoria adyacente a un tejido corporal de un individuo; y (2) hacer funcionar el dispositivo en una duración, a una frecuencia, y a una densidad de potencia radiada disponible máxima eficaz para provocar una respuesta terapéutica en el individuo, en el que el dispositivo se coloca con relación al individuo de manera que el dispositivo induce corriente eléctrica en un tejido corporal del individuo sin hacer contacto conductor con el tejido corporal.

10 Además, se da a conocer un procedimiento para tratar un individuo mediante las siguientes etapas: (1) proporcionar un dispositivo que contiene un generador de campo electromagnético; (2) colocar el dispositivo adyacente a un tejido corporal de un individuo; y (3) hacer funcionar el dispositivo en una duración, a una frecuencia, y a una densidad de potencia radiada disponible máxima eficaz para provocar una respuesta terapéutica en el individuo, en el que el dispositivo se coloca con relación al individuo de manera que el dispositivo induce corriente eléctrica en el tejido corporal del individuo sin hacer contacto conductor con el tejido corporal, y en el que el dispositivo realiza una penetración de la corriente inducida en el tejido corporal de manera que se provoca la respuesta terapéutica a una profundidad de al menos 2 cm en el tejido corporal. En algunas realizaciones, se provoca la respuesta terapéutica a una profundidad de al menos 3, 4, 5 ó 6 cm en el tejido corporal. En otras realizaciones, se provoca la respuesta terapéutica a una profundidad de 2 a 3, de 2 a 4, de 2 a 5, de 2 a 6, de 3 a 4, de 3 a 5 ó de 3 a 6 cm en el tejido corporal.

25 Además, se da a conocer un procedimiento para tratamiento mediante las siguientes etapas: (1) proporcionar un dispositivo seleccionado del grupo que consiste en un aparato de terapia con campo electromagnético pulsado (PEMF), un estimulador neural eléctrico transcutáneo y una disposición de imanes estáticos; (2) colocar el dispositivo a una distancia de un individuo eficaz para provocar una respuesta terapéutica en el individuo, en el que el dispositivo se coloca en una ubicación corporal seleccionada de entre el grupo constituido por el extremo externo del pliegue transversal del codo, la depresión en el borde inferior del maléolo lateral, por debajo del extremo lateral de la clavícula al nivel del primer espacio intercostal, entre la cuarta vértebra lumbar y la quinta vértebra lumbar o 1 pulgada a la derecha o a la izquierda de las mismas horizontalmente, una depresión anterior o inferior a la cabeza del peroné, aproximadamente 1,5 pulgadas por encima del borde medio de la rótula, y entre el radio y el palmar largo; y (3) mantener el dispositivo de la ubicación corporal en una duración eficaz para provocar la respuesta terapéutica.

35 En los procedimientos descritos en la presente memoria, colocar un dispositivo adyacente a un tejido corporal de un individuo se refiere a colocar el dispositivo cerca de la piel del individuo (por ejemplo, dentro de 0,5, 1, 2, 3, 4, 5 ó 6 pulgadas de la piel) o en contacto con la piel. El dispositivo puede encapsularse en un material y todavía considerarse adyacente a un tejido corporal, siempre que funcione de la manera descrita en la presente memoria. Los procedimientos no conllevan la penetración de la piel por el dispositivo y/o la aplicación de electrodos a la piel (por ejemplo, el dispositivo induce corriente en un tejido corporal en ausencia de una aplicación de electrodos a la piel). Los tejidos que pueden recibir la corriente eléctrica según los procedimientos descritos en la presente memoria incluyen, por ejemplo, la piel así como tejidos que se encuentran debajo de la piel (por ejemplo, articulaciones o huesos).

45 La corriente inducida en el tejido corporal de un individuo puede ser, por ejemplo, paralela o perpendicular a la dirección de los conductores de antena.

50 En algunos de los procedimientos descritos en la presente memoria, la frecuencia es de 27 +/- 0,5 MHz (por ejemplo, de 27,1 MHz).

55 En algunos de los procedimientos descritos en la presente memoria, la densidad de potencia radiada disponible máxima es inferior a 100 microvatios por centímetro cuadrado medida en la superficie del tejido corporal (por ejemplo, la piel del individuo).

El dispositivo utilizado en los procedimientos puede contener opcionalmente un sistema de administración, por ejemplo, un parche, venda, almohadilla, aparato ortopédico, correa, cinta, adhesivo o escayola. En algunos casos, el sistema de administración es una venda adhesiva de una sola utilización.

60 Los procedimientos descritos en la presente memoria pueden incluir adicionalmente pulsar el campo electromagnético generado. Además, los procedimientos también pueden incluir alterar al menos uno de un ciclo de trabajo y una tasa de repetición de pulsos del campo electromagnético pulsado. En algunas realizaciones, el ciclo de trabajo es de aproximadamente el 8%-10%.

65 En algunos casos, el individuo presenta un trastorno relacionado con el dolor y la respuesta terapéutica incluye una reducción o eliminación de dolor en el individuo. Los ejemplos de trastornos relacionados con el dolor incluyen, por

ejemplo, respuesta de dolor provocada durante lesión tisular (por ejemplo, inflamación, infección e isquemia), dolor asociado con trastornos musculoesqueléticos (por ejemplo, dolor articular tal como el asociado con artritis, dolor de muelas y cefaleas), dolor asociado con cirugía, dolor relacionado con síndrome del intestino irritable y dolor torácico.

5 En algunos casos, el individuo presenta un trastorno seleccionado de entre el grupo constituido por capsulitis adhesiva, codo de tenista, osteoartritis, dolor de espalda, esclerosis múltiple, inflamación de los tendones y síndrome del túnel carpiano, y la respuesta terapéutica incluye una reducción o eliminación de dolor asociado con el trastorno.

10 En algunos casos, el individuo presenta un trastorno óseo, articular, del tejido blando o del tejido conjuntivo y la respuesta terapéutica incluye una reducción o eliminación de inflamación en un hueso, articulación, tejido blando o tejido conjuntivo del individuo. En algunos casos, el individuo presenta un trastorno óseo, articular, del tejido blando o del tejido conjuntivo y la respuesta terapéutica incluye una reducción o eliminación de dolor asociado con el trastorno.

15 En algunos casos, el individuo presenta una afección dental, y la respuesta terapéutica incluye una reducción o eliminación de dolor asociado con la afección.

20 En algunos casos, el individuo presenta un trastorno artrítico y la respuesta terapéutica incluye una reducción o eliminación de dolor asociado con el trastorno. En un ejemplo, el trastorno es osteoartritis de la rodilla y la respuesta terapéutica incluye una reducción o eliminación de dolor de la rodilla.

25 Se exponen detalles de una o más implementaciones en los dibujos adjuntos y la descripción a continuación. Otras características y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

30 La figura 1 es una implementación de un dispositivo electromagnético terapéutico que representa una disposición de los componentes.

La figura 2 es una implementación de un parche electromagnético terapéutico que representa los componentes en capas.

35 La figura 3 es un diagrama de bloques de una implementación de un dispositivo electromagnético terapéutico.

Las figuras 4A-B ilustran una forma de onda de control y la forma de onda de RF resultante.

Las figuras 5A-I ilustran configuraciones de antena alternativas.

40 La figura 6 representa una configuración alternativa de un dispositivo electromagnético terapéutico.

Las figuras 7A-D representan diversas aplicaciones de un dispositivo electromagnético terapéutico.

45 La figura 8 es una implementación de una antena mejorada.

La figura 9 representa ubicaciones anatómicas para la colocación de un dispositivo terapéutico.

Símbolos de referencia similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

Descripción detallada

50 Los sistemas y las técnicas descritos en la presente memoria se refieren a favorecer la cicatrización terapéutica de tejido, proporcionar profilaxis para el tratamiento de trastornos y enfermedades a través de la aplicación de un campo electromagnético. Las técnicas incluyen proporcionar un dispositivo de generación de campo magnético miniaturizado, autónomo que puede aplicarse a tejido corporal. En algunas implementaciones, las técnicas y los sistemas incluyen dispositivos que son desechables y portátiles.

60 El campo electromagnético generado puede inducir corriente alterna en tejido corporal. La corriente alterna puede someterse a características eléctricas no lineales (por ejemplo, rectificación de tipo diodo) y generar así potenciales eléctricos de baja frecuencia que presentan una dependencia temporal igual que la modulación de pulsos. Los potenciales eléctricos de baja frecuencia pueden estimular la comunicación celular, por ejemplo, alterando la frecuencia de los potenciales de activación celular. La comunicación celular puede favorecer la curación de la inflamación y la reducción del edema.

65 Estas técnicas también pueden proporcionar un procedimiento de transmisión y utilización de la capacidad del organismo fijando un elemento de transmisión del dispositivo para adaptarse y ajustarse estrechamente sobre el

tejido corporal, proporcionar un dispositivo de bajo peso y pequeño espacio para el transporte del campo y la utilización de emergencia. El cumplimiento del paciente con un régimen terapéutico puede ser importante para favorecer la cicatrización de tejido corporal. El cumplimiento del paciente puede mejorarse proporcionando un dispositivo terapéutico que es autónomo y portátil.

Algunos o todos los componentes de un dispositivo terapéutico de suministro de energía electromagnética pueden integrarse en un chip de circuito de control para miniaturizar el dispositivo. El dispositivo puede fijarse a diversas partes del cuerpo para terapia electromagnética prolongada. El cumplimiento del paciente con el régimen terapéutico puede mejorarse incorporando u ocultando el dispositivo en un parche, venda, almohadilla, vendaje, aparato ortopédico, escayola, u otro dispositivo de soporte para lesiones y se fija al cuerpo o se pega con cinta adhesiva sobre el tejido corporal.

La eficacia de la terapia electromagnética puede mejorarse ampliando la duración del tratamiento. Puede aplicarse radiación electromagnética de menor potencia durante un periodo de tiempo más largo que la que puede ser necesaria para periodos de aplicación más cortos. La unidad autónoma dada a conocer puede favorecer el cumplimiento del paciente con periodos de terapia que pueden ampliarse a lo largo de semanas.

La figura 1 ilustra una implementación de un dispositivo electromagnético terapéutico 26. Un chip de circuito de control 18 puede proporcionar la funcionalidad para que funcione el dispositivo electromagnético terapéutico. Una implementación de un chip de control 18 se da a conocer en asociación con la descripción de la figura 3 e incluye un generador de radiofrecuencia (RF). Una fuente de alimentación 10 acoplada directa o indirectamente al chip de control puede utilizarse para alimentar el dispositivo electromagnético terapéutico. La fuente de alimentación puede incluir una batería, célula fotovoltaica o una célula electroquímica. Un activador 12 se utiliza para activar el dispositivo. El activador puede incluir un conmutador que es un tipo de una sola utilización o de múltiples utilizaciones y puede ser de acción momentánea o alterna. El accionamiento del activador puede lograrse de diversas maneras incluyendo la utilización de presión, luz o señal electrónica o bien de manera remota o bien de manera próxima. Una antena 16 se utiliza para emitir radiación electromagnética y un blindaje deflector 14 puede utilizarse para desviar la radiación electromagnética hasta el tejido corporal. En una implementación, la antena 16 y/o el deflector 14 pueden sintonizarse para energía electromagnética en el intervalo de frecuencia de $27 \pm 0,5$ MHz. El dispositivo electromagnético terapéutico también puede incluir una bobina de sintonización 20 que puede utilizarse para hacer coincidir la impedancia de la antena 16 con el generador de señales de RF dentro del chip de circuito de control 18. Una tarjeta de circuito 22 puede utilizarse para montar los elementos del dispositivo y, en algunos casos, proporcionar acoplamiento entre los elementos del dispositivo. La tarjeta de circuito puede componerse de un material rígido o flexible. El dispositivo ensamblado pesa menos de 12 gramos.

En algunas implementaciones, un material adhesivo 24 puede utilizarse para fijar el dispositivo electromagnético terapéutico al tejido corporal. El material adhesivo 24 incluye, por ejemplo, adhesivos de calidad farmacéutica. El dispositivo electromagnético terapéutico puede fijarse utilizando otros dispositivos de administración terapéuticos de una sola utilización o múltiples utilizaciones, incluyendo un parche, una venda, una almohadilla, un aparato ortopédico, una correa, cinta, adhesivo y una escayola. En algunas implementaciones, puede utilizarse un indicador 28 para proporcionar indicaciones de que el dispositivo electromagnético terapéutico está activo. El indicador 28 pueden incluir uno o más de los siguientes: un indicador visual tal como un diodo emisor de luz (LED), lámpara o pantalla de visualización electroluminiscente; un indicador auditivo tal como generador de ruido; o un indicador táctil tal como un vibrador. En una implementación, el indicador puede acoplarse a un detector de campo electromagnético en el chip de circuito de control 18 e indicar la presencia o carencia de radiación electromagnética desde el dispositivo. En diversas implementaciones, el indicador puede ser estacionario, intermitente o pulsado.

El dispositivo electromagnético terapéutico puede encerrarse o encapsularse en elementos de encapsulado u otros compuestos de relleno para reducir la vulnerabilidad del dispositivo a materiales extraños incluyendo humedad, fluidos, hongos, cargas estáticas, suciedad, materia particulada y polvo. Los elementos de encapsulado, incluyendo resinas aislantes tales como resinas epoxídicas, poliuretanos y poliésteres, pueden colarse en cavidades que contienen los componentes del dispositivo, para aislar, proteger y mantener los componentes en su lugar. El elemento de encapsulado también puede reducir la vulnerabilidad del dispositivo frente a factores ambientales incluyendo aire, calor, luz solar, luz ultravioleta y campos electromagnéticos espurios. En algunas implementaciones, puede aplicarse un recubrimiento de conformación a los componentes del dispositivo y acoplamientos para reducir la vulnerabilidad del dispositivo frente a la humedad, fluidos, hongos, cargas estáticas, suciedad, materia particulada y polvo.

La figura 2 ilustra una vista en despiece ordenado de una implementación del dispositivo electromagnético terapéutico que presenta los componentes en una forma en capas. Un conmutador 206 de activación, un chip de circuito de control 208, una fuente de alimentación 210, un indicador visual 212 y una bobina de sintonización 204 pueden montarse sobre una capa superior y unirse a una tarjeta de circuito 202 para proporcionar acoplamiento entre los componentes. Un blindaje deflector 218 puede disponerse en capas bajo la tarjeta de circuito 202. O si no, el blindaje deflector es una capa o recubrimiento de material, que presenta alta permeabilidad magnética, aplicado directamente a la tarjeta de circuito 202. Una antena 214 para radiar la energía electromagnética puede disponerse en capas bajo el blindaje deflector 218 y acoplarse a la tarjeta de circuito 202. El blindaje deflector 218 puede

desviar parte de la energía radiada desde la antena 214 lejos de los componentes montados sobre la tarjeta de circuito y hacia el tejido corporal. La forma de la antena no está limitada y algunas formas comunes se representan en las figuras 5A-I. La antena también puede comprender conductores independientes que no hacen contacto eléctrico entre sí. En algunas implementaciones, la antena puede presentar un grosor inferior a 5 milímetros y un diámetro inferior a 9 centímetros o en otras implementaciones, una longitud inferior a 27 centímetros. La antena puede incorporarse en la tarjeta de circuito 202.

La forma de la tarjeta de circuito 202 y el blindaje deflector 218 puede alterarse para adaptar el dispositivo terapéutico a aplicaciones particulares. El grosor del dispositivo es inferior a 10 milímetros. En una implementación, un material adhesivo 216, tal como un adhesivo farmacéutico, puede montarse en la capa inferior bajo la antena 214 para adherir el dispositivo a tejido corporal. También pueden utilizarse otros dispositivos de administración terapéuticos incluyendo un parche, una venda, una almohadilla, un aparato ortopédico, una correa, cinta, adhesivo y una escayola. En algunas implementaciones, los componentes pueden seleccionarse y disponerse para aplicaciones específicas. Haciendo referencia a la figura 6, por ejemplo, el dispositivo terapéutico 600 puede presentar una forma generalmente anular en una aplicación terapéutica tal como la cicatrización posoperatoria en un ojo o una mama. En este caso, la forma anular define un orificio 602 a través del que un paciente puede ver mientras el dispositivo está en su lugar.

La figura 3 es un diagrama de bloques del conjunto de circuitos de una implementación de un chip de circuito de control 300 utilizado en un dispositivo electromagnético terapéutico. Opcionalmente, una bobina de sintonización 302 puede incluirse dentro del chip de circuito de control 300 o montarse de manera independiente. Los componentes del chip de circuito de control 300 pueden integrarse en una pieza o pueden ensamblarse a partir de componentes diferenciados. El chip de circuito de control 300 incluye un generador de campo electromagnético 304 que se compone de un oscilador 306 y un excitador 308. El conjunto 316 de circuitos lógicos acoplado al generador 304 proporciona una señal de habilitación 312 al generador 304. El conjunto de circuitos lógicos también puede proporcionar una señal de LED 318 a un circuito de indicador 320, que, a su vez, puede acoplarse a un indicador (no mostrado). El conjunto 316 de circuitos lógicos puede incluir componentes diferenciados, un dispositivo lógico programable (PLD), un microprocesador u otra unidad de multicontrolador (MCU). Una fuente de alimentación 324 puede utilizarse para suministrar potencia al dispositivo de terapia electromagnética. Un activador 326 controla el flujo de potencia desde la fuente de alimentación hasta un convertidor 328 CC/CC. El activador incluye un conmutador que puede proporcionar una activación única y luego mantener la activación durante la duración de vida de la fuente de alimentación. El convertidor 328 CC/CC proporciona potencia a los componentes del chip de control incluyendo el conjunto 316 de circuitos lógicos, el generador de campo electromagnético 304 y un circuito de realimentación de RF 314 opcional. El circuito de realimentación de RF proporciona una señal de radiación de RF 330 al conjunto 316 de circuitos lógicos. El conjunto de circuitos lógicos también puede proporcionar una señal de LED 318 a un circuito de indicador de LED y una señal de bloqueo 322 al activador 326.

El generador de campo electromagnético 304 comprende un oscilador 306 para generar un campo electromagnético, un circuito de excitación 308 para recibir el campo electromagnético, amplificar la onda y para proporcionar la onda amplificada a la bobina de sintonización 302 opcional. La bobina de sintonización 302 puede utilizarse para hacer coincidir la impedancia del excitador 308 con una antena 310, que está dispuesta para radiar la energía electromagnética amplificada. El oscilador 306 puede disponerse para producir ondas electromagnéticas, incluyendo ondas sinusoidales, a una frecuencia de la portadora de 27 +/- 0,5 megahercios (MHz). En una implementación, el dispositivo terapéutico electromagnético presenta una potencia disponible promedio inferior a aproximadamente 1 milivatio y una densidad de potencia radiada disponible máxima inferior a 100 microvatios por centímetro cuadrado ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) medida sustancialmente en la superficie del tejido. La eficiencia eléctrica de la generación de potencia radiada disponible promedio también puede ser superior al 20%. La potencia disponible promedio es la potencia que el dispositivo puede disipar en una carga resistiva. La potencia disponible promedio se distingue de la potencia de la portadora dentro de cada pulso, lo que se denomina la potencia "máxima". La densidad de potencia radiada disponible máxima es la máxima potencia de la onda portadora como si fuese continua y no pulsada, dividida entre el área de cuadro de la antena. Un generador de alta tensión (no mostrado) puede incluirse para aumentar la intensidad del campo radiado. El generador de alta tensión puede producir menor de 30 VCC y puede sincronizarse para permitir la acción de transformación de energía entre pulsos de terapia, de modo que los pulsos de terapia no se ven afectados por la acción de transformación de energía. La transformación de energía podría comprender conectar la batería a una bobina de inducción durante una breve duración, y luego cambiar la bobina en un diodo o rectificador o condensador. El condensador acumula carga a una mayor tensión que la batería. Cuando la tensión en el condensador alcanza un valor predeterminado, puede descargarse el condensador en el generador de frecuencia para producir un pulso de terapia. Alternativamente, un transformador conectado a un rectificador y condensador como transformador de líneas pueden sustituir a la bobina de inducción.

La señal de habilitación 312 puede utilizarse para iniciar o reducir la radiación de la energía electromagnética. El circuito de realimentación de RF 314 se dispone para detectar radiación de RF desde la antena 310 y para proporcionar la señal de radiación de RF 330 al conjunto 316 de circuitos lógicos. Basándose en el nivel de la señal de radiación de RF 330, el conjunto de circuitos lógicos proporciona la señal de LED 318 para habilitar/deshabilitar el circuito de indicador de LED 320, que acciona el indicador (no mostrado) y proporciona una indicación de que la antena está radiando energía electromagnética. El conjunto 316 de circuitos lógicos, el circuito de indicador de LED

320 o el indicador pueden disponerse de modo que el indicador está indicando o bien de manera continua, o bien de manera intermitente o bien de manera pulsátil. El conjunto de circuitos lógicos también puede proporcionar la señal de habilitación 312 para habilitar/deshabilitar el generador de campo electromagnético 304.

5 En una realización, la energía radiada por la antena 310 puede ser pulsada. Puede utilizarse PEMF para proporcionar la terapia de campo electromagnético a lo largo de periodos de tiempo prolongados y reducir el calentamiento del tejido corporal. La figura 4A ilustra que una señal de habilitación 410 que puede proporcionarse desde el circuito lógico 316 para habilitar la generación y radiación de energía electromagnética. En este ejemplo, la
 10 señal de habilitación pasa a un nivel lógico alto cada milisegundo. Se muestra el nivel del pulso de habilitación como una lógica alta pero alternativamente puede ser una lógica baja. En algunas implementaciones, el alto nivel de lógica puede ser la fuente de alimentación, o la tensión distinta de cero regulada, aunque son posibles otras tensiones. El ciclo de trabajo ilustrado es de aproximadamente el 8% al 10%. En algunas implementaciones, el dispositivo terapéutico electromagnético puede funcionar en el intervalo de frecuencia de 3-30 MHz y la aplicación de la energía electromagnética puede ser pulsada para maximizar el efecto terapéutico del campo. Pueden ser preferibles pulsos
 15 de una duración de pulso de 100 microsegundos (μs) a intervalos de 1 milisegundo (ms) (una tasa de repetición de pulsos de 1000 Hz). Con el fin de reducir el calentamiento del tejido, la intensidad del campo electromagnético puede limitarse a menos de 100 microvatios por centímetro cuadrado (μWcm^{-2}) tal como se mide próxima a la superficie del tejido. La figura 4B ilustra una salida 412 resultante desde la antena. El campo 414 electromagnético se radia desde la antena sólo cuando la señal de habilitación 410 está en una lógica alta.

20 Haciendo referencia de nuevo a la figura 3, la fuente de alimentación 324 puede ser de corriente continua (CC) y preferiblemente de menos de aproximadamente 10 VCC. La fuente de alimentación puede ser recargable. La fuente de alimentación recargable puede ser una batería de la tecnología de hidruro de metal-litio o ion litio o polímero-litio que puede recargarse desde una fuente externa, incluyendo un generador de campo de ondas sinusoidales próximo
 25 a la antena 310 o bobina independiente (no mostrada) para la inducción de potencia sin contacto desde la fuente externa al dispositivo terapéutico. La corriente inducida en la antena o bobina independiente puede rectificarse y suministrarse como corriente invertida a la fuente de alimentación recargable hasta que la fuente de alimentación alcanza una temperatura de carcasa o tensión terminal predeterminada.

30 La fuente de alimentación 324 se acopla al activador 326. Cuando el activador se acciona, se acopla potencia al convertidor CC/CC que puede potenciar y regular el nivel de tensión de la fuente de alimentación. La tensión de salida regulada del convertidor 328 CC/CC se suministra al conjunto 316 de circuitos lógicos, el generador de campo electromagnético 304 y el circuito de realimentación de RF 314. Una señal de bloqueo 322 puede proporcionarse por el conjunto 316 de circuitos lógicos para bloquear el activador en la posición "encendida" cuando el activador se
 35 acciona al menos una vez.

Opcionalmente, señales de entrada adicionales 332 y señales de salida adicionales 334 pueden recibirse y/o proporcionarse por el conjunto 316 de circuitos lógicos para una funcionalidad adicional. Por ejemplo, puede proporcionarse una señal de salida que proporciona indicaciones del nivel de tensión de la fuente de alimentación 324. La señal de salida puede activar una alarma visual o auditiva cuando la fuente de alimentación requiere su
 40 sustitución. Puede proporcionarse una señal de salida que proporciona indicaciones de un estado del tejido corporal. La permitividad y la conductividad eléctricas del tejido afectan a la frecuencia de la onda portadora en el dispositivo. La razón de conductividad (σ) con respecto a permitividad multiplicada por la frecuencia angular ($\omega\epsilon$) determina la polaridad del cambio de frecuencia. Si σ supera a $\omega\epsilon$ entonces disminuye la frecuencia de la portadora. Si $\omega\epsilon$ supera a σ , entonces aumenta la frecuencia de la portadora. Como la conductividad está relacionada con el pH y la concentración de iones libres, mientras que la permitividad está relacionada con la abundancia de moléculas polares y la carga de la membrana celular, puede evaluarse el estado bioeléctrico del tejido determinando el cambio de frecuencia de la portadora desde la que presentaba en la aplicación inicial del dispositivo.

50 Opcionalmente, la señal de salida adicional 334 puede proporcionar control potenciando el campo electromagnético para el movimiento dirigido de moléculas químicas o farmacéuticas en el tejido, tales como iones plata, para el control de la infección. El campo electromagnético potenciado puede ser no uniforme de tal manera que dirija el movimiento de moléculas polares, un procedimiento conocido como dielectroforesis. Alternativamente, el campo electromagnético potenciado puede inducir un campo eléctrico, que dirige el movimiento de iones, un procedimiento conocido como iontoforesis.
 55

Una entrada 332 puede proporcionarse para recibir señales externas, por ejemplo, que alteran la duración de los pulsos electromagnéticos, el ciclo de trabajo o la tasa de repetición de pulsos del campo electromagnético generado.

60 Las figuras 7A-D representan algunas aplicaciones del dispositivo electromagnético terapéutico. La figura 7A representa un dispositivo electromagnético terapéutico fijado a una rodilla de una pierna 702 humana. El dispositivo puede aplicarse para ayudar en la curación de, por ejemplo una rotura, un corte, un esguince o una distensión de rodilla. La figura 7B representa un dispositivo electromagnético terapéutico 710 fijado a un músculo de un brazo 712 humano para ayudar en la curación de, por ejemplo, un esguince, una distensión o un corte. La figura 7C representa un dispositivo electromagnético terapéutico 720 fijado a un abdomen 722 humano en el que, por ejemplo, se
 65

realizaron procedimientos de liposucción. La figura 7D representa una cara 730 humana en la que se fija un dispositivo electromagnético terapéutico 732 en el lado izquierdo de la cara para ayudar en la curación de una lesión tal como una caries dental.

5 La figura 8 representa una implementación de una antena mejorada que comprende hilos 802 enrollados alrededor de un aro 804 anular montado sobre una tarjeta de circuito impreso 810. El aro puede ser un aro de ferrita o magnético, eléctricamente aislante. El aro puede disponerse para soportar una batería 806 alrededor de la periferia. La batería 806 puede mantenerse en su lugar mediante una presilla 808 de retención para retener la batería adyacente a la tarjeta de circuito impreso 810. Pueden disponerse conductores 812 en la tarjeta de circuito impreso para funcionar como una antena principal para el dispositivo electromagnético terapéutico y pueden acoplarse a un generador de campo electromagnético (no mostrado) tal como se describió anteriormente.

15 Las espiras anulares de los hilos 802 pueden conducir corriente en fase y frecuencia con la antena principal 812. El número de espiras del hilo 802 sobre el aro anular se disponen para proporcionar un mayor flujo magnético que el de la antena principal 812. Los devanados producen un flujo magnético que entra/sale del perímetro externo del aro anular. Una parte del flujo (alterno) choca con el tejido corporal bajo el dispositivo electromagnético terapéutico induciendo una corriente alterna adicional concéntrica con la antena principal. La corriente inducida adicional puede dar como resultado un flujo magnético que podría generarse, de otro modo, mediante una antena principal que presenta un mayor diámetro. Las líneas 814 de campo magnético procedentes de los conductores principales de antena en la tarjeta de circuito impreso adoptarán la trayectoria de menor reluctancia magnética y pasarán alrededor del lado inferior de la tarjeta de circuito impreso. Sólo un campo magnético débil choca contra la batería 806. La mayor parte del campo puede contenerse cerca de los conductores principales de antena. El efecto es que se genera un aumento de la intensidad de campo magnético más alejado en el tejido corporal. Por tanto, la antena principal, tal como una simple antena de cuadro, con los devanados de antena potenciados sobre el aro anular puede presentarse como una antena con un mayor diámetro eficaz.

Una simple antena de cuadro puede producir un campo cercano de electromagnetismo, que puede confinarse dentro de un determinado volumen mediante la geometría física de la antena. El campo magnético en el eje de una antena de cuadro circular disminuye en proporción a:

30

$$\text{CampoMagnético} \approx \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2\right)^{1.5}}$$

35 donde z es la distancia desde el centro del cuadro y a es el radio del cuadro. Más allá de una distancia Z, la corriente inducida por el campo magnético en el tejido corporal puede ser ineficaz para proporcionar valor terapéutico. La distancia Z se mide en el punto en el que la superficie del volumen corta el eje. Puede determinarse un volumen de terapia en el que el campo electromagnético inducido en el tejido corporal es adecuado para presentar valor terapéutico, a partir del radio, y la circularidad, de la antena de cuadro y la corriente que fluye en la antena. Fuera de este volumen, la terapia puede ser inadecuada. Dentro de este volumen, la terapia puede ser eficaz y disminuir al aproximarse a la superficie del volumen de terapia. En algunas realizaciones, el dispositivo realiza una penetración de corriente inducida en el tejido corporal de manera que se provoca una respuesta terapéutica a una profundidad de al menos 2 cm en el tejido corporal.

45 Una antena de mayor diámetro eficaz puede aumentar la magnitud de la corriente inducida y ampliar la profundidad de penetración de la corriente inducida. Así, la antena principal con la antena mejorada puede dar como resultado una inducción de corriente dentro del tejido corporal a lo largo de un área más grande y a mayor profundidad que con la antena principal sola.

Procedimiento de utilización de terapia con campo electromagnético pulsado (PEMF) en determinadas enfermedades

50 Trastornos óseos y articulares: la orina de pacientes con trastornos óseos y articulares muestra normalmente niveles elevados de hidroxiprolina, hexosamina, creatinina y ácido úrico como resultado de errores metabólicos en tejidos conjuntivos que rodean el sitio afectado. No sólo pueden corregirse estos errores con terapia PEMF, sino que puede reducirse el dolor y la hinchazón articular y aumentarse la movilidad de la articulación. Otra ventaja importante de la terapia PEMF es que reduce significativamente el tiempo requerido para consolidar fracturas óseas. También ha demostrado ser eficaz para osteomielitis, osteoartritis, artritis reumatoide, espondilosis cervical y dolor de la parte inferior de la espalda (incluyendo el provocado por desplazamiento discal).

60 Diabetes mellitus: pueden reducirse lentamente los niveles de glucosa en sangre hasta niveles normales o casi normales con la aplicación de un campo electromagnético pulsado (PEMF). Aunque no se entiende completamente el mecanismo de acción, las pruebas obtenidas indican hasta ahora que el procedimiento no sólo aumenta el metabolismo de la glucosa en los tejidos sino que también aumenta la producción de insulina y potencia la unión de

insulina a sus receptores específicos. La terapia también ha demostrado ser eficaz para gastritis, úlcera péptica, colitis ulcerosa, colon irritable y hemorroides.

5 Asma bronquial: puede reducirse gradualmente la obstrucción bronquiolar con tratamiento PEMF, que licua la mucosidad y facilita la eliminación espontánea. La terapia PEMF también presenta acción antiinflamatoria, lo que ayuda a garantizar que las vías respiratorias permanecen despejadas y funcionales. En pacientes que se han sometido al tratamiento, han aumentado la capacidad vital forzada, el volumen de espiración forzada y las tasas de flujo espiratorio máximo y han mejorado significativamente las sibilancias y la disnea. El tratamiento también es eficaz para el resfriado común, amigdalitis, sinusitis, bronquitis crónica, bronquiectasia.

10 Enfermedades cardiovasculares: la terapia PEMF es útil en la prevención de ataques al corazón en pacientes hipertensos. El tratamiento ayuda a disminuir los niveles de colesterol en sangre y aumentar la circulación de sangre mediante mediación central de la dilatación vascular. Esto es particularmente importante en la prevención de la agregación plaquetaria y el mantenimiento de una oxigenación y nutrición adecuadas de tejidos cardiovasculares y otros. La terapia PEMF también disgrega eficazmente placas ateroscleróticas. Una ventaja adicional del procedimiento es que bloquea la producción de radicales libres, que desempeñan un papel importante en el daño cardiovascular a nivel celular. Otras afecciones vasculares para las que PEMF puede ser eficaz son flebitis, endarteritis y varices.

15 Trastornos cerebrales y mentales: dirigido a través del cráneo en diferentes puntos, el PEMF puede producir, mediante acoplamiento inductivo, una corriente eléctrica en zonas específicas del cerebro. Por tanto, puede ser posible potenciar funciones cerebrales superiores tales como aprendizaje, memoria e inventiva mediante la estimulación selectiva de determinadas células. El PEMF puede presentar una amplia aplicación como la modalidad de elección para trastornos psicológicos tales como depresión, agresividad, ansiedad y estrés así como para la enfermedad de Parkinson, epilepsia, migraña, accidente cerebrovascular, enfermedad de Alzheimer y otros trastornos cerebrales degenerativos. Además, pueden mejorarse la parálisis cerebral, retraso mental, hiperactividad, dificultades de aprendizaje mediante la estimulación con PEMF del sistema nervioso central.

20 La terapia PEMF puede aumentar la eficacia de las células cerebrales en la síntesis de sustancias neuroquímicas requeridas para la transmisión de impulsos u órdenes a nivel sináptico y mejorando la actividad eléctrica de estas células. El cerebro es un complejo neuroquímico. La eficacia de la capacidad cerebral o intelectual del cerebro depende del rendimiento eficaz de las células cerebrales y la producción de las sustancias químicas que se denominan neurotransmisores.

25 Demasiada dopamina puede dar como resultado hiperactividad, mientras que demasiada poca puede dar como resultado movimientos descoordinados de las extremidades (parkinsonismo). Menos acetilcolina, una sustancia neuroquímica, en el cerebro es un motivo de demencia especialmente del tipo de Alzheimer. Si las células cerebrales se estimulan repetidamente, tras mostrar inhibición, se recuperan y se vuelven más activas que antes de la estimulación. Puesto que PEMF presenta la capacidad para estabilizar los genes e impedir la actividad de los radicales libres de oxígeno formados en las células, ayuda a retardar el proceso de envejecimiento.

30 Afecciones genitourinarias: PEMF se ha utilizado satisfactoriamente para tratar afecciones genitourinarias tales como irregularidad menstrual, esterilidad, endometritis y endometriosis en mujeres y orquitis, prostatitis y oligospermia en hombres.

35 Terapia preoperatoria y profiláctica: la terapia PEMF sobre el epigastrio puede proporcionar un aumento de la profusión sanguínea a las extremidades del cuerpo para reducir la respuesta inflamatoria a la lesión. El tratamiento preoperatorio del sitio quirúrgico también ha mostrado acelerar la cicatrización.

40 Recuperación posoperatoria: PEMF o TENS a lo largo de 1,5 pulgadas por encima de la línea de la muñeca puede reducir o aliviar las náuseas para la recuperación posquirúrgica, el mareo por movimiento u otras formas de síntomas de náuseas tales como vómitos.

55 Inducción sin contacto de corriente eléctrica en tejido

60 Los dispositivos descritos en la presente memoria pueden inducir corriente a una alta frecuencia. La cantidad de corriente inducida por un dispositivo es en parte proporcional a la frecuencia. La modulación de la forma de onda de una portadora, tal como la modulación de pulsos de 27 +/- 0,5 MHz (por ejemplo, 27,1 MHz) en dispositivos descritos en la presente memoria, permite que se produzca una mayor corriente en un tejido que la forma de onda de modulación de pulsos sola. Se selecciona la modulación de pulsos para características de tiempo y amplitud apropiada para sistemas biológicos. La onda portadora garantiza que la corriente inducida presenta una magnitud que se mantiene de manera coherente dentro de la modulación de pulsos. Se mantiene una modulación de pulsos variable mediante una magnitud similar de corriente inducida. La rectificación que se produce en sistemas biológicos, tal como a través de membranas celulares, provoca que la forma de onda de la modulación de pulsos que se origina aparezca como una tensión de baja frecuencia. La capacidad de membrana permite que las corrientes entren en las células mucho más fácilmente que lo que lo haría la forma de onda de la modulación de

pulsos por sí misma. También se reduce la derivación de corriente alrededor de las células en vez de a través de las células.

5 Se requiere el contacto no conductor del dispositivo con el tejido para inducir la corriente eléctrica en el tejido. El tamaño de la antena del dispositivo, que es mucho menor que una longitud de onda, garantiza que la emisión se localiza en la zona de tratamiento. Por consiguiente, existe generalmente poca emisión de campo lejano que podría interferir con, por ejemplo, aparatos domésticos.

10 Los dispositivos descritos en la presente memoria inducen generalmente corriente a una frecuencia mucho mayor que los dispositivos de estimulación de tejidos tales como, por ejemplo, estimuladores inductivos de consolidación ósea que pulsan bobinas para producir un campo magnético o estimuladores capacitivos que producen un campo eléctrico pulsado.

15 Colocación de dispositivos terapéuticos

Los dispositivos terapéuticos tales como un aparato de PEMF, un estimulador neural eléctrico transcutáneo (TENS) o una disposición de imanes estáticos pueden colocarse en puntos particulares sobre el cuerpo para lograr un efecto terapéutico médico potenciado, por ejemplo, acelerar la curación, reducir el dolor, la hinchazón y los hematomas. TENS funciona haciendo que pase una corriente eléctrica entre electrodos colocados sobre la piel a lo largo de, por ejemplo, una zona dolorida. Se describen dispositivos en la presente memoria que pueden inducir corriente eléctrica en un tejido corporal sin la utilización de electrodos que se aplican a la piel.

25 Un dispositivo terapéutico puede colocarse y hacerse funcionar en un punto de acupuntura específico, incluyendo pero sin limitarse a los siguientes: el extremo externo del pliegue transversal del codo; la depresión en el borde inferior del maléolo lateral; por debajo (por ejemplo, aproximadamente 1 pulgada por debajo) del extremo lateral de la clavícula al nivel del primer espacio intercostal; entre la cuarta vértebra lumbar y la quinta vértebra lumbar; 1 pulgada a la derecha o a la izquierda (horizontalmente) de la posición entre la cuarta vértebra lumbar y la quinta vértebra lumbar; una depresión anterior o inferior a la cabeza del peroné; aproximadamente 1,5 pulgadas por encima del borde medio de la rótula; entre el radio y el palmar largo; o en una posición de dolor (por ejemplo, cuando la sensación de dolor es la más intensa en un individuo). La figura 9 representa ubicaciones anatómicas específicas en las que puede colocarse un dispositivo terapéutico descrito en la presente memoria en un individuo como parte de un programa de tratamiento (por ejemplo, un tratamiento para la reducción o eliminación de dolor).

35 Los dispositivos terapéuticos descritos en la presente memoria pueden utilizarse en combinación con técnicas de colocación de acupuntura específicas para reducir o eliminar dolor. Los ejemplos de trastornos relacionados con el dolor incluyen, por ejemplo, respuesta de dolor provocada durante lesión tisular (por ejemplo, inflamación, infección, e isquemia), dolor asociado con trastornos musculoesqueléticos (por ejemplo, dolor articular tal como el asociado con artritis, dolor de muelas y cefaleas), dolor asociado con cirugía, dolor relacionado con síndrome del intestino irritable, un dolor torácico.

40 Otras implementaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (26), que comprende:

5 un generador de campo electromagnético (304);

una antena (812) acoplada al generador y dispuesta para radiar el campo electromagnético, comprendiendo la antena (812) unos conductores de antena en una tarjeta de circuito impreso (810);

10 una batería (806), acoplada al generador de campo electromagnético (304), mantenido adyacente a la tarjeta de circuito impreso (810); y

un activador (326) para iniciar la radiación del campo electromagnético,

15 en el que el dispositivo (26) es autónomo y portátil,

en el que cuando el dispositivo (26) está configurado para disponerse sobre un tejido corporal, se induce una corriente alterna en el tejido corporal para favorecer al menos una de entre una comunicación celular o una estimulación celular, caracterizado porque el dispositivo comprende además:

20 un aro (804) anular que rodea la batería (806);

unos hilos (802) enrollados alrededor del aro (804) anular, montado sobre la tarjeta de circuito impreso (810) en el que las espiras anulares de los hilos (802) pueden transmitir corriente en fase y frecuencia con la antena principal (812).

25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la corriente alterna inducida en el tejido corporal es paralela o perpendicular a la dirección de los conductores de antena.

30 3. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que o bien:

(a) el aro (804) anular presenta una sección transversal escalonada y en el que el hilo (802) enrollado en un lado superior y externo del aro (804) anular está acoplado a los conductores de antena; o

35 (b) el aro (804) anular comprende un aro de ferrita; o bien

(c) el aro (804) anular comprende un aro aislante-magnético.

40 4. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el generador de campo electromagnético (304) comprende, por ejemplo, un generador de ondas sinusoidales (306) y el activador (326) comprende, por ejemplo, un conmutador de una sola utilización, y en el que la batería (806), opcionalmente recargable, está acoplada al generador (304), por ejemplo, una fuente de alimentación de menos de aproximadamente 10 VCC;

45 en el que el dispositivo terapéutico (26) está configurado para disponerse sobre una superficie de tejido corporal para inducir una corriente alterna en el tejido corporal;

comprendiendo opcionalmente además dicho dispositivo (26) un elemento de encapsulado para encapsular el dispositivo.

50 5. Dispositivo terapéutico según la reivindicación 4, en el que la frecuencia de onda sinusoidal es de 27 +/- 0,5 MHz.

6. Dispositivo terapéutico según la reivindicación 4 o 5, en el que la temperatura del tejido corporal está sustancialmente inalterada por el funcionamiento del dispositivo.

55 7. Dispositivo terapéutico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que la potencia radiada disponible media es inferior a 45 milivatios, siendo opcionalmente la densidad de potencia radiada disponible pico inferior a 100 microvatios por centímetro cuadrado medido sustancialmente en la superficie del tejido.

60 8. Dispositivo terapéutico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, que comprende además un blindaje deflector (218) dispuesto sobre la antena (812) para desviar al menos una parte del campo electromagnético hacia el tejido corporal.

9. Dispositivo terapéutico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en el que el dispositivo es desechable.

65

- 5 10. Dispositivo terapéutico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, en el que el campo electromagnético es pulsado; comprendiendo opcionalmente además el dispositivo la modificación de al menos un ciclo de trabajo, por ejemplo en el que el ciclo de trabajo es de entre aproximadamente el 8% y el 10%, y una tasa de repetición de pulsos del campo electromagnético pulsado.
11. Dispositivo terapéutico según la reivindicación 10, que comprende además un generador de alta tensión inductivo para aumentar la intensidad del campo electromagnético pulsado.
- 10 12. Dispositivo terapéutico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 11, que comprende además un indicador para indicar que el dispositivo está en funcionamiento, opcionalmente en el que el indicador comprende uno de entre un diodo emisor de luz, un generador de sonido y una pantalla de visualización electroluminiscente.
- 15 13. Dispositivo terapéutico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 12, en el que la recarga de la batería se lleva a cabo mediante inducción de corriente en la antena o una bobina independiente de una fuente externa.
- 20 14. Dispositivo terapéutico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 13, que comprende además un conjunto de circuitos para proporcionar una señal de estado indicativa de un estado del tejido o el estado del dispositivo; comprendiendo opcionalmente además el dispositivo un conjunto de circuitos para recibir la señal de estado y en respuesta, modificar la administración de agentes químicos o farmacéuticos mediante efectos dielectroforéticos o iontoforéticos del campo electromagnético.
- 25 15. Dispositivo terapéutico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 14, en el que;
- (a) el peso del dispositivo es inferior a 12 gramos; o
- (b) el área del dispositivo es inferior a 20 centímetros cuadrados; o
- (c) el grosor del dispositivo es inferior a 10 milímetros; o
- (d) el grosor de la antena es inferior a 5 milímetros; o
- (e) la antena es inferior a 9 centímetros de diámetro o 27 centímetros de longitud.
- 30 16. Dispositivo terapéutico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 15, en el que el campo eléctrico o la corriente alterna inducida en el tejido corporal es paralela o perpendicular a la dirección de los conductores de antena.
- 35 17. Dispositivo terapéutico según la reivindicación 1, en el que el dispositivo terapéutico está asociado con un elemento del grupo constituido por un parche, una venda, una almohadilla, un aparato ortopédico, una correa, cinta, adhesivo y una escayola.
- 40 18. Dispositivo terapéutico según la reivindicación 1, que comprende además:
- una bobina de sintonización acoplada a la antena y al generador de campo electromagnético; y
- una batería, por ejemplo, de menos de aproximadamente 10 VCC, acoplada al generador;
- 45 estando configurado el dispositivo terapéutico para disponerse sobre una superficie de tejido corporal para inducir una corriente alterna en el tejido corporal; comprendiendo opcionalmente además dicho dispositivo un elemento de encapsulado para encapsular el dispositivo.
- 50 19. Dispositivo terapéutico según la reivindicación 1, en el que el dispositivo terapéutico está asociado con un elemento del grupo constituido por un parche, una venda, una almohadilla, un aparato ortopédico, una correa, cinta, adhesivo y una escayola, comprendiendo además el dispositivo terapéutico:
- una bobina de sintonización acoplada a la antena y al generador de campo electromagnético;
- 55 estando configurado el dispositivo terapéutico para disponerse sobre una superficie de tejido corporal para inducir una corriente alterna en el tejido corporal.
- 60 20. Dispositivo terapéutico según la reivindicación 1, en el que el dispositivo terapéutico es un dispositivo de tratamiento profiláctico asociado con un elemento del grupo constituido por un parche, una venda, una almohadilla, un aparato ortopédico, una correa, cinta, adhesivo y una escayola, incluyendo además el dispositivo de tratamiento profiláctico:
- una bobina de sintonización acoplada a la antena y al generador de campo electromagnético;
- 65 estando configurado el dispositivo terapéutico para disponerse sobre una superficie del tejido corporal para inducir una corriente alterna en el tejido corporal.

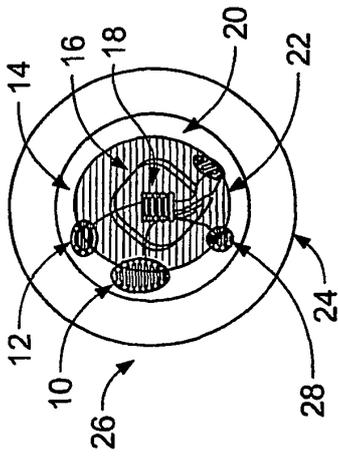


FIG. 1

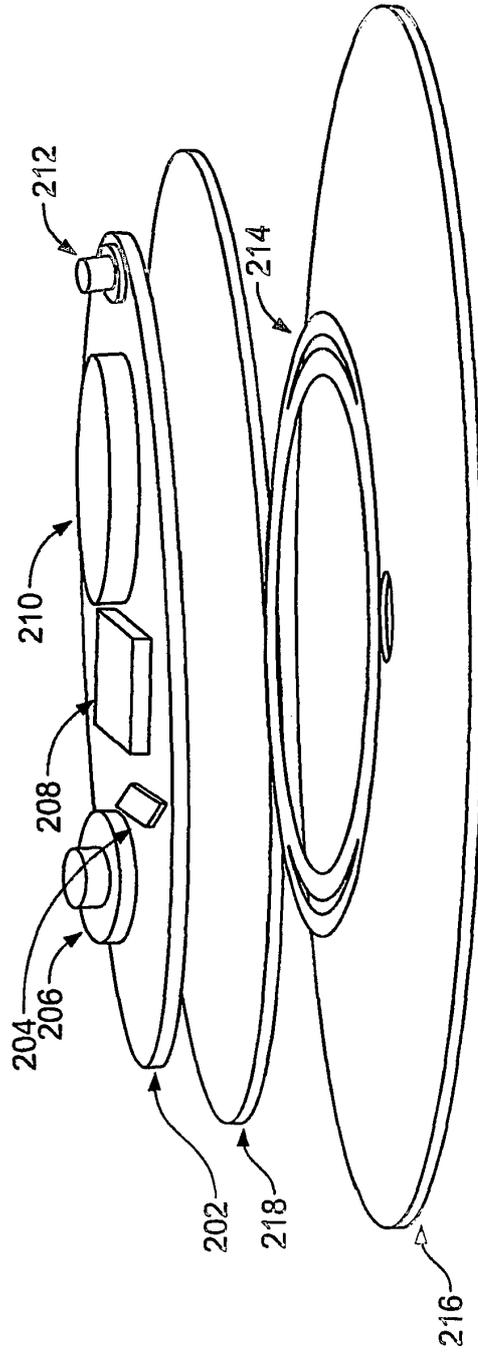


FIG. 2

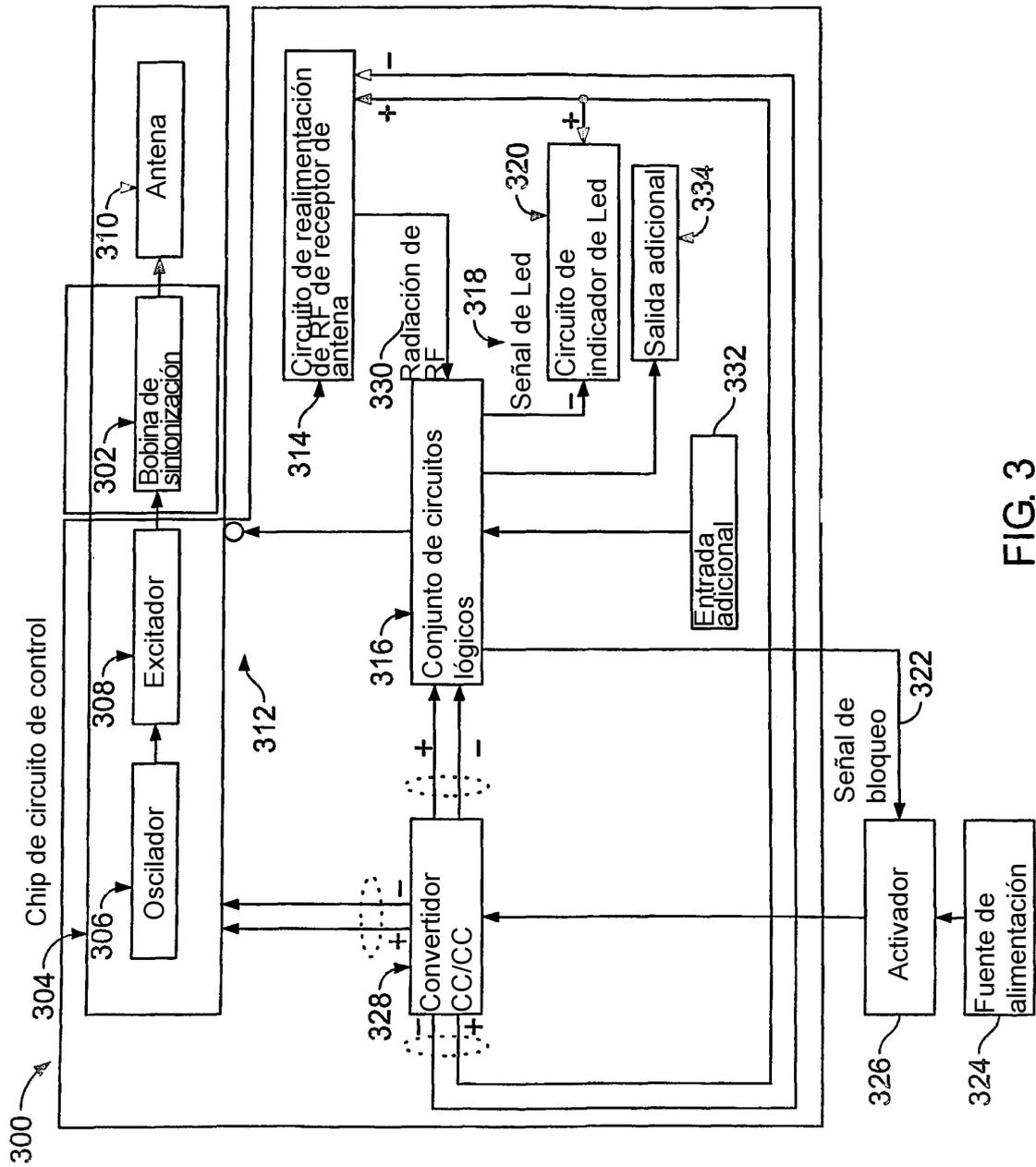


FIG. 3

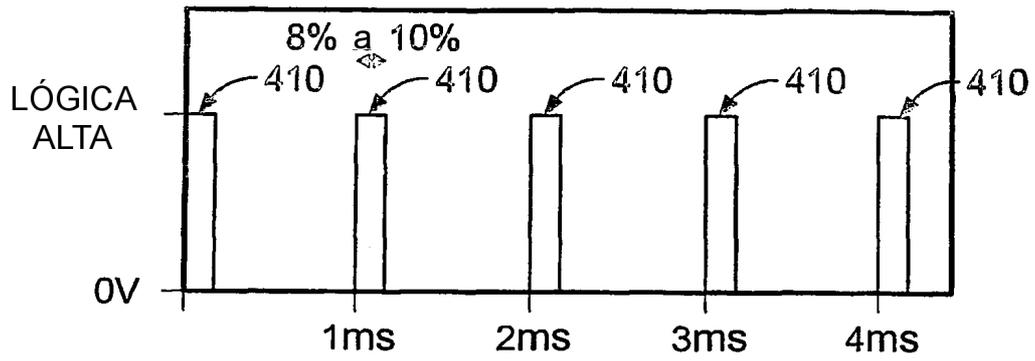


FIG. 4A

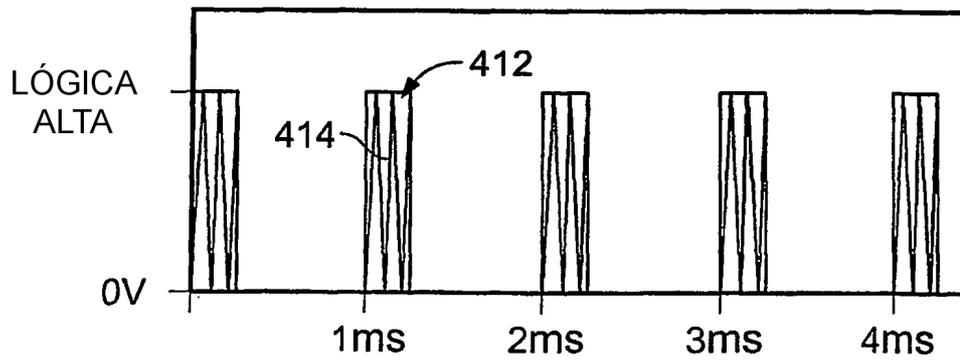


FIG. 4B

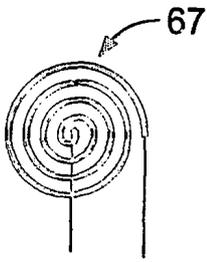


FIG. 5A

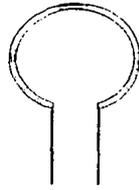


FIG. 5B

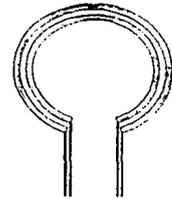


FIG. 5C



FIG. 5D

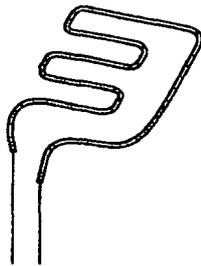


FIG. 5E

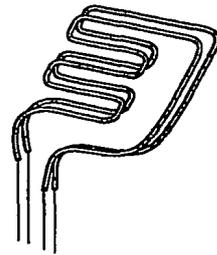


FIG. 5F



FIG. 5G

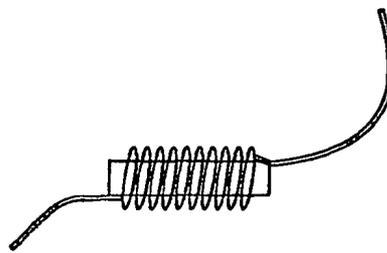


FIG. 5H



FIG. 5I

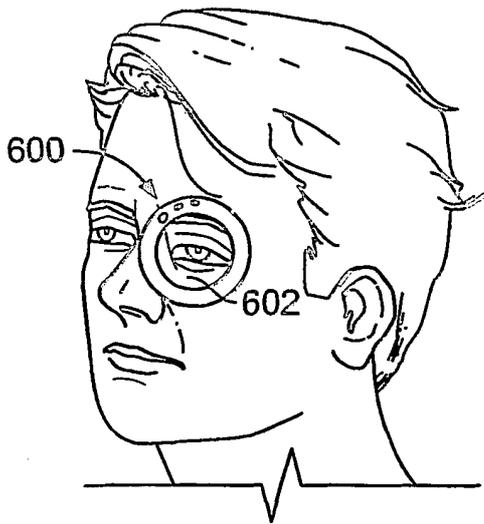


FIG. 6

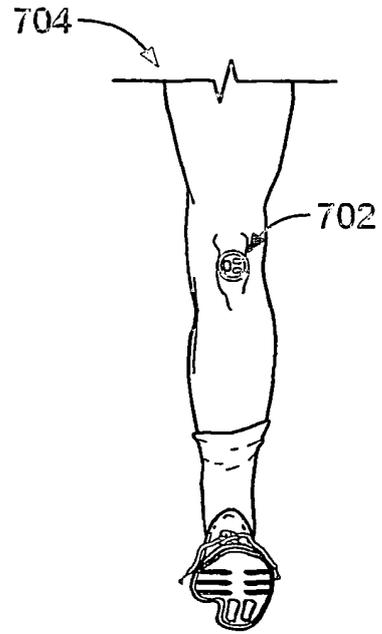


FIG. 7A

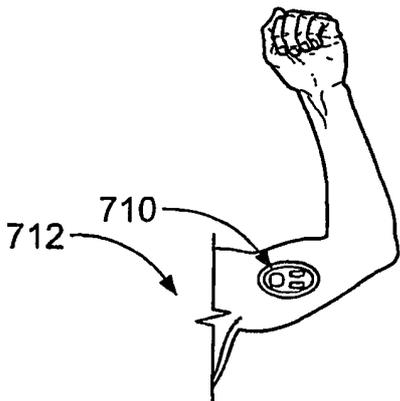


FIG. 7B

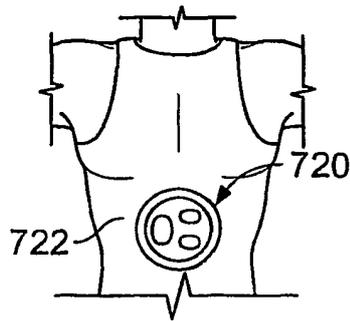


FIG. 7C

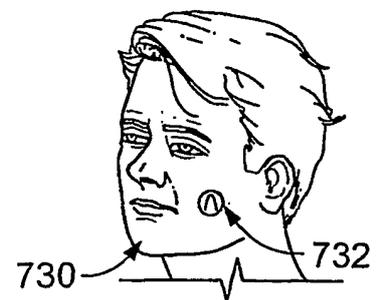


FIG. 7D

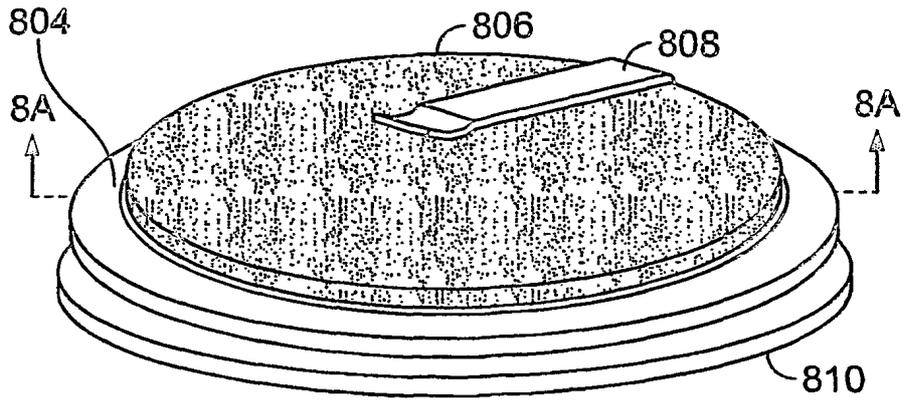


FIG. 8

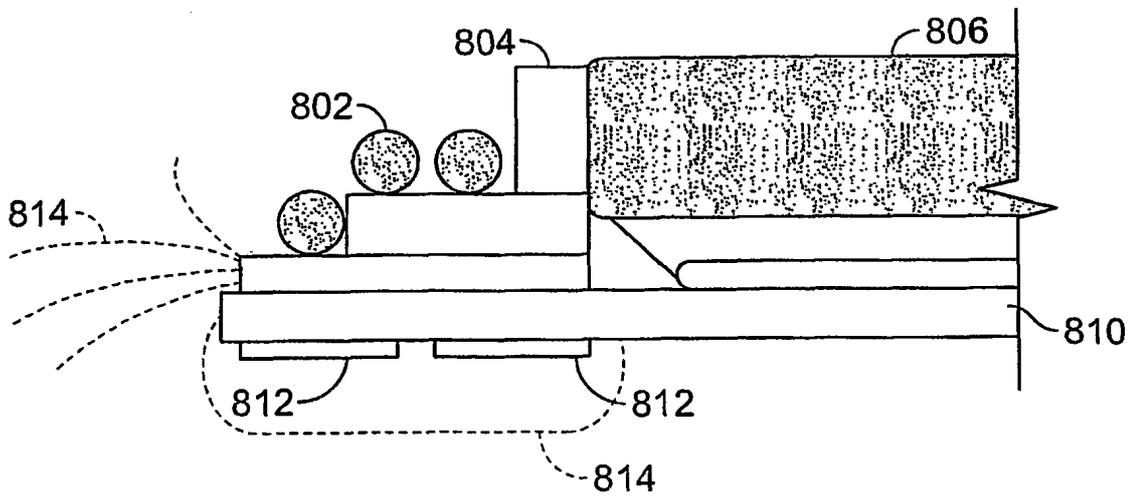


FIG. 8A

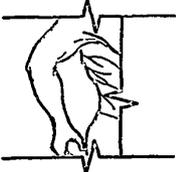
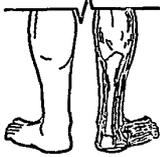
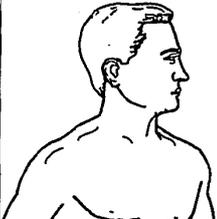
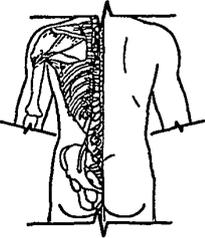
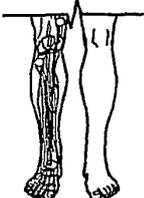
Dibujo de la ubicación	Descripción anatómica de la ubicación
	<p>Ubicación en el punto/zona del codo: En el extremo externo del pliegue transversal del codo, cuando se flexiona el codo.</p>
	<p>Ubicación en el punto/zona del tobillo: En la depresión en el borde inferior del maléolo lateral.</p>
	<p>Ubicación en el punto/zona del hombro: A 1 pulgada por debajo del extremo lateral de la clavícula al nivel del primer espacio intercostal.</p>
	<p>Ubicación en el punto/zona de la parte inferior de la espalda: Punto 1: entre la 4ª vértebra lumbar y la 5ª vértebra lumbar. Punto 2: 1" separado a la izquierda del punto 1 horizontalmente. Punto 3: 1" separado a la derecha del punto 1 horizontalmente. Punto 4: 1,5" por encima del punto 2. Punto 5: 1,5" por encima del punto 3.</p>
	<p>Ubicación en el punto/zona de la rodilla: Punto 1: en la depresión anterior o inferior a la cabeza del peroné. Punto 2: 1,5" por encima del borde medio de la rótula</p>
	<p>Ubicación en el punto/zona de la muñeca: Entre el radio y el palmar largo o donde duela más.</p>

FIG. 9