

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 998**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/05** (2006.01)

**A61N 2/12** (2006.01)

**A61N 2/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.08.2014 PCT/US2014/051340**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.02.2015 WO15023980**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2014 E 14836452 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3033007**

54 Título: **Aparato para proporcionar estimulación magnética transcraneal (EMT) a un individuo**

30 Prioridad:

**15.08.2013 US 201361866447 P**  
**14.03.2014 WO PCT/US2014/027900**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.04.2020**

73 Titular/es:

**THE METHODIST HOSPITAL (50.0%)**  
**6565 Fannin Street, MS D200**  
**Houston, Texas 77030, US y**  
**CORNELL UNIVERSITY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HELEKAR, SANTOSH, A. y**  
**VOSS, HENNING, U.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 755 998 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 proporcionar estimulación magnética transcraneal (EMT) a un individuo

5 El documento WO 2014/152827 A2, de conformidad con el artículo 54(3) CPE, divulga un aparato para aplicar estimulación magnética transcraneal a un individuo (reivindicación 1), en donde el aparato comprende:

- un montaje para cabeza para su disposición en la cabeza de un individuo; y
- una pluralidad de conjuntos de imanes para el montaje liberable en el montaje para cabeza, en donde cada uno  
10 de los conjuntos de imanes comprende un imán permanente y un mecanismo de movimiento para mover el imán permanente

15 para proporcionar selectivamente un campo magnético rápidamente cambiante capaz de inducir corrientes eléctricas débiles en el cerebro de un individuo para modificar la actividad eléctrica natural del cerebro del individuo, en donde el número de conjuntos de imanes montados en el montaje para cabeza, su posicionamiento individual en el montaje para cabeza, y su provisión selectiva de un campo magnético rápidamente cambiante se selecciona para permitir las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético personalizadas para cada individuo, para proporcionar terapia de EMT específica individual, para ayudar en el diagnóstico o para mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia.

20 El documento US2011/0034822 A1 divulga un aparato de estimulación magnética transcraneal que comprende imanes permanentes rotados por motores.

25 Campo de la invención

Esta invención se refiere a la estimulación magnética transcraneal (EMT) en general, y, de manera más particular, a un aparato novedoso para proporcionar estimulación magnética transcraneal a un individuo.

30 Antecedentes de la invención

La estimulación magnética transcraneal (EMT) es un procedimiento no invasivo en el que la estimulación magnética se aplica al cerebro para modificar la actividad eléctrica natural del cerebro, para proporcionar terapia a un individuo, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia. De manera más particular, la EMT aplica un campo magnético rápidamente cambiante al cerebro de un individuo para inducir débiles corrientes eléctricas en el cerebro del individuo a través de la inducción electromagnética. Estas débiles corrientes eléctricas modifican la actividad eléctrica natural del cerebro del individuo, para proporcionar terapia al individuo, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia. La EMT ha sido aprobada por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) para tratar la depresión. La EMT también se está investigando actualmente en el tratamiento de varios otros trastornos neurológicos y psiquiátricos, incluyendo accidente cerebrovascular, migrañas, la enfermedad de Parkinson, acúfenos, autismo, esquizofrenia, etc. La EMT también se está utilizando para estudiar la función cerebral en la investigación en neurociencia.

45 El aparato de EMT convencional generalmente comprende una bobina electromagnética que se fija en posición con respecto a la cabeza del individuo. Dado que el campo magnético aplicado al individuo es una función de la configuración de la bobina electromagnética, la corriente que pasa a través de la bobina electromagnética y la ubicación de la bobina electromagnética en relación con el individuo, la construcción fija del aparato de EMT convencional limita significativamente el carácter del campo magnético que se puede aplicar al individuo y, por lo tanto, limita significativamente la terapia de EMT que se puede proporcionar al individuo. Asimismo, el aparato de EMT convencional generalmente utiliza corrientes eléctricas muy altas en la bobina electromagnética, lo que aumenta el riesgo de lesiones accidentales al individuo a través de descargas eléctricas, quemaduras, convulsiones, etc.

55 La presente invención aborda los problemas anteriores asociados con la técnica anterior al proporcionar un aparato mejorado para proporcionar estimulación magnética transcraneal (EMT) a un individuo. Asimismo, la presente invención también proporciona ventajas adicionales sobre la EMT convencional, por ejemplo, (i) comprende un dispositivo portátil, que se puede portar y usar fuera de un centro médico o de investigación, por ejemplo, en el hogar; (ii) los individuos pueden autoadministrarse un régimen de tratamiento prescrito en el hogar a través de controladores electrónicos de mano o portados, con cable o inalámbricos; (iii) comprende múltiples estimuladores magnéticos dirigibles a múltiples estructuras cerebrales que pueden conducir a un mejor tratamiento, pruebas de diagnóstico y/o conocimiento de la función cerebral a través de su uso en la investigación en neurociencia; (iv) comprende múltiples estimuladores magnéticos dirigibles a una estructura cerebral particular que pueden ser más efectivos porque pueden inducir el flujo de corriente en múltiples orientaciones; y (v) comprende múltiples estimuladores magnéticos que pueden agregar sus campos magnéticos para una estimulación cerebral más robusta.

60 Sumario de la invención

La presente invención proporciona un aparato novedoso para proporcionar estimulación magnética transcraneal (EMT)

5 a un individuo. Entre otras cosas, la presente invención comprende la provisión de un novedoso aparato de EMT que permite las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético generado por el aparato de EMT personalizado para cada individuo, para proporcionar terapia de EMT y/o pruebas de diagnóstico individuales. También ofrece una mayor flexibilidad en las investigaciones abiertas de la función cerebral en la investigación en neurociencia.

Según la invención, se proporciona un aparato para aplicar estimulación magnética transcraneal (EMT) a un individuo, en donde el aparato comprende:

10 un montaje para cabeza para su disposición en la cabeza de un individuo; y  
una pluralidad de conjuntos de imanes para el montaje liberable en el montaje para cabeza, en donde cada uno de los conjuntos de imanes comprende un imán permanente, un mecanismo de movimiento para mover el imán permanente y un mecanismo obturador de pantalla magnética, para proporcionar selectivamente un campo magnético rápidamente cambiante capaz de inducir corrientes eléctricas débiles en el cerebro de un individuo para  
15 modificar la actividad eléctrica natural del cerebro del individuo;  
en donde el número de conjuntos de imanes montados en el montaje para cabeza, el posicionamiento particular de los conjuntos de imanes en el montaje para cabeza, y la provisión selectiva de un campo magnético rápidamente cambiante proporcionado por cada uno de los conjuntos de imanes se pueden seleccionar para permitir las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético personalizadas para cada individuo,  
20 para proporcionar terapia de EMT y/o pruebas de diagnóstico individuales, así como una mayor flexibilidad en las investigaciones abiertas de la función cerebral en la investigación en neurociencia.

En la forma preferida de la invención, cada uno de los conjuntos de imanes está configurado para proporcionar un campo magnético rápidamente cambiante de al menos 500 - 600 Tesla/segundo.

25 También se divulga un método para proporcionar estimulación magnética transcraneal (EMT) a un individuo, comprendiendo el método:  
proporcionar aparatos que comprenden:

30 un montaje para cabeza para su disposición en la cabeza de un individuo; y  
una pluralidad de conjuntos de imanes para el montaje liberable en el montaje para cabeza, en donde cada uno de los conjuntos de imanes comprende un imán permanente, y al menos uno de (i) un mecanismo de movimiento para mover el imán permanente y/o (ii) un mecanismo obturador de pantalla magnética, para proporcionar selectivamente un campo magnético rápidamente cambiante capaz de inducir corrientes eléctricas débiles en el  
35 cerebro de un individuo para modificar la actividad eléctrica natural del cerebro del individuo;  
posicionar el montaje para cabeza en la cabeza del individuo, y colocar un número seleccionado de conjuntos de imanes en el montaje para cabeza en ubicaciones seleccionadas; y  
proporcionar selectivamente un campo magnético rápidamente cambiante con al menos uno de los conjuntos de imanes;  
40 en donde el número de conjuntos de imanes montados en el montaje para cabeza, su posicionamiento individual en el montaje para cabeza, y su provisión selectiva de un campo magnético rápidamente cambiante se selecciona para personalizar las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético para ese individuo, para proporcionar terapia de EMT y/o pruebas de diagnóstico individuales, así como una mayor flexibilidad en las investigaciones abiertas de la función cerebral en la investigación en neurociencia.

45 Preferentemente, cada uno de los conjuntos de imanes está configurado para proporcionar un campo magnético rápidamente cambiante de al menos 500 - 600 Tesla/segundo.

50 En una realización, la pluralidad de conjuntos de imanes se monta en el montaje para cabeza en un patrón predeterminado.

También se divulga un método para proporcionar estimulación magnética transcraneal (EMT) a un individuo, comprendiendo el método:

55 proporcionar aparatos que comprenden:

un montaje para cabeza para su disposición en la cabeza de un individuo; y  
una pluralidad de conjuntos de imanes montados en el montaje para cabeza en un patrón predeterminado, en donde cada uno de los conjuntos de imanes comprende un imán permanente, y al menos uno de (i) un  
60 mecanismo de movimiento para mover el imán permanente y/o (ii) un mecanismo obturador de pantalla magnética, para proporcionar selectivamente un campo magnético rápidamente cambiante capaz de inducir corrientes eléctricas débiles en el cerebro de un individuo para modificar la actividad eléctrica natural del cerebro del individuo;

65 posicionar el montaje para cabeza sobre la cabeza del individuo; y  
proporcionar selectivamente un campo magnético rápidamente cambiante con al menos uno de los conjuntos de

imanes;

en donde el número de conjuntos de imanes montados en el montaje para cabeza, su posicionamiento individual en el montaje para cabeza, y su provisión selectiva de un campo magnético rápidamente cambiante se selecciona para personalizar las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético para ese individuo, para proporcionar terapia de EMT específica individual, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia.

Preferentemente, cada uno de los conjuntos de imanes está configurado para proporcionar un campo magnético rápidamente cambiante de al menos 500 - 600 Tesla/segundo.

También se divulga un aparato para crear un campo magnético cambiante en una región del espacio, comprendiendo el aparato:

al menos un montaje para su disposición cerca de la región del espacio; y una pluralidad de conjuntos de imanes para montar en al menos un montaje, en donde cada uno de los conjuntos de imanes comprende un imán permanente, y al menos uno de (i) un mecanismo de movimiento para mover el imán permanente y/o (ii) un mecanismo obturador de pantalla magnética, para proporcionar selectivamente un campo magnético cambiante en la región del espacio; en donde el número de conjuntos de imanes montados en al menos un montaje, su posicionamiento individual en al menos una montura, y las características de sus campos magnéticos cambiantes individuales se seleccionan para personalizar las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético cambiante creado en la región del espacio.

También se divulga un método para crear un campo magnético cambiante en una región del espacio, comprendiendo el método:

proporcionar aparatos que comprenden:

al menos un montaje para su disposición cerca de la región del espacio; y una pluralidad de conjuntos de imanes para montar en al menos un montaje, en donde cada uno de los conjuntos de imanes comprende un imán permanente, y al menos uno de (i) un mecanismo de movimiento para mover el imán permanente y/o (ii) un mecanismo obturador de pantalla magnética, para proporcionar selectivamente un campo magnético cambiante en la región del espacio;

posicionar el al menos un montaje cerca de la región del espacio, y posicionar un número seleccionado de conjuntos de imanes en el al menos un montaje en ubicaciones seleccionadas; y para al menos uno de los conjuntos de imanes colocados en al menos un montaje, mover selectivamente al menos uno de los imanes permanentes y/o el mecanismo obturador de pantalla magnética para proporcionar un campo magnético cambiante en la región del espacio; en donde el número de conjuntos de imanes montados en al menos un montaje, su posicionamiento individual en al menos un montaje, y las características de sus campos magnéticos cambiantes individuales se seleccionan para personalizar las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético cambiante creado en la región del espacio.

También se divulga un aparato para crear un campo magnético cambiante en una región del espacio, comprendiendo el aparato:

un imán permanente para su disposición cerca de la región del espacio; y al menos uno de (i) un mecanismo de movimiento para mover el imán permanente para crear un campo magnético cambiante en la región del espacio y/o (ii) un mecanismo obturador de pantalla magnética para crear un campo magnético cambiante en la región del espacio.

También se divulga un método para crear un campo magnético cambiante en una región del espacio, comprendiendo el método:

proporcionar aparatos que comprenden: al menos uno de (i) un mecanismo de movimiento para mover el imán permanente para crear un campo magnético cambiante en la región del espacio y/o (ii) un mecanismo obturador de pantalla magnética para crear un campo magnético cambiante en la región del espacio; posicionar el imán permanente cerca de la región del espacio; y mover selectivamente al menos uno de los imanes permanentes y/o el mecanismo obturador de pantalla magnética para proporcionar un campo magnético cambiante en la región del espacio.

Breve descripción de los dibujos

Los objetos y características de la presente invención se divulgarán más completamente o se harán evidentes mediante la siguiente descripción detallada, que debe considerarse junto con los dibujos adjuntos en los que los

números similares se refieren a partes similares, y además en los que:

- Las figuras 1 y 2 son vistas esquemáticas que ilustran aparatos novedosos para proporcionar estimulación magnética transcraneal (EMT) a un individuo;
- 5 La figura 3 es una vista esquemática que ilustra cómo los selectivos de los conjuntos de imanes del aparato de EMT de las figuras 1 y 2 pueden activarse en momentos seleccionados para proporcionar la terapia de EMT deseada a un individuo, pruebas de diagnóstico y/o protocolo investigador en la investigación en neurociencia;
- La figura 4 es una vista esquemática que ilustra la física de la estimulación magnética en un conductor;
- La figura 5 es una vista esquemática que ilustra la biofísica de la estimulación magnética de un cerebro;
- 10 La figura 6 es una tabla que ilustra algunas de las ventajas de la presente invención sobre la EMT convencional;
- La figura 7 es una vista esquemática que ilustra un aparato alternativo para proporcionar EMT a un individuo;
- Las figuras 8 y 9 son vistas esquemáticas que ilustran aparatos novedosos para proporcionar EMT a un individuo, en donde los conjuntos de imanes comprenden mecanismos obturadores de pantalla magnética para personalizar los estímulos magnéticos aplicados al cerebro de un individuo;
- 15 La figura 10 es una vista esquemática que ilustra las fluctuaciones de voltaje creadas mediante el uso del mecanismo obturador de pantalla magnética que se muestra en las figuras 8 y 9;
- La figura 11 es una vista esquemática que ilustra otra forma de mecanismo obturador de pantalla magnética;
- La figura 12 es una vista esquemática que ilustra aún otra forma de mecanismo obturador de pantalla magnética;
- 20 y
- La figura 13 es una vista esquemática que ilustra un aparato novedoso para proporcionar EMT a un individuo, en donde los conjuntos de imanes comprenden además un servomotor para cambiar la orientación del imán permanente rotatorio.

Descripción detallada

- 25 Aparato de estimulación magnética transcraneal (EMT) montado en la cabeza
- Observando primero las figuras 1 y 2, se muestra un aparato 5 de estimulación magnética transcraneal (EMT) para proporcionar EMT a un individuo. Entre otras cosas, y como se discutirá más adelante, el aparato de EMT 5 permite las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético generado por el aparato de EMT personalizado para cada individuo, para proporcionar terapia de EMT específica individual, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia.
- 30 De manera más particular, el aparato de EMT 5 generalmente comprende un montaje para cabeza 10 para posicionarse en la cabeza de un individuo, una pluralidad de conjuntos de imanes 15 que están montados de forma liberable en el montaje para cabeza 10, y una pluralidad de cables 20 para conectar cada uno de los conjuntos de imanes 15 a un controlador informatizado 25. El controlador informatizado 25 puede ser un dispositivo autónomo o, si se desea, el controlador informatizado 25 se puede portar, por ejemplo, en una pretina, un brazalete, etc. Además, si se desea, los conjuntos de imanes 15 pueden conectarse al controlador informatizado 25 de forma inalámbrica, para eliminar la necesidad de cables 20.
- 35 En una forma preferida, el montaje para cabeza 10 comprende un gorro craneal, suave, ajustado a la forma adaptado para cubrir la cabeza del individuo mientras deja expuesta la cara y las orejas del individuo. El montaje para cabeza 10 está destinado a proporcionar un soporte estable para los conjuntos de imanes 15 mencionados anteriormente, y para ese fin, el montaje para cabeza 10 comprende preferiblemente una construcción textil (por ejemplo, fibras tejidas, trenzadas o de punto) que tiene una estructura estable pero que puede transpirar (para la comodidad del individuo). Como alternativa, el montaje para cabeza podría estar construido con otros materiales, como plástico blando. El montaje para cabeza 10 incluye preferiblemente una correa para la barbilla 30 para que el montaje para cabeza se pueda sujetar a la cabeza de un individuo con una ligera tensión, para asegurar que el montaje para cabeza mantenga una posición fija en la cabeza del individuo.
- 40 Como se ha indicado anteriormente, una pluralidad de conjuntos de imanes 15 están montados de forma liberable en el montaje para cabeza 10. De manera más particular, los conjuntos de imanes 15 están montados de forma liberable en el montaje para cabeza 10 de modo que el número de conjuntos de imanes 15 y/o su posición individual en el montaje para cabeza 10, pueda variar según lo desee el clínico o investigador. Con este fin, el montaje para cabeza 10 comprende preferiblemente una pluralidad de bases de sujeción 35 que se distribuyen alrededor de la superficie exterior del montaje para cabeza 10 y cada uno de los conjuntos de imán 15 preferiblemente comprende una correspondiente conexión de sujeción 40 adaptada para acoplarse con una base de sujeción 35, para permitir que cada conjunto de imanes 15 se asegure de forma liberable al montaje para cabeza 10 sustancialmente en cualquier lugar alrededor de la superficie del montaje para cabeza. Se apreciará que, como resultado de esta construcción, es posible asegurar de forma liberable el número deseado de conjuntos de imanes 15 para el montaje para cabeza 10, en las ubicaciones deseadas para esos conjuntos de imanes 15, para que el número de conjuntos de imanes 15 y/o su colocación en el montaje para cabeza 10, pueda variar según lo desee el clínico o investigador.
- 55 A modo de ejemplo, pero no de limitación, el montaje para cabeza 10 puede comprender un gorro craneal de tela tejida que cubre el cráneo del individuo, la pluralidad de bases de fijación 35 dispuestas en el montaje para cabeza 10

5 puede comprender cada una la mitad de un cierre de gancho y bucle convencional (por ejemplo, Velcro™) y la conexión de cierre 40 de los conjuntos de imanes 15 cada uno puede comprender la segunda mitad de un cierre de gancho y bucle convencional (por ejemplo, Velcro™). De esta manera, cada uno de los conjuntos de imanes 15 puede estar sujeto de forma liberable a una base de cierre 35 y, por lo tanto, al montaje para cabeza 10. Como alternativa, otros medios distintos de cierres de gancho y bucle convencionales (por ejemplo, Velcro™) (por ejemplo, cierres mecánicos, cierres a presión, etc.) se pueden usar para asegurar de forma liberable los conjuntos de imanes 15 al montaje para cabeza 10.

10 Los conjuntos de imanes 15 comprenden cada uno un motor 45 y un imán permanente 50. El imán permanente 50 está montado en el árbol de accionamiento 55 del motor 45, de modo que cuando el motor 45 se active, el imán permanente 50 rotará, para proporcionar un campo magnético rápidamente cambiante sobre el conjunto del imán. En una forma preferida, cada uno de los conjuntos de imanes 15 comprende un imán permanente 50 para proporcionar selectivamente un campo magnético rápidamente cambiante de al menos 500 - 600 Tesla/segundo correspondiente a una velocidad de movimiento del imán de no menos de 400 Hertz. Como apreciarán los expertos en el campo de EMT, aplicando este campo magnético rápidamente cambiante de al menos 500 - 600 Tesla/segundo, correspondiente a una velocidad de movimiento del imán de no menos de 400 hercios, al cerebro de un individuo, pueden inducirse corrientes eléctricas débiles en las neuronas del cerebro del individuo. Estas débiles corrientes eléctricas modifican la actividad eléctrica natural del cerebro del individuo, para proporcionar terapia al individuo, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia. En una forma preferida, el motor 45 es un motor de velocidad variable, de modo que el imán permanente 50 pueda rotarse más rápido o más lento, según se desee, para ajustar el voltaje de las corrientes eléctricas inducidas en las neuronas del cerebro del individuo, como se discutirá más adelante con más detalle. En una forma preferida, el imán permanente 50 comprende un imán de tierras raras, por ejemplo, un imán de neodimio.

25 El aparato de EMT 5 también comprende un controlador informatizado 25 para controlar independientemente el funcionamiento de cada uno de los conjuntos de imanes 15, es decir, encender o apagar motores 45, regulando las velocidades de rotación del motor, etc. Los cables 20 conectan el controlador informatizado 25 a cada uno de los conjuntos de imanes 15.

30 Por lo tanto, un clínico o investigador primero determina, para cada individuo, (i) cuántos conjuntos de imanes 15 deben montarse en el montaje para cabeza 10, (ii) donde esos conjuntos de imanes 15 deben montarse en el montaje 10 de cabeza, (iii) cuando varios conjuntos de imanes 15 deben hacer rotar sus imanes permanentes 50, y (iv) la velocidad de dicha rotación, para personalizar con precisión las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético generado por el aparato de EMT 5, para proporcionar a ese individuo una terapia de EMT específica para cada individuo, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia.

40 Después de esto, cuando la terapia y/o prueba de EMT se debe aplicar al individuo, el individuo se pone el montaje para cabeza 10, el clínico o investigador monta el número apropiado de conjuntos de imanes 15 en el montaje para cabeza 10, colocando esos conjuntos de imanes en las ubicaciones apropiadas en el montaje para cabeza 10, y luego el controlador informatizado 25 controla posteriormente qué conjuntos de imanes 15 hacen rotar sus imanes, cuándo y a qué velocidad. De esta manera, las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético generado por el aparato de EMT 5 se pueden personalizar con precisión de acuerdo con las necesidades de cada individuo, para proporcionar terapia individual de EMT al individuo, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia.

50 Véase, por ejemplo, la figura 3, que muestra cómo los conjuntos de imanes 15 seleccionados, ubicados en varios lugares sobre el montaje para cabeza 10, pueden tener sus respectivos imanes permanentes rotados en diferentes momentos. A este respecto, se apreciará que a medida que se rota el imán permanente de un conjunto magnético particular 15, este aplicará un campo magnético rápidamente cambiante al individuo, y este campo magnético cambiante es una función del tamaño y la resistencia del imán permanente 50 de ese conjunto de imanes y la velocidad a la que rota el imán permanente.

55 Véase también, por ejemplo, la figura 4, que ilustra la física de la estimulación magnética en un conductor, y la figura 5, que ilustra las rápidas fluctuaciones de voltaje registradas durante la estimulación magnética de un solo sitio en la cabeza de un individuo (obsérvese que las respuestas eléctricas que se muestran en la figura 5 también pueden incluir respuestas eléctricas en los cables de los electrodos).

60 Además, se apreciará que los campos magnéticos rápidamente cambiantes producidos por la pluralidad de conjuntos magnéticos 15 ubicados en el montaje para cabeza 10 se unen en un campo magnético complejo, compuesto, rápidamente cambiante y que varía a través del cerebro del individuo, tanto espacial como temporalmente, según las posiciones de los conjuntos de imanes 15 en el montaje para cabeza 10 y los tiempos relativos de sus respectivas rotaciones de imanes.

65 Por lo tanto, se verá que con el aparato de EMT 5 anterior, el clínico o investigador puede personalizar las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético generadas por el aparato de EMT 5 para

cada individuo, para proporcionar terapia de EMT específica individual, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia.

5 Significativamente, se proporciona un dispositivo portátil, que se puede portar y usar fuera de un centro médico o de investigación, por ejemplo, en el hogar. Además, los individuos pueden autoadministrarse un régimen de tratamiento prescrito en el hogar a través de controladores electrónicos de mano o portados, con cable o inalámbricos.

10 Debe apreciarse que con múltiples estimuladores magnéticos dirigibles a múltiples estructuras cerebrales, puede ser posible lograr un mejor tratamiento, pruebas de diagnóstico y/o conocimiento de la función cerebral a través de su uso en la investigación en neurociencia.

Además, con múltiples estimuladores magnéticos dirigibles a una sola estructura cerebral, puede ser posible lograr resultados superiores porque pueden inducir el flujo de corriente en múltiples orientaciones.

15 Además, con múltiples estimuladores magnéticos que pueden agregar sus campos magnéticos para una estimulación cerebral más robusta, puede ser posible lograr un mejor tratamiento, pruebas de diagnóstico y/o conocimiento de la función cerebral a través de su uso en la investigación en neurociencia. Entre otras cosas, esta estimulación cerebral más robusta puede relacionarse con qué regiones del cerebro son estimuladas, la orientación o las orientaciones del flujo de corriente inducido en las regiones estimuladas, las magnitudes del flujo de corriente inducido en las regiones que son estimuladas y los tiempos de dicha estimulación.

20 Se divulga un método para determinar cuántos conjuntos de imanes 15 deben montarse en el montaje para cabeza 10, dónde deben montarse esos conjuntos de imanes 15 en el montaje para cabeza 10, cuándo varios conjuntos de imanes 15 deberían hacer rotar sus imanes, y la velocidad de dicha rotación de imanes, para personalizar con precisión las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético que se aplicarán a ese individuo, para proporcionar a ese individuo una terapia de EMT específica para cada individuo, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia. De manera más particular, el montaje para cabeza 10 puede incluir una pluralidad de electrodos 60 para monitorear cambios en la actividad eléctrica del cerebro del individuo. Los electrodos 60 están conectados preferiblemente al controlador informatizado 25 para que los cambios en la actividad eléctrica del cerebro, monitoreado por electrodos 60, pueda correlacionarse con variaciones en las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético aplicadas al individuo por el aparato de EMT 5, que a su vez corresponde al número, ubicación y velocidad de rotación de los diversos conjuntos de imanes 15. De esta manera, utilizando un proceso de retroalimentación, cambios en el número, la ubicación y la velocidad de rotación de los diversos conjuntos de imanes 15 pueden correlacionarse con los cambios en la actividad eléctrica del cerebro del individuo, para crear una terapia de EMT específica individual, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia.

35 Se proporcionan numerosas ventajas sobre la técnica anterior. De manera más particular, el aparato de EMT 5 permite las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético personalizado para cada individuo, para proporcionar terapia de EMT específica individual, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia. Entre otras cosas, el aparato proporciona las siguientes ventajas significativas sobre la EMT convencional: (i) comprende un dispositivo portátil, que se puede portar y usar fuera de un centro médico o de investigación, por ejemplo, en el hogar; (ii) las personas pueden autoadministrarse un régimen de tratamiento prescrito en el hogar a través de controladores electrónicos de mano o portados, con cable o inalámbricos; (iii) comprende múltiples estimuladores magnéticos dirigibles a múltiples estructuras cerebrales que pueden conducir a un mejor tratamiento, pruebas de diagnóstico y/o conocimiento de la función cerebral a través de su uso en la investigación en neurociencia; (iv) comprende múltiples estimuladores magnéticos dirigibles a una estructura cerebral particular que pueden ser más efectivos porque pueden inducir el flujo de corriente en múltiples orientaciones; y (v) comprende múltiples estimuladores magnéticos que pueden agregar sus campos magnéticos para una estimulación cerebral más robusta. Asimismo, elimina el riesgo de lesiones accidentales al individuo a través de descargas eléctricas, quemaduras, convulsiones, etc.

Véase la figura 6, que enumera algunas de las ventajas del aparato sobre el aparato de EMT convencional.

55 Construcciones adicionales

Si se desea, toda la superficie exterior del montaje para cabeza 10 puede estar cubierta por una sola base grande de sujeción 35, o las secciones principales del montaje para cabeza 10 pueden estar cubiertas por varias bases grandes de sujeción 35, donde la una o más bases grandes de fijación 35 reciben uno o más conjuntos de imanes 15.

60 Además, si se desea, el montaje para cabeza 10 puede formarse como un arnés, que comprende una pluralidad de correas que están conectadas entre sí, pero tienen espacio entre las diferentes correas, para proporcionar una estructura en forma de cuadrícula sobre la cabeza. Estas correas se pueden formar de cuero, plástico, un textil, etc. En esta forma de la invención, se montan bases de fijación 35 y, por lo tanto, conjuntos de imanes 15, a lo largo de las correas que forman el montaje para cabeza 10.

Asimismo, si se desea, los conjuntos de imanes 15 pueden construirse de modo que los imanes 50 se muevan longitudinalmente, en lugar de rotacionalmente, por accionadores (por ejemplo, accionadores lineales) para producir un campo magnético rápidamente cambiante. Véase, por ejemplo, la figura 7, donde los accionadores comprenden solenoides 65 para mover los imanes 50 rápidamente para crear el campo magnético cambiante.

Además, si se desea, los imanes permanentes 50 pueden ser reemplazados por pequeños electroimanes, si se puede lograr el campo magnético de alta resistencia requerido (por ejemplo, para proporcionar un cambio rápido de flujo magnético de al menos 500 - 600 Tesla/segundo), y con la cantidad adecuada de enfriamiento para evitar el calentamiento y la fusión de las bobinas magnéticas.

También es posible proporcionar un montaje para cabeza 10 (por ejemplo, un gorro craneal) que tiene un número predeterminado de conjuntos de imanes 15 ya montados (o incorporados) en el montaje para cabeza 10 en un patrón predeterminado. En este caso, el clínico determina cuáles de los conjuntos de imanes 15 predispuestos predeterminados deben activarse y, los conjuntos de imanes que se activarán, cuándo deberían hacer rotar sus imanes, y la velocidad de tal rotación, para personalizar con precisión las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético que se aplicarán al individuo, para proporcionar a ese individuo una terapia de EMT específica individual, para ayudar en el diagnóstico y/o mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia. Además, de esta forma, puede ser deseable proporcionar un kit de tales dispositivos, en donde cada dispositivo en el kit comprende un montaje para cabeza 10 (por ejemplo, un gorro craneal) que tiene un número predeterminado de conjuntos de imanes 15 ya montados (o incorporados) en el montaje para cabeza 10 en un patrón predeterminado, con cada dispositivo en el kit que proporciona un patrón predeterminado diferente de conjuntos de imanes 15.

Sistema que utiliza obturadores de alta velocidad para personalizar aún más los estímulos magnéticos

En lo anterior, se describe un método y un aparato para proporcionar estimulación magnética transcraneal (EMT) al cerebro de un individuo para inducir, modular y/o interrumpir la actividad neuronal en el cerebro del individuo.

En una forma, el aparato comprende una pluralidad de imanes de neodimio de alta resistencia (por ejemplo, 1,48 Tesla), cada uno conectado a un motor de alta velocidad (o accionador). Estos conjuntos de imanes se montan en varios lugares en un gorro de tipo EEG o montaje para cabeza. Los conjuntos de imanes están conectados con un ordenador y un programa de software que tiene una interfaz gráfica de usuario fácil de usar permite la interacción dinámica con el aparato por parte de un médico, técnico, investigador y/o el propio individuo. Debido a su construcción, el aparato puede proporcionar estimulación magnética personalizada al cerebro, con la estimulación magnética personalizada de acuerdo con (i) dónde están ubicados los conjuntos de imanes en el gorro de tipo EEG, (ii) qué conjuntos de imanes específicos están activados (por ejemplo, qué imanes son rotados por sus motores asociados) y (iii) a qué velocidad rota cada imán por su motor asociado. El aparato es útil para estudiar la función cerebral en la investigación en neurociencia, y potencialmente en el diagnóstico y/o tratamiento de diversas afecciones neuropsiquiátricas como la depresión, rehabilitación del accidente cerebrovascular, dolor crónico y enfermedades neurodegenerativas.

El método y el aparato divulgados proporcionan ventajas significativas sobre los enfoques tradicionales para proporcionar estimulación magnética transcraneal (EMT). De manera más particular, los dispositivos EMT tradicionales utilizan una bobina grande (es decir, un electroimán) colocado en la superficie de la cabeza del individuo. El uso de una pluralidad de imanes permanentes pequeños pero potentes, cada uno independientemente posicionado e independientemente rotatorio, permite que el aparato de la presente invención genere un campo magnético que sea variable en el tiempo (por ejemplo, variando la duración y el tiempo de la rotación rápida de los imanes) y variando espacialmente (seleccionando qué imanes se rotan) y variando la fuerza (seleccionando la velocidad de rotación de los imanes).

Una comparación de los campos magnéticos generados por los imanes permanentes con respecto a los campos máximos típicos de las bobinas de EMT convencionales ha demostrado que, mientras que la profundidad de penetración de las bobinas de EMT convencionales es mayor que la de los imanes permanentes, los campos magnéticos permanentes están más localizados. El tiempo de aumento del pulso, un factor igualmente importante para la amplitud de los voltajes inducidos y la profundidad de penetración, potencialmente puede hacerse comparable mediante el uso de motores ultrarrápidos para mover los imanes permanentes.

La viabilidad del enfoque de imanes permanentes se ha demostrado mediante el mapeo de áreas motoras en humanos al registrar la respuesta electromiográfica del músculo tenar. Los potenciales de las unidades motoras inducidas por el sistema se maximizaron para ubicaciones de estímulo fijadas individualmente y se cayeron para estimulación a una distancia de 10 mm de la ubicación máxima, indicando las propiedades de enfoque de los estímulos leves. Significativamente, el suministro de EMT con imanes permanentes, dispuestos en una variedad de sitios de estimulación independientes a través de la corteza, permite investigaciones de interdependencias y modulación espaciotemporal o sincrónica de redes corticales de diferentes tamaños.

Se apreciará que el método y el aparato discutidos anteriormente dependen de la provisión de una pluralidad de imanes permanentes que se mueven rápidamente, de alta resistencia, posicionados y activados según corresponda,



para suministrar los estímulos magnéticos deseados al cerebro.

Ahora se proporciona una construcción adicional que proporciona un modo adicional de personalizar los estímulos magnéticos aplicados al cerebro del individuo. De manera más particular, esta nueva construcción implica una rápida desprotección y protección de los campos magnéticos de los imanes permanentes utilizando un mecanismo obturador de pantalla magnética. El mecanismo obturador de pantalla magnética se forma preferiblemente usando obturadores de alta velocidad formados de un material de protección magnética especial o cambiando transitoriamente la eficacia de un material de protección magnética especial, en donde los obturadores de alta velocidad o el material de protección que cambia transitoriamente se interponen entre los imanes permanentes y el cerebro del individuo.

El mecanismo obturador de pantalla magnética está configurado para modular los campos magnéticos de los imanes permanentes y, por lo tanto, permite el uso de imanes permanentes estacionarios o móviles. Esto contrasta con los ejemplos en los que no se proporciona un mecanismo obturador de pantalla magnética y, por lo tanto, requiere el uso de imanes permanentes móviles para crear los campos magnéticos cambiantes aplicados a la anatomía. De manera más particular, cuando los imanes permanentes se mueven y, por lo tanto, crean un campo magnético cambiante en virtud del movimiento del imán, el mecanismo obturador de pantalla magnética se puede utilizar para modular aún más el campo magnético cambiante creado por el imán móvil. De forma correspondiente, cuando los imanes permanentes no se mueven y, por lo tanto, proporcionan un campo magnético estático, el mecanismo obturador de pantalla magnética se puede utilizar para modular el campo magnético estático proporcionado por el imán permanente estacionario y, por lo tanto, proporcionar el campo magnético cambiante deseado en una ubicación anatómica. Por lo tanto, el mecanismo obturador de pantalla magnética permite utilizar imanes estacionarios o permanentes en los conjuntos de imanes unidos al montaje para cabeza 10.

A modo de ejemplo, el conjunto de imanes puede comprender un imán permanente móvil para proporcionar el campo magnético cambiante deseado y se puede omitir el mecanismo obturador de pantalla magnética; en otra forma, el conjunto de imanes puede comprender un imán permanente estacionario y el mecanismo obturador de pantalla magnética puede usarse para proporcionar el campo magnético cambiante deseado; y en otra forma, el conjunto de imanes puede comprender un imán permanente móvil para proporcionar un campo magnético cambiante y el mecanismo obturador de pantalla magnética puede usarse para modular el campo magnético cambiante creado por el imán móvil para proporcionar un campo magnético cambiante deseado en la ubicación anatómica.

Además, si se desea, los imanes permanentes pueden ser reemplazados por pequeños electroimanes, si se puede lograr el campo magnético de alta resistencia requerido (por ejemplo, para proporcionar un cambio rápido de flujo magnético de al menos 500 - 600 Tesla/segundo), y con la cantidad adecuada de enfriamiento para evitar el calentamiento y la fusión de las bobinas magnéticas. Por lo tanto, a modo de ejemplo, el conjunto de imanes puede comprender un electroimán móvil para proporcionar el campo magnético cambiante deseado y se puede omitir el mecanismo obturador de pantalla magnética; en otra forma, el conjunto de imanes puede comprender un electroimán estacionario y el mecanismo obturador de pantalla magnética puede usarse para proporcionar el campo magnético cambiante deseado; y en otra forma, el conjunto de imanes puede comprender un electroimán móvil para proporcionar un campo magnético cambiante y el mecanismo obturador de pantalla magnética puede usarse para modular el campo magnético cambiante creado por el imán móvil para proporcionar un campo magnético cambiante deseado en la ubicación anatómica.

En una forma preferida, cada conjunto de imanes 15 está provisto de un mecanismo obturador de pantalla magnética asociado para personalizar adicionalmente los estímulos magnéticos aplicados al cerebro del individuo por ese conjunto de imanes 15. Y en una forma preferida, cada conjunto de imanes 15 y su mecanismo obturador de pantalla magnética asociado están configurados como una unidad, de modo que cuando ese conjunto de imanes 15 esté montado en el montaje para cabeza 10, su mecanismo obturador de pantalla magnética asociado también esté montado en el montaje para cabeza 10.

De manera más particular, y observando ahora las figuras 8 y 9, en una forma, se proporciona un mecanismo obturador de pantalla magnética 100 que comprende un disco 105 formado de un material de protección magnética. A modo de ejemplo, pero no de limitación, el disco 105 puede estar formado de Metal-Mu, una aleación de níquel-hierro compuesta de aproximadamente 77 % de níquel, 16 % de hierro, 5 % de cobre y 2 % de cromo o molibdeno. A modo de ejemplo adicional, pero sin limitación, el disco 105 puede estar formado por MagnetShield, una placa de pantalla magnética disponible de ADRProVita de Baltimore, Maryland, EE.UU. El disco 105 tiene al menos una abertura circular 110 formada en el mismo. El disco 105 está dispuesto entre el imán estacionario o móvil 50 de un conjunto de imanes 15 y el cerebro del individuo. El disco 105 está montado en el árbol de accionamiento 115 de un motor 120, de modo que el motor 120 puede usarse para (i) posicionar selectivamente el material de protección magnética del disco 105 entre el imán estacionario o móvil 50 y el cerebro del individuo, para proteger el cerebro del individuo del campo magnético del imán estacionario o móvil 50, o (ii) posicionar la al menos una abertura circular 110 entre el imán estacionario o móvil 50 y el cerebro del individuo, para exponer el cerebro del individuo al campo magnético del imán estacionario o móvil 50, o (iii) barrer la al menos una abertura circular 110 del disco 105 con el imán estacionario o móvil 50 para modular el campo magnético creado por el imán 50 (es decir, para modular el campo magnético estático de un imán estacionario 50 para crear el campo magnético cambiante deseado o para modular el campo magnético cambiante de un imán móvil 50 para crear el campo magnético cambiante deseado). El motor 120 se usa para colocar

apropiadamente una porción deseada del disco 105 entre el imán estacionario o móvil 50 y el cerebro del individuo. Preferiblemente, el motor 120 es controlado por el mismo controlador informatizado 25 que acciona los conjuntos de imanes 15.

5 Como se ve en las figuras 8 y 9, el conjunto de imanes 15 y su mecanismo obturador de pantalla magnética 100 asociado están configurados preferiblemente como una unidad, con el conjunto de imanes 15 y su mecanismo obturador de pantalla magnética asociado 100 contenido en una carcasa 122, de modo que cuando ese conjunto de imanes 15 esté montado en el montaje para cabeza 10 (por ejemplo, montando la carcasa 122 en el montaje para cabeza 10), su mecanismo obturador de pantalla magnética asociado también esté montado en el montaje para cabeza 10.

La figura 10 muestra cómo el campo magnético de un conjunto de imanes 15 se puede personalizar mediante el mecanismo obturador de pantalla magnética 100 de las figuras 8 y 9.

15 Si se desea, y observando ahora la figura 10, la al menos una abertura circular 110 puede ser reemplazada por al menos una ranura 110. Como alternativa, la al menos una abertura circular 110 puede ser reemplazada por al menos una abertura de otra configuración.

20 En otra forma, y observando ahora la figura 12, el mecanismo obturador de pantalla magnética 100 comprende un material de protección 125 cuya permeabilidad magnética y/o saturación puede ser cambiada rápida y transitoriamente por un mecanismo accionado eléctricamente para proporcionar de manera efectiva un mecanismo obturador, para permitir la personalización del estímulo magnético suministrado al individuo. Véase, por ejemplo, Sanchez et al., 2011, Antimagnets: controlling magnetic fields with superconductor-meta- material hybrids, New J. Phys., 13, 093034, doi:10.1088/1367-2630/13/9/093034, que analiza el material de protección cuya permeabilidad magnética y/o la saturación puede ser cambiada rápida y transitoriamente por un mecanismo accionado eléctricamente. De esta forma, el material de protección que cambia transitoriamente está dispuesto entre el imán estacionario o móvil 50 y el cerebro del individuo para modular el campo magnético creado por el imán 50 (es decir, para modular el campo magnético estático de un imán estacionario 50 para crear el campo magnético cambiante deseado o para modular el campo magnético cambiante de un imán móvil 50 para crear el campo magnético cambiante deseado). Cuando el cerebro del individuo debe protegerse del campo magnético del imán estacionario o móvil 50, se reduce la permeabilidad magnética y/o la saturación del material de protección 125. De forma correspondiente, cuando el cerebro del individuo debe exponerse al campo magnético del imán estacionario o móvil 50, se aumenta la permeabilidad magnética y/o la saturación del material de protección 125. El mecanismo accionado eléctricamente está controlado preferiblemente por el mismo controlador informatizado 25 que acciona los conjuntos de imanes 15.

35 Tal y como se observa en la figura 12, el conjunto de imanes 15 y su mecanismo obturador de pantalla magnética 100 asociado están configurados preferiblemente como una unidad, con el conjunto de imanes 15 y su mecanismo obturador de pantalla magnética 100 asociado estando contenido en la carcasa 122, de modo que cuando ese conjunto de imanes 15 esté montado en el montaje para cabeza 10 (por ejemplo, montando la carcasa 122 en el montaje para cabeza 10), su mecanismo obturador de pantalla magnética asociado también esté montado en el montaje para cabeza 10.

45 La provisión de obturadores de alta velocidad junto con los conjuntos de imanes 15 aumenta la funcionalidad, capacidad y eficiencia del aparato. Entre otras cosas, permite que pulsos individuales de estimulación magnética con tiempos de elevación de submilisegundos se envíen al cerebro, permitiendo así medir con mayor precisión los retrasos en el inicio de las respuestas a los estímulos magnéticos en los ajustes de investigación y diagnóstico. Una aplicación de diagnóstico específica del nuevo método sería la medición de las respuestas potenciales de la unidad motora inducida por electromiografía de diferentes grupos musculares, y las respuestas inducidas de diferentes ubicaciones en el cuero cabelludo y la columna vertebral, tras la estimulación en serie de múltiples sitios de la corteza motora, para evaluar la integridad funcional del tracto corticoespinal y ayudar en el diagnóstico diferencial de disfunciones neuronales motoras superiores y/o inferiores, como la esclerosis lateral amiotrófica. El método también permite una mayor flexibilidad y control del protocolo de estímulo en posibles aplicaciones terapéuticas.

55 El suministro rápido de estímulo también puede tener una aplicación diagnóstica y terapéutica para la estimulación de vías y estructuras distintas del cerebro con conjuntos de imán-obturador únicos. Estos sitios de estimulación pueden incluir la médula espinal y los nervios y músculos periféricos.

#### Cambio de la orientación del imán permanente rotatorio utilizando un mecanismo servomotor

60 En algunas situaciones puede ser conveniente ajustar con precisión la orientación de los conjuntos de imanes 15, por ejemplo, para que coincida con la dirección de las células nerviosas/fibras en la corteza y/o para personalizar aún más el campo magnético aplicado a la anatomía por un conjunto de imanes específico y/o para personalizar aún más el campo magnético agregado aplicado a la anatomía por los diversos conjuntos de imanes unidos al montaje para cabeza 10. Esto puede realizarse en cierta medida ajustando la disposición de los conjuntos de imanes 15 en el montaje para cabeza 10, sin embargo, en algunas circunstancias puede no ser posible lograr la precisión deseada en la orientación, por ejemplo, debido a limitaciones en la manera en que la conexión de cierre 40 en los conjuntos de

imán 15 se acoplan con la base del cierre 35 en el montaje para cabeza 10. Con este fin, y observando ahora la figura 13, el motor 45 (para girar el imán permanente 50) puede estar montado en el árbol 126 de un servomotor 127, de modo que la activación del servomotor 127 puede permitir que el eje de rotación del imán móvil 50 se cambie de forma precisa y dinámica, por ejemplo, sin mover la carcasa 122 en el montaje para cabeza 10.

5

Modificaciones de las realizaciones preferidas

Debe apreciarse que los expertos en la materia pueden realizar muchos cambios adicionales en los detalles, el material, etapas y disposiciones de partes, que se han descrito e ilustrado en el presente documento, mientras permanecen dentro de los principios y el alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (5) para aplicar estimulación magnética transcraneal (EMT) a un individuo, en donde el aparato comprende:

5 un montaje para cabeza (10) para su disposición en la cabeza de un individuo; y  
una pluralidad de conjuntos de imanes (15) para el montaje liberable en el montaje para cabeza (10), en donde  
cada uno de los conjuntos de imanes (15) comprende un imán permanente (50), un mecanismo de movimiento  
(45) para mover el imán permanente (50) y un mecanismo obturador de pantalla magnética (100), para  
proporcionar selectivamente un campo magnético rápidamente cambiante capaz de inducir corrientes eléctricas  
10 débiles en el cerebro de un individuo para modificar la actividad eléctrica natural del cerebro del individuo;  
en donde el número de conjuntos de imanes (15) montados en el montaje para cabeza (10), el posicionamiento  
particular de los conjuntos de imanes (15) en el montaje para cabeza (10), y la provisión selectiva de un campo  
magnético rápidamente cambiante proporcionado por cada uno de los conjuntos de imanes se puede seleccionar  
para permitir las características espaciales, de resistencia y temporales del campo magnético personalizado para  
15 cada individuo, para proporcionar terapia de EMT específica individual, para ayudar en el diagnóstico o para  
mapear la función cerebral en la investigación en neurociencia.

2. Aparato según la reivindicación 1, en donde el imán permanente (50), y al menos uno de (i) un mecanismo de  
movimiento (45) para mover el imán permanente (50) y (ii) un mecanismo obturador de pantalla magnética (100), están  
20 configurados como una unidad.

3. Aparato según la reivindicación 2, en donde el imán permanente (50), y al menos uno de (i) un mecanismo de  
movimiento (45) para mover el imán permanente (50) y (ii) un mecanismo obturador de pantalla magnética (100), están  
25 contenidos en una carcasa.

4. Aparato según la reivindicación 1, en donde el mecanismo obturador de pantalla magnética (100) comprende un  
disco (105) formado de un material de protección magnética.

5. Aparato según la reivindicación 4, en donde el disco (105) comprende una abertura (110).

6. Aparato según la reivindicación 4, en donde el disco (105) está montado en el árbol (115) de un motor (120).

7. Aparato según la reivindicación 1, en donde el mecanismo obturador de pantalla magnética (100) comprende un  
material de protección (125) cuya permeabilidad y/o saturación magnética puede modularse selectivamente.

8. Aparato según la reivindicación 7, en donde la permeabilidad magnética y/o la saturación del material de protección  
(125) se modula selectivamente usando un mecanismo accionado eléctricamente.

9. Aparato según la reivindicación 1, en donde cada uno de los conjuntos de imanes (15) está configurado para  
proporcionar un campo magnético rápidamente cambiante de al menos 500 - 600 Tesla/segundo.

10. Aparato según la reivindicación 1, en donde el mecanismo de movimiento (45) para mover el imán permanente  
comprende un motor (45), y además en donde el imán permanente (50) está unido al árbol de accionamiento (55) del  
45 motor (45).

11. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un controlador informatizado (25) para provocar  
selectivamente que algunos de los conjuntos de imanes (15) proporcionen un campo magnético rápidamente  
cambiante.

12. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de electrodos para controlar la actividad  
eléctrica del cerebro.

13. Aparato según la reivindicación 1, en donde la pluralidad de conjuntos de imanes (15) se monta en el montaje para  
cabeza (10) en un patrón predeterminado.

55

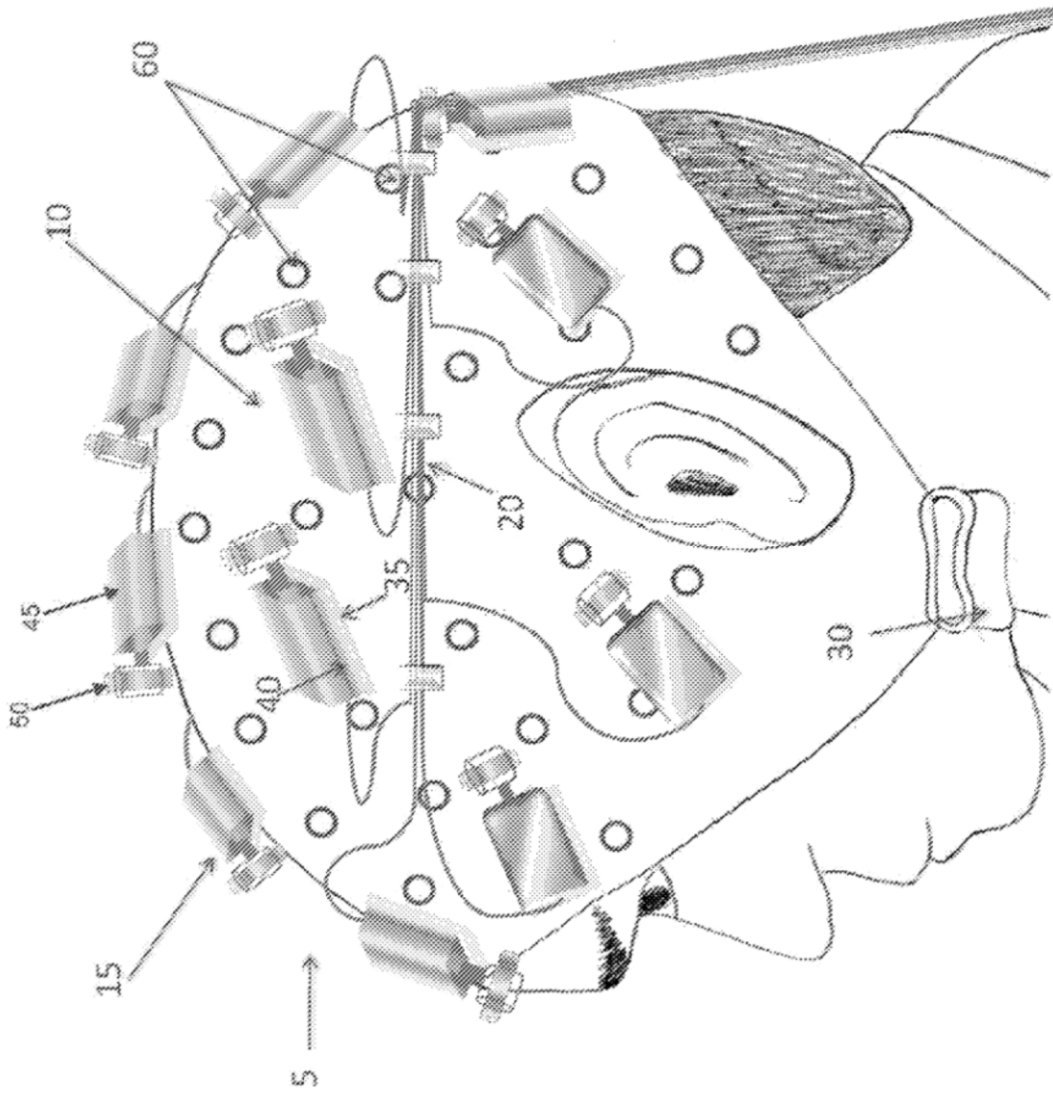


FIG. 1

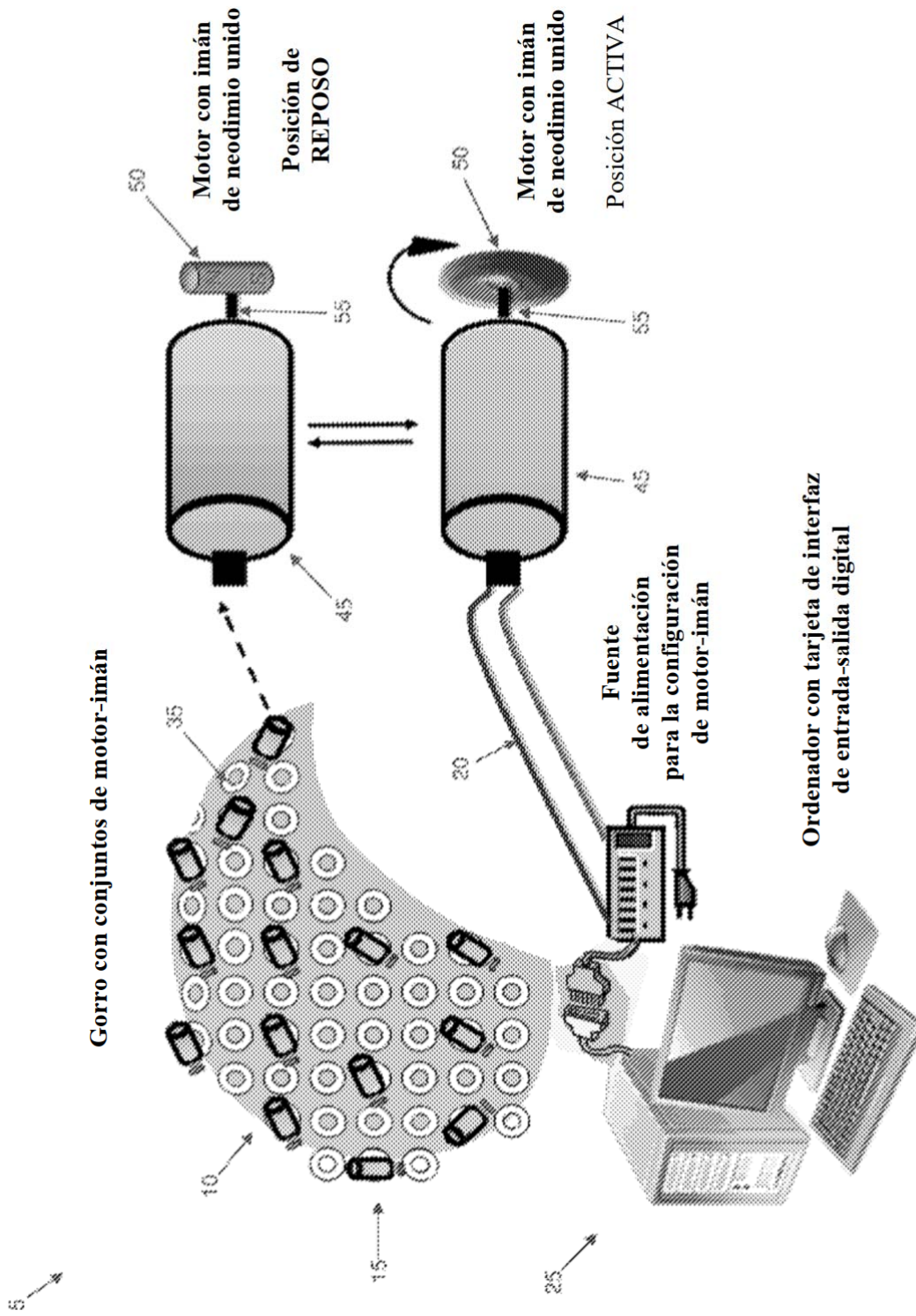


FIG. 2

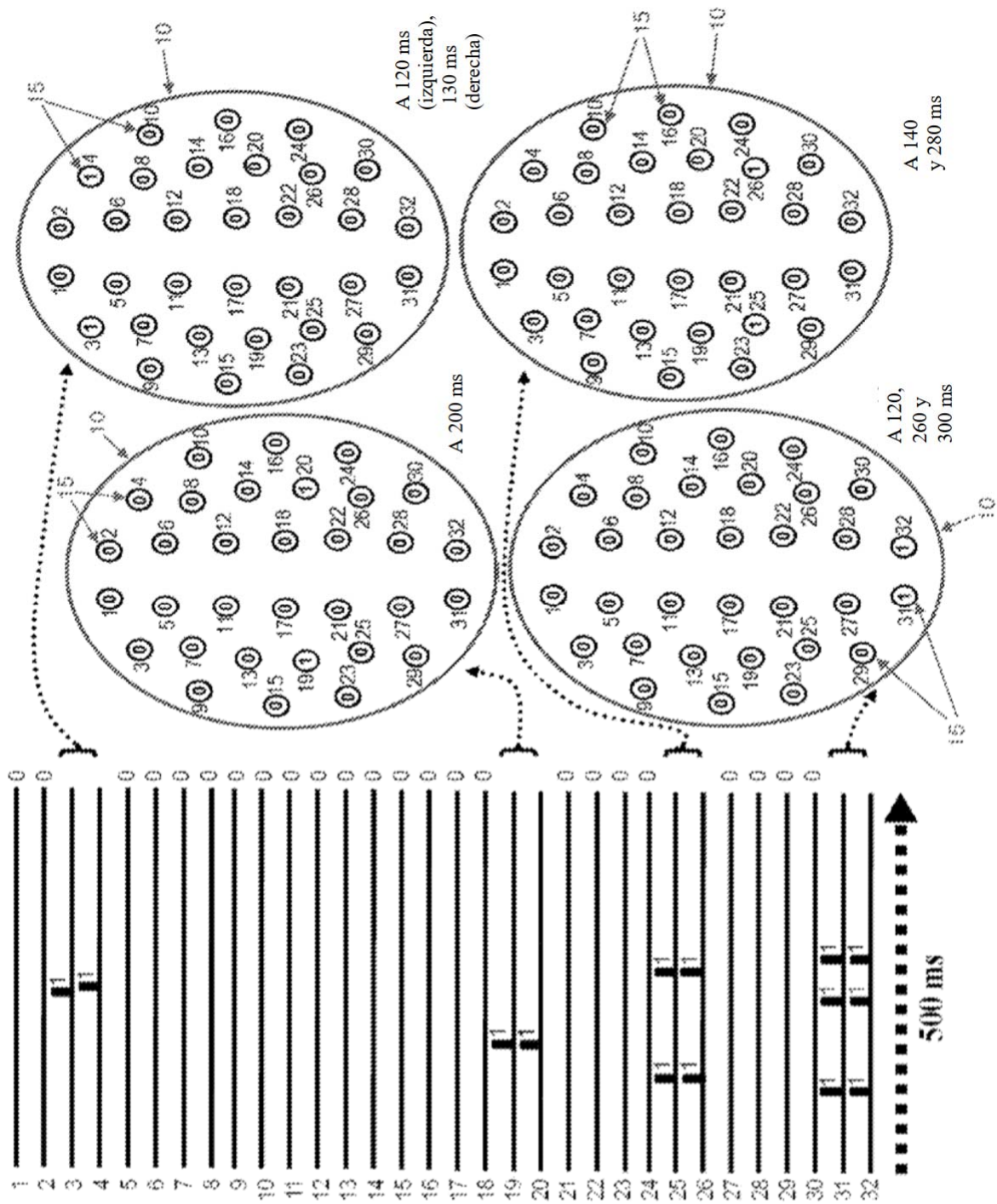
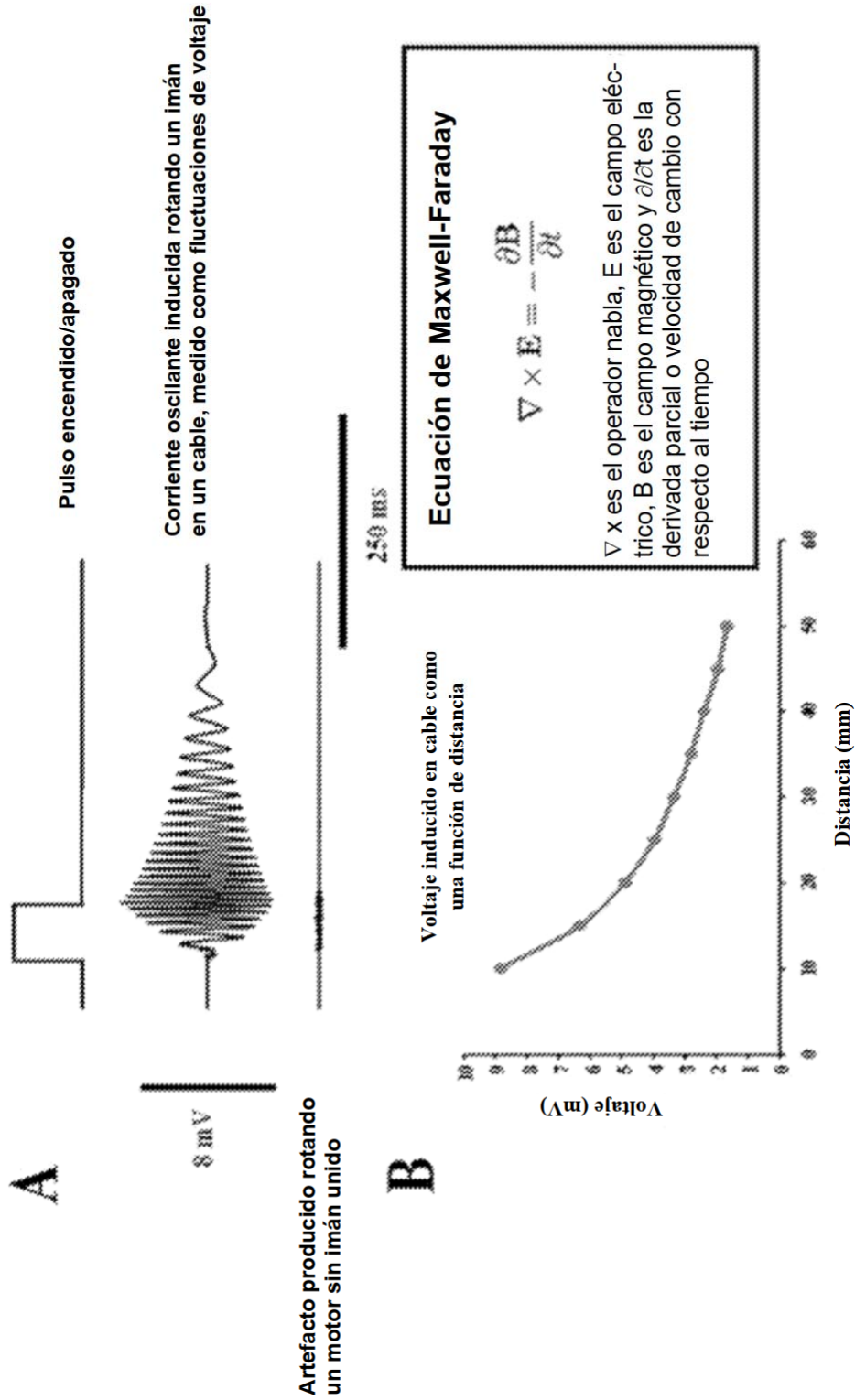


FIG. 3

### Física de la estimulación magnética: Inducción de corriente en un cable



**FIG. 4**



# Biofísica de estimulación magnética en el cerebro humano

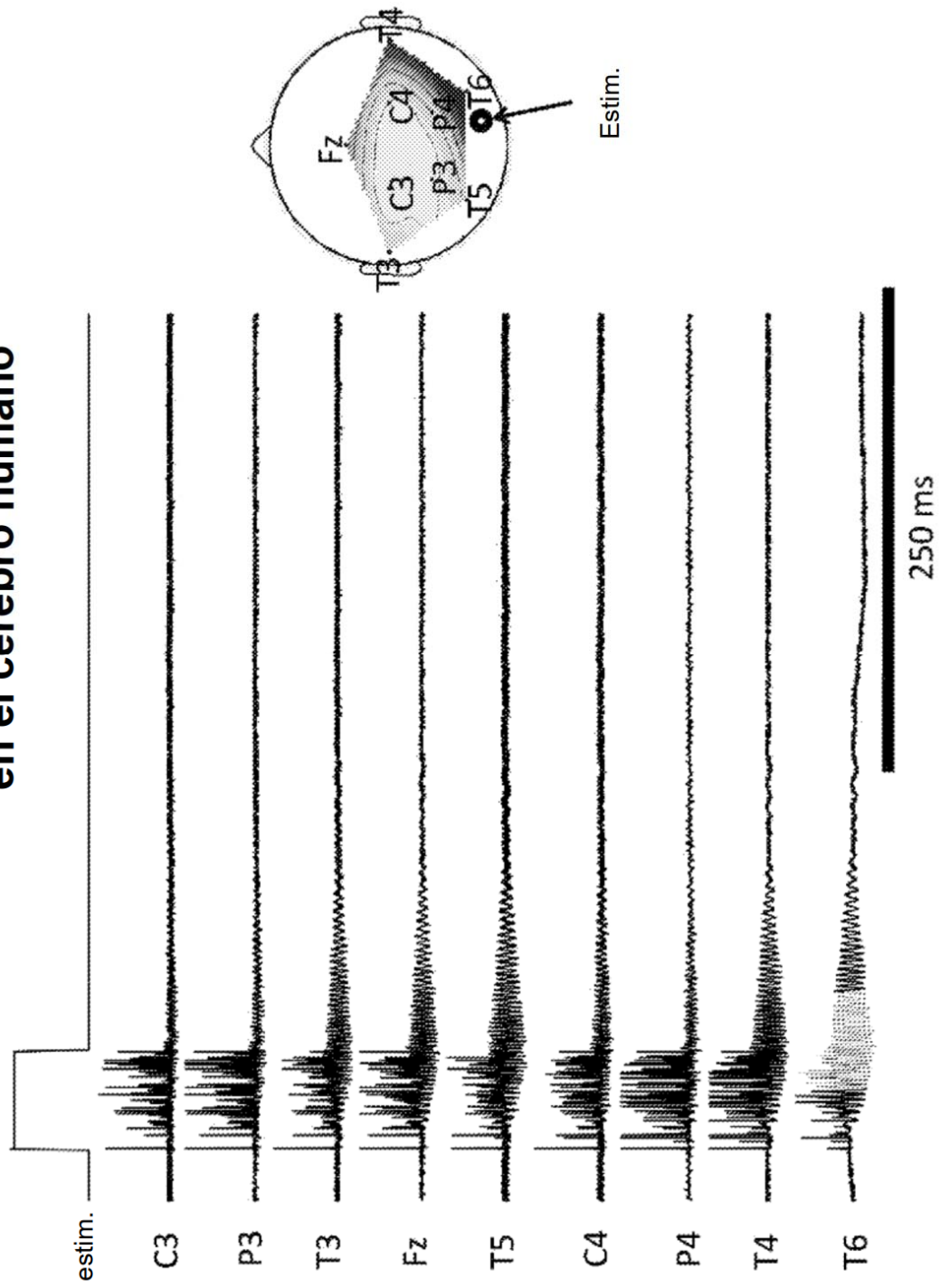


FIG. 5

250 ms

**COMPARACIÓN DE LA PRESENTE INVENCION CON EMT CONVENCIONAL**

	<b>Presente invención</b>	<b>EMT convencional</b>
Tipo de imán	Neodimio permanente	Bobina electromagnética
Resistencia de campo máxima	1,48 T	2,2 T
dB/dt	500 – 5000 T/s	5000 – 20,000 T/s
Duración de estímulo	1 – 100 ms	0.3 – 5 ms
Velocidad de repetición	0,1 – 2 Hz	0,1 – 50 Hz
Sitios de estimulación	Múltiple (1-32)	Único
Modulación dinámica	Presente	Ausente
Interacción de usuario	Presente	Ausente
Corriente para estimulación	Ninguna	4000 A
Fuente de alimentación	Batería de CC (9-12 V)	CA principal (110-220 V)
Riesgo de choque	Ausente	Presente
Riesgo de quemaduras	Ausente	Presente
Riesgo de convulsión	Ausente	Presente a velocidades elevadas

**FIG. 6**

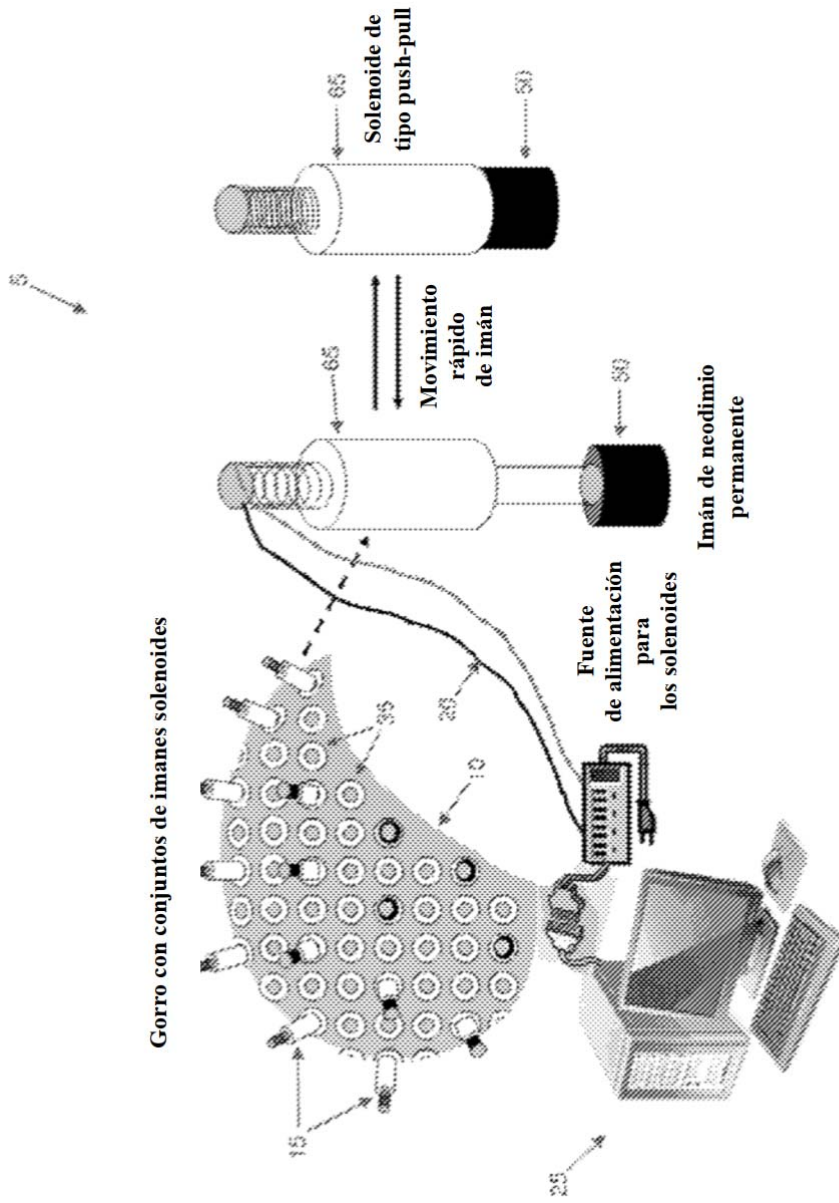
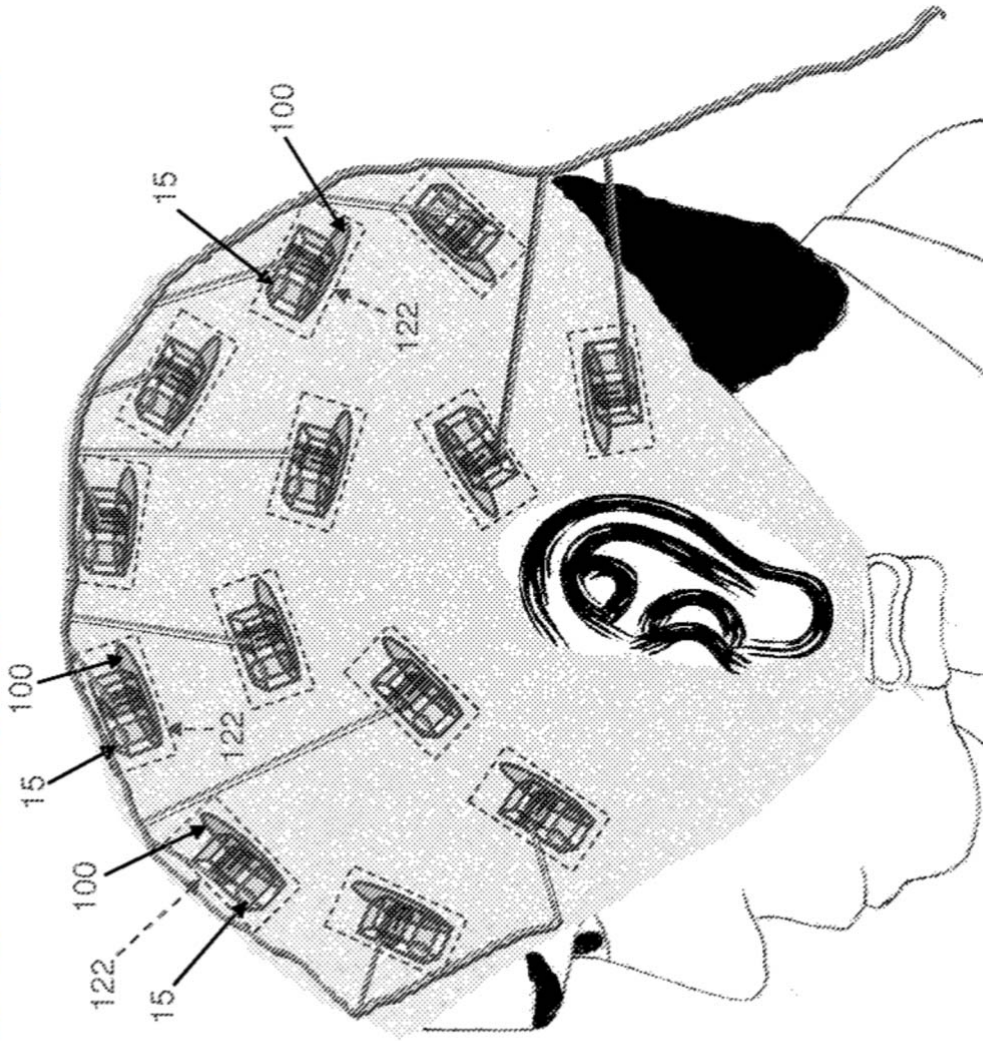


FIG. 7

**Gorro con estimuladores de obturador de pantalla magnética**



**FIG. 8**

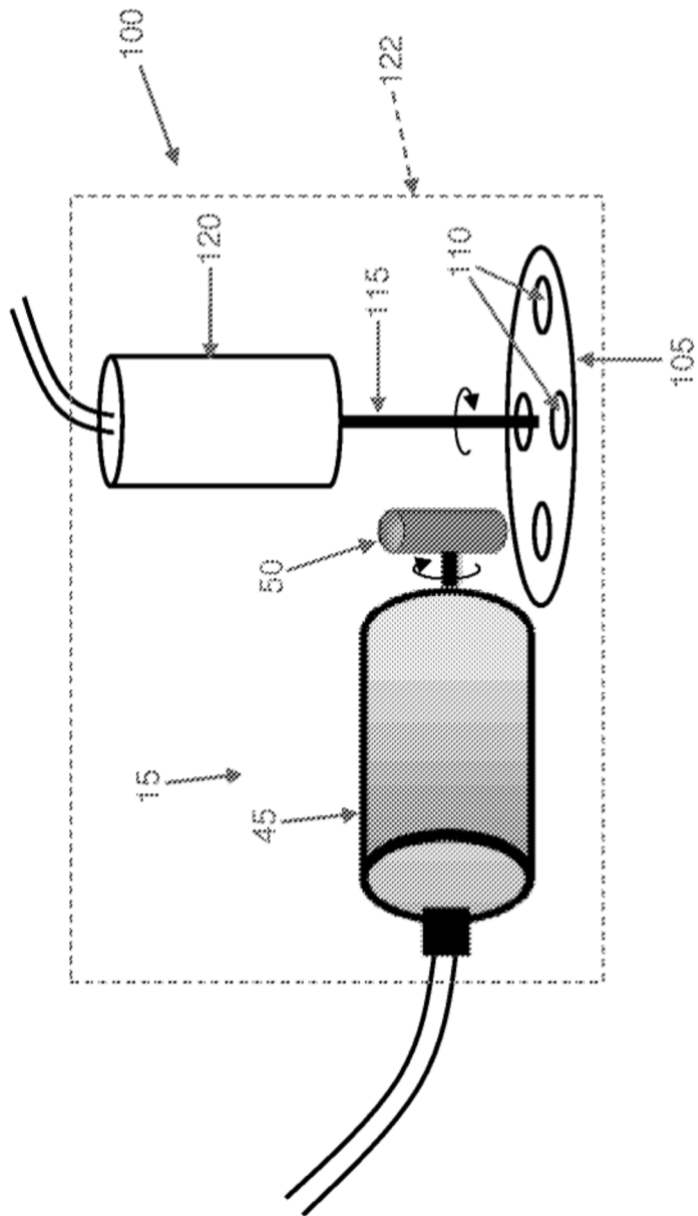


FIG. 9

Fluctuaciones de voltaje en bobina inductora activada  
por el mecanismo obturador  
(prueba de principio)

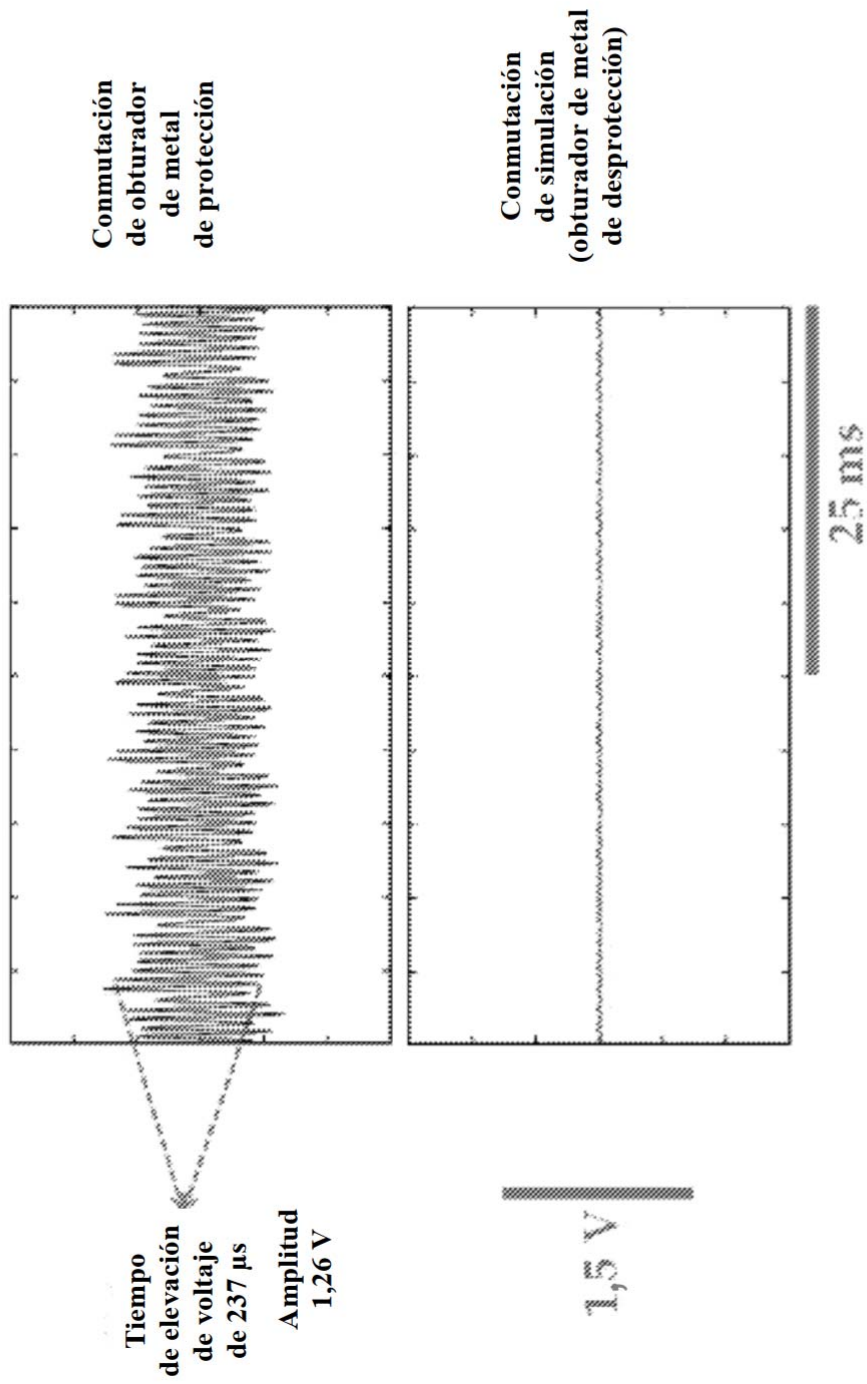


FIG. 10

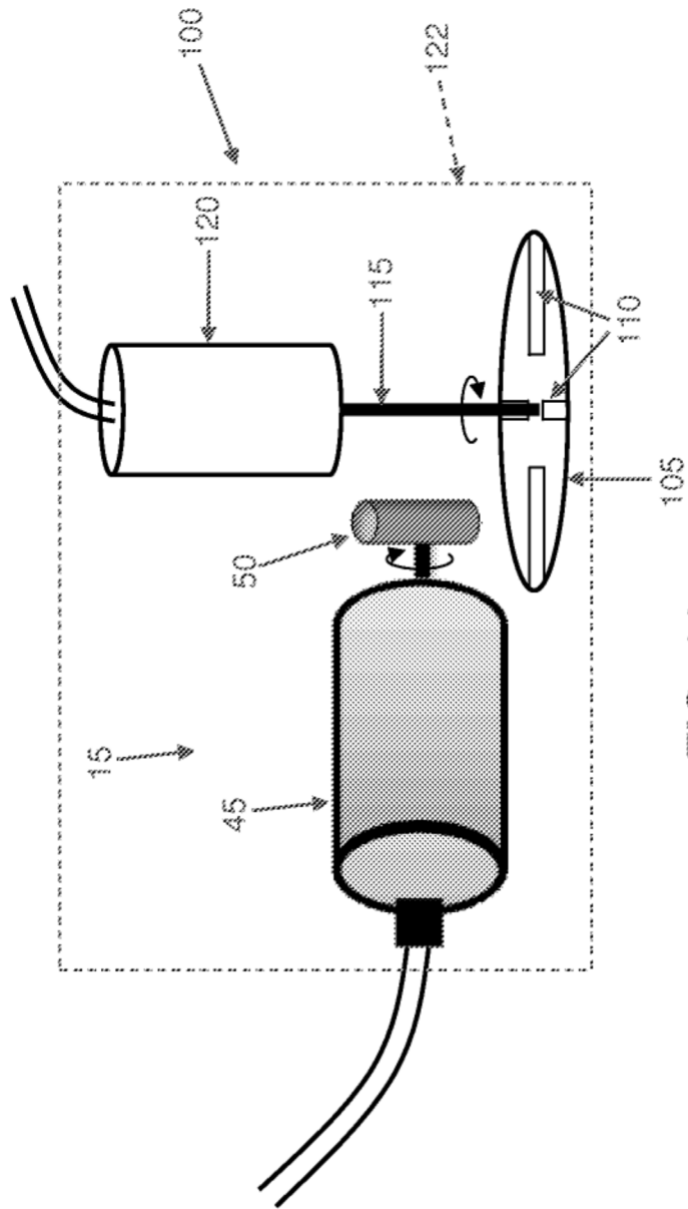
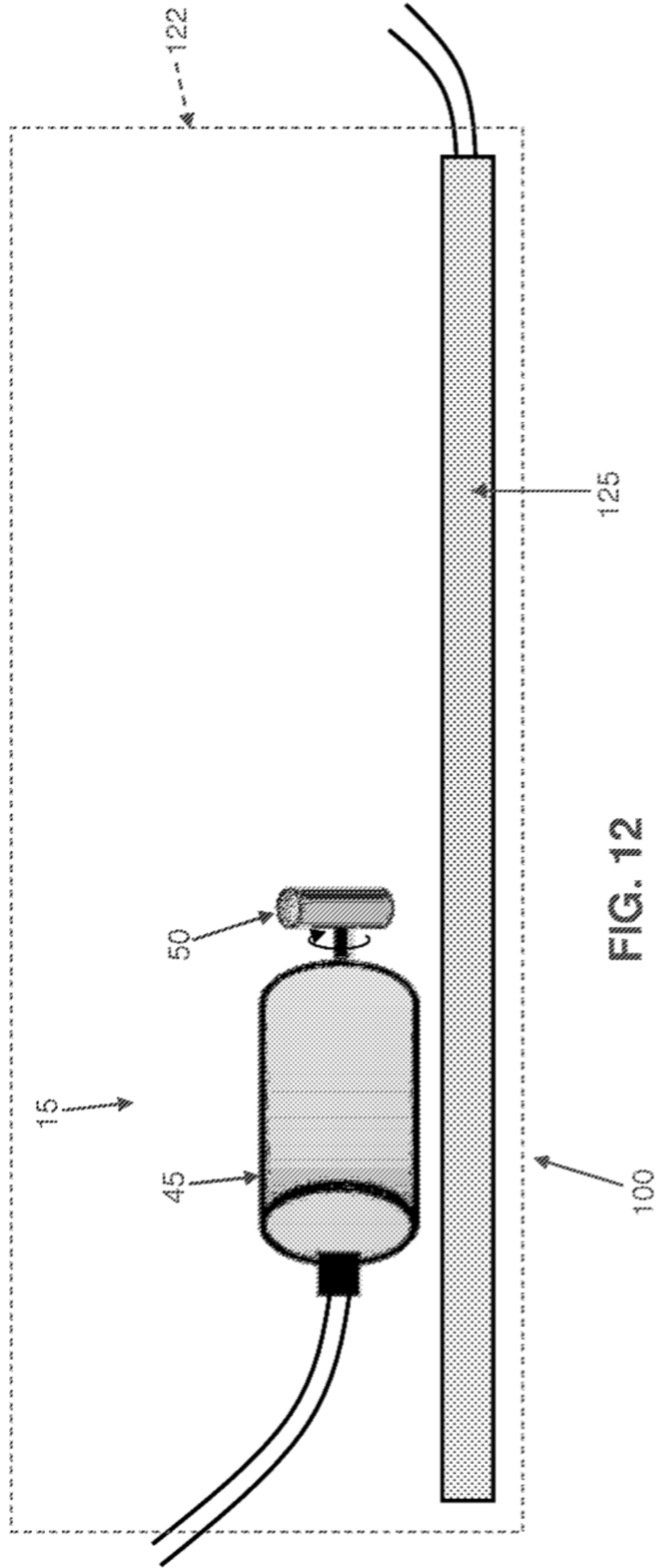


FIG. 11





Cambio de la orientación del imán permanente rotatorio con un mecanismo servomotor

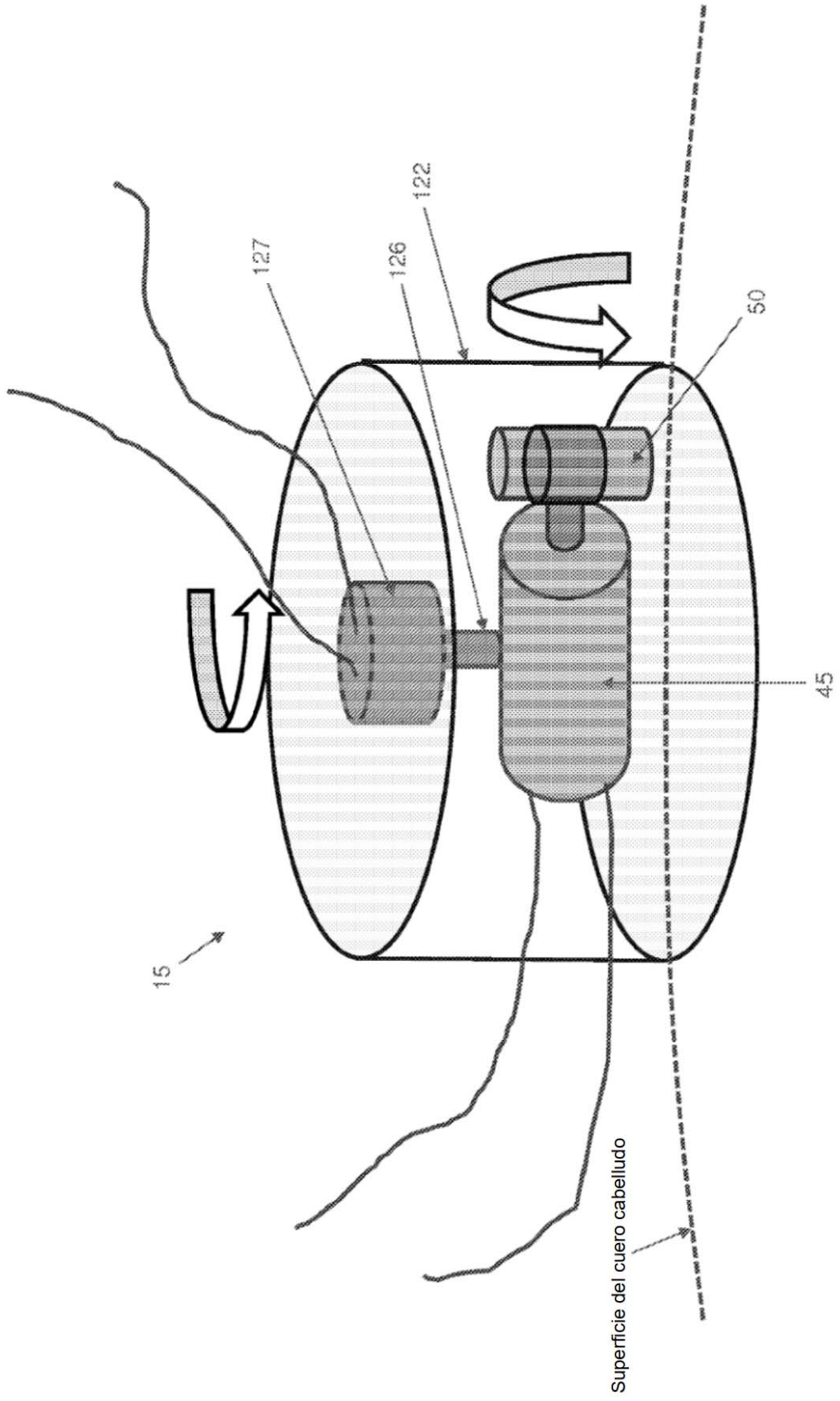


FIG. 13