

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 752**

51 Int. Cl.:

**A61N 1/372** (2006.01)

**A61N 1/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.01.2018 PCT/US2018/012807**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.07.2018 WO18132334**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2018 E 18701873 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2020 EP 3519043**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para crear programas de estimulación en base a áreas o volúmenes definidos por el usuario**

30 Prioridad:

**10.01.2017 US 201762444724 P**

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

**27.04.2021**

73 Titular/es:

**BOSTON SCIENTIFIC NEUROMODULATION CORPORATION (100.0%)  
25155 Rye Canyon Loop  
Valencia, CA 91355, US**

72 Inventor/es:

**ZHANG, TIANHE;  
STEINKE, G. KARL y  
CARCIERI, STEPHEN**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 821 752 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

Sistemas y procedimientos para crear programas de estimulación en base a áreas o volúmenes definidos por el usuario

### **Campo**

5 La presente invención está dirigida al área de los sistemas de estimulación eléctrica implantables y los procedimientos de uso de los sistemas. La presente invención también está dirigida a sistemas y procedimientos para generar un programa de estimulación para la estimulación eléctrica de un paciente.

### **Antecedentes**

10 Los sistemas de estimulación eléctrica implantables han demostrado ser terapéuticos en una variedad de enfermedades y trastornos. Por ejemplo, los sistemas de estimulación de la médula espinal se han usado como modalidad terapéutica para el tratamiento de síndromes de dolor crónico. La estimulación de nervios periféricos se ha usado para tratar el síndrome de dolor crónico y la incontinencia, y se están investigando otras aplicaciones. Se han aplicado sistemas de estimulación eléctrica funcional para restaurar alguna funcionalidad a las extremidades paralizadas en pacientes con lesión de la médula espinal. La estimulación del cerebro, como la estimulación cerebral profunda, puede usarse para tratar una variedad de enfermedades o trastornos.

15 Se han desarrollado estimuladores para proporcionar terapia para una variedad de tratamientos. Un estimulador puede incluir un módulo de control (con un generador de pulsos), al menos un conductor y una matriz de electrodos de estimulador en cada conductor. Los electrodos del estimulador están en contacto con o cerca de los nervios, músculos u otros tejidos que se van a estimular. El generador de pulsos en el módulo de control genera impulsos eléctricos que son entregados por los electrodos al tejido corporal.

### **Breve resumen**

20 La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones, aspectos y ejemplos adicionales divulgados en la presente memoria son solo para fines ilustrativos y no forman parte de la invención.

25 Una realización es un procedimiento para generar un programa de estimulación para la estimulación eléctrica de un paciente. El procedimiento incluye proporcionar, mediante un procesador en un visualizador acoplado comunicativamente al procesador, una primera cuadrícula que delimita una pluralidad de primeros píxeles seleccionables y una representación de una porción de un conductor de estimulación eléctrica con una pluralidad de electrodos; obtener, mediante el procesador, una selección de usuario de una primera pluralidad de los primeros píxeles en la primera cuadrícula de primeros píxeles para la estimulación; generar, mediante el procesador, un programa de estimulación basado, al menos en parte, en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación mediante el uso de al menos uno de los electrodos del conductor de estimulación eléctrica; e iniciar, mediante el procesador, una señal que proporciona un generador de pulsos implantable con el programa de estimulación para producir estimulación eléctrica mediante el uso de un conductor de estimulación eléctrica acoplado al generador de pulsos implantable de acuerdo con el programa de estimulación.

35 En al menos algunas realizaciones, generar el programa de estimulación incluye: determinar, mediante el procesador, un volumen objetivo basado, al menos en parte, en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación; determinar, mediante el procesador, un modelo de campo de estimulación (SFM) basado, al menos en parte, en el volumen objetivo determinado; y generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en el SFM.

40 En al menos algunas realizaciones, el procedimiento incluye además: proporcionar, mediante el procesador en el visualizador, una segunda cuadrícula que delimita una pluralidad de segundos píxeles seleccionables, la segunda cuadrícula de segundos píxeles que reside en un plano diferente al plano en el que la primera cuadrícula de los primeros píxeles reside; y obtener, mediante el procesador, una selección de usuario de una pluralidad de los segundos píxeles en la segunda cuadrícula de segundos píxeles para la estimulación, en la que determinar el volumen objetivo incluye determinar, mediante el procesador, el volumen objetivo basado, al menos en parte, tanto en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación como la pluralidad de los segundos píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación.

45 En al menos algunas realizaciones, proporcionar la primera cuadrícula de primeros píxeles incluye proporcionar, mediante el procesador en el visualizador, una vista de la primera cuadrícula de primeros píxeles, en la que la vista muestra la primera cuadrícula de primeros píxeles en relación con una representación de al menos una característica anatómica o fisiológica.

50 En al menos algunas realizaciones, el procedimiento incluye además obtener, mediante el procesador, una selección de usuario de una segunda pluralidad de los primeros píxeles en la primera cuadrícula de primeros píxeles para evitar la estimulación, en el que generar el programa de estimulación incluye: determinar, mediante el procesador, un primer volumen basado, al menos en parte, en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación; determinar, mediante el procesador, un segundo volumen basado, al menos en parte, en la segunda

pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para evitar la estimulación; determinar, mediante el procesador, un modelo de campo de estimulación (SFM) basado, al menos en parte, en el primer y segundo volúmenes determinados; y generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en el SFM.

5 En al menos algunas realizaciones, generar el programa de estimulación incluye: hacer coincidir, mediante el procesador, la primera pluralidad seleccionada por el usuario de los primeros píxeles para la estimulación con un modelo de campo de estimulación (SFM) almacenado en una memoria acoplada comunicativamente al procesador; seleccionar, mediante el procesador, al menos uno de los electrodos del conductor de estimulación eléctrica basado, al menos en parte, en el SFM; seleccionar, mediante el procesador, un conjunto de parámetros de estimulación basados, al menos en parte, en el SFM; y generar, mediante el procesador, el programa de estimulación.

10 En al menos algunas realizaciones, el procedimiento incluye además obtener, mediante el procesador, una entrada del usuario que representa un nivel de estimulación para cada uno de la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación, en el que generar el programa de estimulación incluye generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación y en el nivel de estimulación de entrada del usuario para cada uno de la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación.

15 En al menos algunas realizaciones, el procedimiento incluye además superponer la primera cuadrícula de primeros píxeles en una representación de al menos una característica anatómica o fisiológica.

Otra realización es un procedimiento para generar un programa de estimulación para la estimulación eléctrica de un paciente. El procedimiento incluye proporcionar, mediante el procesador en un visualizador acoplado comunicativamente al procesador, una porción de un primer plano; obtener, mediante el procesador, una colocación del usuario de una primera primitiva en el primer plano para la estimulación; obtener, mediante el procesador, una entrada del usuario de un comando para modificar al menos una característica de la primera primitiva colocada por el usuario para la estimulación; generar, mediante el procesador, un programa de estimulación basado, al menos en parte, en la primera primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación; e iniciar, mediante el procesador, una señal que proporciona un generador de pulsos implantable con el programa de estimulación para producir estimulación eléctrica mediante el uso de un conductor de estimulación eléctrica acoplado al generador de pulsos implantables de acuerdo con el programa de estimulación.

20 En al menos algunas realizaciones, generar el programa de estimulación incluye: determinar, mediante el procesador, un volumen objetivo basado, al menos en parte, en la primera primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación; determinar, mediante el procesador, un modelo de campo de estimulación (SFM) basado, al menos en parte, en el volumen objetivo determinado; y generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en el SFM.

25 En al menos algunas realizaciones, el procedimiento incluye además proporcionar, mediante el procesador en el visualizador, una porción de un segundo plano diferente del primer plano; obtener, mediante el procesador, una colocación del usuario de una segunda primitiva en el segundo plano; y obtener, mediante el procesador, una entrada del usuario de un comando para modificar al menos una característica de la segunda primitiva colocada por el usuario para la estimulación, en la que determinar el volumen objetivo incluye determinar, mediante el procesador, el volumen objetivo basado, al menos en parte, tanto en la primera primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación como en la segunda primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación.

30 En al menos algunas realizaciones, obtener la entrada del usuario del comando para modificar la al menos una característica de la primera primitiva colocada por el usuario para la estimulación incluye obtener, mediante el procesador, una entrada del usuario de un comando para alterar la forma de la primera primitiva colocada por el usuario para la estimulación a lo largo de al menos una dimensión de la primera primitiva colocada por el usuario para la estimulación.

35 En al menos algunas realizaciones, el procedimiento incluye además obtener, mediante el procesador, una colocación del usuario de una segunda primitiva en el primer plano para evitar la estimulación, en el que generar el programa de estimulación incluye: determinar, mediante el procesador, un primer volumen basado, al menos en parte, en la primera primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación; determinar, mediante el procesador, un segundo volumen basado, al menos en parte, en la segunda primitiva colocada por el usuario para evitar la estimulación; determinar, mediante el procesador, un modelo de campo de estimulación (SFM) basado, al menos en parte, en el primer y segundo volúmenes determinados; y generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en el SFM, en el que el programa de estimulación, cuando es implementado por el generador de pulsos implantable, hace que el generador de pulsos implantable estimule el primer volumen determinado y evite la estimulación del segundo volumen determinado.

40 En al menos algunas realizaciones, determinar el SFM incluye determinar cuándo el segundo volumen determinado se solapa con al menos una porción del primer volumen determinado; y generar el programa de estimulación basado, al menos en parte, en el SFM incluye, en respuesta al segundo volumen determinado que se solape a la al menos una parte del primer volumen determinado, generando, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al

menos en parte, en el SFM, en el que el programa de estimulación, cuando es implementado por el generador de pulsos implantable, hace que el generador de pulsos implantable estimule al menos una parte del primer volumen determinado que el segundo volumen determinado no pueda solapar y evitar la estimulación de al menos una porción del segundo volumen determinado.

5 En al menos algunas realizaciones, el procedimiento incluye además obtener, mediante el procesador, una entrada del usuario de un comando para modificar al menos una característica de la segunda primitiva colocada por el usuario para evitar la estimulación, en la que determinar el segundo volumen incluye determinar, mediante el procesador, el segundo volumen se basa, al menos en parte, en la segunda primitiva modificada colocada por el usuario para evitar la estimulación.

10 En al menos algunas realizaciones, generar el programa de estimulación incluye: hacer coincidir, mediante el procesador, la primera primitiva modificada colocada por el usuario con un modelo de campo de estimulación (SFM) almacenado en una memoria acoplada comunicativamente al procesador; seleccionar, mediante el procesador, un conjunto de electrodos de estimulación de los electrodos del conductor de estimulación eléctrica basados, al menos en parte, en el SFM; seleccionar, mediante el procesador, un conjunto de parámetros de estimulación basados, al menos en parte, en el SFM; y generar, mediante el procesador, el programa de estimulación, en el que el programa de estimulación, cuando se implementa mediante el generador de pulsos implantable, hace que el generador de pulsos implantable estimule al paciente mediante el conjunto de electrodos de estimulación de acuerdo con el conjunto de parámetros de estimulación.

20 Otra realización más es un medio legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en el mismo que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador realice cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente.

Una realización adicional es un sistema para generar un programa de estimulación para la estimulación eléctrica de un paciente, incluyendo el sistema un procesador configurado y dispuesto para realizar cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente.

25 **Breve descripción de los dibujos**

Se describen realizaciones no limitativas y no exhaustivas de la presente invención con referencia a los siguientes dibujos. En los dibujos, los números de referencia similares se refieren a partes similares a través de todas las diversas figuras a menos que se especifique de cualquier otra manera.

30 Para una mejor comprensión de la presente invención, se hará referencia a la siguiente descripción detallada, que debe leerse en conjunto con los dibujos acompañantes, en los que:

La Figura 1 es una vista esquemática de una realización de un sistema de estimulación eléctrica, de acuerdo con la invención;

La Figura 2 es una vista lateral esquemática de una realización de un conductor de estimulación eléctrica, de acuerdo con la invención;

35 La Figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de una realización de un sistema para determinar parámetros de estimulación, de acuerdo con la invención;

La Figura 4 es una ilustración gráfica de una realización de una interfaz del usuario para seleccionar un plano a emplear en al menos un procedimiento para generar un programa de estimulación, de acuerdo con la invención;

40 La Figura 5 es una ilustración gráfica de una realización de una interfaz del usuario para la colocación del usuario y la modificación del usuario de al menos una primitiva en un plano para la estimulación, de acuerdo con la invención;

La Figura 6 es una ilustración gráfica de una realización de una interfaz del usuario para la selección de usuario de una primera pluralidad de píxeles para la estimulación, de acuerdo con la invención;

45 La Figura 7 es una ilustración gráfica de una realización de una interfaz del usuario para la elección del usuario de al menos un objeto seleccionable para la estimulación, de acuerdo con la invención;

La Figura 8 es una ilustración gráfica de una realización de una interfaz del usuario para generar al menos un fraccionamiento de al menos un valor de estimulación, de acuerdo con la invención;

La Figura 9 es un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para generar un programa de estimulación, de acuerdo con la invención; y

50 La Figura 10 es una ilustración esquemática de otra realización de un procedimiento para generar un programa de estimulación, de acuerdo con la invención.

**Descripción detallada**

La presente invención está dirigida al área de sistemas de estimulación eléctrica implantables y procedimientos de producción y uso de los sistemas. La presente invención también está dirigida a sistemas y procedimientos para seleccionar parámetros de estimulación.

5 Los sistemas de estimulación eléctrica implantables adecuados incluyen, pero no se limitan a, al menos un conductor con al menos un electrodo dispuesto en una porción del extremo distal del conductor y al menos un terminal dispuesto en al menos una porción del extremo proximal del conductor. Los conductores incluyen, por ejemplo, conductores percutáneos, conductores de paleta, conductores de manguito o cualquier otra disposición de electrodos en un conductor. Se encuentran ejemplos de sistemas de estimulación eléctrica con conductores en, por ejemplo, 10 7,672,734; 7,761,165; 7,783,359; 7,792,590; 7,809,446; 7,949,395; 7,974,706; 8,175,710; 8,224,450; 8,271,094; 8,295,944; 8,364,278; 8,391,985; y 8,688,235; y las publicaciones de solicitudes de patentes de Estados Unidos núms. 2007/0150036; 2009/0187222; 2009/0276021; 2010/0076535; 2010/0268298; 2011/0005069; 2011/0004267; 2011/0078900; 2011/0130817; 2011/0130818; 2011/0238129; 2011/0313500; 2012/0016378; 2012/0046710; 15 2012/0071949; 2012/0165911; 2012/0197375; 2012/0203316; 2012/0203320; 2012/0203321; 2012/0316615; 2013/0105071; y 2013/0197602. En la discusión más abajo, se ejemplificará un conductor percutáneo, pero se debe entender que los procedimientos y sistemas descritos en la presente memoria también son aplicables a conductores de paleta y otros conductores.

20 Un conductor para estimulación eléctrica (por ejemplo, estimulación cerebral profunda o de la médula espinal) incluye electrodos de estimulación que pueden ser electrodos en anillo, electrodos segmentados que se extienden solo parcialmente alrededor de la circunferencia del conductor o cualquier otro tipo de electrodo o cualquier combinación de los mismos. Los electrodos segmentados se pueden proporcionar en conjuntos de electrodos, teniendo cada conjunto electrodos distribuidos circunferencialmente alrededor del conductor en una posición longitudinal particular o a través de una región longitudinal particular. Con fines ilustrativos, los conductores se describen en la presente 25 memoria con relación a su uso para la estimulación cerebral profunda, pero se debe entender que cualquiera de los conductores pueden usarse para aplicaciones distintas de la estimulación cerebral profunda, incluida la estimulación de la médula espinal, la estimulación de nervios periféricos o la estimulación de otros nervios, músculos y tejidos. En particular, la estimulación puede estimular objetivos específicos. Los ejemplos de tales objetivos incluyen, pero no se limitan a, el núcleo subtalámico (STN), el segmento interno del globo pálido (GPI), el segmento externo del globo pálido (GPe) y similares. En al menos algunas realizaciones, una estructura anatómica se define por su estructura física y un objetivo fisiológico se define por sus atributos funcionales. En al menos algunas realizaciones, el conductor puede colocarse al menos parcialmente dentro del objetivo, pero en otras realizaciones, el conductor puede estar cerca, pero no dentro, del objetivo. La estimulación del tejido puede incluir, pero no se limita a, uno o más de activación, inhibición, depresión u otra modulación del tejido estimulado.

35 Volviendo a la Figura 1, una realización de un sistema de estimulación eléctrica 10 incluye al menos un conductor de estimulación 12 y un generador de pulsos implantable (IPG) 14. El sistema 10 también puede incluir al menos uno de un control remoto externo (RC) 16, un programador clínico (CP) 18, un estimulador de prueba externo (ETS) 20 o un cargador externo 22.

40 El IPG 14 está conectado físicamente, opcionalmente a través de al menos una extensión de conductor 24, al conductor(es) de estimulación 12. Cada conductor lleva múltiples electrodos 26 arreglados en una serie. El IPG 14 incluye un circuito de generación de pulsos que entrega energía de estimulación eléctrica en forma de, por ejemplo, una forma de onda eléctrica pulsada (es decir, una serie temporal de pulsos eléctricos) a la serie de electrodos 26 de acuerdo con un conjunto de parámetros de estimulación. El IPG 14 puede implantarse en el cuerpo de un paciente, por ejemplo, más abajo del área de la clavícula del paciente o dentro de los glúteos o la cavidad abdominal del paciente. 45 El IPG 14 puede tener ocho canales de estimulación que se pueden programar independientemente para controlar la magnitud del estímulo actual de cada canal. En al menos algunas realizaciones, el IPG 14 puede tener más o menos de ocho canales de estimulación (por ejemplo, 4-, 6-, 16-, 32-, o más canales de estimulación). El IPG 14 puede tener uno, dos, tres, cuatro o más puertos de conector, para recibir los terminales de los conductores.

50 El ETS 20 también se puede conectar físicamente, opcionalmente a través de las extensiones de conductor percutáneos 28 y el cable externo 30, a los conductores de estimulación 12. El ETS 20, que puede tener un circuito de generación de pulsos similar al IPG 14, también entrega energía de estimulación eléctrica en forma de, por ejemplo, una forma de onda eléctrica pulsada a la serie de electrodos 26 de acuerdo con un conjunto de parámetros de estimulación. Una diferencia entre el ETS 20 y el IPG 14 es que el ETS 20 es a menudo un dispositivo no implantable que se usa a modo de prueba después de que se hayan implantado los conductores de neuroestimulación 12 y antes 55 de la implantación del IPG 14, para probar el funcionamiento del sistema o la capacidad de respuesta de la estimulación que se va a proporcionar. Cualquier función descrita en la presente memoria con respecto al IPG 14 igualmente se puede realizar con respecto al ETS 20.

60 El RC 16 puede usarse para comunicarse teleméricamente con o controlar el IPG 14 o ETS 20 a través de un enlace de comunicaciones inalámbricas unidireccional o bidireccional 32. Una vez implantados el IPG 14 y los conductores de neuroestimulación 12, el RC 16 puede usarse para comunicarse teleméricamente con el IPG 14 o controlarlo a

través de un enlace de comunicaciones unidireccionales o bidireccionales 34. Dicha comunicación o control permite encender o apagar el IPG 14 y programarlo con diferentes conjuntos de parámetros de estimulación. El IPG 14 también se puede operar para modificar los parámetros de estimulación programados para controlar activamente las características de la energía de estimulación eléctrica emitida por el IPG 14. El CP 18 permite a un usuario, como un médico, la capacidad de programar parámetros de estimulación para el IPG 14 y ETS 20 en el quirófano y en las sesiones de seguimiento.

El CP 18 puede realizar esta función comunicándose indirectamente con el IPG 14 o ETS 20, a través del RC 16, a través de un enlace de comunicaciones inalámbricas 36. Alternativamente, el CP 18 puede comunicarse directamente con el IPG 14 o ETS 20 a través de un enlace de comunicaciones inalámbricas (no mostrado). Los parámetros de estimulación proporcionados por el CP 18 también se usan para programar el RC 16, de modo que los parámetros de estimulación puedan modificarse subsecuentemente mediante la operación del RC 16 en modo autónomo (es decir, sin la ayuda del CP 18).

En aras de la brevedad, los detalles del RC 16, CP 18, ETS 20 y el cargador externo 22 no se describirán con más detalle en la presente memoria. Los detalles de realizaciones ilustrativas de estos dispositivos se divulgan en la patente de Estados Unidos núm. 6,895,280, que se incorpora en la presente memoria expresamente como referencia. Otros ejemplos de sistemas de estimulación eléctrica se pueden encontrar en las patentes de Estados Unidos núms. 6,181,969; 6,516,227; 6,609,029; 6,609,032; 6,741,892; 7,949,395; 7,244,150; 7,672,734; y 7,761,165; 7,974,706; 8,175,710; 8,224,450; y 8,364,278; y la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos núm. 2007/0150036, así como también las demás referencias citadas anteriormente.

La Figura 2 ilustra una realización de un conductor 100 con electrodos 125 dispuestos al menos parcialmente alrededor de una circunferencia del conductor 100 a lo largo de una porción del extremo distal del conductor 100 y terminales 135 dispuestos a lo largo de una parte del extremo proximal del conductor 100. El conductor 100 puede implantarse cerca o dentro de la porción deseada del cuerpo que se va a estimular, como, por ejemplo, el cerebro, la médula espinal u otros órganos o tejidos corporales. En un ejemplo de operación para la estimulación cerebral profunda, el acceso a la posición deseada en el cerebro se puede lograr perforando un orificio en el cráneo del paciente con un taladro craneal (comúnmente conocido como fresa) y coagulando e incidiendo la duramadre, o cubierta del cerebro. El conductor 100 se puede insertar en el cráneo y el tejido cerebral con la ayuda de un estilete (no mostrado). El conductor 100 se puede guiar a la colocación objetivo dentro del cerebro mediante el uso de, por ejemplo, un marco estereotáctico y un sistema de motor de microimpulsión. En al menos algunas realizaciones, el sistema de motor de micropropulsión puede ser total o parcialmente automático. El sistema de motor de microimpulsión puede configurarse para realizar al menos una de las siguientes acciones (sola o en combinación): insertar el conductor 100, hacer avanzar el conductor 100, retraer el conductor 100 o girar el conductor 100.

En al menos algunas realizaciones, los dispositivos de medición acoplados a los músculos u otros tejidos afectados por las neuronas o estructuras neurales objetivo, o una unidad que responde al paciente o médico, pueden acoplarse al IPG 14 o al sistema de motor de microimpulsión. El dispositivo de medición, el usuario o el médico pueden indicar una respuesta de los músculos objetivo u otros tejidos a los electrodos de estimulación o registro para identificar más las neuronas objetivo y facilitar el posicionamiento de los electrodos de estimulación. Por ejemplo, si las neuronas objetivo se dirigen a un músculo que experimenta temblores, puede usarse un dispositivo de medición para observar el músculo e indicar cambios en, por ejemplo, la frecuencia o amplitud del temblor en respuesta a la estimulación de las neuronas. Alternativamente, el paciente o el médico pueden observar el músculo y proporcionar retroalimentación,

El conductor 100 para la estimulación cerebral profunda puede incluir electrodos de estimulación, electrodos de grabación o ambos. En al menos algunas realizaciones, el conductor 100 es giratorio de modo que los electrodos de estimulación se pueden alinear con las neuronas objetivo después de que las neuronas se hayan localizado mediante el uso de los electrodos de grabación.

Pueden disponerse electrodos de estimulación en la circunferencia del conductor 100 para estimular las neuronas objetivo. Los electrodos de estimulación pueden tener forma de anillo de modo que la corriente se proyecte desde cada electrodo por igual en todas las direcciones desde la posición del electrodo a lo largo del conductor 100. En la realización de la Figura 2, dos de los electrodos 125 son electrodos de anillo 120. Los electrodos de anillo típicamente no permiten que la corriente de estímulo se dirija solo desde un intervalo angular limitado alrededor de un conductor. Sin embargo, pueden usarse electrodos segmentados 130 para dirigir la corriente de estímulo a un intervalo angular seleccionado alrededor de un conductor. Cuando se usan electrodos segmentados junto con un generador de pulsos implantable que entrega un estímulo de corriente constante, se puede lograr una dirección de corriente para entregar el estímulo con mayor precisión a una posición alrededor del eje de un conductor (es decir, posicionamiento radial alrededor del eje de un conductor). Para lograr la dirección de la corriente, se pueden utilizar electrodos segmentados en adición a, o como alternativa a, electrodos de anillo.

El conductor 100 incluye un cuerpo de conductor 110, terminales 135, al menos un electrodo de anillo 120 y al menos un conjunto de electrodos segmentados 130 (o cualquier otra combinación de electrodos). El cuerpo de conductor 110 puede estar formado por un material no conductor biocompatible, tal como, por ejemplo, un material polimérico. Los materiales poliméricos adecuados incluyen, pero no se limitan a, silicona, poliuretano, poliurea, poliuretano-urea, polietileno, o similares. Una vez implantado en el cuerpo, el conductor 100 puede estar en contacto con tejido corporal

durante períodos de tiempo prolongados. En al menos algunas realizaciones, el conductor 100 tiene un diámetro en sección transversal de no más de 1,5 mm y puede estar en el intervalo de 0,5 a 1,5 mm. En al menos algunas realizaciones, el conductor 100 tiene una longitud de al menos 10 cm y la longitud del conductor 100 puede estar en el intervalo de 10 a 70 cm.

- 5 Los electrodos 125 pueden fabricarse mediante el uso de un metal, aleación, óxido conductor o cualquier otro material biocompatible conductor adecuado. Los ejemplos de materiales adecuados incluyen, pero no se limitan a, platino, aleación de platino-iridio, iridio, titanio, tungsteno, paladio, paladio-rodio, o similares. Preferentemente, los electrodos 125 se hacen de un material que es biocompatible y no se corroe sustancialmente en las condiciones operativas esperadas en el entorno operativo durante la duración esperada de uso.
- 10 Cada uno de los electrodos 125 puede usarse o no usarse (APAGADO). Cuando se usa un electrodo, el electrodo puede usarse como ánodo o cátodo y transportar corriente anódica o catódica. En algunos casos, un electrodo puede ser un ánodo durante un período de tiempo y un cátodo durante un período de tiempo.

Los conductores de estimulación cerebral profunda pueden incluir al menos un juego de electrodos segmentados. Los electrodos segmentados pueden proporcionar una dirección de corriente superior que los electrodos de anillo porque las estructuras objetivo en la estimulación cerebral profunda no son típicamente simétricas con respecto al eje de la serie de electrodos distales. En cambio, un objetivo puede estar ubicado en un lado de un plano que atraviesa el eje del conductor. Mediante el uso de una serie de electrodos segmentados radialmente ("RSEA"), la dirección de la corriente se puede realizar no solo a lo largo de una longitud del conductor sino también alrededor de una circunferencia del conductor. Esto proporciona una orientación y entregas tridimensionales precisas del estímulo actual al tejido objetivo neural, mientras que potencialmente evita la estimulación de otros tejidos. Ejemplos de conductores con electrodos segmentados incluyen las patentes de Estados Unidos núms. 8,473,061; 8,571,665; y 8,792,993; las publicaciones de solicitud de patentes de Estados Unidos núms. 2010/0268298; 2011/0005069; 2011/0130803; 2011/0130816; 2011/0130817; 2011/0130818; 2011/0078900; 2011/0238129; 2012/0016378; 2012/0046710; 2012/0071949; 2012/0165911; 2012/197375; 2012/0203316; 2012/0203320; 2012/0203321; 2013/0197424; 2013/0197602; 2014/0039587; 2014/0353001; 2014/0358208; 2014/0358209; 2014/0358210; 2015/0045864; 2015/0066120; 2015/0018915; 2015/0051681; las solicitudes de patente de Estados Unidos núms. de serie 14/557,211 y 14/286,797; y la solicitud de patente provisional de Estados Unidos núm. de serie 62/113,291.

La Figura 3 ilustra una realización de un sistema para poner en práctica la invención. El sistema puede incluir un dispositivo informático 300 o cualquier otro dispositivo similar que incluya un procesador 302 y una memoria 304, un visualizador 306, un dispositivo de entrada 308 y, opcionalmente, un sistema de estimulación eléctrica 312. El sistema 300 también puede incluir opcionalmente al menos un sistema de obtención de imágenes 310.

El dispositivo informático 300 puede ser un ordenador, tableta, dispositivo móvil o cualquier otro dispositivo adecuado para procesar información. El dispositivo informático 300 puede ser local para el usuario o puede incluir componentes que no son locales para el ordenador incluyendo uno o ambos del procesador 302 o la memoria 304 (o porciones de los mismos). Por ejemplo, en al menos algunas realizaciones, el usuario puede operar un terminal que está conectado a un dispositivo informático no local. En otras realizaciones, la memoria puede ser no local para el usuario.

El dispositivo informático 300 puede usar cualquier procesador adecuado 302 que incluye al menos un procesador de hardware que puede ser local para el usuario o no local para el usuario u otros componentes del dispositivo informático. El procesador 302 se configura para ejecutar instrucciones proporcionadas al procesador 302, como se describe más abajo.

Puede usarse cualquier memoria adecuada 304 para el dispositivo informático 302. La memoria 304 ilustra un tipo de medio legible por ordenador, específicamente, medio de almacenamiento legible por ordenador. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador pueden incluir, pero no se limitan a, medios no volátiles, no transitorios, extraíbles y no extraíbles implementados en cualquier procedimiento o tecnología para almacenar la información, tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Ejemplos de los medios de almacenamiento legibles por ordenador incluyen RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, Disco Versátil Digital (DVD) u otro almacenamiento óptico, casete magnético, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnéticos, o cualquier otro medio que puede usarse para almacenar la información deseada y a los cuales se puede acceder mediante un dispositivo informático.

Los procedimientos de comunicación proporcionan otro tipo de medios legibles por ordenador; específicamente, medios de comunicación. Los medios de comunicación típicamente incorporan instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos en una señal de datos modulada como una onda portadora, señal de datos u otro mecanismo de transporte e incluyen cualquier medio de entrega de información. Los términos "señal de datos modulada" y "señal de onda portadora" incluyen una señal que tiene al menos una de sus características establecida o cambiada de tal manera que codifica información, instrucciones, datos y similares en la señal. A manera de ejemplo, los medios de comunicación incluyen medios cableados como par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, guías de ondas y otros medios cableados e inalámbricos como medios acústicos, RF, infrarrojos y otros medios inalámbricos.

El visualizador 306 puede ser cualquier dispositivo de visualización adecuado, como un monitor, pantalla, visualizador o similar, y puede incluir una impresora. El dispositivo de entrada 308 puede ser, por ejemplo, un teclado, ratón, pantalla táctil, ratón de bola, mando, sistema de reconocimiento de voz o cualquier combinación de los mismos, o similar.

5 Puede usarse al menos un sistema de obtención de imágenes 310 que incluye, pero no se limita a, MRI, tomografía computarizada (TC), ultrasonido u otros sistemas de obtención de imágenes. El sistema de obtención de imágenes 310 puede comunicarse a través de una conexión por cable o inalámbrica con el dispositivo informático 300 o, alternativamente o adicionalmente, un usuario puede proporcionar imágenes del sistema de obtención de imágenes 310 mediante el uso de un medio legible por ordenador o mediante algún otro mecanismo.

10 El sistema de estimulación eléctrica 312 puede incluir, por ejemplo, cualquiera de los componentes ilustrados en la Figura 1. El sistema de estimulación eléctrica 312 puede comunicarse con el dispositivo informático 300 a través de una conexión alámbrica o inalámbrica o, alternativamente o adicionalmente, un usuario puede proporcionar información entre el sistema de estimulación eléctrica 312 y el dispositivo informático 300 mediante el uso de un medio legible por ordenador o por algún otro mecanismo. En al menos algunas realizaciones, el dispositivo informático 300  
15 puede incluir parte del sistema de estimulación eléctrica, tal como, por ejemplo, el IPG 14, CP 18, RC 16, ETS 20 o cualquier combinación de los mismos.

Los procedimientos y los sistemas descritos en la presente memoria pueden llevarse a la práctica de muchas formas diferentes y no deben interpretarse como limitados a las realizaciones expuestas en la presente memoria. En consecuencia, los procedimientos y los sistemas descritos en la presente memoria pueden tomar la forma de una  
20 realización completamente de hardware, una realización completamente de software, o una realización que combina aspectos de software y hardware. Los sistemas a los que se hace referencia en la presente memoria incluyen típicamente memoria y típicamente incluyen procedimientos para la comunicación con otros dispositivos, incluidos los dispositivos móviles. Los procedimientos de comunicación pueden incluir procedimientos de comunicación tanto alámbricos como inalámbricos (por ejemplo, RF, ópticos o infrarrojos) y dichos procedimientos proporcionan otro tipo  
25 de medio legible por ordenador; específicamente, medios de comunicación. La comunicación por cable puede incluir comunicación a través de un par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, guías de ondas o similares, o cualquier combinación de los mismos. La comunicación inalámbrica puede incluir RF, infrarrojos, acústica, comunicación de campo cercano, Bluetooth™, o similar, o cualquier combinación de los mismos.

Se ha descubierto que los usuarios pueden no comprender o predecir con precisión los efectos de determinados  
30 parámetros de estimulación en una porción deseada del tejido del paciente al programar los parámetros de estimulación para el IPG 14 y ETS 20 (por ejemplo, en el quirófano o en las sesiones de seguimiento). En consecuencia, el sistema de estimulación puede fallar en estimular suficientemente, puede fallar completamente en estimular o puede estimular adversamente el tejido del paciente.

Los sistemas o procedimientos actuales facilitan el desarrollo de programas de estimulación y la selección de  
35 parámetros de estimulación. La Figura 4 ilustra una realización de una interfaz del usuario 400 para generar un programa de estimulación. En esta interfaz del usuario particular 400, el usuario puede seleccionar un plano 406 en el que producir un área de estimulación alrededor de una representación 404 de una porción distal (o cualquier otra parte adecuada) de un conductor. La representación 404 del conductor puede incluir una imagen capturada o una imagen o modelo simulado del conductor. En la realización ilustrada, los planos 406 son paralelos al eje longitudinal del conductor. Sin embargo, se entenderá que pueden usarse planos de otra orientación, incluidos, entre otros, planos  
40 perpendiculares al eje longitudinal del conductor.

La interfaz del usuario 400 también incluye múltiples planos seleccionables 406, 410. En al menos algunas realizaciones, los planos 406, 410 son cada uno una región bidimensional limitada que corresponde a una región bidimensional en el espacio tridimensional alrededor de un conductor en un paciente (o una posición futura de un  
45 conductor que se implantará en el paciente). En al menos algunas realizaciones, los planos se cruzan, bordean o están cerca o adyacentes a la representación del conductor 404. En al menos algunas realizaciones, los planos cortan un eje longitudinal o una superficie de la representación del conductor 404.

En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 400 también incluye representaciones (no mostradas) de al  
50 menos una característica anatómica o fisiológica. En al menos algunas realizaciones, estas representaciones pueden ser imágenes capturadas o imágenes o modelos simulados de las características anatómicas o fisiológicas.

La interfaz del usuario 400 puede permitir a un usuario seleccionar cualquiera de los planos seleccionables 406, 410. En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 400 puede enfatizar el plano seleccionado 406. En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 400 puede visualizar simultáneamente al menos otro plano 410 para la  
55 selección potencial por parte del usuario. En algunas realizaciones, las acciones o selecciones tomadas con respecto a un plano pueden limitar o restringir las acciones que se pueden tomar en otro plano o pueden aumentar o proporcionar acciones adicionales que se pueden tomar en el otro plano. Este otro plano o planos pueden ser planos que tengan la misma orientación o una orientación diferente (por ejemplo, perpendicular) al primer plano. En algunas realizaciones, las selecciones u otras acciones tomadas en un plano distinto del plano actualmente seleccionado pueden visualizarse en el plano correspondiente.

En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 400 también incluye uno o más controles para la selección por parte del usuario. Los controles permiten al usuario cambiar entre diferentes planos 406, 410. Como ejemplo, en la realización ilustrada, la selección del primer control de usuario 408 hace que la interfaz del usuario visualice y, opcionalmente, resalte un plano subsiguiente 410 en el conjunto de planos. En al menos algunas realizaciones, la selección por parte del usuario del primer control de usuario 408 puede hacer que la interfaz del usuario 400 elimine el plano inicial 406 de la vista y visualice el plano subsiguiente 410.

La selección por parte del usuario de un segundo control de usuario 412 hace que la interfaz del usuario visualice y, opcionalmente, resalte un plano anterior (no mostrado) en el conjunto de planos. La selección por parte del usuario del segundo control de usuario 412, cuando sigue a la selección del primer control de usuario 408 por parte del usuario, puede hacer que la interfaz del usuario 400 vuelva al plano 406.

En al menos algunas realizaciones, la interfaz 400 puede incluir uno o más controles para ver un segundo conjunto distinto de planos. En al menos algunas realizaciones, cada plano del segundo conjunto de planos puede ser ortogonal a cada plano del primer conjunto de planos. Como ejemplo, la selección por parte del usuario de un tercer control de usuario 414 puede hacer que la interfaz del usuario 400 visualice al menos un plano en un segundo conjunto de planos como se ve desde una punta distal del conductor 404 (por ejemplo, la punta redondeada de la representación del conductor 404 mostrada por la Figura 4). Como otro ejemplo, la selección por parte del usuario de un cuarto control de usuario 416 puede hacer que la interfaz del usuario 400 proporcione al menos una vista del segundo conjunto de planos como se ve desde una perspectiva proximal con relación al conductor 404 (por ejemplo, la parte superior de la representación del conductor 404 mostrada en la Figura 4).

En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 400 puede, en respuesta a la visualización del segundo conjunto de planos, reemplazar los controles de usuario 408 y 412 con controles de usuario para desplazarse por el segundo conjunto de planos. En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 400 puede, en respuesta a una selección de cualquiera de los controles de usuario 414 o 416 mientras la interfaz del usuario 400 visualiza el segundo conjunto de planos, volver a visualizar el primer conjunto de planos. Se debe entender que en lugar de controles proporcionados en la interfaz del usuario 400, en al menos algunas realizaciones, tales controles pueden operarse en respuesta a gestos con las manos.

La Figura 5 ilustra una realización de una interfaz del usuario 500 para generar un programa de estimulación. En esta interfaz del usuario particular 500, el usuario puede colocar al menos una primitiva dentro de la interfaz para la estimulación. La representación del conductor 506 puede ser la misma o similar a la representación del conductor 404 de la Figura 4. Los controles en la caja 510 pueden ser iguales o similares a los controles 408, 412, 414 y 416 de la Figura 4. La interfaz del usuario 500 puede incluir un control de modo 504 para moverse entre diferentes modos para formar una región de estimulación. En la Figura 5, se selecciona el modo "primitivas".

En al menos algunas realizaciones, la interfaz 500 también puede definir planos análogos al plano 406 ilustrado en la Figura 4, y la interfaz puede permitir al usuario moverse a través de un conjunto de planos similar a moverse a través del conjunto de planos descritos anteriormente con respecto a la interfaz 400.

En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 500 puede incluir uno o más controles de primitivas potenciales 512. En al menos algunas realizaciones, los controles de primitivas potenciales 512 pueden incluir al menos una primitiva potencial 511, 513 para que el usuario la coloque en la interfaz. En la realización ilustrada de la Figura 5, el control de primitiva potencial 512 incluye una primitiva ovalada 511 y una primitiva creciente 513. Las primitivas potenciales adicionales o alternativas pueden incluir, por ejemplo, primitivas circulares, rectangulares, cuadradas, trapezoidales, triangulares, hexagonales u octogonales, cualquier otra forma regular o irregular adecuada, o similares. En respuesta a la colocación de un usuario (por ejemplo, mediante arrastrar y soltar, hacer clic o similar) de una primitiva del control de primitiva potencial 512 en la interfaz, la interfaz del usuario 500 muestra la primitiva colocada por el usuario (por ejemplo, en una posición y con una orientación especificada por la colocación del usuario).

En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 500 puede incluir uno o más controles de designación de primitivas. En la realización ilustrada de la Figura 5, los controles de designación primitiva incluyen un control de designación de estimulación 514 y un control de designación de evitación 516. La operación del control de designación de estimulación 514 identifica una primitiva seleccionada 524 como una región a estimular. La operación del control de designación de evitación 516 identifica una primitiva seleccionada 526 como una región en la que se debe evitar la estimulación. En la interfaz 500, estos dos estados diferentes de las primitivas se pueden distinguir mediante, por ejemplo, diferencias de color, sombreado, patrones u otras marcas codificadas gráficas o cualquier combinación de los mismos. En al menos algunas realizaciones, el usuario puede seleccionar al menos una primitiva (por ejemplo, tocando, arrastrando un dedo o cursor sobre, o rodeando con un círculo al menos una primitiva en la interfaz 500) y luego seleccionar el control de designación de estimulación 514 o el control de designación de evitación 516. En al menos algunas realizaciones, el usuario puede operar los controles de designación de primitivas antes o después de la colocación del usuario de una primitiva en la interfaz 500.

En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 500 puede incluir al menos un control de movimiento de primitiva 518 para mover una primitiva colocada por el usuario dentro de la interfaz en una dirección o manera que corresponda al control de movimiento de primitiva operado por el usuario. La operación del usuario de estos y otros

controles puede ser una o más de tocar o hacer clic en un control, presionar y mantener presionado o hacer clic y mantener presionado un control, o un gesto con la mano (por ejemplo, como arrastrar el dedo en una dirección predefinida a lo largo de al menos uno de un plano o primitiva colocada por el usuario en la interfaz 500). Otros controles, no mostrados, pueden pivotar o rotar una primitiva colocada por el usuario alrededor de al menos un punto (por ejemplo, un centro de gravedad de la primitiva o un punto seleccionado por el usuario). En algunas realizaciones, pueden usarse controles para cambiar una primitiva de un tipo (por ejemplo, un círculo) a otro tipo (por ejemplo, un hexágono o cuadrado).

En la realización ilustrada de la Figura 5, la interfaz del usuario 500 incluye controles de estiramiento de primitiva 520 y controles de compresión de primitiva 522. Estos controles pueden usarse para estirar o comprimir una primitiva colocada por el usuario a lo largo de al menos una dimensión (por ejemplo, una dimensión especificada por al menos una de las operaciones del usuario o los controles de estiramiento de primitiva operados por el usuario 520 o los controles de compresión de primitiva 522). En al menos algunas realizaciones, estos controles también pueden emplearse mediante al menos un mango de dimensionamiento (no mostrada) que aparece en o alrededor de una primitiva seleccionada colocada por el usuario.

En la realización ilustrada de la Figura 5, la interfaz del usuario 500 puede responder a la determinación de que la primera primitiva colocada por el usuario 524 y la segunda primitiva colocada por el usuario 526 se solapan entre sí y que las primitivas primera y segunda colocadas por el usuario 524 y 526 tienen diferentes designaciones (por ejemplo, estimular y evitar), muestran que la primera primitiva colocada por el usuario 524 está detrás de la segunda primitiva colocada por el usuario 526. Por ejemplo, la segunda primitiva colocada por el usuario 526 que ha sido designada para evitar la estimulación puede bloquear la vista del usuario de una porción solapada de la primera primitiva colocada por el usuario 524 que ha sido designada para la estimulación.

La Figura 6 ilustra otra realización de una interfaz del usuario 600 para generar un programa de estimulación que permite al usuario seleccionar uno o más píxeles 609, demarcados por una cuadrícula 608, para la estimulación. La representación del conductor 606 puede ser la misma o similar a la representación del conductor 404 de la Figura 4. Los controles 604, 610, 612, 614 pueden ser iguales o similares a los controles de las interfaces del usuario 400 o 500, como se describió anteriormente. En esta realización, el modo en el control de modo 604 se establece en "píxeles". Se debe entender que los píxeles 609 no son píxeles de un visualizador en la que se visualiza la interfaz del usuario 600, sino que son regiones delimitadas por la cuadrícula 608 en la interfaz del usuario. Los píxeles 609 pueden ser rectangulares, cuadrados o de cualquier otra forma adecuada y pueden representar una región de espacio bidimensional o tridimensional alrededor del conductor.

En al menos algunas realizaciones, esta cuadrícula 608 es análoga al plano 406 ilustrado en la Figura 4, y la interfaz 600 puede permitir al usuario moverse a través de un conjunto de cuadrículas similar a moverse a través del conjunto de planos descritos anteriormente con respecto a la interfaz 400. Los controles planos 610 pueden usarse para moverse entre cuadrículas de manera similar a la manera en que los controles planos 408, 412, 414, 416 se usan para moverse a través de planos en la interfaz 400.

En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 600 puede incluir al menos un control de designación de píxel tal como un control de designación de estimulación 612 y un control de designación de evitación 614 que, cuando se opera, hace que un píxel seleccionado por el usuario sea designado para la estimulación (por ejemplo, píxeles seleccionados por el usuario 616) o designados para evitar la estimulación (por ejemplo, píxeles seleccionados por el usuario 618), respectivamente. Estos dos tipos diferentes de píxeles se pueden distinguir visual o gráficamente mediante el uso de colores, sombreados, patrones u otras marcas codificadas gráficas o cualquier combinación de los mismos. En al menos algunas realizaciones, el usuario puede seleccionar al menos un píxel a la vez (por ejemplo, tocando, arrastrando un dedo o cursor sobre, o rodeando al menos un píxel en la cuadrícula de píxeles 608). En al menos algunas realizaciones, el usuario puede controlar un estado de un píxel seleccionado por el usuario operando al menos uno de los controles de designación de píxel 612, 614 antes o después de la selección del usuario del píxel seleccionado por el usuario.

La Figura 7 ilustra otra realización más de una interfaz del usuario 700 para generar un programa de estimulación de uno o más objetos seleccionables (por ejemplo, en los que se puede hacer clic) 716, 718 para la estimulación. La representación del conductor 706 puede ser la misma o similar a la representación del conductor 404 de la Figura 4. Los controles 704, 710, 712, 714 pueden ser iguales o similares a los controles de las interfaces del usuario 400, 500 o 600, como se describió anteriormente. En esta realización, el modo en el control de modo 704 se establece en "objetos seleccionables".

En al menos algunas realizaciones, la interfaz 700 también puede definir planos análogos al plano 406 ilustrado en la Figura 4, y la interfaz puede permitir al usuario moverse a través de un conjunto de planos similar a moverse a través del conjunto de planos descritos anteriormente con respecto a la interfaz 400.

En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 700 puede incluir al menos un objeto seleccionable 716, 718 en la interfaz. En al menos algunas realizaciones, un objeto seleccionable puede representar gráficamente al menos una característica anatómica o fisiológica o alguna otra región, área o volumen que se haya definido previa o contemporáneamente. En al menos algunas realizaciones, un objeto seleccionable puede incluir una imagen

capturada o una imagen simulada o un modelo de una característica anatómica o fisiológica (una totalidad o una porción de la característica anatómica o fisiológica).

5 En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 700 puede incluir uno o más controles de designación de objeto tales como un control de designación de estimulación 710 y un control de designación de evitación 712 que, cuando se opera, puede hacer que la interfaz del usuario 700 especifique un objeto seleccionable seleccionado para la estimulación (por ejemplo, el objeto seleccionable seleccionado por el usuario 718) o designado para evitar la estimulación (por ejemplo, el objeto seleccionable seleccionado por el usuario 716), respectivamente. Estos dos tipos diferentes de designaciones, cuando se aplican a un objeto seleccionable, se pueden distinguir gráfica o visualmente mediante el uso de, por ejemplo, diferencias en coloración, sombreado, patrones u otras marcas codificadas gráficas o cualquier combinación de los mismos. En adición, los objetos seleccionables que no han sido designados también se pueden distinguir gráfica o visualmente. En al menos algunas realizaciones, el usuario puede seleccionar al menos un objeto seleccionable a la vez (por ejemplo, tocando, arrastrando un dedo o cursor sobre, o rodeando al menos un objeto seleccionable en la interfaz 700). En al menos algunas realizaciones, el usuario puede operar al menos uno de los controles de designación de objeto antes o después de la selección del usuario de al menos un objeto seleccionable en la interfaz 700.

La Figura 8 ilustra una realización de una interfaz del usuario 800 para visualizar o modificar una distribución (que también puede denominarse "fraccionamiento") de valores de corriente o tensión entre los electrodos 805 de un conductor de estimulación 804. Esta representación del conductor 804 puede incluirse como una adición a cualquiera de las interfaces 400, 500, 600, 700 o puede reemplazar la representación del conductor de esas interfaces.

20 En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario 800 puede incluir al menos un control de valor para cambiar los valores de corriente o tensión en uno o más de los electrodos 805. Por ejemplo, el usuario puede identificar (por ejemplo, tocar) uno de los electrodos 805 de la representación del conductor 804 y subsecuentemente operar el al menos un control de valor.

25 Aunque las interfaces del usuario 400, 500, 600, 700 y 800 de las Figuras 4-8 se han discutido por separado, en al menos algunas realizaciones, un sistema puede permitir que un usuario seleccione o cambie entre dos o más de las interfaces del usuario 400, 500, 600, 700 u 800 de las Figuras 4-8.

30 Las interfaces del usuario 400, 500, 600 y 700 de las Figuras 4-7 pueden incluir menos controles de usuario, adicionales o alternativos. En al menos algunas realizaciones, una interfaz del usuario puede tener un control de designación de peso para su uso junto con el control de designación de primitivas, el control de designación de píxeles o el control de designación de objetos para indicar al menos un grado de importancia o al menos una prioridad para aplicar a al menos un control de designación correspondiente operado por el usuario. Adicionalmente o alternativamente, el control de designación de peso puede indicar al menos un nivel de estimulación (por ejemplo, niveles alto, medio o bajo). En al menos algunas realizaciones, una interfaz puede incluir al menos un control de designación irrelevante para indicar que es irrelevante para el objetivo de la estimulación si el píxel, objeto seleccionable o primitiva seleccionada está estimulado o no.

40 Las interfaces del usuario 400, 500, 600, 700 u 800 de las Figuras 4-8 se han descrito con respecto a planos o cuadrículas bidimensionales u otras representaciones, pero se reconocerá que las interfaces del usuario pueden estar relacionadas alternativamente con tres representaciones dimensionales, como vóxeles u objetos seleccionables tridimensionales o primitivas. La interfaz del usuario aún puede visualizar estos objetos tridimensionales como representaciones bidimensionales o puede proporcionar una representación tridimensional o seudotridimensional.

45 En al menos algunas realizaciones, al menos una de las interfaces del usuario 400, 500, 600, 700 u 800 de al menos una de las Figuras 4-8 puede incluir guías visuales adicionales o alternativas. En al menos algunas realizaciones, las guías visuales pueden incluir al menos uno de SFM, líneas que denotan planos angulares, líneas que denotan planos Z, centroides o similares. En al menos algunas realizaciones, las guías visuales pueden incluir lecturas numéricas de, por ejemplo, coordenadas, dimensiones, puntos críticos o similares.

50 En al menos algunas realizaciones, al menos una de las interfaces del usuario 400, 500, 600, 700 u 800 de al menos una de las Figuras 4-8 puede incluir controles de usuario adicionales o alternativos. Por ejemplo, los controles de usuario pueden incluir al menos uno de los controles de acercamiento o controles de resolución o, más generalmente, controles de la cámara virtual que representan la escena de control en el visualizador. En al menos algunas realizaciones, la operación del usuario de los controles de acercamiento puede hacer que una interfaz del usuario se acerque o se aleje de al menos una porción de la interfaz del usuario. En al menos algunas realizaciones, la operación del usuario de los controles de acercamiento o los controles de resolución puede aumentar o disminuir la resolución de al menos una porción de una interfaz del usuario como, por ejemplo, aumentar o disminuir un tamaño de píxeles en una cuadrícula de píxeles.

55 La Figura 9 es un diagrama de flujo de un procedimiento para generar un programa de estimulación. En la etapa 902, el procesador proporciona una interfaz del usuario, como la interfaz del usuario 400, 500, 600 o 700, que, preferentemente, tiene una representación de una porción de un conductor (opcionalmente con electrodos

representados en el conductor), así como también un área alrededor del conductor y controles para designar una región de estimulación deseada.

5 En las etapas 904a, 904b o 904c, el usuario designa una región de estimulación deseada dentro de la interfaz del usuario. En algunas realizaciones, solo se realiza uno de las etapas 904a, 904b o 904c. Las etapas 904a, 904b y 904c pueden considerarse alternativas entre sí. En otras realizaciones, estas etapas 904a, 904b, 904c pueden usarse en cualquier combinación. Por ejemplo, la interfaz del usuario puede permitir que un usuario especifique una región mediante el uso de una combinación de primitivas (etapa 904b) y píxeles en una cuadrícula (etapa 904a). Como otro ejemplo, la interfaz del usuario puede permitir a un usuario especificar una región inicial mediante el uso de primitivas (etapa 904b) y luego traducir esa región en píxeles en una cuadrícula y permitir al usuario modificar la región inicial a la región deseada seleccionando o deseleccionando píxeles en la cuadrícula (etapa 904a). Puede usarse cualquier otra combinación de las etapas 904a, 904b y 904c. Se reconocerá que la región de estimulación deseada puede ser una región o volumen único y unificado o puede estar dividida en múltiples regiones o volúmenes separados.

15 También se reconocerá que en cualquiera de estas etapas 904a, 904b, 904c, la designación puede repetirse para múltiples planos con relación al conductor. En algunas realizaciones, el movimiento entre los planos se puede realizar de manera similar al descrito con respecto a la interfaz del usuario 400 de la Figura 4. Por ejemplo, la interfaz del usuario puede definir una región de estimulación deseada en el plano 406 (Figura 4) y luego definir otra región de estimulación deseada en el plano 410 (Figura 4) o cualquiera de los otros planos. Este procedimiento puede usarse para identificar un volumen de estimulación. En al menos algunas realizaciones, el usuario puede especificar regiones de estimulación deseadas en múltiples planos y luego el sistema puede interpolar o de cualquier otra manera determinar o estimar la región de estimulación deseada en otros planos (por ejemplo, en planos entre esos planos con regiones especificadas por el usuario o planos adyacentes a aquellos planos con regiones especificadas por el usuario). En otras realizaciones, el usuario puede especificar al menos una región de estimulación deseada en un solo plano y luego el sistema puede interpolar o de cualquier otra manera determinar o estimar la región de estimulación deseada en otros planos.

25 En la etapa 904a, el usuario designa una región de estimulación deseada seleccionando píxeles en una o más cuadrículas mediante el uso de, por ejemplo, la interfaz del usuario 600 de la Figura 6. El usuario también puede designar una o más regiones para no estimular.

30 En la etapa 904b, el usuario designa una región de estimulación deseada colocando una o más primitivas mediante el uso de, por ejemplo, la interfaz del usuario 500 de la Figura 5. El usuario también puede designar una o más primitivas para no estimular. La interfaz del usuario también puede permitir al usuario modificar las primitivas (por ejemplo, estirar, comprimir, mover o similares) como se describió anteriormente con respecto a la interfaz del usuario 500 de la Figura 5.

35 En la etapa 904c, el usuario designa una región de estimulación deseada seleccionando una o más regiones seleccionables mediante el uso de, por ejemplo, la interfaz del usuario 700 de la Figura 7. El usuario también puede designar una o más regiones seleccionables para no estimular.

Se reconocerá que la interfaz del usuario también puede usarse para especificar una región para evitar la estimulación, como se describió anteriormente con respecto a las interfaces del usuario 500, 600, 700. Pueden usarse una o más etapas análogos a las etapas 904a, 904b, 904c (o cualquier combinación de los mismos) para determinar la región para evitar la estimulación.

40 En algunas realizaciones, una o más de las etapas 904a, 904b, 904c pueden repetirse múltiples veces de manera iterativa para refinar una región de estimulación o para probar diferentes regiones de estimulación.

En la etapa 906, el al menos un procesador de ordenador genera al menos un programa de estimulación basado, al menos en parte, en la región de estimulación deseada (y opcionalmente una región para evitar la estimulación) obtenida mediante el uso de las etapas 904a, 904b o 904c (o cualquier combinación de las mismas).

45 Un programa de estimulación puede describirse mediante un conjunto de parámetros de estimulación que producen la estimulación del programa de estimulación. Los parámetros de estimulación pueden incluir, entre otros, la selección de electrodo o electrodos para producir la estimulación, amplitud de estimulación (amplitud total o amplitud individual para cada electrodo cuando múltiples electrodos se usan para producir la estimulación), ancho de pulso, frecuencia de pulso y similares. Algunos programas de estimulación también pueden ser más complejos donde la selección de electrodos puede cambiar durante el programa (por ejemplo, alternando entre una primera selección de electrodos y una segunda selección de electrodos) o cambios en amplitud, ancho de pulso, frecuencia de pulso o similares. Además, algunos programas de estimulación pueden incluir ráfagas de pulsos de estimulación con frecuencia de ráfaga y una frecuencia de pulso.

55 Los parámetros de estimulación pueden usarse para calcular una región estimada de estimulación. Los términos "mapa de campo de estimulación" (SFM) y "volumen de activación" (VOA) se usan a menudo para designar una región estimada de tejido que será estimulada para un conjunto particular de parámetros de estimulación. Puede usarse cualquier procedimiento adecuado para determinar el SFM/VOA, incluidos los descritos en, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos núms. 8,326,433; 8,675,945; 8,831,731; 8,849,632; y 8,958,615; las publicaciones de solicitud de

patentes de Estados Unidos núms. 2009/0287272; 2009/0287273; 2012/0314924; 2013/0116744; 2014/0122379; y 2015/0066111; y la solicitud de patente provisional de Estados Unidos núm. de serie 62/030,655. En algunas realizaciones, un SFM/VOA también puede determinarse mediante procedimientos distintos al cálculo, como, por ejemplo, observaciones de efectos de estimulación, observaciones de sensores internos o externos, obtención de imágenes (por ejemplo, MRI) o similares.

En al menos algunas realizaciones, el programa de estimulación se determina seleccionando parámetros de estimulación que producen un SFM/VOA que coincide con la región de estimulación deseada dentro de un grado o tolerancia predeterminado o que mejor se adapta a la región de estimulación deseada. Esto puede incluir, por ejemplo, seleccionar un conjunto inicial de parámetros de estimulación, calcular un SFM/VOA mediante el uso de esos parámetros de estimulación, comparar ese SFM/VOA con la región de estimulación deseada y luego refinar el conjunto de parámetros de estimulación en vista de la comparación. Este procedimiento puede repetirse hasta que se determine un conjunto adecuado de parámetros de estimulación para un programa de estimulación.

Además, cuando también se determina una región a evitar, el solapamiento entre la región a evitar y el SFM/VOA calculado también puede tenerse en cuenta al refinar los parámetros de estimulación. Además, en al menos algunas realizaciones, un conjunto adecuado de parámetros de estimulación no se solapará con la región a evitar en al menos alguna cantidad umbral, porcentaje u otra medida adecuada de solapamiento.

En al menos algunas realizaciones, en lugar de calcular un SFM/VOA, los parámetros de estimulación con una región de estimulación asociada (como un SFM/VOA que se ha calculado previamente o determinado de cualquier otra manera) pueden recuperarse de una memoria interna o externa y compararse con la región de estimulación deseada. Por ejemplo, el sistema puede usar una base de datos de parámetros de estimulación y regiones de estimulación asociadas para seleccionar el programa de estimulación (con sus parámetros de estimulación) en base a hacer coincidir la información de la base de datos con la región de estimulación deseada. De nuevo, también se puede incorporar una región determinada a evitar en este procedimiento para la determinación del programa de estimulación.

Además, en al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario puede proporcionar controles mediante los cuales el usuario también puede alterar manualmente uno o más de los parámetros de estimulación para el programa de estimulación.

En al menos algunas realizaciones, la interfaz del usuario puede visualizar la región de estimulación para el programa de estimulación en relación con la región de estimulación deseada (y, opcionalmente, la región identificada que debe evitarse) para permitir al usuario observar visualmente la coincidencia entre las regiones.

En la etapa 908, el al menos un procesador de ordenador puede enviar el programa de estimulación a un generador de pulsos implantable, ETS u otro dispositivo de un sistema de estimulación eléctrica implantable. En al menos algunas realizaciones, el procesador de ordenador puede iniciar una señal que proporciona al generador de pulsos implantable, u otro dispositivo, el programa de estimulación para producir estimulación eléctrica al paciente de acuerdo con el programa de estimulación cuando se selecciona.

En al menos algunas realizaciones, se omite al menos una de las etapas 902, 904a, 904b, 904c, 906 y 908.

La Figura 10 ilustra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para generar un programa de estimulación de acuerdo con la etapa 906 de la Figura 9. En al menos algunas realizaciones, el al menos un procesador de ordenador puede ejecutar el procedimiento en lugar de o además de al menos una porción de la etapa 906 de la Figura 9.

En la etapa 1002, se recibe una región de estimulación deseada. La región de estimulación deseada puede basarse, al menos en parte, en al menos uno de los píxeles seleccionados por el usuario, una primitiva colocada por el usuario o un objeto seleccionable seleccionado por el usuario o cualquier combinación de los mismos como se describió anteriormente con respecto a las etapas 904a, 904b, 904c. En algunas realizaciones, también se puede designar una región a evitar. En algunas realizaciones, se pueden designar múltiples regiones.

En algunas realizaciones, la región de estimulación (o región a evitar) puede ser un volumen definido por el usuario mediante el uso de un plano o múltiples planos. Por ejemplo, el sistema puede determinar que la región de estimulación deseada se extiende desde una región designada en un primer plano a uno o más de otros planos. En algunas realizaciones, el sistema (automáticamente o bajo la dirección del usuario) puede extender uniformemente la región de estimulación deseada alrededor (parcial o totalmente) del conductor para formar un volumen. Por ejemplo, en base a en un electrodo de anillo o un electrodo segmentado circunferencialmente alargado, el sistema puede extender uniformemente la región de estimulación deseada alrededor de la porción del conductor que cubre el electrodo. Como otro ejemplo, este mismo procedimiento también puede usarse en base a un comando de entrada del usuario para emplear uniformemente electrodos segmentados que están alineados entre sí a lo largo de la circunferencia del conductor. En al menos algunas realizaciones, estos mismos procedimientos también se pueden usar (automáticamente o en base a un comando introducido por el usuario) para electrodos alargados longitudinalmente o electrodos que están alineados entre sí a lo largo de la longitud longitudinal del conductor. En otras realizaciones, el sistema (automáticamente o bajo la dirección del usuario) puede disminuir al menos una dimensión de la forma alrededor del conductor. En otras realizaciones más, donde se determina una región de estimulación deseada en más

de un plano, el sistema puede interpolar o estimar el volumen de estimulación entre esos planos. Se debe entender que estos mismos procedimientos también pueden usarse para una región a evitar.

En al menos algunas realizaciones, el sistema puede modelar la región o el volumen deseado derivado de la región deseada mediante el uso de un volumen estereotipado o predefinido. Por ejemplo, el volumen estereotipado puede incluir al menos una forma tridimensional tal como, por ejemplo, distribuciones ovoide, elipsoide, tubular, gaussiana o de Poisson. La al menos una forma tridimensional puede incluir un conjunto o una serie de formas bidimensionales como, por ejemplo, distribuciones gaussianas, distribuciones de Poisson, formas planas o secciones transversales. Por ejemplo, las formas bidimensionales pueden ser cortes de formas tridimensionales. Como otro ejemplo, las formas bidimensionales pueden incluir tres o más formas o caras planas que definen los límites exteriores de al menos un volumen cerrado. En al menos algunas realizaciones, el volumen estereotipado puede definirse por al menos uno de un centro de masa, un eje mayor, un eje menor, un vértice, una media en los ejes principales, una variación en los ejes principales o una relación espacial con la representación del conductor.

En la etapa 1004, se determina un modelo de campo de estimulación (SFM) o Volumen de Activación (VOA) en base a la región de estimulación deseada. Puede usarse cualquier procedimiento adecuado para determinar el SFM/VOA, incluidos los descritos en, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos núms. 8,326,433; 8,675,945; 8,831,731; 8,849,632; y 8,958,615; las publicaciones de solicitud de patente de Estados Unidos núms. 2009/0287272; 2009/0287273; 2012/0314924; 2013/0116744; 2014/0122379; y 2015/0066111; y la solicitud de patente provisional de Estados Unidos núm. de serie 62/030,655. En particular, el sistema puede calcular uno o más SFM/VOA que se aproximen a la región de estimulación deseada. Alternativamente, el sistema puede acceder a una biblioteca o base de datos SFM almacenada en la memoria interna o externa al sistema. En al menos algunas realizaciones, la biblioteca puede contener, adicionalmente o alternativamente a los SFM, al menos otra configuración de estimulación como, por ejemplo, parámetros de estimulación, patrones de electrodos o similares.

En al menos algunas realizaciones, el sistema puede seleccionar entre uno o más SFM/VOA que se calculan o recuperan en base a qué tan cerca el SFM/VOA coincide con la región de estimulación deseada. Por ejemplo, la búsqueda de la coincidencia más cercana puede incluir la coincidencia de volumen. También se entenderá que para las realizaciones en las que se determina una región para evitar la estimulación, el hacer coincidir también puede tener un grado de solapamiento de cada SFM/VOA candidato con la región a evitar (por ejemplo, el sistema puede no requerir solapamiento o no más que un grado particular o un porcentaje de solapamiento). En al menos algunas realizaciones, al menos una de la región deseada o el SFM/VOA candidato se puede rotar para comparar entre sí.

Puede usarse cualquier métrica adecuada para determinar el grado de coincidencia entre la región de estimulación deseada y un SFM/VOA. Por ejemplo, se puede determinar un grado de coincidencia mediante el uso de una métrica de distancia. Un ejemplo de una métrica de distancia adecuada es una suma de las diferencias totales entre los puntos seleccionados en una superficie o límite de la región de estimulación deseada y puntos análogos en el SFM/VOA. Los puntos pueden estar distribuidos de manera uniforme o no uniforme o pueden ser (o al menos incluir) uno o más puntos críticos como inflexión/máximo local/puntos mínimos locales en la superficie o límite, superficie o puntos de límite asociados con líneas que irradian desde un centro o centro de masa de la región o volumen, o puntos especiales asociados con formas particulares (por ejemplo, focos elípticos).

Otro ejemplo de métrica de distancia adecuada representa la región o volumen, así como también el SFM/VOA, por una o más matrices  $m \times n$  de valores donde cada matriz corresponde a una región bidimensional del espacio (similar a la cuadrícula 608 en la Figura 6). Estos valores pueden ser 1 o 0 en algunas realizaciones para indicar dentro de la región o volumen o fuera de la región o volumen, respectivamente. En otras realizaciones, puede usarse un intervalo más amplio de valores, incluidos números positivos para indicar dónde es conveniente la estimulación y, posiblemente, un grado de deseabilidad (por ejemplo, un "2" es más conveniente que un "1"), y los números negativos indican dónde la estimulación debe anularse, posiblemente con cierto grado de evitación. La métrica de distancia es entonces una suma sobre las entradas de la matriz de la diferencia entre la entrada para la región de estimulación deseada y la entrada para SFM/VOA. Por ejemplo, una ecuación para la distancia,  $D$ , con entradas,  $x$ , puede ser  $D =$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^m |x_{l,j,deseada} - x_{l,j,SFM/VOA}|.$$

Esta ecuación también se puede sumar sobre múltiples matrices que representan múltiples regiones bidimensionales del espacio (tales como los planos 406, 410 de la Figura 4).

Como otra métrica de distancia, la región o los volúmenes, así como también el SFM/VOA, están representados por una o más matrices de valores  $m \times n$  donde cada matriz corresponde a una región bidimensional del espacio (similar a la cuadrícula 608 en la Figura 6). El valor de 1 en la matriz corresponde a un borde de la región/volumen/SFM/VOA y el valor de 0 son áreas espaciales sin borde. La métrica de distancia es entonces una suma sobre las entradas de la matriz de la diferencia entre la entrada para la región de estimulación deseada y la entrada para SFM/VOA. Por

ejemplo, una ecuación para la distancia,  $D$ , con entradas,  $x$ , puede ser  $D =$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^m |x_{l,j,deseada} - x_{l,j,SFM/VOA}|.$$

Esta ecuación también se puede sumar sobre múltiples matrices que representan múltiples regiones bidimensionales del espacio (tales como los planos 406, 410 de la Figura 4). Esta métrica de distancia particular está relacionada con qué tan bien los bordes del SFM/VOA coinciden con los de la región de estimulación deseada.

5 Cuando la región de estimulación deseada y SFM/VOA tienen formas similares, pueden usarse otras métricas en base a esas formas. Por ejemplo, una métrica de distancia puede ser una distancia espacial entre las coordenadas del centro de masa de la región de estimulación deseada y el SFM/VOA, una diferencia en los volúmenes o una diferencia ponderada en los ejes (por ejemplo, la longitud al cubo para representar las contribuciones de los ejes al volumen, o longitud al cuadrado del área objetivo), diferencias en los contornos del área de sección transversal, o similares.

10 En algunas realizaciones, un SFM/VOA puede seleccionarse desde un número de SFM/VOA diferentes en base a tener una métrica de distancia más favorable. En algunas realizaciones, se puede seleccionar un SFM/VOA porque tiene una métrica de distancia que está más abajo de un valor umbral. También pueden usarse otros procedimientos de selección. En adición, cuando también se determina una región para evitar la estimulación, la selección también puede tener en cuenta el grado de solapamiento con la región a evitar (por ejemplo, el sistema puede no requerir solapamiento o no más de un grado o porcentaje de solapamiento en particular) y puede rechazar un SFM/VOA aceptable de cualquier otra manera en base al solapamiento inaceptable con la región a evitar.

En la etapa 1006, el sistema genera un programa de estimulación en base al SFM/VOA determinado. Generalmente, el SFM/VOA se calcula o se asocia con un conjunto particular de parámetros de estimulación.

15 En cualquiera de los sistemas y procedimientos descritos anteriormente, cuando el dispositivo informático 300 genera el programa de estimulación, el dispositivo informático 300 puede comunicar al menos uno del conjunto de parámetros de estimulación o el programa de estimulación al IPG 14, al ETS 20, u otro dispositivo.

20 Se debe entender que el sistema puede incluir al menos uno de los procedimientos descritos anteriormente con respecto a las Figuras 9 y 10 en cualquier combinación. En al menos algunas realizaciones, el al menos un procesador de ordenador puede ejecutar iterativamente al menos una porción de al menos uno de los procedimientos de las Figuras 9 y 10 en paralelo o durante la ejecución de al menos otra parte de al menos uno de los procedimientos de las Figuras 9 y 10. En al menos algunas realizaciones, el al menos un procesador de ordenador puede ejecutar al menos una porción de al menos uno de los procedimientos de las Figuras 9 y 10 en tiempo real (por ejemplo, en respuesta a cada selección, colocación, modificación u otro comando de entrada). En al menos algunas realizaciones, el al menos un procesador de ordenador puede ejecutar al menos una porción de al menos uno de los procedimientos de las Figuras 9 y 10 en respuesta a la confirmación de que el usuario ha terminado de realizar entradas para generar un programa de estimulación.

30 Los procedimientos, sistemas, y unidades descritas en la presente memoria pueden llevarse a la práctica de muchas formas diferentes y no deben interpretarse como limitados a las realizaciones expuestas en la presente memoria. En consecuencia, los procedimientos, sistemas, y unidades descritas en la presente memoria pueden tomar la forma de una realización completamente de hardware, una realización completamente de software, o una realización que combina aspectos de software y hardware. Los procedimientos descritos en la presente memoria se pueden realizar mediante el uso de cualquier tipo de procesador o cualquier combinación de procesadores donde cada procesador realiza al menos parte del procedimiento.

35 Se debe entender que cada bloque de las ilustraciones de diagramas de flujo, y combinaciones de bloques en las ilustraciones de diagramas de flujo, y los procedimientos divulgados en la presente memoria, pueden implementarse por las instrucciones del programa informático. Estas instrucciones de programa pueden proporcionarse a un procesador para producir una máquina, de manera que las instrucciones, que se ejecutan en el procesador, crean medios para implementar las acciones especificadas en el bloque o bloques del diagrama de flujo divulgado en la presente memoria. Las instrucciones del programa informático pueden ser ejecutadas por un procesador para hacer que el procesador realice una serie de etapas operativas para producir un procedimiento implementado por ordenador. Las instrucciones del programa informático también pueden hacer que al menos algunos de las etapas operativas se realicen en paralelo. Además, algunos de las etapas también se pueden realizar en más de un procesador, como podría surgir en un sistema informático multiprocesador. En adición, al menos un procedimiento también se puede realizar simultáneamente con otros procedimientos, o incluso en una secuencia diferente a la ilustrada sin apartarse del ámbito o espíritu de la invención.

40 Las instrucciones de programas informáticos se pueden almacenar en cualquier medio legible por ordenador adecuado incluyendo, pero sin limitarse a, RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, Disco Versátil Digital (DVD) u otro almacenamiento óptico, casete magnético, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnéticos, o cualquier otro medio que puede usarse para almacenar la información deseada y a los cuales se puede acceder mediante un dispositivo informático.

55 La memoria descriptiva anterior proporciona una descripción de la estructura, fabricación y uso de la invención. Dado que muchas realizaciones de la invención pueden realizarse sin apartarse del ámbito de la invención, la invención se define solamente por las reivindicaciones anexas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para generar un programa de estimulación para la estimulación eléctrica de un paciente, comprendiendo el procedimiento:
  - 5 proporcionar, mediante un procesador en un visualizador acoplado comunicativamente al procesador, una primera cuadrícula, con líneas de cuadrícula, que delimita una pluralidad de primeros píxeles seleccionables y una representación de una porción de un conductor de estimulación eléctrica con una pluralidad de electrodos;
   
obtener, mediante el procesador, una selección de usuario de una primera pluralidad de los primeros píxeles en la primera cuadrícula de primeros píxeles para la estimulación;
   
10 generar, mediante el procesador, un programa de estimulación basado, al menos en parte, en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación mediante el uso de al menos uno de los electrodos del conductor de estimulación eléctrica; e
   
iniciar, mediante el procesador, una señal que proporciona un generador de pulsos implantable con el programa de estimulación para producir estimulación eléctrica mediante el uso de un conductor de estimulación eléctrica acoplado al generador de pulsos implantable de acuerdo con el programa de estimulación.
  - 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que generar el programa de estimulación comprende:
    - determinar, mediante el procesador, un volumen objetivo basado, al menos en parte, en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación;
   
determinar, mediante el procesador, un modelo de campo de estimulación (SFM) basado, al menos en parte, en el volumen objetivo determinado; y
   
20 generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en el SFM.
  3. El procedimiento de la reivindicación 2, que comprende además:
    - 25 proporcionar, mediante el procesador en el visualizador, una segunda cuadrícula que delimita una pluralidad de segundos píxeles seleccionables, residiendo la segunda cuadrícula de segundos píxeles en un plano diferente al plano en el que reside la primera cuadrícula de primeros píxeles; y
   
obtener, mediante el procesador, una selección de usuario de una pluralidad de segundos píxeles en la segunda cuadrícula de segundos píxeles para la estimulación,
   
en el que determinar el volumen objetivo comprende determinar, mediante el procesador, el volumen objetivo basado, al menos en parte, tanto en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación como en la pluralidad de los segundos píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación.
  4. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende además obtener, mediante el procesador, una selección de usuario de una segunda pluralidad de los primeros píxeles en la primera cuadrícula de los primeros píxeles para evitar la estimulación,
   
en el que la generación del programa de estimulación comprende:
    - 35 determinar, mediante el procesador, un primer volumen basado, al menos en parte, en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación;
   
determinar, mediante el procesador, un segundo volumen basado, al menos en parte, en la segunda pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para evitar la estimulación;
   
determinar, mediante el procesador, un modelo de campo de estimulación (SFM) basado, al menos en parte, en el primer y segundo volúmenes determinados; y
   
40 generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en el SFM.
  5. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que generar el programa de estimulación comprende:
    - 45 hacer coincidir, mediante el procesador, la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación con un modelo de campo de estimulación (SFM) almacenado en una memoria acoplada comunicativamente al procesador;
   
seleccionar, mediante el procesador, al menos uno de los electrodos del conductor de estimulación eléctrica basado, al menos en parte, en el SFM;

seleccionar, mediante el procesador, un conjunto de parámetros de estimulación basados, al menos en parte, en el SFM; y

generar, mediante el procesador, el programa de estimulación.

- 5 6. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende además obtener, mediante el procesador, una entrada de usuario que representa un nivel de estimulación para cada uno de la primera pluralidad de primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación,

10 en el que generar el programa de estimulación comprende generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en la primera pluralidad de los primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación y en el nivel de estimulación de entrada del usuario para cada uno de la primera pluralidad de primeros píxeles seleccionados por el usuario para la estimulación.

7. Un procedimiento para generar un programa de estimulación para la estimulación eléctrica de un paciente, comprendiendo el procedimiento:

proporcionar, mediante el procesador en un visualizador acoplado comunicativamente al procesador, una porción de un primer plano;

15 obtener, mediante el procesador, una selección del usuario de una primera primitiva de una pluralidad de controles de primitivas potenciales y la colocación de la primera primitiva en el primer plano para la estimulación, en el que cada uno de los controles de primitivas potenciales corresponde a una forma predeterminada regular o irregular;

20 obtener, mediante el procesador, una entrada del usuario de un comando para modificar al menos una característica de la primera primitiva colocada por el usuario para la estimulación;

generar, mediante el procesador, un programa de estimulación basado, al menos en parte, en la primera primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación; e

25 iniciar, mediante el procesador, una señal que proporciona un generador de pulsos implantable con el programa de estimulación para producir estimulación eléctrica mediante el uso de un conductor de estimulación eléctrica acoplado al generador de pulsos implantable de acuerdo con el programa de estimulación.

8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que generar el programa de estimulación comprende:

determinar, mediante el procesador, un volumen objetivo basado, al menos en parte, en la primera primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación;

30 determinar, mediante el procesador, un modelo de campo de estimulación (SFM) basado, al menos en parte, en el volumen objetivo determinado; y

generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en el SFM.

9. El procedimiento de la reivindicación 8, que comprende además:

proporcionar, mediante el procesador en el visualizador, una porción de un segundo plano diferente del primer plano;

35 obtener, mediante el procesador, una selección de usuario de una segunda primitiva de la pluralidad de controles de primitivas potenciales y la colocación de una segunda primitiva en el segundo plano; y

obtener, mediante el procesador, una entrada del usuario de un comando para modificar al menos una característica de la segunda primitiva colocada por el usuario para la estimulación,

40 en el que determinar el volumen objetivo comprende determinar, mediante el procesador, el volumen objetivo basado, al menos en parte, tanto en la primera primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación como en la segunda primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación.

- 45 10. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que obtener la entrada del usuario del comando para modificar la al menos una característica de la primera primitiva colocada por el usuario para la estimulación comprende obtener, mediante el procesador, una entrada del usuario de un comando para alterar una forma de la primera primitiva colocada por el usuario para la estimulación a lo largo de al menos una dimensión de la primera primitiva colocada por el usuario para la estimulación.

11. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 7-10, que comprende además obtener, mediante el procesador, una colocación del usuario de una segunda primitiva en el primer plano para evitar la estimulación,

en el que la generación del programa de estimulación comprende:

- determinar, mediante el procesador, un primer volumen basado, al menos en parte, en la primera primitiva modificada colocada por el usuario para la estimulación;
- determinar, mediante el procesador, un segundo volumen basado, al menos en parte, en la segunda primitiva colocada por el usuario para evitar la estimulación;
- 5 determinar, mediante el procesador, un modelo de campo de estimulación (SFM) basado, al menos en parte, en el primer y segundo volúmenes determinados; y
- generar, mediante el procesador, el programa de estimulación basado, al menos en parte, en el SFM, en el que el programa de estimulación, cuando es implementado por el generador de pulsos implantable, hace que el generador de pulsos implantable estimule el primer volumen determinado y evite la estimulación del segundo volumen determinado.
- 10
12. El procedimiento de la reivindicación 11, que comprende además obtener, mediante el procesador, una entrada del usuario de un comando para modificar al menos una característica de la segunda primitiva colocada por el usuario para evitar la estimulación,
- 15 en el que determinar el segundo volumen comprende determinar, mediante el procesador, el segundo volumen basado, al menos en parte, en la segunda primitiva modificada colocada por el usuario para evitar la estimulación.
13. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 7-12, en el que generar el programa de estimulación comprende:
- hacer coincidir, mediante el procesador, la primera primitiva modificada colocada por el usuario con un modelo de campo de estimulación (SFM) almacenado en una memoria acoplada comunicativamente al procesador;
- 20 seleccionar, mediante el procesador, un conjunto de electrodos de estimulación de los electrodos del conductor de estimulación eléctrica basados, al menos en parte, en el SFM;
- seleccionar, mediante el procesador, un conjunto de parámetros de estimulación basados, al menos en parte, en el SFM; y
- 25 generar, mediante el procesador, el programa de estimulación, en el que el programa de estimulación, cuando es implementado por el generador de pulsos implantable, hace que el generador de pulsos implantable estimule al paciente a través del conjunto de electrodos de estimulación de acuerdo con el conjunto de parámetros de estimulación.
14. Un medio legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en el mismo que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador realice el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-13.
- 30
15. Un sistema para generar un programa de estimulación para la estimulación eléctrica de un paciente, comprendiendo el sistema un procesador configurado y dispuesto para realizar el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-13.

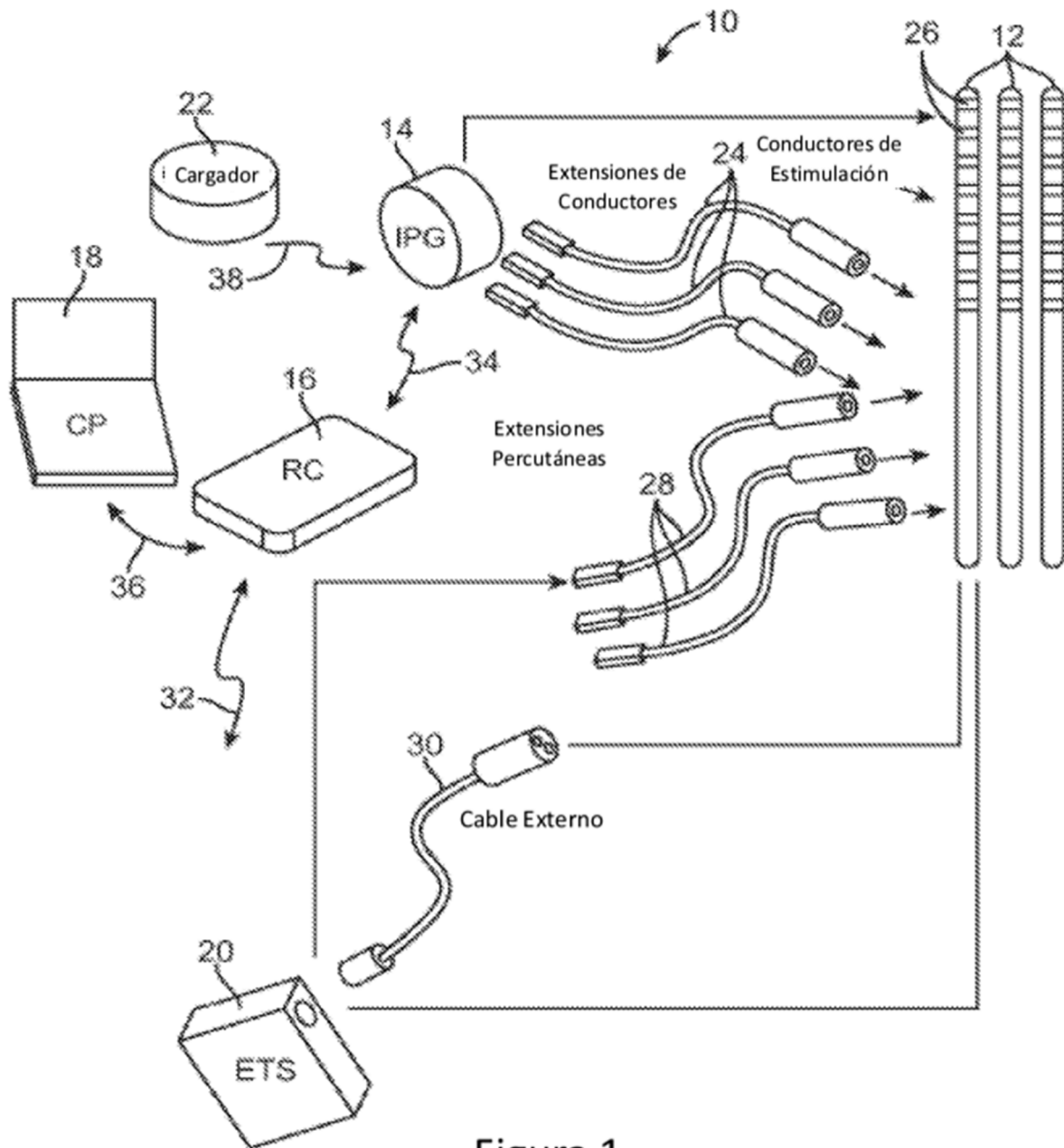


Figura 1

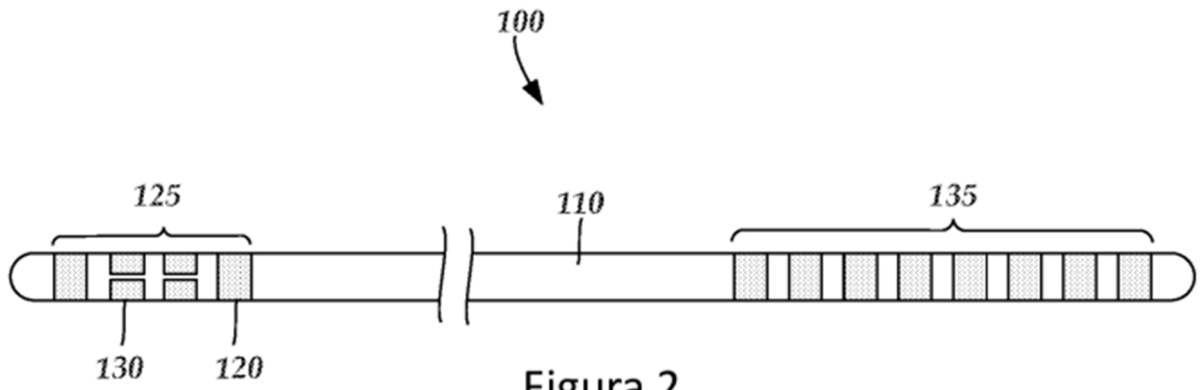


Figura 2

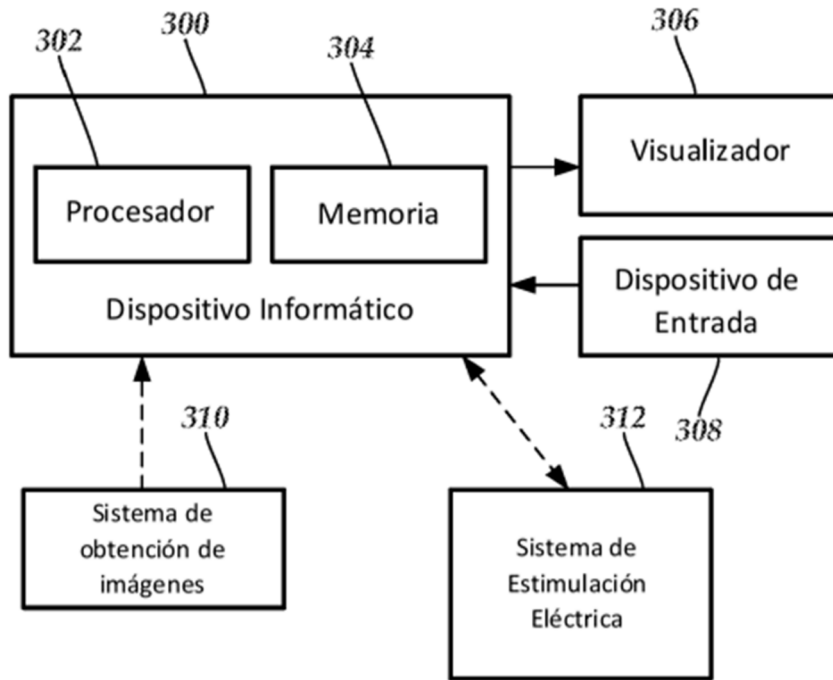


Figura 3

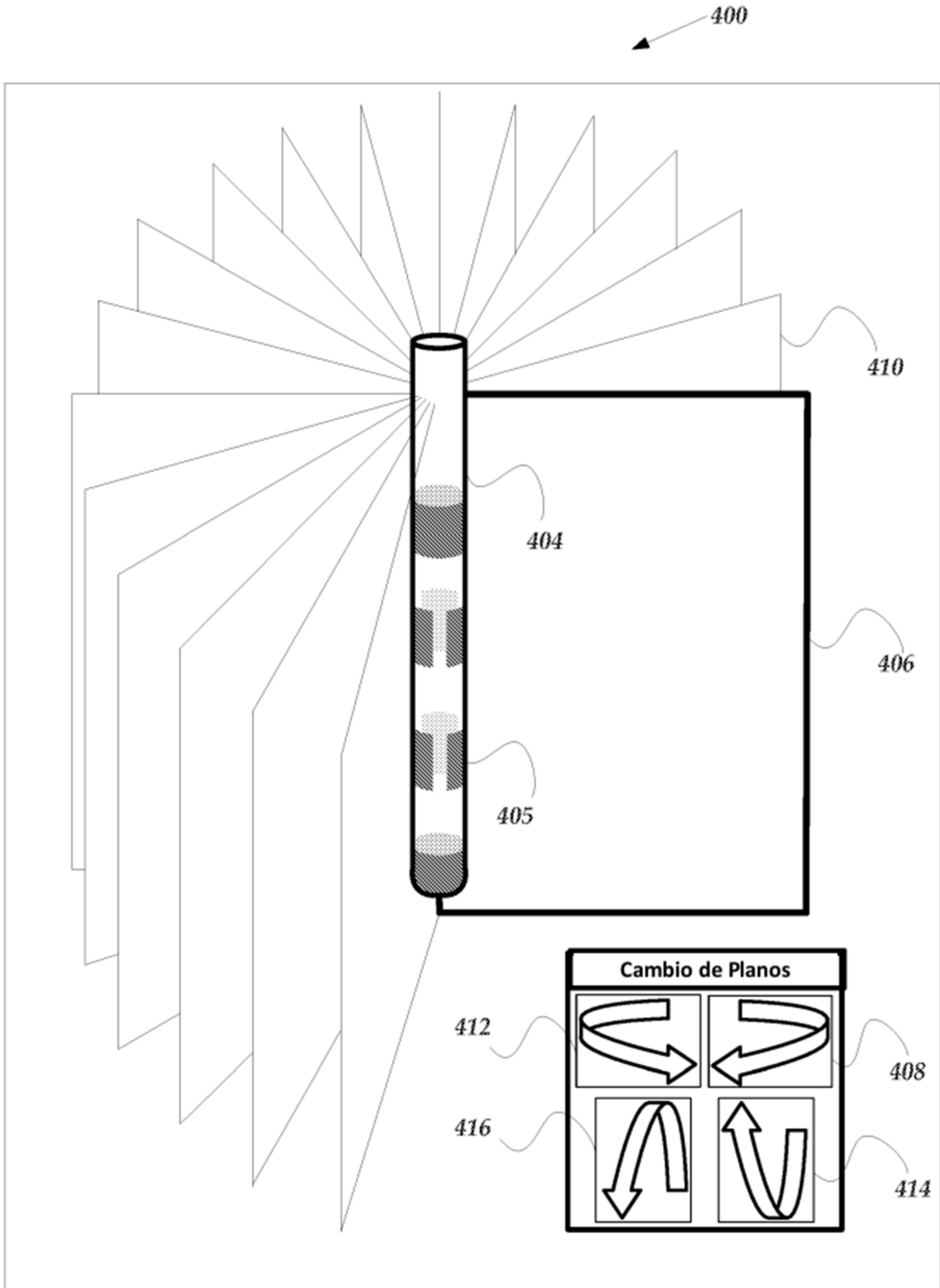


Figura 4

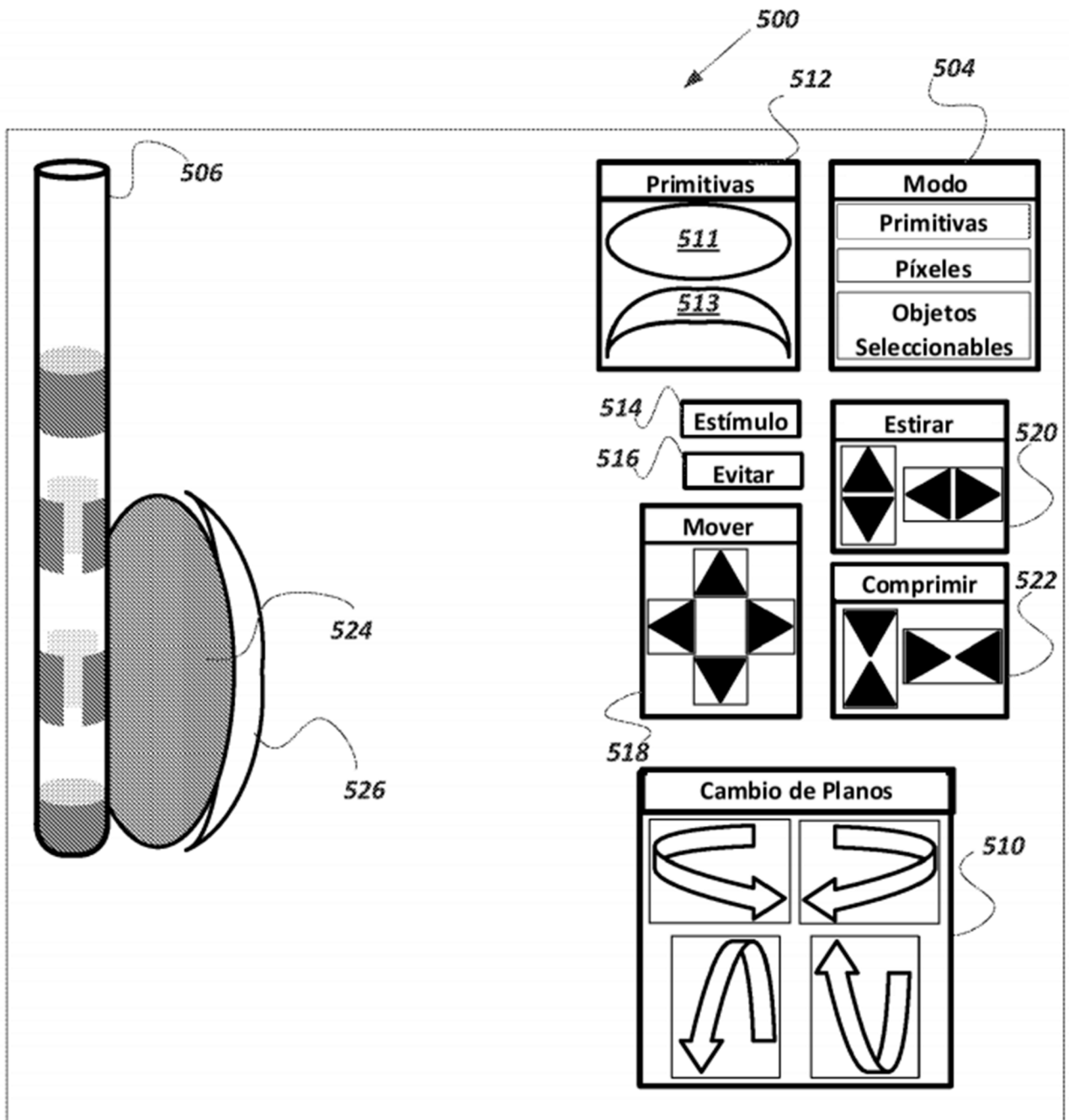


Figura 5

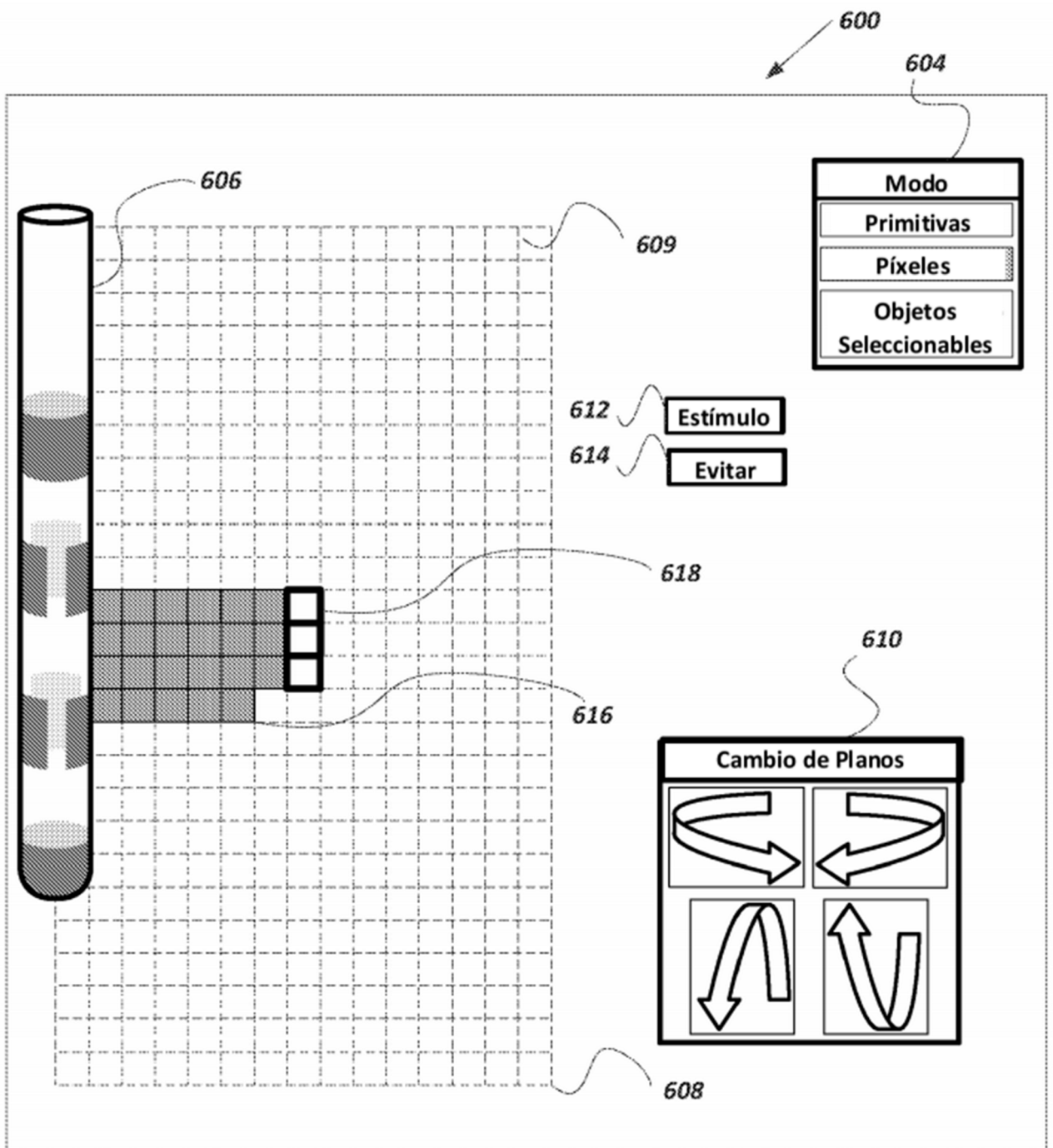


Figura 6

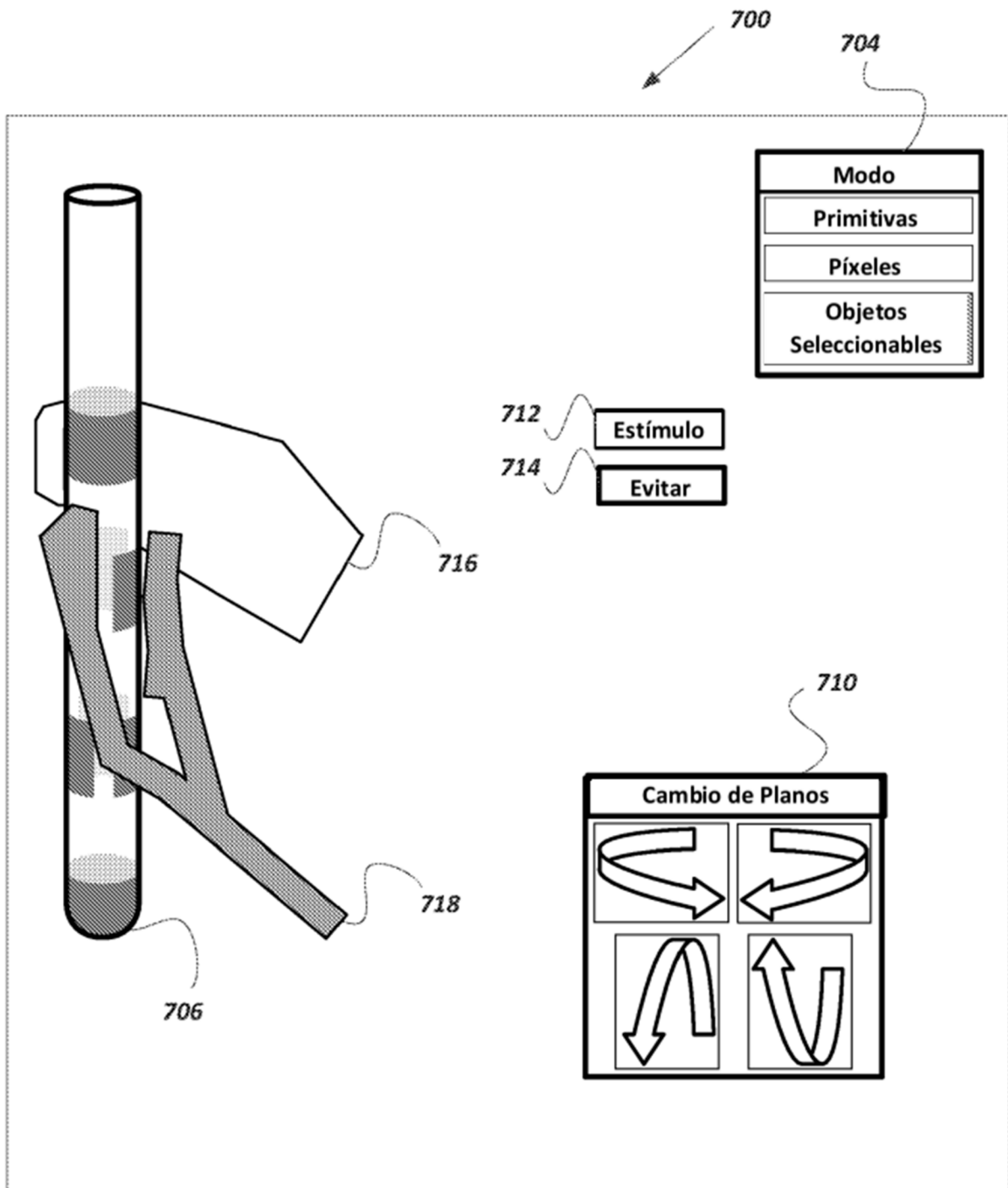


Figura 7

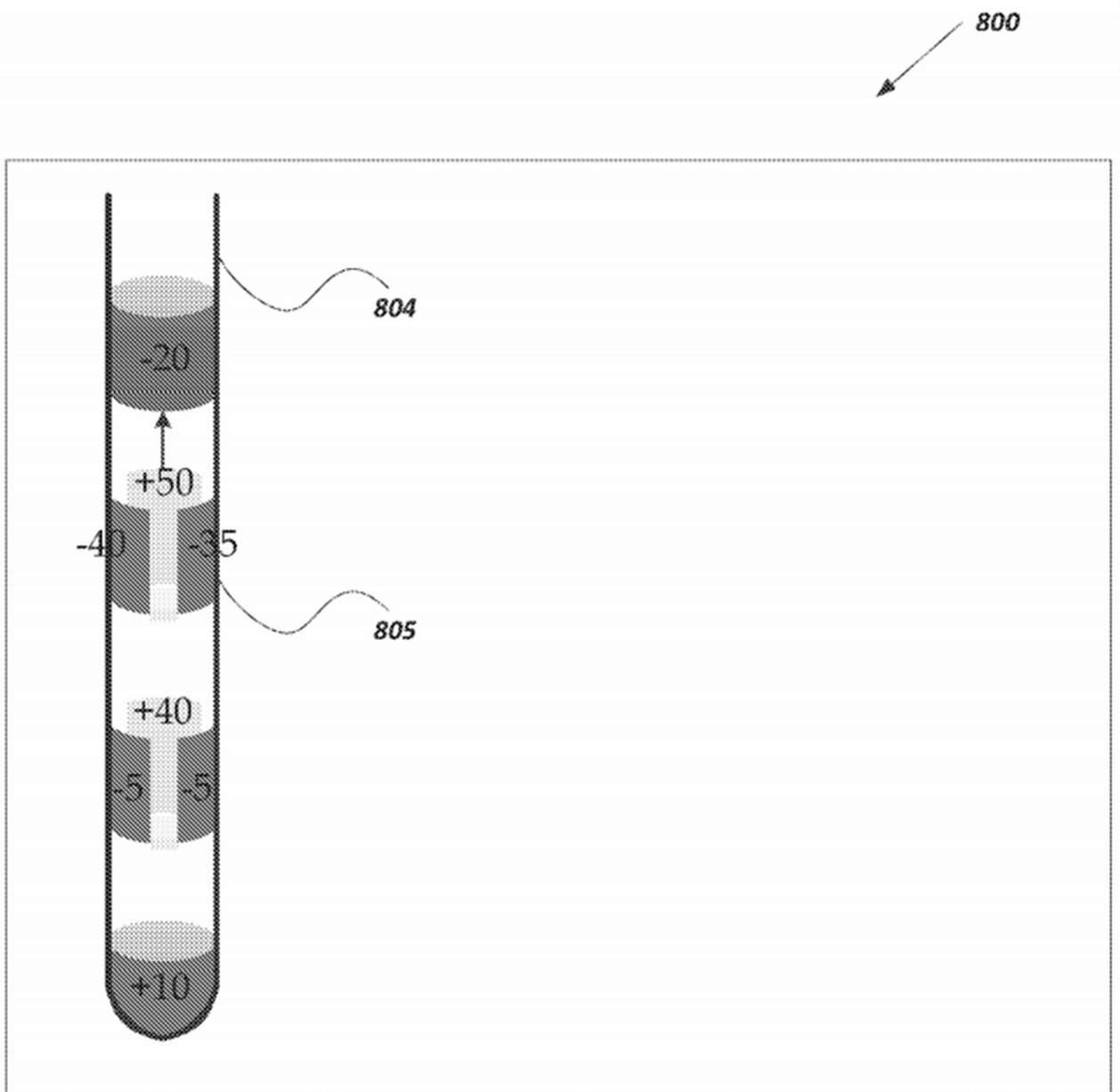


Figura 8

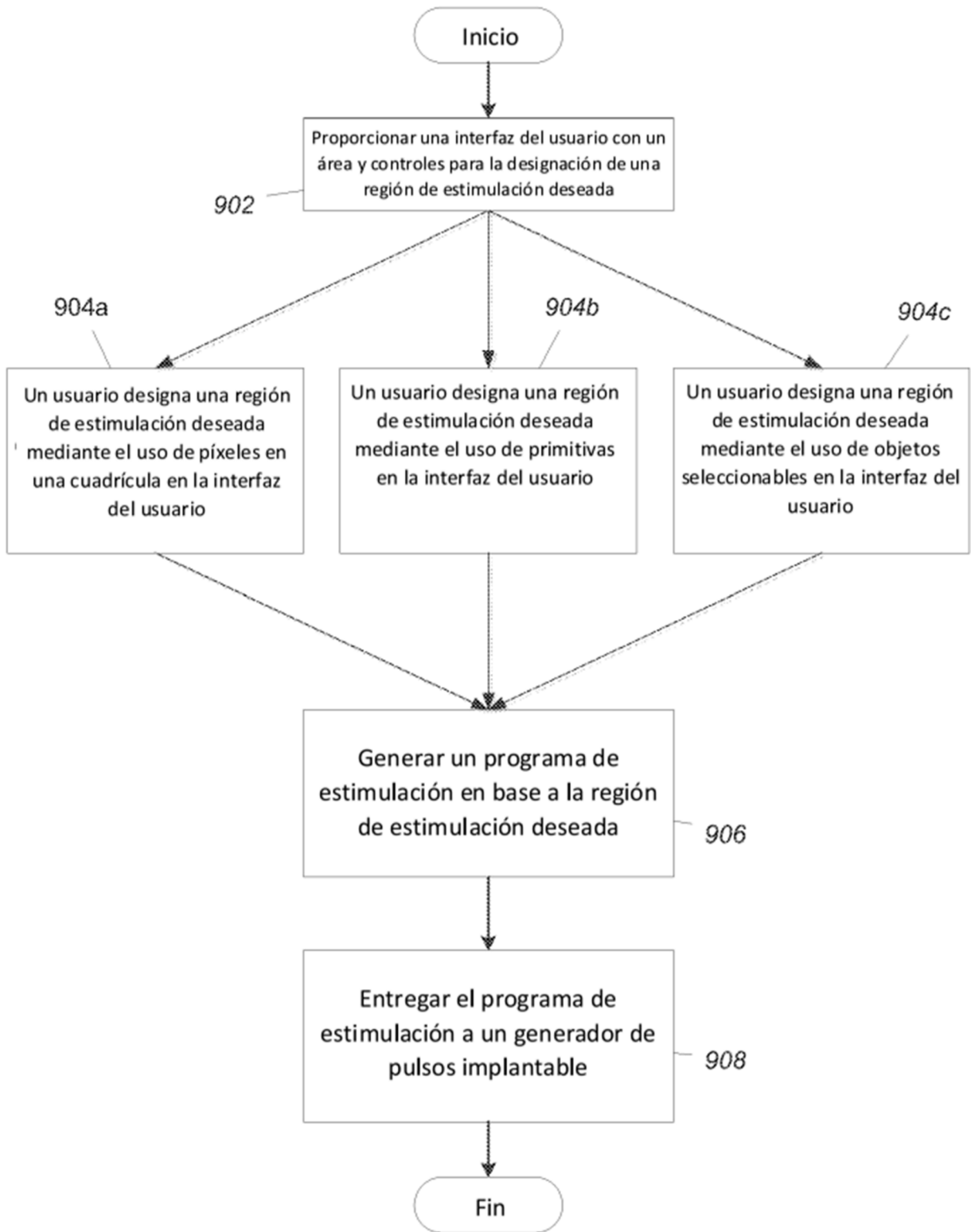


Figura 9

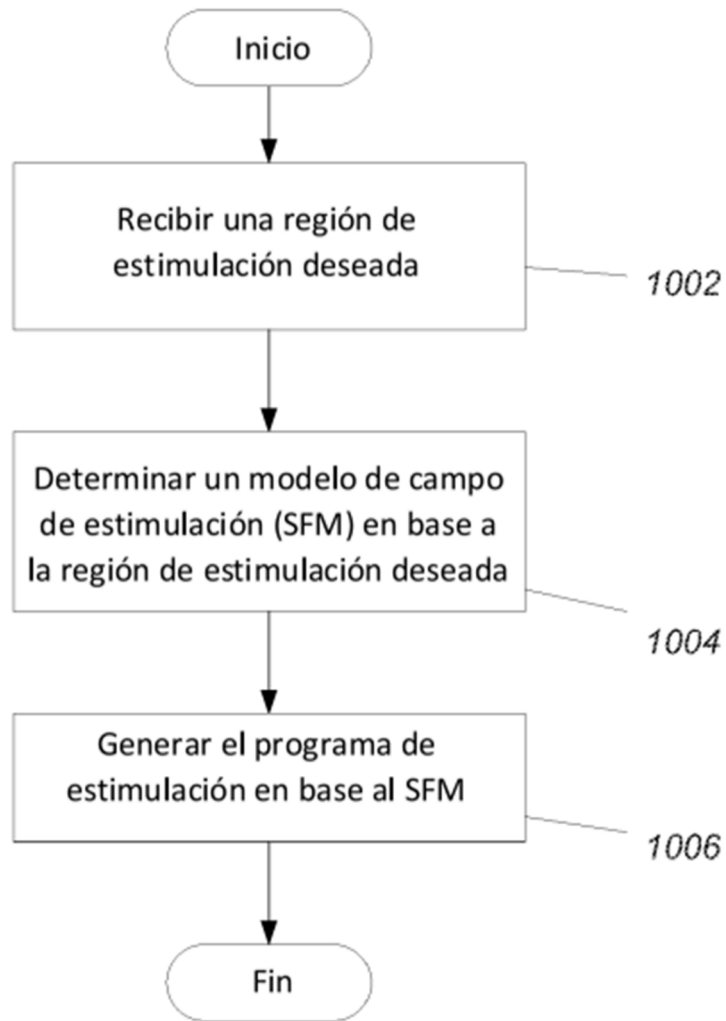


Figura 10