(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 948 813**

(51) Int. CI.:

A61N 1/36 (2006.01)
A61N 1/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.07.2019 PCT/IL2019/050819**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **20.02.2020 WO20035852**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2019 E 19849796 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2023 EP 3801746**

(54) Título: **Aparato para la estimulación transcutánea del nervio facial**

(30) Prioridad:

14.08.2018 US 201862718773 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.09.2023

(73) Titular/es:

NEUROTRIGGER LTD. (100.0%)
3 Nirim St.
67060 Tel-Aviv, IL

(72) Inventor/es:

PAZ, SHAHAR;
DEUTSCH, ASSAF;
MARKS, EREZ y
MARKS, MICHAL

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato para la estimulación transcutánea del nervio facial

Campo técnico

Esta divulgación se refiere, en general, a un aparato para la estimulación nerviosa transcutánea, tal como la estimulación del nervio facial, y en particular, pero no exclusivamente, al uso de la estimulación nerviosa no invasiva para inducir artificialmente el parpadeo, tal como en seres humanos con parálisis facial aguda.

Antecedentes

Nervio facial. El nervio facial es el séptimo par craneal o, de manera más abreviada, VII par craneal. Surge de la protuberancia del tronco encefálico, controla los músculos de la expresión facial y participa en la transmisión de las sensaciones gustativas desde los dos tercios anteriores de la lengua. El nervio normalmente recorre el espacio desde la protuberancia a través del canal facial en el hueso temporal y sale del cráneo por el agujero estilomastoideo. Nace del tronco encefálico en una zona posterior al VI par craneal (nervio motor ocular externo) y anterior al VIII par craneal (nervio vestibulococlear). El nervio facial también suministra fibras parasimpáticas preganglionares a varios ganglios de la cabeza y el cuello. Los nervios facial e intermedio pueden denominarse colectivamente nervus intermediofacialis.

El recorrido del nervio facial puede dividirse en seis segmentos: segmento intracraneal (cisternal), segmento suprameático (canalicular) (dentro del canal auditivo interno), segmento laberíntico (canal auditivo interno al ganglio geniculado), segmento timpánico (del ganglio geniculado a la elevación piramidal), segmento mastoideo (de la elevación piramidal al agujero estilomastoideo), y segmento extratemporal (del agujero estilomastoideo a las ramas posparotídeas). La parte motora del nervio facial surge del núcleo del nervio facial en la protuberancia, mientras que las partes sensoriales y parasimpáticas del nervio facial surgen del nervio intermedio. Desde el tronco cerebral, las partes motora y sensitiva del nervio facial se unen y atraviesan la fosa craneal posterior antes de entrar en el peñasco temporal a través del conducto auditivo interno. Al salir del conducto auditivo interno, el nervio tiene un recorrido tortuoso a través del canal facial, que se divide en los segmentos laberíntico, timpánico y mastoideo.

El segmento laberíntico es muy corto y termina donde el nervio facial forma una curva conocida como el genículo del nervio facial ("*genu*" significa rodilla), que contiene el ganglio geniculado para los cuerpos nerviosos sensoriales. Aquí nace la primera rama del nervio facial, el nervio petroso superficial mayor, del ganglio geniculado. El nervio petroso mayor atraviesa el canal pterigoide y hace sinapsis en el ganglio pterigopalatino. Las fibras postsinápticas del nervio petroso mayor inervan la glándula lagrimal. En el segmento timpánico, el nervio facial atraviesa la cavidad timpánica, medial al yunque. La elevación piramidal es la segunda curva del nervio facial, donde el nervio se extiende hacia abajo como el segmento mastoideo. En la parte temporal del canal facial, el nervio da origen al músculo del estribo y la cuerda del tímpano. La cuerda del tímpano suministra las fibras gustativas a los dos tercios anteriores de la lengua y también hace sinapsis con el ganglio submandibular. Las fibras postsinápticas del ganglio submandibular suministran las glándulas sublinguales y submandibulares.

Al salir del agujero estilomastoideo, el nervio facial da origen a la rama auricular posterior. El nervio facial luego pasa a través de la glándula parótida, que no inerva, para formar el plexo parotídeo, que se divide en cinco ramas que inervan los músculos de la expresión facial (temporal, cigomático, bucal, mandibular marginal, cervical). Expresión facial. La función principal del nervio facial es el control motor de todos los músculos de la expresión facial. También inerva el vientre posterior del músculo digástrico, el músculo estilohioideo y el músculo del estribo del oído medio. Todos estos músculos son músculos estriados de origen branquiomérico que se desarrollan a partir del segundo arco faríngeo.

Sensación facial. Adicionalmente, el nervio facial recibe sensaciones gustativas de los dos tercios anteriores de la lengua a través de la cuerda del tímpano. La sensación gustativa se envía a la porción gustativa (parte superior) del núcleo solitario. La sensación general de los dos tercios anteriores de la lengua está suministrada por fibras aferentes de la tercera división del quinto par craneal (V-3). Estas fibras sensoriales (V-3) y gustativas (VII) se extienden conjuntamente como el nervio lingual una corta distancia antes de que la cuerda del tímpano abandone el nervio lingual para entrar en la cavidad timpánica (oído medio) a través de la fisura petrotimpánica. Se une al resto del nervio facial a través del canalículo de la cuerda del tímpano. El nervio facial forma entonces el ganglio geniculado, que contiene los cuerpos celulares de las fibras gustativas de la cuerda del tímpano y otras vías gustativas y sensoriales. Desde el ganglio geniculado, las fibras gustativas continúan como nervio intermedio que se dirige al cuadrante superior anterior del fondo del conducto auditivo interno junto con la raíz motora del nervio facial. El nervio intermedio llega a la fosa craneal posterior a través del conducto auditivo interno antes de hacer sinapsis en el núcleo solitario. El nervio facial también suministra una pequeña cantidad de inervación aferente a la orofaringe debajo de la amígdala palatina. También hay una pequeña cantidad de sensación cutánea transportada por el nervio intermedio desde la piel dentro y alrededor de la aurícula (oído externo).

Parálisis del nervio facial. La parálisis del nervio facial es un problema común que implica la parálisis de cualquier estructura inervada por el nervio facial. El recorrido del nervio facial es largo y relativamente enrevesado, por lo que

hay una serie de causas que pueden provocar la parálisis del nervio facial. La más común es la parálisis de Bell, una enfermedad de causa desconocida que solo puede diagnosticarse mediante la exclusión de causas graves identificables. La parálisis del nervio facial se caracteriza por debilidad facial, generalmente solo en un lado de la cara, con otros síntomas que posiblemente incluyen pérdida del sentido del gusto, hiperacusia y disminución de la salivación y secreción lagrimal. Otros signos pueden estar relacionados con la causa de la parálisis, tales como vesículas en el oído, que se pueden dar si la parálisis facial se debe a la culebrilla. Los síntomas pueden desarrollarse durante varias horas.

La parálisis del nervio facial se puede dividir en lesiones supranucleares e infranucleares. La parálisis facial central puede ser provocada por un infarto lacunar que afecte a las fibras de la cápsula interna que llegan al núcleo. El propio núcleo facial puede verse afectado por infartos de las arterias protuberanciales. Estas son fibras corticobulbares que recorren la cápsula interna. Las lesiones infranucleares se refieren a la mayoría de las causas de parálisis facial.

Parálisis de Bell. La parálisis de Bell es un tipo de parálisis facial que provoca la incapacidad de controlar los músculos faciales del lado afectado. Los síntomas pueden variar de leves a intensos. Pueden incluir fasciculaciones, debilidad o pérdida total de la capacidad de mover uno o rara vez ambos lados de la cara. Otros síntomas incluyen la caída del párpado, un cambio en el sentido del gusto, dolor alrededor del oído y aumento de la sensibilidad al sonido. Normalmente, los síntomas progresan durante 48 horas. Los síntomas de la parálisis de Bell se ilustran esquemáticamente en el dibujo **10** mostrado en la FIG. 1 que representa el rostro de una persona, mostrando un párpado caído **11**, una parálisis facial o del pómulo, o fasciculación **12**, y caída de uno de los extremos **13** de la boca.

Normalmente, la afección mejora por sí sola y la mayoría logra una función normal o casi normal. Se ha encontrado que los corticosteroides mejoran los resultados, mientras que los medicamentos antivíricos pueden tener un pequeño beneficio adicional. Se puede proteger el ojo para que no se seque con el uso de colirios o un parche ocular. Por lo general, no se recomienda la cirugía. A menudo, los signos de mejoría comienzan en el plazo de 14 días, obteniéndose la recuperación completa en seis meses. Algunos pueden no recuperarse por completo o tener una recurrencia de los síntomas. La parálisis de Bell es la causa más común de parálisis del nervio facial de un solo lado (70 %). Ocurre en de 1 a 4 por cada 10.000 personas por año. Alrededor del 1,5 % de las personas se ven afectadas en algún momento de su vida. Ocurre más comúnmente en personas con edades comprendidas entre 15 y 60 años. Los hombres y las mujeres se ven afectados por igual.

La parálisis de Bell se caracteriza por una caída facial unilateral que progresa en el transcurso de 72 horas. En casos raros (<1 %), puede ocurrir en ambos lados, produciéndose una parálisis facial total. El nervio facial controla una serie de funciones, tales como parpadear y cerrar los ojos, sonreir, fruncir el ceño, lagrimear, salivar, dilatar las fosas nasales y levantar las cejas. También transmite sensaciones gustativas de los dos tercios anteriores de la lengua, a través del nervio de la cuerda del tímpano (una rama del nervio facial). Debido a esto, las personas con parálisis de Bell pueden presentar pérdida de la sensación gustativa en los 2/3 anteriores de la lengua del lado afectado. Aunque el nervio facial inerva el músculo del estribo del oído medio (a través de la rama timpánica), la sensibilidad al sonido, que hace que se perciban los sonidos normales como muy fuertes, y la disacusia son posibles, pero casi nunca sintomáticos.

Aunque se define como una mononeuritis (que afecta a un solo nervio), las personas diagnosticadas con parálisis de Bell pueden tener "innumerables síntomas neurológicos" que incluyen "hormigueo facial, dolor de cabeza/dolor de cuello moderado o intenso, problemas de memoria, problemas de equilibrio, parestesia del miembro ipsilateral, debilidad de las extremidades ipsolaterales y una sensación de torpeza" que "no se explican por una disfunción del nervio facial".

La parálisis de Bell ocurre debido a un mal funcionamiento del nervio facial (VII par craneal), que controla los músculos de la cara. La parálisis facial se caracteriza por la incapacidad de controlar el movimiento de los músculos de la expresión facial. La parálisis es del tipo infranuclear/neuronas motoras inferiores. Se cree que, como resultado de la inflamación del nervio facial, se produce presión sobre el nervio donde sale del cráneo dentro de su canal óseo (el agujero estilomastoideo), bloqueando la transmisión de señales neuronales o dañando el nervio. No se considera que los pacientes con parálisis facial para los que se puede encontrar una causa subyacente tengan parálisis de Bell en sí. Las posibles causas incluyen tumor, meningitis, apoplejía, diabetes mellitus, traumatismo craneoencefálico y enfermedades inflamatorias de los pares craneales (sarcoidosis, brucelosis, etc.). En estas afecciones, los hallazgos neurológicos rara vez se limitan al nervio facial.

Parpadeo. El parpadeo es una función corporal que implica un cierre rápido semiautonómico del párpado. Un solo parpadeo está determinado por el cierre forzado del párpado o la inactivación del músculo elevador del párpado superior y la activación de la porción palpebral del músculo orbicular de los párpados, no la apertura o cierre completos. Es una función esencial del ojo que ayuda a esparcir las lágrimas y eliminar las sustancias irritantes de la superficie de la córnea y la conjuntiva. El parpadeo puede tener otras funciones, ya que ocurre con más frecuencia de la necesaria solo para mantener el ojo lubricado. La velocidad de parpadeo puede verse afectada por elementos como el cansancio, las lesiones oculares, medicación y enfermedad. La velocidad de parpadeo está determinada por el propio cuerpo, pero también puede verse afectada por estímulos externos. El parpadeo proporciona humedad al ojo mediante la irrigación con lágrimas y un lubricante secretado por los ojos. El párpado proporciona succión a través del ojo desde el conducto lagrimal hasta todo el globo ocular para evitar que se seque. El parpadeo también protege el

ojo de las sustancias irritantes. Las pestañas son pelos adheridos a los párpados superior e inferior que crean una línea de defensa contra el polvo y otros elementos del ojo. Las pestañas atrapan la mayoría de estas sustancias irritantes antes de que lleguen al globo ocular.

Hay múltiples músculos que controlan los reflejos del parpadeo. Los músculos principales, en el párpado superior, los que controlan la apertura y el cierre son el músculo orbicular de los párpados y músculo elevador del párpado superior. El músculo orbicular de los párpados cierra el ojo, mientras que la contracción del músculo elevador del párpado superior abre el ojo. El músculo de Müller, o músculo palpebral superior, en el párpado superior y el músculo palpebral inferior en el párpado inferior 3 son los encargados de abrir los ojos. Estos músculos no solo son imprescindibles para parpadear, sino que también son importantes en muchas otras funciones como entrecerrar y guiñar los ojos. El músculo palpebral inferior se coordina con el recto inferior para tirar hacia abajo del párpado inferior cuando se mira hacia abajo.

Aunque se puede pensar que el estímulo que desencadena el parpadeo son los ojos secos o irritados, lo más probable es que esté controlado por un "centro de parpadeo" del globo pálido del núcleo lenticular: un cuerpo de células nerviosas entre la base y la superficie exterior del cerebro. No obstante, los estímulos externos pueden contribuir. El músculo orbicular de los párpados es un músculo facial; por lo tanto, sus acciones son traducidas por la raíz del nervio facial. La acción del músculo elevador del párpado superior se envía a través del nervio oculomotor. La duración de un parpadeo es en promedio de 100 a 150 milisegundos de acuerdo con un investigador de la UCL y entre 100 y 400 ms de acuerdo con la base de datos de datos numéricos útiles en biología de Harvard. Los cierres superiores a 1000 ms se definieron como microsuspensiones. Una mayor activación de las vías dopaminérgicas de producción de dopamina en el cuerpo estriado se asocia con una mayor velocidad del parpadeo ocular espontáneo. Las afecciones en las que hay una disponibilidad reducida de dopamina, como la enfermedad de Parkinson, tienen una velocidad de parpadeo reducida, mientras que las afecciones en las que se eleva, como la esquizofrenia, tienen una velocidad mayor.

Hay tres tipos de parpadeo: el parpadeo espontáneo, que se realiza sin estímulos externos ni esfuerzo interno. Este tipo de parpadeo se realiza en el tronco encefálico premotor y ocurre sin esfuerzo consciente, como la respiración y la digestión. Un parpadeo reflejo ocurre en respuesta a un estímulo externo, como el contacto con la córnea o con objetos que aparecen rápidamente delante del ojo. Un parpadeo reflejo tampoco es necesariamente un parpadeo consciente; sin embargo, sucede más rápido que un parpadeo espontáneo. El parpadeo reflejo puede ocurrir en respuesta a estímulos táctiles (por ejemplo, córnea, pestaña, piel del párpado, contacto con la ceja), estímulos ópticos (por ejemplo, reflejo de deslumbramiento o reflejo de amenaza) o estímulos auditivos (por ejemplo, reflejo de amenaza). El parpadeo voluntario tiene una amplitud mayor que el parpadeo reflejo, con el uso de las 3 divisiones del músculo orbicular de los párpados.

Síndrome de ojo seco (SOS). El síndrome de ojo seco (SOS), también conocido como queratoconjuntivitis seca (QCS), es la afección que consiste tener los ojos secos. Otros síntomas asociados incluyen irritación, eritema, secreción y ojos que se fatigan fácilmente. También se puede producir visión borrosa. Los síntomas pueden variar de leves y ocasionales a intensos y continuos. En algunos casos, se puede producir la cicatrización de la córnea sin tratamiento. El ojo seco se manifiesta cuando el ojo no produce suficientes lágrimas o cuando las lágrimas se evaporan demasiado rápido. Esto puede deberse al uso de lentes de contacto, disfunción de la glándula de Meibomio, alergias, embarazo, síndrome de Sjögren, deficiencia de vitamina A, cirugía LASIK y ciertos medicamentos como antihistamínicos, algunos medicamentos para la tensión arterial, la terapia de reemplazo hormonal y los antidepresivos. La conjuntivitis crónica, como la exposición al humo del tabaco o una infección, también puede provocar la afección. El diagnóstico se basa principalmente en los síntomas, aunque se pueden utilizar otras pruebas. El tratamiento depende de la causa subyacente. Las lágrimas artificiales son el tratamiento habitual de primera línea. Las gafas envolventes que se ajustan cerca de la cara pueden disminuir la evaporación de las lágrimas. Puede ser de ayuda suspender o cambiar ciertos medicamentos. En algunos casos, se puede usar el medicamento ciclosporina o colirios con esteroides. Otra opción son los tapones lagrimales que evitan que las lágrimas salgan de la superficie del ojo. El síndrome de ojo seco ocasionalmente hace imposible el uso de lentes de contacto.

El síndrome de ojo seco es una enfermedad ocular común. Afecta en distinta medida al 5-34 % de las personas, dependiendo de la población analizada. Entre las personas mayores, afecta hasta al 70 %. En China afecta a alrededor del 17 % de las personas. Los síntomas típicos del síndrome de ojo seco son sequedad, sensación de ardor y una irritación ocular arenosa que empeora a medida que avanza el día. Los síntomas también se pueden describir como ojos con picor, sensación rasposa, escozor o cansados. Otros síntomas son dolor, eritema, una sensación de tirón y presión detrás del ojo. Puede haber una sensación de que algo, como una mota de suciedad, está en el ojo. El daño resultante en la superficie del ojo aumenta la incomodidad y la sensibilidad a la luz brillante. Ambos ojos suelen verse afectados. También puede haber una secreción fibrosa de los ojos. Aunque pueda parecer extraño, el ojo seco puede hacer que los ojos lagrimeen. Esto puede suceder porque los ojos están irritados. Se puede experimentar lagrimeo excesivo de la misma manera que se produciría si entrara algo en el ojo. Estas lágrimas reflejas no mejorarán necesariamente la sensación que se tiene en el ojo. Esto se debe a que son del tipo acuoso que se producen en respuesta a una lesión, irritación o emoción. No tienen las cualidades lubricantes necesarias para prevenir el ojo seco porque el pestañear cubre el ojo de lágrimas,

los síntomas empeoran con actividades en las que se reduce la velocidad de parpadeo debido al uso prolongado de los ojos. Estas actividades incluyen lectura prolongada, uso del ordenador, conducir o ver la televisión. Los síntomas aumentan con el viento, zonas polvorientas o llenas de humo (incluido el humo del cigarrillo), en ambientes secos a grandes altitudes incluyendo aviones, en días con poca humedad y en zonas en las que se esté utilizando un acondicionador de aire (especialmente en un automóvil), ventiladores, calentadores, o incluso un secador de pelo. Los síntomas se reducen con clima frío, lluvioso o con niebla y en lugares húmedos, tales como en la ducha.

La mayoría de las personas que tienen los ojos secos experimentan una irritación leve sin efectos a largo plazo. Sin embargo, si la afección no se trata o se vuelve grave, puede producir complicaciones que pueden causar daños oculares, dando lugar a un deterioro de la visión o (rara vez) a la pérdida de la visión. La evaluación de los síntomas es un componente clave del diagnóstico del ojo seco, hasta el punto de que muchos creen que el síndrome de ojo seco es una enfermedad basada en los síntomas. Se han desarrollado varios cuestionarios para determinar una puntuación que permita el diagnóstico del ojo seco. Tener los ojos secos por un tiempo puede provocar pequeñas abrasiones en su superficie. En casos avanzados, el epitelio sufre cambios patológicos, en concreto, metaplasia escamosa y pérdida de células caliciformes. Algunos casos graves producen un engrosamiento de la superficie de la córnea, erosión corneal, queratopatía punteada, defectos epiteliales, ulceración corneal (estéril e infectada), neovascularización corneal, cicatrización de la córnea, adelgazamiento corneal e incluso perforación corneal. Otro factor contribuyente puede ser la deficiencia de monómero de lacritina. El monómero de lacritina, que es la forma activa de la lacritina, disminuye selectivamente en el ojo seco con deficiencia acuosa, ojo seco con síndrome de Sjögren, ojo seco relacionado con lentes de contacto y en blefaritis.

Los ojos secos generalmente se pueden diagnosticar solo por los síntomas. Las pruebas pueden determinar tanto la cantidad como la calidad de las lágrimas. Se puede realizar un examen con lámpara de hendidura para diagnosticar el ojo seco y documentar cualquier daño en el ojo. La prueba de Schirmer puede medir la cantidad de humedad que baña el ojo. Esta prueba es útil para determinar la gravedad de la afección. Se realiza una prueba de Schirmer de cinco minutos con y sin anestesia utilizando un papel de filtro Whatman n.º 41 de 5 mm de ancho por 35 mm de largo. Para esta prueba, la humectación por debajo de 5 mm con o sin anestesia se considera diagnóstica del ojo seco. Si los resultados de la prueba de Schirmer son anormales, se puede realizar una prueba de Schirmer II para medir la secreción refleja. En esta prueba, se irrita la mucosa nasal con un aplicador con punta de algodón, tras lo que se mide la producción de lágrimas con un papel de filtro Whatman n.º 41. Para esta prueba, la humectación por debajo de 15 mm después de cinco minutos se considera anormal.

Una prueba de tiempo de rotura lagrimal (TRL) mide el tiempo que tardan las lágrimas en romperse en el ojo. El tiempo de rotura de la lágrima se puede determinar después de colocar una gota de fluoresceína en el fondo de saco. Una prueba de análisis de proteína lagrimal mide la lisozima contenida en las lágrimas. En las lágrimas, la lisozima representa aproximadamente del 20 al 40 por ciento del contenido total de proteínas. Una prueba de análisis de lactoferrina proporciona una buena correlación con otras pruebas. La presencia de la molécula Ap4A recientemente descrita, que se produce naturalmente en las lágrimas, es anormalmente elevada en diferentes estados de sequedad ocular. Esta molécula se puede cuantificar bioquímicamente simplemente tomando una muestra de lágrima con una prueba de Schirmer simple. Mediante esta técnica es posible determinar las concentraciones de Ap4A en las lágrimas de los pacientes y así diagnosticar objetivamente si las muestras son indicativas de ojo seco.

TENS. La estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS o TNS, *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*) es el uso de corriente eléctrica producida por un dispositivo para estimular los nervios con fines terapéuticos. La TENS, por definición, cubre el intervalo completo de corrientes aplicadas transcutáneamente utilizadas para la excitación nerviosa, aunque la expresión se usa a menudo con una intención más restrictiva, es decir, para describir el tipo de impulsos producidos por estimuladores portátiles utilizados para tratar el dolor. La unidad generalmente se conecta a la piel mediante dos o más electrodos. Una unidad TENS típica que funciona con batería es capaz de modular el ancho, la frecuencia y la intensidad de los impulsos. Generalmente, la TENS se aplica a alta frecuencia (>50 Hz) con una intensidad por debajo de la contracción motora (intensidad sensorial) o baja frecuencia (<10 Hz) con una intensidad que produce contracción motora.

Los dispositivos de TENS disponibles en el mercado nacional se utilizan como una estimulación nerviosa no invasiva destinada a reducir el dolor tanto agudo como crónico. En principio, es necesaria una intensidad adecuada de estimulación para lograr el alivio del dolor con la TENS. Un análisis de la fidelidad del tratamiento (lo que significa que la administración de TENS en un ensayo estuviera de acuerdo con el asesoramiento clínico actual, tal como utilizar "una sensación fuerte pero cómoda" y adecuada, duraciones frecuentes del tratamiento) mostró que los ensayos de mayor fidelidad tendían a tener un resultado positivo. Algunos estudios han mostrado pruebas objetivas de que la TENS puede modular o suprimir las señales de dolor en el cerebro.

Existen varios dispositivos de TENS disponibles en el mercado, principalmente para proporcionar un método sin fármacos no invasivo para controlar el dolor, mediante el uso de impulsos eléctricos enviados a través de la piel a los nervios para modificar la percepción del dolor. Algunos ejemplos de dispositivos de TENS disponibles en el mercado son el modelo TENS 3000 comercializado por Roscoe Medical Inc. (de Middleburg Heights, OH, EE. UU.), descrito en el manual de instrucciones titulado: "*Instruction Manual for the TENS 3000*", y el modelo TENS 7000 comercializado por Roscoe Medical Inc. (de Middleburg Heights, OH, EE. UU.), descrito en el manual de instrucciones titulado:

"Instruction Manual for the TENS 7000" (Número de documento 42-DT7202_01), descargado de Internet en mayo de 2019.

Los métodos para tratar la neuropatía y el aparato para utilizar en los métodos se describen en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2005/0234525 de Phillips titulada: "*Electric stimulation for treating neuropathy using asymmetric biphasic signals*". El aparato puede incluir un controlador configurado para emitir una señal bifásica asimétrica. El aparato también puede incluir un primer recipiente y un segundo recipiente. El primer y segundo recipiente pueden configurarse para contener un fluido. El aparato también puede incluir un primer electrodo y un segundo electrodo. El primer electrodo y el segundo electrodo pueden configurarse para estar en contacto eléctrico con el fluido contenido en el recipiente, y pueden configurarse para acoplarse al controlador. Los electrodos pueden configurarse para recibir la señal bifásica asimétrica emitida por el controlador.

Un aparato y método de terapia de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea que tiene protección absoluta para el paciente contra descargas y funcionamiento automático se describen en la patente de EE. UU. n.º 4.769.881 de Pedigo. *et al.* titulada: "*High precision tens apparatus and method of use*". El aparato puede funcionar en tres modos, ya sea controlado por un temporizador, funcionando continuamente o poniéndolo en un modo automático donde el temporizador se reinicia automáticamente cuando la sonda se retire del paciente y luego se vuelva a poner en contacto. Se proporciona un circuito para comprobar la continuidad entre el paciente y las sondas antes de cada impulso de estimulación. Estos impulsos se generan a la misma frecuencia y con un desfase constante de los impulsos de estimulación. Al comienzo de cada conjunto de impulsos de estimulación, los impulsos se incrementan lentamente en un intervalo de 4 a 5 segundos para evitar cualquier sacudida inicial en el paciente. El dispositivo también se puede usar para ubicar puntos de aplicación apropiados en el cuerpo del paciente. Los impulsos aplicados son impulsos de corriente variable que tienen una tensión fija.

El aparato para la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea en seres humanos se describe en la patente de EE. UU. n.º 8.948.876 de Gozani. *et al.* titulada: "*Apparatus and method for relieving pain using transcutaneous electrical nerve stimulation*". El aparato que comprende una carcasa; medios de estimulación montados dentro de la carcasa para estimular eléctricamente los nervios; una serie de electrodos montada de forma desmontable en la carcasa, que se puede conectar a los medios de estimulación y que comprende electrodos para la estimulación eléctrica de los nervios; medios de control montados en la carcasa y conectados eléctricamente a los medios de estimulación para controlar los medios de estimulación; medios de monitorización montados en la carcasa y conectados eléctricamente a los medios de estimulación para monitorizar los medios de estimulación; medios de interfaz de usuario montados en la carcasa y conectados eléctricamente a los medios de control para controlar los medios de estimulación; medios de visualización montados en la carcasa y conectados eléctricamente a los medios de control y los medios de monitorización para visualizar el estado de los medios de estimulación; y una correa fijada a la carcasa y configurada para sujetar la carcasa, los medios de estimulación y la serie de electrodos en una ubicación anatómica específica para tratar el dolor.

Se divulga un dispositivo electrónico de estimulación, siendo el dispositivo de estimulación ilustrado en particular un dispositivo de estimulación nerviosa transcutánea (TENS) para inhibir el dolor mediante la estimulación de fibras nerviosas, en la patente de EE. UU. n.º 5.069.211 de Bartelt *et al.* titulada: "*Microprocessor controlled electronic stimulating device having biphasic pulse output*". Se aplican impulsos de salida de corriente constante bifásica a un usuario a través de pares de electrodos colocados de manera no invasiva en la piel del usuario. Los impulsos de control generados por microprocesador controlan la generación de impulsos de salida bifásicos en una etapa de salida bifásica asociada con cada par de electrodos, y los impulsos de salida bifásicos generados se acoplan capacitivamente desde cada etapa de salida que también incluye una red de purga para efectuar la descarga del capacitor. La estimulación se puede aplicar continuamente a un nivel seleccionado por el usuario o se puede aplicar en intensidades variables cronometradas, cuyo nivel máximo es seleccionable, y también se proporcionan visualizaciones de intensidad y detección de fallos, incluida una tensión de batería baja.

EMS. La electroestimulación muscular (EMS, *Electrical Muscle Stimulation*), también conocida como electroestimulación neuromuscular (NMES) o electromioestimulación, es la inducción de la contracción muscular mediante impulsos eléctricos. La EMS ha recibido una atención cada vez mayor en los últimos años por muchas razones: se puede utilizar como una herramienta de entrenamiento de fuerza para sujetos sanos y deportistas; se podría utilizar como una herramienta de rehabilitación y prevención para pacientes parcial o totalmente inmovilizados; se podría utilizar como una herramienta de prueba para evaluar la función neuronal y/o muscular *in vivo*; se podría utilizar como una herramienta de recuperación posterior al ejercicio para deportistas. Los impulsos son generados por un dispositivo y se envían a través de electrodos sobre la piel cerca de los músculos que se estimulan. Los electrodos son generalmente almohadillas que se adhieren a la piel. Los impulsos imitan el potencial de acción que proviene del sistema nervioso central, haciendo que los músculos se contraigan.

En medicina, la EMS se utiliza con fines de rehabilitación, por ejemplo, en fisioterapia en la prevención de la atrofia muscular por sedentarismo o desequilibrio neuromuscular, que puede ocurrir, por ejemplo, después de lesiones musculoesqueléticas (daño en los huesos, articulaciones, músculos, ligamentos y tendones). Esta es distinta de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS), en la que se utiliza una corriente eléctrica para la terapia del dolor.

Electrodos cutáneos. Un electrodo es un conductor eléctrico que se utiliza para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito (por ejemplo, un semiconductor, un electrolito, vacío o aire). Los electrodos cutáneos son las almohadillas conductoras fijadas a la superficie del cuerpo. Cualquier par de electrodos puede medir la diferencia de potencial eléctrico entre las dos ubicaciones de la fijación correspondientes. Habitualmente, se utilizan 10 electrodos fijados al cuerpo para formar 12 derivaciones de ECG, midiendo cada cable una diferencia de potencial eléctrico específica (como se indica en la siguiente tabla). Dos tipos de electrodos de uso común son una etiqueta adhesiva fina como el papel y una almohadilla circular autoadhesiva. Las primeras normalmente se utilizan en un solo registro de ECG, mientras que las segundas se emplean para registros continuos, ya que duran más. Cada electrodo consiste en un gel de electrolito conductor de la electricidad y un conductor de plata/cloruro de plata. El gel normalmente contiene cloruro de potasio, a veces también cloruro de plata, para permitir la conducción de electrones desde la piel hasta el cable y el electrocardiograma.

Electrodos de 'piel electrónica'. Los electrodos de circuitos impresos estirables y flexibles (denominados en el presente documento electrodos de "piel electrónica") con forma de tatuajes en miniatura se describen en un artículo titulado: "Bionic Skin for a Cyborg You - Flexible electronics allow us to cover robots and humans with stretchy sensors" de Takao Someya de la Universidad de Tokio, Japón, publicado el 26 de agosto de 2013 en IEEE Spectrum (descargado en mayo de 2019 de spectrum.ieee.org/biomedical/bionics/bionic-skin-for-a-cyborg-you). Dichos electrodos normalmente consisten en un material conductor estampado impreso en una película adhesiva que se fija a la piel.

La electromiografía es un método no invasivo utilizado ampliamente para mapear la activación muscular. Durante décadas, es común que los electrodos metálicos secos establezcan un contacto deficiente entre el electrodo y la piel, haciéndolos poco prácticos para aplicaciones de electromiografía de la piel. Por lo tanto, los electrodos gelificados son el patrón en electromiografía con su uso limitado, casi completamente, a los entornos de laboratorio. Los electrodos de tatuaje están hechos de un material conductor laminado entre películas adhesivas de polímero, dejando los extremos de los electrodos expuestos para que se fijen a la piel y el extremo del conector para que se fije a un conector delgado (ZIF: Conector de fuerza cero, utilizado para conectar circuitos impresos flexibles). Este conector ZIF delgado está conectado a un generador de señales mediante un cable flexible. Se presentan novedosos electrodos secos, que presentan un excelente registro de electromiografía junto con una excelente comodidad para el usuario, en un artículo titulado: 'Temporary-tattoo for long-term high fidelity biopotential recordings" de Bareket L., Inzelberg L., Rand D., David-Pur M., Rabinovich D., Brandes B. y Hanein Y. (todos de la Universidad de Tel-Aviv, Tel Aviv, Israel), publicado el 12 de mayo de 2016 en Scientific Reports [6:25727, DOI: 10.1038/srep25727], que se incorpora en su totalidad para todos los fines como si se expusiera completamente en el presente documento. 10.1038/srep25727].

Los electrodos se realizaron mediante serigrafía de tinta de carbón sobre un soporte blando. La conformidad de los electrodos ayuda a establecer un contacto directo con la piel, haciendo innecesario el uso de un gel. Se utilizó 3,4-etilendioxitiofeno polimerizado con plasma para mejorar la impedancia de los electrodos. Las mediciones de voltamperometría cíclica revelaron un aumento en la capacitancia del electrodo hasta 100 veces superior en condiciones húmedas. Las mediciones de impedancia muestran una reducción 10 veces mayor en la impedancia del electrodo en la piel humana. Se demuestra la idoneidad de los electrodos para registros de electromiografía a largo plazo de la mano y de la cara. Los electrodos presentados son ideales para muchas aplicaciones, como la superficie de contacto entre cerebro y máquina, diagnósticos musculares, rehabilitación tras lesiones y videojuegos.

En la FIG. 2, se muestra un ejemplo de un conjunto de electrodos **20**. El conjunto **20** incluye dos electrodos **24a** y **24b** que sirven como parches cutáneos para ser adheridos a un cuerpo humano tratado, conectado a través de los respectivos cables aislados **21a** y **21b** a los respectivos cables expuestos **23a** y **23b** del conector ZIF **22**.

Electrodos de EEG. Los electrodos de EEG, colocados en el cuero cabelludo, pueden ser "pasivos" o "activos". Los electrodos pasivos, que son metálicos, están conectados a un amplificador, p. ej., mediante un cable. Los electrodos activos pueden tener un preamplificador incorporado para hacerlos menos sensibles al ruido ambiental y al movimiento de los cables. Algunos tipos de electrodos pueden necesitar gel o líquido salino para funcionar, a fin de reducir la impedancia de contacto entre la piel y el electrodo. Mientras que otros tipos de electrodos de EEG pueden funcionar sin gel o solución salina y se consideran "electrodos secos". Hay varios patrones de actividad cerebral que pueden medirse mediante EEG. Algunos de los más populares que se usan a menudo en la informática afectiva incluyen: la desincronización/sincronización relacionada con acontecimientos, los potenciales relacionados con acontecimientos (p. ej., la onda P300 y potenciales de error) y potenciales provocados de estado estacionario. Las mediciones de los electrodos de EEG generalmente se someten a varias técnicas de extracción de características que tienen como objetivo representar señales de EEG sin procesar o preprocesadas mediante una cantidad idealmente pequeña de valores relevantes, que describen la información relevante para la tarea contenida en las señales. Por ejemplo, estas características pueden ser la potencia del EEG sobre canales seleccionados y bandas de frecuencia específicas.

Electrodos implantables. Los electrodos implantables se describen en una presentación titulada: "Implantable Neural Electrodes - Implantable Electronics Session" del Dr. Martin Schuettler (del Laboratorio de Microtecnología Biomédica Departamento de Ingeniería de Microsistemas Universidad de Friburgo, Alemania) del 30-03-2012, y en un artículo titulado: "ELECTRODE IMPLANTATION IN THE HUMAN BODY" de la Dra. Margaret I. Babb y el Dr. Anthony M. Dymond (del Brain Information Service-Brain Research Institute, Universidad de California, Los Ángeles, California,

EE. UU.), publicado en 1974. 974, ambos incorporados en su totalidad para todos los fines como si se establecieran completamente en el presente documento.

EEG. La electroencefalografía (EEG) es un método de monitorización electrofisiológica para registrar la actividad eléctrica del cerebro, que normalmente no es invasiva, en la que los electrodos se colocan a lo largo del cuero cabelludo, aunque a veces se utilizan electrodos invasivos en aplicaciones específicas. La EEG mide las fluctuaciones de tensión debidas a la corriente iónica dentro de las neuronas del cerebro. En contextos clínicos, la EEG se refiere al registro de la actividad eléctrica espontánea del cerebro durante un período, como se registra a partir de múltiples electrodos colocados en el cuero cabelludo. Las aplicaciones de diagnóstico generalmente se enfocan en el contenido espectral de EEG, es decir, el tipo de oscilaciones neuronales (popularmente denominadas "ondas cerebrales") que se pueden observar en las señales de EEG. A pesar de la limitada resolución espacial, la EEG sigue siendo una herramienta valiosa para la investigación y el diagnóstico, especialmente cuando se requiere resolución temporal en el intervalo de los milisegundos (que no es posible con TAC o IRM). Los derivados de la técnica de EEG incluyen potenciales provocados (PP), lo que implica promediar la actividad del EEG sincronizada con la presentación de un estímulo de algún tipo (visual, somatosensorial o auditivo). Los potenciales en respuesta a un estímulo (PRE) se refieren a respuestas de EEG promediadas que están bloqueadas en el tiempo para un procesamiento de estímulos más complejo; esta técnica se utiliza en la ciencia cognitiva, la psicología cognitiva y la investigación psicofisiológica. El EEG y la medición del EEG se describen en un artículo publicado en 2006 en Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering por Katarzyna Blinowska y Piotr Durka de la Universidad de Warshow, Varsovia, Polonia, titulado: "ELECTROENCEPHALOGRAPHY (EEG)", en un artículo de Measurement Science Review (Volumen 2, Sección 2, 2002) de M. Teplan titulado: "Fundamentals of EEG Measurement", y en una presentación de M. Kabiraj publicada en Neuroscoences 2003; vol. 8 Suplemento 2, titulada: "EEG COURSE - Workshop 1 - 'Basic principles and interpretations of electroencephalography".

En el EEG convencional del cuero cabelludo, el registro se obtiene colocando electrodos en el cuero cabelludo con un gel o una pasta conductora, generalmente después de preparar el área del cuero cabelludo con una ligera abrasión para reducir la impedancia debida a las células cutáneas muertas. Muchos sistemas suelen utilizar electrodos, estando cada uno de los cuales fijado a un cable individual. Algunos sistemas utilizan gorras o redes en las que se incrustan los electrodos; esto es particularmente común cuando se necesitan series de electrodos de alta densidad. Las ubicaciones y los nombres de los electrodos están especificados por el sistema internacional 10-20 para la mayoría de las aplicaciones clínicas y de investigación (excepto cuando se utilizan series de alta densidad). Este sistema garantiza que la denominación de los electrodos sea coherente en todos los laboratorios. En la mayoría de las aplicaciones clínicas, se utilizan 19 electrodos de registro (más tierra y referencia del sistema). Por lo general, se usa una cantidad menor de electrodos cuando se registra el EEG de los recién nacidos. Se pueden agregar electrodos adicionales a la configuración convencional cuando una aplicación clínica o de investigación exige una mayor resolución espacial para un área determinada del cerebro. Las series de alta densidad (normalmente a través de una gorra o una red) pueden contener hasta 256 electrodos espaciados más o menos uniformemente alrededor del cuero cabelludo. Cada electrodo está conectado a una entrada de un amplificador diferencial (un amplificador por par de electrodos); un electrodo de referencia del sistema común está conectado a la otra entrada de cada amplificador diferencial. Estos amplificadores amplifican la tensión entre el electrodo activo y la referencia (normalmente 1000-100.000 veces, o 60-100 dB de ganancia de tensión). En el EEG analógico, después se filtra la señal (siguiente párrafo) y la señal del EEG se emite en forma de la desviación de los bolígrafos cuando el papel pasa por debajo. Actualmente, la mayoría de los sistemas de EEG, sin embargo, son digitales, y la señal amplificada se digitaliza a través de un convertidor de analógico a digital, tras pasar por un filtro anti-solapamientos. El muestreo de analógico a digital generalmente ocurre a 256-512 Hz en el EEG clínico del cuero cabelludo; en algunas aplicaciones de investigación se utilizan velocidades de muestreo de hasta 20 kHz.

Durante el registro, se puede utilizar una serie de procedimientos de activación. Estos procedimientos pueden inducir una actividad de EEG normal o anormal que de otro modo no se vería. Estos procedimientos incluyen hiperventilación, estimulación fótica (con una luz estroboscópica), cierre de ojos, actividad mental, sueño y privación del sueño. Durante la monitorización de la epilepsia (en el hospital), se pueden retirar los medicamentos anticonvulsivos típicos de un paciente. La señal de EEG digital se almacena electrónicamente y se puede filtrar para su visualización. Los ajustes típicos para el filtro de paso alto y un filtro de paso bajo son 0,5-1 Hz y 35-70 Hz, respectivamente. El filtro de paso alto normalmente filtra los artefactos lentos, como señales electrogalvánicas y artefactos de movimiento, mientras que el filtro de paso bajo filtra los artefactos de alta frecuencia, como señales electromiográficas. Por lo general, se usa un filtro de muesca adicional para eliminar los artefactos causados por las líneas eléctricas (60 Hz en los Estados Unidos y 50 Hz en muchos otros países). La señal de EEG se puede procesar con un *software* de EEG disponible gratuitamente, tal como EEGLAB o la caja de herramientas de biomarcadores neurofisiológicos.

Como parte de una evaluación para la cirugía por epilepsia, puede ser necesario insertar electrodos cerca de la superficie del cerebro, debajo de la superficie de la duramadre. Esto se logra a través de un orificio de trepanación o una craneotomía. Esto se conoce como "electrocorticografía (ECoG)", "EEG intracraneal (I-EEG)" o "EEG subdural (SD-EEG)". También se pueden colocar electrodos de profundidad en estructuras cerebrales, tales como la amígdala o el hipocampo, estructuras, que son focos epilépticos comunes y que pueden no ser "vistos" claramente por el EEG del cuero cabelludo. La señal electrocorticográfica se procesa de la misma manera que el EEG digital del cuero cabelludo (anterior), con un par de salvedades. El ECoG generalmente se registra a tasas de muestreo más altas que

el EEG del cuero cabelludo debido a los requisitos del teorema de Nyquist: la señal subdural comprende una mayor predominancia de componentes de mayor frecuencia. Adicionalmente, muchos de los artefactos que afectan al EEG del cuero cabelludo no afectan al ECoG y, por lo tanto, a menudo no es necesario filtrar la visualización.

Una señal de EEG típica de un ser humano adulto tiene una amplitud de aproximadamente 10 µV a 100 µV cuando se mide desde el cuero cabelludo y es de aproximadamente 10-20 mV cuando se mide desde electrodos subdurales. Dado que una señal de tensión de EEG representa una diferencia entre las tensiones en dos electrodos, la visualización del EEG para el encefalógrafo de lectura se puede configurar de una de entre varias maneras. La representación de los canales de EEG se denomina montaje.

Internet. Internet es un sistema global de redes informáticas interconectadas que utilizan el conjunto de protocolos de Internet estandarizados (TCP/IP), que incluye el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y el Protocolo de Internet (IP), para servir a miles de millones de usuarios en todo el mundo. Es una red de redes que consiste en millones de redes privadas, públicas, académicas, empresariales y gubernamentales, de alcance local a global, que están vinculadas por una amplia selección de tecnologías de redes electrónicas y ópticas. Internet ofrece una amplia selección de recursos y servicios de información, tales como los documentos de hipertexto interconectados en la World Wide Web (WWW) y la infraestructura para soportar el correo electrónico. La red troncal de Internet se refiere a las principales rutas de datos entre grandes redes interconectadas estratégicamente y enrutadores centrales en Internet. Estos enrutadores de datos están alojados en centros de redes de alta capacidad comerciales, gubernamentales y académicos y de otro tipo, los puntos de intercambio de Internet y los puntos de acceso a la red que intercambian tráfico de Internet entre los países, continentes y a través de los océanos del mundo. El intercambio de tráfico entre proveedores de servicios de Internet (a menudo redes de nivel 1) que participan en el tráfico de intercambio de la red troncal de Internet mediante acuerdos de interconexión negociados de forma privada, se rige principalmente por el intercambio de tráfico sin cargo.

El Protocolo de control de transmisión (TCP) es uno de los protocolos principales del conjunto de protocolos de Internet (IP) que se describe en RFC 675 y RFC 793, y el conjunto completo suele denominarse TCP/IP. El TCP proporciona la entrega fiable, ordenada y verificada de errores de un flujo de octetos entre programas que se ejecutan en ordenadores conectados a una red de área local, intranet o la Internet pública. Reside en la capa de transporte. Los navegadores web generalmente usan el TCP cuando se conectan a servidores en la World Wide Web, y se usa para enviar correos electrónicos y transferir archivos de una ubicación a otra. HTTP, HTTPS, SMTP, POP3, IMAP, SSH, FTP, Telnet y una variedad de otros protocolos están encapsulados en TCP. Como capa de transporte del conjunto TCP/IP, el TCP proporciona un servicio de comunicación a un nivel intermedio entre un programa de aplicación y el Protocolo de Internet (IP). Debido a la congestión de la red, el equilibrio de la carga de tráfico u otro comportamiento impredecible de la red, los paquetes IP pueden perderse, duplicarse o entregarse fuera de servicio. El TCP detecta estos problemas, solicita la retransmisión de los datos perdidos, reorganiza los datos desordenados e incluso ayuda a minimizar la congestión de la red para reducir la aparición de otros problemas. Una vez que el receptor TCP ha reensamblado la secuencia de octetos originalmente transmitida, la pasa a la aplicación receptora. Por tanto, el TCP abstrae la comunicación de la aplicación de los detalles de red subyacentes. El TCP es ampliamente utilizado por muchas de las aplicaciones más populares de Internet, incluyendo la World Wide Web (WWW), el correo electrónico, el protocolo de transferencia de archivos, la cubierta segura, el intercambio de archivos de igual a igual y algunas aplicaciones de transmisión de medios.

Mientras que la capa IP maneja la entrega real de los datos, el TCP realiza un seguimiento de las unidades individuales de transmisión de datos, llamadas segmentos, que se dividen en partes más pequeñas de un mensaje o datos para enrutarlos de manera eficiente a través de la red. Por ejemplo, cuando se envía un archivo HTML desde un servidor web, la capa de *software* TCP de ese servidor divide la secuencia de octetos del archivo en segmentos y los reenvía individualmente a la capa de *software* IP (capa de Internet). La capa de Internet encapsula cada segmento TCP en un paquete IP agregando un encabezado que incluye (entre otros datos) la dirección IP de destino. Cuando el programa cliente del ordenador de destino los recibe, la capa TCP (capa de transporte) vuelve a ensamblar los segmentos individuales, y garantiza que estén correctamente ordenados y sin errores mientras los transmite a una aplicación.

Las operaciones del protocolo TCP se pueden dividir en tres fases. En primer lugar, las conexiones deben establecerse correctamente en un proceso de negociación de varias etapas (establecimiento de la conexión) antes de entrar en la fase de transferencia de datos. Una vez completada la transmisión de datos, la terminación de la conexión cierra los circuitos virtuales establecidos y libera todos los recursos asignados. Una conexión TCP generalmente es administrada por un sistema operativo a través de una interfaz de programación que representa el punto final local para las comunicaciones, la toma de Internet. El extremo local sufre una serie de cambios de estado a lo largo de la duración de una conexión TCP.

El protocolo de Internet (IP) es el principal protocolo de comunicaciones que se utiliza para transmitir datagramas (paquetes) a través de una red que utiliza conjunto de protocoles de Internet. Se considera el protocolo principal que establece Internet y es responsable de enrutar paquetes a través de los límites de la red. IP es el protocolo principal en la capa de Internet del conjunto de protocolos de Internet y tiene la tarea de entregar datagramas desde el *host* de origen al *host* de destino en función de sus direcciones. Con este fin, el IP define métodos y estructuras de direccionamiento para la encapsulación de datagramas. El protocolo de Internet versión 4 (IPv4) es el protocolo

dominante de Internet. El IPv4 se describe en la Solicitud de comentarios (RFC) 791 y RFC 1349 del Grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF), y su sucesor, el protocolo de Internet versión 6 (IPv6), está actualmente activo y en creciente implementación en todo el mundo. El IPv4 utiliza direcciones de 32 bits (lo que proporciona 4 mil millones: $4{,}3 \times 10^9$ direcciones), mientras que el IPv6 utiliza direcciones de 128 bits (lo que proporciona 340 sextillones o $3{,}4 \times 10^{38}$ direcciones), como se describe en RFC 2460.

La arquitectura de Internet emplea un modelo cliente-servidor, entre otras disposiciones. Los términos "servidor" u "servidor informático" se relacionan en el presente con un dispositivo o computadora (o una pluralidad de computadoras) conectados a Internet, y se utilizan para proporcionar instalaciones o servicios a otros ordenadores u otros dispositivos (referidos en este contexto como "clientes") conectados a Internet. Un servidor es comúnmente un *host* que tiene una dirección IP y ejecuta un "programa de servidor", y normalmente funciona como una escucha de *socket*. Muchos servidores tienen una funcionalidad específica, como un servidor web, servidor del sistema de nombres de dominio (DNS) (descrito en RFC 1034 y RFC 1035), servidor de protocolo de configuración dinámica de *host* (DHCP) (descrito en RFC 2131 y RFC 3315), servidor de correo, servidor de protocolo de transferencia de archivos (FTP) y servidor de base de datos. De igual manera, el término "cliente" se utiliza en el presente documento para incluir, pero sin limitación, un programa o un dispositivo, o un ordenador (o una serie de ordenadores) que ejecuta este programa, que accede a un servidor a través de Internet para un servicio o un recurso. Los clientes comúnmente inician conexiones que un servidor puede aceptar. A modo de ejemplo no limitativo, los navegadores web son clientes que se conectan a servidores web para recuperar páginas web, y los clientes de correo electrónico se conectan a servidores de almacenamiento de correo para recuperar correos.

Forma inalámbrica. Cualquier realización del presente documento puede utilizarse junto con uno o más tipos de señales y/o sistemas de comunicación inalámbrica, por ejemplo, radiofrecuencia (RF), infrarrojos (IR), multiplexación por división de frecuencia (FDM), FDM ortogonal (OFDM), multiplexación por división de tiempo (TDM), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), TDMA ampliado (E-TDMA), servicio general de radio por paquetes (GPRS), GPRS ampliado, acceso múltiple por división de código (CDMA), CDMA de banda ancha (WCDMA), CDMA 2000, CDMA de un solo portador, CDMA multiportador, modulación multiportadora (MDM), multitono discreto (DMT), Bluetooth (RTM), sistema de posicionamiento global (GPS), Wi-Fi, Wi-Max, ZigBee (TM), Banda ultraancha (UWB), sistema global para comunicaciones móviles (GSM), 2G, 2,5G, 3G, 3,5G, velocidades de datos mejoradas para GSM Evolution (EDGE) o similares. Cualquier red inalámbrica o conexión inalámbrica del presente documento puede funcionar sustancialmente de acuerdo con las normas IEEE 802.11, 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11k, 802.11n, 802.11r, 802.16, 802.16d, 802.16e, 802.20, 802.21 y/o versiones futuras y/o derivadas de las normas anteriores. Además, un elemento en red (o un dispositivo) del presente documento puede consistir en, formar parte de, o incluir, un sistema de comunicación celular por radio-teléfono, un teléfono móvil, un teléfono inalámbrico, un dispositivo de sistemas de comunicación personal (PCS), un dispositivo PDA que incorpore un dispositivo de comunicación inalámbrico, o un dispositivo móvil/portátil de Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Además, una comunicación inalámbrica puede basarse en las tecnologías inalámbricas que se describen en el Capítulo 20: "*Wireless Technologies*" con el número de publicación 1-587005-001-3 de Cisco Systems, Inc. (7/99) titulado: "*Internetworking Technologies Handbook*". Las tecnologías y redes inalámbricas se describen con más detalle en un libro publicado en 2005 por Pearson Education, Inc. William Stallings [ISBN: 0-13-191835-4] titulado: "Comunicaciones y Redes Inalámbricas - Segunda Edición".

Las redes inalámbricas generalmente emplean una antena (también conocida como parte aérea), que es un dispositivo eléctrico que convierte la energía eléctrica en ondas de radio, y viceversa, conectado a un transceptor de radio inalámbrico. En transmisión, un transmisor de radio suministra una corriente eléctrica que oscila en radiofrecuencia a los terminales de la antena, y la antena irradia la energía de la corriente en forma de ondas electromagnéticas (ondas de radio). En la recepción, una antena intercepta parte de la potencia de una onda electromagnética para producir una tensión baja en sus terminales que se aplica a un receptor para ser amplificado. Por lo general, una antena consiste en una disposición de conductores metálicos (elementos), conectados eléctricamente (a menudo a través de una línea de transmisión) al receptor o transmisor. Una corriente oscilante de electrones forzados a través de la antena por un transmisor creará un campo magnético oscilante alrededor de los elementos de la antena, mientras que la carga de los electrones también crea un campo eléctrico oscilante a lo largo de los elementos. Estos campos variables en el tiempo se irradian desde la antena hacia el espacio como una onda de campo electromagnético transversal en movimiento. Por el contrario, durante la recepción, los campos eléctricos y magnéticos oscilantes de una onda de radio entrante ejercen fuerza sobre los electrones en los elementos de la antena, haciendo que se muevan hacia adelante y hacia atrás, creando corrientes oscilantes en la antena. Las antenas pueden diseñarse para transmitir y recibir ondas de radio en todas las direcciones horizontales por igual (antenas omnidireccionales), o preferentemente en una dirección particular (antenas direccionales o de alta ganancia). En el último caso, una antena también puede incluir elementos o superficies adicionales sin conexión eléctrica al transmisor o receptor, como elementos parásitos, reflectores parabólicos o bocinas, que sirven para dirigir las ondas de radio en un haz u otro patrón de radiación deseado.

ISMO. Las bandas industriales, científicas y médicas de radio (ISM) son bandas de radio (porciones del espectro de radio) reservadas internacionalmente para el uso de energía de radiofrecuencia (RF) para fines industriales, fines científicos y médicos distintos de las telecomunicaciones. En general, los equipos de comunicaciones que funcionan en estas bandas deben tolerar cualquier interferencia generada por los equipos ISM, y los usuarios no tienen protección reglamentaria contra el funcionamiento de los dispositivos ISM. Las bandas ISM están definidas por el ITU-

R en 5.138, 5.150 y 5.280 del Reglamento de Radiocomunicaciones. El uso de las bandas designadas en estas secciones por cada país puede diferir debido a variaciones en las regulaciones de radio nacionales. Debido a que los dispositivos de comunicación que utilizan las bandas ISM deben tolerar cualquier interferencia de los equipos ISM, las operaciones sin licencia generalmente pueden usar estas bandas, ya que la operación sin licencia generalmente necesita ser tolerante con la interferencia de otros dispositivos de todos modos. Las bandas ISM comparten asignaciones con operaciones con y sin licencia; sin embargo, debido a la alta probabilidad de interferencia dañina, el uso autorizado de las bandas suele ser bajo. En los Estados Unidos, los usos de las bandas ISM se rigen por la Parte 18 de las normas de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), mientras que la Parte 15 contiene las normas para los dispositivos de comunicación sin licencia, incluso aquellos que comparten frecuencias ISM. En Europa, el ETSI se encarga de las bandas ISM.

Las bandas ISM comúnmente utilizadas incluyen una banda de 2,45 GHz (también conocida como banda de 2,4 GHz) que incluye la banda de frecuencia entre 2,400 GHz y 2,500 GHz, una banda de 5,8 GHz que incluye la banda de frecuencia 5,725-5,875 GHz, una banda de 24 GHz que incluye la banda de frecuencia 24,000-24,250 GHz, una banda de 61 GHz que incluye la banda de frecuencia 61,000-61,500 GHz, una banda de 122 GHz que incluye la banda de frecuencias 122.000-123.000 GHz, y una banda de 244 GHz que incluye la banda de frecuencias 244.000-246.000 GHz.

ZigBee. ZigBee es una norma para un conjunto de protocolos de comunicación de alto nivel que utilizan radios digitales pequeñas y de bajo consumo basadas en una norma IEEE 802 para redes de área personal (PAN). Las aplicaciones incluyen interruptores de luz inalámbricos, medidores eléctricos con pantallas en el hogar y otros equipos industriales y de consumo que requieren una transferencia inalámbrica de datos de corto alcance a velocidades relativamente bajas. La tecnología definida por la especificación ZigBee pretende ser más sencilla y menos costosa que otras WPAN, tales como el Bluetooth. El ZigBee está dirigido a aplicaciones de radiofrecuencia (RF) que requieren una velocidad de datos baja, batería de larga duración y redes seguras. ZigBee tiene una velocidad definida de 250 kbps adecuada para datos periódicos o intermitentes o una transmisión de señal única desde un sensor o dispositivo de entrada.

ZigBee se basa en la capa física y el control de acceso al medio definido en la norma IEEE 802.15.4 (versión 2003) para WPAN de baja velocidad. Las especificaciones revelan además cuatro componentes principales: capa de red, capa de aplicación, objetos de dispositivo ZigBee (ZDO) y objetos de aplicación definidos por el fabricante, que permiten la personalización y favorecen la integración total. Los ZDO son responsables de una serie de tareas, que incluyen el mantenimiento de roles de dispositivos, la gestión de solicitudes para unirse a una red, la detección de dispositivos y seguridad. Debido a que los nodos ZigBee pueden pasar del modo de suspensión al modo activo en 30 ms o menos, la latencia puede ser baja y los dispositivos pueden responder, particularmente en comparación con los retrasos de activación de Bluetooth, que suelen ser de alrededor de tres segundos. Los nodos ZigBee pueden estar en suspensión la mayor parte del tiempo, por lo tanto, el consumo de energía promedio puede ser menor, dando lugar a una mayor duración de la batería.

Hay tres tipos definidos de dispositivos ZigBee: coordinador ZigBee (ZC), enrutador ZigBee (ZR) y dispositivo final ZigBee (ZED). El coordinador ZigBee (ZC) es el dispositivo más capaz y forma la raíz del árbol de la red y puede conectarse con otras redes. Hay exactamente un coordinador ZigBee definido en cada red, ya que es el dispositivo que inició la red originalmente. Es capaz de almacenar información sobre la red, incluida la actuación como centro de confianza y depósito de claves de seguridad. El enrutador ZigBee (ZR) puede estar ejecutando una función de aplicación y puede estar actuando como un enrutador intermedio, transmitiendo los datos desde otros dispositivos. El dispositivo final ZigBee (ZED) contiene la funcionalidad para hablar con un nodo principal (ya sea el coordinador o un enrutador). Esta relación permite que el nodo esté en suspensión una cantidad significativa del tiempo, proporcionando así una batería de larga duración. Un ZED requiere la menor cantidad de memoria y, por lo tanto, puede ser menos costoso de fabricar que un ZR o ZC.

Los protocolos se basan en investigaciones algorítmicas recientes (vector de distancia bajo demanda según las necesidades, neuRFon) para construir automáticamente una red según las necesidades de nodos de baja velocidad. En la mayoría de los casos de redes grandes, la red será un grupo de grupos. También puede formar una malla o un solo grupo. Los protocolos ZigBee actuales admiten redes habilitadas para balizas y no balizas. En redes no habilitadas para balizas, se utiliza un mecanismo de acceso al canal CSMA/CA no ranurado. En este tipo de red, los enrutadores ZigBee suelen tener sus receptores activos de manera continua, que requieren una fuente de alimentación más robusta. Sin embargo, esto permite redes heterogéneas en las que algunos dispositivos reciben de manera continua, mientras que otros solo transmiten cuando se detecta un estímulo externo.

En las redes habilitadas para balizas, los nodos de red especiales denominados enrutadores ZigBee transmiten balizas periódicas para confirmar su presencia a otros nodos de red. Los nodos pueden estar en suspensión entre las balizas, reduciendo así su ciclo de trabajo y extendiendo la vida útil de la batería. Los intervalos de las balizas dependen de la velocidad de los datos; pueden variar entre 15,36 milisegundos y 251,65824 segundos a 250 Kbit/s, de 24 milisegundos a 393,216 segundos a 40 Kbit/s, y de 48 milisegundos a 786,432 segundos a 20 Kbit/s. En general, los protocolos ZigBee minimizan el tiempo que la radio está encendida para reducir el consumo de energía. En las redes de balizamiento, los nodos solo necesitan estar activos mientras se transmite una baliza. En redes no habilitadas para balizas, el consumo de energía es decididamente asimétrico: algunos dispositivos están siempre activos mientras

que otros pasan la mayor parte del tiempo en suspensión.

A excepción del Smart Energy Profile 2.0, los dispositivos ZigBee actuales cumplen con la norma IEEE 802.15.4-2003 de redes de área personal inalámbricas de baja velocidad (LR-WPAN). La norma especifica las capas inferiores del protocolo: la capa PHYsical (PHY) y la parte de control de acceso a medios (MAC) de la capa de enlace de datos (DLL). El modo básico de acceso al canal es "acceso múltiple con detección de portadora/evitación de colisiones" (CSMA/CA), es decir, los nodos hablan de la misma manera que conversan las personas; y verifican brevemente que nadie esté hablando antes de comenzar. Hay tres excepciones notables en el uso de CSMA. Las balizas se envían en un horario fijo y no utilizan CSMA. Las confirmaciones de mensajes tampoco utilizan CSMA. Por último, los dispositivos en redes orientadas a balizas, que tienen un requisito de baja latencia en tiempo real, también pueden usar franjas horarias garantizadas (GTS), que por definición no utilizan CSMA.

Z-Wave. Z-Wave es un protocolo de comunicaciones inalámbricas de Z-Wave Alliance (http://www.z-wave.com) diseñada para la automatización del hogar, específicamente para aplicaciones de control remoto en entornos residenciales y comerciales ligeros. La tecnología utiliza una radio RF de baja potencia integrada o adaptada en dispositivos y sistemas electrónicos domésticos, tales como de iluminación, control de acceso al hogar, sistemas de entretenimiento y electrodomésticos. Z-Wave se comunica mediante una tecnología inalámbrica de bajo consumo diseñada específicamente para aplicaciones de control remoto. Z-Wave funciona en el intervalo de frecuencias de subgigahercios, de aproximadamente 900 MHz. Esta banda compite con algunos teléfonos inalámbricos y otros dispositivos electrónicos de consumo, pero evita la interferencia con WiFi y otros sistemas que funcionan en la concurrida banda de 2,4 GHz. Z-Wave está diseñado para integrarse fácilmente en productos electrónicos de consumo, incluidos los dispositivos que funcionan con baterías, tales como los controles remotos, detectores de humo y sensores de seguridad.

Z-Wave es una tecnología de red de malla donde cada nodo o dispositivo de la red es capaz de enviar y recibir comandos de control a través de paredes o pisos, y utilizar nodos intermedios para sortear los obstáculos domésticos o puntos muertos de radio que pueda haber en el hogar. Los dispositivos Z-Wave pueden funcionar individualmente o en grupos, y pueden programarse en entornos o eventos que activan múltiples dispositivos, ya sea automáticamente o por control remoto. Las especificaciones de radio Z-wave incluyen un ancho de banda de 9600 bit/s o 40 Kbit/s, totalmente interoperable, Modulación GFSK y un intervalo de aproximadamente 30 metros (100 pies) suponiendo condiciones al "aire libre", con alcance reducido en interiores dependiendo de los materiales de construcción, etc. La radio Z-Wave utiliza la banda ISM de 900 MHz: 908,42 MHz (Estados Unidos); 868,42 MHz (Europa); 919,82 MHz (Hong Kong); y 921,42 MHz (Australia/Nueva Zelanda).

Z-Wave utiliza una topología de red de malla enrutada en origen y tiene uno o más controladores maestros que controlan el enrutamiento y la seguridad. Los dispositivos pueden comunicarse entre sí mediante el uso de nodos intermedios para enrutar activamente y sortear obstáculos o puntos muertos de radio que puedan existir en el hogar. Un mensaje del nodo A al nodo C se puede entregar con éxito incluso si los dos nodos no están dentro del intervalo, siempre que un tercer nodo B pueda comunicarse con los nodos A y C. Si la ruta preferida no está disponible, el originador del mensaje intentará otras rutas hasta que se encuentre una ruta al nodo "C". Por lo tanto, una red Z-Wave puede abarcar mucho más que el intervalo de radio de una sola unidad; sin embargo, con varios de estos saltos, se puede introducir un retraso entre el comando de control y el resultado deseado. Para que las unidades de Z-Wave puedan enrutar mensajes no solicitados, no pueden estar en modo de suspensión. Por lo tanto, la mayoría de los dispositivos que funcionan con baterías no están diseñados como unidades repetidoras. Una red Z-Wave puede consistir en hasta 232 dispositivos con la opción de unir redes si se requieren más dispositivos.

WWAN. Cualquier red inalámbrica del presente documento puede ser una red de área amplia inalámbrica (WWAN), tal como una red de banda ancha inalámbrica, y el puerto WWAN puede ser una antena, y el transceptor WWAN puede ser un módem inalámbrico. La red inalámbrica puede ser una red de satélite, la antena puede ser una antena de satélite y el módem inalámbrico puede ser un módem de satélite. La red inalámbrica puede ser una red WiMAX tal como de acuerdo con, compatible con, o basada en, IEEE 802,16-2009, la antena puede ser una antena WiMAX y el módem inalámbrico puede ser un módem WiMAX. La red inalámbrica puede ser una red de telefonía celular, la antena puede ser una antena celular y el módem inalámbrico puede ser un módem celular. La red de telefonía celular puede ser una red de tercera generación (3G) y puede usar UMTS W-CDMA, UMTS HSPA, UMTS TDD, CDMA2000 1xRTT, CDMA2000 EV-DO o GSM EDGE-Evolution. La red de telefonía celular puede ser una red de Cuarta Generación (4G) y puede usar o ser compatible con HSPA+, WiMAX móvil, LTE, LTE-Advanced, MBWA, o puede ser compatible con, o basarse en, IEEE 802.20-2008.

WLAN. La red de área local inalámbrica (WLAN), es una tecnología inalámbrica popular que hace uso del espectro de frecuencias industrial, científico y médico (ISM). En los EE.UU, tres de las bandas dentro del espectro ISM son la banda A, 902-928 MHz; la banda B, 2,4-2,484 GHz (también conocida como 2,4 GHz); y la banda C, 5,725-5,875 GHz (también conocido como 5 GHz). Las bandas superpuestas y/o similares se utilizan en diferentes regiones como Europa y Japón. Para permitir la interoperabilidad entre equipos fabricados por diferentes proveedores, pocas normas de WLAN han evolucionado, como parte del grupo de normas IEEE 802.11, con la marca WiFi (www.wi-fi.org). IEEE 802.11b describe una comunicación que utiliza la banda de frecuencia de 2,4 GHz y admite una velocidad de comunicación de 11 Mb/s, IEEE 802.11a usa la banda de frecuencia de 5 GHz para transportar 54 MB/s e IEEE

802.11g usa la banda de 2,4 GHz para soportar 54 Mb/s. La tecnología WiFi se describe con más detalle en una publicación titulada: "*WiFi Technology*" por la Autoridad Reguladora de Telecomunicaciones, publicada en julio de 2003, que se incorpora en su totalidad para todos los fines como si se expusiera completamente en el presente documento. El documento IEEE 802 define una conexión según las necesidades entre dos o más dispositivos sin utilizar un punto de acceso inalámbrico: los dispositivos se comunican directamente cuando están dentro del alcance. Una red ad hoc ofrece un diseño de igual a igual y se usa comúnmente en situaciones como un intercambio de datos rápido o un juego de LAN multijugador, porque la configuración es fácil y no se requiere un punto de acceso.

Un nodo/cliente con una interfaz WLAN se conoce comúnmente como STA (estación inalámbrica/cliente inalámbrico). La funcionalidad STA puede integrarse como parte de la unidad de datos o, como alternativa, ser una unidad especializada, conocida como puente, acoplada a la unidad de datos. Si bien las STA pueden comunicarse sin ningún *hardware* adicional (modo según las necesidades), dicha red generalmente implica un punto de acceso inalámbrico (también conocido como WAP o AP) como un dispositivo de mediación. El WAP implementa el conjunto de estaciones básicas (BSS) y/o modo según las necesidades basado en BSS independiente (IBSS). STA, el cliente, el puente y el WAP se denominarán conjuntamente en lo sucesivo unidad WLAN. La asignación de ancho de banda para IEEE 802.11g inalámbrico en los EE. UU. permite que se lleven a cabo varias sesiones de comunicación simultáneamente, donde se definen once canales superpuestos separados por 5 MHz, desde 2412 MHz como frecuencia central para el canal número 1, a través del canal 2 centrado en 2417 MHz y 2457 MHz como frecuencia central para el canal número 10, hasta el canal 11 centrado en 2462 MHz. El ancho de banda de cada canal es de 22 MHz, simétricamente (+/- 11 MHz) ubicado alrededor de la frecuencia central. En la vía de transmisión, primero se genera la señal de banda base (IF) en función de los datos que se van a transmitir, utilizando la técnica de modulación OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal) basada en 256 QAM (modulación de amplitud en cuadratura), produciendo una señal de banda de frecuencia de 22 MHz (ancho de un solo canal). Luego, la señal se convierte a 2,4 GHz (RF) y se coloca en la frecuencia central del canal requerido, y se transmite al aire a través de la antena. De igual manera, la ruta de recepción comprende un canal recibido en el espectro de RF, se convierte a la banda base (IF), en donde luego se extraen los datos.

Para admitir múltiples dispositivos y usar una solución permanente, normalmente se utiliza un punto de acceso inalámbrico (WAP). Un punto de acceso inalámbrico (WAP o punto de acceso - AP) es un dispositivo que permite que los dispositivos inalámbricos se conecten a una red cableada mediante Wi-Fi o normas relacionadas. El WAP generalmente se conecta a un enrutador (a través de una red cableada) como un dispositivo independiente, pero también puede ser un componente integrado en el propio enrutador. El uso de un punto de acceso (AP) inalámbrico permite a los usuarios agregar dispositivos que acceden a la red con pocos cables o sin ellos. Un WAP normalmente se conecta directamente a una conexión Ethernet por cable, y el AP luego proporciona conexiones inalámbricas mediante enlaces de radiofrecuencia para que otros dispositivos utilicen esa conexión por cable. La mayoría de los puntos de acceso admiten la conexión de varios dispositivos inalámbricos a una conexión por cable. El acceso inalámbrico generalmente implica consideraciones de seguridad especiales, ya que cualquier dispositivo dentro de un intervalo del WAP puede conectarse a la red. La solución más común es el cifrado del tráfico inalámbrico. Los puntos de acceso modernos vienen con encriptación integrada, como privacidad equivalente por cable (WEP) y acceso protegido Wi-Fi (WPA), y normalmente se utilizan con una contraseña o una frase de contraseña. La autenticación en general, y una autenticación WAP en particular, se utiliza como base para la autorización, que determina si se puede otorgar un privilegio a un usuario o proceso en particular, la privacidad, que evita que la información sea conocida por los no participantes, y el no repudio, que es la incapacidad de negar haber hecho algo que estaba autorizado a hacer basándose en la autenticación. Una autenticación en general, y una autenticación WAP en particular, puede usar un servidor de autenticación que proporciona un servicio de red que las aplicaciones pueden usar para autenticar las credenciales, generalmente nombres de cuenta y contraseñas de sus usuarios. Cuando un cliente envía un conjunto válido de credenciales, recibe un tique criptográfico que posteriormente podrá utilizar para acceder a diversos servicios. Los algoritmos de autenticación incluyen contraseñas, Kerberos y cifrado de clave pública.

Las tecnologías de la técnica anterior para redes de datos pueden basarse en técnicas de modulación de una sola portadora, tales como AM (modulación de amplitud), FM (modulación de frecuencia) y PM (modulación de fase), así como técnicas de codificación de bits como QAM (modulación de amplitud en cuadratura) y QPSK (modulación por desplazamiento de fase en cuadratura). Las tecnologías de espectro ensanchado, para incluir tanto DSSS (espectro ensanchado de secuencia directa) como FHSS (espectro ensanchado por salto de frecuencia) son conocidas en la técnica. El espectro ensanchado suele emplear modulación multiportadora (MCM) tal como OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal). OFDM y otro espectro ensanchado se usan comúnmente en sistemas de comunicación inalámbricos, particularmente en redes WLAN.

BAN. Una red inalámbrica puede ser una red de área corporal (BAN) de acuerdo con, o basada en, la norma IEEE 802.15.6 y los dispositivos de comunicación pueden comprender una interfaz BAN que puede incluir un puerto BAN y un transceptor BAN. El BAN puede ser un BAN inalámbrico (WBAN), y el puerto BAN puede ser una antena y el transceptor BAN puede ser un módem WBAN.

Bluetooth. Bluetooth es una norma de tecnología inalámbrica para intercambiar datos en distancias cortas (usando ondas de radio UHF de longitud de onda corta en la banda ISM de 2,4 a 2,485 GHz) desde dispositivos fijos y móviles, y construir redes de área personal (PAN). Puede conectar varios dispositivos, resolviendo los problemas de

sincronización. Una red de área personal (PAN) puede estar de acuerdo con, ser compatible con, o estar basada en, Bluetooth™ o la norma IEEE 802.15.1-2005. Un aparato eléctrico controlado por Bluetooth se describe en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2014/0159877 de Huang titulada: "*Bluetooth Controllable Electrical Appliance*", y una fuente de alimentación eléctrica se describe en la solicitud de patente de EE. UU n.º 2014/0070613 de Garb *et al.* titulada: "*Electric Power Supply and Related Methods*". Cualquier red de área personal (PAN) puede estar de acuerdo con, ser compatible con, o estar basada en, Bluetooth™ o la norma IEEE 802.15.1-2005. Un aparato eléctrico controlado por Bluetooth se describe en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2014/0159877 de Huang titulada: "*Bluetooth Controllable Electrical Appliance*", y una fuente de alimentación eléctrica se describe en la solicitud de patente de EE. UU n.º 2014/0070613 de Garb *et al.* titulada: "*Electric Power Supply and Related Methods* ".

Bluetooth funciona en frecuencias entre 2402 y 2480 MHz, o 2400 y 2483,5 MHz, incluidas las bandas de protección de 2 MHz de ancho en el extremo inferior y 3,5 MHz de ancho en la parte superior. Se encuentra en la banda de radiofrecuencia de corto alcance de 2,4 GHz industrial, científica y médica (ISM) sin licencia (pero no sin regulación). Bluetooth utiliza una tecnología de radio llamada espectro ensanchado por salto de frecuencia. Bluetooth divide los datos transmitidos en paquetes y transmite cada paquete en uno de los 79 canales Bluetooth designados. Cada canal tiene un ancho de banda de 1 MHz. Suele realizar 800 saltos por segundo, con el salto de frecuencia adaptativo (AFH) habilitado. Bluetooth de baja energía utiliza un espacio de 2 MHz, que aloja 40 canales. Bluetooth es un protocolo basado en paquetes con una estructura de maestro-esclavo. Un maestro puede comunicarse con hasta siete esclavos en una piconet. Todos los dispositivos comparten el reloj del maestro. El intercambio de paquetes se basa en el reloj básico, definido por el maestro, que marca a intervalos de 312,5 µs. Dos tics de reloj forman una ranura de 625 µs y dos ranuras forman un par de ranuras de 1250 µs. En el caso simple de paquetes de una sola ranura, el maestro transmite en ranuras pares y recibe en ranuras impares. El esclavo, por el contrario, recibe en ranuras pares y transmite en ranuras impares. Los paquetes pueden tener 1, 3 o 5 ranuras de longitud, pero, en todos los casos, la transmisión del maestro comienza en las ranuras pares y la del esclavo en las impares.

Un dispositivo Bluetooth maestro puede comunicarse con un máximo de siete dispositivos en una piconet (una red informática según las necesidades que utiliza tecnología Bluetooth), aunque no todos los dispositivos alcanzan este máximo. Los dispositivos pueden cambiar roles, si así se acuerda, y el esclavo puede convertirse en maestro (por ejemplo, un auricular que inicia una conexión con un teléfono necesariamente comienza como maestro, como iniciador de la conexión, pero puede funcionar posteriormente como esclavo). La especificación principal de Bluetooth prevé la conexión de dos o más piconets para formar una red dispersa, en la que ciertos dispositivos desempeñan simultáneamente el papel de maestro en una piconet y el papel de esclavo en otra. En cualquier momento dado, los datos se pueden transferir entre el maestro y otro dispositivo (excepto el modo de transmisión poco utilizado). El maestro elige a qué dispositivo esclavo dirigirse; normalmente, cambia rápidamente de un dispositivo a otro en forma rotativa. Dado que es el maestro el que elige a qué esclavo dirigirse, mientras que se supone que un esclavo debe escuchar en cada ranura de recepción, ser maestro es una carga más ligera que ser esclavo. Ser maestro de siete esclavos es posible; ser esclavo de más de un maestro es difícil.

El Bluetooth de baja energía. Bluetooth de bajo consumo (Bluetooth LE, BLE, comercializado como Bluetooth Smart) es una tecnología de red de área personal inalámbrica diseñada y comercializada por Bluetooth Special Interest Group (SIG) destinada a aplicaciones novedosas en el cuidado de la salud, la forma física, las balizas, las industrias de seguridad y el entretenimiento en el hogar. En comparación con el Bluetooth clásico, Bluetooth Smart está diseñado para proporcionar un consumo de energía y un coste considerablemente reducidos mientras se mantiene un intervalo de comunicación similar. El Bluetooth de bajo consumo se describe en un SIG de Bluetooth publicado el 2 de diciembre de 2014, versión estándar del paquete básico cubierto: 4.2, titulado: "Master Table of Contents & Compliance Requirements - Specification Volume 0", y en un artículo publicado en 2012 en Sensors [ISSN 1424-8220] por Carles Gomez *et al.* [Sensors 2012, 12, 11734-11753; doi:10.3390/s120211734] titulado: "Overview and Evaluation of Bluetooth Low Energy: An Emerging Low-Power Wireless Technology".

La tecnología Bluetooth Smart funciona en el mismo intervalo del espectro (la banda ISM de 2,400 GHz-2,4835 GHz) que la tecnología Bluetooth clásica, pero utiliza un conjunto diferente de canales. En lugar de los 79 canales del Bluetooth clásico de 1 MHz, Bluetooth Smart tiene 40 canales de 2 MHz. Dentro de un canal, los datos se transmiten mediante modulación por desplazamiento de frecuencia gaussiana, de manera similar al esquema de Tarifa Básica de Bluetooth Clásico. La velocidad en bits es de 1 Mbit/s y la potencia máxima de transmisión es de 10 mW. Bluetooth Smart utiliza saltos de frecuencia para contrarrestar los problemas de interferencia de banda estrecha. El Bluetooth clásico también usa saltos de frecuencia, pero los detalles son diferentes; como resultado, mientras que tanto la FCC como el ETSI clasifican la tecnología Bluetooth como un esquema FHSS, Bluetooth Smart se clasifica como un sistema que utiliza técnicas de modulación digital o un espectro ensanchado de secuencia directa. Todos los dispositivos Bluetooth Smart utilizan el perfil de atributo genérico (GATT). La interfaz de programación de aplicaciones que ofrece un sistema operativo compatible con Bluetooth Smart generalmente se basará en los conceptos del GATT.

WMN. Una red de malla inalámbrica (WMN) y los sistemas de distribución inalámbricos (WDS) se conocen en la técnica como una red de comunicación formada por clientes, enrutadores de malla y puertas de enlace organizados en una topología de malla y conectados mediante radio. Tales redes inalámbricas pueden basarse en DSR como protocolo de enrutamiento. Los WMN están estandarizados la norma IEEE 802.11 y W. Steven Conner los describe en una presentación de diapositivas, Intel Corp. *et al.* titulada: "IEEE 802.11s Tutorial" presentada en el documento

IEEE 802, Plenary, Dallas, el 13 de noviembre de 2006, en una presentación de diapositivas de Eugen Borcoci de la Universidad Politécnica de Bucarest, titulada: "Wireless Mesh Networks Technologies: Architectures, Protocols, Resource Management and Applications", presentada en la Conferencia INFOWARE del 22 al 29 de agosto de 2009 en Cannes, Francia, y en un artículo de la revista *IEEE Communication* de Joseph D. Camp y Edward W. Knightly de Ingeniería Eléctrica e Informática, Rice University, Houston, Texas, EE. UU., titulado: "The IEEE 802.11s Extended Service Set Mesh Networking Standard". La disposición descrita en el presente documento se puede aplicar igualmente a tales redes inalámbricas, en las que dos clientes intercambian información utilizando diferentes rutas mediante enrutadores de malla como servidores intermedios y de retransmisión. Comúnmente en redes inalámbricas, el enrutamiento se basa en direcciones MAC. Así pues, el análisis anterior relacionado con las direcciones IP se aplica en tales redes al uso de las direcciones MAC para identificar al cliente que origina el mensaje, los enrutadores de malla (o puertas de enlace) que sirven como servidores de retransmisión y el cliente que actúa como el ordenador de destino final.

Celular. La red de telefonía celular puede estar de acuerdo con, ser compatible con, o puede estar basada en, una red de tercera generación (3G) que utiliza UMTS W-CDMA, UMTS HSPA, UMTS TDD, CDMA2000 1xRTT, CDMA2000 EV-DO o GSM EDGE-Evolution. La red de telefonía celular puede ser una red de Cuarta Generación (4G) que utiliza HSPA+, WiMAX móvil, LTE, LTE-Advanced, MBWA, o puede estar basada o ser compatible con la norma IEEE 802.20-2008.

NFC. Cualquier comunicación inalámbrica en el presente documento puede estar parcial o totalmente de acuerdo con, o estar basada en, la comunicación de corto alcance como comunicación de campo cercano (NFC), que tiene una distancia de trabajo teórica de 20 centímetros y una distancia de trabajo práctica de unos 4 centímetros, y se usa comúnmente con dispositivos móviles, tales como los teléfonos inteligentes. La NFC normalmente funciona a 13,56 MHz, tal como se define en la interfaz aérea ISO/IEC 18000-3, y a velocidades de datos que van desde los 106 Kbit/s hasta los 424 Kbit/s. La NFC comúnmente implica un iniciador y un objetivo; el iniciador genera activamente un campo de RF que puede abastecer a un objetivo pasivo. La comunicación NFC de igual a igual es posible, siempre y cuando ambos dispositivos estén alimentados.

La NFC generalmente admite modos de funcionamiento pasivos y activos. En el modo de comunicación pasiva, el dispositivo iniciador proporciona un campo portador y el dispositivo objetivo responde modulando el campo existente, y el dispositivo objetivo puede extraer su potencia operativa del campo electromagnético proporcionado por el iniciador, haciendo así que el dispositivo de destino sea un transpondedor. En el modo de comunicación activo, ambos dispositivos suelen tener fuentes de alimentación, y tanto el dispositivo iniciador como el objetivo se comunican generando alternativamente sus propios campos, donde un dispositivo desactiva su campo de RF mientras espera datos. La NFC generalmente usa modulación de desplazamiento de amplitud (ASK) y emplea dos esquemas diferentes para transferir datos. A la velocidad de transferencia de datos de 106 Kbit/s, se utiliza una codificación Miller modificada con el 100 % de modulación, mientras que, en todos los demás casos, se utiliza la codificación Manchester con una relación de modulación del 10 %.

La comunicación NFC puede estar parcial o totalmente de acuerdo con, o basada en, las normas NFC ISO/IEC 18092 o ECMA-340 tituladas: "Near Field Communication Interface and Protocol-1 (NFCIP-1)", y las normas ISO/IEC 21481 o ECMA-352 tituladas: "*Near Field Communication Interface and Protocol-2 (NFCIP-2)*". La tecnología NFC se describe en el libro blanco de ECMA International EcmalTC32-TG19/2005/012 titulado: "*Near Field Communication - White paper*", en el Libro Blanco de Rohde y Schwarz 1MA182_4e titulado: "*Near Field Communication (NFC) Technology and Measurements White Paper*", y en el libro blanco de Jan Kremer Consulting Services (JKCS) titulado: "*NFC - Near Field Communication - White paper*".

Carácter aleatorio. La aleatoriedad se implementa comúnmente mediante el uso de números aleatorios, definida como una secuencia de números o símbolos que carecen de cualquier patrón y, por lo tanto, parecen aleatorios, a menudo son generados por un generador de números aleatorios. La aleatoriedad por seguridad también se describe en el documento IETF RFC 1750 "Randomness Recommendations for Security" (12/1994), que se incorpora en su totalidad para todos los fines como si se expusiera completamente en el presente documento. Un generador de números aleatorios (con salida analógica o digital) puede estar basado en *hardware*, utilizando un proceso físico como el ruido térmico, ruido de disparo, radiación nuclear en descomposición, efecto fotoeléctrico u otros fenómenos cuánticos. Como alternativa o adicionalmente, la generación de los números aleatorios puede basarse en *software*, utilizando un procesador que ejecuta un algoritmo para generar números pseudoaleatorios que se aproxima a las propiedades de los números aleatorios.

El término "aleatorio" en el presente documento pretende cubrir no solo el azar puro, señales generadas de forma no determinista y no prevista, sino también las señales deterministas pseudoaleatorias, tales como el resultado de un registro de desplazamiento provisto de un circuito de realimentación utilizado para generar señales binarias pseudoaleatorias o como codificadores, y las señales caóticas, en las que puede utilizarse un factor de aleatoriedad.

Se puede utilizar un generador de señales aleatorias digitales (conocido como generador de números aleatorios) en donde los números en forma binaria reemplazan la emisión de valores de tensión analógica para cualquier aleatoriedad. Un enfoque para la generación de números aleatorios se basa en el uso de registros de desplazamiento

de retroalimentación lineal. Un ejemplo de generadores de números aleatorios se describe en la patente de EE. UU. n.º 7.124.157 de Ikake titulada: "*Random Number Generator*", en la patente de EE. UU. n.º 4.905.176 de Schulz titulada: "*Random Number Generator Circuit*", en la patente de EE. UU. n.º 4.853.884 de Brown *et al.* titulada: "*Random Number Generator with Digital Feedback'* y en la patente de EE. UU. n.º 7.145.933 de Szajnowski, titulada: "*Method and Apparatus for generating Random signals*".

Un generador de señales aleatorias digitales puede basarse en la "Generación de números aleatorios verdaderos IC RPG100/RPG100B" disponible de FDK Corporation y descrito en la hoja de datos 'Generador de números aleatorios físicos RPG100.RPG100B' REV. 08 número de publicación HM-RAE106-0812, que se incorpora en su totalidad para todos los fines como si se expusiera completamente en el presente documento. El generador de señal aleatoria digital puede estar basado en *hardware*, generar números aleatorios a partir de un proceso o fenómeno físico natural, como el ruido térmico del semiconductor que no tiene periodicidad. Normalmente, tales generadores de números aleatorios de *hardware* se basan en fenómenos microscópicos como el ruido térmico, ruido de disparo, radiación nuclear en descomposición, efecto fotoeléctrico u otros fenómenos cuánticos, y normalmente contienen un transductor para convertir algún aspecto del fenómeno físico en una señal eléctrica, un amplificador y otro componente electrónico para emitir una señal que se pueda convertir en una representación digital mediante un convertidor analógico a digital. En caso de que se generen señales de números aleatorios en serie digitalizados, la salida se convierte en paralelo, tal como datos de 8 bits, con 256 valores de números aleatorios (valores de 0 a 255). Como alternativa, un generador de señal aleatoria digital puede estar basado en *software* (o *firmware*), tal como generadores de números pseudoaleatorios. Dichos generadores incluyen un procesador para ejecutar *software* que incluye un algoritmo para generar números, que aproxima las propiedades de los números aleatorios. El generador de señales aleatorias (analógico o digital) puede emitir una señal con distribución uniforme, en la que existe una probabilidad sustancial o puramente igual de que una señal caiga entre dos límites definidos, no teniendo ninguna aparición fuera de estos límites. Sin embargo, se pueden usar igualmente distribuciones gaussianas y de otro tipo.

Los circuitos y componentes electrónicos se describen en un libro de Wikipedia titulado: "Electronics" descargado de en.wikibooks.org a fecha del 15 de marzo de 2015, que se incorpora en su totalidad para todos los fines como si se expusiera completamente en el presente documento.

Teléfono inteligente. Un teléfono móvil (también conocido como teléfono celular, teléfono móvil, teléfono inteligente o teléfono portátil) es un dispositivo que puede realizar y recibir llamadas telefónicas a través de un enlace de radio mientras se desplaza por un área geográfica amplia, conectándose a una red celular proporcionada por un operador de red móvil. Las llamadas son hacia y desde la red telefónica pública, que incluye otros teléfonos móviles y de línea fija de todo el mundo. Los teléfonos inteligentes suelen ser portátiles y pueden combinar las funciones de un asistente digital personal (PDA), y pueden servir como reproductores multimedia portátiles y teléfonos con cámara con pantallas táctiles de alta resolución, navegadores web que pueden acceder y mostrar adecuadamente, páginas web convencionales en lugar de solo sitios optimizados para dispositivos móviles, navegación GPS, acceso Wi-Fi y banda ancha móvil. Además de telefonía, los teléfonos inteligentes pueden admitir una amplia variedad de otros servicios, como mensajes de texto, MMS, correo electrónico, acceso a Internet, comunicaciones inalámbricas de corto alcance (infrarrojos, Bluetooth), aplicaciones de negocios, juegos y fotografía.

Un ejemplo de un teléfono inteligente contemporáneo es el modelo iPhone 6 disponible de Apple Inc., con sede en Cupertino, California, EE. UU. y se describe en las especificaciones técnicas del iPhone 6 (recuperadas el 10/2015 de www.apple.com/iphone-6/specs/), y en una Guía del usuario con fecha de 2015 (019-00155/2015-06) de Apple I nc. titulada: "iPhone User Guide For iOS 8.4 Software". *Software*", ambos incorporados en su totalidad para todos los fines como si se establecieran completamente en el presente documento. Otro ejemplo de un teléfono inteligente es el Samsung Galaxy S6 disponible en Samsung Electronics con sede en Suwon, Corea del Sur, descrito en el manual del usuario numerado en Inglés (UE), 03/2015 (Rev. 1.0) titulado: "SM-G925F SM-G925FQ SM-G925I User Manual" y con características y especificaciones descritas en "Galaxy S6 Edge - Technical Specification" (recuperado 10/2015 de www.samsung.com/us/explore/galaxy-s-6-features-and-specs).

Mensajería instantánea. La mensajería instantánea (IM) es un tipo de chat en línea, que ofrece transmisión de texto en tiempo real a través de Internet. Los mensajes cortos se transmiten normalmente de forma bidireccional entre dos partes, cuando cada usuario elige enviar un mensaje y selecciona "enviar". Algunas aplicaciones de mensajería instantánea pueden usar tecnología *push* para proporcionar texto en tiempo real, que transmite mensajes carácter por carácter, a medida que se van escribiendo. La mensajería instantánea más avanzada puede agregar transferencia de archivos, hipervínculos en los que se puede hacer clic, voz sobre IP o vídeo chat. Los sistemas de mensajería instantánea normalmente facilitan las conexiones entre usuarios conocidos específicos (a menudo utilizando una lista de contactos también conocida como "lista de colegas" o "lista de amigos"). Dependiendo del protocolo de IM, la arquitectura técnica puede ser de igual a igual (transmisión directa de punto a punto) o de cliente-servidor (un servidor central retransmite los mensajes del emisor al dispositivo de comunicación).

La mensajería instantánea es un conjunto de tecnologías de comunicación utilizadas para la comunicación basada en texto entre dos o más participantes a través de Internet u otros tipos de redes. El chat de IM tiene lugar en tiempo real. Es importante que el chat en línea y la mensajería instantánea se diferencien de otras tecnologías, como el correo electrónico, debido a la casi sincronía percibida de las comunicaciones por parte de los usuarios. Algunos sistemas

permiten que se envíen mensajes a usuarios que no hayan iniciado sesión (mensajes sin conexión), eliminando así algunas diferencias entre la mensajería instantánea y el correo electrónico (a menudo se hace enviando el mensaje a la cuenta de correo electrónico asociada). Varias tecnologías IP se describen en una tesis de Tim van Lokven (23 de enero de 2011) titulada: "Review and Comparison of Instant Messaging Protocols".

Mensajes de texto. Escribir mediante mensajes de texto es el acto de redactar y enviar mensajes electrónicos breves entre dos o más teléfonos móviles, o dispositivos fijos o portátiles a través de una red telefónica. El término se refiere comúnmente a los mensajes enviados mediante el servicio de mensajes cortos (SMS), pero puede incluir mensajes que contengan imágenes, vídeo y contenido de sonido (conocidos como mensajes MMS). El remitente de un mensaje de texto se conoce como emisor, mientras que el servicio en sí tiene diferentes coloquialismos según la región. Los mensajes de texto se pueden utilizar para interactuar con sistemas automatizados, por ejemplo, para pedir productos o servicios, o para participar en concursos. Los anunciantes y los proveedores de servicios utilizan el marketing de texto directo para enviar mensajes a los usuarios de teléfonos móviles sobre promociones, fechas de vencimiento de pago, etcétera en lugar de usar el correo, correo electrónico o buzón de voz. En una definición directa y concisa para los fines de este artículo en idioma inglés, los mensajes de texto por teléfonos o teléfonos móviles deben incluir las 26 letras del alfabeto y los 10 números, es decir, mensajes alfanuméricos, o de texto, para ser enviado por el emisor o recibido por el destinatario. Los proveedores de puerta de enlace de mensajería SMS pueden proporcionar servicios de puerta de enlace a móvil (MT terminado en móvil). Algunos proveedores también pueden ofrecer servicios de móvil a puerta de enlace (textin o Mobile Origined/MO).

SMS. El servicio de mensajes cortos (SMS) es un componente del servicio de mensajes de texto del teléfono, Web o sistemas de comunicación móvil. Utiliza protocolos de comunicación estandarizados para permitir que los dispositivos de telefonía móvil o de línea fija intercambien mensajes de texto cortos. Los SMS se utilizan en los teléfonos modernos como parte de la serie de normas del sistema global para comunicaciones móviles (GSM) como un medio para enviar mensajes de hasta 160 caracteres hacia y desde teléfonos móviles GSM. Aunque la mayoría de los mensajes SMS son mensajes de texto de móvil a móvil, el soporte para el servicio se ha ampliado para incluir otras tecnologías móviles, tales como redes ANSI CDMA y AMPS digitales, así como redes satelitales y fijas. El servicio de mensajes cortos de punto a punto (SMS-PP) está estandarizado por 3GPP como TS 23.040 y 3GPP TS 23.041, que definen el Servicio de Mensajes Cortos - Difusión Celular (SMS-CB), que permite la transmisión de mensajes (publicidad, información pública, etc.) a todos los usuarios móviles en un área geográfica específica.

Los mensajes se envían a un Centro de servicio de mensajes cortos (SMSC), que proporciona un mecanismo de "almacenamiento y envío". Si intenta enviar mensajes a los destinatarios del SMSC y, si no se puede localizar a un destinatario, el SMSC pone en cola el mensaje para volver a intentarlo más tarde. Algunos SMSC también brindan una opción de "reenviar y olvidar" donde la transmisión se intenta solo una vez. Ambos con terminación móvil (MT, para mensajes enviados a un teléfono móvil) y de origen móvil (MO, para aquellos enviados desde el teléfono móvil) se admiten las operaciones y la entrega del mensaje es el esquema de "mejor esfuerzo", por lo tanto, no hay garantías de que un mensaje sea realmente entregado a su destinatario, aunque el retraso o la pérdida total de un mensaje es poco común. SMS es un protocolo de comunicación sin estado en el que cada mensaje SMS se considera completamente independiente de otros mensajes. Las aplicaciones empresariales que utilizan SMS como un canal de comunicación para el diálogo con estado (donde un mensaje de respuesta MO se empareja con un mensaje MT específico) requieren que la gestión de la sesión se mantenga externa al protocolo a través de métodos patentados como Dynamic Dialogue Matrix (DDM).

El Servicio de Mensajes Cortos se realiza mediante el uso de la Parte de Aplicación Móvil (MAP) del protocolo SS n.º 7, con elementos de protocolo de mensajes cortos que se transportan a través de la red como campos dentro de los mensajes MAP. Estos mensajes MAP pueden transportarse usando señalización basada en TDM "tradicional", o sobre IP usando SIGTRAN y una capa de adaptación apropiada. El protocolo de mensajes cortos en sí está definido por 3GPP TS 23.040 para el servicio de mensajes cortos - punto a punto (SMS-PP) y 3GPP TS 23.041 para el servicio de difusión celular (CBS). SMS se describe con más detalle en una Especificación técnica 3GPP 3GPP TS 22.011 (v143.0.0, 2015-09) titulada: "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Service accessibility (Release 14)".

SMM. El Servicio de Mensajería Multimedia (MMS) es una forma estándar de la Open Mobile Alliance (OMA) de enviar mensajes con contenido multimedia a y desde teléfonos móviles a través de una red celular. Amplía la capacidad básica de SMS (Servicio de mensajes cortos) que permitía el intercambio de mensajes de texto de hasta 160 caracteres de longitud. Su uso más popular es el envío de fotografías desde teléfonos equipados con cámara, y es utilizado comercialmente por empresas de medios de comunicación como método de entrega de noticias y contenidos de entretenimiento y por marcas minoristas como herramienta para enviar códigos de cupones escaneables, imágenes de productos, vídeos y otra información. A diferencia de los SMS de solo texto, MMS comercial puede ofrecer una variedad de medios, incluidos hasta cuarenta segundos de vídeo, una imagen, múltiples imágenes a través de una presentación de diapositivas o audio más caracteres ilimitados.

Los mensajes MMS se entregan de manera diferente a los SMS. La primera etapa es que el dispositivo emisor codifique el contenido multimedia de forma similar al envío de un correo electrónico MIME (los formatos de contenido MIME se definen en la especificación de encapsulación de mensajes MMS). Luego, el mensaje se reenvía al servidor

de almacenamiento y reenvío de MMS del operador, conocido como MMSC (Centro de Servicio de Mensajería Multimedia). Si el receptor está en otro proveedor, luego, el MMSC actúa como un repetidor y reenvía el mensaje al MMSC del operador del destinatario a través de Internet.

Una vez que el destinatario MMSC ha recibido un mensaje, primero determina si el teléfono del receptor es "compatible con MMSC", que soporta las normas para recibir MMSC. Si es así, el contenido se extrae y se envía a un servidor de almacenamiento temporal con un interfaz de servidor HTTP. Luego, se envía un "mensaje de control" (ping) de SMS que contiene la URL del contenido al teléfono del destinatario para activar el navegador WAP del receptor para abrir y recibir el contenido de la URL incrustada. Se intercambian varios otros mensajes para indicar el estado del intento de entrega. Antes de entregar contenido, algunos MMSC también incluyen un servicio de conversión conocido como "adaptación de contenido" que intentará modificar el contenido multimedia en un formato adecuado para el receptor. Las puertas de enlace de correo electrónico y basadas en la web al sistema MMSC (y SMS) son comunes. En el lado de la recepción, los servidores de contenido normalmente pueden recibir solicitudes de servicio tanto de WAP como de navegadores HTTP normales, por lo que la entrega a través de la web es simple. Para enviar desde fuentes externas a teléfonos, la mayoría de los operadores permiten que se envíen mensajes codificados en MIME al número de teléfono del receptor con un dominio especial. MMS se describe en una especificación técnica 3GPP 3GPP TS 23.140 V6.16.0 (2009-03) titulada: "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Core Network and Terminals; Multimedia Messaging Service (MMS); Functional description; Stage 2 (Release 6)".

Facebook. Facebook Messenger es un servicio de mensajería instantánea y una aplicación de *software* que proporciona comunicación de texto y voz. Integrado con la función de chat basada en la web de Facebook y construido sobre el protocolo abierto MQTT, Messenger permite a los usuarios de Facebook chatear con amigos tanto en el móvil como en el sitio web principal. Facebook se describe en una guía de la organización American Majority (recuperada en 10/2015 de http://cmrw.org/) titulada: "*facebook - A Beginner's Guide*".

Twitter. Twitter es un servicio de red social en línea de Twitter Inc. (con sede en San Francisco) que permite a los usuarios enviar y leer mensajes cortos de 140 caracteres llamados "tuits". Los usuarios registrados pueden leer y publicar tuits, pero los usuarios no registrados solo pueden leerlos. Los usuarios acceden a Twitter a través de la interfaz del sitio web, SMS o aplicaciones para dispositivos móviles. Los tuits son visibles públicamente de forma predeterminada, pero los remitentes pueden restringir la entrega de mensajes solo a sus seguidores. Los usuarios pueden tuitear a través del sitio web de Twitter, aplicaciones externas compatibles (como para teléfonos inteligentes), o mediante el servicio de mensajes cortos (SMS) disponible en ciertos países. La acción de reenviar un tuit a través de Twitter se conoce como retuitear. Tanto los tuits como los retuits se pueden rastrear para ver cuáles son los más populares. Los usuarios pueden suscribirse a los tuits de otros usuarios; esto se conoce como "seguir" y los suscriptores se conocen como "seguidores" o "tuiteros". Los usuarios pueden verificar las personas que están cancelando su suscripción en Twitter ("dejar de seguir") a través de varios servicios. Adicionalmente, los usuarios pueden bloquear a quienes los han seguido.

Como red social, Twitter gira en torno al principio de los seguidores. Cuando elige seguir a otro usuario de Twitter, los tuits de ese usuario aparecen en orden cronológico inverso en su página principal de Twitter. Los tuits individuales se registran con identificaciones únicas usando un *software* llamado Snowflake y los datos de geolocalización se agregan usando 'Rockdove'. La URL t.co luego busca un enlace de spam y acorta la URL. A continuación, los tuits se almacenan en una base de datos MySQL usando Gizzard, y el usuario recibe un reconocimiento de que los tuits fueron enviados. Luego, los tuits se envían a los motores de búsqueda a través de la API de Firehose. El proceso en sí es administrado por FlockDB y tarda un promedio de 350 ms, y la interfaz de programación de aplicaciones (API) del servicio permite que otros servicios web y aplicaciones se integren con Twitter. Twitter se describe en una guía (recuperada el 15/10 de https://g.twimg.com/business/pdfs/Twitter_Smallbiz_Guide.pdf) por Twitter, Inc., titulada: "Twitter for Small Business - A GUIDE TO GET STARTED".

WhatsApp. WhatsApp es una aplicación de mensajería instantánea desarrollada por WhatsApp Inc. (con sede en Mountain View, California) para teléfonos inteligentes que funciona bajo un modelo comercial de suscripción. La aplicación multiplataforma patentada utiliza Internet para enviar mensajes de texto, imágenes, vídeo, ubicación del usuario y mensajes multimedia de audio. WhatsApp utiliza una versión personalizada del protocolo estándar de mensajería extensible y presencia (XMPP). Tras la instalación, crea una cuenta de usuario utilizando el propio número de teléfono como nombre de usuario (Jabber ID: [número de teléfono] @ s.whatsapp.net) El software de WhatsApp compara automáticamente todos los números de teléfono de la agenda del dispositivo con su base de datos central de usuarios de WhatsApp para añadir automáticamente contactos a la lista de contactos de WhatsApp del usuario.

Los mensajes multimedia se envían subiendo la imagen, el audio o vídeo para su envío a un servidor HTTP y luego enviando un enlace al contenido junto con su miniatura codificada en Base64 (si corresponde). WhatsApp sigue un mecanismo de "almacenamiento y reenvío" para intercambiar mensajes entre dos usuarios. Cuando un usuario envía un mensaje, primero se desplaza al servidor de WhatsApp donde se almacena. Luego, el servidor solicita repetidamente al receptor que acuse recibo del mensaje. Tan pronto como el mensaje es reconocido, el servidor deja caer el mensaje; ya no está disponible en la base de datos del servidor. El servicio de WhatsApp se describe en un artículo publicado (30 de agosto de 2013) en MOBILE HCI 2013 - COLLABORATION AND COMMUNICATION de Karen Church y Rodrigo de Oliveira (ambos de Telefonica Research) titulado: "What's up with WhatsApp? Comparing

Mobile Instant - Messaging Behaviors with Traditional SMS".

Viber. Viber es una aplicación de mensajería instantánea y voz sobre IP (VoIP) para teléfonos inteligentes desarrollada por Viber Media, donde además de mensajería instantánea, los usuarios pueden intercambiar imágenes, mensajes multimedia de vídeo y audio. Viber funciona tanto en redes 3G/4G como en Wi-Fi. Viber incluye texto, mensajes de imagen y vídeo en todas las plataformas, con llamadas de voz disponibles solo para iPhone, Android y Windows Phone de Microsoft. La interfaz de usuario de la aplicación incluye una barra de pestañas en la parte inferior, que da acceso a los mensajes, llamadas recientes, contactos, el teclado y un botón para acceder a más opciones. Tras la instalación, crea una cuenta de usuario usando el número de teléfono como nombre de usuario. Viber se sincroniza con la agenda de direcciones del teléfono, por lo que los usuarios no necesitan agregar contactos en agenda separada. Dado que todos los usuarios están registrados con su número de teléfono, el *software* devuelve todos los usuarios de Viber entre los contactos de usuario.

Servidor de correo. El servidor de correo (también conocido como servidor de correo electrónico, servidor de correo electrónico, Mail Exchanger - MX) se refiere a un servidor que funciona como una oficina postal electrónica para el intercambio de correo electrónico a través de redes, comúnmente realiza el lado del servidor de una función MTA. Un agente de transferencia de mensajes (o agente de transferencia de correo - MTA) o retransmisión de correo es un *software* que transfiere mensajes de correo electrónico de un ordenador a otro utilizando una arquitectura de aplicación de cliente-servidor. Un MTA normalmente implementa las partes del cliente (envío) y del servidor (recepción) del protocolo simple de transferencia de correo (SMTP). La arquitectura de correo de Internet se describe en el documento IETF RFC 5598 titulado: "Internet Mail Architecture", y el protocolo SMTP se describe en el documento IETF RFC 5321 titulado: "Simple Mail Transfer Protocol" y en el documento IETF RFC 7504 titulada: "SMTP 521 and 556 Reply Codes".

El Sistema de nombres de dominio (DNS) generalmente asocia un servidor de correo a un dominio con registros de recursos de intercambio de correo (MX), que contiene el nombre de dominio de un host que proporciona servicios de MTA. Un agente de transferencia de mensajes recibe correo de otro MTA, un agente de envío de correo (MSA) o un agente de usuario de correo (MUA). Los detalles de la transmisión se especifican mediante el protocolo simple de transferencia de correo (SMTP). Cuando el buzón del destinatario de un mensaje no está alojado localmente, el mensaje es retransmitido, es decir, reenviado a otro MTA. Cada vez que un MTA recibe un mensaje de correo electrónico, agrega un campo de encabezado de seguimiento "Recibido" en la parte superior del encabezado del mensaje, construyendo así un registro secuencial de los MTA que manejan el mensaje. El proceso de elegir un MTA de destino para el próximo salto también se describe en SMTP, pero generalmente se puede anular configurando el *software* MTA con rutas específicas. Los esquemas de correo de Internet se describen en el documento IEEE Annals of the History of Computing publicado en 2008 por IEEE Computer Society [1058-6180/08], escrito por Craig Partridge de BBN Technologies titulado: "The technical Development of Internet Mail".

Una infraestructura de servidor de correo consiste en varios componentes que funcionan conjuntamente para enviar, retransmitir, recibir, almacenar y entregar correos electrónicos y, por lo general, utiliza varios protocolos convencionales de Internet para enviar y recuperar correos electrónicos, tales como el protocolo convencional de Internet denominado protocolo simple de transferencia de correo (SMTP) para enviar correo electrónico, los protocolos de normas de Internet para recuperar correos electrónicos denominados protocolo de oficina postal (POP) y protocolo de acceso a mensajes de Internet versión 4 (IMAPv4). Un ejemplo de un *software* de servidor de correo es "Microsoft Exchange Server 2013" (disponible en Microsoft Corporation, con sede en Redmond, Washington, EE. UU.), descrito en el libro "Pocket Consultant" [ISBN: 978-0-7356-8168-2] publicado en 2013 por Microsoft Press y titulado: "Microsoft Exchange Server 2013 - Configuration & Clients ".

El POP se especifica en el documento IETF RFC 1939 titulado: El "Protocolo de oficina de correos" y la especificación actualizada con un mecanismo de extensión se describen en el documento IETF RFC 2449 titulado: "POP3 Extension Mechanism", y un mecanismo de autenticación se describe en el documento IETF RFC 1734 titulado: "POP3 AUTHentication command". Los clientes IMAP4 pueden crear, cambiar el nombre y/o eliminar buzones (generalmente presentados al usuario como carpetas) en el servidor de correo y copiar mensajes entre buzones, y esta compatibilidad con múltiples buzones también permite que los servidores accedan a carpetas públicas y compartidas. IMAP4 se describe en el documento IETF RFC 3501 titulado: El "INTERNET MESSAGE ACCESS PROTOCOL - VERSION 4rev1" y la extensión de la lista de control de acceso (ACL) IMAP4 se puede usar para regular los derechos de acceso, y se describe en el documento IETF RFC 4314 titulado: "IMAP4 Access Control List (ACL) Extension".

Los servidores de correo pueden ser operados o utilizados por proveedores de buzones de correo, y los servidores de correo se describen en la patente de EE. UU. n.º 5.832.218 de Gibbs *et al.* titulada: "*Client/server Electronic Mail System for Providing Off-Line Client Utilization and Seamless Server Resynchronization*", en la patente de EE. UU. n.º 6,081,832 de Gilchrist *et al.* titulada: "*Object Oriented Mail Server Framework Mechanism*", en la patente de EE. UU. n.º 7.136.901 de Chung *et al.* titulada: "*Electronic Mail Server*", y en la patente de EE. UU. n.º 7.818.383 concedida a Kodama titulada: "*E-Mail Server*".

XMPP. Protocolo extensible de mensajería y presencia (XMPP) es una norma de comunicaciones convencional abierto para *middleware* orientado a mensajes basado en XML (Lenguaje de marcado extensible) que permite el intercambio casi en tiempo real de datos estructurados pero extensibles entre dos o más entidades de red. Diseñado para ser

extensible, el protocolo también se ha utilizado para sistemas de publicación-suscripción, señalización para VoIP, vídeo, transferencia de archivos, juegos, aplicaciones de Internet de las cosas (IoT), tales como la red inteligente y los servicios de redes sociales. La red XMPP utiliza una arquitectura de cliente-servidor en la que los clientes no se comunican directamente entre sí. El modelo está descentralizado y cualquiera puede ejecutar un servidor. Por diseño, no hay una autoridad central. Cada usuario de la red tiene una dirección XMPP única, llamada JID (por razones históricas, las direcciones XMPP se suelen denominar ID de Jabber). La JID está estructurada como una dirección de correo electrónico con un nombre de usuario y un nombre de dominio (o dirección IP) para el servidor donde reside ese usuario, separados por un signo de arroba (@), tal como nombredeusuario@ejemplo.com. Dado que un usuario puede desear iniciar sesión desde varias ubicaciones, pueden especificar un recurso. Un recurso identifica un cliente particular que pertenece al usuario (por ejemplo, hogar, trabajo o móvil). Esto se puede incluir en la JID agregando una barra inclinada seguida del nombre del recurso. Por ejemplo, la JID completa de la cuenta móvil de un usuario podría ser nombredeusuario@ejemplo.com/móvil. Cada recurso puede tener especificado un valor numérico llamado prioridad. Los mensajes enviados simplemente a nombredeusuario@ejemplo.com irán al cliente con la prioridad más alta, pero los enviados a nombredeusuario@ejemplo.com/móvil irán solo al cliente móvil. La prioridad más alta es la que tiene mayor valor numérico. Las JID sin una parte de nombre de usuario también son válidas y se pueden usar para mensajes del sistema y control de funciones especiales en el servidor. Un recurso sigue siendo opcional para estas JID también. XMPP se describe en el documento IETF RFC 6120 titulado: "Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Core", que describe la mensajería del Servidor de cliente utilizando dos flujos XML abiertos, en el documento IETF RFC 6121 titulado: "Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Instant Messaging and Presence ", que describe la mensajería instantánea (IM), la aplicación más común de XMPP, y en el documento IETF RFC 6122 titulado: "Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Address Format", que describe las reglas para las direcciones XMPP, también llamadas JabberID o JID.

SIMPLE. El protocolo de inicio de sesión (SIP) para mensajería instantánea y extensiones de aprovechamiento de presencia (SIMPLE) es un paquete de protocolo de presencia y mensajería instantánea (IM) convencional abierto basado en el protocolo de inicio de sesión (SIP) administrado por el grupo de trabajo de ingeniería de Internet. La presencia SIMPLE utiliza la maquinaria de protocolo central que proporciona las extensiones SIP reales para suscripciones, notificaciones y publicaciones. El documento IETF RFC 6665 define los métodos de SUSCRIBIR y NOTIFICAR, donde SUSCRIBIR permite suscribirse a un evento en un servidor, y el servidor responde con NOTIFICAR cada vez que surge el evento. El documento IETF RFC 3856 define cómo hacer uso de SUSCRIBIR/NOTIFICAR para la presencia. Se definen dos modelos: un modelo de extremo a extremo en el que cada agente de usuario maneja las suscripciones de presencia por sí mismo, y un modelo centralizado. El mensaje PUBLICAR (IETF RFC 3903) permite a los agentes de usuario informar al servidor de presencia sobre sus estados de suscripción.

SIP define dos modos de mensajería instantánea: El modo Página hace uso del método SIP MENSAJE, como se define en el documento IETF RFC 3428. Este modo no establece sesiones, y el modo Sesión. El Protocolo de retransmisión de sesión de mensajes (RFC 4975, RFC 4976) es un protocolo basado en texto para intercambiar contenido de tamaño arbitrario entre usuarios, en cualquier momento. Una sesión de MSRP se configura intercambiando cierta información, como un URI de MSRP, dentro de la señalización SIP y SDP. SIMPLE se describe en el documento IETF RFC 6914 titulado: "SIMPLE Made Simple: An Overview of the IETF Specifications for Instant Messaging and Presence Using the Session Initiation Protocol (SIP)".

Dispositivos portátiles. Como se utiliza en el presente documento, la expresión "dispositivo portátil" (o "ponible") incluye un dispositivo (o artículo) que se lleva en el cuerpo diseñado o destinado para ser usado por un ser humano. Tales dispositivos suelen llevarse cómodamente sobre el cuerpo humano, o bien son transportados por él, y se utilizan habitualmente para crear un acceso constante, cómodo, fluido, portátil y, en la mayoría de los casos, de manos libres a aparatos electrónicos y ordenadores. Los dispositivos portátiles pueden estar en contacto directo con el cuerpo humano (por ejemplo, tocando, o fijados a, la piel corporal), o pueden fijarse de forma liberable a la ropa u otros artículos destinados o diseñados para ser usados en el cuerpo humano. En general, el objetivo de las tecnologías portátiles es incorporar sin problemas funciones, dispositivos electrónicos portátiles y ordenadores en la vida diaria de las personas. Los dispositivos portátiles pueden fijarse al cuerpo humano de forma liberable utilizando medios de sujeción tales como correas, hebillas, cinturones o corchetes. Como alternativa o adicionalmente, los dispositivos portátiles pueden tener una forma, estructura o factor de forma para poderse montar o fijar de forma liberable en el cuerpo, tal como el uso de monturas de gafas o auriculares. Además, los dispositivos portátiles se pueden usar debajo, con, o encima de, la ropa.

Los dispositivos portátiles pueden interactuar como sensores o accionadores con un órgano o parte del cuerpo humano, tales como un dispositivo portátil montado en la cabeza que puede incluir una pantalla suspendida frente al ojo del usuario, sin proporcionar ninguna ayuda a la visión del usuario. Algunos ejemplos de dispositivos portátiles incluyen relojes, gafas, lentes de contacto, podómetros, correas de pecho, muñequeras, bandas para la cabeza, brazaletes, cinturón, accesorio para la cabeza, gorros, gafas, relojes, zapatillas, ropa, almohadillas, productos textiles inteligentes, cintas para la cabeza, boinas y gorras, así como joyas como anillos, brazaletes y dispositivos similares a audífonos que están diseñados para parecerse a unos pendientes. Un dispositivo portátil puede estar estructurado, diseñado o tener un factor de forma que sea idéntico a, sustancialmente similar a, o al menos en parte sustituto de, un artículo portátil tradicional.

Un dispositivo portátil puede ser un accesorio para la cabeza que puede estar estructurado, diseñado o tener un factor de forma que sea idéntico a, sustancialmente similar a, o al menos en parte sustituto de, cualquier accesorio para la cabeza. El accesorio para la cabeza puede estar fijado a, o en contacto con, una parte de la cabeza, tal como el rostro, nariz, fosa nasal derecha, fosa nasal izquierda, mejilla derecha, mejilla izquierda, ojo derecho, ojo izquierdo, oreja derecha u oreja izquierda, nariz, boca, labios, frente o mentón. Un dispositivo portátil puede estar estructurado, diseñado o tener un factor de forma que sea idéntico o sustancialmente similar a, o que sea al menos en parte sustituto de, un sombrero, una gorra, una corona, una diadema, una cubierta capilar, un gorro, un casco, una capucha, una máscara, un turbante, un velo o una peluca.

Un dispositivo para la cabeza puede ser un accesorio para la vista que puede estar estructurado, diseñado o tener un factor de forma que sea idéntico o sustancialmente similar a, o que sea al menos en parte sustituto de, cualquier accesorio para la vista, tal como gafas, gafas de sol, una lente de contacto, una venda para los ojos o unas gafas de protección. Un dispositivo para la cabeza puede ser un auricular que puede estar estructurado, diseñado o tener un factor de forma que sea idéntico o sustancialmente similar a, o que sea al menos en parte sustituto de, cualquier artículo auricular, tal como un audífono, unos cascos, un auricular o un tapón para los oídos.

Un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, una prenda de vestir tal como una corbata, suéter, chaqueta o sombrero. La fijación puede realizarse con un método de aplicación de cinta adhesiva, pegamento, clavado, adjuntado, o cualquier otro método de fijación o integración conocido en la técnica. Por otro lado, en algunas realizaciones, puede haber un elemento de fijación, tal como un pasador o un sistema de cierre y gancho, de parte del mismo (con el elemento complementario sobre el elemento al que se va a adherir) o clip. En un ejemplo no limitante, el elemento de fijación tiene un diseño de tipo clip para permitir la fijación a los bolsillos, cinturones, relojes, pulseras, broches, anillos, zapatos, gorros, manillar de bicicleta, gargantillas, corbatas, anteojos, collares, medias, bolsas, monederos, carteras o cordones.

Un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, una prenda de ropa interior superior como un sostén, camisola o camiseta interior, una prenda de ropa interior inferior como un pañal, bragas, pantalones de plástico, slips, tanga, calzoncillos, calzoncillos bóxer, pantalones bóxer o slips, o una prenda interior de cuerpo entero como un body, ropa interior larga, mono o peluche. De igual manera, un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, un accesorio para la cabeza tal como una gorra de béisbol, boina, gorra, fedora, sobrero, casco, capucha, gorro de lana, tocado, turbante o velo. De igual manera, un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, un calzado tal como un calzado deportivo, bota, zapato de salón, zapato de vestir, chancletas, calcetería, sandalia, zapatos, botines, zapatilla, calcetín o media. Además, un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, un accesorio tal como un pañuelo, cinturón, pajarita, monedero, gemelos, faja, polainas, gafas, guantes, una cinta para la cabeza, bolso, pañuelo, joyería, orejeras, corbata, protector de bolsillo, reloj de bolsillo, banda, bufanda, gafas de sol, tirantes, paraguas, cartera o reloj de pulsera.

Un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, una prenda exterior tal como un delantal, *blazer*, abrigo británico, chubasquero, capa, Chesterfield, abrigo, abrigo encubierto, pantalones cortados, trenca, chaqueta de vuelo, chaleco, chaqueta con capucha y gafas, abrigo de guardia, chaqueta Harrington, sudadera, chaqueta, chaqueta de cuero, chaqueta de gala militar, abrigo de ópera, abrigo largo, anorak, paletó, chaquetón, poncho, impermeable, túnica, chaqueta sahariana, chal, bolero, traje de esquiar, manta con mangas, esmoquin, chaqueta deportiva, gabardina, abrigo ulster, chaleco o cortavientos. De igual manera, un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, un traje (o uniforme) como una vestimenta académica, vestido de baile, corbata negra, traje de boilers, traje de sala de descontaminación, ropa de oficina, vestido de corte, túnica de gimnasia, mono, kasaya, bata de laboratorio, uniforme militar, vestido de mañana, pelele, traje pantalón, prenda del mar rojo, traje de mameluco, uniforme escolar, uniformes médicos, cochecito para bebés, esmoquin o corbata blanca. Además, un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, un vestido como un vestido de fiesta, vestido abultado, vestido de tipo abrigo, vestido de cóctel, vestido de debutante, ropa formal, hábito, vestido de noche, vestido largo, ropa de estar por casa, prenda de punto, vestido negro corto, vestido de princesa, vestido tubo, vestido camisero, ropa de lencería, vestido palabra de honor, vestido de verano, vestido de novia o vestido cruzado. Por otro lado, un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, una falda como una falda de línea A, falda de bailarina, falda de mezclilla, faldas de hombre, minifalda, falda de tubo, falda de pradera, falda voluminosa, pareo, pantalón falda, tutú o falda envolvente. En un ejemplo, un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, un pantalón (o pantalones cortos) como pantalones de campana, bermudas, pantalones estilo bondage, pantalones pirata, pantalones tipo cargo, chaps, pantalones cortos de ciclismo, pantalones de vestir, pantalones de agua alta, pantalones bajos, vaqueros, pantalones de montar, mallas, traje de una pieza, pantalones palazzo, pantalones de paracaídas, pantalones por debajo de la rodilla, pantalones anchos, pantalones cortos, pantalones ajustados, pantalones deportivos, cortavientos o pantalones de yoga. En un ejemplo, un dispositivo portátil puede estar fijado de manera liberable o permanente, o ser parte de, una prenda para la parte superior del cuerpo como una blusa, top corto, camisa de vestir, guayabera, jersey de lana ajustado, top de cuello halter, camiseta henley, sudadera, jersey, polo, camisa, camisa sin mangas, suéter, chaleco de suéter, camiseta, top de tubo, jersey de cuello alto o conjunto de top y chaqueta de punto.

Un dispositivo portátil puede estar estructurado, diseñado o tener un factor de forma que sea idéntico a, sustancialmente similar a, o al menos en parte sustituto de, un complemento de moda. Estos complementos pueden ser puramente decorativos o tener una utilidad más allá de la estética. Algunos ejemplos de estos complementos incluyen, pero sin limitación, anillos, pulseras, gargantillas, relojes, correas de reloj, monederos, carteras, pendientes, anillos de cuerpo, cintas para la cabeza, gafas, cinturones, corbatas, clip de corbata, prendedor de corbata, carteras, zapatos, colgantes para collares, colgantes para pulseras y pompones. Por ejemplo, los dispositivos portátiles también se pueden incorporar en los bolsillos, volantes, teclados, bolígrafos y manillares de bicicleta.

En un ejemplo, el dispositivo portátil puede tener la forma de, o integrarse con, un dispositivo que incluya un miembro anular que defina una abertura a través del mismo que está dimensionada para recibir en él una parte del cuerpo humano. La parte del cuerpo puede ser parte de una mano humana, como la parte superior del brazo, codo, antebrazo, muñeca (tal como una muñequera) o un dedo (tal como un anillo). Como alternativa o adicionalmente, la parte del cuerpo puede ser parte de la cabeza o cuello humano, tal como la frente, el oído, el cráneo o la cara. Como alternativa o adicionalmente, la parte del cuerpo puede ser parte del tórax o abdomen humano, tal como la cintura o la cadera. Como alternativa o adicionalmente, la parte del cuerpo puede ser parte de la pierna o pie humano, tal como el muslo, pantorrillas, tobillo, empeine, rodilla o dedo del pie.

En un ejemplo, el dispositivo portátil puede tener la forma de, o integrarse con, un anillo. El anillo puede comprender, consistir esencialmente o consistir en una caña, que es el parte del anillo que proporciona una abertura para un dedo, y una cabeza, que comprende, consiste esencialmente o consiste en las características ornamentales del anillo y, en algunas realizaciones, alberga el conjunto de señalización del presente dispositivo. La cabeza puede tener cualquier forma, p. ej., una esfera regular, esfera truncada, cubo, prisma rectangular, cilindro, prisma triangular, cono, pirámide, barril, cono truncado, cilindro abovedado, cilindro truncado, elipsoide, prisma de polígono regular o polígono tridimensional truncado de, p. ej., 4-16 lados, tal como una pirámide truncada (trapezoide), o una combinación de los mismos, o puede tener una forma irregular. Además, la cabeza puede comprender una cara superior que contiene y está configurada para mostrar una o más joyas y/o diseños ornamentales.

Un dispositivo de comunicación móvil configurado para usarse en el dedo índice de la mano de un usuario se describe en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2015/0373443 de Carroll titulada: "Finger-wearable mobile communication device". El dispositivo incluye un estuche, un micrófono, un interruptor y una fuente de alimentación. El micrófono y el interruptor están ubicados estratégicamente a lo largo de la forma de la caja para que cuando se use en el dedo índice del usuario y cuando el interruptor se active con el pulgar de la mano del usuario, la mano se ahueque de manera natural alrededor del micrófono para formar una barrera contra el ruido ambiental. Además, el micrófono se puede ubicar fácilmente cerca de la comisura de la boca del usuario para obtener condiciones óptimas de recepción del habla y para proporcionar una entrada de audio más privada.

Se describe un usuario que controla un dispositivo electrónico externo con una pantalla táctil montada en un anillo de dedo en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2015/0277559 de Vescovi *et al.* titulada: "*Devices and Methods for a Ring Computing Device*". El dispositivo incluye un procesador informático, transceptor inalámbrico y fuente de alimentación recargable; el anillo se usa en un primer dedo, que recibe una entrada de un segundo dedo, selecciona uno de una pluralidad de eventos táctiles asociados con la entrada y transmite de forma inalámbrica un comando asociado con el evento táctil al dispositivo electrónico externo.

Un dispositivo de comunicación móvil que comprende un accesorio de moda y un conjunto de señalización se describe en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2015/0349556 de Mercando *et al.* titulada: "*Mobile Communication Devices*". El conjunto de señalización puede configurarse para proporcionar estímulos sensoriales, tales como una luz LED parpadeante y una vibración. Estos estímulos pueden variar en función de la señal recibida de un dispositivo de comunicación remota, o de los gestos realizados por un usuario o de la información almacenada en el dispositivo de comunicación móvil.

Un dispositivo portátil de monitorización del estado físico se describe en la patente de EE. UU. n.º 8.948.832 de Hong *et al*. titulada: "*Wearable Heart Rate Monitor*". El dispositivo incluye un sensor de movimiento y un sensor fotopletismográfico (PPG). El sensor PPG incluye (i) una fuente de luz periódica, (ii) un fotodetector y (iii) un circuito que determina el ritmo cardíaco de un usuario a partir de una emisión del fotodetector. Algunas realizaciones proporcionan métodos para hacer funcionar un monitor de frecuencia cardíaca de un dispositivo portátil de monitorización del estado físico para medir una o más características de una forma de onda de latido cardíaco. Algunas realizaciones proporcionan métodos para hacer funcionar el dispositivo portátil de monitorización del estado físico en un estado de bajo consumo cuando el dispositivo determina que el usuario no lo lleva puesto. Algunas realizaciones proporcionan métodos para hacer funcionar el dispositivo portátil de monitorización del estado físico en un estado de energía normal cuando el dispositivo determina que el usuario lo lleva puesto.

Un dispositivo portátil y un método para procesar imágenes para prolongar la vida útil de la batería se describen en la patente de EE. UU. n.º 8.957.988 de Wexler. *et al.* titulada: "*Apparatus for processing images to prolong battery life*".

En una implementación, un aparato portátil puede incluir un sensor de imagen portátil configurado para capturar una

pluralidad de imágenes del entorno de un usuario. El aparato portátil también puede incluir al menos un dispositivo de procesamiento configurado para, en un primer modo de procesamiento, procesar representaciones de la pluralidad de imágenes para determinar un valor de al menos un parámetro de captura para su uso en la captura de al menos una imagen posterior, y en un segundo modo de procesamiento, procesar las representaciones de la pluralidad de imágenes para extraer información. Adicionalmente, el al menos un dispositivo de procesamiento puede funcionar en el primer modo de procesamiento cuando el aparato portátil está abastecido por una fuente de alimentación móvil incluida en el aparato portátil y puede funcionar en el segundo modo de procesamiento cuando el aparato portátil está abastecido por una fuente de alimentación externa.

Un dispositivo portátil se puede usar para notificar a una persona, tal como mediante el uso táctil, estímulo visual o auditivo, como se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2015/0341901 de RYU *et al.* titulada: "*Method and apparatus for providing notification*", que describe un dispositivo electrónico que incluye: un transceptor configurado para comunicarse con al menos un dispositivo portátil y recibir, del al menos un dispositivo portátil, información de estado que indique si se está usando el al menos un dispositivo portátil en ese momento; y un procesador configurado para determinar si enviar una solicitud de notificación a al menos el único dispositivo portátil en base a la información de estado recibida por el transceptor.

Un dispositivo de comunicación, sistema y método se describen, por ejemplo, en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2007/0052672 de Ritter *et al.* titulada: "*Communication device, system and method*". Se divulga que comprende una pantalla virtual retiniana (VRD) en forma de gafas (1), al menos un sensor háptico (12) montado en la montura de dichas gafas o conectado mediante una interfaz de comunicación de corto alcance (13) a dichas gafas (1), en donde es posible navegar por medio de un cursor a través de una imagen visualizada por la pantalla virtual retiniana (VRD) con el al menos un sensor háptico (12). Una unidad de control central controla (11) la pantalla virtual retiniana (VRD) y el al menos un sensor háptico (12). Cuando la pantalla virtual retiniana (VRD) está conectada a un dispositivo externo (2, 9) mediante una interfaz de comunicación de corto alcance (13), el usuario puede navegar a través del contenido del dispositivo externo (2, 9) mediante el fácil uso del sensor háptico (12).

Los dispositivos de comunicación portátiles, p. ej., aquellos implantados en un reloj, que utilizan comunicación de corto alcance con un teléfono celular y la facilitación de una interfaz de usuario natural e intuitiva con una implementación de bajo consumo se describen, por ejemplo, en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2014/0045547 de Singamsetty *et al.* titulada: "*Wearable Communication Device and User Interface*". Los dispositivos permiten al usuario acceder fácilmente a todas las funciones del teléfono, siempre y cuando haya un teléfono cerca, pero no visible. La notificación se realiza con vibración, una luz LED y una pantalla de texto OLED de llamadas entrantes, textos y eventos del calendario. Permite comunicarse con manos libres. Esto permite utilizar el dispositivo de comunicación como "control remoto" para dispositivos domésticos, etc. a través de la voz y botones. El dispositivo comprende interfaces de sensores de movimiento tales como acelerómetros, magnetómetro y giroscopio, sensores de proximidad infrarrojos, motor vibrador y/o reconocimiento de voz. El bajo consumo de energía se logra mediante la configuración dinámica de los parámetros del sensor para admitir solo las funciones necesarias del sensor en cualquier estado dado del dispositivo.

Un dispositivo electrónico portátil que está configurado para controlar y comandar una variedad de dispositivos inalámbricos dentro de su proximidad se describe en la patente de EE. UU. n.º 7.605.714 de Thompson. *et al.* titulada: "*System and method for command and control of wireless devices using a wearable device*". El dispositivo portátil genera dinámicamente una interfaz de usuario correspondiente a los servicios de un dispositivo inalámbrico particular. A través de la interfaz de usuario, el dispositivo inalámbrico muestra a un usuario contenido y permite que el usuario seleccione interacciones con los dispositivos inalámbricos usando el dispositivo portátil.

Un aparato y método para el control remoto y/o interacción con dispositivos electrónicos tales como ordenadores; sistemas de entretenimiento en el hogar; centros de medios; televisiones; reproductores de DVD; reproductores de VCR; sistemas de música; accesorios; sistemas de seguridad; juguetes y juegos; y/o pantallas se describen en la patente de EE. UU. n.º 8.508.472 de Wieder titulada: "*Wearable remote control with a single control button*".

Un usuario puede orientar un puntero (p. ej., puntero láser) para colocar un punto de puntero sobre/cerca de uno o varios objetos en una(s) pantalla(s) activa(s); y/o una(s) pantalla(s) fija(s); y/o en objetos del mundo real dentro de una región de visualización o región de detección de punto de puntero. Se pueden conectar/fijar detectores, cámara(s) de imágenes y/o cámara(s) a la región de visualización y/o una estructura que está conectada/fijada a la región de visualización. Cuando el usuario inicia una "selección", los detectores/cámaras pueden detectar la ubicación del punto de puntero dentro de la región de visualización. En función de la(s) selección(es) del usuario; la(s) acción(es) de control se pueden realizar en el(los) dispositivo(s) que se está(n) controlando/interactuando y se pueden presentar opcionalmente menús de selección adicionales en una pantalla activa.

En la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2006/0164383 de Machin se describe un controlador portátil que consiste en una carcasa que tiene una abertura central dimensionada que permite que el controlador se use como anillo en el dedo índice de una mano humana. *et al.* titulada: "*Remote controller ring for user interaction*". Una palanca de mando sobresale hacia el exterior desde dicha carcasa y está posicionada para ser manipulada por el pulgar del usuario. El mando funciona en o más dispositivos de control, tales como interruptores o potenciómetros, que producen

señales de control. Un dispositivo de comunicaciones inalámbrico, tal como un módulo Bluetooth, montado en dicha carcasa transmite señales de comando a un dispositivo de utilización remota, que son indicativas del movimiento o posición de dicha palanca del mando.

Un aparato informático portátil de realidad aumentada con una pantalla de visualización, un dispositivo reflectante, un dispositivo informático y un arnés montado en la cabeza para contener estos componentes se describe en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2012/0050144 de Morlock titulada: "*Wearable augmented reality computing apparatus*". El dispositivo de visualización y el dispositivo reflectante están configurados de manera que un usuario puede ver el reflejo del dispositivo de visualización superpuesto a la vista de la realidad. Una realización utiliza un espejo conmutable como dispositivo reflectante. Un uso del aparato es para la navegación de vehículos o peatones. La pantalla portátil y el dispositivo informático multitarea se pueden combinar en un dispositivo como un teléfono inteligente. Los componentes adicionales consisten en sensores de orientación y dispositivos de entrada no portátiles.

En un ejemplo, un dispositivo portátil puede usar, o puede basarse en, un procesador o un microcontrolador diseñado para aplicaciones portátiles, tal como el MCU inalámbrico multiestándar SimpleLink™ CC2650 disponible de Texas Instruments Incorporated (con sede en Dallas, Tejas, EE. UU.) y descrito en una publicación de Texas Instrument 2015 n.º SWRT022 titulada: "SimpleLink™ Ultra-Low Power - Wireless Microcontroller Platform", y en Texas Instrument 2015 datasheet n.º SWRS158A (publicada en febrero de 2015, revisada en octubre de 2015) titulada: "CC2650 SimpleLink™ Multistandard Wireless MCU".

Un ejemplo de un dispositivo electrónico multimedia personal, y más particularmente de un dispositivo que se lleva en la cabeza, como una montura de gafas, se describe en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2010/0110368 de Chaum titulada: "*System and apparatus for eyeglass appliance platform*". El dispositivo tiene una pluralidad de componentes eléctricos/ópticos interactivos. En una realización, un dispositivo electrónico multimedia personal incluye una montura de gafas que tiene un brazo lateral y una montura óptica; un dispositivo de salida para enviar una salida al usuario; un dispositivo de entrada para obtener una entrada; y un procesador que comprende un conjunto de instrucciones de programación para controlar el dispositivo de entrada y el dispositivo de salida. El dispositivo de salida se apoya en la montura de las gafas y se selecciona del grupo formado por un altavoz, un transmisor de conducción ósea, un proyector de imágenes y un accionador táctil. El dispositivo de entrada es compatible con la montura de las gafas y se selecciona del grupo que consiste en un sensor de audio, un sensor táctil, un sensor de conductancia ósea, un sensor de imagen, un sensor corporal, un sensor ambiental, un receptor del sistema de posicionamiento global y un rastreador ocular. En una realización, el procesador aplica una lógica de interfaz de usuario que determina un estado del dispositivo y determina la emisión en respuesta a la entrada y el estado.

Un ejemplo de accesorio para la vista para un usuario se describe en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2012/0050668 Howell *et al.* titulada: "*Eyewear with touch-sensitive input surface*". El accesorio para la vista incluye una montura de accesorio para la vista, circuitos eléctricos al menos parcialmente en la montura de accesorio para la vista, y una superficie de entrada sensible al tacto en la montura de accesorio para la vista configurada para proporcionar una entrada a los circuitos eléctricos para realizar una función tocando la superficie de entrada sensible al tacto. En otra realización, el accesorio para la vista incluye un interruptor con al menos dos estados operativos. Los estados operativos del interruptor pueden configurarse para cambiarse deslizando un dedo por la superficie de entrada sensible al tacto de la montura.

Un ejemplo de un dispositivo informático portátil se describe en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2013/0169513 de Heinrich *et al.* titulada: "*Wearable computing device*". El dispositivo incluye un transductor de conducción ósea, un brazo de extensión, un orificio de paso de luz y un circuito de entrada de panel táctil flexible. Cuando un usuario usa el dispositivo, el transductor hace contacto con la cabeza del usuario. Una pantalla está fijada a un extremo libre de un brazo de extensión. El brazo de extensión puede pivotar de manera que la distancia entre la pantalla y el ojo del usuario se puede ajustar para proporcionar la pantalla en una posición óptima. El orificio de paso de luz puede incluir un diodo emisor de luz y un destello. El circuito de entrada del panel táctil se puede adherir a al menos un brazo lateral de modo que no se proporcionen líneas de separación entre los bordes del circuito y el brazo lateral.

Audífono. Un audífono es un pequeño dispositivo electrónico que se coloca dentro o detrás del oído humano para hacer que algunos sonidos sean más fuertes con el fin de que una persona con pérdida auditiva pueda escuchar, comunicarse y participar más plenamente en las actividades diarias. Un audífono puede ayudar a las personas a escuchar más en situaciones de silencio o de mucho ruido. Un audífono consiste en tres partes básicas: un micrófono, amplificador y altavoz. El audífono recibe el sonido a través de un micrófono, que convierte las ondas sonoras en señales eléctricas y las envía a un amplificador. El amplificador aumenta la potencia de las señales y luego las envía al oído a través de un altavoz.

Tal como lo describe el DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS HUMANOS DE LOS ESTADOS UNIDOS, Institutos Nacionales de Salud (NIH), publicación de los Institutos Nacionales sobre la sordera y otros trastornos de la comunicación (NIDCD) n.º 99-4340, septiembre de 2013, reimpresa en julio de 2015, titulada: "NIDCD Fact Sheet I Hearing and Balance", hay tres estilos básicos de audífonos, dos de los cuales se muestran en la FIG. 2a. Los estilos difieren según el tamaño, su ubicación sobre o dentro del oído, y el grado en que amplifican el sonido.

Los audífonos retroauriculares (BTE) mostrados en una vista 25 de la FIG. 2a consisten en un estuche de plástico duro que se coloca detrás de la oreja y está conectado a un molde de plástico que se coloca dentro del oído externo. Las partes electrónicas están contenidas en el estuche detrás de la oreja. El sonido se desplaza desde el audífono a través del molde y dentro del oído. Un nuevo tipo de audífono BTE ("Mini" BTE) es un audífono de ajuste abierto. Los audífonos pequeños de ajuste abierto se colocan completamente detrás de la oreja, con solo un tubo estrecho insertado en el conducto auditivo, lo que permite que éste permanezca abierto. Por esta razón, los audífonos de ajuste abierto pueden ser una buena opción para las personas que sufran una acumulación de cerumen, ya que este tipo de accesorio es menos probable que resulte dañado por tales sustancias. Adicionalmente, algunas personas pueden preferir el audífono de ajuste abierto porque la percepción de su voz no suena "tapada".

Los audífonos intrauriculares (ITE) mostrados en una vista 26 en la FIG. 2a encajan completamente dentro del oído externo y se usan para pérdidas auditivas de leves a intensas. La caja que alberga los componentes electrónicos está hecha de plástico duro. Algunos audífonos ITE pueden tener ciertas características adicionales instaladas, como una telebobina. Una telebobina es una pequeña bobina magnética que permite a los usuarios recibir sonido a través del circuito del audífono, en lugar de a través de su micrófono. Esto hace que sea más fácil escuchar las conversaciones telefónicas. Una telebobina también ayuda a las personas a escuchar en instalaciones públicas que han instalado sistemas de sonido especiales, llamados sistemas de bucle de inducción. Los sistemas de bucle de inducción se pueden encontrar en muchas iglesias, escuelas, aeropuertos y auditorios. Los audífonos ITE generalmente no son para niños pequeños porque las cajas deben reemplazarse con frecuencia a medida que va creciendo la oreja.

El término "cliente" generalmente se refiere a una aplicación (o un dispositivo que ejecuta la aplicación) que se utiliza para recuperar o representar recursos, o manifestaciones de recursos, tales como un navegador web, un lector de correo electrónico o un lector de Usenet, mientras que el término "servidor" generalmente se refiere a una aplicación (o un dispositivo que ejecuta la aplicación) que se utiliza para suministrar recursos o manifestaciones de recursos y, por lo general, ofrece (o aloja) varios servicios a otros ordenadores y usuarios de la red. Estos servicios generalmente se brindan a través de puertos o puntos de acceso numerados más allá de la dirección de red del servidor. Cada número de puerto suele estar asociado con un máximo de un programa en ejecución, que es responsable de manejar las solicitudes a ese puerto. Un daemon, que es un programa de usuario, puede, a su vez, acceder a los recursos de *hardware* locales de ese ordenador pasando solicitudes al núcleo del sistema operativo.

Un sistema operativo móvil (también conocido como OS móvil), es un sistema operativo que funciona un teléfono inteligente, una tablet, un PDA u otro dispositivo móvil. Los sistemas operativos móviles modernos combinan las características de un sistema operativo de ordenador personal con otras características, incluyendo una pantalla táctil, celular, Bluetooth, Wi-Fi, GPS de navegación móvil, cámara, cámara de vídeo, reconocimiento de voz, grabadora de voz, reproductor de música, comunicación de campo cercano y blaster infrarrojo. En la actualidad, los populares sistemas operativos móviles incluyen Android, simbian, iOS de Apple, BlackBerry, MeeGo, Windows Phone y Bada. Los dispositivos móviles con capacidades de comunicaciones móviles (p. ej., teléfonos inteligentes) suelen contener dos sistemas operativos móviles: una plataforma de *software* principal orientada al usuario se complementa con un segundo sistema operativo en tiempo real patentado de bajo nivel que maneja la radio y otro *hardware*.

Android es un sistema operativo móvil (OS) de código abierto basado en el núcleo Linux que actualmente ofrece Google. Con una interfaz de usuario basada en la manipulación directa, Android está diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil tales como teléfonos inteligentes y tabletas con interfaces de usuario especializadas para televisores (Android TV), automóviles (Android Auto) y relojes de pulsera (Android Wear). El sistema operativo utiliza entradas táctiles que se corresponden de manera fluida con acciones del mundo real, como deslizar, tocar, pellizcar y pellizcar al revés para manipular objetos en pantalla, así como un teclado virtual. A pesar de estar diseñado principalmente para la entrada de pantalla táctil, también se ha utilizado en consolas de videojuegos, cámaras digitales y otros aparatos electrónicos. La respuesta a la entrada del usuario está diseñada para ser inmediata y proporciona una interfaz táctil fluida, a menudo utilizando las capacidades de vibración del dispositivo para proporcionar interacción háptica con el usuario. Algunas aplicaciones utilizan *hardware* interno como acelerómetros, giroscopios y sensores de proximidad para responder a acciones adicionales del usuario. Por ejemplo, ajustar la pantalla de vertical a horizontal dependiendo de la orientación del dispositivo, o permitir que el usuario dirija un vehículo en un videojuego de carreras girando el dispositivo, un proceso que simula el control de un volante.

Los dispositivos Android arrancan en la pantalla de inicio, el punto principal de navegación e información en el dispositivo, que es similar al escritorio que se encuentra en los PC. Las pantallas de inicio de Android suelen estar formadas por iconos y widgets de aplicaciones. Los íconos de la aplicación inician la aplicación asociada, mientras que los widgets muestran en vivo contenido de actualización automática, como el pronóstico del tiempo, la bandeja de entrada del correo electrónico del usuario o un teletipo de noticias directamente en la pantalla de inicio. Una pantalla de inicio puede estar compuesta por varias páginas que el usuario puede deslizar hacia adelante y hacia atrás entre las páginas. Una interfaz de pantalla de inicio de Android altamente personalizable permite al usuario ajustar el aspecto del dispositivo a su gusto. Las aplicaciones de terceros disponibles en Google Play y otras tiendas de aplicaciones pueden cambiar ampliamente el tema de la pantalla de inicio e incluso imitar el aspecto de otros sistemas operativos, tales como Windows Phone. El sistema operativo Android se describe en una publicación titulada: "*Android Tutorial*", descargada de tutorialspoint.com en julio de 2014.

iOS (anteriormente iPhone OS) de Apple Inc. (con sede en Cupertino, California, EE. UU.) es un sistema operativo móvil distribuido exclusivamente para el *hardware* de Apple. La interfaz de usuario de iOS se basa en el concepto de manipulación directa, mediante gestos multitáctiles. Los elementos de control de la interfaz consisten en controles deslizantes, interruptores y botones. La interacción con el sistema operativo incluye gestos tales como deslizar, golpear con un toque, pellizcar y pellizcar al revés, teniendo todos ellos definiciones específicas dentro del contexto del sistema operativo iOS y su interfaz multitáctil. Algunas aplicaciones utilizan acelerómetros internos para responder a la sacudida del dispositivo (un resultado común es el comando deshacer) o girarlo en tres dimensiones (un resultado común es cambiar del modo vertical al horizontal). El iOS se describe en una publicación titulada: "IOS Tutorial", descargada de tutorialspoint.com en julio de 2014.

RTOS. Un sistema operativo en tiempo real (RTOS) es un sistema operativo (OS) destinado a servir aplicaciones en tiempo real que procesan datos a medida que se introducen, normalmente sin retrasos en el búfer. Los requisitos de tiempo de procesamiento (incluido cualquier retraso del sistema operativo) generalmente se miden en décimas de segundo o en incrementos de tiempo más cortos, y es un sistema con límites de tiempo que tiene restricciones de tiempo fijas bien definidas. Por lo general, el procesamiento debe realizarse dentro de las restricciones definidas, o el sistema fallará. Son sistemas controlados por eventos o de tiempo compartido, donde los sistemas controlados por eventos cambian entre tareas en función de sus prioridades, mientras que los sistemas de tiempo compartido cambian la tarea en función de las interrupciones del reloj. Una característica clave de un RTOS es el nivel de su coherencia con respecto a la cantidad de tiempo que tarda en aceptar y completar la tarea de una aplicación; la variabilidad es fluctuación. Un sistema operativo duro en tiempo real tiene menos inestabilidad que un sistema operativo suave en tiempo real. El principal objetivo de diseño no es un alto rendimiento, sino más bien una garantía de una categoría de rendimiento suave o duro. Un RTOS que, normalmente o por lo general, puede cumplir con una fecha límite es un sistema operativo suave en tiempo real, pero si puede cumplir con una fecha límite de manera determinista, es un sistema operativo en tiempo real duro. Un RTOS dispone de un algoritmo avanzado para la programación e incluye una flexibilidad de programación que permite una orquestación más amplia de las prioridades de los procesos del sistema informático. Los factores clave en un sistema operativo en tiempo real son una latencia de interrupción mínima y una latencia de conmutación de subprocesos mínima; un sistema operativo en tiempo real se valora más por la rapidez o la previsibilidad con la que puede responder que por la cantidad de trabajo que puede realizar en un período de tiempo determinado.

Los diseños comunes de RTOS incluyen eventos, donde las tareas se cambian solo cuando un evento de mayor prioridad necesita servicio; que se denomina prioridad preventiva, o programación prioritaria, y tiempo compartido, donde las tareas se activan en una interrupción cronometrada normal y en eventos; que se denomina turno rotativo. Los diseños de tiempo compartido cambian de tareas con más frecuencia de lo estrictamente necesario, pero aportan una multitarea más fluida, dando la impresión de que un proceso o usuario tiene el uso exclusivo de una máquina. En diseños típicos, una tarea tiene tres estados: en ejecución (ejecutándose en la CPU); listo (listo para ser ejecutado); y bloqueado (esperando un evento, E/S, por ejemplo). La mayoría de las tareas están bloqueadas o listas la mayor parte del tiempo porque, por lo general, solo se puede ejecutar una tarea a la vez por CPU. El número de elementos en la cola de estado listo puede variar mucho, dependiendo de la cantidad de tareas que el sistema necesita realizar y del tipo de planificador que utiliza el sistema. En sistemas más simples no preventivos, pero que siguen siendo multitarea, una tarea tiene que ceder su tiempo en la CPU a otras tareas, lo que puede hacer que la cola de tareas en estado listo tenga una mayor cantidad de tareas generales en el estado listo para ejecutarse (agotamiento de recursos).

Los conceptos e implementaciones de RTOS se describen en una nota de solicitud n.º RES05B00008-0100/Rec. 1.00 publicada en enero de 2010 por Renesas Technology Corp. titulada: "R8C Family - General RTOS Concepts", en el artículo de J*AJA Technologfy Review* publicado en febrero de 2007 [1535-5535/$32,00] por The Association for Laboratory Automation [doi: 10. 10 16/j.jala.2006. 10.016] titulado: "An Overview of RealTime Operating Systems", y en el Capítulo 2 titulado: "Basic Concepts of Real Time Operating Systems" de un libro publicado en 2009 [ISBN - 978-1-4020-9435-4] por Springer Science + Business Media B.V. titulado: "Hardware-Dependent Software - Principles and Practice".

QNX. Un ejemplo de RTOS es QNX, que es un sistema operativo comercial en tiempo real similar a Unix, dirigido principalmente al mercado de sistemas integrados. QNX fue uno de los primeros sistemas operativos micronúcleo de gran éxito comercial, y se usa en una variedad de dispositivos, incluidos automóviles y teléfonos móviles. Como sistema operativo basado en micronúcleo, QNX se basa en la idea de ejecutar la mayor parte del núcleo del sistema operativo en forma de una serie de pequeñas tareas, lo que se conoce como administradores de recursos. En el caso de QNX, el uso de un micronúcleo permite a los usuarios (desarrolladores) desactivar cualquier funcionalidad superflua sin tener que cambiar el propio sistema operativo, de modo que esos servicios simplemente no funcionen.

FreeRTOS. FreeRTOS™ es un sistema operativo en tiempo real gratuito y de código abierto desarrollado por Real Time Engineers Ltd., diseñado para adaptarse a pequeños sistemas integrados, e implementa solo un conjunto de funciones muy minimalista: manejo muy básico de tareas y administración de memoria, y API suficiente para la sincronización. Sus características incluyen características tales como tareas preventivas, soporte para múltiples arquitecturas de microcontroladores, una huella pequeña (4,3 *kilobits* en un ARM7 después de la compilación), escrito en C y compilado con varios compiladores de C. También permite que se ejecute un número ilimitado de tareas al mismo tiempo, y no hay limitación sobre sus prioridades, siempre que el *hardware* usado pueda permitírselo.

FreeRTOS™ proporciona métodos para varios subprocesos o tareas, mutex, semáforos y temporizadores de *software*. Se proporciona un modo sin marcas para aplicaciones de bajo consumo y se admiten prioridades de subprocesos. Se proporcionan cuatro esquemas de asignación de memoria: solo asignar; asignar y liberar con un algoritmo muy sencillo y rápido; un algoritmo libre y de asignación más complejo pero rápido con coalescencia de memoria; y la biblioteca C asigna y libera con alguna protección de exclusión mutua. Si bien el énfasis está en la compacidad y la velocidad de ejecución, se admiten una interfaz de línea de comandos y complementos de abstracción de IO similares a POSIX. FreeRTOS™ implementa varios subprocesos al hacer que el programa host llame a un método de interrupción de hilos a intervalos cortos regulares.

El método de interrupción de hilos cambia las tareas según la prioridad y un esquema de programación por turnos. El intervalo habitual es de 1/1000 de segundo a 1/100 de segundo, a través de una interrupción de un temporizador de *hardware*, pero este intervalo a menudo se cambia para adaptarse a una aplicación particular. FreeRTOS™ se describe en un artículo de Nicolas Melot (descargado el 7/2015) titulado: "Study of an operating system: FreeRTOS - Operating systems for embedded devices", en un artículo (fechado el 23 de septiembre de 2013) por el Dr. Richard Wall titulado: "Carebot PIC32 MX7ck implementation of Free RTOS", Los módulos de FreeRTOS™ se describen en páginas web tituladas: "FreeRTOS™ Modules" publicado en el sitio web www,freertos.org con fecha 26/11/2006, y el núcleo de FreeRTOS se describe en un artículo publicado el 1 de abril de 2007 por Rich Goyette de la Universidad de Carleton como parte de "SYSC5701: Operating System Methods for Real-Time Applications", titulado: "An Analysis and Description of the Inner Workings of the FreeRTOS Kernel".

SafeRTOS. SafeRTOS se construyó como una oferta complementaria a FreeRTOS, con una funcionalidad común, pero con una implementación crítica para la seguridad diseñada de forma única. Cuando el modelo funcional de FreeRTOS se sometió a un HAZOP completo, se identificó y resolvió la debilidad con respecto al mal uso del usuario y el fallo del *hardware* dentro del modelo funcional y la API. Tanto SafeRTOS como FreeRTOS comparten el mismo algoritmo de programación, tienen API similares y, por lo demás, son muy similares, pero se desarrollaron con objetivos diferentes. SafeRTOS se desarrolló únicamente en lenguaje C para cumplir con los requisitos de certificación de acuerdo con IEC61508. SafeRTOS es conocido por su capacidad de residir únicamente en la memoria de solo lectura en el chip de un microcontrolador para cumplir con las normas. Cuando se implementa en la memoria del *hardware*, el código SafeRTOS solo se puede utilizar en su configuración original, por lo tanto, las pruebas de certificación de los sistemas que utilizan este sistema operativo no necesitan volver a probar esta parte de sus diseños durante el proceso de certificación de seguridad funcional.

VxWorks. VxWorks es un RTOS desarrollado como *software* patentado y diseñado para su uso en sistemas integrados que requieren tiempo real, rendimiento determinista y, en muchos casos, certificación de seguridad y protección, para industrias, tales como aeroespacial y de defensa, dispositivos médicos, equipos industriales, robótica, energía, transporte, infraestructura de red, automotriz y electrónica de consumo. VxWorks es compatible con la arquitectura Intel, arquitectura POWER y arquitecturas ARM. El VxWorks se puede utilizar en multiprocesamiento asimétrico multinúcleo (AMP), multiprocesamiento simétrico (SMP) y modos mixtos y diseños multi-OS (a través del hipervisor de tipo 1) en procesadores de 32 y 64 *bits*. VxWorks viene con el núcleo, *software* intermedio, paquetes de soporte de tablero, paquete de desarrollo Wind River Workbench y tecnologías complementarias de *software* y *hardware* de terceros. En su último lanzamiento, VxWorks 7, el RTOS ha sido rediseñado para la modularidad y la capacidad de actualización, por lo que el núcleo del sistema operativo está separado del *middleware*, aplicaciones y otros paquetes. La escalabilidad, seguridad, protección, conectividad y gráficos se han mejorado para abordar las necesidades de Internet de las cosas (IoT).

µC/OS. Los sistemas operativos de microcontrolador (MicroC/OS, estilizado como µC/OS) es un sistema operativo en tiempo real (RTOS) que es un núcleo preventivo en tiempo real basado en prioridades para microprocesadores, escrito principalmente en el lenguaje de programación C, y está diseñado para su uso en sistemas integrados. MicroC/OS permite definir varias funciones en C, cada una de los cuales puede ejecutarse como un hilo o tarea independiente. Cada tarea se ejecuta con una prioridad diferente y se ejecuta como si fuera dueña de la unidad central de procesamiento (CPU). Las tareas de menor prioridad pueden ser reemplazadas por tareas de mayor prioridad en cualquier momento. Las tareas de mayor prioridad utilizan los servicios del sistema operativo (SO) (como un retardo o un evento) para permitir que se ejecuten las tareas de menor prioridad. Los servicios del sistema operativo se proporcionan para administrar tareas y memoria, la comunicación entre las tareas y el tiempo.

Sensor eléctrico. El sensor eléctrico es un componente, dispositivo o circuito utilizado para medir cantidades eléctricas. Dicho sensor eléctrico puede estar conectado de manera conductiva para medir el parámetro eléctrico, o puede estar acoplado de manera no conductiva para medir un fenómeno relacionado con la electricidad, tal como el campo magnético o el calor. Además, se puede medir el valor promedio o RCM.

Amperímetro. Un sensor eléctrico puede ser un amperímetro (también conocido como amperímetro) que es un sensor de corriente que mide la magnitud de la corriente eléctrica en un circuito o en un conductor tal como un cable. La corriente eléctrica se mide comúnmente en amperios, miliamperios, microamperios o kiloamperios. El sensor puede ser un amperímetro integrador (también conocido como medidor de vatios-hora), donde la corriente se suma a lo largo del tiempo, proporcionando un producto actual/tiempo, que es proporcional a la energía transferida. La corriente

eléctrica medida puede ser una corriente alterna (CA) como una onda sinusoidal, una corriente continua (CC) o una forma de onda arbitraria. Un galvanómetro es un tipo de amperímetro para detectar o medir la baja corriente, produciendo normalmente una desviación rotatoria de una bobina en un campo magnético. Algunos amperímetros utilizan una resistencia (derivación), cuya tensión es directamente proporcional a la corriente que lo atraviesa, que requiere que la corriente pase a través del medidor. Un amperímetro de hilo caliente implica hacer pasar la corriente a través de un cable que se expande a medida que se calienta y se mide la expansión. Un sensor de corriente no conductor o sin contacto puede estar basado en un sensor de campo magnético de "efecto Hall", que mide el campo magnético generado por la corriente que se ha de medir. Otros sensores de corriente no conductores implican una pinza amperimétrica o una sonda de corriente, que tiene dos mordazas que se abren para permitir la sujeción alrededor de un conductor eléctrico, lo que permite la medición de las propiedades de la corriente eléctrica (comúnmente CA), sin hacer contacto físico ni desconectar el circuito. Dicha pinza amperimétrica comúnmente comprende una bobina de alambre enrollada alrededor de un anillo de ferrita dividido, que actúa como un enrollamiento secundario de un transformador de corriente, con el conductor portador de corriente actuando como un enrollamiento primario. Otros sensores de corriente y circuitos relacionados se describen en la nota de solicitud de PLC de Zetex Semiconductors "AN39 - Current measurement application handbook" Número 5, enero de 2008.

Voltímetro. Un sensor eléctrico puede ser un voltímetro, comúnmente utilizado para medir la magnitud de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. La tensión eléctrica se mide comúnmente en voltios, milivoltios, microvoltios o kilovoltios. La tensión eléctrica medida puede ser una corriente alterna (CA) como una onda sinusoidal, una corriente continua (CC) o una forma de onda arbitraria. De igual manera, se puede usar un electrómetro para medir la carga eléctrica (comúnmente en unidades de culombio - C) o la diferencia de potencial eléctrico, con corriente de fuga muy baja. El voltímetro comúnmente funciona midiendo la corriente a través de una resistencia fija, que, de acuerdo con la ley de Ohm, es proporcional a la tensión a través de la resistencia. Un voltímetro basado en potenciómetro funciona equilibrando la tensión desconocida con una tensión conocida en un circuito puente. Un multímetro (también conocido como VOM - *Volt-Ohm-Milliameter*), así como un multímetro digital (DMM), normalmente incluye un voltímetro, un amperímetro y un ohmímetro.

Vatímetro. Un sensor eléctrico puede ser un vatímetro, que mide la magnitud de la potencia activa (o la tasa de suministro de energía eléctrica), comúnmente en unidades de vatios (W), milivatios, kilovatios o megavatios. Un vatímetro puede basarse en medir la tensión y la corriente, y multiplicar para calcular la potencia P=VI. En la medición de CA, la verdadera potencia es P=VIcos(φ). El vatímetro puede ser un bolómetro, que se utiliza para medir la potencia de la radiación electromagnética incidente a través del calentamiento de un material con una resistencia eléctrica dependiente de la temperatura. Un sensor puede ser un contador de electricidad (o contador de energía eléctrica) que mide la cantidad de energía eléctrica consumida por una carga. Habitualmente, un contador de electricidad se utiliza para medir la energía consumida por una sola carga, un instrumento, una residencia, una empresa o cualquier dispositivo eléctrico, y puede proporcionar o ser la base para el coste o la facturación de la electricidad. El medidor de electricidad puede ser de tipo CA (monofásico o multifásico) o CD, y la unidad de medida común es el kilovatio-hora, sin embargo, se puede utilizar cualquier unidad relacionada con la energía, tal como Joules. Algunos contadores de electricidad se basan en vatímetros, que acumulan o promedian las lecturas, o pueden basarse en la inducción.

Ohmímetro. Un sensor eléctrico puede ser un ohmímetro, que mide la resistencia eléctrica, comúnmente en ohmios (S2), miliohmios, kiloohmios o megaohmios, o la conductancia medida en siemens (S). Las mediciones de baja resistencia comúnmente usan un microohmímetro, mientras que el megóhmetro (también conocido como Megger) mide un gran valor de resistencia. El ohmímetro común deja pasa una corriente conocida constante a través de la resistencia desconocida medida (o conductancia), mientras mide la tensión a través de la resistencia y deriva el valor de resistencia (o conductancia) de la ley de Ohm (R = VII). También se puede utilizar un puente de Wheatstone como sensor de resistencia, equilibrando dos patas de un circuito puente, donde una pata incluye el componente de resistencia (o conductancia) desconocido. Se pueden usar variaciones del puente de Wheatstone para medir la capacitancia, inductancia, impedancia y otras magnitudes eléctricas o no eléctricas.

Medidor de capacitancia. Un sensor eléctrico puede ser un medidor de capacitancia para medir la capacitancia, comúnmente usando unidades de picofaradios, nanofaradios, microfaradios y faradios (F). Un sensor puede ser un medidor de inductancia para medir la inductancia, comúnmente usando unidades del sistema internacional de Henry (H), tales como microHenry, miliHenry y Henry. Además, un sensor puede ser un medidor de la impedancia para medir la impedancia de un dispositivo o un circuito. Un sensor puede ser un medidor LCR, utilizado para medir la inductancia (L), capacitancia (C) y resistencia (R). Un medidor puede usar una fuente de tensión de CA y usar la relación entra la tensión y la corriente medidas (y su diferencia de fase) a través del dispositivo probado de acuerdo con la ley de Ohm para calcular la impedancia. Como alternativa o adicionalmente, un medidor puede usar un circuito puente (similar al concepto de puente de Wheatstone), donde los elementos calibrados variables se ajustan para detectar un nulo. La medición puede ser en una sola frecuencia o un intervalo de frecuencias.

Magnetómetro. Un sensor eléctrico puede ser un magnetómetro para medir campos magnéticos H o B locales. El campo B (también conocido como densidad de flujo magnético o inducción magnética) se mide en Tesla (T) como unidad del sistema internacional y en Gauss como unidad del sistema cegesimal, y el flujo magnético se mide en unidades Weber (Wb). El campo H (también conocido como intensidad del campo magnético o fuerza del campo magnético) se mide en amperio-vuelta por metro(A/m) como unidad del sistema internacional y en Oersteds (Oe) como

unidad del sistema cegesimal. Muchos teléfonos inteligentes contienen magnetómetros que sirven como brújulas. Un magnetómetro puede ser un magnetómetro escalar, que mide la fuerza total, o puede ser un magnetómetro vectorial, que proporciona tanto la magnitud como la dirección (en relación con la orientación espacial) del campo magnético. Los magnetómetros comunes incluyen sensor de efecto Hall, magneto-diodo, magneto-transistor, magnetómetro AMR, magnetómetro GMR, magnetómetro magnético de la unión del túnel, sensor magneto-óptico, sensor MEMS basado en la fuerza de Lorentz (también conocido como resonancia magnética nuclear - RMN), Sensor MEMS basado en tunelización de electrones, brújulas MEMS, sensor de campo magnético de precesión nuclear, sensor de campo magnético bombeado ópticamente, magnetómetro de flujo, sensor de campo magnético de bobina de búsqueda y magnetómetro de dispositivo de interferencia cuántica superconductora (SQUID). Los magnetómetros de "efecto Hall' se basan en la "sonda Hall", que contiene un cristal semiconductor compuesto de indio, como antimoniuro de indio, montado en una placa trasera de aluminio y proporciona una tensión en respuesta al campo B medido. Un magnetómetro fluxgate hace uso de las características magnéticas no lineales de una sonda o elemento sensor que tiene un núcleo ferromagnético. Los magnetómetros de precesión de protones y RMN (PPM) miden la frecuencia de resonancia de los protones en el campo magnético que se ha de medir. Los medidores SQUID son magnetómetros vectoriales muy sensibles, basados en bucles superconductores que contienen uniones Josephson. El magnetómetro puede ser un sensor MEMS basado en la fuerza de Lorentz, que se basa en el movimiento mecánico de la estructura MEMS debido a la fuerza de Lorentz que actúa sobre el conductor que transporta corriente en el campo magnético.

Generador de señales. Un generador de señales (también conocido como generador de frecuencia) es un dispositivo electrónico o dispositivos de circuito que pueden generar señales electrónicas repetitivas o no repetitivas (normalmente tensión o corriente), que tiene una salida analógica (generador de señales analógicas) o una salida digital (generador de señales digitales). La señal de salida puede basarse en un circuito eléctrico, o puede basarse en datos digitales generados o almacenados. Un generador de funciones normalmente es un generador de señales que produce formas de onda repetitivas simples. Dichos dispositivos contienen un oscilador electrónico, un circuito que es capaz de crear una forma de onda repetitiva, o puede usar procesamiento de señales digitales para sintetizar formas de onda, seguido de un convertidor digital a analógico, o DAC, para producir resultados analógicos. Las formas de onda comunes son una onda sinusoidal, un diente de sierra, una etapa (impulso), una forma de onda cuadrada y triangular. El generador puede incluir algún tipo de funcionalidad de modulación, tal como modulación de amplitud (AM), modulación de frecuencia (FM) o modulación de fase (PM). Los generadores de forma de onda arbitraria (AWG) son generadores de señal sofisticados que permiten al usuario generar formas de onda arbitrarias, dentro de los límites publicados del intervalo de frecuencias, precisión y nivel de salida. A diferencia de los generadores de funciones, que se limitan a un conjunto simple de formas de onda; un AWG permite al usuario especificar una forma de onda fuente en una variedad de formas diferentes. El generador de señales lógicas (también conocido como generador de patrones de datos y generador de patrones digitales) es un generador de señales digitales que produce tipos lógicos de señales, es decir, 1 y 0 lógicos en forma de niveles de tensión convencionales. Los patrones de tensión habituales son: LVTTL, LVCMOS.

Procesador. El término "procesador" se utiliza en el presente documento para incluir, pero sin limitación, cualquier circuito integrado o cualquier otro dispositivo electrónico (o colección de dispositivos electrónicos) capaz de realizar una operación en al menos una instrucción, que incluyen, sin limitación, un microprocesador (μP), un microcontrolador (μC), un procesador de señales digitales (DSP), o cualquier combinación de los mismos. Un procesador puede ser además un procesador de núcleo de conjunto de instrucciones reducido (RISC), un microprocesador de computación de conjunto de instrucciones complejas (CISC), una unidad de microcontrolador (MCU) o una unidad central de procesamiento (CPU) basada en CISC. El *hardware* del procesador puede integrarse en un solo sustrato (p. ej., "troquel" de silicio) o distribuirse entre dos o más sustratos.

Un ejemplo no limitante de un procesador puede ser 80186 u 80188 disponible de Intel Corporation ubicada en Santa Clara, California, EE. UU. El 80186 y sus conexiones de memoria detalladas se describen en el manual "80186/80188 High-Integration 16-Bit Microprocessors" de Intel Corporation. Otro ejemplo no limitante de un procesador puede ser MC68360 disponible de Motorola Inc. ubicada en Schaumburg, Illinois, EE. UU. El MC68360 y sus conexiones de memoria detalladas se describen en el manual "MC68360 Quad Integrated Communications Controller - User's Manual" de Motorola, Inc. Aunque anteriormente se ha ilustrado con respecto a un bus de direcciones que tiene un ancho de 8 *bits*, comúnmente se usan otros anchos de buses de direcciones, tañes como el de 16 *bits*, 32 *bits* y 64 *bits*. De igual manera, aunque anteriormente se ha ilustrado con respecto a un bus de datos que tiene un ancho de 8 *bits*, comúnmente se utilizan otros anchos de buses de datos, tales como anchos de 16, 32 y 64 *bits*. En un ejemplo, el procesador consiste en, comprende o forma parte del microcontrolador Tiva™ TM4C123GH6PM disponible de Texas Instruments Incorporated (con sede en Dallas, Tejas, EE. UU.), descrito en una hoja de datos publicada en 2015 por Texas Instruments Incorporated [DS-TM4C123GH6PM-15842.2741, SPMS376E, Revisión 15842.2741, junio de 2014], titulada: "Tiva™ TM4C123GH6PM Microcontroller - Data Sheet", que forma parte de la familia de microcontroladores de la serie C Tiva™ de Texas Instrument que proporciona a los diseñadores una arquitectura basada en ARM® Cortex™-M de alto rendimiento con un amplio conjunto de capacidades de integración y un sólido ecosistema de *software* y herramientas de desarrollo. En cuanto al rendimiento y la flexibilidad, la arquitectura de la serie C de Tiva™ ofrece un Cortex-M de 80 MHz con FPU, una variedad de memorias integradas y múltiples GPIO programables. Los dispositivos de la serie C de Tiva™ ofrecen a los consumidores soluciones atractivas y rentables al integrar periféricos específicos de la aplicación y proporcionar una biblioteca integral de herramientas de *software* que minimizan los costes de la placa y el tiempo del ciclo de diseño. Ofreciendo un tiempo de comercialización más rápido y ahorro de costes, los microcontroladores de la serie C de Tiva™ son la elección líder en aplicaciones de

32 *bits* de alto rendimiento. En cuanto al rendimiento y la flexibilidad, la arquitectura de la serie C de Tiva™ ofrece un Cortex-M de 80 MHz con FPU, una variedad de memorias integradas y múltiples GPIO programables. Los dispositivos de la serie C de Tiva™ ofrecen a los consumidores soluciones atractivas y rentables.

Sensor. Se puede utilizar como sensor cualquier elemento capaz de medir o responder a un fenómeno físico. Se puede adaptar un sensor apropiado para un fenómeno físico específico, tal como un sensor sensible a la temperatura, humedad, presión, audio, vibración, luz, movimiento, sonido, proximidad, caudal, tensión eléctrica y corriente eléctrica. Un sensor puede ser un sensor analógico que pueda emitir señales analógicas tal como tensión o corriente analógica, o puede tener una impedancia que varíe de manera continua. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede emitir señales digitales. Un sensor puede servir como detector, notificando solo la presencia de un fenómeno, tal como por medio de un interruptor, y puede usar un nivel de umbral fijo o configurable. Un sensor puede medir parámetros dependientes del tiempo o del espacio de un fenómeno. Un sensor puede medir dependencias del tiempo o un fenómeno tal como la velocidad de cambio, integrado en el tiempo o promedio en el tiempo, ciclo de trabajo, frecuencia o período de tiempo entre eventos. Un sensor puede ser un sensor pasivo o un sensor activo que requiera una fuente externa de excitación. Un sensor puede estar basado en semiconductores y puede estar basado en tecnología MEMS.

Un sensor puede medir la cantidad de una propiedad o de una magnitud física, o la intensidad relativa a un fenómeno físico, cuerpo o sustancia. Como alternativa o adicionalmente, se puede usar un sensor para medir la derivada del tiempo del mismo, tal como la velocidad de cambio de la cantidad, la magnitud o el tamaño. En el caso de la magnitud o tamaño relacionado con el espacio, un sensor puede medir la densidad lineal, densidad superficial o densidad volumétrica, en relación con la cantidad de propiedad por volumen. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede medir el flujo de una propiedad a través de una sección transversal o límite de superficie, la densidad de flujo o la corriente. En el caso de un campo escalar, un sensor puede medir el gradiente de la magnitud. Un sensor puede medir la cantidad de propiedad por unidad de masa o por mol de sustancia. Se puede usar un solo sensor para medir dos o más fenómenos.

Un sensor puede emitir una señal eléctrica en respuesta a un fenómeno físico, químico, biológico o cualquier otro fenómeno, que sirva de estímulo al sensor. Un sensor puede servir como, o ser, un detector, para detectar la presencia del fenómeno. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede medir (o responder a) un parámetro de un fenómeno o una intensidad de la magnitud física del mismo. Por ejemplo, un sensor puede ser un termistor o un detector de temperatura de resistencia de platino, un sensor de luz, una sonda de pH, un micrófono para recibir audio, o un puente piezoeléctrico. De igual manera, se puede usar un sensor para medir la presión, el flujo, la fuerza u otras magnitudes mecánicas. La salida de un sensor puede ser amplificada por un amplificador conectado a la salida del sensor. También se pueden aplicar otros acondicionamientos de señal para mejorar el manejo de la salida del sensor o adaptarlo a la siguiente etapa o manipulación, tal como la atenuación, retardo, limitación de corriente o tensión, traducción de nivel, aislamiento galvánico, transformación de impedancia, linealización, calibración, filtrado, amplificación, digitalización, integración, derivación y cualquier otra manipulación de la señal. El acondicionamiento de algunos sensores implica conectarlos en un circuito puente. En el caso del condicionamiento, el circuito de acondicionamiento puede agregarse para manipular la salida del sensor, tal como un filtro o ecualizador para la manipulación relacionada con la frecuencia, tal como la filtración, análisis de espectros o eliminación del ruido, suavizado o desenfoque en caso de mejora de la imagen, un compresor (o descompresor) o codificador (o decodificador) en el caso de una compresión o esquemas de codificación/descodificación, modulador o demodulador en caso de modulación, y extractor para extraer o detectar una característica o parámetro tal como reconocimiento de patrones o análisis de correlación. En caso de la filtración, se pueden usar filtros pasivos, activos o adaptativos (tales como Wiener o Kalman). Los circuitos de acondicionamiento pueden aplicar manipulaciones lineales o no lineales. Además, la manipulación puede estar relacionada con el tiempo, tal como líneas de retardo analógicas o digitales, integradores o manipulación basada en velocidades. Un sensor puede tener una salida analógica, que requiere que se conecte un A/D al mismo, o puede tener una salida digital. Además, el condicionamiento puede basarse en el libro titulado: "Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning", de Analog Devices, Inc., 1999 (ISBN-0-916550-20-6).

Como alternativa o adicionalmente, cualquier sensor incluido en el presente documento, cualquier tecnología de sensores incluida en el presente documento, cualquier acondicionamiento de sensor incluido en el presente documento o circuitos de manejo, o cualquier aplicación de sensor incluida en el presente documento, puede ser de acuerdo con el libro titulado: "Sensors and Control Systems in manufacturing", Segunda Edición 2010, por Sabrie Soloman, Las empresas McGraw-Hill, ISBN: 978-0-07-160573-1, de acuerdo con el libro titulado: "Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control", de William C. Dunn, 2005, Las empresas McGraw-Hill, ISBN: 0-07-145735-6, o de acuerdo con el libro titulado: "Sensor technology Handbook", editado por Jon Wilson, por Newnes-Elsevier 2005, ISBN:0-7506-7729-5. Además, un sensor puede ser cualquier sensor descrito en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2013/0201316 de Binder *et al.,* titulada: "*System and Method for Server Based Control*".

Un sensor puede medir directa o indirectamente la velocidad de cambio de la magnitud física (gradiente) frente a la dirección alrededor de una ubicación en particular o entre diferentes ubicaciones. Por ejemplo, un gradiente de temperatura puede describir las diferencias de temperatura entre diferentes ubicaciones. Además, un sensor puede medir valores dependientes del tiempo o manipulados por el tiempo del fenómeno, tal como integrados en el tiempo,

promedio o raíz cuadrática media (RCM o rcm), en relación con la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de una serie de valores discretos (o la raíz cuadrada equivalente de la integral en un valor que varía continuamente). Además, se puede medir un parámetro relacionado con la dependencia del tiempo de un fenómeno repetitivo, tal como el ciclo de trabajo, la frecuencia (comúnmente medida en hercios - Hz) o el período. Un sensor puede estar basado en sistemas microelectromecánicos - MEMS (también conocido como tecnología de sistemas eléctricos micromecánicos). Un sensor puede responder a condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, ruido, vibración, vapores, olores, condiciones tóxicas, polvo y ventilación.

Un sensor puede ser un sensor activo, que requiere una fuente externa de excitación. Por ejemplo, los sensores basados en resistencias, como termistores y galgas extensiométricas, son sensores activos, que requieren que una corriente pase a través de ellos para determinar el valor de la resistencia, correspondiente al fenómeno medido. De igual manera, los sensores basados en un circuito puente son sensores activos que dependen de un circuito eléctrico externo para su funcionamiento. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede ser un sensor pasivo, que genera una salida eléctrica sin requerir ningún circuito externo o ninguna tensión o corriente externa. Los termopares y los fotodiodos son ejemplos de sensores pasivos.

Un sensor puede medir la cantidad de una propiedad o de una magnitud física, o la intensidad relativa a un fenómeno físico, cuerpo o sustancia. Como alternativa o adicionalmente, se puede usar un sensor para medir la derivada del tiempo del mismo, tal como la velocidad de cambio de la cantidad, la magnitud o el tamaño. En el caso de la magnitud o tamaño relacionado con el espacio, un sensor puede medir la densidad lineal, relativa a la cantidad de la propiedad por longitud, un sensor puede medir la densidad superficial, relativa a la cantidad de la propiedad por área, o un sensor puede medir la densidad del volumen, en relación con la cantidad de propiedad por volumen. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede medir la cantidad de propiedad por unidad de masa o por mol de sustancia. En el caso de un campo escalar, un sensor puede medir aún más el gradiente de la magnitud, relativo a la velocidad de cambio de la propiedad con respecto a la posición. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede medir el flujo de una propiedad a través de una sección transversal o límite de superficie. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede medir la densidad de flujo, relativa al flujo de propiedad a través de una sección transversal por unidad de sección transversal, o a través de un límite de superficie por unidad de área superficial. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede medir la corriente, relacionada con el caudal de propiedad a través de una sección transversal o un límite de superficie, o la densidad de corriente, relacionada con el caudal de propiedad por unidad a través de una sección transversal o un límite de superficie. Un sensor puede incluir o consistir en un transductor, definido en el presente documento como un dispositivo para convertir la energía de una forma a otra con el fin de medir una magnitud física o para transferir información. Además, se puede usar un solo sensor para medir dos o más fenómenos. Por ejemplo, se pueden medir dos características del mismo elemento, correspondiendo cada característica a un fenómeno diferente.

La salida de un sensor puede tener múltiples estados, donde el estado del sensor depende del parámetro medido del fenómeno detectado. Un sensor puede basarse en una salida de dos estados (tal como "0" o "1", o "verdadero" y "falso"), tal como un interruptor eléctrico que tenga dos contactos, donde los contactos pueden estar en uno de dos estados: "cerrado", lo que significa que los contactos se tocan y la electricidad puede fluir entre ellos, o "abierto", lo que significa que los contactos están separados y el interruptor no es conductor. Un sensor puede ser un interruptor de umbral, donde el interruptor cambia de estado al detectar que la magnitud del parámetro medida de un fenómeno supera un cierto umbral. Por ejemplo, un sensor puede ser un termostato, que es un interruptor que funciona en función de la temperatura que se usa para controlar un proceso de calentamiento. Otro ejemplo es un interruptor que funciona a través de la voz (también conocido como VOX), que es un interruptor que funciona cuando se detecta sonido por encima de cierto umbral. Suele utilizarse para encender un transmisor o grabadora cuando alguien habla y apagarlo cuando deja de hablar. Otro ejemplo es un interruptor de mercurio (también conocido como interruptor de inclinación de mercurio), que es un interruptor cuyo fin es permitir o interrumpir el flujo de corriente eléctrica en un circuito eléctrico de una manera que depende de la posición física o alineación del interruptor en relación con la dirección del "tirón" de la gravedad terrestre u otra inercia. El umbral de un interruptor basado en umbral puede ser fijo o configurable. Además, se puede utilizar un accionador para establecer el nivel de umbral local o remotamente.

En algunos casos, el funcionamiento del sensor puede basarse en generar un estímulo o una excitación para generar influencia o crear un fenómeno. El mecanismo de generación o estimulación, en su totalidad o en parte, puede estar en este caso integrado en el sensor, o puede considerarse accionadores independientes y, por lo tanto, puede ser controlado por el controlador. Además, un sensor y un accionador, independiente o integrado, puede estar funcionando cooperativamente como un conjunto, para mejorar la funcionalidad de detección o accionamiento. Por ejemplo, una fuente de luz, tratada como un accionador independiente, se puede utilizar para iluminar un lugar, a fin de permitir que un sensor de imagen capture fiel y adecuadamente una imagen de esa ubicación. En otro ejemplo, donde se usa un puente para medir la impedancia, la tensión de excitación del puente puede ser suministrada desde una fuente de alimentación tratada y que se acciona como un accionador.

Un sensor puede ser un sensor piezoeléctrico, donde se utiliza el efecto piezoeléctrico para medir la presión, aceleración, tensión o fuerza. Dependiendo de cómo se corte el material piezoeléctrico, hay tres modos principales de funcionamiento: transversal, longitudinal y de cizalla. En el modo de efecto transversal, una fuerza aplicada a lo largo de un eje genera cargas en una dirección perpendicular a la línea de fuerza, y en el modo de efecto longitudinal, la

cantidad de carga producida es proporcional a la fuerza aplicada y es independiente del tamaño y la forma del elemento piezoeléctrico. Cuando se utiliza como sensor de presión, comúnmente se usa una membrana delgada para transferir la fuerza al elemento piezoeléctrico, mientras se usa el acelerómetro, se fija una masa al elemento y se mide la carga de la masa. El material de un elemento sensor piezoeléctrico puede ser una cerámica piezoeléctrica (tal como cerámica PZT) o un material monocristalino. Un material monocristalino puede ser fosfato de galio, cuarzo, turmalina o niobato de plomo y magnesio-titanato de plomo (PMN-PT).

Un sensor puede ser un sensor en estado sólido, que normalmente es un dispositivo semiconductor y carece de partes móviles, y se encuentra comúnmente encerrado como un chip. El sensor puede estar de acuerdo con, o basado en, el sensor descrito en la patente de EE. UU. n.º 5.511.547 de Markle, titulada: "*Solid State Sensors*", en la patente de EE. UU. n.º 6.747.258 de Benz *et al.,* titulada: "*Intensified Hybrid Solid-State Sensor with an Insulating Layer*", en la patente de EE. UU. n.º 5.105.087 de Jagielinski, titulada: "*Large Solid State Sensor Assembly Formed from Smaller Sensors*", o en la patente de EE. UU. n.º 4.243.631 de Ryerson, titulada: "*Solid State Sensor*".

Un sensor puede ser un nanosensor, que es un sensor biológico, químico o físico construido con componentes a nanoescala, generalmente de tamaño microscópico o submicroscópico. Un nanosensor puede estar de acuerdo con, o basado en, el sensor descrito en la patente de EE. UU. n.º 7.256.466 de Lieber *et al.,* titulada: "*Nanosensors*", en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2007/0264623 de Wang *et al.*, titulada: "*Nanosensors*", en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2011/0045523 de Strano *et al.,* titulada: "*Optical Nenosensors Comprising Photoluminescent Nanostructures*", o en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2011/0275544 de Zhou *et al.,* titulada: "*Microfluidic Integration with Nanosensor Platform*".

Un sensor puede incluir uno o más sensores, emitiendo cada uno una señal eléctrica (tal como tensión o corriente) o cambiando una característica (tal como resistencia o impedancia) en respuesta a un fenómeno medido o detectado. Los sensores pueden ser idénticos, similares o diferentes entre sí, pudiendo medir o detectar fenómenos iguales o diferentes. Se pueden conectar dos o más sensores en serie o en paralelo. En el caso de un sensor de característica cambiante o en el caso de un sensor activo, la unidad puede incluir circuitos de excitación o medición (tales como un puente) para generar la señal eléctrica del sensor. La señal emitida por el sensor puede estar condicionada por un circuito de acondicionamiento de señales. El acondicionador de señales puede implicar manipulaciones relacionadas con el tiempo, la frecuencia o la magnitud. El acondicionador de señales puede ser lineal o no lineal, y puede incluir una operación o un amplificador de instrumentos, un multiplexor, un convertidor de frecuencia, un convertidor de frecuencia a tensión, un convertidor de tensión a frecuencia, un convertidor de corriente a tensión, un convertidor de bucle de corriente, un convertidor de carga, un atenuador, un circuito de muestreo y retención, un detector de picos, un limitador de la tensión o corriente, una línea o circuito de retardo, un traductor de nivel, un aislante galvánico, un transformador de impedancia, un circuito de linealización, un calibrador, un filtro pasivo o activo (o adaptativo), un integrador, un desviador, un ecualizador, un analizador de espectro, un compresor o un descompresor, un codificador (o decodificador), un modulador (o demodulador), un reconocedor de patrones, un suavizador, un eliminador de ruido, un circuito promedio o RCM, o cualquier combinación de los mismos. En el caso del sensor analógico, se puede usar un convertidor de analógico a digital (A/D) para convertir la señal emitida por el sensor acondicionado en datos de un sensor digital. La unidad puede incluir un ordenador para controlar y administrar el funcionamiento de la unidad, procesar los datos del sensor digital y manejar la comunicación de la unidad. La unidad puede incluir un módem o transceptor acoplado a un puerto de red (tal como un conector o una antena), para interactuar y comunicarse a través de una red.

Se proporcionan métodos y dispositivos para el bloqueo neuronal eléctrico y la estimulación de nervios disfuncionales o transferidos y se describen en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2019/0022383 de Hadlock. *et al.* titulada: "*Electrical Neural Blockade and Functional Stimulation of Dysfunctional or Transferred Nerves*". Por ejemplo, se proporciona un método que incluye la identificación de un nervio disfuncional o transferido, mediante la fijación de una serie de electrodos al nervio disfuncional o transferido proximal a la musculatura diana, el suministro de una señal eléctrica de bloqueo neuronal y la estimulación del nervio disfuncional o transferido distal al punto de bloqueo neuronal. También se proporciona un sistema con una serie de electrodos configurada para fijarse proximalmente a un nervio disfuncional o transferido y enviar una señal eléctrica de bloqueo neuronal con una serie de electrodos de estimulación neuromuscular colocada en posición distal al punto de bloqueo neuronal, y un procesador en comunicación con las series de electrodos y configurado para proporcionar instrucciones de estimulación basadas en la actividad detectada del resto de la neuromusculatura. Se proporciona además un método para identificar y tratar la disfunción que surge de la regeneración neuronal anómala para la que existe neuromusculatura contralateral asociada.

La inducción del cierre ocular y otros movimientos a través de la estimulación eléctrica puede proporcionar un tratamiento eficaz para la parálisis facial. Se realizó una encuesta en un estudio de viabilidad en seres humanos para determinar si la estimulación neuronal transcutánea puede inducir el parpadeo en personas con parálisis facial aguda y para obtener comentarios de los participantes sobre la tolerabilidad de la estimulación eléctrica superficial para el restablecimiento diario del parpadeo. Los resultados de la encuesta se proporcionan en un artículo titulado: "Electrical Stimulation of Eye Blink in Individuals with Acute Facial Palsy: Progress toward a Bionic Blink" de la Dra. Alice Frigerio, Dr. James T Heaton, Dr. Pablo Cavallari, Dr. Chris Knox, Dr. Marc H. Hohman y Dr. Tessa A. Hadlock (Milán, Italia; y Boston, Mass.), y publicado en octubre de 2015 en *Plastic and Reconstructive Surgery Journal* [DOI: 10.1097/PRS.0000000000001639] y presentado en parte en el International Facial Nerve Symposium 2013, en Boston,

Massachusetts, del 28 de junio al 2 de julio de 2013. En el método, participaron cuarenta individuos con parálisis facial unilateral aguda, grados de HB de 4 a 6, que se estudiaron prospectivamente entre los 6 y los 60 días de evolución. La estimulación unilateral de las ramas del nervio facial cigomático para inducir el parpadeo se logró con breves trenes de impulsos bipolares de carga equilibrada, administrados por vía transcutánea mediante la colocación de electrodos adhesivos; los resultados se registraron en una cámara de vídeo de alta velocidad. La relación entre los parámetros de estimulación y la sensación cutánea se analizó utilizando la escala de calificación del dolor en el rostro de Wong-Baker. Se logró el cierre completo de los ojos en el 55 por ciento de los participantes utilizando parámetros de estimulación informados como tolerables. En esos individuos, se observó una fasciculación palpebral inicial a una corriente promedio de 4,6 mA (±1,7; ancho de impulso promedio de 0,7 ms, de 100 a 150 Hz), con cierre completo que requiere una media de 7,2 mA (±2,6). Conclusiones: La estimulación transcutánea del nervio facial puede inducir artificialmente un parpadeo en la mayoría de los pacientes con parálisis facial aguda. Aunque los individuos variaron ampliamente en sus grados de incomodidad debida la estimulación de inducción del parpadeo que notificaron, la mayoría de ellos indicó que dicha estimulación sería tolerable si pudiera restablecer el cierre de los ojos. Por lo tanto, estos pacientes se beneficiarían de un dispositivo biomimético para facilitar el cierre de los ojos hasta que se completara el proceso de recuperación.

La parálisis facial es una afección grave potencialmente susceptible de rehabilitación mediante estimulación eléctrica funcional. Se propone un paradigma novedoso para la reanimación facial unilateral utilizando un dispositivo neuroprotésico implantable y se demuestra su viabilidad en un modelo de roedores vivos como se describe en un artículo titulado: "Toward the Bionic Face: A Novel Neuroprosthetic Device Paradigm for Facial Reanimation Consisting of Neural Blockade and Functional Electrical Stimulation" del Dr. Nate Jowett, Dr. Roberto E. Kearney, Sr. Christopher J. Knox y la Dra. Tessa A. Hadlock (de Boston, Mass., EE UU. y Montreal, Quebec, Canadá) que fue publicado en el Volumen 143, Número 1 de *Plastic and Reconstructive Surgery Journal* [DOI:10.1097/PRS.0000000000005164] y presentado como parte de la reunión Annual Meeting of the American Society for Peripheral Nerve, en 2016, celebrada en Scottsdale, Arizona. El paradigma comprende el uso de actividad electromiográfica del lado sano como datos de entrada de control a un sistema cuyos datos de salida son estímulos neuronales para efectuar desplazamientos faciales simétricos. El molesto problema de suprimir la actividad no deseada debida a la regeneración neuronal anómala (sincinesia) o los procedimientos de transferencia nerviosa se aborda mediante el bloqueo neuronal proximal. Métodos: se implantaron series de electrodos de manguito nervioso y epimisio en las caras de ratas Wistar. Se administraron estímulos para provocar parpadeos y sacudidas de varias duraciones y amplitudes. Se modeló la relación dinámica entre las señales electromiográficas y los desplazamientos faciales, y las predicciones del modelo se compararon con los desplazamientos medidos. Se determinaron los parámetros óptimos para lograr el bloqueo del nervio facial mediante corriente alterna de alta frecuencia y se evaluó la seguridad del suministro continuo. Resultados: la implantación de electrodos fue bien tolerada. Se provocaron parpadeos y batidos de amplitudes y duraciones ajustables mediante la variación controlada de los parámetros de los estímulos neuronales. Los desplazamientos faciales predichos a partir del modelado de entrada electromiográfica coincidieron con los observados con una varianza explicada superior al 96 por ciento. Se logró un bloqueo eficaz y reversible del nervio facial en animales despiertos, sin efecto perjudicial observado por el uso continuo a largo plazo. Conclusiones: se ha demostrado la prueba de principio de la rehabilitación de la parálisis hemifacial mediante un dispositivo neuroprotésico. El uso del bloqueo neuronal proximal junto con la estimulación eléctrica funcional distal puede tener relevancia para la rehabilitación de otras deficiencias de los nervios motores periféricos.

Los sistemas y métodos para detectar el movimiento y la expresión facial de un usuario se presentan en la patente de EE. UU. n.º 9.625.251 de Heaton *et al.* titulada: "*Facial movement and expression detection and* stimulation". Los sistemas y métodos incluyen una pluralidad de fuentes de radiación, una pluralidad de detectores de radiación, donde cada detector de radiación está emparejado con una de las fuentes de radiación diferente y configurado para detectar la radiación emitida por su fuente de radiación emparejada, y un controlador conectado a los detectores de radiación y configurado para recibir señales correspondientes a mediciones de la radiación emitida por cada uno de los detectores de radiación, determinar, para cada par fuente-detector de radiación, información sobre si una parte de la cara del usuario bloquea una trayectoria de radiación entre la fuente y el detector, y determinar un movimiento o expresión facial del usuario basándose en la información.

Un sistema y método para tratar la hiperactividad de un músculo de cierre del párpado en un sujeto después de la parálisis del nervio facial se describe en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2013/0158612 de Lindenthaler titulada: "*System and Method for Eyelid Stimulation*". El método o sistema incluye proporcionar un sistema de estimulación y estimular selectivamente los músculos que abren los párpados o los nervios que inervan, los reflejos de apertura de los párpados o los reflejos de apertura de los párpados en tejido no muscular, utilizando el sistema de estimulación, sin activar sustancialmente el músculo de cierre del párpado. El sistema y método provoca el movimiento de los párpados en el sujeto.

Un método que incluye provocar y registrar la respuesta de un reflejo del trigémino en presencia y ausencia de estimulación del nervio occipital (ONS) se describe en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2011/0264167 de Poletto titulada: "*Modulation of trigeminal reflex strength*". El método se utiliza para determinar si, y en qué medida, la ONS modula el reflejo del trigémino. Si la ONS modula el reflejo del trigémino, p. ej., en un grado suficiente, el sujeto puede ser considerado un candidato para la ONS para el tratamiento del dolor de cabeza.

El estimulador del nervio facial (FNS) es un dispositivo de tipo auricular que se usa para tratar a pacientes con parálisis de Bell leve o grave y otros problemas del nervio facial, y se describe en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. 2008/0082131 de Llanos titulada: "*Facial Nerve Stimulator (FNS)*". El estimulador del nervio facial (FNS) se usa cómodamente colocando un extremo sobre el lóbulo de la oreja e insertando la caja del electrodo oral dentro de la boca. La carcasa exterior del electrodo descansa justo sobre el cóndilo mandibular. Con la carcasa del electrodo oral dentro de la boca y la carcasa exterior del electrodo descansando sobre el cóndilo mandibular, se activa el sistema FNS desde una unidad TENS para permitir que pequeños impulsos eléctricos estimulen tanto la segunda rama (maxilar) como la tercera rama (mandibular) del nervio trigémino, así como el cóndilo mandibular.

En determinadas variaciones, los sistemas y/o métodos para la terapia de inducción electromagnética se describen en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 9.757.584 de BURNETT titulada: "*Methods and devices for performing electrical stimulation to treat various conditions*". Pueden incluirse uno o más aplicadores ergonómicos o adaptados al cuerpo. Los aplicadores incluyen una o más bobinas conductoras configuradas para generar un campo electromagnético o magnético enfocado en un nervio, músculo u otros tejidos corporales diana colocados cerca de la bobina. Se pueden utilizar uno o más sensores para detectar la estimulación y proporcionar información sobre la eficacia de la terapia de inducción electromagnética aplicada. Un controlador puede ser ajustable para variar una corriente a través de una bobina a fin de ajustar el campo magnético dirigido al nervio, músculo u otros tejidos corporales diana en función de la interacción proporcionada por un sensor o por un paciente. En ciertos sistemas o métodos, los campos magnéticos pulsados pueden aplicarse de forma intermitente a un nervio, músculo o tejido diana sin causar habituación.

Patrones de estimulación eléctrica y métodos de uso de los mismos para tratar el síndrome de ojo seco, ojos cansados u otras formas de malestar ocular se describen en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2016/0022992 de Franke *et al.* titulada: "*Stimulation patterns for treating dry eye*". Los métodos generalmente incluyen aplicar estimulación modelada a una estructura anatómica ubicada en una región ocular o una región nasal para aumentar la producción de lágrimas.

Un dispositivo de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) que funciona con batería para tratar el dolor de cabeza de forma abortiva y/o preventiva se describe en la patente de EE. UU. n.º 8.560.075 de Covalin titulada: "*Apparatus and method for the treatment of headache*". La unidad TENS y sus electrodos están integrados en un dispositivo unitario que facilita un tratamiento autoadministrado. En algunas realizaciones, los impulsos son monofásicos. En otras realizaciones, se proporcionan pares de impulsos bifásicos, en donde cada par de impulsos bifásicos incluye un primer impulso que tiene una primera polaridad separada por un intervalo de tiempo de un segundo impulso que tiene una polaridad opuesta. En algunas realizaciones, cada impulso en cada par bifásico tiene una duración igual a la del otro impulso del par. En algunas realizaciones, la duración de cada impulso está entre aproximadamente 50 microsegundos y aproximadamente 400 microsegundos, y el intervalo de tiempo entre impulsos de un par está entre aproximadamente 50 y 100 microsegundos.

Un método, aparato y sistema para afectar la neuromodulación basada en una señal de activación aplicada al cuerpo de un paciente se describen en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2007/0179557 de Maschino *et al.* titulada: "*Controlling neuromodulation using stimulus modalities*". Se aplica una señal de activación y/o terapéutica interna y/o externa a una primera parte diana del cuerpo de un paciente. Se reciben datos relativos a una respuesta fisiológica resultante de la señal de activación y/o terapéutica interna y/o externa. Se determina una característica de neurotransmisión del cuerpo del paciente basándose en los datos relacionados con la respuesta fisiológica. Se controla al menos un parámetro que define una señal terapéutica eléctrica proporcionada por un dispositivo médico implantable basándose en la característica de neurotransmisión determinada para tratar un trastorno.

En la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2003/0023297 de Byers se describe un aparato de electrodos en miniatura implantable en los párpados que hace que un párpado paralizado se cierre o se abra al hacer pasar una corriente eléctrica de estimulación a un nervio o un músculo. *et al.* titulada: "*Miniature implantable array and stimulation system suitable for eyelid stimulation*". El aparato comprende un cuerpo no conductor longitudinalmente flexible, que contiene electrodos que transmiten una señal eléctrica al nervio o al músculo cercano, que cierra o abre el párpado. El aparato es accionado eléctricamente por una fuente que puede estar situada a distancia del aparato. La señal eléctrica pasa por cables desde la fuente hasta el aparato. El aparato es biocompatible con el medio ambiente en el tejido vivo y está aislado eléctricamente del tejido circundante, excepto donde los electrodos entran en contacto con el tejido vivo. El aparato es muy pequeño y no se ve fácilmente a simple vista una vez implantado.

Un sistema para la estimulación del nervio trigémino se describe en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2014/0081353 de Cook *et al.* titulada: "*Pulse generator for cranial nerve stimulation*". En una realización, el sistema incluye un medio de almacenamiento, un generador de impulsos en comunicación con el medio de almacenamiento, una fuente de alimentación acoplada al generador de impulsos, y al menos un electrodo acoplado de manera comunicativa al generador de impulsos. El generador de impulsos incluye un microcontrolador que ejecuta instrucciones desde el medio de almacenamiento, y el microcontrolador está configurado para realizar al menos una de las siguientes operaciones: producir impulsos eléctricos con características definidas, registrar un registro de uso y acontecimientos anómalos, restringir el uso a un individuo específico, interfaz con electrodos, proporcionar una señal a la persona especificada indicando condiciones operativas y condiciones de problemas, y proporcionar una señal a

la persona especificada indicando el final de un período de tratamiento.

Véase, por ejemplo, la patente de EE. UU. n.º 8.060.208 titulada "Action potential conduction prevention", la patente de EE. UU. n.º 8.843.188 titulada "Adjustable nerve electrode", la patente de EE. UU. n.º 8.983.614 titulada "Onset-mitigating high-frequency nerve block", la patente de EE. UU. n.º 9.008.800 titulada "Separated-interface nerve electrode", y la patente de EE. UU. n.º 9,119,966 titulado "Systems and methods that provide an electrical waveform for neural stimulation or nerve block".

Bibliografía no de patente: KUANFU CHEN ET AL: "Closed-loop eyelid reanimation system with real-time blink detection and electrochemical stimulation for facial nerve paralysis", CIRCUITS AND SYSTEMS, 2009. ISCAS 2009. IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, EE. UU., 24 de mayo de 2009, páginas 549-552, XP031479249, ISBN: 978-1-4244-3827-3 propone una técnica relacionada con la estimulación eléctrica en la reanimación de párpados como tratamiento potencial para la parálisis del nervio facial. En el presente documento, se analizan detalladamente las cuestiones sobre el diseño, en base a lo cual se propone un sistema de estimulación electroquímica de bucle cerrado. La detección del parpadeo en tiempo real y la estimulación eléctrica se han verificado con FPGA y ASIC. El área del chip totalmente integrado propuesto, que incluye un amplificador de electromiografía (EMG), procesador de detección del parpadeo, ordenador con conjunto de instrucciones reducido (RISC) y estimulador de corriente, se estima en 11,46 mm^2 en un proceso CMOS de 0,35 um.

Teniendo en cuenta lo anterior, sería un avance en la técnica proporcionar un dispositivo o un sistema para la estimulación nerviosa transcutánea tal como la estimulación del nervio facial y, en particular, para usar la estimulación nerviosa transcutánea a fin de inducir artificialmente el parpadeo, una sonrisa u otra actividad del músculo facial, tal como en seres humanos con parálisis facial aguda, tal como la parálisis de Bell, o con el síndrome de ojo seco. Preferentemente, dichos dispositivos o sistemas pueden generar una mejor inducción del cierre ocular y provocan una incomodidad o dolor tolerables, simples, seguros, económicos, fiables, fáciles de instalar, usar o monitorizar, tienen un número mínimo de partes, se encuentran contenidos en una pequeña carcasa, tienen un *hardware* mínimo y/o utilizan componentes, protocolos, programas y aplicaciones existentes y disponibles, que permiten un mejor control, seguridad (o funcionalidades adicionales), y proporcionan una mejor experiencia para el usuario.

Sumario

La invención se define en la reivindicación independiente 1 con la siguiente descripción, un dispositivo puede usarse para estimular artificialmente un nervio en el cuerpo humano, y puede usarse con una red sobre un medio. Cualquier dispositivo del presente documento puede comprender un generador de impulsos controlable para generar una señal de tren de ráfagas; un sensor que puede emitir una señal de sensor en respuesta a un fenómeno físico; un puerto de acoplamiento al medio; un transceptor acoplado al puerto para transmitir datos digitales hacia, y para recibir datos digitales desde, la red; dos electrodos que pueden fijarse a un cuerpo humano y conectarse al generador de impulsos para acoplar señales de tren de ráfagas al cuerpo humano a fin de estimular periódicamente el nervio; *software* y un procesador para ejecutar el *software*, estando el procesador acoplado al sensor para recibir la señal de sensor procedente del mismo, al transceptor para recibir los datos digitales de la red procedentes del mismo, y para controlar y activar el generador de impulsos controlable; una fuente de alimentación para suministrar corriente continua (CC) al generador de impulsos controlable, al sensor, al transceptor y al procesador; y una única carcasa portátil que alberga el generador de impulsos, el sensor, el transceptor, el puerto, el procesador y la fuente de alimentación. Cualquier generador de impulsos del presente documento puede controlarse o activarse en respuesta a la señal del sensor o a los datos digitales recibidos de la red.

Cualquier dispositivo del presente documento puede integrarse además con, puede estar fijado a, puede formar parte de, se puede usar con, puede ser la base de, o puede estar incluido en, un dispositivo de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) disponible en el mercado. Cualquier dispositivo de TENS listo para usar en el mercado puede tener integrado, puede estar fijado a, puede formar parte de, o puede comprender, cualquier dispositivo del presente documento. Cualquier sensor del presente documento puede comprender, o puede consistir en, un detector de parpadeo. Cualquier nervio del presente documento puede ser un nervio facial, y los electrodos del presente documento pueden fijarse al cuero cabelludo del cuerpo humano, para que cuando se fijen, puedan inducir el parpadeo ocular mediante la estimulación del nervio facial. Cualquier dispositivo descrito en el presente documento puede usarse para tratar la parálisis del nervio facial o la parálisis de Bell, para el síndrome de ojo seco o para la estimulación muscular eléctrica (EMS).

Cualquier fuente de alimentación del presente documento puede consistir en, o puede comprender, una batería principal o recargable, y cualquier dispositivo del presente documento puede comprender además un compartimento de batería para alojar la batería. Cualquier fuente de alimentación del presente documento puede consistir en, o puede comprender, una batería recargable, y cualquier dispositivo del presente documento puede comprender además un cargador de batería para cargar la batería recargable. Cualquier dispositivo del presente documento puede ser operativo para cargar sin contacto la batería recargable, la carga sin contacto puede basarse en la inducción, y cualquier cargador de batería del presente documento puede comprender además una bobina de inducción para recibir alimentación de CA y cargar la batería recargable cuando el dispositivo esté dispuesto en un campo electromagnético. Cualquier dispositivo del presente documento puede ser operativo para ser alimentado por energía cinética, y cualquier

cargador de batería del presente documento puede incluir un convertidor de energía cinética a energía eléctrica. Cualquier convertidor del presente documento puede comprender una bobina y un campo magnético, y un movimiento relativo de la bobina y el campo magnético puede generar energía en respuesta al movimiento del dispositivo.

Cualquier dispositivo del presente documento puede comprender además un sensor eléctrico que puede conectarse a los electrodos para medir un parámetro eléctrico mediante los electrodos. Cualquier sensor eléctrico del presente documento puede comprender, puede consistir en, o puede basarse en, un medidor de la impedancia para medir una impedancia entre los electrodos. Cualquier medidor de la impedancia pueda comprender, puede consistir en, o puede basarse en, un ohmímetro que mida una resistencia eléctrica, en donde el medidor de la impedancia comprende, consiste en, o se basa en, un medidor de la capacitancia para medir la capacitancia, en donde el medidor de la impedancia comprende, consiste en, o se basa en, un medidor de la inductancia para medir la inductancia, o cualquier combinación de los mismos. Cualquier generador de impulsos puede activarse o desactivarse en respuesta al parámetro eléctrico medido. Como alternativa o adicionalmente, cualquier parámetro o cualquier característica de la señal de tren de ráfagas puede configurarse en respuesta a cualquier parámetro eléctrico medido, tal como la amplitud de pico a pico, el valor nominal de la amplitud, el valor efectivo de la amplitud, la frecuencia de la señal en al menos una de, o en todas, las ráfagas, la duración de al menos una de, o de todas, las ráfagas, o el período entre al menos dos ráfagas consecutivas, o entre dos ráfagas consecutivas cualesquiera, de la señal de tren de ráfagas. Cualquier sensor eléctrico del presente documento puede conectarse periódicamente a los electrodos para medir el parámetro eléctrico mediante los electrodos, y cualquier sensor eléctrico del presente documento puede conectarse a los electrodos entre dos ráfagas consecutivas. Cualquier dispositivo del presente documento puede comprender además un interruptor que tenga dos estados, y cualquier interruptor del presente documento puede estar acoplado para ser controlado por el procesador y puede estar operativo para estar en un primer y un segundo estado distintos. En el primer estado, los electrodos se pueden conectar al generador de impulsos para recibir la señal de tren de ráfagas del mismo, y en el primer estado los electrodos se pueden conectar al sensor eléctrico para medir el parámetro eléctrico. Cualquier interruptor del presente documento puede comprender, o puede consistir en, un interruptor unipolar de doble tiro (SPDT).

Cualquier dispositivo del presente documento puede ser operativo para hacer funcionar un sistema operativo que se incluye en el *software*. Cualquier sistema operativo del presente documento puede ser un sistema operativo móvil, tal como Android versión 2.2 (Froyo), Android versión 2.3 (Gingerbread), Android versión 4.0 (Ice Cream Sandwich), Android versión 4.2 (Jelly Bean), Android versión 4.4 (KitKat), Apple iOS versión 3, Apple iOS versión 4, Apple iOS versión 5, Apple iOS versión 6, Apple iOS versión 7, Microsoft Windows® Phone versión 7, Microsoft Windows® Phone versión 8, Microsoft Windows® Phone versión 9 o sistema operativo Blackberry®. Cualquier sistema operativo del presente documento puede ser un sistema operativo en tiempo real (RTOS), tal como FreeRTOS, SafeRTOS, QNX, VxWorks o sistemas operativos de microcontrolador (µC/OS).

Cualquiera de las ráfagas en la señal del presente documento puede comprender, o puede consistir en, uno o más impulsos de corriente o tensión cuadrados bifásicos asimétricos. Cualquier generador de impulsos controlable del presente documento puede comprender, o puede consistir en, un generador de señal continua y un interruptor controlado eléctricamente conectado en serie con la salida del generador de señal continua. Cualquier interruptor del presente documento puede comprender un puerto de control que puede acoplarse para ser controlado por el procesador.

Cualquier interruptor controlado eléctricamente del presente documento puede basarse en, puede comprender, o puede consistir en, un circuito eléctrico que puede comprender un relé, un transistor de colector abierto, un transistor de drenaje abierto, un tiristor, un TRIAC o un opto-aislante. Cualquier interruptor controlado eléctricamente del presente documento puede basarse en, puede comprender, o puede consistir en, un circuito eléctrico o un transistor. Cualquier transistor del presente documento puede ser un transistor de potencia de efecto de campo, y cualquier interruptor del presente documento puede estar formado entre un pasador de "drenaje" y uno de "fuente", y el puerto de control es un pasador de "puerta". Cualquier transistor de potencia de efecto de campo descrito en el presente documento puede ser un transistor de potencia de efecto de campo de canal N o de canal P. Cualquier relé del presente documento puede ser un relé electromagnético basado en solenoide o un relé de láminas, un relé de estado sólido o basado en semiconductores, o un relé de estado sólido (SSR) de CA.

Cualquier generador de impulsos del presente documento puede ser un generador de corriente, y la amplitud de pico a pico, el valor nominal o el valor efectivo, de al menos una ráfaga puede estar por encima de 0,1 miliamperios (mA), 0,2 mA, 0,5 mA, 0,8 mA, 1 mA, 1,2 mA, 1,5 mA, 1,8 mA, 2 mA, 2,5 mA, 3 mA, 3,5 mA, 4 mA, 4,5 mA, 5 mA, 5,5 mA, 6 mA, 7 mA, 8 mA, 9 mA, 10 mA, 11 mA, 12 mA, 15 mA, 18 mA, 20 mA, 22 mA, 25 mA, 30 mA, 35 mA, 40 mA, 45 mA, 50 mA, 55 mA, 60 mA, 65 mA, 70 mA, 75 mA, 80 mA o 100 mA. Como alternativa o adicionalmente, cualquier generador de impulsos del presente documento puede ser un generador de corriente, y la amplitud de pico a pico, el valor nominal o el valor efectivo, de al menos una ráfaga puede ser inferior a 0,1 miliamperios (mA), 0,2 mA, 0,5 mA, 0,8 mA, 1 mA, 1,2 mA, 1,5 mA, 1,8 mA, 2 mA, 2,5 mA, 3 mA, 3,5 mA, 4 mA, 4,5 mA, 5 mA, 5,5 mA, 6 mA, 7 mA, 8 mA, 9 mA, 10 mA, 11 mA, 12 mA, 15 mA, 18 mA, 20 mA, 22 mA, 25 mA, 30 mA, 35 mA, 40 mA, 45 mA, 50 mA, 55 mA, 60 mA, 65 mA, 70 mA, 75 mA, 80 mA o 100 mA. Cualquier generador de impulsos del presente documento puede ser un generador de tensión, y la amplitud de pico a pico, el valor nominal o el valor efectivo, de al menos una ráfaga puede estar por encima de 0,1 milivoltios (mV), 0,2 mV, 0,5 mV, 0,8 mV, 1 mV, 1,2 mV, 1,5 mV, 1,8 mV, 2 mV, 2,5 mV,

3 mV, 3,5 mV, 4 mV, 4,5 mV, 5 mV, 5,5 mV, 6 mV, 7 mV, 8 mV, 9 mV, 10 mV, 11 mV, 12 mV, 15 mV, 18 mV, 20 mV, 22 mV, 25 mV, 30 mV, 35 mV, 40 mV, 45 mV, 50 mV, 55 mV, 60 mV, 65 mV, 70 mV, 75 mV, 80 mV o 100 mV. Como alternativa o adicionalmente, cualquier generador de impulsos del presente documento puede ser un generador de tensión, y la amplitud de pico a pico, el valor nominal o el valor efectivo, de al menos una ráfaga puede estar por debajo de 0,1 milivoltios (mV), 0,2 mV, 0,5 mV, 0,8 mV, 1 mV, 1,2 mV, 1,5 mV, 1,8 mV, 2 mV, 2,5 mV, 3 mV, 3,5 mV, 4 mV, 4,5 mV, 5 mV, 5,5 mV, 6 mV, 7 mV, 8 mV, 9 mV, 10 mV, 11 mV, 12 mV, 15 mV, 18 mV, 20 mV, 22 mV, 25 mV, 30 mV, 35 mV, 40 mV, 45 mV, 50 mV, 55 mV, 60 mV, 65 mV, 70 mV, 75 mV, 80 mV o 100 mV.

Como alternativa o adicionalmente, cualquier generador de impulsos del presente documento puede ser un generador de tensión, y la amplitud de pico a pico, el valor nominal o el valor efectivo, de al menos una ráfaga puede ser superior a 0,1 voltios (V), 0,2 V, 0,5 V, 0,8 V, 1 V, 1,2 V, 1,5 V, 1,8 V, 2 V, 2,5 V, 3 V, 3,5 V, 4 V, 4,5 V, 5 V, 5,5 V, 6 V, 7 V, 8 V, 9 V, 10 V, 11 V, 12 V, 15 V, 18 V, 20 V, 22 V, 25 V, 30 V, 35 V, 40 V, 45 V, 50 V, 55 V, 60 V, 65 V, 70 V, 75 V, 80 V o 100 V. Como alternativa o adicionalmente, cualquier generador de impulsos del presente documento puede ser un generador de tensión, y la amplitud de pico a pico, el valor nominal o el valor efectivo, de al menos una ráfaga puede ser inferior a 0,1 voltios (V), 0,2 V, 0,5 V, 0,8 V, 1 V, 1,2 V, 1,5 V, 1,8 V, 2 V, 2,5 V, 3 V, 3,5 V, 4 V, 4,5 V, 5 V, 5,5 V, 6 V, 7 V, 8 V, 9 V, 10 V, 11 V, 12 V, 15 V, 18 V, 20 V, 22 V, 25 V, 30 V, 35 V, 40 V, 45 V, 50 V, 55 V, 60 V, 65 V, 70 V, 75 V, 80 V o 100 V.

Cualquier duración del presente documento de al menos una de, o de todas, las ráfagas de la señal de tren de ráfagas puede ser superior a 1 milisegundo (ms), 2 ms, 3 ms, 5 ms, 7 ms, 10 ms, 12 ms, 15 ms, 18 ms, 20 ms, 25 ms, 30 ms, 40 ms, 45 ms, 50 ms, 100 ms, 120 ms, 150 ms, 180 ms, 200 ms, 250 ms, 300 ms, 400 ms, 450 ms o 500 ms. Como alternativa o adicionalmente, cualquier duración de al menos una de, o de todas, las ráfagas de la señal de tren de ráfagas puede ser inferior a 1 milisegundo (ms), 2 ms, 3 ms, 5 ms, 7 ms, 10 ms, 12 ms, 15 ms, 18 ms, 20 ms, 25 ms, 30 ms, 40 ms, 45 ms, 50 ms, 100 ms, 120 ms, 150 ms, 180 ms, 200 ms, 250 ms, 300 ms, 400 ms, 450 ms o 500 ms.

Cualquier frecuencia de señal del presente documento en al menos una de, o en la totalidad de, las ráfagas de la señal de tren de ráfagas puede ser superior a 1 hercio (Hz), 2 Hz, 5 Hz, 8 Hz, 10 Hz, 12 Hz, 15 Hz, 18 Hz, 20 Hz, 22 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 50 Hz, 60 Hz, 70 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 150 Hz, 180 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 300 Hz, 350 Hz, 400 Hz o 500 Hz. Como alternativa o adicionalmente, cualquier frecuencia de señal del presente documento en al menos una de, o en la totalidad de, las ráfagas de la señal de tren de ráfagas puede ser inferior a 1 hercio (Hz), 2 Hz, 5 Hz, 8 Hz, 10 Hz, 12 Hz, 15 Hz, 18 Hz, 20 Hz, 22 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 50 Hz, 60 Hz, 70 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 150 Hz, 180 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 300 Hz, 350 Hz, 400 Hz o 500 Hz.

Cualquier período en el presente entre al menos dos ráfagas consecutivas, o entre dos ráfagas consecutivas cualesquiera, puede ser superior a 100 milisegundos (ms), 120 ms, 150 ms, 180 ms, 200 ms, 250 ms, 300 ms, 400 ms, 450 ms, 500 ms, 700 ms, 1000 (ms), 1200 ms, 1500 ms, 1800 ms, 2000 ms, 2500 ms, 3000 ms, 3500 ms, 4000 ms, 4500 ms, 5000 ms, 6000 ms, 6500 ms, 7000 ms, 7500 ms, 8000 ms, 8500 ms, 9000 ms o 9500 ms. Como alternativa o adicionalmente, cualquier período en el presente entre al menos dos ráfagas consecutivas, o entre dos ráfagas consecutivas cualesquiera, puede ser inferior a 100 milisegundos (ms), 120 ms, 150 ms, 180 ms, 200 ms, 250 ms, 300 ms, 400 ms, 450 ms, 500 ms, 700 ms, 1000 (ms), 1200 ms, 1500 ms, 1800 ms, 2000 ms, 2500 ms, 3000 ms, 3500 ms, 4000 ms, 4500 ms, 5000 ms, 6000 ms, 6500 ms, 7000 ms, 7500 ms, 8000 ms, 8500 ms, 9000 ms o 9500 ms.

Cualquier dispositivo del presente documento comprende un generador de números aleatorios que puede acoplarse al procesador para producir un número aleatorio o señal, y cualquier señal de tren de ráfagas del presente documento puede dar respuesta al número aleatorio. Cualquier generador de números aleatorios del presente documento puede estar basado en *hardware* y puede estar usando ruido térmico, ruido de disparo, radiación nuclear en descomposición, efecto fotoeléctrico o fenómenos cuánticos. Cualquier generador de números aleatorios del presente documento puede estar basado en *software* y puede basarse en la ejecución de un algoritmo para generar números pseudoaleatorios. Cualquier generador de impulsos del presente documento puede activarse o desactivarse en respuesta al número aleatorio. Cualquier parámetro o cualquier característica del presente documento de cualquier señal de tren de ráfagas se puede establecer en respuesta al número aleatorio, y cualquier parámetro del presente documento puede comprender la amplitud de pico a pico, el valor nominal de la amplitud, el valor efectivo de la amplitud, la frecuencia de la señal en al menos una de, o en todas, las ráfagas, la duración de al menos una de, o de todas, las ráfagas, o el período entre al menos dos ráfagas consecutivas, o entre dos ráfagas consecutivas cualesquiera, de la señal de tren de ráfagas.

Cualquier carcasa portátil del presente documento se puede llevar puesta en el cuerpo humano, tal como llevarse puesto en un órgano de la cabeza de la persona que puede ser un ojo, un oído, una cara, una mejilla, una nariz, una boca, unos labios, una frente o un mentón. Cualquier carcasa del presente documento puede construirse para tener una forma sustancialmente similar a, estar construida para tener una forma que permita el montaje o el uso idéntico o similar, o esté construida para tener una forma que sustituya al menos en parte a, accesorio para la cabeza, accesorio para la vista o un audífono. Cualquier accesorio para la cabeza del presente documento puede consistir en, puede estar estructurado como, o puede comprender, un sombrero, una gorra, una corona, una diadema, una cubierta capilar, un gorro, un casco, una capucha, una máscara, un turbante, un velo o una peluca. Cualquier accesorio para la vista del presente documento puede consistir en, puede estar estructurado como, o puede comprender, gafas, gafas de sol,

una lente de contacto, una venda para los ojos o unas gafas de protección. Cualquier audífono del presente documento puede consistir en, puede estar estructurado como, o puede comprender, un audífono, unos cascos, un auricular o un tapón para los oídos. Cualquier carcasa del presente documento puede fijarse de forma permanente o extraíble a, o puede ser parte de, una prenda de ropa de una persona, y la fijación puede usar cinta adhesiva, pegamento, clavado, adjuntado, encapsulado, un pasador o un sistema de cierre y gancho. Cualquier prenda de ropa del presente documento puede ser una prenda para la parte superior, la parte inferior o ropa interior de cuerpo entero, o un accesorio para la cabeza, calzado, un accesorio, una prenda exterior, un traje, un vestido o una falda. Cualquier dispositivo del presente documento puede comprender además un miembro anular que defina una abertura a través del mismo que tenga el tamaño para recibir en él una parte del cuerpo humano, y la parte del cuerpo humano puede ser parte de una mano humana que puede consistir en, o puede comprender, la parte superior del brazo, codo, antebrazo, muñeca o un dedo.

Cualquier parte del cuerpo humano del presente documento puede ser parte de la cabeza o del cuello humano que puede consistir en, o puede comprender, la frente, el oído, el cráneo o la cara. Además, cualquier parte del cuerpo humano del presente documento puede ser parte del tórax o abdomen humano que puede consistir en, o puede comprender, la cintura o cadera. Cualquier parte del cuerpo humano del presente documento puede ser parte de la pierna o pie humano que puede consistir en, o puede comprender, el muslo, pantorrillas, tobillo, empeine, rodilla o dedo del pie. Cualquier carcasa única del presente documento puede tener forma o estructura como una carcasa de retroauricular (BTE), "mini" BTE o audífonos intrauriculares (ITE). Cualquier carcasa del presente documento puede construirse para tener una forma sustancialmente similar a la de un audífono convencional; un elemento portátil sustancialmente similar a los de un audífono convencional; una forma que permita el montaje directo en o sobre el oído externo; o una forma para sustituir, al menos en parte, un audífono convencional. Además, cualquier carcasa del presente documento puede construirse para tener una forma sustancialmente similar a la de un auricular o tapón para los oídos convencional; elementos portátiles sustancialmente similares a los de un auricular o tapón para los oídos convencional; una forma que permita el montaje directo en o sobre la cabeza; o una forma para sustituir, al menos en parte, a un auricular o tapón para los oídos convencional.

Cualquiera de los electrodos del presente documento puede ser electrodos de EEG o ECG, o pueden optimizarse o configurarse para servir principalmente como electrodos de electroencefalografía (EEG) o electrocardiografía (ECG). Cualquiera de los electrodos del presente documento puede fijase o acoplarse mecánicamente entre sí, y cualquier dispositivo del presente documento puede comprender además un conjunto de electrodos que puede comprender una estructura única fijada a los dos electrodos, y el conjunto puede comprender además un conector para conectarse a la carcasa portátil, y el conjunto puede determinar además la distancia entre los electrodos. Cualquier conector del presente documento puede comprender, o puede consistir en, un conector delgado o un conector Zero Force (ZIF), y cualquier dispositivo del presente documento puede comprender además un cable flexible para conectar el conjunto de electrodos a la carcasa. Cada uno de los electrodos del presente documento puede ser un electrodo para la piel que puede comprender una almohadilla conductora sustancialmente plana y redonda, que tenga un área superficial de la almohadilla conductora que puede ser superior a 1 milímetro cuadrado (mm^2), 2 mm^2, 3 mm^2, 5 mm^2, 8 mm^2, 10 mm^2, 12 mm^2, 15 mm^2, 17 mm^2, 20 mm^2, 22 mm^2, 25 mm^2, 30 mm^2, o 50 mm^2, o el área superficial de la almohadilla conductora puede ser inferior a 2 milímetros cuadrados (mm^2), 3 mm^2, 5 mm^2, 8 mm^2, 10 mm^2, 12 mm^2, 15 mm^2, 17 mm^2, 20 mm^2, 22 mm^2, 25 mm^2, 30 mm^2, 50 mm^2, o 100 mm^2. Al fijarse al cuero cabelludo, la distancia entre los centros o los bordes de cualquiera de las almohadillas conductoras de dos electrodos del presente documento puede ser inferior a 5 milímetros (mm), 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 100 mm.

Al fijarse al cuero cabelludo, la distancia entre los centros o los bordes de cualquiera de las almohadillas conductoras de dos electrodos del presente documento puede ser superior a 4 milímetros (mm), 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 90 mm. Cada uno de los electrodos del presente documento descritos puede basarse en, puede comprender, o puede consistir en, circuito impreso flexible y estirable. Cada uno de los electrodos del presente documento descritos puede basarse en, puede comprender, o puede consistir en, un material conductor estampado impreso en una película adhesiva que puede fijarse a la piel humana. Cada uno de los electrodos del presente documento descritos puede basarse en, puede comprender, o puede consistir en, un electrodo de "tatuaje" que puede estar basado en, puede comprender, o puede consistir en, un material conductor laminado entre películas de polímero adhesivo. Cada uno de los electrodos del presente documento descritos puede basarse en, puede comprender, o puede consistir en, un electrodo implantable o un electrodo implantado.

Cualquiera de los electrodos incluidos en el presente documento puede fijarse en un rostro humano, tal como para afectar o estimular un nervio facial del rostro humano, por ejemplo, para afectar o estimular la rama cigomática, la rama temporal o ambas. Cada uno de los electrodos del presente documento puede incluir un área conductora que se puede fijar al rostro humano, y cualquier área conductora del presente documento puede definir un punto central. Cualquier dispositivo descrito en el presente documento puede usarse con una línea imaginaria definida por la trayectoria más corta entre el ojo derecho y el oído derecho, o entre el ojo izquierdo y el oído izquierdo, del rostro humano, y uno de los electrodos del presente documento puede ubicarse de modo que parte de, la mayor parte o la totalidad de, el área conductora esté por encima de la línea imaginaria. Como alternativa o adicionalmente, uno cualquiera de los electrodos del presente documento puede ubicarse de modo que parte de, la mayor parte o la totalidad de, el área conductora esté debajo de la línea imaginaria. El punto central de al menos uno de los electrodos

puede estar por encima o por debajo de la línea imaginaria.

El punto central de al menos uno de los electrodos del presente documento puede estar a una distancia de la línea imaginaria que puede ser de al menos 1 milímetro (mm), 2 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 15 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 100 mm. Como alternativa o adicionalmente, el punto central del al menos uno de los electrodos del presente documento puede estar a una distancia de la línea imaginaria que puede ser inferior a 2 milímetros (mm), 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm, 100 mm o 120 mm. Cualquier dispositivo del presente documento puede usarse con una primera línea que sea perpendicular a la línea imaginaria y que pase por el punto central de uno de los electrodos, y una segunda línea que sea perpendicular a la línea imaginaria y que pase por el punto central del otro electrodo, y la distancia entre la primera y la segunda línea puede ser igual o inferior a, 1 milímetro (mm), 2 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 100 mm, o la distancia entre la primera y la segunda línea puede ser igual, o superior a, 0 mm, 1 milímetro (mm), 2 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm, 100 mm o 120 mm.

Cualquier generador de impulsos del presente puede activarse o desactivarse en respuesta a los datos digitales recibidos de la red. Cualquier parámetro o cualquier característica de cualquiera de las señales de tren de ráfagas del presente documento puede establecerse en respuesta a los datos digitales recibidos de la red. Cualquier parámetro del presente documento puede comprender la amplitud de pico a pico, el valor nominal de la amplitud, el valor efectivo de la amplitud, la frecuencia de la señal en al menos una de, o en todas, las ráfagas, la duración de al menos una de, o de todas, las ráfagas, o el período entre al menos dos ráfagas consecutivas, o entre dos ráfagas consecutivas cualesquiera, de la señal de tren de ráfagas.

Cualquier generador de impulsos del presente documento puede activarse o desactivarse en respuesta a la señal del sensor. Cualquier dispositivo del presente documento puede usarse con un valor mínimo o máximo, y cualquier generador de impulsos puede activarse o desactivarse en respuesta a que la señal del sensor esté por debajo del valor mínimo, o cualquier generador de impulsos puede activarse o desactivarse en respuesta a que la señal del sensor esté por encima del valor máximo. Cualquier parámetro o cualquier característica de cualquier señal de tren de ráfagas del presente documento puede establecerse en respuesta a la señal del sensor. Cualquier parámetro del presente documento puede comprender la amplitud de pico a pico, el valor nominal de la amplitud, el valor efectivo de la amplitud, la frecuencia de la señal en al menos una de, o en todas, las ráfagas, la duración de al menos una de, o de todas, las ráfagas, o el período entre al menos dos ráfagas consecutivas, o entre dos ráfagas consecutivas cualesquiera, de la señal de tren de ráfagas.

Cualquier dispositivo del presente documento puede ser además operativo para enviar un mensaje a la red, y cualquier red del presente documento puede ser una red inalámbrica, y cualquier mensaje del presente documento puede enviarse por Internet a través de la red inalámbrica. Cualquier mensaje del presente documento puede enviarse por Internet a través de la red inalámbrica a un servidor de mensajería instantánea (IM) para enviarlo a un dispositivo cliente como parte de un servicio de IM. El mensaje o la comunicación con el servidor de IM puede estar utilizando, o puede basarse en, SMTP (protocolo simple de transferencia de correo), SIP (protocolo de inicio de sesión), SIMPLE (SIP para mensajería instantánea y extensiones de uso de presencia), APEX (intercambio de aplicaciones), Prim (protocolo de mensajería de presencia e instancia), XMPP (protocolo de mensajería y presencia extensible), IMPS (servicio de mensajería instantánea y presencia), RTMP (protocolo de mensajería en tiempo real), protocolo STM (mensajería simple TCP/IP), protocolo de mensajería ampliada de Azureus, servicio de notificaciones push de Apple (APN) o protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).

Cualquier mensaje del presente puede ser un mensaje basado en texto y el servicio de mensajería instantánea puede ser un servicio de mensajería de texto. Cualquier mensaje del presente documento puede estar de acuerdo con, o puede estar basado en, un mensaje de servicio de mensajes cortos (SMS) y el servicio IM es un servicio de SMS, el mensaje está de acuerdo con, o se basa en, un mensaje de correo electrónico (e-mail) y el servicio IM es un servicio de correo electrónico, el mensaje está de acuerdo con, o se basa en, un mensaje de WhatsApp y el servicio de mensajería instantánea es un servicio de WhatsApp, el mensaje está de acuerdo con, o se basa en, un mensaje de Twitter y el servicio de mensajería instantánea es un servicio de Twitter, o el mensaje está de acuerdo con, o se basa en, un mensaje de Viber y el servicio de mensajería instantánea es un servicio de Viber. Cualquier mensaje del presente puede ser un mensaje de servicio de mensajería multimedia (MMS) o un servicio de mensajería mejorado (EMS) que puede incluir audio o vídeo, y el servicio IM puede ser respectivamente un servicio NMS o EMS. Cualquier dispositivo del presente documento puede usarse con un valor mínimo o máximo, y cualquier mensaje puede enviarse en respuesta a que la señal del sensor esté por debajo del valor mínimo, o el mensaje puede enviarse en respuesta a que la señal del sensor esté por encima del valor máximo.

Cualquier dispositivo del presente documento puede ser direccionable en la red, tal como en Internet, utilizando una dirección digital. Cualquier dirección digital del presente documento puede ser una dirección de capa MAC de tipo MAC-48, EUI-48 o EUI-64. Como alternativa o adicionalmente, cualquier dirección digital del presente documento puede ser una dirección de capa 3, y es una dirección IP estática o dinámica que es una dirección de tipo IPv4 o IPv6.

Cualquier red del presente documento puede comprender, puede utilizar, o puede consistir en, una red inalámbrica,

cualquier puerto del presente documento puede comprender, puede utilizar, o puede consistir en, una antena para transmitir y recibir primeras señales de radiofrecuencia (RF) por el aire; y cualquier transceptor del presente documento puede comprender, puede utilizar, o puede consistir en, un transceptor inalámbrico acoplado a la antena para transmitir y recibir de forma inalámbrica los datos digitales por el aire utilizando la red inalámbrica. Cualquier red inalámbrica del presente documento puede ser una red de área amplia inalámbrica (WWAN), tal como la red de banda ancha inalámbrica, cualquier transceptor inalámbrico del presente documento puede ser un transceptor WWAN, y cualquier antena del presente documento puede ser una antena WWAN. Cualquier red inalámbrica del presente documento puede ser una red WiMAX, cualquier antena del presente documento puede ser una antena WiMAX y cualquier transceptor inalámbrico del presente documento puede ser un módem WiMAX, y la red WiMAX puede estar de acuerdo con, o puede basarse en, IEEE 802.16-2009. Cualquier red inalámbrica del presente documento puede ser una red de telefonía celular, cualquier antena del presente documento puede ser una antena celular, y cualquier transceptor inalámbrico del presente documento puede ser un módem celular, y cualquier red de telefonía celular del presente documento puede ser una red de tercera generación (3G) que utilice UMTS W-CDMA, UMTS HSPA, UMTS TDD, CDMA2000 1×RTT, CDMA2000 EV-DO o GSM EDGE-Evolution, o en donde la red de telefonía celular sea una red de Cuarta Generación (4G) que utilice HSPA+, WiMAX móvil, LTE, LTE-Advanced, MBWA, o puede estar basada en IEEE 802.20-2008.

Cualquier red inalámbrica del presente documento mencionada puede ser una red de área personal inalámbrica (WPAN), cualquier transceptor inalámbrico del presente documento puede ser un transceptor WPAN, y cualquier antena del presente documento puede ser una antena WPAN. Cualquier WPAN del presente documento puede estar de acuerdo con, o puede basarse en, Bluetooth™, Bluetooth Low Energy (BLE) o las normas IEEE 802.15.1-2005, o cualquier WPAN puede ser una red de control inalámbrica que puede estar de acuerdo con, o puede estar basada en, Zigbee™, IEEE 802.15.4-2003 o estándares Z-Wave™. Cualquier red inalámbrica del presente documento puede ser una red de área corporal (BAN), tal como de acuerdo con, o basada en, la norma IEEE 802.15.6, y cualquier transceptor inalámbrico del presente puede ser un transceptor BAN, y cualquier antena del presente puede ser una antena BAN.

Cualquier red inalámbrica del presente documento puede ser una red de área local inalámbrica (WLAN), tal como de acuerdo con, o basada en, IEEE 802,11-2012, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n o IEEE 802.11ac, y cualquier transceptor inalámbrico del presente documento puede ser un transceptor WLAN, y cualquier antena del presente documento puede ser una antena WLAN. Cualquier red inalámbrica del presente documento puede estar sobre una banda de frecuencia de radio con licencia o sin licencia. Cualquier red inalámbrica del presente documento puede estar en la banda de frecuencia de radio sin licencia que sea una banda de radio industrial, científica y médica (ISM). Cualquier transceptor inalámbrico del presente documento puede ser operativo para comunicarse en un esquema ad-hok. Cualquier dispositivo del presente documento puede usarse con un dispositivo intermediario, y el transceptor inalámbrico puede estar operativo para comunicarse con el dispositivo intermediario mediante un esquema de infraestructura, y el dispositivo intermediario puede ser un punto de acceso inalámbrico (WAP), un interruptor inalámbrico o un enrutador inalámbrico.

Cualquier sensor del presente documento puede ser un sensor fisiológico que puede responder a parámetros asociados con el cuerpo humano y puede ser externo al cuerpo objeto de la detección, implantarse dentro del cuerpo objeto de la detección, fijarse al cuerpo objeto de la detección o llevarse puesto en el cuerpo objeto de la detección. Cualquier sensor fisiológico del presente documento puede estar respondiendo a las señales eléctricas del cuerpo y puede ser un sensor de electroencefalografía EEG (EEG) o de electrocardiografía (ECG), o puede estar respondiendo a la saturación de oxígeno, saturación de gas o una presión sanguínea en el cuerpo objeto de la detección.

Cualquier sensor del presente documento puede ser un sensor eléctrico que responda a una característica eléctrica o magnitud de fenómeno eléctrico en un circuito eléctrico, y cualquier sensor del presente documento puede conectarse para medir un parámetro o característica de la señal de tren de ráfagas, tal como estar conectado en serie entre el generador de impulsos y los electrodos, o conectado en paralelo a los electrodos. Cualquier sensor eléctrico del presente documento puede responder a corriente alterna (CA) o corriente continua (CC). Cualquier sensor eléctrico del presente documento puede ser un amperímetro que responda a la corriente eléctrica que pase a través de un conductor o cable. Cualquier amperímetro del presente documento puede consistir en, o puede comprender, un galvanómetro, un amperímetro de hilo caliente, una pinza amperimétrica o una sonda amperimétrica. Cualquier sensor eléctrico del presente documento puede ser un voltímetro que responda a una tensión eléctrica o un vatímetro que responda a energía eléctrica activa.

Cualquier sensor del presente documento puede ser un sensor piezoeléctrico que puede usar el efecto piezoeléctrico, puede incluir material de un solo cristal o una cerámica piezoeléctrica, y puede usar el modo de efecto transversal, longitudinal o de cizalla. Cualquier sensor del presente documento puede ser un sensor termoeléctrico que responda a una temperatura o a un gradiente de temperatura que puede detectar la temperatura mediante conducción, convección o radiación. Cualquier sensor termoeléctrico del presente documento puede consistir en, o puede comprender, un termistor de coeficiente de temperatura positivo (PTC), un termistor de coeficiente de temperatura negativo (NTC), un termopar, un cristal de cuarzo o un detector de temperatura de resistencia (RTD). Cualquier dispositivo del presente documento puede comprender múltiples sensores dispuestos como una serie de sensores direccionales operativos para calcular el número, magnitud, frecuencia, dirección de llegada (DOA), distancia o velocidad del fenómeno que incide sobre la serie de sensores, y el procesador puede estar operativo para procesar

las salidas de la serie de sensores.

Cualquier sensor del presente documento puede consistir en, o puede comprender, un nanosensor, un cristal o un semiconductor, o en donde: el sensor sea un sensor ultrasónico, el sensor sea un sensor de corriente de Foucault, el sensor sea un sensor de proximidad, el sensor sea un sensor acústico a granel o de superficie, o el sensor sea un sensor atmosférico o ambiental. Cualquier sensor del presente documento puede consistir en, o puede comprender un sensor de radiación que responda a la radiactividad, radiación nuclear, partículas alfa, partículas beta o rayos gamma, y se base en la ionización de gases. Cualquier sensor del presente documento puede consistir en, o puede comprender un sensor fotoeléctrico que responda a una luz visible o invisible, la luz invisible es infrarroja, ultravioleta, rayos X o rayos gamma, y en donde el sensor fotoeléctrico consiste en, comprende, o se basa en el efecto fotoeléctrico o fotovoltaico, y consiste en, o comprende, un componente semiconductor que consiste en, o comprende, un fotodiodo, un fototransistor o una celda solar. Cualquier sensor fotoeléctrico del presente documento puede consistir en, puede comprender, o puede basarse en un dispositivo de acoplamiento de carga (CCD) o un elemento semiconductor complementario de óxido de metal (CMOS). Cualquier sensor del presente documento puede consistir en, o puede comprender, una serie de sensores de imagen fotosensibles que comprenda múltiples sensores fotoeléctricos, para capturar una imagen y producir información de imagen electrónica que represente la imagen, comprendiendo el dispositivo además una o más lentes ópticas para enfocar la luz recibida y guiar la imagen, y cualquier sensor de imagen del presente documento puede estar dispuesto aproximadamente en un plano de punto focal de imagen de la una o más lentes ópticas para capturar adecuadamente la imagen.

Cualquier procesador de imagen del presente puede acoplarse al sensor de imagen para proporcionar una señal de vídeo de datos digitales de acuerdo con un formato de vídeo digital, transportando la señal de vídeo digital vídeo de datos digitales basado en las imágenes capturadas, y el formato de vídeo digital puede basarse en uno de: TIFF (formato de archivo de imagen etiquetado), formato RAW, AVI, DV, MOV, WMV, MP4, DCF (regla de diseño para formato de cámara), ITU-T H.261, ITU-T H.263, ITU-T H.264, ITU-T CCIR 601, ASF, normas Exif (formato de archivo de imagen intercambiable) y DPOF (formato de orden de impresión digital). Cualquier dispositivo del presente documento puede comprender además un compresor de vídeo basado en la compresión intracuadro o intercuadro acoplado al sensor de imagen para comprimir con pérdida o sin pérdida el vídeo de datos digitales, y cualquier compresión del presente documento puede basarse en un algoritmo de compresión estándar que puede ser uno o más de JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) y MPEG (*Moving Picture Experts Group*), ITU-T H.261, ITU-T H.263, ITU-T H.264 y ITU-T CCIR 601.

Cualquier sensor del presente documento puede consistir en, o puede comprender, un sensor electroquímico que responda a la estructura química, propiedades, composición o reacciones de un objeto. Cualquier sensor electroquímico del presente documento puede consistir en, o puede comprender, un medidor de pH o un sensor de gas que responda a la presencia de radón, hidrógeno, oxígeno o monóxido de carbono (CO), o en donde el sensor electroquímico consiste en, comprende, o se basa en la detección óptica o en la ionización y es un detector de humo, de llama o de incendios, o es sensible al combustible, gas inflamable o tóxico. Cualquier sensor del presente documento puede consistir en, o puede comprender, un sensor electroacústico que responda a un sonido audible o inaudible. Cualquier sensor electroacústico del presente documento puede consistir en, o puede comprender, un micrófono omnidireccional, unidireccional o bidireccional que puede consistir en, puede comprender, o puede basarse en la detección del movimiento basado en el sonido incidente de un diafragma o una cinta, y el micrófono puede consistir en, o puede comprender, un condensador, un electreto, un micrófono dinámico, de cinta, de carbón o piezoeléctrico.

Cualquier sensor del presente documento puede consistir en, o puede comprender, un sensor de posición angular para medir el ajuste angular o un cambio de ángulo. Cualquier sensor del presente documento puede consistir en, o puede comprender, un sensor de presión absoluta para medir intervalos del 50 % al 500 % de la presión atmosférica terrestre. Cualquier sensor del presente documento puede ser un sensor eléctrico que puede responder a una característica eléctrica o a una magnitud de fenómeno eléctrico en un circuito eléctrico, y puede estar acoplado de forma conductora al circuito eléctrico, o puede ser un sensor sin contacto que no esté conectado de forma conductora al circuito eléctrico. Cualquier sensor eléctrico del presente documento puede responder a la corriente alterna (CA) o corriente continua (CC), y puede ser un amperímetro que responde a la corriente eléctrica que pase a través de un conductor o cable, y puede consistir en, o puede comprender, un galvanómetro, un amperímetro de hilo caliente, una pinza amperimétrica o una sonda amperimétrica. Como alternativa o adicionalmente, cualquier sensor eléctrico del presente documento puede ser un voltímetro que responda a una tensión eléctrica y puede consistir en, o puede comprender, un electrómetro, una resistencia, un potenciómetro o un circuito puente. Como alternativa o adicionalmente, cualquier sensor eléctrico del presente documento puede ser un vatímetro que responda a la energía eléctrica activa.

Cualquier dispositivo del presente documento puede estar integrado en al menos uno de un dispositivo inalámbrico, un ordenador portátil, un *laptop*, un reproductor multimedia, una cámara fotográfica digital (DSC), una cámara de vídeo digital (DVC o videocámara digital), un asistente personal digital (PDA), un teléfono móvil, una cámara digital, una grabadora de vídeo o un teléfono inteligente. Como alternativa o adicionalmente, cualquier dispositivo del presente documento puede estar integrado en un teléfono inteligente que puede comprender, o puede estar basado en, un Apple iPhone 6 o un Samsung Galaxy S6.

El sumario anterior no es una lista exhaustiva de todos los aspectos de la presente invención. En efecto, el inventor contempla que su invención incluye todos los sistemas y métodos que puedan ponerse en práctica a partir de todas las combinaciones adecuadas y derivados de los diversos aspectos resumidos anteriormente, así como las divulgados en la siguiente descripción detallada, y particularmente señalados en las reivindicaciones presentadas con la solicitud. Tales combinaciones tienen ventajas particulares que no se mencionan específicamente en el sumario anterior.

Breve descripción de los dibujos

En el presente documento, se describe la invención, únicamente a modo de ejemplos no limitantes, con referencia a los dibujos adjuntos, en donde las designaciones similares denotan elementos similares. Entendiendo que estos dibujos solo brindan información sobre realizaciones típicas de la invención y, por lo tanto, no deben considerarse limitativos en su alcance:

la FIG. 1 representa gráficamente el rostro de una persona que muestra síntomas de parálisis de Bell;
la FIG. 2 representa gráficamente un conjunto de electrodos; la FIG. 2a representa gráficamente carcasas de audífonos;
la FIG. 3 ilustra esquemáticamente un diagrama de bloques de un dispositivo de estimulación general;
la FIG. 4 ilustra esquemáticamente un diagrama de bloques de un dispositivo de estimulación alimentado por una batería que utiliza un generador de impulsos continuos y proporciona comunicación inalámbrica;
la FIG. 4a ilustra esquemáticamente un diagrama de bloques de un dispositivo de estimulación alimentado por batería que incluye un generador de números aleatorios y un medidor eléctrico;
la FIG. 4b ilustra esquemáticamente un diagrama de bloques de un dispositivo de estimulación alimentado por batería que incluye un medidor de la impedancia y que tiene dos estados;
la FIG. 5 representa esquemáticamente un dispositivo de estimulación accionado por batería que emplea la carga inductiva de la batería;
la FIG. 6 ilustra esquemáticamente un diagrama de flujo simplificado del funcionamiento de un dispositivo de estimulación;
la FIG. 7 representa gráficamente las ramas del nervio facial externas al cráneo; y
la FIG. 7a representa pictóricamente la ubicación de los electrodos para estimular ramas del nervio facial externas al cráneo.

Descripción detallada

Los principios y el funcionamiento de un aparato de acuerdo con la presente invención pueden entenderse con referencia a las figuras y la descripción adjunta, en la que los componentes similares que aparecen en figuras diferentes se indican con números de referencia idénticos. Los dibujos y las descripciones son solo conceptuales. En la práctica real, un solo componente puede implementar una o más funciones; como alternativa o adicionalmente, cada función puede ser implementada por una pluralidad de componentes y dispositivos. En las figuras y descripciones, los números de referencia idénticos indican aquellos componentes que son comunes a diferentes realizaciones o configuraciones. Las referencias numéricas idénticas (incluso en el caso de utilizar diferente sufijo, tal como 5, 5a, 5b y 5c) se refieren a funciones o dispositivos reales que son idénticos, sustancialmente similares o que tienen una funcionalidad similar. Se entenderá fácilmente que los componentes de la presente invención, tal y como se describen e ilustran en las figuras del presente documento, podría organizarse y diseñarse en una amplia variedad de configuraciones diferentes. Por tanto, la siguiente descripción más detallada de las realizaciones del aparato, sistema, como se representa en las figuras del presente documento, no pretenden limitar el alcance de la invención, como se reivindica, sino que son simplemente realizaciones representativas de la invención. Debe entenderse que las formas en singular "un", "uno/a", y "el/la" incluyen en el presente documento los referentes a los plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Por tanto, por ejemplo, la referencia a "la superficie de un componente" incluye la referencia a una o más de tales superficies. Por el término "sustancialmente" se entiende que no es necesario que la característica, parámetro o valor citado se alcance exactamente, sino que las desviaciones o variaciones, incluyendo, por ejemplo, tolerancias, errores de medición, limitaciones de precisión de la medición y otros factores conocidos por los expertos en la materia, pueden ocurrir en cantidades que no excluyen el efecto que la característica pretendía proporcionar.

En un ejemplo, se utiliza un dispositivo o aparato de estimulación para generar ráfagas de impulsos modulados, preferentemente permitir el ajuste de los parámetros o características de la señal de salida, ofreciendo el mínimo consumo de energía y las mínimas molestias. El dispositivo se ubica preferentemente para acoplar de manera eficaz la señal de salida a un nervio, tal como un nervio facial, a través de un dispositivo de acoplamiento. La salida del dispositivo se puede controlar de forma manual o automática, y se puede sincronizar con el ojo opuesto o mediante un programa preestablecido. En una aplicación, el dispositivo de estimulación se puede usar para generar un parpadeo ocular cronometrado preferentemente induciendo la acción muscular para cerrar los párpados superiores y preferentemente también los inferiores, cada uno independiente o conjuntamente, para producir un cierre completo del ojo, y con la proporción fisiológica correcta entre los párpados inferior y superior. Además, el dispositivo puede usarse para estimular o apretar la glándula lagrimal.

Una disposición general **30** de uso de un dispositivo de estimulación general **31** se muestra en la FIG. 3, y una disposición general **40** de uso de una realización ilustrativa de un dispositivo de estimulación **31a** se muestra en la FIG. 4. El dispositivo **31** comprende un generador de impulsos cerrado **35** que emite a través de una conexión o puerto **38** una señal de impulso cuadrada bifásica simétrica o asimétrica cerrada **41**. La señal **41** comprende un tren de ráfagas de ondas cuadradas **41d** que tiene una amplitud de pico a pico "A" **41c** y un tiempo de duración d **41a**. El tren de impulsos **41** se repite periódicamente cada T **41b** segundos, y en cada ráfaga **41d**, la frecuencia de onda cuadrada es "f". La señal **41** emitida por el generador **35** es transportada a través de la conexión **38** a un conector **28b** situado en la carcasa del dispositivo **31**. La señal **41** alcanza los electrodos **26a** y **26b** que se fijan al cuero cabelludo de una persona tratada **25**. Los electrodos **26a** y **26b** están conectados a través de cables o conductores a un conector **27a**. Un cable **29** que tiene conectores finales **28a** y **27b** se conecta respectivamente al conector **28a** del dispositivo **31** y al conector **27b** de la estructura de electrodos, formando así una conexión continua desde el generador **35** a la piel de la persona **25**.

El funcionamiento del dispositivo **31** es controlado por un bloque controlador **39**, que preferentemente comprende un *software* (o *firmware*) y un procesador para ejecutar el *software* (o *firmware*). El controlador **39** controla además y establece los parámetros de la señal **41**, tales como la duración de la ráfaga "d" **41a**, el período de repetición "T" **41b**, la amplitud A **41c**, la frecuencia interna **41d** de la ráfaga, o cualquier combinación de los mismos, a través de una conexión **47** entre el controlador **39** y el generador **35**. El dispositivo simulador **31** puede comprender además un sensor **32** que emite datos del sensor, en respuesta a un fenómeno físico, y el sensor **32** puede acoplarse para transmitir los datos de salida del sensor al controlador **39** para su posterior manipulación y procesamiento, y para actuar en respuesta al valor de salida del sensor **32**.

El dispositivo de estimulación **31** puede incluir además un indicador **37** que es un componente de salida para notificar o enviar información a un usuario, que puede ser la persona **25** que está siendo tratada por la disposición **30** u otra persona. Por ejemplo, el indicador **37** puede proporcionar retroalimentación auditiva o visual a un ser humano, tal como para alertar al usuario a través de tonos/pitidos auditivos antes de la presentación de información, o mediante cambios en una pantalla. Como alternativa o adicionalmente, el indicador **37** puede incluir un vibrador de interfaz táctil con el usuario, tal como la persona **25** que pueda llevar puesto el dispositivo **31**. El indicador **37** está acoplado para ser controlado o activado por el controlador **39**.

El dispositivo de estimulación **31** puede incluir además una funcionalidad de control de usuario **33** que es un componente de entrada para recibir información o comandos de control de un usuario, que puede ser la persona **25** que está siendo tratada por la disposición **30** u otra persona. El bloque de control de usuario **33** puede incluir un componente de entrada que puede ser una pieza de equipo informático de *hardware* que se utiliza para proporcionar datos y señales de control a un sistema de procesamiento de información, tal como un ordenador o un dispositivo de información. Tal componente de entrada puede ser un dispositivo de entrada integrado o periférico (p. ej., teclado duro/blando, ratón, pantalla táctil resistiva o capacitiva, etc.). Algunos ejemplos de componentes de entrada incluyen teclados, ratón, escáneres, cámaras digitales y mandos. Los componentes de entrada se pueden categorizar en función de la modalidad de la entrada (p. ej., movimiento mecánico, audio, visual, etc.), si la entrada es discreta (p. ej., al presionar una tecla) o continua (p. ej., la posición de un ratón, aunque digitalizada en una cantidad discreta, es lo suficientemente rápido para ser considerada continua), y el número de grados de libertad incluidos (p. ej., ratones bidimensionales tradicionales o navegadores tridimensionales diseñados para aplicaciones CAD). Los dispositivos de puntero (tales como el "ratón de un ordenador"), que son componentes de entrada utilizados para especificar una posición en el espacio, se pueden clasificar además de acuerdo con si la entrada es directa o indirecta. Con la entrada directa, el espacio de entrada coincide con el espacio de visualización, es decir, la señalización se realiza en el espacio donde aparece la retroalimentación visual o el puntero. Las pantallas táctiles y los lápices ópticos implican una entrada directa. Los ejemplos que implican una entrada indirecta incluyen el ratón y la bola de seguimiento, y si la información de posición es absoluta (p. ej., en una pantalla táctil) o relativa (p. ej., con un ratón que se puede levantar y reposicionar). La entrada directa es casi necesariamente absoluta, pero la entrada indirecta puede ser absoluta o relativa. Por ejemplo, las tabletas gráficas digitalizadoras que no tienen una pantalla integrada implican una entrada indirecta y detectan posiciones absolutas y, a menudo, se ejecutan en un modo de entrada absoluta, pero también pueden configurarse para simular un modo de entrada relativa como la de un panel táctil, donde el lápiz óptico o el disco se pueden levantar y reposicionar. Además, un componente de entrada en el bloque de control de usuario 33 puede incluir controles duros específicos de funciones de uso/acceso frecuente (p. ej., repetición del mensaje del sistema).

El dispositivo de estimulación **31** puede incluir además una interfaz de comunicación **36** para transmitir datos a, o para recibir datos de, otro dispositivo a través de una red de comunicación. La interfaz de comunicación **36** puede consistir en, formar parte de, o incluir, un transceptor o módem para la comunicación con la red. En el caso de las redes cableadas, la interfaz de comunicación **36** se conecta a la red a través de un puerto que puede incluir un conector, y en el caso de red inalámbrica, la interfaz de comunicación **36** se conecta a la red a través del puerto que puede incluir una antena. La interfaz de comunicación **36** es controlada y activada por el controlador **39.** Además, los datos recibidos de un dispositivo externo a través de la red de comunicación se transfieren al controlador **39** para su posterior manejo, y los datos que se enviarán a un dispositivo externo a través de la red de comunicación se reciben en la interfaz de comunicación **36** del controlador **39.** Los circuitos electrónicos y los componentes del dispositivo de estimulación. **31** se alimentan eléctricamente de una fuente de alimentación **34,** que normalmente suministra una tensión (o corriente)

de corriente continua (CC).

El controlador **39** puede basarse en una lógica discreta o en un dispositivo integrado, tal como un procesador, microprocesador o microrordenador, y puede incluir un dispositivo multifuncional o puede ser un dispositivo de procesamiento de función especial, tal como una ASIC, PAL, PLA, PLD, matriz de puertas programable en campo (FPGA), matriz de puertas u otro dispositivo personalizado o programable. En el caso de un dispositivo programable así como en otras implementaciones, se requiere una memoria. El controlador **39** comúnmente incluye una memoria que puede incluir una RAM estática (memoria de acceso aleatorio), RAM dinámica, memoria flash, ROM (memoria de solo lectura) o cualquier otro medio de almacenamiento de datos. La memoria puede incluir datos, programas y/o instrucciones, y cualquier otro *software* o *firmware* ejecutable por el procesador. La lógica de control se puede implementar en *hardware* o en *software*, tal como un *firmware* almacenado en la memoria. El controlador **39** controla y monitoriza el funcionamiento del dispositivo, tal como la inicialización, configuración, interfaz y comandos. Cualquier etapa, método o diagrama de flujo del presente documento puede ser realizado por el procesador en el controlador **39** de acuerdo con lo indique el *software* que contiene.

Batería. En un ejemplo, la fuente de alimentación **34** puede comprender, puede basarse en o puede consistir en, una batería. Una batería puede ser una batería primaria o una celda, en la que es una reacción química irreversible la que genera la electricidad y, por lo tanto, la celda es desechable y no se puede recargar, y debe reemplazarse una vez agotada la batería. Tal reemplazo de batería puede ser costoso e incómodo. Como alternativa o adicionalmente, la batería puede ser una batería recargable **34a**, ilustrada como parte del dispositivo de estimulación **31a** que se muestra en la FIG. 4, tal como una batería a base de níquel-cadmio. En tal caso, un cargador **41** de la batería se emplea para cargar la batería mientras está en uso o no. En la técnica, se conocen varios tipos de tales cargadores de batería, tañes como cargadores lentos, cargadores de impulsos y similares. El cargador de batería puede estar integrado con la unidad de campo o ser externo a ella. La batería puede ser de tipo primario o recargable (secundario), puede incluir una o varias baterías, y puede usar varios productos químicos para las celdas electroquímicas, tales como litio, producto alcalino y níquel-cadmio. Las baterías comunes se fabrican en tensiones de salida predefinidas convencionales (1,5, 3, 4,5, 9 voltios, por ejemplo), así como carcasas mecánicas definidas convencionales (generalmente definidas por letras como los tamaños "A", "AA", "B", "C") y de tipo "moneda" o "botón". En una realización, la batería (o baterías) se mantiene en un soporte o compartimento de batería y, por lo tanto, se puede reemplazar fácilmente.

Una batería puede ser una "pila de reloj" (también conocida como "pila de moneda" o "pila de botón"), que es una pequeña batería de una sola celda con forma de cilindro chato, normalmente de 5 a 25 mm de diámetro y de 1 a 6 mm de altura. Las pilas de botón se utilizan normalmente para alimentar pequeños dispositivos electrónicos portátiles, tales como relojes de pulsera, calculadoras de bolsillo, marcapasos cardíacos artificiales, desfibriladores cardíacos implantables y audífonos. La mayoría de las pilas de botón tienen una autodescarga baja y mantienen su carga durante mucho tiempo si no se utilizan. Los dispositivos de mayor potencia, tales como los audífonos, pueden usar celdas de aire y cinc que tienen una capacidad mucho mayor para un tamaño determinado, pero que se descargan en unas pocas semanas, incluso si no se usan. Las celdas de botón son celdas individuales, generalmente celdas primarias desechables. Los materiales de ánodo comunes son cinc o litio, y los materiales de cátodo comunes son dióxido de manganeso, óxido de plata, monofluoruro de carbono, óxido cúprico u oxígeno del aire. Un metal puede formar el cuerpo inferior y el terminal positivo de la celda, donde la tapa superior aislada es el terminal negativo.

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) designa un ejemplo de una "pila de moneda" en la norma IEC 60086-3 (baterías primarias, parte 3 Pilas de reloj) como la de tipo LR44, que es una pila de botón alcalina de 1,5 voltios. La letra "L" indica el sistema electroquímico utilizado: un electrodo negativo de cinc, despolarizador de dióxido de manganeso y electrodo positivo, y un electrolito alcalino. R44 indica una celda redonda de 11,4 ± 0,2 mm de diámetro y 5,2 ± 0,2 mm de altura de acuerdo con lo definido por la norma IEC 60086. Un ejemplo de batería de tipo LR44 es la batería Energizer A76, disponible de Energizer Holdings, Inc., y descrita en una hoja de datos del producto Formulario n.º EBC - 4407cp-Z (descargada de Internet el 3/2016) titulada: "Energizer A76 - ZEROMERCURY Miniature Alkaline". Otro ejemplo de una "pila de moneda" es una batería CR2032, que es una pila de botón de litio de 3,0 voltios. El diámetro nominal es de 20 mm, la altura nominal es de 3,2 mm. CR2032 indica una celda redonda de 19,7 a 20 mm de diámetro y de 2,9 a 3,2 mm de altura, tal como se define en la norma IEC 60086. El peso de la batería suele variar entre 2,8 g y 3,9 g. La batería BR2032 tiene las mismas dimensiones, una tensión nominal y una capacidad ligeramente más bajas, y un mayor intervalo de temperatura en comparación con la batería CR2032. Está clasificada para un intervalo de temperatura de -30 °C a 85 °C, mientras que el CR2032 se especifica en el intervalo de -20 °C a 70 °C. BR2032 también tiene una tasa de autodescarga mucho más baja. Un ejemplo de batería de tipo CR2032 es la batería de moneda de litio Energizer CR2032, disponible de Energizer Holdings, Inc., y que se describe en una hoja de datos del producto Formulario n.º EBC - 4120M (descargada de Internet el 3/2016) titulada: "Energizer CR2032 - Lithium Coin".

Mientras que la invención se ilustró en la FIG. 4 anterior con respecto a una carga directa y conductiva, por lo tanto, puede requerir un conector, igualmente se puede utilizar una carga sin contacto, tal como mediante el uso de acoplamiento inductivo donde la energía se transfiere mediante un campo electromagnético. En el acoplamiento inductivo, una estación de carga envía energía mediante una bobina de inducción transmisora al dispositivo que se va a cargar, que incluye una bobina de inducción receptora acoplada inductivamente a la bobina transmisora. La energía

recibida se usa comúnmente para cargar la batería recargable. **34a** mientras está contenida dentro del dispositivo. En tal configuración, no hay necesidad de ningún conector ni de enganche del conector, por lo que es fácil de usar, impermeable al agua y la suciedad, y con forma y aspecto mejorados. Tal disposición de dispositivo de carga basado en inducción **31b** capaz de tener carga inductiva se muestra en una disposición **50** mostrada en la FIG. 5. La bobina receptora **56** interna al dispositivo **31b** está diseñada para recibir energía cuando se coloca correctamente en un campo electromagnético. La señal recibida es rectificada por un rectificador y procesada o acondicionada según sea necesario, como parte del cargador **41a** de la batería que está conectado a través de los conductores o cables **57a** y **57b** a la bobina **56.** A continuación, se suministra la energía eléctrica desde el cargador **41** de la batería para cargar la celda secundaria **34a.** Los sistemas de carga de baterías sin contacto se describen en la patente de EE. UU. n.º 6.208.115 de Binder titulada: "*Battery Substitute Pack*", en la patente de EE. UU. n.º 7.863.859 de Soar titulada: "*Contactless Battery Charging Apparel*", en la patente de EE. UU. n.º 7.872.445 de Ron Hui titulada: "*Rechargeable Battery Powered Portable Electronic Device*", en la patente de EE. UU. n.º 7.906.936 de Azancot *et al.* titulada: "*Rechargeable Inductive Charger*", en la patente de EE. UU. n.º 7.863.861 de Cheng *et al.* titulada: "*ContactLess Power Transfer*" y en la patente de EE. UU. n.º 7.876.067 de Greenfeld *et al.* titulada: "*High Frequency Connector-Less Charging Scheme*".

Como se muestra en la disposición ilustrativa **50** en la FIG. 5, se utiliza un dispositivo **31b** que es capaz de tener carga inductiva sin contacto con una estación de carga **54** se muestra. El dispositivo **31b** comprende una bobina receptora **56,** conectada a través de cables **57a** y **57b,** por lo tanto, cuando la bobina **56** está en el campo electromagnético generado por una bobina **55** en el cargador **54,** la batería recargable **34a** está cargada. La bobina **55**, que genera el campo electromagnético, se alimenta de la corriente alterna mediante el convertidor de corriente alterna a corriente continua (CA/CD) **52** que tiene clavijas **51a** y **51b**, alimentando el generador inductivo **54** a través de un cable **53**.

En otro ejemplo, el dispositivo **31a** puede ser energizado localmente. El cargador **41** de la batería puede comprender un generador de energía eléctrica para generar energía eléctrica localmente a fin de cargar la batería recargable **34a**. Preferentemente, el generador puede estar integrado dentro de la carcasa del dispositivo **31a**. Tal generador puede basarse en convertir la energía cinética captada procedente del movimiento del dispositivo **31a**, que puede estar provocado por una actividad humana o animal, en la energía eléctrica. Dicho generador se describe en la patente de EE. UU. n.º 7.692.320 de Lemieux titulada: "Electrical Energy Generator", en la patente de EE. UU. n.º 5.578.877 de Tiemann titulada: "*Apparatus for Converting Vibratory Motion to Electrical Energy*", en la patente de EE. UU. n.º 7.847.421 de Gardner *et al.* titulada: "*System for Generating Electrical Energy from Ambient Motion*" y en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2007/0210580 de Robets *et al.* titulada: "*Electromechanical Generator for, and Method of, Converting Mechanical Vibrational Energy into Electrical Energy*", así como un generador en forma de batería descrito en la patente de EE. UU. n.º 7.688.036 de Yarger *et al.* titulada: "*System and Method for Storing Energy*".

Cualquier parte de, o la totalidad de, cualquier dispositivo, aparato, bloque o funcionalidad descrito en el presente documento puede estar integrado en, fijado a, formar parte de, usarse con, ser la base de, o estar incluido en, cualquier dispositivo de TENS disponible en el mercado, tal como el TENS 3000 o TENS 7000 disponible en Roscoe Medical Inc. (de Middleburg Heights, OH, EE. UU.), o cualquier otro dispositivo de estimulación nerviosa descrito como parte del apartado de "ANTECEDENTES". De igual manera, cualquier parte de, o la totalidad de, cualquier dispositivo, aparato, bloque o funcionalidad, de cualquier dispositivo de TENS disponible en el mercado, tal como el TENS 3000 o TENS 7000 disponible en Roscoe Medical Inc. (de Middleburg Heights, OH, EE. UU.), o cualquier otro dispositivo de estimulación nerviosa descrito como parte del apartado "ANTECEDENTES", puede estar integrado en, fijado a, formar parte de, usarse con, ser la base de, o estar incluido en, cualquier dispositivo o aparato descrito en el presente documento.

El generador de impulsos cerrado **35** es un generador de señales que sirve como fuente de corriente (o tensión) para proporcionar el tren de ráfagas **41** al conector **28b** del dispositivo de estimulación **31**, para el suministro a través del cable **29** a la persona **25**. La activación del generador **35**, así como el control y la configuración de los parámetros del tren de ráfagas **41** pueden ser establecidos por el controlador **39** a través de la conexión o el puerto **47**. Normalmente, el generador de impulsos cerrado **35** suministra un impulso de corriente cuadrada bifásica asimétrica en consonancia con el tren de ráfagas **41.**

Los parámetros del tren de ráfagas **41** incluyen la amplitud de pico a pico "A" **41c** (o el valor nominal, o valor efectivo, de la señal **41**), la duración de la ráfaga d **41a**, la frecuencia "f" de la señal en la ráfaga **41d** y el período T **41b**. Cada uno de los parámetros se puede implementar como un valor fijo y, como tal, no se puede cambiar durante el funcionamiento del dispositivo **31**. Como alternativa o adicionalmente, cada uno de los parámetros puede ser cambiado y controlado durante el funcionamiento, tal como por parte del usuario mediante el control de usuario **33**, externamente desde la red a través de la interfaz de comunicación **36** o en respuesta a la salida del sensor **32**. Cada uno de los parámetros modificables puede ser variable en un intervalo desde un valor mínimo hasta un valor máximo, de acuerdo con lo establecido por el controlador **39** sobre la conexión o el puerto de control **47.**

El generador de impulsos cerrado **35** puede ser un generador de tensión o de corriente. La amplitud de pico a pico "A" **41c**, el valor nominal o valor efectivo, de la señal **41**, en el caso de un generador de corriente, (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser superior a 0,1 miliamperios (mA), 0,2 mA, 0,5 mA, 0,8 mA, 1 mA, 1,2 mA, 1,5 mA, 1,8 mA, 2 mA, 2,5 mA, 3 mA, 3,5 mA, 4 mA, 4,5 mA, 5 mA, 5,5 mA, 6 mA, 7 mA, 8 mA, 9 mA, 10 mA, 11 mA, 12 mA,

15 mA, 18 mA, 20 mA, 22 mA, 25 mA, 30 mA, 35 mA, 40 mA, 45 mA, 50 mA, 55 mA, 60 mA, 65 mA, 70 mA, 75 mA, 80 mA o 100 mA. Como alternativa o adicionalmente, la amplitud de pico a pico "A" **41c** o el valor nominal o efectivo de la señal **41**, en el caso de un generador de corriente, (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser inferior a 0,2 miliamperios (mA), 0,5 mA, 0,8 mA, 1 mA, 1,2 mA, 1,5 mA, 1,8 mA, 2 mA, 2,5 mA, 3 mA, 3,5 mA, 4 mA, 4,5 mA, 5 mA, 5,5 mA, 6 mA, 7 mA, 8 mA, 9 mA, 10 mA, 11 mA, 12 mA, 15 mA, 18 mA, 20 mA, 22 mA, 25 mA, 30 mA, 35 mA, 40 mA, 45 mA, 50 mA, 55 mA, 60 mA, 65 mA, 70 mA, 75 mA, 80 mA, 100 mA o 150 mA. En el caso de un generador de tensión, la amplitud de pico a pico "A" **41c**, el valor nominal o el valor efectivo, de la señal **41**, en el caso de un generador de corriente, (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser superior a 0,1 milivoltios (mV), 0,2 mV, 0,5 mV, 0,8 mV, 1 mV, 1,2 mV, 1,5 mV, 1,8 mV, 2 mV, 2,5 mV, 3 mV, 3,5 mV, 4 mV, 4,5 mV, 5 mV, 5,5 mV, 6 mV, 7 mV, 8 mV, 9 mV, 10 mV, 11 mV, 12 mV, 15 mV, 18 mV, 20 mV, 22 mV, 25 mV, 30 mV, 35 mV, 40 mV, 45 mV, 50 mV, 55 mV, 60 mV, 65 mV, 70 mV, 75 mV, 80 mV o 100 mV. Como alternativa o adicionalmente, en el caso de un generador de tensión, la amplitud de pico a pico "A" **41c**, el valor nominal o el valor efectivo, de la señal **41**, (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser inferior a 0,2 milivoltios (mV), 0,5 mV, 0,8 mV, 1 mV, 1,2 mV, 1,5 mV, 1,8 mV, 2 mV, 2,5 mV, 3 mV, 3,5 mV, 4 mV, 4,5 mV, 5 mV, 5,5 mV, 6 mV, 7 mV, 8 mV, 9 mV, 10 mV, 11 mV, 12 mV, 15 mV, 18 mV, 20 mV, 22 mV, 25 mV, 30 mV, 35 mV, 40 mV, 45 mV, 50 mV, 55 mV, 60 mV, 65 mV, 70 mV, 75 mV, 80 mV, 100 mV o 150 mV.

Como alternativa o adicionalmente, en el caso de un generador de tensión, la amplitud de pico a pico "A" **41c**, el valor nominal o el valor efectivo, de la señal **41**, en el caso de un generador de corriente, (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser superior a 0,1 voltios (V), 0,2 V, 0,5 V, 0,8 V, 1 V, 1,2 V, 1,5 V, 1,8 V, 2 V, 2,5 V, 3 V, 3,5 V, 4 V, 4,5 V, 5 V, 5,5 V, 6 V, 7 V, 8 V, 9 V, 10 V, 11 V, 12 V, 15 V, 18 V, 20 V, 22 V, 25 V, 30 V, 35 V, 40 V, 45 V, 50 V, 55 V, 60 V, 65 V, 70 V, 75 V, 80 V o 100 V. Como alternativa o adicionalmente, en el caso de un generador de tensión, la amplitud de pico a pico "A" **41c**, el valor nominal o el valor efectivo, de la señal **41**, (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser inferior a 0,2 voltios (V), 0,5 V, 0,8 V, 1 V, 1,2 V, 1,5 V, 1,8 V, 2 V, 2,5 V, 3 V, 3,5 V, 4 V, 4,5 V, 5 V, 5,5 V, 6 V, 7 V, 8 V, 9 V, 10 V, 11 V, 12 V, 15 V, 18 V, 20 V, 22 V, 25 V, 30 V, 35 V, 40 V, 45 V, 50 V, 55 V, 60 V, 65 V, 70 V, 75 V, 80 V, 100 V o 150 V.

La duración de la ráfaga d **41a** en la salida del generador de impulsos cerrado **35** (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser superior a 1 milisegundo (ms), 2 ms, 3 ms, 5 ms, 7 ms, 10 ms, 12 ms, 15 ms, 18 ms, 20 ms, 25 ms, 30 ms, 40 ms, 45 ms, 50 ms, 100 ms, 120 ms, 150 ms, 180 ms, 200 ms, 250 ms, 300 ms, 400 ms, 450 ms o 500 ms. Como alternativa o adicionalmente, la duración de la ráfaga d **41a** (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser inferior a 2 milisegundos (ms), 2 ms, 3 ms, 5 ms, 7 ms, 10 ms, 12 ms, 15 ms, 18 ms, 20 ms, 25 ms, 30 ms, 40 ms, 45 ms, 50 ms, 100 ms, 120 ms, 150 ms, 180 ms, 200 ms, 250 ms, 300 ms, 400 ms, 450 ms, 500 ms o 900 ms.

La frecuencia "f" de la señal en la ráfaga **41d** (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser superior a 1 hercios (Hz), 2 Hz, 5 Hz, 8 Hz, 10 Hz, 12 Hz, 15 Hz, 18 Hz, 20 Hz, 22 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 50 Hz, 60 Hz, 70 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 150 Hz, 180 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 300 Hz, 350 Hz, 400 Hz o 500 Hz. Como alternativa o adicionalmente, la frecuencia "f" de la señal en la ráfaga **41d** (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser inferior a 2 hercios (Hz), 5 Hz, 8 Hz, 10 Hz, 12 Hz, 15 Hz, 18 Hz, 20 Hz, 22 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 50 Hz, 60 Hz, 70 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 150 Hz, 180 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 300 Hz, 350 Hz, 400 Hz, 500 Hz o 1.000 Hz.

El período T **41b** de la señal entre las ráfagas **41d** (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser superior a 100 milisegundos (ms), 120 ms, 150 ms, 180 ms, 200 ms, 250 ms, 300 ms, 400 ms, 450 ms, 500 ms, 700 ms, 1000 ms, 1200 ms, 1500 ms, 1800 ms, 2000 ms, 2500 ms, 3000 ms, 3500 ms, 4000 ms, 4500 ms, 5000 ms, 6000 ms, 6500 ms, 7000 ms, 7500 ms, 8000 ms, 8500 ms, 9000 ms o 9500 ms. Como alternativa o adicionalmente, El período T **41b** de la señal entre las ráfagas **41d** (o el valor mínimo o máximo configurable) puede ser inferior a 120 ms, 150 ms, 180 ms, 200 ms, 250 ms, 300 ms, 400 ms, 450 ms, 500 ms, 700 ms, 1000 (ms), 1200 ms, 1500 ms, 1800 ms, 2000 ms, 2500 ms, 3000 ms, 3500 ms, 4000 ms, 4500 ms, 5000 ms, 6000 ms, 6500 ms, 7000 ms, 7500 ms, 8000 ms, 8500 ms, 9000 ms, 9500 ms o 10000 ms.

En un ejemplo, el generador de señales cerrado **35** se implementa usando un generador de impulsos continuos **42**, que genera una señal de salida no como el tren de ráfagas **41**, sino como una señal continua, junto con un interruptor controlado conectado en serie **29**, que cambian la señal continua para producir el tren de ráfagas requerido **41**. En tal caso, la amplitud de pico a pico "A" **41c** (o el valor nominal, o valor efectivo, de la señal **41**) y la frecuencia "f" de la señal en la ráfaga **41d** son determinadas por el generador de señales continuas **42,** y pueden ser controladas o configuradas por el controlador **39** a través del puerto de control o conexión **35**, mientras que el período T **41b** y la duración de la ráfaga d **41a** están determinados por el accionamiento controlado del interruptor **29**, que puede ser controlado por el controlador **39** a través de la conexión **44** conectada al puerto de control o la conexión **45** del interruptor **29**.

En un ejemplo, el interruptor **29** es un dispositivo electromecánico con uno o más conjuntos de contactos eléctricos que tienen dos o más estados. El interruptor puede ser del tipo "normalmente abierto", que requiere un accionamiento para cerrar los contactos, puede ser del tipo "normalmente cerrado", donde el accionamiento afecta a la rotura del circuito, o puede ser un interruptor de cambio, que tiene ambos tipos de disposiciones de contactos. Un interruptor de cambio puede ser del tipo "hacer antes de romper" o "romper antes de hacer". Los contactos del interruptor pueden tener uno o más polos y uno o más tiros. Las disposiciones comunes de los contactos del interruptor incluyen unipolar

de un solo tiro (SPST), unipolar de doble tiro (SPDT), bipolar de doble tiro (DPDT), bipolar de un solo tiro (DPST) y unipolar con cambio (SPCO). Un interruptor puede accionarse eléctrica o mecánicamente.

Un relé es un ejemplo no limitativo de un interruptor accionado eléctricamente **29**. Un relé puede ser un relé de enganche, que tiene dos estados relajados (biestable), y cuando se corta la corriente, el relé permanece en su último estado. Esto se logra con un solenoide que maneja un mecanismo de trinquete y leva, o con dos bobinas opuestas con un resorte sobre el centro o un imán permanente para mantener la armadura y los contactos en posición mientras la bobina está relajada, o con un núcleo permanente. Un relé puede ser un relé electromagnético, que generalmente consiste en una bobina de alambre envuelta alrededor de un núcleo de hierro dulce, un yugo de hierro que proporciona una trayectoria de baja reluctancia para el flujo magnético, una armadura de hierro móvil y uno o más conjuntos de contactos. La armadura está articulada al yugo y conectada mecánicamente a uno o más conjuntos de contactos móviles. Se mantiene en su sitio por medio de un resorte, de modo que cuando el relé se desactiva, hay un espacio de aire en el circuito magnético. En este estado, uno de los dos conjuntos de contactos en el relé que se muestra en la imagen está cerrado y el otro conjunto está abierto. Un relé de láminas es un interruptor de láminas encerrado en un solenoide, y el interruptor tiene un conjunto de contactos dentro de un tubo de vidrio vacío o lleno de gas inerte, que protege los contactos contra la corrosión atmosférica.

Como alternativa o adicionalmente, un relé puede ser un relé en estado sólido (SSR), donde un componente basado en estado sólido funciona como un relé, sin tener partes móviles.

En un ejemplo, el SSR puede ser la pieza número CPC1006N - Relé OptoMOS® unipolar normalmente abierto de 4 pines SOP de 60 V - disponible en IXYS Integrated Circuits Division, con sede en Beverly, MA, EE. UU., descrito en una hoja de datos n.º DS-CPC1006N-R05 publicada el 30/1/2018.

El CPC1006N es un relé de estado sólido en miniatura unipolar y normalmente abierto (1-Form-A) en un paquete SOP de 4 pines que utiliza tecnología de MOSFET ópticamente acoplado para proporcionar un aislamiento de entrada a salida de 1500 Vrms. Las salidas del relé están construidas con interruptores MOSFET eficientes y matrices fotovoltaicas que utilizan la arquitectura OptoMOS patentada de la división de circuitos integrados de IXYS, mientras que la entrada, un LED infrarrojo de alta eficiencia, proporciona el control ópticamente acoplado.

En otro ejemplo, el SSR puede ser controlado por un optoacoplador, tal como un relé de estado sólido de CPC1965Y CA, disponible en IXYS Integrated Circuits Division (con sede en Milpitas, California, EE. UU.), que es un relé en estado sólido (SSR) de CA que utiliza un acoplamiento de guía de ondas con salidas SCR de doble potencia para producir una alternativa a los circuitos optoacopladores y Triac. Los interruptores son lo suficientemente robustos para proporcionar una tensión de bloqueo de hasta 600 VP, y sus circuitos de cruce por cero están estrictamente controlados y garantizan la conmutación de cargas de CA sin la generación de transitorios. Los circuitos de entrada y salida están acoplados ópticamente para proporcionar 3750 Vrms de aislamiento e inmunidad al ruido entre los circuitos de control y carga. El relé EN estado sólido CPC1965Y CA se describe en unas especificaciones de DS-CPC1965Y-R07 de la división de IXYS Integrated Circuits Division titulada: "*CPC1965Y AC Solid State Relay*".

Como alternativa o adicionalmente, el interruptor **29** puede implementarse utilizando un circuito o componente eléctrico. Por ejemplo, se puede usar un circuito basado en colector abierto (o drenaje abierto). Además, se puede usar un optoaislante (también conocido como optoacoplador, fotoacoplador o aislante óptico) para proporcionar una transferencia de energía aislada. Además, se puede usar un tiristor como un triodo para corriente alterna (TRIAC) para activar la energía. En un ejemplo, se utiliza el interruptor **29**, que puede basarse en, o consistir en, un número de pieza TRIAC BTA06 disponible de SGS-Thomson Microelectronics, descrito en la hoja de datos "BTA06 T/D/S/A BTB06 T/D/S/A - Sensitive Gate Triacs" publicada por SGS-Thomson Microelectronics en marzo de 1995.

Adicionalmente, el interruptor **29** puede basarse en un transistor. El transistor puede ser un transistor de efecto de campo semiconductor de óxido de metal (MOSFET, MOS-FET o MOS FET), comúnmente utilizado para amplificar o conmutar señales electrónicas. El transistor MOSFET es un componente de cuatro terminales con fuente (S), puerta (G), drenaje (D) y cuerpo (B), donde el cuerpo (o sustrato) del MOSFET a menudo se conecta a la terminal fuente, convirtiéndolo en un componente de tres terminales como otros transistores de efecto de campo. En un MOSFET de modo de mejora, una caída de tensión a través del óxido induce un canal conductor entre la fuente y los contactos de drenaje a través del efecto de campo. La expresión "modo de mejora" se refiere al aumento de la conductividad con un aumento en el campo de óxido que agrega portadores al canal, que también se conoce como capa de inversión. El canal puede contener electrones (denominados nMOSFET o nMOS) u orificios (denominados pMOSFET o pMOS), de tipo opuesto al sustrato, por lo tanto, nMOS está hecho con un sustrato de tipo p y pMOS con un sustrato de tipo n. En un ejemplo, el interruptor **29** puede basarse en un transistor de efecto de campo de nivel convencional de modo de mejora de canal N que presenta una resistencia de estado activado muy baja. Tal transistor puede estar basado en, o consistir en, un número de pieza BUK7524-55 del transistor TrenchMOS de Philips Semiconductors, descrito en las especificaciones del producto de Philips Semiconductors "TrenchMOS™ transistor Standard level FET BUK7524-55" Rev 1.000 con fecha de enero de 1997.

Electrodos. Puede usarse cualquier tipo de electrodos o electrodos cutáneos conocidos en la técnica para implementar los electrodos **26a** y **26b**. Además, se puede utilizar cualquier montaje de electrodos, en el que los dos electrodos

están fijados o acoplados mecánicamente entre sí y a un conector, tal como el montaje **20** mostrado en la FIG. 2, donde el conector **27a** se implementa mediante el conector **22** del montaje **20**. Además, para implementar los electrodos **26a** y **26b** puede utilizarse cualquier tipo de electrodos o electrodos cutáneos, y cualquier tipo de montaje de electrodos, conocido en la técnica que se utilice para electroencefalografía (EEG) o una electrocardiografía (ECG), ya sea como electrodos independientes o como parte de un montaje de electrodos. Además, cualquier tipo de electrodos o electrodos cutáneos, y cualquier tipo de montaje de electrodos, descrito para cualquier estimulación nerviosa como parte del apartado de "ANTECEDENTES" anterior se puede utilizar, o puede ser la base para, implementar los electrodos **26a** y **26b,** ya sea como electrodos independientes o como parte de un montaje de electrodos. Como alternativa o adicionalmente, los electrodos pueden ser electrodos implantables.

En un ejemplo, cada uno de los electrodos cutáneos se implementa como una almohadilla conductora sustancialmente plana y redonda. La superficie con la que las almohadillas de los electrodos tocan la piel, tal como el cuero cabelludo, puede utilizar un material conductor, tal como una capa conductora de gel o de nanotubos de carbono. Preferentemente, el área superficial de la piel de cada electrodo es de 15 mm^2 ± 2 mm^2. En otro ejemplo, el área superficial de la piel de cada uno de los electrodos puede estar por encima de 1 milímetro cuadrado (mm^2), 2 mm^2, 3 mm^2, 5 mm^2, 8 mm^2, 10 mm^2, 12 mm^2, 15 mm^2, 17 mm^2, 20 mm^2, 22 mm^2, 25 mm^2, 30 mm^2, o 50 mm^2. Como alternativa o adicionalmente, el área superficial de la piel de cada uno de los electrodos puede ser inferior a 2 milímetros cuadrados (mm^2), 3 mm^2, 5 mm^2, 8 mm^2, 10 mm^2, 12 mm^2, 15 mm^2, 17 mm^2, 20 mm^2, 22 mm^2, 25 mm^2, 30 mm^2, 50 mm^2, o 100 mm^2.

La distancia entre los centros o los bordes de las almohadillas conductoras de dos electrodos como parte de un conjunto de electrodos (tal como el conjunto 20 que se muestra en la FIG. 2), o la distancia tras fijarse al cuero cabelludo, puede ser inferior a 5 milímetros (mm), 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 100 mm. Como alternativa o adicionalmente, la distancia entre los centros o los bordes de las almohadillas conductoras de dos electrodos puede ser superior a 4 milímetros (mm), 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 90 mm.

En un ejemplo, cada electrodo consiste en un gel de electrolito conductor de la electricidad y un conductor de plata/cloruro de plata. Además, los electrodos pueden basarse en electrodos de circuitos impresos flexibles y estirables. Dichos electrodos normalmente consisten en un material conductor estampado impreso en una película adhesiva que se fija a la piel. Adicionalmente, se pueden utilizar electrodos metálicos secos o gelificados. Además, se pueden utilizar electrodos de tatuaje que estén hechos de un material conductor laminado entre películas de polímero adhesivas. Los electrodos pueden ser parte de un conjunto de electrodos, que puede incluir un conector, tal como un conector delgado o conector de fuerza cero (ZIF).

Portabilidad. Cualquier dispositivo, componente o aparato del presente documento, tal como el dispositivo **31** mostrado en la FIG. 3 o el dispositivo **31a** mostrado en la FIG. 4, o cualquier electrodo o conjunto de electrodos del presente documento, puede estructurarse, tener forma o configurarse para servir como, o puede integrarse con, un dispositivo portátil. Cualquier aparato o dispositivo del presente documento se puede usar en un órgano, tal como en la cabeza de una persona, y el órgano puede ser un ojo, un oído, la cara, la mejilla, la nariz, la boca, los labios, la frente o el mentón. Como alternativa o adicionalmente, cualquier aparato o dispositivo del presente documento puede construirse para tener una forma sustancialmente similar al, puede construirse para tener una forma que permita el montaje o el uso idéntico o similar al, o puede construirse para tener una forma que sustituya al menos en parte al, accesorio para la cabeza, accesorio para la vista o un audífono. Cualquier accesorio para la cabeza del presente documento puede consistir en, puede estar estructurado como, o puede comprender, un sombrero, una cinta para la cabeza, una gorra, una corona, una diadema, una cubierta capilar, un gorro, un casco, una capucha, una máscara, un turbante, un velo o una peluca. Cualquier accesorio para la vista del presente documento puede consistir en, puede estar estructurado como, o puede comprender, gafas, gafas de sol, una lente de contacto, una venda para los ojos o unas gafas de protección. Cualquier audífono del presente documento puede consistir en, puede estar estructurado como, o puede comprender, un audífono, unos cascos, un auricular o un tapón para los oídos. Como alternativa o adicionalmente, cualquier carcasa del presente documento puede fijarse de forma permanente o extraíble a, o puede ser parte de, una prenda de ropa de una persona. La fijación puede utilizar cinta adhesiva, pegamento, clavado, adjuntado, encapsulado, un pasador o un sistema de cierre y gancho, y la prenda de ropa puede ser para la parte superior, la parte inferior o ropa interior de cuerpo entero, o un accesorio para la cabeza, calzado, un accesorio, una prenda exterior, un traje, un vestido, una falda o un top. En un ejemplo, la carcasa del dispositivo **31** puede tener la forma o estructura de una carcasa de retroauricular (BTE), "mini" BTE o audífonos intrauriculares (ITE).

El control de usuario **33** puede ser un componente de entrada que comprenda, o consista en, una pieza de equipo informático de *hardware* que se utiliza para proporcionar datos y señales de control a un sistema de procesamiento de información, como un ordenador o un dispositivo de información. Tal componente de entrada **33** puede ser un dispositivo de entrada integrado o periférico (p. ej., teclado duro/blando, ratón, pantalla táctil resistiva o capacitiva, etc.). Algunos ejemplos de componentes de entrada incluyen teclados, ratón, escáneres, cámaras digitales y mandos. El componente de entrada **33** puede clasificarse en función de la modalidad de entrada (p. ej., movimiento mecánico, audio, visual, etc.), si la entrada es discreta (p. ej., al presionar una tecla) o continua (p. ej., la posición de un ratón, aunque digitalizada en una cantidad discreta, es lo suficientemente rápido para ser considerada continua), y el número de grados de libertad incluidos (p. ej., ratones bidimensionales tradicionales o navegadores tridimensionales diseñados

para aplicaciones CAD). Los dispositivos de puntero (tales como el "ratón de un ordenador"), que son componentes de entrada utilizados para especificar una posición en el espacio, se pueden clasificar además de acuerdo con si la entrada es directa o indirecta. Con la entrada directa, el espacio de entrada coincide con el espacio de visualización, es decir, la señalización se realiza en el espacio donde aparece la retroalimentación visual o el puntero. Las pantallas táctiles y los lápices ópticos implican una entrada directa. Los ejemplos que implican una entrada indirecta incluyen el ratón y la bola de seguimiento, y si la información de posición es absoluta (p. ej., en una pantalla táctil) o relativa (p. ej., con un ratón que se puede levantar y reposicionar). La entrada directa es casi necesariamente absoluta, pero la entrada indirecta puede ser absoluta o relativa. Por ejemplo, las tabletas gráficas digitalizadoras que no tienen una pantalla integrada implican una entrada indirecta y detectan posiciones absolutas y, a menudo, se ejecutan en un modo de entrada absoluta, pero también pueden configurarse para simular un modo de entrada relativa como la de un panel táctil, donde el lápiz óptico o el disco se pueden levantar y reposicionar. Además, el componente de entrada **33** puede incluir controles duros específicos para funciones de uso/acceso frecuente (p. ej., repetición del mensaje del sistema).

El indicador **37** puede incluir una pantalla a color para mostrar los elementos de la pantalla o para organizar elementos y controles en pantalla para la entrada de datos. Además, el dispositivo puede admitir la visualización de vistas de pantalla dividida. Muchos sistemas utilizan teclas/botones reconfigurables cuya función cambia de acuerdo con la aplicación. Normalmente, se usa un interruptor para activar el sistema de reconocimiento de voz y puede aumentar la confiabilidad del sistema. El indicador **37** puede proporcionar retroalimentación auditiva o visual para confirmar las entradas del usuario.

En un ejemplo, el sensor **32** puede incluir un sensor fisiológico, para monitorizar un cuerpo vivo tal como un cuerpo humano, por ejemplo, el cuerpo de la persona tratada **25**. Dicha salida del sensor fisiológico se puede utilizar, como parte de la etapa de "salida del sensor" **64** mostrada en la FIG. 6 para adaptar u optimizar el funcionamiento del dispositivo **31** a la condición o al estado fisiológico de la persona.

El sensor fisiológico **32** puede usarse para detectar, registrar y monitorizar las constantes vitales, tal como de pacientes que padecen enfermedades crónicas como la diabetes, al asma y los infartos de miocardio. El sensor puede ser ECG (electrocardiografía), que implica la interpretación de la actividad eléctrica del corazón durante un período de tiempo, detectada por electrodos fijados a la superficie exterior de la piel. El sensor **32** puede usarse para medir la saturación de oxígeno (SO_2), que implica medir el porcentaje de sitios de unión de hemoglobina del torrente circulatorio ocupados por oxígeno. Un oxímetro de impulsos se basa en las características de absorción de luz de la hemoglobina saturada para dar una indicación de la saturación de oxígeno. La saturación venosa de oxígeno (SvO_2) se mide para ver cuánto oxígeno consume el organismo, la saturación de oxígeno tisular (StO_2) se puede medir mediante espectroscopia de infrarrojo cercano, y la saturación de oxígeno periférico (SpO_2) es una estimación del nivel de saturación de oxígeno que generalmente se mide con un dispositivo de oxímetro de impulso. Otros sensores pueden ser un sensor de presión arterial, para medir es la presión ejercida por la sangre circulante sobre las paredes de los vasos sanguíneos, que es una de las principales constantes vitales, y puede basarse en un esfigmomanómetro que mide la presión arterial. Se puede usar un sensor EEG (electroencefalografía) para monitorizar la actividad eléctrica a lo largo del cuero cabelludo. La EEG mide las fluctuaciones de tensión resultantes de los flujos de corriente iónica dentro de las neuronas del cerebro. Los sensores (o las unidades de sensores) pueden ser un pequeño biosensor implantado dentro del cuerpo humano, o pueden llevarse puestos en el cuerpo humano, o como dispositivos portátiles, cerca, sobre o alrededor de un cuerpo vivo. Las aplicaciones no humanas pueden implicar la monitorización de cultivos y animales. Tales redes que incluyen sensores biológicos pueden ser parte de una red de área corporal (BAN) o una red de sensores corporales (BSN), y pueden estar de acuerdo con, o estar basadas en, IEEE 802.15.6. El sensor puede ser un biosensor, y puede estar de acuerdo con, o estar basadas en, el sensor descrito en la patente de EE. UU. n.º 6.329.160 de Schneider *et al.*, titulada: "*Biosensors*"*,* en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2005/0247573 de Nakamura *et al.,* titulada: "*Biosensors*"*,* en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2007/0249063 de Deshong *et al.,* titulada: "*Biosensors*"*,* o en la patente de EE. UU. n.º 4.857.273 de Stewart, titulada: "*Biosensors*"*.*

Como alternativa o adicionalmente, el sensor **32** puede ser efectivo para una medida de respuesta eficaz de un usuario que comprende y/o se basa en, una señal fisiológica del usuario, que refleja un estado fisiológico del usuario, tal como:

(a) La frecuencia cardíaca (FC), variabilidad del ritmo cardíaco (HRV) e impulso del volumen sanguíneo (BVP) y/u otros parámetros relacionados con el flujo sanguíneo, que pueden determinarse mediante diversos medios, tales como electrocardiograma (ECG), fotopletismograma (PPG) y/o cardiografía de impedancia (ICG).
(b) La conductancia de la piel (SC), que puede medirse a través de sensores para la respuesta galvánica de la piel (GSR), que también puede denominarse actividad electrodérmica (EDA).
(c) Se puede medir la temperatura de la piel (ST), por ejemplo, con varios tipos de termómetros.
(d) La actividad cerebral y/o patrones de ondas cerebrales, que pueden medirse con electroencefalografía (EEG), como se ha descrito en el presente documento.
(e) La actividad cerebral determinada en base a imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI).
(f) La actividad cerebral basada en la magnetoencefalografía (MEG).
g) La actividad muscular, que puede determinarse a través de señales eléctricas indicativas de la actividad de los músculos, p. ej., medida con electromiografía (EMG). En un ejemplo, se puede utilizar la electromiografía de superficie (sEMG) para medir la actividad muscular de los músculos frontalis y corrugador superciliar, indicativo del

movimiento de las cejas, y a partir del cual se puede reconocer un estado emocional.
(h) El movimiento ocular, p. ej., medido con electrooculografía (EOG).
(i) Los niveles sanguíneos de oxígeno que puede medirse mediante hemoencefalografía (HEG).
(j) Los niveles de CO_2 en los gases respiratorios que pueden medirse mediante capnografía.
(k) La concentración de varios compuestos volátiles emitidos por el cuerpo humano (denominados Volatome), que pueden detectarse a partir del análisis de gases respiratorios exhalados y/o secreciones a través de la piel usando varias herramientas de detección que utilizan nanosensores.
(l) La temperatura de varias regiones corporales y/o la cara se puede determinar utilizando cámaras térmicas infrarrojas (IR). Por ejemplo, las mediciones térmicas de la nariz y/o su región circundante pueden utilizarse para estimar señales fisiológicas tales como la frecuencia respiratoria y/o la aparición de reacciones alérgicas.

Como alternativa o adicionalmente, el sensor **32** puede ser un sensor eléctrico o un medidor eléctrico **32a** que responda a una característica eléctrica o magnitud de fenómeno eléctrico en un circuito eléctrico, y se utiliza para medir magnitudes eléctricas o propiedades eléctricas. El sensor eléctrico **32a** puede conectarse en serie o en paralelo entre el generador **35** y los electrodos **26a** y **26b,** para medir la señal de tren de ráfagas **41** portado encima. Tal medidor **32a** puede utilizarse como medida de seguridad para comprobar que la alimentación, corriente, tensión o carga suministrada o insertada en el cuerpo humano a través de los electrodos **26a** y **26b** está dentro de los límites de seguridad predefinidos. Como alternativa o adicionalmente, este medidor **32a** forma un bucle de control cerrado que permite al controlador **39** verificar que se haya proporcionado realmente la configuración determinada aplicada como parte de una etapa de "Aplicar configuración" **66**. Además, el medidor **32a** se puede utilizar para indicar si los electrodos están realmente fijados al cuerpo de una persona. Por ejemplo, la medición de la corriente que fluye a través de los electrodos puede indicar que los electrodos no estén bien conectados al cuerpo humano o que haya un cortocircuito.

El medidor **32a** puede estar acoplado de forma conductiva al circuito eléctrico, o puede ser un sensor sin contacto no conductivo al circuito eléctrico. El sensor eléctrico puede responder a corriente alterna (CA) o corriente continua (CC). El sensor eléctrico puede ser un amperímetro que responda a la corriente eléctrica que pase a través de un conductor o cable, y puede consistir en, o puede comprender, un galvanómetro, un amperímetro de hilo caliente, una pinza amperimétrica o una sonda amperimétrica. Como alternativa o adicionalmente, el sensor eléctrico puede ser un voltímetro que responde a una tensión eléctrica, y puede consistir en, o puede comprender, un electrómetro, una resistencia, un potenciómetro o un circuito puente. Como alternativa o adicionalmente, el sensor eléctrico puede ser un vatímetro que responda a la potencia eléctrica activa.

El sensor eléctrico **32a** puede estar conectado conductivamente al elemento medido. Como alternativa o adicionalmente, el sensor eléctrico puede usar un acoplamiento no conductor o sin contacto con el elemento medido, tal como la medición de un fenómeno asociado con la cantidad o propiedad medida. El sensor eléctrico puede ser un sensor de corriente o un amperímetro (también conocido como amperímetro) para medir la corriente eléctrica de CC o CA (o cualquier otra forma de onda) que pase a través de un conductor o cable. El sensor de corriente se puede conectar de manera que parte o la totalidad de la corriente eléctrica medida pase a través del amperímetro, tal como un galvanómetro o un amperímetro de hilo caliente. Un amperímetro puede ser una pinza amperimétrica o una sonda de corriente, y puede utilizar el concepto de "efecto Hall" o un transformador de corriente para la medición de corriente sin contacto o no conductiva. El sensor eléctrico puede ser un voltímetro para medir la tensión de CC o CA (o cualquier otra forma de onda), o cualquier diferencia de potencial entre dos puntos. El voltímetro puede basarse en la corriente que pasa por una resistencia usando la ley de Ohm, puede estar basado en un potenciómetro, o puede estar basado en un circuito puente. El sensor **32a** puede ser un vatímetro que mida la magnitud de potencia activa de CA o CC (o la tasa de suministro de energía eléctrica). El vatímetro puede ser un bolómetro, utilizarse para medir la potencia de la radiación electromagnética incidente a través del calentamiento de un material con una resistencia eléctrica dependiente de la temperatura. El sensor eléctrico **32a** puede ser un óhmetro para medir la resistencia eléctrica (o la conductancia), y puede ser un megaóhmetro o un micróhmetro. El ohmímetro puede usar la ley de Ohm para derivar la resistencia de las mediciones de tensión y corriente, o puede usar un puente como el puente de Wheatstone. Un sensor puede ser un medidor de capacitancia para medir la capacitancia. Un sensor puede ser un medidor de inductancia para medir la inductancia. El sensor **32a** puede ser un medidor de impedancia para medir la impedancia de un dispositivo o un circuito. Un sensor puede ser un medidor LCR, utilizado para medir la inductancia (L), capacitancia (C) y resistencia (R). Un medidor puede usar una fuente de tensión de CC o CA, y usar la relación de la tensión y la corriente medidas (y su diferencia de fase) a través del dispositivo probado de acuerdo con la ley de Ohm para calcular la resistencia, la capacitancia, la inductancia o la impedancia (R=V/I). Como alternativa o adicionalmente, un medidor puede utilizar un circuito puente (tal como el puente Wheatstone), donde los elementos calibrados variables se ajustan para detectar un nulo. La medición puede realizarse usando CD, usando una sola frecuencia o en un intervalo de frecuencias.

El sensor **32a** puede usarse para medir magnitudes eléctricas. Un sensor eléctrico puede estar conectado de manera conductiva para medir el parámetro eléctrico, o puede estar acoplado de manera no conductiva para medir un fenómeno relacionado con la electricidad, tal como el campo magnético o el calor. Además, se puede medir el valor promedio o RCM. Un amperímetro (también conocido como amperímetro) es un sensor de corriente que mide la magnitud de la corriente eléctrica en un circuito o en un conductor como un cable. La corriente eléctrica se mide comúnmente en amperios, miliamperios, microamperios o kiloamperios. El sensor puede ser un amperímetro

integrador (también conocido como medidor de vatios-hora), donde la corriente se suma a lo largo del tiempo, proporcionando un producto actual/tiempo, que es proporcional a la energía transferida. La corriente eléctrica medida puede ser una corriente alterna (CA) como una onda sinusoidal, una corriente continua (CC) o una forma de onda arbitraria. Un galvanómetro es un tipo de amperímetro para detectar o medir la baja corriente, produciendo normalmente una desviación rotatoria de una bobina en un campo magnético. Algunos amperímetros utilizan una resistencia (derivación), cuya tensión es directamente proporcional a la corriente que lo atraviesa, que requiere que la corriente pase a través del medidor. Un amperímetro de hilo caliente implica hacer pasar la corriente a través de un cable que se expande a medida que se calienta y se mide la expansión. Un sensor de corriente no conductor o sin contacto puede estar basado en un sensor de campo magnético de "efecto Hall", que mide el campo magnético generado por la corriente que se ha de medir. Otros sensores de corriente no conductores implican una pinza amperimétrica o una sonda de corriente, que tiene dos mordazas que se abren para permitir la sujeción alrededor de un conductor eléctrico, lo que permite la medición de las propiedades de la corriente eléctrica (comúnmente CA), sin hacer contacto físico ni desconectar el circuito. Dicha pinza amperimétrica comúnmente comprende una bobina de alambre enrollada alrededor de un anillo de ferrita dividido, que actúa como un enrollamiento secundario de un transformador de corriente, con el conductor portador de corriente actuando como un enrollamiento primario. Otros sensores de corriente y circuitos relacionados se describen en la nota de solicitud de PLC de Zetex Semiconductors "AN39 - Current measurement application handbook" Número 5, enero de 2008, que se incorpora en su totalidad para todos los fines como si se expusiera completamente en el presente documento.

El sensor **32a** puede ser un voltímetro, comúnmente utilizado para medir la magnitud de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. La tensión eléctrica se mide comúnmente en voltios, milivoltios, microvoltios o kilovoltios. La tensión eléctrica medida puede ser una corriente alterna (CA) como una onda sinusoidal, una corriente continua (CC) o una forma de onda arbitraria. De igual manera, se puede usar un electrómetro para medir la carga eléctrica (comúnmente en unidades de culombio - C) o la diferencia de potencial eléctrico, con corriente de fuga muy baja. El voltímetro comúnmente funciona midiendo la corriente a través de una resistencia fija, que, de acuerdo con la ley de Ohm, es proporcional a la tensión a través de la resistencia. Un voltímetro basado en potenciómetro funciona equilibrando la tensión desconocida con una tensión conocida en un circuito puente. Un multímetro (también conocido como VOM), así como un multímetro digital (DMM), normalmente incluye un voltímetro, un amperímetro y un ohmímetro.

El sensor **32a** puede ser un vatímetro que mida la magnitud de la potencia activa (o la tasa de suministro de energía eléctrica), comúnmente en unidades de vatios (W), milivatios, kilovatios o megavatios. Un vatímetro puede basarse en medir la tensión y la corriente, y multiplicar para calcular la potencia $P=VI$. En la medición de CA, la verdadera potencia es $P=VI\cos(\varphi)$. El vatímetro puede ser un bolómetro, que se utiliza para medir la potencia de la radiación electromagnética incidente a través del calentamiento de un material con una resistencia eléctrica dependiente de la temperatura. Un sensor puede ser un contador de electricidad (o contador de energía eléctrica) que mide la cantidad de energía eléctrica consumida por una carga. Habitualmente, un contador de electricidad se utiliza para medir la energía consumida por una sola carga, un instrumento, una residencia, una empresa o cualquier dispositivo eléctrico, y puede proporcionar o ser la base para el coste o la facturación de la electricidad. El medidor de electricidad puede ser de tipo CA (monofásico o multifásico) o CD, y la unidad de medida común es el kilovatio-hora, sin embargo, se puede utilizar cualquier unidad relacionada con la energía, tal como Joules. Algunos medidores de electricidad se basan en vatímetros que acumulan o promedian las lecturas, o pueden basarse en la inducción.

El sensor **32a** puede ser un ohmímetro que midA la resistencia eléctrica, comúnmente en ohmios (S2), miliohmios, kiloohmios o megaohmios, o la conductancia medida en siemens (S). Las mediciones de baja resistencia comúnmente usan un microhmímetro, mientras que el megóhmetro (también conocido como Megger) mide un gran valor de resistencia. El ohmímetro común deja pasa una corriente conocida constante a través de la resistencia desconocida medida (o conductancia), mientras mide la tensión a través de la resistencia y deriva el valor de resistencia (o conductancia) de la ley de Ohm ($R = VII$). También se puede utilizar un puente de Wheatstone como sensor de resistencia, equilibrando dos patas de un circuito puente, donde una pata incluye el componente de resistencia (o conductancia) desconocido. Se pueden usar variaciones del puente de Wheatstone para medir la capacitancia, inductancia, impedancia y otras magnitudes eléctricas o no eléctricas.

El sensor **32a** puede ser un medidor de la capacitancia para medir capacitancia, comúnmente usando unidades de picofaradios, nanofaradios, microfaradios y faradios (F). Un sensor puede ser un medidor de inductancia para medir la inductancia, comúnmente usando unidades del sistema internacional de Henry (H), tales como microHenry, miliHenry y Henry. Además, un sensor puede ser un medidor de la impedancia para medir la impedancia de un dispositivo o un circuito. El sensor **32a** puede ser un medidor LCR, utilizado para medir la inductancia (L), capacitancia (C) y resistencia (R). Un medidor puede usar una fuente de tensión de CA y usar la relación entra la tensión y la corriente medidas (y su diferencia de fase) a través del dispositivo probado de acuerdo con la ley de Ohm para calcular la impedancia. Como alternativa o adicionalmente, un medidor puede usar un circuito puente (similar al concepto de puente de Wheatstone), donde los elementos calibrados variables se ajustan para detectar un nulo. La medición puede ser en una sola frecuencia o un intervalo de frecuencias.

El sensor eléctrico **32a** puede ser un magnetómetro para medir campos magnéticos H o B locales. El campo B (también conocido como densidad de flujo magnético o inducción magnética) se mide en Tesla (T) como unidad del sistema

internacional y en Gauss como unidad del sistema cegesimal, y el flujo magnético se mide en unidades Weber (Wb). El campo H (también conocido como intensidad del campo magnético o fuerza del campo magnético) se mide en amperio-vuelta por metro (A/m) como unidad del sistema internacional y en Oersteds (Oe) como unidad del sistema cegesimal. Muchos teléfonos inteligentes contienen magnetómetros que sirven como brújulas. Un magnetómetro puede ser un magnetómetro escalar, que mide la fuerza total, o puede ser un magnetómetro vectorial, que proporciona tanto la magnitud como la dirección (en relación con la orientación espacial) del campo magnético. Los magnetómetros comunes incluyen sensor de efecto Hall, magneto-diodo, magneto-transistor, magnetómetro AMR, magnetómetro GMR, magnetómetro magnético de la unión del túnel, sensor magneto-óptico, sensor MEMS basado en la fuerza de Lorentz (también conocido como resonancia magnética nuclear - RMN), Sensor MEMS basado en tunelización de electrones, brújulas MEMS, sensor de campo magnético de precesión nuclear, sensor de campo magnético bombeado ópticamente, magnetómetro de flujo, sensor de campo magnético de bobina de búsqueda y magnetómetro de dispositivo de interferencia cuántica superconductora (SQUID). Los magnetómetros de "efecto Hall' se basan en la "sonda Hall", que contiene un cristal semiconductor compuesto de indio, como antimoniuro de indio, montado en una placa trasera de aluminio y proporciona una tensión en respuesta al campo B medido. Un magnetómetro fluxgate hace uso de las características magnéticas no lineales de una sonda o elemento sensor que tiene un núcleo ferromagnético. Los magnetómetros de precesión de protones y RMN (PPM) miden la frecuencia de resonancia de los protones en el campo magnético que se ha de medir. Los medidores SQUID son magnetómetros vectoriales muy sensibles, basados en bucles superconductores que contienen uniones Josephson. El magnetómetro puede ser un sensor MEMS basado en la fuerza de Lorentz, que se basa en el movimiento mecánico de la estructura MEMS debido a la fuerza de Lorentz que actúa sobre el conductor que transporta corriente en el campo magnético.

Como alternativa o adicionalmente, el sensor **32** puede ser un detector de parpadeo, formando así un bucle de control cerrado que permite al controlador **39** verificar que los ajustes determinados aplicados como parte de la etapa de "Aplicar ajustes" **66** se proporcionan efectivamente y que se alcanza efectivamente la velocidad de parpadeo o el cierre requeridos. Además, dicho sensor **32** se puede utilizar para indicar si los electrodos están correctamente conectados al cuerpo de una persona y si el sistema funciona correctamente. Cualquier sensor del presente documento puede usarse para detectar el parpadeo ocular, o como parte de un sensor o detector de parpadeo.

Los accidentes debidos a la somnolencia se pueden controlar y prevenir con la ayuda del sensor de parpadeo mediante rayos IR, como se describe en un artículo titulado: "A Microcontroller Based Car-Safety System: Implementing Drowsiness Detection And Vehicle-Vehicle Distance Detection In Parallel" de Pragyaditya Das. y S. Pragadeesh, publicado en 2015 en INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH, VOLUMEN 4, NÚMERO 12, DICIEMBRE DE 2015 ISSN 2277-8616 161 IJSTR©2015. Se compone de un transmisor de infrarrojos y un receptor de infrarrojos. El transmisor transmite rayos IR al ojo. Si el ojo se cierra, entonces la señal de salida es alta. Si el ojo se abre, entonces la señal de salida es baja. Esta salida está interconectada con una alarma dentro y fuera del vehículo. Este módulo se puede conectar al sistema de frenado del vehículo y se puede utilizar para reducir la velocidad del vehículo. La alarma dentro del vehículo se encenderá por un período de tiempo hasta que el conductor recupere sus sentidos. Si el conductor no puede tomar el control del vehículo después de ese tiempo estipulado, entonces, se encenderá la alarma de fuera del vehículo para advertir y decirle a otros que ayuden al conductor.

La parálisis facial sigue siendo una de las condiciones más complicadas de tratar de manera efectiva, provocando a menudo déficits que alteran la vida tanto funcional como estéticamente. La rehabilitación facial a través de la tecnología robótica y de marcapasos tiene un gran potencial por alcanzar. Una primera etapa fundamental para reanimar el movimiento facial simétrico en casos de parálisis unilateral es la detección de un movimiento saludable para utilizarlo como desencadenante del movimiento estimulado. La prueba de un sistema de detección del parpadeo que puede fijarse a una gafa normal y usarse como parte de un sistema de marcapasos facial de circuito cerrado se describe en un documento titulado: "INFRAREDBASED BLINK DETECTING GLASSES FOR FACIAL PACING: TOWARDS A BIONIC BLINK" de Alice Frigerio, Tessa A. Hadlock, Elizabeth H Murray y James T Heaton, publicado en 2014 [*JAMA Facial Plast Surg*. 2014; 16(3): 211-218. doi:10.1001/jamafacial.2014.1], Las gafas de seguridad convencionales estaban equipadas con un par emisor/detector de infrarrojos (IR) orientado horizontalmente a través de la fisura palpebral, creando un haz IR monitorizado que se interrumpió cuando los párpados se cerraron.

Un prototipo de monitor del cansancio del conductor en línea en tiempo real se describe en un documento titulado: "Accident Prevention Using Eye Blinking and Head Movement" de Abhi R. Varma, Seema V. Arote, Chetna Bharti y Kuldeep Singh (all of Pravara Rural Engineering College, Loni). Publicado en 2012 en "Emerging Trends in Computer Science and Information Technology - 2012(ETCSIT2012) Proceedings published in International Journal of Computer Applications (IJCA)". Utiliza cámaras de dispositivo de carga acoplada ubicadas de forma remota y equipadas con iluminadores infrarrojos activos para adquirir imágenes de vídeo del conductor. Se extraen varias señales visuales que normalmente caracterizan el nivel de alerta de una persona en tiempo real y se combinan sistemáticamente para inferir el nivel de cansancio del conductor. Las señales visuales empleadas caracterizan el movimiento de los párpados, el movimiento de la mirada, el movimiento de la cabeza y la expresión facial. Se desarrolla un modelo probabilístico para modelar el cansancio humano y predecirlo en función de las señales visuales obtenidas. El uso simultáneo de múltiples señales visuales y su combinación sistemática produce una caracterización del cansancio mucho más sólida y precisa que el uso de una sola señal visual. Este sistema fue validado en condiciones de cansancio de la vida real con sujetos humanos de diferentes orígenes étnicos, géneros y edades; con/sin gafas; y en diferentes condiciones de iluminación. Se encontró que era razonablemente robusto, fiable y preciso en la caracterización del cansancio.

En un ejemplo, el sensor **32** puede incluir un sensor ambiental, para monitorizar el medio ambiente o entorno del dispositivo **31**. Tal salida del sensor se puede utilizar, como parte de la etapa de "Salida del sensor" **64** para adaptar u optimizar el funcionamiento del dispositivo **31** a las condiciones ambientales. Por ejemplo, en caso de alta temperatura o baja humedad, se puede aumentar la frecuencia del parpadeo para mejorar el riego del ojo.

Se puede adaptar un sensor **32** apropiado para un fenómeno físico específico, tal como un sensor sensible a la temperatura, humedad, presión, audio, vibración, luz, movimiento, sonido, proximidad, caudal, tensión eléctrica y corriente eléctrica. El sensor **32** puede ser un sensor termoeléctrico, para medir, sentir o detectar la temperatura (o el gradiente de temperatura) de un objeto, que puede ser sólido, líquido o gas. Tal sensor puede ser un termistor (ya sea PTC o NTC), un termopar, un termómetro de cuarzo o un RTD. El sensor **32** puede basarse en un contador Geiger para detectar y medir la radiactividad o cualquier otra radiación nuclear. La luz, los fotones u otros fenómenos ópticos pueden ser medidos o detectados por un fotosensor o fotodetector usado para medir la intensidad de la luz visible o invisible (como rayos infrarrojos, ultravioleta, rayos X o rayos gamma). Un fotosensor puede basarse en el efecto fotoeléctrico o fotovoltaico, tal como un fotodiodo, un fototransistor, una celda solar o un tubo fotomultiplicador. Un fotosensor puede ser un fotorresistor basado en la fotoconductividad o un CCD en el que la luz afecta una carga.

El sensor **32** puede ser un sensor de imagen para proporcionar funcionalidad de cámara digital, permitir que se capture una imagen (ya sea como imágenes fijas o como vídeo), se almacene, manipule y muestre. El *hardware* de captura de imágenes integrado con la unidad sensora puede contener una lente fotográfica (a través de una abertura de la lente) que enfoca la imagen requerida en una serie de sensores de imágenes fotosensibles dispuesta aproximadamente en un plano del punto focal de la imagen de la lente óptica, para capturar la imagen y producir información de imagen electrónica que representa la imagen. El sensor de imagen puede basarse en dispositivos de acoplamiento de carga (CCD) o semiconductores de óxido de metal complementarios (CMOS). La imagen se puede convertir en un formato digital mediante un sensor de imagen AFE (*Analog Front End*, frontal analógico) y un procesador de imagen, que comúnmente incluye un convertidor de analógico a digital (A/D) acoplado al sensor de imagen para generar una representación de datos digitales de la imagen. La unidad puede contener un compresor de vídeo, acoplado entre el convertidor de analógico a digital (A/D) y el transmisor para comprimir el vídeo de datos digitales antes de la transmisión al medio de comunicación. El compresor se puede utilizar para la compresión con pérdida o sin pérdida de la información de la imagen, para reducir el tamaño de la memoria y reducir la tasa de datos requerida para la transmisión por el medio de comunicación. La compresión puede basarse en un algoritmo de compresión convencional tal como JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) y MPEG (*Moving Picture Experts Group*), ITU-T H.261, ITU-T H.263, UIT-T H.264 o UIT-T CCIR 601.

El sensor **32** puede ser una galga extensiométrica, utilizado para medir el esfuerzo o cualquier otra deformación, de un objeto. El sensor puede basarse en la deformación de una lámina metálica, una galga extensométrica semiconductora (tal como las piezorresistencias), la medición de la deformación a lo largo de una fibra óptica, una galga extensométrica capacitiva, y la vibración o resonancia de un alambre tensado. Cualquier sensor puede ser táctil, sensible a la fuerza o a la presión, o sensible al contacto con un objeto, normalmente el tacto humano. Un sensor táctil puede basarse en un caucho conductor, un material de titanato de circonato de plomo (PZT), un material de fluoruro de polivinilideno (PVDF), un elemento capacitivo metálico, o cualquier combinación de los mismos. Un sensor táctil puede ser un interruptor táctil, que puede basarse en la conductancia del cuerpo humano, mediante la medición de la conductancia o la capacitancia.

El sensor **32** puede ser un sensor piezoeléctrico, donde se utiliza el efecto piezoeléctrico para medir la presión, aceleración, esfuerzo o fuerza, y puede usar el modo de efecto transversal, longitudinal o de cizalla. Se puede usar una membrana delgada para transferir y medir la presión, mientras que la masa se puede utilizar para medir la aceleración. El material de un elemento sensor piezoeléctrico puede ser una cerámica piezoeléctrica (tal como cerámica PZT) o un material monocristalino. Un material monocristalino puede ser fosfato de galio, cuarzo, turmalina o niobato de plomo y magnesio-titanato de plomo (PMN-PT).

El sensor **32** puede ser un sensor de movimiento, y puede incluir uno o más acelerómetros, que mide la aceleración absoluta o la aceleración relativa a la caída libre. El acelerómetro puede ser piezoeléctrico, piezorresistivo, capacitativo, MEMS o acelerómetro de interruptor electromecánico, que mide la magnitud y la dirección de la aceleración del dispositivo en un solo eje, 2 ejes o 3 ejes (omnidireccional). Como alternativa o adicionalmente, el sensor de movimiento puede basarse en un interruptor eléctrico de inclinación y vibración o cualquier otro interruptor electromecánico.

El sensor **32** puede ser un sensor de fuerza, una celda de carga o un medidor de fuerza, se utiliza para medir una magnitud y/o una dirección de la fuerza, y puede basarse en una extensión de resorte, una deformación de la galga extensiométrica, un efecto piezoeléctrico o una cuerda vibrante. Cualquier sensor del presente documento puede ser un dinamómetro de conducción o pasivo, utilizado para medir el par de torsión o cualquier momento de fuerza.

Cualquier sensor del presente documento puede ser un sensor de presión (también conocido como transductor de presión o transmisor/emisor de presión) para medir la presión de gases o líquidos, y para medir indirectamente otros parámetros como el flujo de fluido/gas, la velocidad, el nivel del agua y la altitud. Un sensor de presión puede ser un

interruptor de presión. Un sensor de presión puede ser un sensor de presión absoluta, un sensor de presión manométrica, un sensor de presión de vacío, un sensor de presión diferencial o un sensor de presión sellado. Los cambios de presión relativos a la altitud pueden usarse para un altímetro, y el efecto Venturi puede utilizarse para medir el flujo mediante un sensor de presión. De igual manera, la profundidad de un cuerpo sumergido o el nivel de líquido del contenido de un tanque se puede medir mediante un sensor de presión.

Un sensor de presión puede ser del tipo colector de fuerza, donde un colector de fuerza (tal como un diafragma, pistón, tubo Bourdon o fuelle) se utiliza para medir la tensión (o deflexión) debido a la fuerza aplicada (presión) sobre un área. Tal sensor puede basarse en el efecto piezoeléctrico (una galga extensiométrica piezoresistiva), puede ser de tipo capacitivo o electromagnético. Un sensor de presión puede basarse en un potenciómetro, o puede basarse en el uso de cambios en la frecuencia resonante o la conductividad térmica de un gas, o puede usar los cambios en el flujo de partículas de gas cargadas (iones).

El sensor **32** puede ser un sensor de posición para medir la posición (o movimiento) lineal o angular. Un sensor de posición puede ser un sensor de posición absoluta o puede ser un sensor de desplazamiento (relativo o incremental), que mide una posición relativa y puede ser un sensor electromecánico. Un sensor de posición se puede unir mecánicamente al objeto medido o, como alternativa, se puede utilizar una medición sin contacto.

Un sensor de posición puede ser un sensor de posición angular, para medir una posición angular (o la rotación o el movimiento) de un árbol, un eje o un disco. La salida del sensor de posición angular absoluta indica la posición actual (ángulo) del árbol, mientras que el sensor incremental o de desplazamiento proporciona información sobre el cambio, la velocidad angular o el movimiento del árbol. Un sensor de posición angular puede ser de tipo óptico, que utiliza esquemas reflectantes o de interrupción, o puede ser de tipo magnético, tal como basado en la reluctancia variable (VR), oscilador muerto por corrientes de Foucault (ECKO), detección Wiegand o detección de efecto Hall, o puede basarse en un potenciómetro giratorio. Un sensor de posición angular puede estar basado en un transformador, tal como un RVDT, un solucionador o un sincronizador. Un sensor de posición angular puede estar basado en un codificador rotatorio absoluto o incremental, y puede ser un codificador rotatorio mecánico u óptico, que utiliza esquemas de codificación binarios o grises.

El sensor **32** puede ser un detector de movimiento mecánico o eléctrico (o un sensor de ocupación), para la detección del movimiento discreta (encendido/apagado) o basada en la magnitud. Un detector de movimiento puede estar basado en sonido (sensores acústicos), la opacidad (sensores ópticos e infrarrojos y procesadores de imágenes de vídeo), el geomagnetismo (sensores magnéticos, magnetómetros), la reflexión de la energía transmitida (radar láser infrarrojo, sensores ultrasónicos y sensores de radar de microondas), la inducción electromagnética (detectores de bucle inductivo) o la vibración (triboeléctrica, sensores sísmicos y de interruptor de inercia). Los sensores acústicos pueden usar efectos eléctricos, acoplamiento inductivo, acoplamiento capacitivo, efecto triboeléctrico, efecto piezoeléctrico, transmisión de fibra óptica o detección de intrusión por radar. Un sensor de ocupación suele ser un detector de movimiento que se puede integrar con un dispositivo de temporización basado en *hardware* o *software*.

Un sensor de movimiento puede ser un interruptor o disparador accionado mecánicamente, o puede usar sensores electrónicos pasivos o activos, tales como sensores infrarrojos pasivos, sensores ultrasónicos, sensor de microondas o detector tomográfico. Como alternativa o adicionalmente, el movimiento puede identificarse electrónicamente usando infrarrojos (PIR) o detección óptica láser o detección acústica, o puede usar una combinación de las tecnologías divulgadas en el presente documento.

El sensor **32** puede ser un sensor de humedad, tal como un higrómetro o un humidistato, y puede responder a una humedad absoluta, relativa o específica. La medición puede basarse en la detección óptica de la condensación, o puede basarse en el cambio de la capacitancia, resistencia o conductividad térmica de los materiales sujetos a la humedad medida.

El sensor **32** puede ser un clinómetro para medir el ángulo (tal como cabeceo o balanceo) de un objeto, normalmente con respecto a un plano tal como el plano de la tierra. Un clinómetro puede basarse en un acelerómetro, un péndulo o en una burbuja de gas en líquido, o puede ser un interruptor basculante tal como un interruptor basculante de mercurio para detectar la inclinación o declinación con respecto a un ángulo de inclinación determinado.

El sensor **32** puede ser un sensor de flujo de gas o líquido, para medir el caudal volumétrico o másico a través de un área definida o una superficie. Un sensor de flujo de líquido generalmente implica medir el flujo en una tubería o en un conducto abierto. Una medición de flujo puede basarse en un medidor de flujo mecánico, tal como un medidor de flujo de turbina, un metro Woltmann, un medidor de chorro único o un medidor de rueda de paletas. Los medidores basados en presión pueden basarse en medir una presión o un diferencial de presión de acuerdo con el principio de Bernoulli, tal como un medidor Venturi. El sensor puede ser un medidor de flujo óptico o estar basado en el efecto Doppler.

Un sensor de flujo puede ser un sensor de flujo de aire, para medir el flujo de aire o gas, tal como a través de una superficie (p. ej., a través de un tubo) o un volumen, midiendo realmente el volumen de aire que pasa, o midiendo la velocidad real o el flujo de aire. En algunos casos, se puede medir una presión, normalmente una presión diferencial, como un indicador de las mediciones del flujo de aire. Un anemómetro es un sensor de flujo de aire principalmente

para medir la velocidad del viento y puede ser un anemómetro de copa, un anemómetro de molino de viento, anemómetro de hilo caliente tal como CCA (anemómetro de corriente constante), CVA (anemómetro de tensión constante) y CTA (anemómetro de temperatura constante). Los anemómetros sónicos utilizan ondas de sonido ultrasónicas para medir la velocidad del viento. El flujo de aire se puede medir con un anemómetro de presión que puede ser de placa o de tubo.

El sensor **32** puede ser un giroscopio, para medir la orientación en el espacio, tal como el tipo mecánico convencional, un giroscopio MEMS, un giroscopio piezoeléctrico, un tipo FOG o VSG. Un sensor puede ser un nanosensor, un sensor basado en ultrasonidos o de estado sólido. Cualquier sensor del presente documento puede ser un sensor de corriente de Foucault, donde la medición puede basarse en producir y/o medir corrientes parásitas. El sensor puede ser un sensor de proximidad, tal como un detector de metales. Cualquier sensor del presente documento puede ser un sensor acústico en masa o superficial, o puede ser un sensor atmosférico.

Si bien el aparato y el método del presente documento descritos implican una operación determinista, la operación puede estar basada en, o asociada con, aleatoriedad basada en números aleatorios. Por ejemplo, usando la velocidad de parpadeo continuo y constante de la persona **25**, que corresponde al período T **41d** del tren a ráfagas **41**, puede visualizarse como un comportamiento "mecánico" o "robótico", en contraste con la velocidad de parpadeo variable normal. De esta forma, el período T **41d** del tren a ráfagas **41** puede ser aleatorio, tal como entre los valores mínimo y máximo, tal como entre 4 y 6 segundos, tratando de imitar un comportamiento de parpadeo normal.

En tal caso, un dispositivo de estimulación **31b** mostrado como parte de una disposición **40a** ilustrada en la FIG. 4a puede comprender un generador de números aleatorios **48** para generar números aleatorios que pueden estar basados en *hardware* usando ruido térmico, ruido de disparo, radiación nuclear en descomposición, efecto fotoeléctrico o fenómenos cuánticos. Como alternativa o adicionalmente, el generador de números aleatorios **48** puede estar basado en *software* y puede ejecutar un algoritmo para generar números pseudoaleatorios.

En un ejemplo, durante el período entre ráfagas consecutivas **41a**, cuando no se transmite energía a los electrodos **26a** y **26b,** los electrodos se utilizan para la medición eléctrica del cuerpo humano, tal como para medir la impedancia de la piel. Tal dispositivo de estimulación **31b** se muestra como parte de una disposición **40b** ilustrado en la FIG. 4b. Se añade un interruptor de dos vías unipolar de doble tiro (SPDT) **29a** entre el generador de señal **42** y los electrodos **26a** y **26b.** El interruptor **29a** es controlado por el controlador **39** a través de un puerto o conexión **44a**. En un estado del interruptor **29a**, mostrado como el estado "1" del interruptor, el cable o alambres **38b** están conectados al generador de señal **42** a través de la conexión **38a**, volviendo a la operación que se describe en la disposición **40** mostrada en la FIG. 4 o como se describe en la disposición **40a** mostrada en la FIG. 4a, donde se transmiten impulsos eléctricos o ráfagas al cuerpo humano **25** a través de los electrodos **26a** y **26b**. En otro estado del interruptor **29a**, mostrado como el estado "2" del interruptor, el cable o alambres **38b** están conectados a un medidor de impedancia **32b** para medir una impedancia de la piel humana a través de los electrodos **26a** y **26b**. El resultado de la medición se envía al controlador **39** para el uso del mismo. Por ejemplo, la medición de la impedancia se puede realizar durante un período **41e** (durante el cual el interruptor **29a** está en el estado "2") entre dos ráfagas consecutivas **41a** (durante el cual el interruptor **29a** está en estado "1") conectando las ráfagas **41a** con los electrodos **26a** y **26b**.

El medidor de la impedancia **32b** sirve como un sensor eléctrico y puede ser un ohmímetro que mide la resistencia eléctrica, comúnmente medida en ohmios (Ω), miliohmios, kiloohmios o megaohmios, o la conductancia medida en siemens (S). Las mediciones de baja resistencia comúnmente usan un microhmímetro, mientras que el megóhmetro (también conocido como Megger) mide un gran valor de resistencia. El ohmímetro común deja pasa una corriente conocida constante a través de la resistencia desconocida medida (o conductancia), mientras mide la tensión a través de la resistencia y deriva el valor de resistencia (o conductancia) de la ley de Ohm (R=V/I). También se puede utilizar un puente de Wheatstone como sensor de resistencia, equilibrando dos patas de un circuito puente, donde una pata incluye el componente de resistencia (o conductancia) desconocido. Se pueden usar variaciones del puente de Wheatstone para medir la capacitancia, inductancia, impedancia y otras magnitudes eléctricas o no eléctricas.

El sensor eléctrico **32b** puede ser un medidor de la capacitancia para medir capacitancia, comúnmente usando unidades de picofaradios, nanofaradios, microfaradios y faradios (F). El medidor **32b** puede ser un medidor de la inductancia para medir la inductancia, comúnmente usando unidades del sistema internacional de Henry (H), tales como microHenry, miliHenry y Henry. Además, un sensor puede ser un medidor de la impedancia para medir la impedancia de un dispositivo o un circuito. El sensor **32a** puede ser un medidor LCR, utilizado para medir la inductancia (L), capacitancia (C) y resistencia (R). El medidor **32a** puede usar una fuente de tensión de CA y usar la relación entra la tensión y la corriente medidas (y su diferencia de fase) a través del dispositivo probado de acuerdo con la ley de Ohm para calcular la impedancia. Como alternativa o adicionalmente, un medidor puede usar un circuito puente (similar al concepto de puente de Wheatstone), donde los elementos calibrados variables se ajustan para detectar un nulo. La medición puede ser en una sola frecuencia o un intervalo de frecuencias.

La salida del medidor de la impedancia **32b**, bien solo o junto con otros sensores, tal como el sensor **32**, puede ser parte de la etapa de "Salida del sensor" **64**, y como tal puede usarse para determinar cualquiera de las configuraciones del dispositivo como parte de la etapa de "Determinar configuraciones" **65**, como se describe anteriormente, y como tal, puede afectar, cambiar o afectar el funcionamiento del dispositivo como parte de la etapa de "Aplicar configuración"

66, tal como cualquiera de los parámetros de la señal **41**, tales como la duración de la ráfaga "d" **41a**, el período de repetición "T" **41b**, la amplitud A **41c**, la frecuencia interna de ráfaga **41d** o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, una resistencia baja medida puede indicar que la persona **25** está sudando, lo que indica que está realizando actividad física tal como caminar o correr, y aumentando la velocidad de parpadeo.

El medidor de la impedancia **32b** puede usar, puede basarse en, o puede comprender, cualquiera de los circuitos o técnicas descritos en una Nota de aplicación titulada: "Key sight Technologies - Impedance Measurement Handbook - A guide to measurement technology and techniques - 6th Edition", publicada el 2 de noviembre de 2016 por Keysight Technologies, Inc. [5950-3000]. Como alternativa o adicionalmente, el medidor de la impedancia **32b** puede usar, puede basarse en, o puede comprender, cualquiera de los circuitos o técnicas descritos en una Nota de Aplicación AN-1302 Revisión A titulada: "Optimizing the ADuCM350 for 4-Wire, Bioisolated Impedance Measurement Applications", publicada en 2018 por Analog Devices, Inc. [AN12168-0-2/18(A)],

El funcionamiento del dispositivo **31** puede ser de acuerdo con un diagrama de flujo general **60** mostrado en la FIG. 6, de acuerdo con lo controlado por el controlador **39**. El controlador **39** puede determinar como parte de una etapa de "Determinar la configuración" **65**, si el generador **35** puede activarse o desactivarse como parte de una etapa de "Activar/Desactivar" **68**, tal como controlando directamente el generador **35** o mediante la activación o desactivación del interruptor **29** por el puerto de control **45** a través de la conexión **44**. Como alternativa o adicionalmente, el controlador **39** puede establecer los parámetros del tren de ráfagas **41** como parte de una etapa de "Aplicar configuración" **66**, tal como a través del puerto de control de conexión **47**. Los parámetros del tren de ráfagas que se pueden configurar como parte de la etapa de "Aplicar configuración" **66** incluyen la amplitud de pico a pico "A" **41c** (o el valor nominal, o valor efectivo, de la señal **41**), la duración de la ráfaga d **41a**, la frecuencia "f" de la señal en la ráfaga **41d** y el período T **41b**. La activación como parte de la etapa de "Activar/Desactivar" **68** o la configuración de los parámetros del tren de ráfagas **41** como parte de una etapa de "Aplicar configuración" **66** se puede determinar, como parte de la etapa de "Determinar la configuración" **65**, de manera determinista. Como alternativa o adicionalmente, la operación puede implicar aleatoriedad basada en un número aleatorio generado como parte de una etapa de "Número aleatorio" **67**, que puede usar el generador de números aleatorios **48** mostrado como parte del dispositivo **31b** en la disposición **40a**.

El dispositivo **31** puede almacenar "Configuración predeterminada" **63** que puede incluir varias configuraciones que se usan o adoptan cuando no hay otra entrada o comando disponible, tal como en el encendido antes de obtenerse o recibirse cualquier otra entrada o comando. La activación (o desactivación) como parte de la etapa de "Activar/Desactivar" **68** o la configuración de los parámetros del tren de ráfagas **41** como parte de una etapa de "Aplicar configuración" **66** se puede determinar, como parte de la etapa de "Determinar la configuración" **65**, basada en, o utilizando, una entrada del usuario como parte de una etapa de "Entrada del usuario" **61**, que puede utilizar, o puede basarse en, la funcionalidad del control de usuario **33**. Por ejemplo, un usuario humano, tal como la persona tratada **25**, puede activar el dispositivo **31** cuando no sea necesario (p. ej., mientras duerme), o puede ajustar la amplitud A **41c** a un nivel que minimice el dolor o la incomodidad. Como alternativa o adicionalmente, la activación (o desactivación) como parte de la etapa de "Activar/Desactivar" **68** o la configuración de los parámetros del tren de ráfagas **41** como parte de una etapa de "Aplicar configuración" **66** se puede determinar, como parte de la etapa de "Determinar la configuración" **65**, basada en, o utilizando, un comando externo o entrada recibida, como parte de una etapa de "Comando externo" **62**, desde una red externa a través de la interfaz de comunicación **36**.

Como alternativa o adicionalmente, la activación (o desactivación) como parte de la etapa de "Activar/Desactivar" **68** o la configuración de los parámetros del tren de ráfagas **41** como parte de una etapa de "Aplicar configuración" **66** se puede determinar, como parte de la etapa de "Determinar la configuración" **65**, basada en, o utilizando, la salida del sensor **32**, como parte de una etapa de "Salida del sensor" **64**. Por ejemplo, es posible optimizar la velocidad de parpadeo (correspondiente al período T **41b)** producida por estímulos medioambientales, tal como una velocidad de parpadeo más alta en caso de una mayor temperatura debida al aumento de la sensibilidad al ojo seco. En un ejemplo, se define un umbral mínimo o máximo asociado al valor de salida del sensor **32**, para que el dispositivo **31** se active (o desactive) en caso de que la salida del sensor esté por debajo del umbral mínimo o por encima del umbral máximo.

En un ejemplo, el controlador **39** transmite a través de la red externa, como parte de una etapa de "Estado externo" **69** mediante el estado del dispositivo **31** de la interfaz de comunicación **36**, tal como el estado de activación/desactivación, el estado de la fuente de alimentación **34** (tal como la batería **34a**), valor del sensor, configuración utilizada, o cualquier otra información disponible en el dispositivo **31**. Además, el estado del dispositivo **31**, tal como el estado de activación/desactivación, el estado de la fuente de alimentación **34** (tal como la batería **34a**), valor del sensor, configuración utilizada, o cualquier otra información disponible en el dispositivo **31**, se puede indicar a un usuario humano a través del indicador **37**.

Como parte de la etapa de "Estado externo" **69**, se puede enviar un mensaje que puede incluir la identificación del dispositivo **31**, tal como su dirección IP, la hora del envío del mensaje y el estado. Se puede enviar un mensaje de notificación periódicamente, tal como cada 1, 2, 5 o 10 segundos, cada 1, 2, 5 o 10 minutos, cada 1, 2, 5 o 10 horas, o cada 1, 2, 5 o 10 días. Como alternativa o adicionalmente, el usuario puede ser notificado mediante un mensaje basado en acontecimientos. Por ejemplo, un mensaje puede transmitirse ante un cambio en cualquier parámetro o característica en el dispositivo **31**. Como alternativa o adicionalmente, se puede transmitir un mensaje cuando la salida

del sensor **32** supera un umbral máximo establecido, o al medir una salida del sensor por debajo de un umbral mínimo establecido. Además, un mensaje puede ser enviado como respuesta a un mensaje recibido, tal como para el reconocimiento. El mensaje puede enviarse mediante XMPP, SIMPLE, servicio de notificaciones push de Apple (APN) o IMPS. El mensaje puede ser un mensaje basado en texto, tal como mediante el uso de servicios de SMS o Twitter, así como servicios de marketing social como Facebook. Como alternativa o además, el mensaje puede incluir un mensaje de audio o vídeo y enviarse mediante MMS o servicio de mensajería mejorado (EMS). Se pueden utilizar otros servicios tales como correo electrónico, Viber o Whatsapp.

La notificación o los datos enviados como parte de la etapa de "Estado externo" **69** puede estar basada en texto, tal como un correo electrónico (e-mail), contenido del sitio web, fax o un servicio de mensajes cortos (SMS). Como alternativa o adicionalmente, la notificación o alerta al dispositivo del usuario puede estar basada en la voz, tal como un correo de voz, un mensaje de voz a un dispositivo telefónico. Como alternativa o adicionalmente, la notificación o los datos al dispositivo del usuario pueden activar un vibrador, causando vibraciones que se sienten al tocar el cuerpo humano, o pueden basarse en un servicio de mensajes multimedia (MMS) o mensajería instantánea (IM). La mensajería, las alertas y notificaciones pueden basarse en, incluir parte de, o pueden estar de acuerdo con la solicitud de patente de EE. UU. n. 2009/0024759 de McKibben *et al.* titulada: "*System and Method for Providing Alerting Services*", patente de EE. UU. n.º 7.653.573 de Hayes, Jr. *et al.* titulada: "*Customer Messaging Service*", patente de EE. UU. n.º 6.694.316 de Langseth. *et al.* titulada: "*System and Method for a Subject-Based Channel Distribution of Automatic, Real-Time Delivery of Personalized Informational and Transactional Data*", patente de EE. UU. n.º 7.334.001 de Eichstaedt *et al.* titulada: "*Method and System for Data Collection forAlert Delivery*", patente de EE. UU. n.º 7.136.482 de Wille titulada: "*Progressive Alert Indications in a Communication Device*", solicitud de patente de EE. UU. n.º 2007/0214095 de Adams *et al.* titulada: "*Monitoring and Notification System and Method*", solicitud de patente de EE. UU. n.º 2008/0258913 de Busey titulada: "*Electronic Personal Alert System*", o patente de EE. UU. n.º 7.557.689 de Seddigh *et al.* titulada: "*Customer Messaging Service*".

Las principales ramas del nervio facial fuera del cráneo se ilustran en una vista **70** mostrada en la FIG. 7. El punto (X) de la ilustración **70** está señalando la ubicación aproximada donde el nervio se extiende fuera del cráneo, antes de ramificarse a las diferentes partes de la cara. El nervio facial se ramifica en nervios y músculos más pequeños que van a 5 partes diferentes de la cara. Por lo tanto, cuando el nervio está dañado, esas venas más pequeñas no reciben suficiente sangre para la circulación, que es necesaria para que se muevan los músculos en las diferentes áreas de la cara. Cada rama nerviosa afecta el movimiento de diferentes músculos. La rama temporal (rama frontal), marcada como "1" en la FIG. 7, afecta los músculos de la frente y la rama cigomática (ramas malares), marcada como "2" en la FIG. 7, afecta la mejilla superior. La rama temporal y cigomática juntas afectan los músculos que controlan la apertura y el cierre del ojo. La rama bucal (ramas infraorbitales), marcada como "3" en la FIG. 7, afecta la mejilla y por encima de los músculos de la boca, la rama mandibular marginal, marcada como "4" en la FIG. 7, afecta los músculos de la barbilla y la rama cervical, marcada como "5" en la FIG. 7, afecta algunos de los músculos del cuello.

El daño del nervio facial puede afectar los ojos, donde los nervios de la rama cigomática provocan problemas en los párpados. Este nervio controla la capacidad o falta de ella para cualquiera de los dos; 1) parpadeo o 2) producción de lágrimas, pero también puede provocar 3) ptosis (caída del párpado). El ojo seco puede ayudar para indicar daño en el nervio facial. Otro daño del nervio facial puede afectar la alimentación, ya que sin la capacidad de mover la rama bucal y la rama mandibular marginal, el hecho de sostener la comida en la boca se vuelve muy frustrante e incómodo. A menudo es necesario beber con pajita. De igual manera, se puede ver afectado el habla, ya que los mismos nervios que dificultan la acción de comer también pueden hacer que la pronunciación de ciertas letras/sonidos sea correcta o clara; B, P, M y W. El daño del nervio facial puede afectar una cara caída, debido a que los párpados no se cierran completamente y una sonrisa caída, y problemas nasales, tales como secreción nasal o congestión. Además, se pueden ver afectados la falta de control de la simetría de la frente arrugada, así como la saliva y la caries dental/boca seca, ya que cualquier cosa que disminuya el flujo de saliva aumentará drásticamente la incidencia de caries. Aunque existen medicamentos que estimulan la secreción de las glándulas salivales, sus efectos secundarios (náuseas y diarrea) suelen hacer que se toleren mal. Hay una variedad de productos de "saliva artificial" que están disponibles para comprar sin receta, pero no hay sustituto para las preparaciones tópicas de flúor de concentración recetadas, bien si: 1) se aplica en el consultorio dental con barnices de flúor, o 2) como productos de flúor recetados para uso doméstico.

Una ubicación óptima de los electrodos para inducir el parpadeo proporcionaría el cierre de los músculos del párpado inferior y superior, mientras usa la corriente (o energía) mínima, minimizando así el dolor o la incomodidad. Preferentemente, se estimulan tanto la rama cigomática (para el cierre del párpado inferior) como la rama temporal (para el cierre del párpado superior), proporcionando el cierre máximo o completo del ojo cuando se estimula el parpadeo. De igual manera, se puede estimular otro haz de nervios, activando simultáneamente algunos nervios que cooperan para formar una acción. La ubicación convencional de electrodos implica la ubicación horizontal de los electrodos. Sin embargo, varios experimentos indican que esa ubicación óptima consiste en ubicar un primer electrodo **26b** cerca de la rama temporal cerca de y por encima del ojo, mientras que el otro electrodo **26a** se encuentra cerca del punto de división de la rama cigomática, cerca y debajo del ojo, como se muestra en la ilustración **70**.

En una vista se muestra un ejemplo de ubicación de electrodos **70a** mostrada en la FIG. 7a. Como referencia, las medidas usan una línea imaginaria **73**, que es la línea más corta que conecta el ojo (donde se debe facilitar el

parpadeo) y la oreja del mismo lado de la cara (ya sea el ojo derecho y la oreja derecha, o el ojo izquierdo y la oreja izquierda). El centro del área conductora del electrodo **26b** se supone que es el punto **71b**, y el centro del área conductora del electrodo **26a** se supone que es el punto **71a**. Preferentemente, parte de, la mayor parte o la totalidad del área conductora del electrodo **26b** puede estar por encima de la línea imaginaria **73**. De igual manera, preferentemente parte de, la mayor parte o la totalidad del área conductora del electrodo **26a** puede estar debajo de la línea imaginaria **73**.

El punto central **71b** del área conductora del electrodo **26b** puede estar a una distancia **74b** por encima de la línea imaginaria **73**. La distancia **74b** puede ser de al menos 1 milímetro (mm), 2 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 100 mm. Como alternativa o adicionalmente, la distancia **74b** puede ser inferior a 2 milímetros (mm), 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm, 100 mm o 120 mm. Similarmente, el punto central **71a** del área conductora del electrodo **26a** puede estar a una distancia **74a** por encima de la línea imaginaria **73**. La distancia **74a** puede ser de al menos 1 milímetro (mm), 2 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 100 mm. Como alternativa o adicionalmente, la distancia **74a** puede ser inferior a 2 milímetros (mm), 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm, 100 mm o 120 mm.

En un ejemplo, los puntos centrales **71a** y **71b** pueden estar a lo largo de una misma línea que es perpendicular a la línea imaginaria **73**. Como alternativa o adicionalmente, el punto central **71a** puede estar a lo largo de una línea **72a** que es perpendicular a la línea imaginaria **73**, mientras que el punto central **71b** puede estar a lo largo de una línea diferente **72b** que es perpendicular a la línea imaginaria **73**. En un ejemplo, una línea **74** puede estar en el medio de las dos líneas **72a** y **72b**. Los centros de los electrodos pueden estar a una distancia **75** (medida entre los puntos más cercanos a lo largo de la línea imaginaria **73**) como se muestra en la ilustración **70a** de la Fig. 7a. La distancia **75** puede ser de al menos 0 mm, 1 milímetro (mm), 2 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 100 mm. Como alternativa o adicionalmente, la distancia **75** puede ser inferior a 1 milímetro (mm), 2 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm, 100 mm o 120 mm.

El término "centro" de un electrodo en el presente documento se refiere a un punto central relacionado con el área conductora del electrodo que toca, o está configurado o diseñado para tocar, la piel de una persona, donde toda línea recta en el área que pasa por este punto divide igualmente el área en dos áreas iguales. En un caso de electrodos de forma circular, el centro del círculo es el punto central.

Cualquier dispositivo del presente documento, tal como el dispositivo **31** mostrado en la FIG. 3, puede ser direccionable en una red o Internet utilizando una dirección digital que puede ser una dirección de capa MAC que puede ser un tipo de dirección MAC-48, EUI-48 o EUI-64. Como alternativa o adicionalmente, la dirección digital puede ser una dirección de capa 3 y puede ser una dirección IP estática o dinámica que puede ser una dirección de tipo IPv4 o IPv6.

El dispositivo **31** puede comunicarse a través de una red utilizando la interfaz de comunicación **36**. En un ejemplo, la red es una red inalámbrica que utiliza una antena **46** y un transceptor inalámbrico **43**, que puede formar parte del dispositivo **31a** como se muestra en la FIG. 4. En un ejemplo, como se muestra para el dispositivo **31b** en la disposición **40a**, la red inalámbrica se utiliza para la comunicación con un teléfono inteligente **49**. La red inalámbrica puede ser una red de área amplia inalámbrica (WWAN), tal como una red WiMAX o una red de telefonía celular (como una red de tercera generación (3G) o cuarta generación (4G)). Como alternativa o adicionalmente, la red inalámbrica puede ser una BAN (red de área corporal) o una red de área personal inalámbrica (WPAN) que puede ser de acuerdo con, puede ser compatible con, o puede estar basada en, normas Bluetooth™ o IEEE 802.15.1-2005, o puede estar de acuerdo con, o puede estar basada en, la norma ZigBee™, IEEE 802.15.4-2003 o Z-Wave™. Como alternativa o adicionalmente, la red inalámbrica puede ser una red de área local inalámbrica (WLAN) que puede estar de acuerdo con, puede ser compatible con, o puede estar basada en, IEEE 802,11-2012, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n o IEEE 802.11ac.

Además, cualquier dispositivo del presente documento, tal como el dispositivo **31a** mostrado en la FIG. 4, puede ser operativo para comunicarse en un esquema ad-hok o para usar con un dispositivo intermediario, donde el transceptor inalámbrico puede estar operativo para comunicarse con el dispositivo intermediario usando un esquema de infraestructura. El dispositivo intermediario puede ser un punto de acceso inalámbrico (WAP), un interruptor inalámbrico o un enrutador inalámbrico. El transceptor inalámbrico puede estar operativo para comunicarse de forma inalámbrica y un dispositivo inalámbrico, tal como un dispositivo inalámbrico de mano o portátil que puede consistir en, o comprender, un asistente personal digital (PDA), una tableta o un teléfono inteligente.

El dispositivo

El dispositivo **31** puede servir como un dispositivo cliente y puede acceder a los datos, tales como la recuperación de datos de, o el envío de datos a, a través de Internet. En el caso de las redes inalámbricas, la red inalámbrica puede utilizar cualquier tipo de modulación, tal como modulación de amplitud (AM), una modulación de frecuencia (FM) o una modulación de fase (PM). Además, la red inalámbrica puede ser una red de control (TAL como ZigBee o Z-Wave), una red doméstica, una WPAN (red de área personal inalámbrica), una WLAN (red de área local inalámbrica), una WWAN

(red de área amplia inalámbrica) o una red celular. Un ejemplo de un controlador inalámbrico basado en Bluetooth que se puede incluir en un transceptor inalámbrico es el módulo Bluetooth SPBT2632C1A disponible de STMicroelectronics NV y descrito en la hoja de datos DocID022930 Rev. 6 con fecha de abril de 2015 titulada: "SPBT2632C1A - Bluetooth® technology class-1 module".

En algunas realizaciones, puede utilizarse junto con uno o más tipos de señales y/o sistemas de comunicación inalámbrica, por ejemplo, radiofrecuencia (RF), infrarrojos (IR), multiplexación por división de frecuencia (FDM), FDM ortogonal (OFDM), multiplexación por división de tiempo (TDM), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), TDMA ampliado (E-TDMA), servicio general de radio por paquetes (GPRS), GPRS ampliado, acceso múltiple por división de código (CDMA), CDMA de banda ancha (WCDMA), CDMA 2000, CDMA de un solo portador, CDMA multiportador, Modulación multiportadora (MDM), multitono discreto (DMT), Bluetooth (RTM), sistema de posicionamiento global (GPS), WiFi, Wi-Max, ZigBee (TM), banda ultraancha (UWB), sistema global para comunicaciones móviles (GSM), 2G, 2,5G, 3G, 3,5G, velocidades de datos mejoradas para GSM Evolution (EDGE) o similares. Además, una comunicación inalámbrica puede estar basada en, o puede ser compatible con, tecnologías inalámbricas que se describen en el Capítulo 20: "Wireless Technologies" de la publicación número 1-587005-001-3 de Cisco Systems, Inc. (7/99) titulada: "Internetworking Technologies Handbook".

Como alternativa o adicionalmente, la red o la comunicación con la de la red inalámbrica puede estar utilizando, puede ser de acuerdo con, puede ser compatible con, o puede estar basada en, comunicación en el infrarrojo cercano (NFC) usando el modo de comunicación pasiva o activa, y puede usar la banda de frecuencia de 13,56 MHz, y la velocidad de datos puede ser de 106Kb/s, 212 Kb/s o 424 Kb/s, y la modulación puede ser modulación de desplazamiento de amplitud (ASK), y puede estar de acuerdo con, puede ser compatible con, o basarse en, ISO/CEI 18092, ECMA-340, ISO/IEC 21481 o ECMA-352. En tal caso, el transceptor inalámbrico **43** puede ser un transceptor NFC y la antena respectiva **46** puede ser una antena NFC.

Como alternativa o adicionalmente, la red o la comunicación con la del dispositivo con capacidad inalámbrica **31a** a través de la red inalámbrica puede estar utilizando, puede ser de acuerdo con, puede ser compatible con, o puede estar basada en, una red de área personal inalámbrica (WPAN) que puede estar de acuerdo con, puede ser compatible con, o basarse en, normas Bluetooth™ o IEEE 802.15.1-2005, y el transceptor inalámbrico **43** puede ser un módem WPAN, y la antena respectiva **46** puede ser una antena WPAN. La WPAN puede ser una red de control inalámbrica que puede ser de acuerdo con, puede ser compatible con, o basarse en, las normas ZigBee™ o Z-Wave™, tales como IEEE 802.15.4-2003.

Como alternativa o adicionalmente, la red o la comunicación con la del dispositivo con capacidad inalámbrica **31a** a través de la red inalámbrica puede estar utilizando, puede ser de acuerdo con, puede ser compatible con, o puede estar basada en, una red de área local inalámbrica (WLAN) que puede estar de acuerdo con, puede ser compatible con, o basarse en, las normas IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n o IEEE 802.11ac, y el transceptor inalámbrico **43** puede ser un módem WLAN, y la antena respectiva **46** puede ser una antena WLAN.

Como alternativa o adicionalmente, la red o la comunicación con la del dispositivo con capacidad inalámbrica **31a** a través de la red inalámbrica puede estar utilizando, puede ser de acuerdo con, puede ser compatible con, o puede estar basada en, una red de banda ancha inalámbrica o una red de área amplia inalámbrica (WWAN), y el transceptor inalámbrico **43** puede ser un módem WWAN, y la antena respectiva **46** puede ser una antena WWAN. La WWAN puede ser una red WiMAX tal como que puede estar de acuerdo con, puede ser compatible con, o basarse en, IEEE 802.16-2009 y el transceptor inalámbrico **43** puede ser un módem WiMAX, y la antena respectiva **46** puede ser una antena WiMAX. Como alternativa o adicionalmente, la WWAN puede ser una red de telefonía celular y el transceptor inalámbrico **43** puede ser un módem celular, y la antena respectiva **46** puede ser una antena celular. La WWAN puede ser una red de tercera generación (3G) y puede usar UMTS WCDMA, UMTS HSPA, UMTS TDD, CDMA2000 1xRTT, CDMA2000 EV-DO o GSM EDGE-Evolution. La red de telefonía celular puede ser una red de cuarta generación (4G) y puede usar HSPA+, WiMAX móvil, LTE, LTE-Advanced, MBWA, o puede estar basada en, o puede ser compatible con, IEEE 802.20-2008.

Como alternativa o adicionalmente, la red o la comunicación con la del dispositivo con capacidad inalámbrica **31a** a través de la red inalámbrica puede estar utilizando, puede ser de acuerdo con, puede ser compatible con, o puede estar basada en, una banda de radiofrecuencia con o sin licencia, tal como la banda de radio industrial, científica y médica (ISM).

El sensor **32** proporciona una señal de salida eléctrica en respuesta a un fenómeno físico, químico, biológico o cualquier otro fenómeno, que sirva de estímulo al sensor. El sensor puede servir como, o ser, un detector, para detectar la presencia del fenómeno. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede medir (o responder a) un parámetro de un fenómeno o una intensidad de la magnitud física del mismo. Por ejemplo, el sensor **32** puede ser un termistor o un detector de temperatura de resistencia de platino, un sensor de luz, una sonda de pH o un puente piezoeléctrico. De igual manera, el sensor **32** se puede utilizar para medir la presión, el flujo, la fuerza u otras magnitudes mecánicas. Normalmente se copla un circuito de acondicionamiento de señal a la salida del sensor **32**, para adaptar y preparar la señal de salida para su posterior procesamiento. Por ejemplo, el circuito de acondicionamiento puede incluir un amplificador conectado a la salida del sensor. También se pueden aplicar otros acondicionamientos de señal para

mejorar el manejo de la salida del sensor o adaptarlo a la siguiente etapa o manipulación, tal como la atenuación, retardo, limitación de corriente o tensión, traducción de nivel, aislamiento galvánico, transformación de impedancia, linealización, calibración, filtrado, amplificación, digitalización, integración, derivación y cualquier otra manipulación de la señal. El acondicionamiento de algunos sensores implica conectarlos en un circuito puente. En el caso del condicionamiento, el circuito de acondicionamiento puede agregarse para manipular la salida del sensor, tal como un filtro o ecualizador para la manipulación relacionada con la frecuencia, tal como la filtración, análisis de espectros o eliminación del ruido, suavizado o desenfoque en caso de mejora de la imagen, un compresor (o descompresor) o codificador (o decodificador) en el caso de una compresión o esquemas de codificación/descodificación, modulador o demodulador en caso de modulación, y extractor para extraer o detectar una característica o parámetro tal como reconocimiento de patrones o análisis de correlación. En caso de la filtración, se pueden usar filtros pasivos, activos o adaptativos (tales como Wiener o Kalman). Los circuitos de acondicionamiento pueden aplicar manipulaciones lineales o no lineales. Además, la manipulación puede estar relacionada con el tiempo, tal como líneas de retardo analógicas o digitales, integradores o manipulación basada en velocidades. Un sensor **32** puede tener una salida analógica, que requiere que se conecte un A/D al mismo, o puede tener una salida digital. Además, el condicionamiento puede basarse en el libro titulado: "Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning", de Analog Devices, Inc., 1999 (ISBN-0-916550-20-6), El acondicionamiento de señales puede utilizar además cualquiera de los esquemas, componentes, circuitos, interfaces o manipulaciones descritas en un manual publicado entre 2004 y 2012 por Measurement Computing Corporation titulado: "Data Acquisition Handbook - A Reference For DAQ And Analog & Digital Signal Conditioning".

Así pues, la señal emitida por el sensor **32** puede ser condicionada por el circuito de acondicionamiento de señales. El acondicionador de señales convierte las señales del sensor en una forma que se puede convertir a valores digitales y puede usar o comprender manipulaciones relacionadas con el tiempo, la frecuencia o la magnitud. El acondicionador de señales puede ser lineal o no lineal, y puede incluir una operación o un amplificador de instrumentos, un multiplexor, un convertidor de frecuencia, un convertidor de frecuencia a tensión, un convertidor de tensión a frecuencia, un convertidor de corriente a tensión, un convertidor de bucle de corriente, un convertidor de carga, un atenuador, un circuito de muestreo y retención, un detector de picos, un limitador de la tensión o corriente, una línea o circuito de retardo, un traductor de nivel, un aislante galvánico, un transformador de impedancia, un circuito de linealización, un calibrador, un filtro pasivo o activo (o adaptativo), un integrador, un desviador, un ecualizador, un analizador de espectro, un compresor o un descompresor, un codificador (o decodificador), un modulador (o demodulador), un reconocedor de patrones, un suavizador, un eliminador de ruido, un circuito promedio o RCM, o cualquier combinación de los mismos. En el caso de un sensor analógico, se puede usar el convertidor de analógico a digital (A/D) para convertir la señal emitida por el sensor acondicionado en datos de un sensor digital.

Se puede utilizar como sensor **32** cualquier elemento capaz de medir o responder a un fenómeno físico. Se puede adaptar un sensor apropiado para un fenómeno físico específico, tal como un sensor sensible a la temperatura, humedad, presión, audio, vibración, luz, movimiento, sonido, proximidad, caudal, tensión eléctrica y corriente eléctrica. El sensor **32** puede medir la cantidad de una propiedad o de una magnitud física, o la intensidad relativa a un fenómeno físico, cuerpo o sustancia. Como alternativa o adicionalmente, se puede usar el sensor **32** para medir la derivada del tiempo del mismo, tal como la velocidad de cambio de la cantidad, la magnitud o el tamaño. En el caso de la magnitud o tamaño relacionado con el espacio, un sensor puede medir la densidad lineal, densidad superficial o densidad volumétrica, en relación con la cantidad de propiedad por volumen. Como alternativa o adicionalmente, el sensor **32** puede medir el flujo de una propiedad a través de una sección transversal o límite de, la densidad de flujo o la corriente. En el caso de un campo escalar, un sensor puede medir el gradiente de la magnitud. El sensor **32** puede medir la cantidad de propiedad por unidad de masa o por mol de sustancia. Se puede usar un solo sensor para medir dos o más fenómenos.

El sensor **32** puede medir directa o indirectamente la velocidad de cambio de la magnitud física (gradiente) frente a la dirección alrededor de una ubicación en particular o entre diferentes ubicaciones. Por ejemplo, un gradiente de temperatura puede describir las diferencias de temperatura entre diferentes ubicaciones. Además, el sensor **32** puede medir valores dependientes del tiempo o manipulados por el tiempo del fenómeno, tal como integrados en el tiempo, promedio o raíz cuadrática media (RCM o rcm), en relación con la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de una serie de valores discretos (o la raíz cuadrada equivalente de la integral en un valor que varía continuamente). Además, se puede medir un parámetro relacionado con la dependencia del tiempo de un fenómeno repetitivo, tal como el ciclo de trabajo, la frecuencia (comúnmente medida en hercios - Hz) o el período. Un sensor puede estar basado en sistemas microelectromecánicos o MEMS (también conocidos como tecnología de sistemas eléctricos micromecánicos). El sensor **32** puede responder a condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, ruido, vibración, vapores, olores, condiciones tóxicas, polvo y ventilación.

El sensor **32** puede ser un sensor activo, que requiere una fuente externa de excitación. Por ejemplo, los sensores basados en resistencias, tales como termistores y galgas extensiométricas, son sensores activos, que requieren que una corriente pase a través de ellos para determinar el valor de la resistencia, correspondiente al fenómeno medido. De igual manera, los sensores basados en un circuito puente son sensores activos que dependen de un circuito eléctrico externo para su funcionamiento. Un sensor puede ser un sensor pasivo, que genera una salida eléctrica sin requerir ningún circuito externo o ninguna tensión o corriente externa. Los termopares y los fotodiodos son ejemplos de sensores pasivos.

El sensor **32** puede medir la cantidad de una propiedad o de una magnitud física, o la intensidad relativa a un fenómeno físico, cuerpo o sustancia. Como alternativa o adicionalmente, se puede usar un sensor para medir la derivada del tiempo del mismo, tal como la velocidad de cambio de la cantidad, la magnitud o el tamaño. En el caso de la magnitud o tamaño relacionado con el espacio, un sensor puede medir la densidad lineal, relativa a la cantidad de la propiedad por longitud, un sensor puede medir la densidad superficial, relativa a la cantidad de la propiedad por área, o un sensor puede medir la densidad del volumen, en relación con la cantidad de propiedad por volumen. Como alternativa o adicionalmente, un sensor puede medir la cantidad de propiedad por unidad de masa o por mol de sustancia. En el caso de un campo escalar, el sensor **32** puede medir aún más el gradiente de la magnitud, relativo a la velocidad de cambio de la propiedad con respecto a la posición. Como alternativa o adicionalmente, el sensor **32** puede medir el flujo de una propiedad a través de una sección transversal o límite superficial. Como alternativa o adicionalmente, el sensor **32** puede medir la densidad de flujo, relativa al flujo de propiedad a través de una sección transversal por unidad de sección transversal, o a través de un límite de superficie por unidad de área superficial. Como alternativa o adicionalmente, el sensor **32** puede medir la corriente, relacionada con el caudal de propiedad a través de una sección transversal o un límite de superficie, o la densidad de corriente, relacionada con el caudal de propiedad por unidad a través de una sección transversal o un límite de superficie. El sensor **32** puede incluir o consistir en un transductor, definido en el presente documento como un dispositivo para convertir la energía de una forma a otra con el fin de medir una magnitud física o para transferir información. Además, se puede usar un solo sensor para medir dos o más fenómenos. Por ejemplo, se pueden medir dos características del mismo elemento, correspondiendo cada característica a un fenómeno diferente.

La salida de un sensor puede tener múltiples estados, donde el estado del sensor depende del parámetro medido del fenómeno detectado. El sensor **32** puede basarse en una salida de dos estados (como "0" o "1", o "verdadero" y "falso"), tal como un interruptor eléctrico que tenga dos contactos, donde los contactos pueden estar en uno de dos estados: "cerrado", lo que significa que los contactos se tocan y la electricidad puede fluir entre ellos, o "abierto", lo que significa que los contactos están separados y el interruptor no es conductor. El sensor **32** puede ser un interruptor de umbral, donde el interruptor cambia de estado al detectar que la magnitud del parámetro medida de un fenómeno supera un cierto umbral. Por ejemplo, en sensor **32** puede ser un termostato, que es un interruptor que funciona en función de la temperatura que se usa para controlar un proceso de calentamiento. Otro ejemplo es un interruptor que funciona a través de la voz (también conocido como VOX), que es un interruptor que funciona cuando se detecta sonido por encima de cierto umbral. Suele utilizarse para encender un transmisor o grabadora cuando alguien habla y apagarlo cuando deja de hablar. Otro ejemplo es un interruptor de mercurio (también conocido como interruptor de inclinación de mercurio), que es un interruptor cuyo fin es permitir o interrumpir el flujo de corriente eléctrica en un circuito eléctrico de una manera que depende de la posición física o alineación del interruptor en relación con la dirección del "tirón" de la gravedad terrestre u otra inercia. El umbral de un interruptor basado en umbral puede ser fijo o configurable. Además, se puede utilizar un accionador para establecer el nivel de umbral local o remotamente.

El sensor **32** puede ser un sensor analógico que pueda emitir señales analógicas tal como tensión o corriente analógica, o puede tener una impedancia que varíe de manera continua. Como alternativa o adicionalmente, el sensor **32** puede emitir señales digitales. Un sensor puede servir como detector, notificando solo la presencia de un fenómeno, tal como por medio de un interruptor, y puede usar un nivel de umbral fijo o configurable. El sensor **32** puede medir parámetros dependientes del tiempo o del espacio de un fenómeno. El sensor **32** puede medir dependencias del tiempo o un fenómeno tal como la velocidad de cambio, integrado en el tiempo o promedio en el tiempo, ciclo de trabajo, frecuencia o tiempo entre acontecimientos. El sensor **32** puede ser un sensor pasivo o un sensor activo que requiera una fuente externa de excitación. El sensor **32** puede estar basado en semiconductores y puede estar basado en tecnología MEMS.

En algunos casos, el funcionamiento del sensor **32** se basa en generar un estímulo o una excitación para generar influencia o crear un fenómeno. El mecanismo de generación o estimulación, en su totalidad o en parte, puede estar en este caso integrado en el sensor **32**, o puede considerarse accionadores independientes y, por lo tanto, puede ser controlado por el controlador. Además, el sensor **32** y un accionador, independiente o integrado, puede estar funcionando cooperativamente como un conjunto, para mejorar la funcionalidad de detección o accionamiento. Por ejemplo, una fuente de luz, tratada como un accionador independiente, se puede utilizar para iluminar un lugar, a fin de permitir que un sensor de imagen capture fiel y adecuadamente una imagen de esa ubicación. En otro ejemplo, donde se usa un puente para medir la impedancia, la tensión de excitación del puente puede ser suministrada desde una fuente de alimentación tratada y que se acciona como un accionador.

El sensor **32** puede responder a un proceso químico o puede participar en la manipulación de fluidos, tal como la medición del flujo o la velocidad. El sensor **32** puede responder a la ubicación o al movimiento, tal como un instrumento de navegación, o usarse para detectar o medir la posición, ángulo, desplazamiento, distancia, velocidad o aceleración. El sensor **32** puede responder a fenómenos mecánicos tales como la presión, fuerza, densidad o nivel. El sensor relacionado con el medio ambiente puede responder a la humedad, la presión del aire y la temperatura del aire. De igual manera, se puede utilizar cualquier sensor utilizado para detectar o medir un atributo medible y convertirlo en una señal eléctrica. Además, el sensor **32** puede ser un detector de metales, que detecte objetos metálicos detectando su conductividad.

En un ejemplo, el sensor **32** se usa para medir, sentir o detectar la temperatura de un objeto, que puede ser sólido, líquido o gaseoso (tal como la temperatura del aire), en una ubicación. Tal sensor **32** puede basarse en un termistor, que es un tipo dispositivo de resistencia cuya resistencia varía significativamente con la temperatura, y comúnmente es de material cerámico o polimérico. Un termistor puede ser del tipo PTC (coeficiente de temperatura positivo), donde la resistencia aumenta con el aumento de la temperatura, o puede ser del tipo NTC (coeficiente de temperatura negativo), donde la resistencia disminuye al aumentar la temperatura. Como alternativa (o adicionalmente), un sensor termoeléctrico puede basarse en un termopar, que consiste en dos conductores diferentes (generalmente aleaciones metálicas), que producen una tensión proporcional a una diferencia de temperatura. Para mayor precisión y estabilidad, se puede utilizar un RTD (detector de temperatura de resistencia), que normalmente consiste en una longitud de alambre fino enrollado o envuelto y enrollado alrededor de un núcleo de cerámica o vidrio. El RTD es de un material puro cuya resistencia a varias temperaturas es conocida (R frente a T). Un material común utilizado puede ser platino, cobre o níquel. También se puede usar un termómetro de cuarzo para la medición de la temperatura de alta precisión y alta exactitud, basado en la frecuencia de un oscilador de cristal de cuarzo. La temperatura se puede medir por conducción, convección, radiación térmica o por la transferencia de energía por cambios de fase. La temperatura se puede medir en grados Celsius (°C) (también conocido como grados centígrados), Fahrenheit (°F) o Kelvin (°K). En un ejemplo, el sensor de temperatura (o su salida) se utiliza para medir un gradiente de temperatura, proporcionando en qué dirección y a qué velocidad la temperatura cambia más rápidamente alrededor de un lugar en particular. El gradiente de temperatura es una cantidad dimensional expresada en unidades de grados (en una escala de temperatura particular) por unidad de longitud, tal como la unidad del SI (sistema internacional de unidades) Kelvin por metro (K/m).

En algunas realizaciones, una medida de la respuesta afectiva de un usuario comprende y/o se basa en, una señal de comportamiento del usuario. Se obtiene una señal de comportamiento del usuario al monitorizar al usuario para detectar cosas tales como expresiones faciales del usuario, gestos realizados por el usuario, tono de voz y/u otros movimientos corporales del usuario (p. ej., inquietud, fasciculaciones o temblores). Las señales de comportamiento pueden medirse utilizando varios tipos de sensores. Algunos ejemplos no limitativos incluyen un dispositivo de captura de imágenes (p. ej., una cámara), un sensor de movimiento, un micrófono, un acelerómetro, un sensor magnético y/o un sensor de presión. En un ejemplo, una señal de comportamiento puede incluir características prosódicas del habla de un usuario, tales como altura tonal, volumen, tiempo, tono y/o acentuación (p. ej., acentuación de ciertas sílabas), lo cual puede ser indicativo del estado emocional del usuario. En otro ejemplo, una señal de comportamiento puede ser la frecuencia de movimiento corporal (p. ej., debido al desplazamiento y cambio de postura al sentarse, tumbarse o estar de pie). En este ejemplo, se puede usar un sensor integrado en un dispositivo como acelerómetros en un teléfono inteligente o reloj inteligente para tomar la medida de la señal de comportamiento.

En algunas realizaciones, se puede obtener una medida de la respuesta afectiva de un usuario capturando una o más imágenes del usuario con un dispositivo de captura de imágenes, tal como una cámara. Opcionalmente, la una o más imágenes del usuario se capturan con un dispositivo de captura de imágenes activo que transmite radiación electromagnética (tal como ondas de radio, ondas milimétricas u ondas casi visibles) y recibe reflejos de la radiación transmitida por el usuario. Opcionalmente, la una o más imágenes capturadas son en dos dimensiones y/o en tres dimensiones. Opcionalmente, la una o más imágenes capturadas comprenden uno o más de los siguientes: una sola imagen, secuencias de imágenes, un videoclip. En un ejemplo, las imágenes de un usuario capturadas por el dispositivo de captura de imágenes pueden utilizarse para determinar la expresión facial y/o la postura del usuario. En otro ejemplo, las imágenes de un usuario capturadas por el dispositivo de captura de imágenes representan un ojo del usuario. Opcionalmente, el análisis de las imágenes puede revelar la dirección de la mirada del usuario y/o el tamaño de las pupilas. Tales imágenes pueden usarse para aplicaciones de seguimiento ocular, como identificar a qué está prestando atención el usuario y/o para determinar las emociones del usuario (p. ej., qué intenciones probablemente tiene el usuario). Adicionalmente, los patrones de mirada, que puede incluir información indicativa de las direcciones de la mirada de un usuario, el tiempo que un usuario pasa mirando puntos fijos y/o la frecuencia con la que el usuario cambia los puntos de interés, pueden proporcionar información que puede utilizarse para determinar la respuesta emocional del usuario.

En algunas realizaciones, una medida de la respuesta afectiva de un usuario puede incluir una señal fisiológica derivada de una medida bioquímica del usuario. Por ejemplo, la medición bioquímica puede ser indicativa de la concentración de una o más sustancias químicas en el organismo del usuario (p. ej., electrolitos, metabolitos, esteroides, hormonas, neurotransmisores y/o productos de actividad enzimática). En un ejemplo, una medida de la respuesta afectiva puede describir el nivel de glucosa en el torrente circulatorio del usuario. En otro ejemplo, una medida de la respuesta afectiva puede describir la concentración de una o más hormonas relacionadas con el estrés, tales como la adrenalina y/o el cortisol. En otro ejemplo más, una medida de la respuesta afectiva puede describir la concentración de una o más sustancias que pueden servir como marcadores de inflamación, tales como la proteína C reactiva (PCR). En una realización, un sensor que proporciona una medición bioquímica puede ser un sensor externo (p. ej., un sensor que mide la glucosa a partir de una muestra de sangre extraída del usuario). En otra realización, un sensor que proporciona una medición bioquímica puede estar en contacto físico con el usuario (p. ej., lente de contacto en el ojo del usuario que mide los niveles de glucosa). En otra realización más, un sensor que proporciona una medición bioquímica puede ser un sensor que esté en el cuerpo del usuario (un sensor "*in vivo*"). Opcionalmente, el sensor se puede implantar en el cuerpo (p. ej., mediante una intervención quirúrgica), inyectarse en el torrente circulatorio y/o introducirse en el cuerpo a través del sistema respiratorio y/o digestivo.

Se pueden considerar los sensores utilizados para tomar medidas de la respuesta afectiva, en algunas realizaciones, como parte de una red de área corporal (BAN) también llamada red de sensores corporales (BSN). Tales redes permiten monitorizar las señales fisiológicas, acciones, estados de salud y/o patrones de movimiento del usuario. Se puede encontrar más información sobre las BAN en Chen *et al.*, "Body area networks: A survey" en *Mobile networks and applications* 16.2 (2011): 171-193.

Los ejemplos mencionados anteriormente que incluyen sensores y/o mediciones de respuestas afectivas representan una muestra ilustrativa de posibles señales fisiológicas y/o señales de comportamiento que pueden medirse. Las realizaciones descritas en esta divulgación pueden utilizar mediciones de tipos adicionales de señales fisiológicas y/o señales de comportamiento, y/o tipos de mediciones tomadas por sensores, que no se han enumerado explícitamente anteriormente. Adicionalmente, en algunos ejemplos dados anteriormente, algunos de los sensores y/o técnicas pueden presentarse en asociación con ciertos tipos de valores que pueden obtenerse utilizando esos sensores y/o técnicas. Esto no pretende ser una descripción limitativa de para qué se pueden usar esos sensores y/o técnicas. En particular, un sensor y/o una técnica mencionados anteriormente, que están asociados en los ejemplos anteriores con un cierto tipo de valor (p. ej., un cierto tipo de señal fisiológica y/o señal de comportamiento) se pueden usar, en algunas realizaciones, para obtener otro tipo de valor, no asociado explícitamente con el sensor y/o la técnica en los ejemplos dados anteriormente.

Un dispositivo de comunicación inalámbrica **31b** se describe en la disposición **40a** mostrada en la FIG. 4a, y comprende el transceptor inalámbrico **43**, que suele ser un módem inalámbrico, conectado a la antena **46**, controlado por el controlador **39**, y alimentado desde la fuente de alimentación **34**. La antena **46** se utiliza para transmitir y recibir señales de comunicación basadas en radiofrecuencia (RF) por aire. Los comandos recibidos por el aire son recibidos por la antena. **46**, procesados por el transceptor inalámbrico **43** y transmitidos al controlador **39**. De igual manera, los datos que se van a transmitir de forma inalámbrica se reciben en el transceptor inalámbrico **43** desde el controlador 39, y son transmitidos a través de la antena **46** por el transceptor inalámbrico **43**. Por ejemplo, los datos se pueden enviar de forma inalámbrica y los comandos se pueden recibir desde el teléfono inteligente **49** a través de la conexión inalámbrica (o enlace), como se muestra en una disposición **40a** de la Fig. 4a.

El teléfono inteligente **49** puede ser reemplazado por cualquier dispositivo que tenga funcionalidad inalámbrica, y dicho dispositivo puede consistir en, formar parte de, o incluir, un ordenador personal (PC), un ordenador de sobremesa, un *notebook*, un ordenador portátil, una tableta, un servidor informático, un ordenador de mano, un dispositivo de mano, un dispositivo de asistente digital personal (PDA) o un teléfono celular. Como alternativa o adicionalmente, tal dispositivo puede consistir en, formar parte de, o incluir, un dispositivo PDA de mano, un dispositivo a bordo, un dispositivo externo, un dispositivo híbrido, un dispositivo vehicular, un dispositivo no vehicular, un dispositivo móvil o un dispositivo portátil.

Cualquier función, discreta o continua, monótona o no monótona, puede aplicarse a la salida del sensor para su posterior manejo o procesamiento. La función puede ser una función elemental que se construya a partir de operaciones básicas (p. ej., suma, exponenciales y logaritmos), tal como una función algebraica que se pueda expresar como la solución de una ecuación polinomial con coeficientes enteros, polinomios que pueden ser suma, multiplicación y exponenciación, tales como función lineal (polinomio de primer grado, cuya representación gráfica es una línea recta), función cuadrática (polinomio de segundo grado, cuya representación gráfica es una parábola), función cúbica (polinomio de tercer grado), función cuártica (polinomio de cuarto grado), función quíntica (polinomio de quinto grado), función séxtica (polinomio de sexto grado) o funciones racionales (una razón de dos polinomios). De igual manera, la función puede estar basada en una raíz enésima, tal como una raíz cuadrada o una raíz cúbica. Como alternativa o adicionalmente, se puede usar una función no algebraica, tal como una función trascendental, que puede ser una función exponencial que eleve un número fijo a una potencia variable, funciones hiperbólicas que utilizan funciones trigonométricas, función logarítmica o función de potencia que eleva un número variable a una potencia fija. La función puede ser una función periódica tal como una función trigonométrica, que puede usar o incluir seno, coseno, tangente, cotangente, secante, cosecante, exsecante, excosecante, verseno, coverseno, vercoseno, covercoseno, haverseno, hacoverseno, havercoseno o hacovercoseno, normalmente usado en geometría.

Los dispositivos, sistemas y métodos descritos en el presente documento pueden estar integrados con, o pueden ser parte de, un teléfono inteligente o cualquier dispositivo que tenga funcionalidad inalámbrica, y dicho dispositivo puede consistir en, formar parte de, o incluir, un ordenador personal (PC), un ordenador de sobremesa, un ordenador móvil, un *notebook*, un ordenador portátil, una tableta, un servidor informático, un ordenador de mano, un dispositivo de mano, un dispositivo de asistente digital personal (PDA) o un teléfono celular. Como alternativa o adicionalmente, tal dispositivo puede consistir en, formar parte de, o incluir, un dispositivo PDA de mano, un dispositivo a bordo, un dispositivo externo, un dispositivo híbrido, un dispositivo vehicular, un dispositivo no vehicular, un dispositivo móvil o un dispositivo portátil. Cuando está integrado con un teléfono inteligente o cualquier otro dispositivo inalámbrico, cualquier parte de, o la totalidad de, cualquiera de los dispositivos o sistemas descritos en el presente documento, o cualquier parte o la totalidad de, cualquiera de los circuitos de funcionalidades descritos en el presente documento, pueden agregarse o integrarse con el teléfono inteligente u otro dispositivo inalámbrico, tal como compartir la misma carcasa, compartir el mismo suministro de energía o fuente de alimentación (tal como una batería), compartir la misma interfaz de usuario (tal como un botón, una pantalla o una pantalla táctil), o compartir el mismo procesador.

El parpadeo y la sonrisa son movimientos faciales de importancia crítica, y tradicionalmente han representado objetivos primarios para el restablecimiento funcional en pacientes que experimentan parálisis facial, siendo el cierre de los ojos generalmente considerado como la máxima prioridad funcional. La manipulación quirúrgica del complejo periocular proporciona beneficios; sin embargo, no restablece un movimiento dinámico sincrónico de alta calidad, y sigue siendo invasivo. En un ejemplo, se puede utilizar cualquiera de los métodos y dispositivos descritos en el presente documento para estimular artificialmente el parpadeo y la sonrisa, desde el trabajo conceptual rudimentario hasta los electrodos estimulantes permanentes, tal como para el tratamiento de pacientes con parálisis facial aguda administrando estimulación transcutánea del nervio facial para inducir el cierre de los ojos. Además, se puede mitigar o eliminar la incomodidad de usar dicho método al usar dicho sistema de restablecimiento del parpadeo externo. Por otro lado, la gran mayoría de las parálisis faciales son unilaterales y las expresiones faciales suelen ser simétricas, por lo que los movimientos del lado no paralizado pueden utilizarse para iniciar los movimientos correspondientes del lado paralizado. Se puede utilizar cualquiera de los dispositivos o métodos del presente documento descritos para detectar movimientos en el lado sano de la cara y activar la activación de los músculos contralaterales paralizados, para inducir expresiones faciales simétricas, reemplazando o complementando los procedimientos quirúrgicos de reanimación facial mediante tecnología de marcapasos facial.

El dolor es un sistema de advertencia y diagnóstico, y el método que tiene el cuerpo humano para notificar que algo marcha mal, sirviendo como una señal de advertencia de un traumatismo o mal funcionamiento en el cuerpo. El dolor normalmente se desplaza desde el área u órgano lesionado a lo largo de los pequeños nervios que conducen a la médula espinal, donde se desplaza por la médula espinal hasta el cerebro, donde luego se interpreta provocando el dolor. En un ejemplo, cualquiera de los métodos y dispositivos descritos en el presente documento se puede utilizar como método no invasivo, sin fármacos para controlar el dolor. Los cómodos impulsos eléctricos se transmiten al cuerpo humano a través de la piel y los nervios de forma no invasiva, para modificar la percepción del dolor. Si bien no cura el problema fisiológico que provoca el dolor, puede ayudar y ser eficaz, al menos en algunas personas, para reducir o eliminar el dolor, permitiendo el regreso a la actividad normal.

Si bien se ilustra en el presente documento para estimular el parpadeo u otras funcionalidades relacionadas con los ojos, cualquier aparato y método del presente documento puede usarse igualmente para pacientes que padezcan el síndrome de ojo seco (SOS). Un estudio que investiga la asociación entre el parpadeo parcial durante el parpadeo espontáneo medido por interferometría y los exámenes oculares para la evaluación de la enfermedad del ojo seco (EOS) se describe en un artículo titulado: "Evaluation of incomplete blinking as a measurement of dry eye disease" de Jie Y., Sella R., Feng J., Gomez M. L. y Afshari N. A., disponible de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31152804 [*Ocul Surf*. 29 de mayo de 2019. pii: S1542-0124(19)30104-1. doi:10.1016/j.jtos.2019.05.007], publicado en 2019 por Elsevier Inc. Este estudio retrospectivo incluyó 58 ojos de pacientes previamente diagnosticados con EOS. La evaluación de la superficie ocular incluyó la puntuación del índice de enfermedad de la superficie ocular (IESO), osmolaridad de la película lagrimal, tiempo de rotura lagrimal (TRL), clasificación de la tinción corneal con fluoresceína, Schirmer I, y parámetros de ojo seco medidos con el interferómetro LipiView™ (TearScience, Morrisville, NC, EE. UU.), incluyendo el espesor de la capa lipídica (ECL) de la película lagrimal, el prolapso de la glándula de Meibomio (pGM), número de parpadeos incompletos y completos por 20 s y la velocidad de parpadeo parcial (VPP). Se utilizaron ecuaciones de estimación generalizadas (EEG) para las pruebas de asociación entre cada variable de interés. La correlación de trabajo para cada modelo de EEG se seleccionó utilizando la cuasi-verosimilitud corregida bajo el criterio del modelo de independencia.

El número de parpadeos incompletos se asoció significativamente con el TRL (P = 0,006), el IESO (P = 0,000) y pGM (P = 0,000). La VPP se asoció significativamente con el IESO (P = 0,032) y pGM (P = 0,000). El número de parpadeos completos se asoció significativamente con el TRL (P = 0,032), pero no con otros parámetros de la superficie ocular. El pGM se asoció significativamente con el TRL (P = 0,002) y IESO (P = 0,001). El ECL se asoció significativamente con la osmolaridad de la película lagrimal (P = 0,007), y la osmolaridad de la película lagrimal se asoció significativamente con ECL (P = 0,000). El parpadeo incompleto se asocia con una disminución del TRL, un aumento del IESO y un aumento del pGM, posiblemente a través de su contribución a la obstrucción de las glándulas de Meibomio y la pérdida posterior de la homeostasis de la película lagrimal. Por lo tanto, puede considerarse una medida adicional para la evaluación de la EOS de leve a moderada.

Este estudio retrospectivo incluyó 58 ojos de pacientes previamente diagnosticados con EOS. La evaluación de la superficie ocular incluyó la puntuación del índice de enfermedad de la superficie ocular (IESO), osmolaridad de la película lagrimal, tiempo de rotura lagrimal (TRL), clasificación de la tinción corneal con fluoresceína, Schirmer I, y parámetros de ojo seco medidos con el interferómetro LipiView™ (TearScience, Morrisville, NC, EE. UU.), incluyendo el espesor de la capa lipídica (ECL) de la película lagrimal, el prolapso de la glándula de Meibomio (pGM), número de parpadeos incompletos y completos por 20 s y la velocidad de parpadeo parcial (VPP). Se utilizaron ecuaciones de estimación generalizadas (EEG) para las pruebas de asociación entre cada variable de interés. La correlación de trabajo para cada modelo de EEG se seleccionó utilizando la cuasi-verosimilitud corregida bajo el criterio del modelo de independencia.

El número de parpadeos incompletos se asoció significativamente con el TRL (P = 0,006), el IESO (P = 0,000) y pGM (P = 0,000). La VPP se asoció significativamente con el IESO (P = 0,032) y pGM (P = 0,000). El número de parpadeos

completos se asoció significativamente con el TRL (P = 0,032), pero no con otros parámetros de la superficie ocular. El pGM se asoció significativamente con el TRL (P = 0,002) y IESO (P = 0,001). El ECL se asoció significativamente con la osmolaridad de la película lagrimal (P = 0,007), y la osmolaridad de la película lagrimal se asoció significativamente con ECL (P = 0,000). Conclusiones: el parpadeo incompleto se asocia con una disminución del TRL, un aumento del IESO y un aumento del pGM, posiblemente a través de su contribución a la obstrucción de las glándulas de Meibomio y la pérdida posterior de la homeostasis de la película lagrimal. Puede, por lo tanto, considerarse una medida adicional para la evaluación de la EOS de leve a moderada.

Si bien se ilustra en el presente documento con fines estéticos y para el tratamiento del ojo seco, cualquier aparato y método descrito en el presente documento puede utilizarse igualmente con fines fisiográficos, donde la estimulación del parpadeo se puede utilizar para fortalecer los músculos faciales (u otros), por ejemplo, para alargar el tiempo de comunicación de los pacientes con ELA.

Además, si bien se ilustra en el presente documento para estimular el parpadeo u otras funcionalidades relacionadas con los ojos, cualquier aparato y método descrito en el presente documento puede usarse igualmente para estimular otros músculos del cuerpo humano, tales como otros músculos faciales. Por ejemplo, tal como mediante el uso de diferentes ubicaciones de los electrodos, cualquier aparato y método descrito en el presente documento puede usarse para inducir una sonrisa, tal como, por ejemplo, estimulando los músculos relacionados con la boca mediante la aplicación de corriente eléctrica a los respectivos nervios. La pérdida de la expresión facial y la desfiguración de la parálisis facial tienen serias implicaciones para el bienestar físico y psicológico del paciente. Existen numerosas etiologías de parálisis facial, pero una vez que la recuperación del nervio ha sido estática durante dos años, se requiere cirugía intervencionista para mejorar la situación. La parálisis facial se suele tratar como un problema estético, pero también puede tener problemas físicos y psicológicos reales. Estos incluyen dificultades de habla, baja autoestima, mala interacción social, incontinencia oral y problemas dentales; se pueden desarrollar caries debido a la falta de progresión de los alimentos a través de la cavidad oral, y al traumatismo repetido y la ulceración provocada por mordeduras en el interior de la mejilla paralizada. La mala comprensión de las modalidades de tratamiento disponibles y las diferentes opciones de tratamiento según el área en la que vivan los pacientes tienen un impacto en la atención que dichos pacientes puedan recibir. El restablecimiento de la sonrisa se describe en un artículo titulado: "Smile Restoration for Permanent Facial Paralysis", de Jonathan Leckenby y Adriaan Grobbelaar (ambos del Departamento de Cirugía Plástica, del Royal Free Hospital, Universidad de londres, Londres, RU), publicado en 2013 por la Sociedad Coreana de Cirujanos Plásticos y Reconstructivos, [pISSN: 2234-6163 • eISSN: 2234-6171, http://dx.doi.org/10.5999/aps.2013.40.5.633, *Arch Plast Surg* 2013;40:633-638], que se incorpora en su totalidad para todos los fines como si se expusiera completamente en el presente documento.

Si bien se ilustra en el presente documento para estimular el parpadeo u otras funcionalidades relacionadas con los ojos para resolver la parálisis del nervio facial aguda temporal o permanente, tal como la parálisis de Bell, cualquier aparato y método descrito en el presente documento puede usarse igualmente para pacientes en los que la estimulación del parpadeo puede ser beneficiosa, tal como para la deficiencia de parpadeo u ojo seco producida como consecuencia de la enfermedad de Parkinson (EP), ELA (Esclerosis Lateral Amiotrófica), apoplejía, enfermedad de Lyme, síndrome de Ramsay Hunt de tipo 2, también conocido como herpes zóster ótico, síndrome de Möbius, síndrome de Melkersson-Rosenthal, síndrome de Guillain-Barré (SGB), sarcoidosis o síndrome de Sjögren (SSj, SS), como se explica a continuación.

a. Enfermedad de Parkinson (EP). La enfermedad de Parkinson (EP) pertenece a un grupo de afecciones denominadas trastornos del sistema motor, que se producen como consecuencia de la pérdida de células cerebrales productoras de dopamina. Los cuatro síntomas principales de la EP son temblor, o temblor en las manos, brazos, piernas, mandíbula y cara; rigidez de las extremidades y el tronco; bradicinesia o lentitud de movimiento; e inestabilidad postural, o problemas de equilibrio y coordinación. A medida que estos síntomas se vuelven más pronunciados, los pacientes pueden tener dificultad para caminar, hablar o completar otras tareas sencillas. La EP generalmente afecta a personas mayores de 60 años. Los primeros síntomas de la EP son sutiles y ocurren gradualmente. En algunas personas la enfermedad progresa más rápidamente que en otras. A medida que avanza la enfermedad, la agitación o temblor, que afecta a la mayoría de las personas con EP puede comenzar a interferir con las actividades diarias. Otros síntomas pueden incluir depresión y otros cambios emocionales; dificultad para tragar, masticar y hablar; problemas urinarios o estreñimiento; problemas cutáneos; y alteraciones del sueño. Actualmente no hay análisis de sangre o de laboratorio que hayan demostrado ayudar en el diagnóstico de la EP esporádica. Por lo tanto, el diagnóstico se basa en los antecedentes médicos y en un examen neurológico. La enfermedad puede ser difícil de diagnosticar con precisión. En ocasiones, los médicos pueden solicitar exploraciones cerebrales o pruebas de laboratorio para descartar otras enfermedades.

La hipomimia es un síntoma común e inicial de la enfermedad de Parkinson (EP), lo que reduce la capacidad de los pacientes con EP para manifestar emociones, y es evaluado visualmente por el neurólogo durante los exámenes neurológicos para el diagnóstico de la EP como se describe en la tarea 3.2 de la Sociedad de Trastornos del Movimiento - Escala Unificada de Calificación de la Enfermedad de Parkinson (MDS-UPDRS). Un artículo titulado: "*Objective assessment of blinking and facial expressions in Parkinson's disease using vertical electrooculogram and facial surface electromyography*" de Carlo Maremmani, Roberto Monastero, Giovanni Orlandi, Stefano Salvadori, Aldo Pieroni, Roberta Baschi, Alessandro Pecori, Cristina Dolciotti, Giulia Berchina, Erika Rovini, Flavia Cuddemi y Filippo Cavallo [Manuscrito aceptado en línea el 24 de abril de 2019 en

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/31018181/?i=5&from=eye%2 0blink%20and%20disea se] tiene por objetivo medir parámetros relacionados con el parpadeo y las expresiones faciales extraídos del electrooculograma vertical (EOGV) y la electromiografía de superficie facial (EMGsf) para diferenciar a los pacientes con EP de los sujetos de control sanos (CS), ya que dicha evaluación es semicuantitativa y está afectada por la intervariabilidad. Se midieron la velocidad de parpadeo espontáneo/minuto (VPOe), su amplitud máxima (BMP) y la actividad de los músculos cutáneos faciales se midieron en 24 pacientes con EP y 24 pacientes de CS mientras los sujetos miraban un probador visual compuesto por tres partes principales: visión estática, visión dinámica y lectura en silencio. Se calcularon la especificidad y la sensibilidad para cada parámetro. El EOGV y el EMGsf permitieron identificar algunos parámetros relacionados con el parpadeo y las expresiones faciales (es decir, la VPOe, la BMP, actividades musculares frontales y peribucales) capaces de distinguir entre pacientes con EP y de CS con alta sensibilidad y especificidad. Significación: la demostración de que la combinación de parámetros relacionados con el parpadeo y las expresiones faciales puede discriminar con alta precisión a los pacientes con DP frente a los CS, resultando así en una herramienta útil para ayudar al neurólogo en la evaluación objetiva de la hipomimia para mejorar el diagnóstico de la EP.

Un estudio que aporta pruebas preliminares sobre la utilidad de la monitorización de la VPO continua para la evaluación no invasiva del estado motor en pacientes con EP, se describe en un artículo titulado: "Using Spontaneous Eye-blink Rates to Predict the Motor Status of Patients with Parkinson's Disease" de Hirotaka Iwaki, Hiroyuki Sogo, Haruhiko Morita, Noriko Nishikawa, Rina Ando, Noriyuki Miyaue, Satoshi Tada, Hayato Yabe, Masahiro Nagai y Masahiro Nomoto, publicado en 2019 en *Internal Medicine* [doi: 10.2169/internalmedicine.1960-18 Intern Med 58: 1417-1421,2019], La evaluación de las fluctuaciones motoras diarias es una parte importante del tratamiento de la enfermedad de los pacientes con enfermedad de Parkinson (EP). Sin embargo, no siempre es factible el registro frecuente de evaluaciones subjetivas y/u objetivas, y se han buscado métodos de monitorización más fáciles. Estudios anteriores han informado que la velocidad de parpadeo espontáneo (VPO) se correlaciona con los niveles de dopamina en el cerebro. Por tanto, la monitorización continua de la VPO puede ser útil para predecir el estado motor en pacientes con EP. Métodos: se registraron electrooculogramas (EOG) durante un máximo de 7,5 horas de tres pacientes con EP usando un dispositivo portátil que se asemejaba a unas gafas comunes. Se realizó un análisis de las características operativas del receptor (COR) para comparar la capacidad de las estimaciones de la VPO en cada punto de tiempo (índice de parpadeo) y los niveles de levodopa en plasma para predecir el estado motor. Resultados: el índice de parpadeo se correlacionó con los niveles de levodopa en plasma. Cuando se incluyó en el modelo un indicador para la primera hora del período de observación, el índice de parpadeo detectó la esfumación de la respuesta y la discinesia con tanta precisión como el nivel de levodopa en plasma.

El ojo seco es un problema importante en la enfermedad de Parkinson (EP), pudiendo afectar a la calidad de vida. La osmolaridad lagrimal, que se acepta como criterio de referencia para el diagnóstico de ojo seco, no se ha estudiado en este subgrupo de pacientes hasta la fecha. Un estudio que evalúa la osmolaridad lagrimal, las puntuaciones de la prueba de Schirmer y el tiempo de rotura de la película lagrimal (TRL) en pacientes con EP se describe en un artículo titulado: "Tear Osmolarity, Break-up Time and Schirmer's Scores in Parkinson's Disease" de Turk J. *Ophthalmol*, publicado en línea el 5 de agosto de 2015 [doi: 10.4274/tjo.46547, agosto de 2015; 45(4): 142-145 PMC - Biblioteca Nacional de Medicina de EE. UU. Institutos Nacionales de Salud]. Los resultados muestran que las puntuaciones de VP y Schirmer disminuyeron significativamente en los pacientes con EP. Aunque no es significativo, el incremento de osmolaridad lagrimal demostrado podría ser importante para documentar el ojo seco y el proceso inflamatorio de la superficie ocular en pacientes con EP. Materiales y métodos: se incluyeron en el estudio pacientes con EP con un seguimiento mínimo de 1 año y controles sanos que ingresaron por anomalías refractivas. No se incluyeron los sujetos que usaban cualquier medicamento sistémico que pudiera afectar las pruebas lagrimales. La presencia de cualquier trastorno de la superficie ocular, cirugía ocular previa, diagnóstico previo de ojo seco, cualquier medicación oftálmica tópica o uso de lentes de contacto fueron otros criterios de exclusión. La edad, el género, la duración de la enfermedad y la puntuación de Hoehn y Yahr (H e Y) para la gravedad de la enfermedad, así como la velocidad de parpadeo (VP), la puntuación de la prueba de Schirmer, el TRL y la osmolaridad lagrimal del ojo derecho se midieron en ambos grupos. Resultados: se incluyeron treinta y siete pacientes con EP y 37 controles en el estudio. Los grupos fueron emparejados por edad y género. La duración media de la enfermedad y la puntuación de H e Y fueron de 5,70 ± 2,64 años y 1,70 ± 0,93, respectivamente. La estadificación de H e Y y la duración de la enfermedad no se correlacionaron con la VP, las puntuaciones de Schirmer, el TRL ni la osmolaridad lagrimal (p > 0,05). La VP media fue de 8,54 ± 4,99 parpadeos/minuto en pacientes con EP y de 11,97 ± 6,36 parpadeos/minuto en el grupo de control. Los valores de las puntuaciones medias de Schirmer, el TRL y la osmolaridad fueron de 9,08 ± 4,46 mm, 11,38 ± 4,05 segundos y 306,43 ± 12,63 mOsm/l en el grupo de EP y de 17,16 ± 9,57 mm, 12,81 ± 3,66d segundos y 303,81 ± 16,13 mOsm/l en el grupo de control. Las diferencias fueron significativas solo en las puntuaciones de VP y Schirmer.

b. ELA. La esclerosis lateral amiotrófica (ELA), también conocida como enfermedad de la motoneurona (EMN) o enfermedad de Lou Gehrig, es una enfermedad específica que provoca la muerte de las neuronas que controlan los músculos voluntarios. Algunos también emplean la expresión de enfermedad de la motoneurona para un grupo de afecciones de las cuales la ELA es la más común. La ELA se caracteriza por la rigidez muscular, fasciculaciones y empeoramiento gradual de la debilidad debido a la disminución del tamaño de los músculos. Puede comenzar con debilidad en los brazos o piernas, o con dificultad para hablar o tragar. Aproximadamente la mitad de las personas afectadas desarrollan al menos dificultades leves con el pensamiento y el comportamiento y la mayoría de las personas tienen dolor. La mayoría finalmente pierde la capacidad de caminar, usar sus manos, hablar, tragar y respirar. La causa es desconocida en el 90 % al 95 % de los casos, pero se cree que participan tanto factores genéticos como ambientales. El 5-10 % restante de los casos son hereditarios. Aproximadamente la mitad de estos casos genéticos

se debe a uno de dos genes específicos. El mecanismo subyacente implica daño en las neuronas motoras superiores e inferiores. El diagnóstico se basa en los signos y síntomas de una persona, realizándose pruebas para descartar otras posibles causas.

No se conoce cura para la ELA. El objetivo del tratamiento es mejorar los síntomas. Un medicamento llamado Riluzol puede prolongar la vida entre dos y tres meses. La ventilación no invasiva puede mejorar tanto la calidad como la duración de la vida. La ventilación mecánica puede prolongar la supervivencia, pero no detiene la progresión de la enfermedad. Una sonda de alimentación puede ayudar. La enfermedad puede afectar a personas de cualquier edad, pero generalmente comienza alrededor de los 60 años y en casos hereditarios alrededor de los 50 años. La supervivencia media desde el inicio hasta la muerte es de dos a cuatro años, aunque esto puede variar. Alrededor del 10 % sobrevive más de 10 años. La mayoría muere por insuficiencia respiratoria. En Europa, la enfermedad afecta de dos a tres personas por cada 100.000 al año. Las tasas en gran parte del mundo no están claras. En los Estados Unidos, es más común en personas blancas que en personas negras. Los pacientes con ELA pueden comunicarse a través de un ordenador de comunicación especializado que se basa en el enfoque ocular, parpadeo y otras funciones de seguimiento ocular.

Están comenzando a aparecer aplicaciones que utilizan la cámara True Depth de Apple para proporcionar control de la mirada en el último iPhone o iPad Pro. En realidad, hay dos cámaras; la cámara selfie habitual y una cámara infrarroja que mapea el rostro. La mirada fija para los dispositivos Apple ha sido una característica de accesibilidad deseada durante mucho tiempo. Las barras de mirada que se conectan a un ordenador generalmente cuestan alrededor de 2000 dólares, por lo que el acceso a la mirada y el seguimiento facial en el iPad es un gran problema. La noticia de esta nueva tecnología salió a la luz en la WWDC de Apple en junio de 2018. ARKit 2.0 de Apple introdujo una función de seguimiento ocular. La gente rápidamente se dio cuenta de que esta herramienta no solo tenía fines publicitarios, sino que realmente podría beneficiar a las personas con discapacidad, tal como la ELA. Pasaron algunos meses hasta que aparecieron las primeras aplicaciones.

Un aparato, sistema y método para un accesorio para llevar en la cabeza de bajo coste para la estimación del punto de mirada en 3D se describen en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2015/0070470 de McMURROUGH titulada: "*Apparatus, System, and Method for Mobile, Low-Cost Headset for 3D Point of Gaze Estimation*". Un aparato de punto de mirada puede incluir una cámara de seguimiento ocular configurada para seguir los movimientos del ojo de un usuario y una cámara de escena configurada para crear una imagen tridimensional y una imagen bidimensional en la dirección de la mirada del usuario. El aparato de punto de mirada puede incluir un módulo de procesamiento de imágenes configurado para identificar un punto de mirada del usuario e identificar un objeto ubicado en el punto de mirada del usuario usando información de la cámara de seguimiento ocular y la cámara de escena.

Un biosensor, comunicador y/o aparato controlador, sistemas y métodos para monitorizar el movimiento del ojo de una persona se proporcionan en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2011/0077548 de Torch titulada: "*Biosensors, communicators*, *and controllers monitoring eye movement and methods for using them*". El aparato incluye un dispositivo configurado para ser usado en la cabeza de un usuario, una fuente de luz para dirigir la luz hacia uno o ambos ojos del usuario, una o más guías de imágenes en el dispositivo para ver uno o ambos ojos del usuario, y una o más cámaras transportadas en el dispositivo y acopladas a las guías de imágenes para adquirir imágenes de los ojos y/o del entorno del usuario. El aparato puede incluir un cable y/o un transmisor para transmitir datos de imagen desde la cámara a una ubicación remota, p. ej., al procesador y/o a la pantalla para analizar y/o mostrar los datos de la imagen. Se puede usar un sistema que incluya el aparato para monitorizar uno o más parámetros oculométricos, p. ej., respuesta pupilar y/o para controlar un ordenador por medio de los ojos del usuario en lugar de un ratón.

c. Apoplejía. Una apoplejía es una afección médica en la que el riego sanguíneo deficiente al cerebro provoca la muerte celular. Hay dos tipos principales de apoplejía: isquémica, debida a la falta de riego sanguíneo, y hemorrágica, debida a una hemorragia. Ambas hacen que partes del cerebro no funcionen correctamente. Los signos y síntomas de una apoplejía pueden incluir incapacidad para moverse o sentir un lado del cuerpo, problemas para entender o hablar, mareos o pérdida de la visión de un lado. Los signos y síntomas suelen aparecer poco después de que se haya producido la apoplejía. Si los síntomas duran menos de una o dos horas, se conoce como ataque isquémico transitorio (AIT) o miniapoplejía. Una apoplejía hemorrágica también puede estar asociada con un dolor de cabeza intenso. Los síntomas de una apoplejía pueden ser permanentes. Las complicaciones a largo plazo pueden incluir neumonía o pérdida del control de la vejiga.

El principal factor de riesgo de apoplejía es la presión arterial alta. Otros factores de riesgo incluyen el tabaquismo, obesidad, colesterol alto en la sangre, diabetes mellitus, un AIT previo y fibrilación auricular. Las apoplejías isquémicas generalmente están provocadas por el bloqueo de un vaso sanguíneo, aunque también hay causas menos comunes. Las apoplejías hemorrágicas están provocadas por una hemorragia directamente en el cerebro o en el espacio entre las membranas del cerebro. La hemorragia puede ocurrir debido a la rotura de un aneurisma cerebral. El diagnóstico generalmente se basa en un examen físico y está respaldado por imágenes médicas, como un TAC o una resonancia magnética. Una TAC puede descartar la hemorragia, pero no necesariamente descarta la isquemia, que al principio normalmente no aparece en una TAC. Se realizan otras pruebas como un electrocardiograma (ECG) y análisis de sangre para determinar los factores de riesgo y descartar otras posibles causas. Una baja glucemia puede provocar síntomas similares. La prevención incluye la disminución de los factores de riesgo, así como posiblemente la aspirina, las estatinas, la cirugía para abrir las arterias del cerebro en las personas con estrechamiento problemático y warfarina

en aquellos con fibrilación auricular. Una apoplejía o AIT a menudo requiere atención de urgencia. Una apoplejía isquémica, si se detecta en las tres a cuatro horas y media siguientes a que se produzca, puede tratarse con un medicamento que puede descomponer el coágulo. Se debe usar aspirina. Algunas apoplejías hemorrágicas se pueden operar. El tratamiento para tratar de recuperar la función perdida se llama rehabilitación de apoplejía y lo ideal es que se lleve a cabo en una unidad especializada para las apoplejías; sin embargo, estas no están disponibles en gran parte del mundo.

En 2013, aproximadamente 6,9 millones de personas sufrieron una apoplejía isquémica y 3,4 millones de personas sufrieron una apoplejía hemorrágica. En 2015, había alrededor de 42,4 millones de personas que habían tenido una apoplejía anteriormente y aún estaban vivas. Entre 1990 y 2010, la cantidad de apoplejías que se produjeron cada año disminuyó aproximadamente un 10 % en el mundo desarrollado y aumentó un 10 % en el mundo en desarrollo. En 2015, la apoplejía fue la segunda causa más frecuente de muerte después de las arteriopatías coronarias, responsables de 6,3 millones de muertes (11 % del total). Aproximadamente 3,0 millones de muertes se debieron a apoplejías isquémicas, mientras que 3,3 millones de muertes se debieron a apoplejías hemorrágicas. Aproximadamente la mitad de las personas que han tenido una apoplejía viven menos de un año. A nivel global, dos tercios de las apoplejías ocurrieron en mayores de 65 años. Se pueden encontrar otras estadísticas de apoplejías en http://www.strokecenter.org/patients/about-stroke/stroke-statistics/. Las condiciones posteriores a la apoplejía se describen en https://www.stroke.org/we-can-help/survivors/stroke-recovery/post-stroke-conditions/physical/.

d. Enfermedad de Lyme. La enfermedad de Lyme, también conocida como borreliosis de Lyme, es una enfermedad infecciosa causada por una bacteria llamada *Borrelia* propagada por las garrapatas. El signo más común de infección es un área enrojecida que se expande en la piel, conocida como eritema migratorio, que aparece en la zona de la picadura de la garrapata aproximadamente una semana después de que se haya producido. La erupción generalmente no produce prurito ni dolor. Aproximadamente el 70-80 % de las personas infectadas desarrollan una erupción. Otros síntomas iniciales pueden incluir fiebre, dolor de cabeza y cansancio. Si no se trata, los síntomas pueden incluir pérdida de la capacidad de movimiento de uno o ambos lados de la cara, dolores articulares, dolores de cabeza graves con rigidez en el cuello o palpitaciones cardíacas, entre otros. Meses o años después, pueden ocurrir episodios repetidos de dolor e inflamación en las articulaciones. Ocasionalmente, las personas desarrollan dolores punzantes u hormigueo en los brazos y las piernas. A pesar de recibir un tratamiento adecuado, aproximadamente del 10 al 20 % de las personas desarrollan dolores articulares, problemas de memoria y cansancio durante al menos seis meses.

La enfermedad de Lyme se transmite a los seres humanos por la picadura de garrapatas infectadas del género *Ixodes*. En los Estados Unidos, las garrapatas de interés suelen ser del tipo *Ixodes scapularis* y deben permanecer adheridas durante al menos 36 horas antes de que la bacteria pueda propagarse. En Europa, las garrapatas del tipo *Ixodes ricinus* pueden propagar la bacteria más rápidamente. En Norteamérica, las causantes seon *Borrelia burgdorferi* y *Borrelia mayonii*. En Europa y Asia, las bacterias *Borrelia afzelii* y *Borrelia garinii* también son causantes de la enfermedad. La enfermedad no parece ser transmisible entre personas, por otros animales o a través de los alimentos. El diagnóstico se basa en una combinación de síntomas, antecedentes de exposición a garrapatas y posiblemente análisis de anticuerpos específicos en la sangre. Los análisis de sangre suelen ser negativos en las primeras etapas de la enfermedad. La prueba de garrapatas individuales no suele ser útil.

La prevención incluye esfuerzos para prevenir las picaduras de garrapatas, como usar ropa que cubra los brazos y las piernas y usar repelentes de insectos a base de DEET. También puede ser eficaz el uso de plaguicidas para reducir el número de garrapatas. Las garrapatas se pueden quitar con pinzas. Si al extraer la garrapata, esta está llena de sangre, se puede usar una dosis única de doxiciclina para prevenir el desarrollo de infecciones, pero generalmente no se recomienda ya que el desarrollo de infección es raro. Si se desarrolla una infección, varios antibióticos son eficaces, incluyendo la doxiciclina, amoxicilina y cefuroxima. El tratamiento convencional suele durar dos o tres semanas. Algunas personas desarrollan fiebre y dolores musculares y articulares debido al tratamiento que puede durar uno o dos días. En aquellos que desarrollan síntomas persistentes, no se ha encontrado que el tratamiento con antibióticos a largo plazo sea útil.

La enfermedad de Lyme es la enfermedad más común transmitida por garrapatas en el hemisferio norte. Se estima que afecta a 300.000 personas al año en los Estados Unidos y a 65.000 personas al año en Europa. Las infecciones son más comunes en la primavera y principios del verano. La enfermedad de Lyme fue diagnosticada como una afección independiente por primera vez en 1975 en Old Lyme, Connecticut. Originalmente se confundió con la artritis reumatoide juvenil. La bacteria implicada fue descrita por primera vez en 1981 por Willy Burgdorfer. Los síntomas crónicos posteriores al tratamiento están bien descritos y se conocen como síndrome de la enfermedad de Lyme posterior al tratamiento (SELPT). El SELPT es diferente de la enfermedad de Lyme crónica; un término que ya no cuenta con el respaldo de la comunidad científica y que los diferentes grupos utilizan de diferentes maneras. Algunos proveedores de atención médica afirman que el SELPT es causado por una infección persistente, pero no se cree que esto sea cierto debido a la incapacidad de detectar organismos infecciosos después del tratamiento convencional. En los Estados Unidos, se comercializó una vacuna para la enfermedad de Lyme entre 1998 y 2002, pero fue retirado del mercado debido a las bajas ventas. Se están realizando investigaciones para desarrollar nuevas vacunas.

e. Síndrome de Ramsay Hunt de tipo 2. El síndrome de Ramsay Hunt de tipo 2, también conocido como herpes zóster ótico, es un trastorno que está provocado por la reactivación del virus *Varicella zoster* en el ganglio geniculado, un haz de células nerviosas del nervio facial. El síndrome de Ramsay Hunt de tipo 2 generalmente se presenta con incapacidad para mover muchos músculos faciales, dolor en el oído, pérdida del gusto en la parte delantera de la

lengua, ojos y boca secos, y una erupción vesicular. Los síntomas y signos incluyen parálisis aguda del nervio facial, dolor en el oído, pérdida del gusto en los dos tercios frontales de la lengua, boca y ojos secos, y una erupción vesicular eritematosa en el canal auditivo, la lengua y/o la bóveda del paladar. Dado que el nervio vestibulococlear está cerca del ganglio geniculado, también puede verse afectado, y los pacientes también pueden sufrir acúfenos, pérdida de audición y vértigo. La participación del nervio trigémino puede provocar entumecimiento facial. El síndrome de Ramsay Hunt de tipo 2 se refiere al zóster del ganglio geniculado. Tras la infección inicial, el virus *Varicella zoster* permanece latente en las células nerviosas del organismo, donde se mantiene bajo control por el sistema inmunitario. Dada la oportunidad, por ejemplo, durante una enfermedad que inhibe el sistema inmunitario, el virus se desplaza hasta el final de la célula nerviosa, donde provoca los síntomas descritos anteriormente.

El ganglio afectado es responsable de los movimientos de los músculos faciales, la sensación táctil de una parte del oído y el canal auditivo, la función gustativa de los dos tercios frontales de la lengua, y la hidratación de los ojos y la boca. El síndrome se refiere específicamente a la combinación de esta entidad con debilidad de los músculos activados por el nervio facial. En aislamiento, esta última se denomina parálisis de Bell. Sin embargo, como con el zóster, la ausencia de lesiones no excluye definitivamente la existencia de una infección por herpes. Incluso antes de la erupción de vesículas, se puede detectar el virus *Varicella zoster* en la piel de la oreja. El zóster se previene mediante la inmunización contra el virus causante, *Varicella zoster*, por ejemplo, a través de Zostavax, una versión más fuerte de la vacuna contra la varicela.

f. Síndrome de Möbius. El síndrome de Möbius es una afección neurológica rara que afecta principalmente a los músculos que controlan la expresión facial y el movimiento ocular. Los signos y síntomas de esta afección están presentes desde el nacimiento. La debilidad o parálisis de los músculos faciales es una de las características más comunes del síndrome de Möbius. Las personas afectadas carecen de expresiones faciales; no pueden sonreir, fruncir el ceño o levantar las cejas. La debilidad muscular también causa problemas con la alimentación que se manifiestan en las primeras etapas de la infancia. Muchas personas con síndrome de Möbius nacen con un mentón pequeño (micrognatia) y una boca pequeña (microstomía) con una lengua corta o de forma inusual. El cielo de la boca puede tener una abertura anormal (paladar hendido) o estar alto y arqueado. Estas anomalías contribuyen a los problemas del habla, que ocurren en muchos niños con síndrome de Möbius. Las anomalías dentales, incluyendo ausencia de alguna pieza dental y el desalineamiento de los dientes, también son comunes. El síndrome de Möbius también afecta los músculos que controlan el movimiento de los ojos hacia adelante y hacia atrás. Las personas afectadas deben mover la cabeza de lado a lado para leer o seguir el movimiento de los objetos. Las personas con este trastorno tienen dificultad para hacer contacto visual y es posible que sus ojos no miren en la misma dirección (estrabismo). Adicionalmente, los párpados pueden no cerrarse completamente al parpadear o dormir, lo que puede producir ojos secos o irritados.

Otras características del síndrome de Möbius pueden incluir anomalías óseas en las manos y los pies, tono muscular débil (hipotonía) y pérdida de la audición. Los niños afectados suelen sufrir un retraso en el desarrollo de las habilidades motoras (como gatear y caminar), aunque la mayoría adquiere finalmente estas habilidades. Algunos estudios de investigación han sugerido que los niños con el síndrome de Möbius son más propensos que los niños no afectados a tener características de los trastornos del espectro autista, que son un grupo de afecciones caracterizadas por problemas de comunicación e interacción social. Sin embargo, estudios recientes han cuestionado esta asociación. Debido a que las personas con síndrome de Möbius tienen dificultad para efectuar el contacto visual y el habla debido a sus diferencias físicas, los trastornos del espectro autista pueden ser difíciles de diagnosticar en estas personas. El síndrome de Möbius también puede estar asociado con un riesgo algo mayor de discapacidad intelectual; sin embargo, la mayoría de los individuos afectados tienen una inteligencia normal.

g. Síndrome de Melkersson-Rosenthal. El síndrome de Melkersson-Rosenthal es un trastorno neurológico raro caracterizado por parálisis facial recurrente, hinchazón facial y de los labios (generalmente el labio superior: granulomatosis queilitis) y el desarrollo de pliegues y surcos en la lengua (lengua fisurada). El inicio se produce en la niñez o a principios de la adolescencia. Tras ataques recurrentes (que pueden espaciarse días e incluso años), la hinchazón puede persistir y aumentar, convirtiéndose finalmente en permanente. El labio puede endurecerse, agrietarse y fisurarse con una decoloración de color marrón rojizo. Se desconoce la causa del síndrome de Melkersson-Rosenthal, pero puede haber una predisposición genética. Se ha observado que es especialmente frecuente entre ciertos grupos étnicos en Bolivia. Puede ser sintomático de enfermedad de Crohn o sarcoidosis. Se han informado aproximadamente 400 casos en todo el mundo.

El diagnóstico se basa principalmente en las características clínicas. Sin embargo, la biopsia ha sido útil tanto en el diagnóstico como en la diferenciación entre los diferentes tipos de la enfermedad. El tratamiento es sintomático y puede incluir medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINE) y corticosteroides para reducir la hinchazón, antibióticos e inmunosupresores. La cirugía puede estar indicada para aliviar la presión sobre los nervios faciales y reducir la hinchazón, pero su eficacia es incierta. También se pueden prescribir masajes y estimulación eléctrica. El síndrome de Melkersson-Rosenthal puede recurrir de forma intermitente después de su primera aparición. Puede convertirse en un trastorno crónico. La atención de seguimiento debe excluir el desarrollo de enfermedad de Crohn o sarcoidosis.

h. Síndrome de Guillain-Barré (SGB). El síndrome de Guillain-Barré (GBS) es una debilidad muscular de inicio rápido provocada por el sistema inmunitario que daña el sistema nervioso periférico. Los síntomas iniciales suelen ser cambios en la sensación o dolor junto con debilidad muscular, comenzando en los pies y las manos. Esto se suele extender a los brazos y la parte superior del cuerpo, con ambas partes implicadas. Los síntomas se desarrollan en el

transcurso de horas a unas pocas semanas. Durante la fase aguda, el trastorno puede ser mortal, desarrollando aproximadamente el 15 % debilidad de los músculos respiratorios que requiere ventilación mecánica. Algunos se ven afectados por cambios en el funcionamiento del sistema nervioso autónomo, lo que puede conducir a anomalías peligrosas en la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Se desconoce la causa. El mecanismo subyacente implica un trastorno autoinmunitario en el que el sistema inmunitario del organismo ataca por error los nervios periféricos y daña su aislamiento de mielina. A veces, esta disfunción inmunitaria se desencadena por una infección o, menos comúnmente por cirugía y rara vez por vacunación. El diagnóstico generalmente se realiza en base a los signos y síntomas, a través de la exclusión de causas alternativas, y respaldado por pruebas como estudios de conducción nerviosa y examen del líquido cefalorraquídeo. Hay una serie de subtipos basados en las áreas de debilidad, resultados de estudios de conducción nerviosa y la presencia de ciertos anticuerpos. Se clasifica como una polineuropatía aguda.

En las personas con debilidad intensa, el tratamiento inmediato con inmunoglobulinas intravenosas o plasmaféresis, junto con la atención de apoyo, conducirá a una buena recuperación en la mayoría de los casos. La recuperación puede llevar semanas o años. Alrededor de un tercio tiene alguna debilidad permanente. Globalmente, la muerte se produce en aproximadamente el 7,5 % de los afectados. El síndrome de Guillain-Barré es raro, se dan uno o dos casos por cada 100.000 personas cada año. Ambos sexos y en todas partes del mundo tienen tasas similares de esta enfermedad. Los primeros síntomas del síndrome de Guillain-Barré son entumecimiento, hormigueo y dolor, solos o combinados. A esto le sigue la debilidad de las piernas y los brazos que afecta a ambos lados por igual y empeora con el tiempo. La debilidad puede tardar entre medio día y más de dos semanas en alcanzar la máxima intensidad y luego se estabiliza. En una de cada cinco personas, la debilidad prosigue hasta durante cuatro semanas. Los músculos del cuello también pueden verse afectados, y alrededor de la mitad sufre afectación de los pares craneales que inervan la cabeza y la cara; esto puede conducir a la debilidad de los músculos faciales, dificultades para tragar y, a veces, debilidad de los músculos oculares. En el 8 %, la debilidad afecta solo a las piernas (paraplejía o paraparesia). La participación de los músculos que controlan la vejiga y el ano es inusual. En total, aproximadamente un tercio de las personas con síndrome de Guillain-Barré siguen pudiendo caminar. Una vez que la debilidad ha dejado de progresar, persiste en un nivel estable ("fase de meseta") antes de que se produzca la mejoría. La fase de meseta puede durar entre dos días y seis meses, pero la duración más común es de una semana. Los síntomas relacionados con el dolor afectan a más de la mitad e incluyen dolor de espalda, hormigueo doloroso, dolor muscular y dolor en la cabeza y el cuello relacionado con la irritación del revestimiento del cerebro.

Muchas personas con el síndrome de Guillain-Barré han sufrido los signos y síntomas de una infección en las 3 a 6 semanas previas al inicio de los síntomas neurológicos. Esto puede consistir en una infección del tubo respiratorio superior (rinitis, dolor de garganta) o diarrea. En niños, particularmente los menores de seis años, el diagnóstico puede ser difícil y la afección se suele confundir inicialmente (a veces hasta durante dos semanas) con otras causas de dolores y dificultad para caminar, tales como infecciones víricas o problemas óseos y articulares. En el examen neurológico, los rasgos característicos son la fuerza reducida de los músculos y los reflejos tendinosos reducidos o ausentes (hipoarreflexia o arreflexia, respectivamente). Sin embargo, una pequeña proporción tiene reflejos normales en las extremidades afectadas antes de desarrollar arreflexia y algunos pueden tener reflejos exagerados. En la variante de Miller Fisher del síndrome de Guillain-Barré (véase más abajo), se puede encontrar una tríada de debilidad de los músculos oculares, anomalías en la coordinación, así como ausencia de reflejos. El nivel de conciencia normalmente no se ve afectado en el síndrome de Guillain-Barré, pero el subtipo de encefalitis del tronco encefálico de Bickerstaff puede presentar somnolencia o coma

La evaluación directa de la conducción nerviosa de los impulsos eléctricos puede excluir otras causas de debilidad muscular aguda, así como distinguir los diferentes tipos de síndrome de Guillain-Barré. Se pueden realizar electromiografía con aguja (EMG) y estudios de conducción nerviosa. En las dos primeras semanas, estas investigaciones pueden no mostrar ninguna anomalía. No se requieren estudios de neurofisiología para el diagnóstico. Existen criterios formales para cada uno de los principales subtipos del síndrome de Guillain-Barré (AIDP y AMAN/AMSAN, véase más adelante), pero estos pueden clasificar erróneamente algunos casos (particularmente cuando hay un fallo de conducción reversible) y, por lo tanto, se han propuesto cambios en estos criterios. En ocasiones, las pruebas repetidas pueden ser útiles.

i. Sarcoidosis. La sarcoidosis es una enfermedad que implica acumulaciones anormales de células inflamatorias que forman bultos conocidos como granulomas. La enfermedad generalmente comienza en los pulmones, piel o ganglios linfáticos. Con menor frecuencias, se ven afectados los ojos, el hígado, corazón y cerebro. Cualquier órgano, sin embargo, puede verse afectado. Los signos y síntomas dependen del órgano afectado. A menudo, no se observan síntomas o estos son leves. Cuando afecta a los pulmones, se pueden producir sibilancias, tos, dificultad respiratoria o dolor en el pecho. Algunas personas pueden tener el síndrome de Lofgren con fiebre, ganglios linfáticos grandes, artritis y una erupción conocida como eritema nodoso.

Se desconoce la causa de la sarcoidosis. Algunas personas creen que puede deberse a una reacción inmunitaria a un factor desencadenante tal como una infección o sustancias químicas, en personas con predisposición genética. Aquellos con familiares afectados corren un mayor riesgo. El diagnóstico se basa en parte en los signos y síntomas, que pueden ser apoyados por la biopsia. Los hallazgos que lo hacen probable incluyen ganglios linfáticos grandes en la raíz del pulmón en ambos lados, alta concentración de calcio en la sangre con un nivel normal de hormona paratiroidea, o niveles elevados de enzima convertidora de angiotensina en la sangre. El diagnóstico solo debe hacerse

tras excluir otras posibles causas de síntomas similares, tales como la tuberculosis.

La sarcoidosis puede resolverse sin ningún tratamiento en unos pocos años. Sin embargo, algunas personas pueden tener una enfermedad prolongada o grave. Algunos síntomas pueden mejorar con el uso de medicamentos antiinflamatorios tales como el ibuprofeno. En los casos en que la afección cause problemas de salud significativos, están indicados los esteroides tales como la prednisona. Se pueden usar ocasionalmente medicamentos tales como metotrexato, cloroquina o azatioprina en un esfuerzo por disminuir los efectos secundarios de los esteroides. El riesgo de mortalidad es del 1-7 %. La probabilidad de que la enfermedad regrese en alguien que la ha tenido anteriormente es inferior al 5 %. En 2015, la sarcoidosis pulmonar y la enfermedad pulmonar intersticial afectaron a 1,9 millones de personas en todo el mundo y provocaron 122.000 muertes. Es más común en los escandinavos, pero ocurre en todas partes del mundo. En los Estados Unidos, el riesgo es mayor entre los negros que entre los blancos. Suele comenzar entre los 20 y los 50 años. Ocurre con más frecuencia en mujeres que en hombres. La sarcoidosis fue descrita por primera vez en 1877 por el médico inglés Jonathan Hutchinson como una enfermedad cutánea no dolorosa.

La sarcoidosis es una enfermedad inflamatoria sistémica que puede afectar a cualquier órgano, aunque puede ser asintomática y se descubre por casualidad en aproximadamente el 5 % de los casos. Los síntomas comunes, que tienden a ser vagos, incluyen cansancio (no aliviado por el sueño; ocurre en el 66 % de los casos), falta de energía, pérdida de peso, dolores y molestias en las articulaciones (que ocurren en aproximadamente el 70 % de los casos), artritis (14-38 % de las personas), ojos secos, hinchazón de las rodillas, visión borrosa, dificultad respiratoria, tos seca y persistente o lesiones cutáneas. Menos comúnmente, las personas pueden toser sangre. Los síntomas cutáneos varían y van desde erupciones y nódulos (pequeños bultos) hasta eritema nodoso, granuloma anular o lupus pernio. La sarcoidosis y el cáncer pueden parecerse entre sí, dificultando su distinción. La combinación de eritema nodoso, linfadenopatía hiliar bilateral y dolor en las articulaciones se llama síndrome de Lofgren, que tiene un pronóstico relativamente bueno. Esta forma de la enfermedad ocurre significativamente más a menudo en pacientes escandinavos que en aquellos de origen no escandinavo.

Puede estar implicado cualquiera de los componentes del sistema nervioso. La sarcoidosis que afecta al sistema nervioso se conoce como neurosarcoidosis. Los pares craneales son los más comúnmente afectados, representando aproximadamente el 5-30 % de los casos de neurosarcoidosis, y la parálisis del nervio facial periférico, a menudo bilateral, es la manifestación neurológica más frecuente de la sarcoidosis. Ocurre de forma súbita y suele ser transitoria. La afectación del sistema nervioso central está presente en el 10-25 % de los casos de sarcoidosis. Otras manifestaciones comunes de neurosarcoidosis incluyen disfunción del nervio óptico, papiledema, disfunción del paladar, cambios neuroendocrinos, anomalías auditivas, anomalías hipotalámicas y pituitarias, meningitis crónica y neuropatía periférica. La mielopatía, es decir, afectación de la médula espinal, ocurre en aproximadamente el 16-43 % de los casos de neurosarcoidosis y, a menudo, se asocia con el peor pronóstico de los subtipos de neurosarcoidosis. Mientras que las parálisis del nervio facial y la meningitis aguda debida a la sarcoidosis tienden a tener el pronóstico más favorable, otro hallazgo común en la sarcoidosis que afecta al sistema neurológico es la neuropatía de fibras pequeñas autonómica o sensorial. La sarcoidosis neuroendocrina representa aproximadamente el 5-10 % de los casos de neurosarcoidosis y puede provocar diabetes insípida, cambios en el ciclo menstrual y disfunción hipotalámica. Este último puede conducir a cambios en la temperatura corporal, estado de ánimo y prolactina (véase el apartado endocrino y exocrino para más detalles).

j. Síndrome de Sjögren. Síndrome de Sjögren (SSj, SS) es una enfermedad autoinmunitaria a largo plazo que afecta las glándulas productoras de humedad del organismo. Los síntomas principales son boca seca y ojos secos. Otros síntomas pueden incluir piel seca, sequedad vaginal, una tos crónica, entumecimiento en los brazos y las piernas, sensación de cansancio, dolores musculares y articulares, y problemas de tiroides. Las personas afectadas tienen un mayor riesgo (5 %) de linfoma. Si bien la causa exacta no está clara, se cree que implica una combinación de genética y un desencadenante ambiental, tal como la exposición a un virus o una bacteria. Puede ocurrir independientemente de otros problemas de salud (síndrome de Sjögren primario) o como resultado de otro trastorno del tejido conjuntivo (síndrome de Sjögren secundario). La inflamación que se produce daña progresivamente las glándulas. El diagnóstico se realiza mediante biopsia de las glándulas productoras de humedad y análisis de sangre en busca de anticuerpos específicos. En la biopsia, normalmente hay linfocitos dentro de las glándulas. El tratamiento se dirige a los síntomas de cada persona. Se pueden probar las lágrimas artificiales para los ojos secos, los medicamentos para reducir la inflamación, los tapones lagrimales o cirugía para cerrar los conductos lagrimales. Para la boca seca, se puede usar goma de mascar (preferentemente sin azúcar), sorbos de agua o un sustituto de la saliva. En las personas con dolor articular o muscular, se puede usar ibuprofeno. También se puede detener la administración de medicamentos que pueden causar sequedad, tales como los antihistamínicos.

La enfermedad fue descrita en 1933 por Henrik Sjögren, de quien recibe su nombre; sin embargo, existen varias descripciones anteriores de personas con los síntomas. Entre el 0,2 % y el 1,2 % de la población se ve afectada, teniendo la mitad la forma primaria y la mitad la forma secundaria. Las mujeres se ven afectadas unas diez veces más que los hombres y comúnmente comienza en la mediana edad; sin embargo, cualquiera puede verse afectado por esta enfermedad. Entre los que no tienen otros trastornos autoinmunitarios, la esperanza de vida permanece invariable.

El síntoma característico del SS es la boca seca y la queratoconjuntivitis seca (ojos secos). También se puede producir sequedad vaginal, piel seca y nariz seca. Otros órganos del cuerpo también pueden verse afectados, incluidos los

riñones, los vasos sanguíneos, los pulmones, el hígado, el páncreas y el cerebro. La sequedad cutánea en algunas personas con SS puede deberse a una infiltración linfocítica en las glándulas de la piel. Los síntomas pueden desarrollarse insidiosamente, pudiendo pasar años hasta que se diagnostica, porque las quejas de sequedad pueden atribuirse a medicamentos, un ambiente seco, envejecimiento, o puede considerarse que no es de gravedad y que no justifica el nivel de investigación necesario para establecer la presencia del trastorno autoinmunitario subyacente específico. El SS puede dañar órganos vitales del cuerpo con síntomas que pueden estabilizarse o empeorar, o entrar en remisión como ocurre con otras enfermedades autoinmunitarias. Algunas personas pueden tener solo los síntomas leves de ojos y boca secos, mientras que otros tienen síntomas de enfermedad grave. Muchos pacientes pueden tratar los problemas sintomáticamente. Otros experimentan visión borrosa, incomodidad ocular constante, infecciones bucales recurrentes, glándulas parótidas inflamadas, disfonía (trastornos vocales que incluyen ronquera) y dificultad para tragar y comer. El cansancio debilitante y el dolor articular pueden afectar gravemente a la calidad de vida. En algunos pacientes, puede afectar al riñón (nefritis tubulointersticial autoinmunitaria), lo que conduce a proteinuria (exceso de proteína en la orina), defecto de concentración urinaria y acidosis tubular renal distal.

Las terapias de reemplazo de humedad, tales como las lágrimas artificiales, pueden aliviar los síntomas de los ojos secos. Algunos pacientes con problemas más graves usan gafas para aumentar la humedad local o se les insertan tapones lagrimales para ayudar a retener las lágrimas en la superficie ocular durante más tiempo. Adicionalmente, se puede recetar ciclosporina (Ikervis) para ayudar a tratar el ojo seco crónico al suprimir la inflamación que interrumpe la secreción de lágrimas. También se pueden recetar otros medicamentos que ayudan a estimular el flujo salival, tales como cevimelina (Evoxac) y pilocarpina. Salagen, un medicamento de pilocarpina, se puede utilizar para ayudar a producir lágrimas, así como la saliva en la boca y los intestinos. Se deriva de la planta jaborandi.

Cualquier aparato del presente documento, que puede ser cualquiera de los sistemas, dispositivos, módulos o funcionalidades descritos en el presente documento, se puede integrar en un teléfono inteligente. La integración puede ser conteniéndolos en la misma carcasa, compartiendo una fuente de alimentación (tal como una batería), usando el mismo procesador, o cualquier otra funcionalidad de integración. En un ejemplo, la funcionalidad de cualquier aparato del presente documento, que puede ser cualquiera de los sistemas, dispositivos, módulos o funcionalidades descritos del presente documento, se usa para mejorar, para controlar o utilizarse de otro modo por el teléfono inteligente. En un ejemplo, un valor medido o calculado por cualquiera de los sistemas, dispositivos, módulos o funcionalidades descritos en el presente documento, se envía al dispositivo de teléfono inteligente o la funcionalidad que se utilizará en el mismo. Como alternativa o adicionalmente, cualquiera de los sistemas, dispositivos, módulos o funcionalidades descritos en el presente documento se utiliza como un sensor para el dispositivo o la funcionalidad del teléfono inteligente.

Un valor "nominal" del presente documento se refiere a un valor diseñado, esperado o deseado. En la práctica, se utiliza un valor real, obtenido, o que exista, que varíe dentro de una tolerancia del valor nominal, normalmente sin afectar significativamente el funcionamiento. Las tolerancias comunes son del 20 %, 15 %, 10 %, 5 % o 1 % en torno al valor nominal.

Las explicaciones del presente documento en las que se utilizan términos como, por ejemplo, "procesar", "computar", "calcular", "determinar", "establecer", "analizar", "comprobar", o similares, pueden referirse a operación(es) y/o proceso(s) informático(s), una plataforma informática, un sistema informático u otro dispositivo informático electrónico, que manipulan y/o transforman datos representados como magnitudes físicas (p. ej., electrónicas) dentro de los registros y/o memorias informáticos en otros datos representados de manera similar como magnitudes físicas dentro de los registros y/o memorias informáticos u otro medio de almacenamiento de información que pueda almacenar instrucciones para realizar operaciones y/o procesos.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de la presente memoria descriptiva, la palabra "acoplar", y variaciones de esa palabra como "acoplamiento", "acoplado" y "acoplable", se refiere a una conexión eléctrica (tal como un cable de cobre o una conexión soldada), una conexión lógica (tal como a través de dispositivos lógicos de un dispositivo semiconductor), una conexión virtual (como a través de ubicaciones de memoria asignadas al azar de un dispositivo de memoria) o cualquier otra conexión directa o indirecta adecuada (incluida la combinación o serie de conexiones), por ejemplo, para permitir la transferencia de electricidad, señal o datos, así como conexiones formadas a través de dispositivos o elementos intermedios.

Las disposiciones y los métodos descritos en el presente documento pueden implementarse usando *hardware*, *software* o una combinación de ambos. El término "integración" o la expresión "integración de *software*" o cualquier otra referencia a la integración de dos programas o procesos del presente documento se refiere a componentes de *software* (p. ej., programas, módulos, funciones, procesos, etc.) que están combinados(directamente o a través de otro componente), que trabajan o funcionan conjuntamente o que forman un todo, comúnmente para compartir un fin común o un conjunto de objetivos. Tal integración de *software* puede adoptar la forma de compartir el mismo código de programa, intercambiar datos, ser administrado por el mismo programa de administrador, ejecutado por el mismo procesador, almacenado en el mismo medio, compartir la misma GUI u otra interfaz de usuario, compartir *hardware* periférico (tal como un monitor, una impresora, un teclado y una memoria), compartir datos o una base de datos, o formando parte de un solo paquete. El término "integración" o la expresión "integración de *hardware*" o integración de componentes de *hardware* se refieren en el presente documento a componentes de *hardware* que se combinan

(directamente o a través de otro componente), que trabajan o funcionan conjuntamente o que forman un todo, comúnmente para compartir un fin común o un conjunto de objetivos. Dicha integración de *hardware* puede adoptar la forma de compartir la misma fuente de alimentación (o suministro de energía) o compartir otros recursos, intercambiar datos o control (p. ej., al comunicarse), ser administrados por el mismo gerente, estar conectados o unidos físicamente, compartir conexión de *hardware* periférico (tal como un monitor, una impresora, un teclado y una memoria), ser parte de un solo paquete o estar montado en una sola carcasa (o cualquier otra ubicación física), compartir un puerto de comunicación, o ser usados o controlados con el mismo *software* o *hardware*. El término "integración" se refiere en el presente documento (según corresponda) a una integración de *software*, una integración de *hardware*, o cualquier combinación de los mismos.

El término "puerto" se refiere a un lugar de acceso a un dispositivo, circuito o red eléctrica, donde se puede suministrar o extraer energía o señales. El término "interfaz" de un dispositivo en red se refiere a una interfaz física, una interfaz lógica (p. ej., una parte de una interfaz física o a veces denominada en la industria una subinterfaz, por ejemplo, tal como, pero sin limitación, una VLAN particular asociada con una interfaz de red) y/o una interfaz virtual (p. ej., tráfico agrupado en función de alguna característica, por ejemplo, tal como, pero sin limitación, una interfaz de túnel). Como se utiliza en el presente documento, el término "independiente" en relación con dos (o más) elementos, procesos o funcionalidades, se refiere a un escenario donde uno no afecta ni excluye al otro. Por ejemplo, la comunicación independiente, tal como por ejemplo a través de un par de rutas de datos independientes, significa que la comunicación a través de una ruta de datos no afecta ni excluye la comunicación a través de las otras rutas de datos.

Como se utiliza en el presente documento, el término "Circuito Integrado" (CI) incluirá cualquier tipo de dispositivo integrado de cualquier función donde el circuito electrónico se fabrique mediante la difusión modelada de oligoelementos en la superficie de un sustrato delgado de material semiconductor (p. ej., silicona), ya sea de matriz única o múltiple, o de integración a pequeña o gran escala, e independientemente del proceso o los materiales base (incluidos, sin limitación Si, SiGe, CMOS y GA) incluyendo, sin limitación, circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA), procesadores digitales (por ejemplo, DSP, microprocesadores CISC o procesadores RISC), los llamados dispositivos "sistema en un chip" (SoC), memoria (p. ej., DRAM, SRAM, memoria flash, ROM), dispositivos de señal mixta y circuitos integrados analógicos.

Los circuitos de un circuito integrado suelen estar contenidos en una pieza de silicio o en una oblea de semiconductor y, por lo general, se empaquetan como una unidad. Los circuitos en estado sólido comúnmente incluyen dispositivos activos y pasivos interconectados, difundidos en un solo chip de silicio. Los circuitos integrados se pueden clasificar en de señal analógica, digital y mixta (tanto analógica como digital en el mismo chip). Los circuitos integrados digitales comúnmente contienen muchas puertas lógicas, *flip-flops*, multiplexores y otros circuitos en unos pocos milímetros cuadrados. El pequeño tamaño de estos circuitos permite alta velocidad, baja disipación de energía y coste de fabricación reducido en comparación con la integración a nivel de placa. Además, se puede utilizar un módulo multichip (MCM), donde múltiples circuitos integrados (CI), matrices semiconductoras u otros componentes discretos se empaquetan en un sustrato unificador, facilitando su uso como un solo componente (como si fuera un CI más grande).

La expresión "medio legible por ordenador" (o "medio legible por máquina") como se usa en el presente documento es una expresión extensible que se refiere a cualquier medio o memoria, que participa en el suministro de instrucciones a un procesador, (tal como el procesador en el controlador 39) para la ejecución, o cualquier mecanismo para almacenar o transmitir información en una forma legible por una máquina (p. ej., un ordenador). Tal medio puede almacenar instrucciones ejecutables por ordenador para ser ejecutadas por un elemento de procesamiento y/o *software*, y datos que son manipulados por un elemento de procesamiento y/o *software*, y pueden tomar muchas formas, incluidas, pero si limitación, medio no volátil, medio volátil y medio de transmisión. Los medios de transmisión incluyen cables coaxiales, cables de cobre y fibra óptica. Los medios de transmisión también pueden adoptar la forma de ondas acústicas o de luz, tales como las generadas durante las comunicaciones de datos por infrarrojos y ondas de radio, u otras formas de propagación de señales (p. ej., ondas portadoras, señales infrarrojas, señales digitales, etc.). Algunas formas comunes de medios legibles por ordenador incluyen, por ejemplo, un disquete, un disco flexible, un disco duro, una cinta magnética, o cualquier otro medio magnético, un CD-ROM, cualquier otro medio óptico adecuado, tarjetas perforadas, cinta de papel, cualquier otro medio físico con patrones de agujeros, una RAM, una PROM, y una EPROM, una FLASH-EPROM, cualquier otro tipo de chip o cartucho de memoria, una onda portadora como se describe a continuación, o cualquier otro medio del que pueda leer un ordenador.

El término "ordenador" se usa genéricamente en el presente documento para describir cualquier número de ordenadores, que incluyen, pero sin limitación, ordenadores personales, elementos y sistemas de procesamiento integrados, *software*, ASIC, chips, estaciones de trabajo, ordenadores centrales, etc. Cualquier ordenador del presente documento puede consistir en, o ser parte de, un ordenador de mano, incluyendo cualquier ordenador portátil que sea lo suficientemente pequeño para ser sostenido y manejado mientras se sostiene en una mano o cabe en un bolsillo. Dicho dispositivo, también conocido como dispositivo móvil, normalmente tiene una pantalla con entrada táctil y/o un teclado en miniatura. Algunos ejemplos no limitativos de tales dispositivos incluyen cámara fija digital (DSC), cámara de vídeo digital (DVC o videocámara digital), asistente personal digital (PDA), y teléfonos móviles y teléfonos inteligentes. Los dispositivos móviles pueden combinar vídeo, audio y capacidades de comunicación avanzadas, tales como PAN y WLAN. Un teléfono móvil (también conocido como teléfono celular, teléfono portátil y teléfono de mano) es un dispositivo que puede realizar y recibir llamadas telefónicas a través de un enlace de radio mientras se desplaza

por un área geográfica amplia, conectándose a una red celular proporcionada por un operador de red móvil. Las llamadas son hacia y desde la red telefónica pública, que incluye otros teléfonos móviles y de línea fija de todo el mundo. Los teléfonos inteligentes pueden combinar las funciones de un asistente digital personal (PDA), y pueden servir como reproductores multimedia portátiles y teléfonos con cámara con pantallas táctiles de alta resolución, navegadores web que pueden acceder y mostrar adecuadamente, páginas web convencionales en lugar de solo sitios optimizados para dispositivos móviles, navegación GPS, acceso Wi-Fi y banda ancha móvil. Además de telefonía, los teléfonos inteligentes pueden admitir una amplia variedad de otros servicios, como mensajes de texto, MMS, correo electrónico, acceso a Internet, comunicaciones inalámbricas de corto alcance (infrarrojos, Bluetooth), aplicaciones de negocios, juegos y fotografía.

Algunas realizaciones pueden usarse junto con varios dispositivos y sistemas, por ejemplo, un ordenador personal (PC), un ordenador de sobremesa, un ordenador móvil, un *notebook*, un ordenador portátil, una tableta, un servidor informático, un ordenador de mano, un dispositivo de mano, un dispositivo de asistente personal digital (PDA), un teléfono celular, un dispositivo PDA de mano, un dispositivo a bordo, un dispositivo externo, un dispositivo híbrido, un dispositivo vehicular, un dispositivo no vehicular, un dispositivo móvil o portátil, un dispositivo no móvil o no portátil, una estación de comunicación inalámbrica, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un punto de acceso inalámbrico (AP), un enrutador cableado o inalámbrico, un módem cableado o inalámbrico, una red cableada o inalámbrica, una red de área local (LAN), una LAN inalámbrica (WLAN), una red de área metropolitana (MAN), una MAN inalámbrica (WMAN), una red de área amplia (WAN), una WAN inalámbrica (WWAN), una red de área personal (PAN), una PAN inalámbrica (WPAN), dispositivos y/o redes que funcionan sustancialmente de acuerdo con las normas existentes IEEE 802.11, 802.11a, 802.11b, 802,11 g, 802.11k, 802.11n, 802.11r, 802,16, 802.16d, 802.16e, 802.20, 802.21 y/o versiones futuras y/o derivados de las normas anteriores, unidades y/o dispositivos que forman parte de las redes anteriores, sistemas de comunicación por radio unidireccionales y/o bidireccionales, sistemas de comunicación por radioteléfono celular, un teléfono móvil, un teléfono inalámbrico, un dispositivo de sistemas de comunicación personal (PCS), un dispositivo PDA que tiene incorporado un dispositivo de comunicación inalámbrico, un dispositivo de sistema de posicionamiento global (GPS) móvil o portátil, un dispositivo que tiene incorporado un receptor, transceptor o chip GPS, un dispositivo que tiene incorporado un elemento o chip RFID, un transceptor o dispositivo de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO), un transceptor o dispositivo de entrada única y salida múltiple (SIMO), un transceptor o dispositivo de entrada múltiple y salida única (MISO), un dispositivo que tiene una o más antenas internas y/o antenas externas, dispositivos o sistemas de transmisión de vídeo digital (DVB), dispositivos o sistemas de radio multiestándar, un dispositivo portátil con cable o inalámbrico (p. ej., BlackBerry, Palm Treo), un dispositivo de protocolo de aplicación inalámbrica (WAP), o similar.

Cualquier sistema, dispositivo, módulo o circuito puede ser direccionable en una red inalámbrica (tal como Internet) utilizando una dirección digital que puede ser una dirección de capa MAC de tipo MAC-48, EUI-48 o EUI-64, o una dirección de capa 3 y puede ser una dirección IP estática o dinámica de tipo IPv4 o IPv6. Cualquier sistema, dispositivo o módulo del presente documento puede configurarse además como un repetidor inalámbrico, tal como una WPAN, WLAN o un repetidor WWAN.

Como se utiliza en el presente documento, los términos "programa", "programable" y "programa informático" pretenden incluir cualquier secuencia o pasos reconocibles por seres humanos o máquinas, que realizan una función. Dichos programas no están inherentemente relacionados con ningún ordenador u otro aparato en particular, y pueden representarse en prácticamente cualquier lenguaje o entorno de programación, que incluyen, por ejemplo, C/C++, Fortran, COBOL, PASCAL, lenguaje ensamblador, lenguajes de marcado (p. ej., HTML, SGML, XML, VoXML) y similares, así como entornos orientados a objetos tales como la arquitectura de agente de solicitud de objetos comunes (CORBA), Java™ (incluyendo J2ME, Java Beans, etc.) y similares, así como en *firmware* u otras implementaciones. Por lo general, los módulos del programa incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc., que realizan tareas particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares.

Los términos "tarea" y "proceso" se utilizan de forma genérica en el presente documento para describir cualquier tipo de programas en ejecución, que incluyen, pero sin limitación, un proceso informático, una tarea, hilo, aplicación de ejecución, sistema operativo, proceso de usuario, controlador de dispositivo, código nativo, máquina u otro lenguaje, etc., y pueden ser interactivos y/o no interactivos, ejecutándose local y/o remotamente, ejecutándose en primer plano y/o en segundo plano, ejecutándose en los espacios de direcciones del usuario y/o del sistema operativo, una rutina de una biblioteca y/o aplicación independiente, y no se limita a ninguna técnica de partición de memoria en particular. Las etapas, conexiones y procesamiento de señales e información ilustrada en las figuras, que incluyen, pero sin limitación, cualquier diagrama de bloques y de flujo, y diagramas de secuencia de mensajes, normalmente se puede realizar en el mismo orden en serie o en paralelo o en uno diferente y/o por diferentes componentes y/o procesos, hilos, etc., y/o a través de diferentes conexiones y combinarse con otras funciones en otras realizaciones, a menos que esto inhabilite la realización o se requiera explícita o implícitamente una secuencia (p. ej., para una secuencia de lectura del valor, procesamiento del valor: el valor debe obtenerse antes de procesarlo, aunque parte del procesamiento asociado puede realizarse antes de, al mismo tiempo y/o después de la operación de lectura). Cuando determinadas etapas del proceso se describen en un orden particular o cuando se usan etiquetas alfabéticas y/o alfanuméricas para identificar ciertas etapas, las realizaciones de la invención no se limitan a ningún orden particular de llevar a cabo dichas etapas. En particular, las etiquetas se utilizan simplemente para la identificación conveniente de las etapas y no pretenden implicar, especificar ni exigir un orden particular para llevar a cabo dichas etapas. Por

otro lado, otras realizaciones pueden usar más o menos etapas que las analizadas del presente documento. La invención también se puede poner en práctica en entornos informáticos distribuidos en lo que las tareas se realizan mediante dispositivos de procesamiento remoto que están conectados a través de una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, los módulos de programa pueden estar ubicados en dispositivos de almacenamiento de memoria local y remota.

Las estructuras correspondientes, materiales, actos y los equivalentes de todos los elementos de medios más funciones de las siguientes reivindicaciones pretenden incluir cualquier estructura o material, para realizar la función junto con otros elementos reivindicados como se reivindica específicamente. La descripción de la presente invención se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos, pero no pretende ser exhaustiva o limitada a la invención en la forma divulgada. No se debe considerar que la presente invención se limita a las realizaciones particulares descritas anteriormente, sino que debe entenderse que cubre todos los aspectos de la invención tal como se establece justamente en las reivindicaciones adjuntas. Diversas modificaciones, procesos equivalentes, así como numerosas estructuras a las que puede ser aplicable la presente invención, serán muy evidentes para los expertos en la materia a los que se dirige la presente invención tras la revisión de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (31a) para estimular artificialmente un nervio o un músculo facial en una piel temporal (70) del cuero cabelludo (25) de un cuerpo humano para inducir el parpadeo ocular como sustituto de la señal de estimulación cerebral, para usar con una red sobre un medio, comprendiendo el dispositivo:

un generador de impulsos controlable (42) para generar una señal de tren de ráfagas (41);
un sensor (32) que emite una señal de sensor en respuesta a un fenómeno físico;
una antena (46) de acoplamiento al medio;
un transceptor (43) acoplado a la antena para transmitir datos digitales y para recibir datos digitales de la red;
dos electrodos (26a, 26b) que pueden fijarse al cuero cabelludo del cuerpo humano en la piel temporal y que están conectados al generador de impulsos para acoplar la señal de tren de ráfagas al cuerpo humano a fin de estimular periódicamente el nervio o el músculo facial, de modo que, cuando se fijan, inducen el parpadeo ocular mediante la estimulación del nervio o del músculo facial;
software y un procesador (39) para ejecutar el *software*, estando el procesador acoplado al sensor para recibir la señal de sensor procedente del mismo, al transceptor para recibir los datos digitales de la red procedentes del mismo, y para controlar y activar el generador de impulsos controlable;
una fuente de alimentación (34, 34a) para suministrar corriente continua, CC, al generador de impulsos controlable, al sensor, al transceptor y al procesador; y
una única carcasa portátil que alberga el generador de impulsos, el sensor, el transceptor, la antena, el procesador y la fuente de alimentación,
en donde el generador de impulsos se controla o activa en respuesta a la señal del sensor o a los datos digitales recibidos desde la red,
en donde una duración de al menos una de, o de todas, las ráfagas de la señal de tren de ráfagas es superior a 7 ms e inferior a 300 ms,
en donde una frecuencia de la señal en al menos una de, o en todas, las ráfagas de la señal de tren de ráfagas es superior a 250 Hz e inferior a 1000 Hz, y
en donde un período entre al menos dos ráfagas consecutivas, o entre dos ráfagas consecutivas cualesquiera, es superior a 2000 ms e inferior a 9500 ms.

2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sensor está configurado para medir la cantidad de una propiedad o de una magnitud físicas, o la intensidad relativa al fenómeno físico.

3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los dos electrodos están fijados o acoplados mecánicamente entre sí.

4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde un parámetro o una característica de la señal de tren de ráfagas se establece en respuesta a la señal del sensor.

5. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la red comprende, usa, o consiste en, una red inalámbrica, y el transceptor comprende, usa, o consiste en, un transceptor inalámbrico acoplado a la antena para transmitir y recibir de forma inalámbrica los datos digitales por el aire utilizando la red inalámbrica, en donde la antena está configurada para transmitir y recibir señales de radiofrecuencia, RF, por el aire.

6. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sensor es un sensor fisiológico que responde a parámetros asociados con el cuerpo humano, y es externo al cuerpo objeto de la detección, está implantado dentro del cuerpo objeto de la detección, está fijado al cuerpo objeto de la detección o se lleva puesto en el cuerpo objeto de la detección.

7. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, integrado además con al menos uno de un dispositivo inalámbrico, un *notebook*, un ordenador portátil, un reproductor multimedia, una cámara fija digital, DSC, una cámara de vídeo digital (DVC o videocámara digital), un asistente digital personal, PDA, un teléfono móvil, una cámara digital, una grabadora de vídeo o un teléfono inteligente.

8. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada uno de los dos electrodos incluye un área conductora que está fijada al rostro humano, y en donde el área conductora define un punto central.

9. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un sensor eléctrico conectable a los dos electrodos para medir un parámetro eléctrico mediante los dos electrodos.

10. El dispositivo de la reivindicación 1, en donde el área superficial de cada electrodo es superior a 30 mm^2 e inferior a 100 mm^2.

11. El dispositivo de la reivindicación 8 **caracterizado por que** al menos uno de los dos electrodos comprende un punto central configurado para ubicarse a una distancia de una línea imaginaria definida por una trayectoria más corta entre un ojo derecho y un oído derecho, o entre un ojo izquierdo y un oído izquierdo, del rostro humano, en donde la

distancia desde la línea imaginaria es de al menos 1 milímetro (mm), 2 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm, 15 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 70 mm o 100 mm.

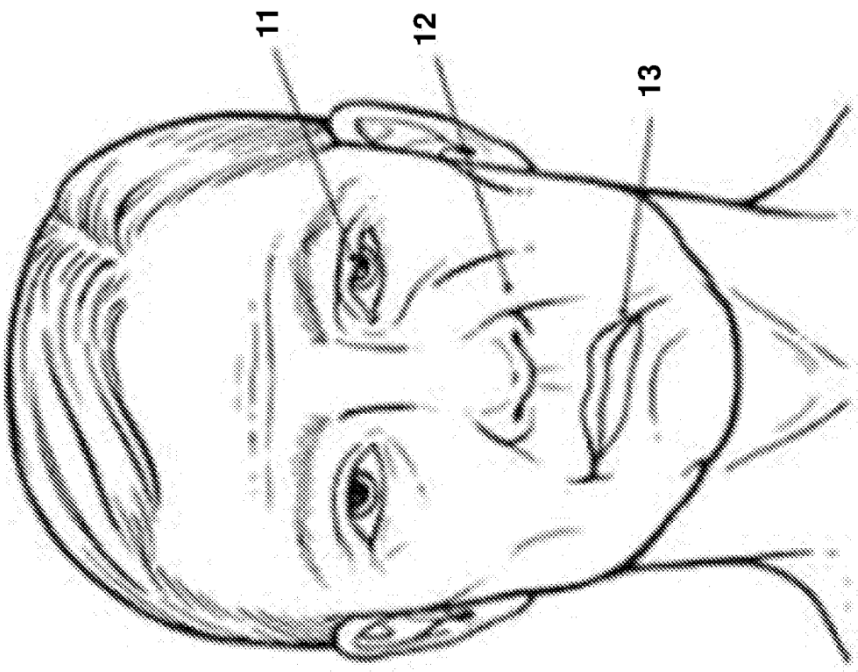

FIG. 1 (Técnica anterior)

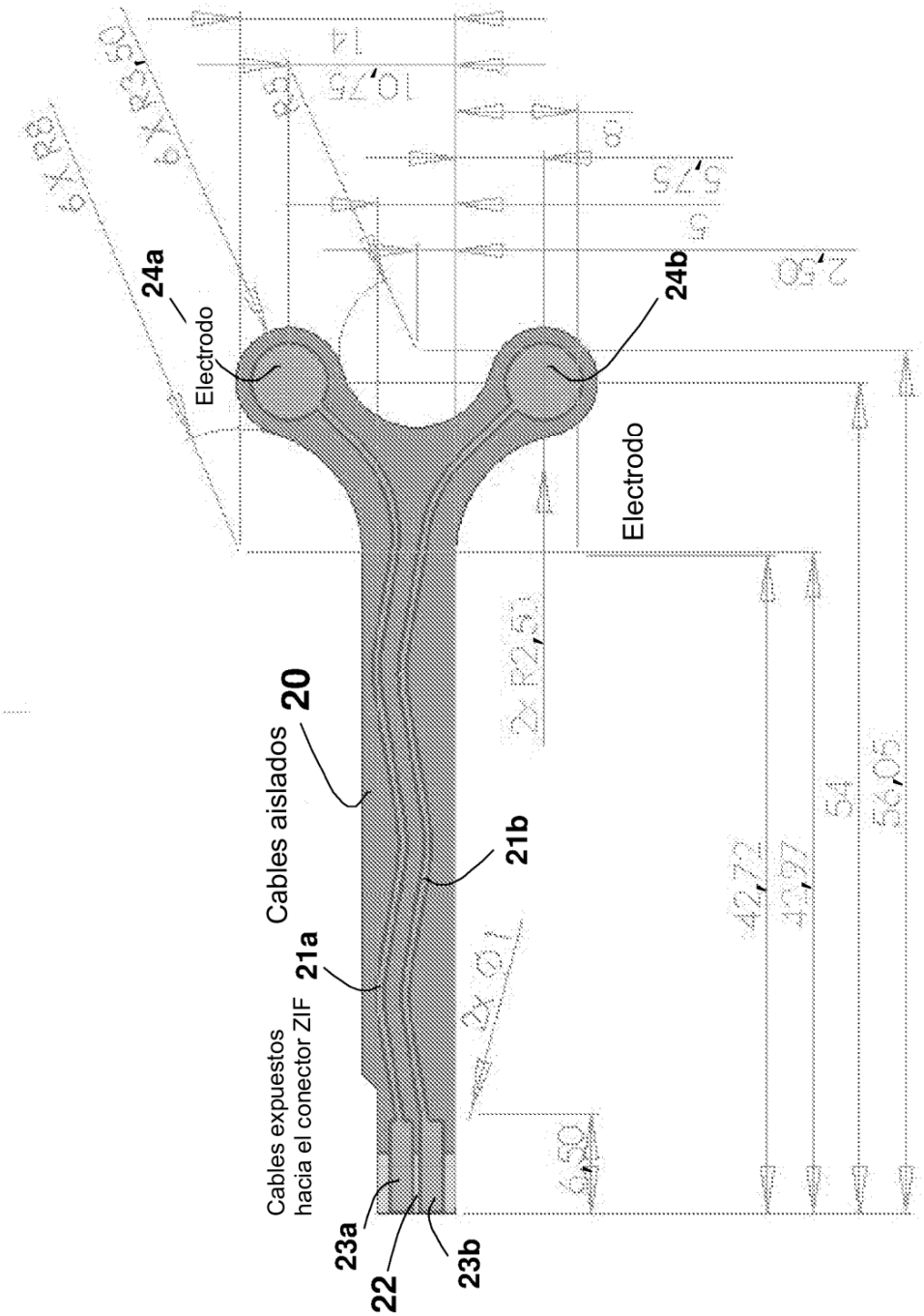

FIG. 2 (Técnica anterior)

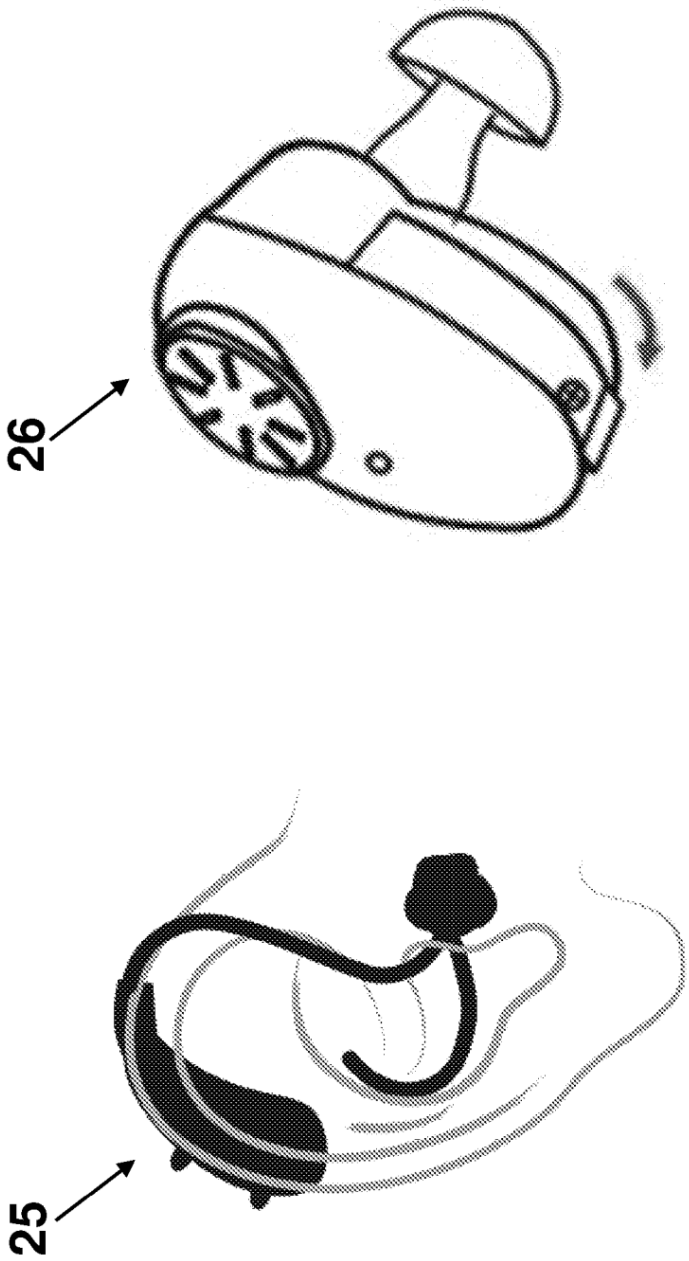

FIG. 2a (Técnica anterior)

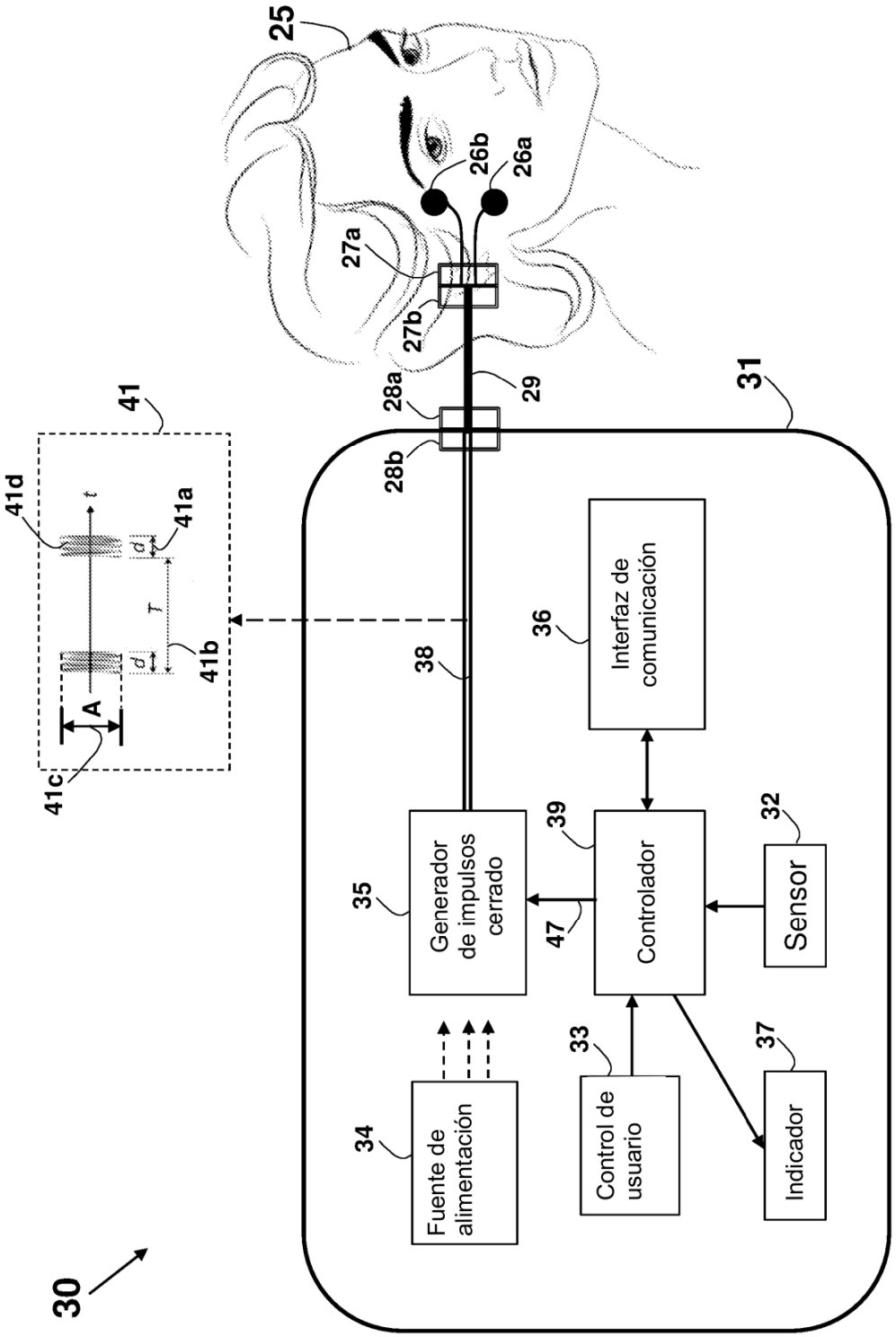
25
26b
26a
27a
27b
28a
28b
29
31
41
41d
41a
41b
41c
t
d
T
A
38
36
Interfaz de comunicación
35
Generador de impulsos cerrado
39
Controlador
32
Sensor
47
34
Fuente de alimentación
33
Control de usuario
37
Indicador
30

FIG. 3

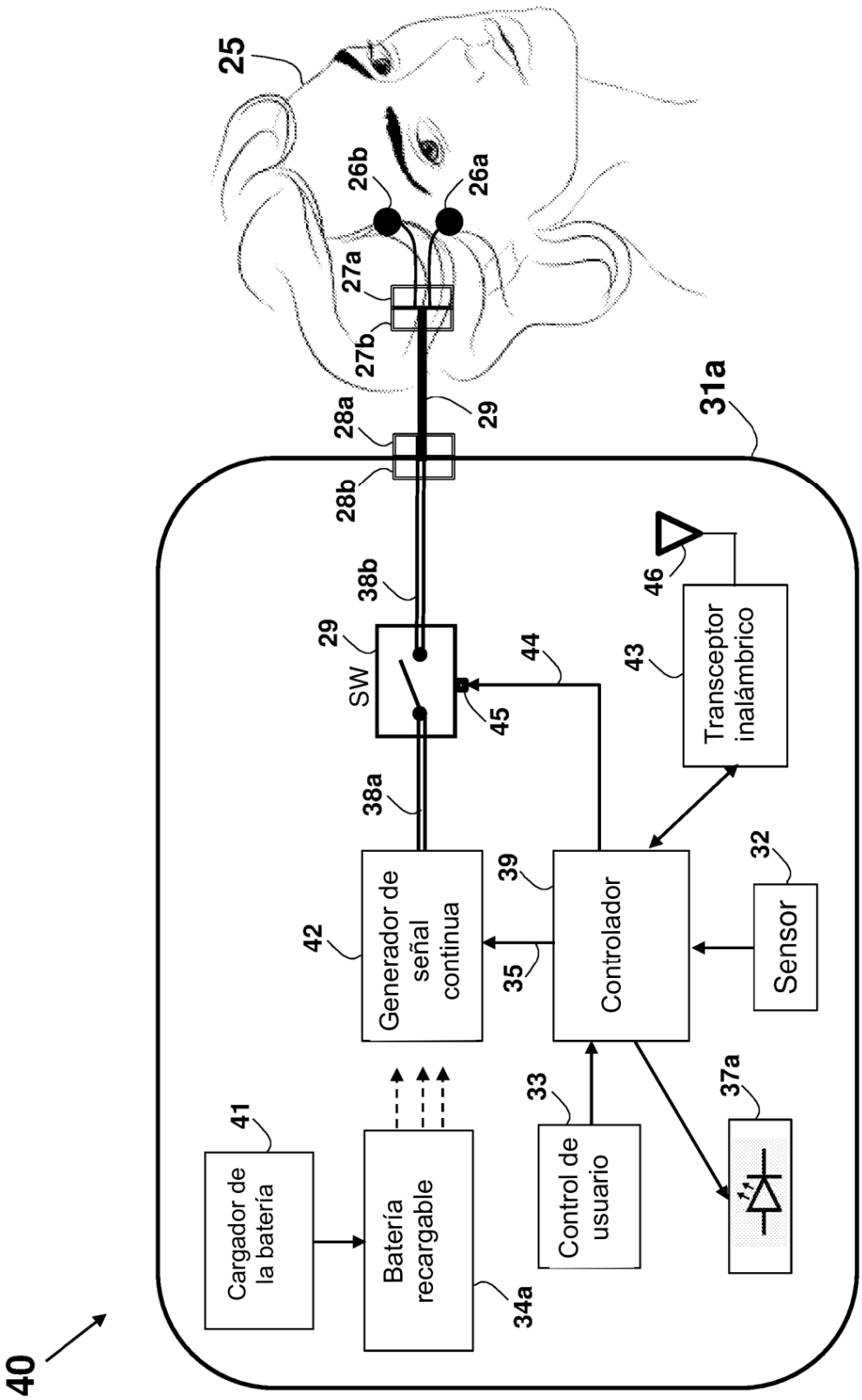
40
25
26b
26a
27a
27b
28a
28b
29
31a
38b
29
SW
45
44
46
43
Transceptor inalámbrico
38a
42
Generador de señal continua
39
35
Controlador
32
Sensor
41
Cargador de la batería
Batería recargable
34a
33
Control de usuario
37a

FIG. 4

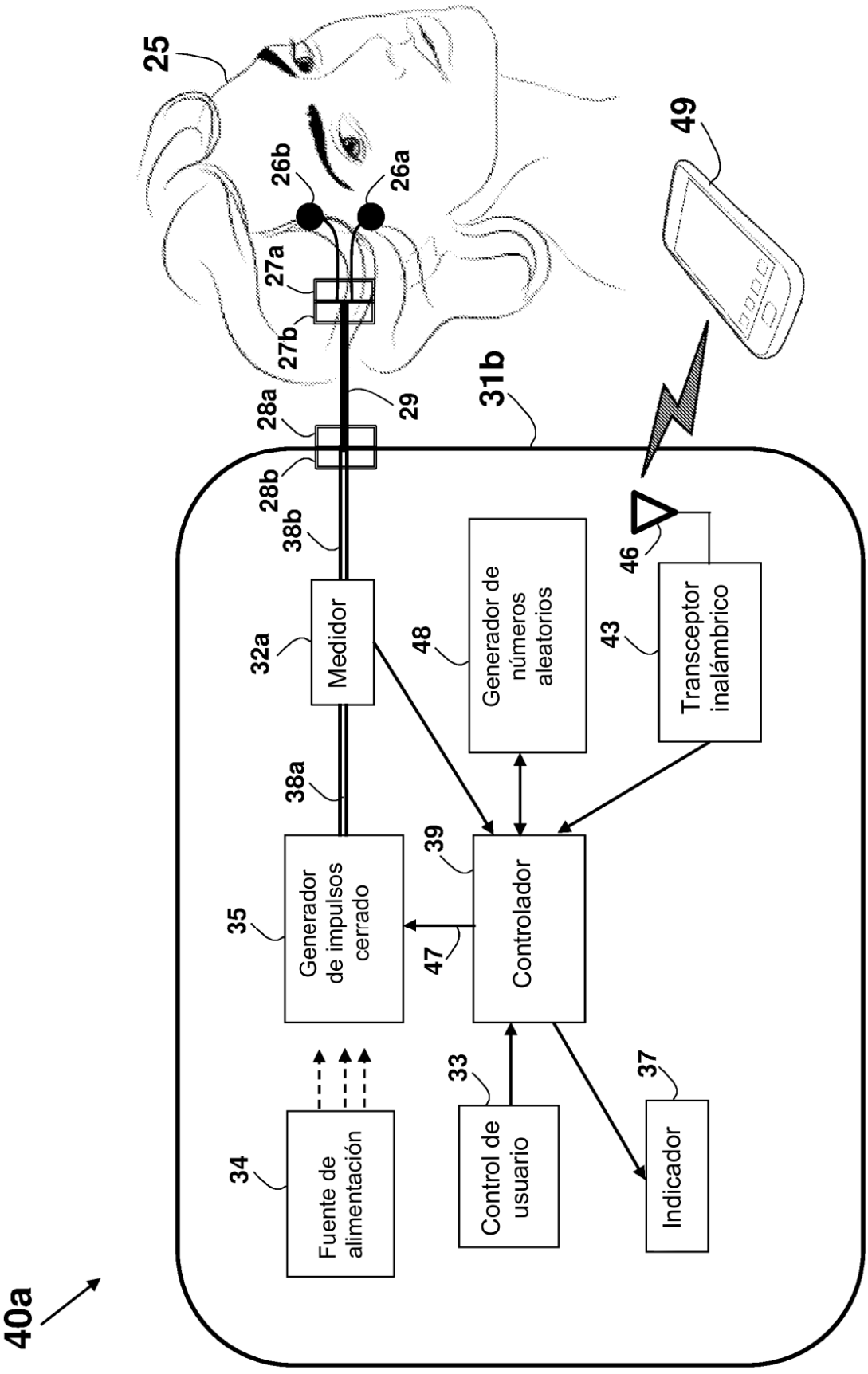
40a
25
26b
26a
27a
27b
28a
28b
29
31b
38b
38a
32a
Medidor
48
Generador de números aleatorios
43
Transceptor inalámbrico
46
49
39
Controlador
35
Generador de impulsos cerrado
47
34
Fuente de alimentación
33
Control de usuario
37
Indicador

FIG. 4a

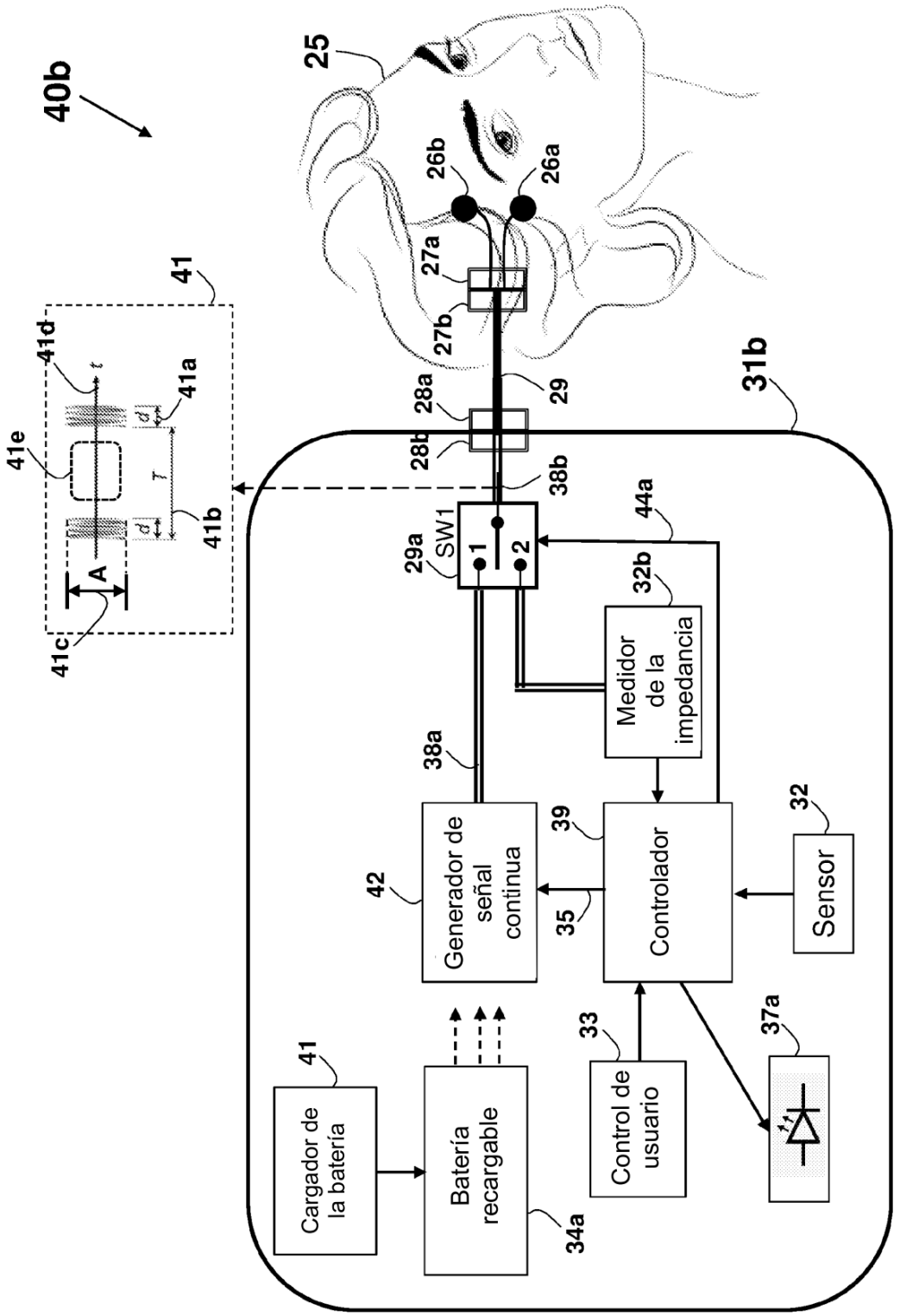
40b
25
26b
26a
27a
27b
41
41d
41a
41e
41b
41c
t
d
T
A
28a
28b
29
31b
38b
44a
29a
SW1
1
2
32b
Medidor de la impedancia
38a
Generador de señal continua
42
39
35
Controlador
32
Sensor
41
Cargador de la batería
Batería recargable
34a
33
Control de usuario
37a

FIG. 4b

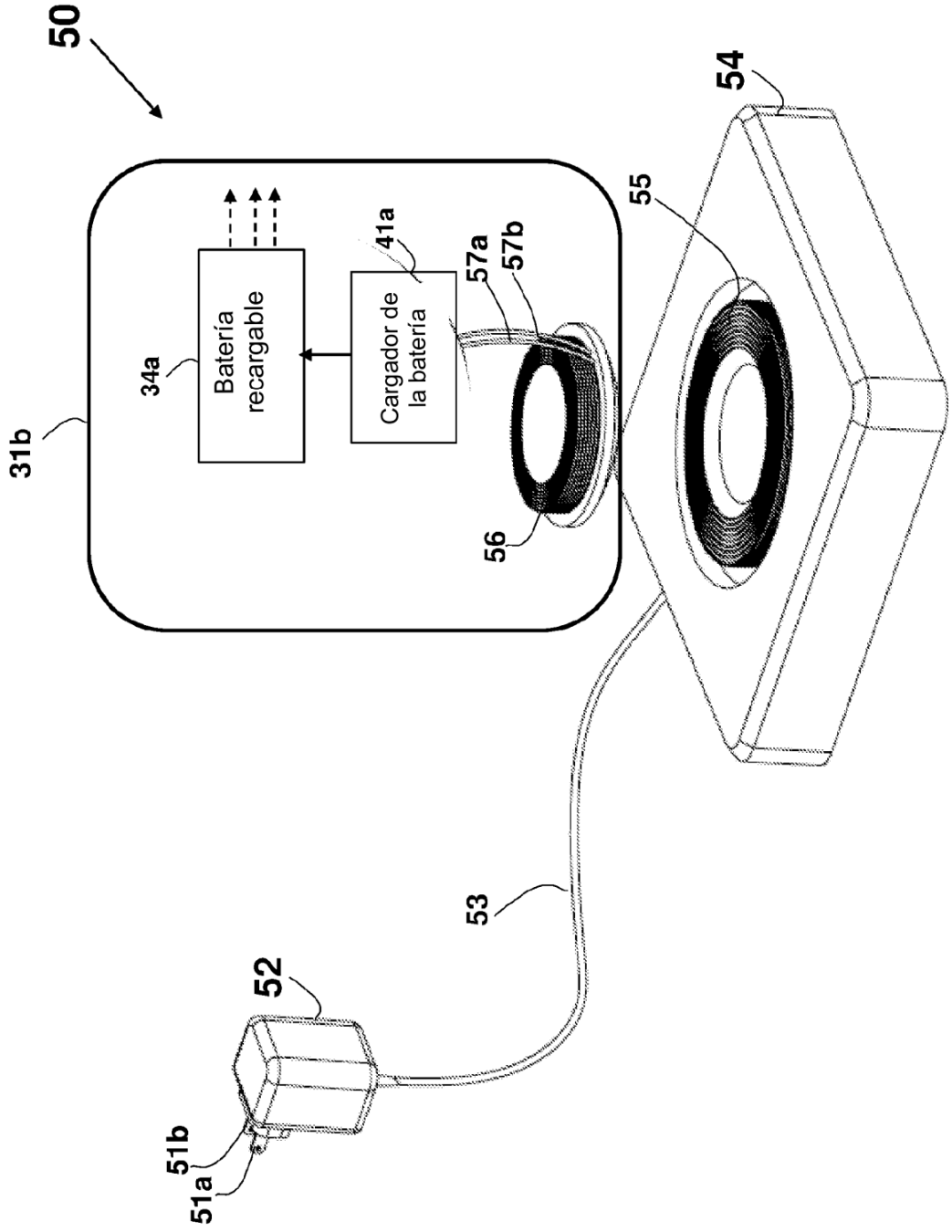
50
54
55
41a
57a
57b
Batería recargable
Cargador de la batería
34a
31b
56
53
52
51b
51a

FIG. 5

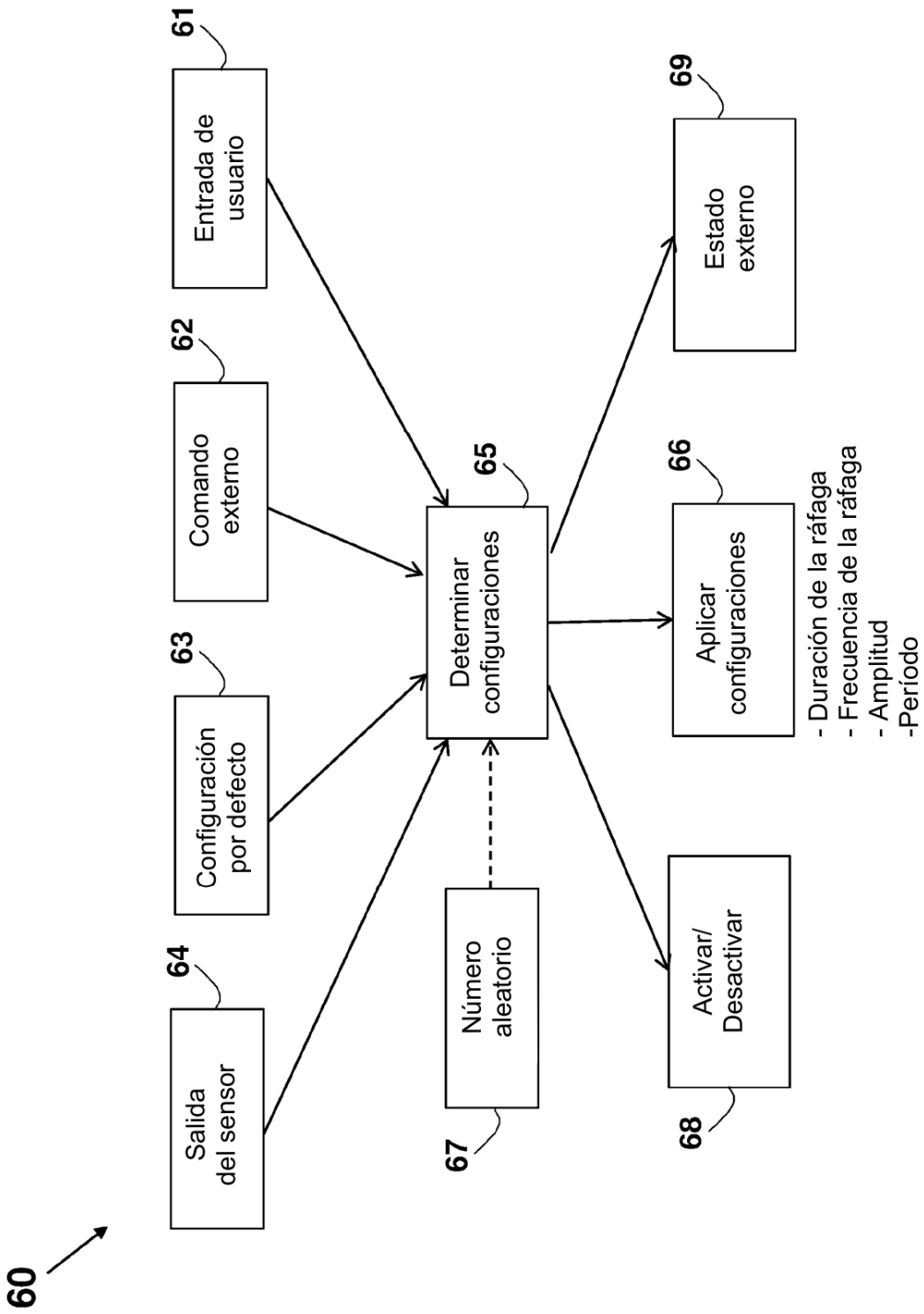
60
61
Entrada de usuario
62
Comando externo
63
Configuración por defecto
64
Salida del sensor
65
Determinar configuraciones
66
Aplicar configuraciones
- Duración de la ráfaga
- Frecuencia de la ráfaga
- Amplitud
-Período
67
Número aleatorio
68
Activar/ Desactivar
69
Estado externo

FIG. 6

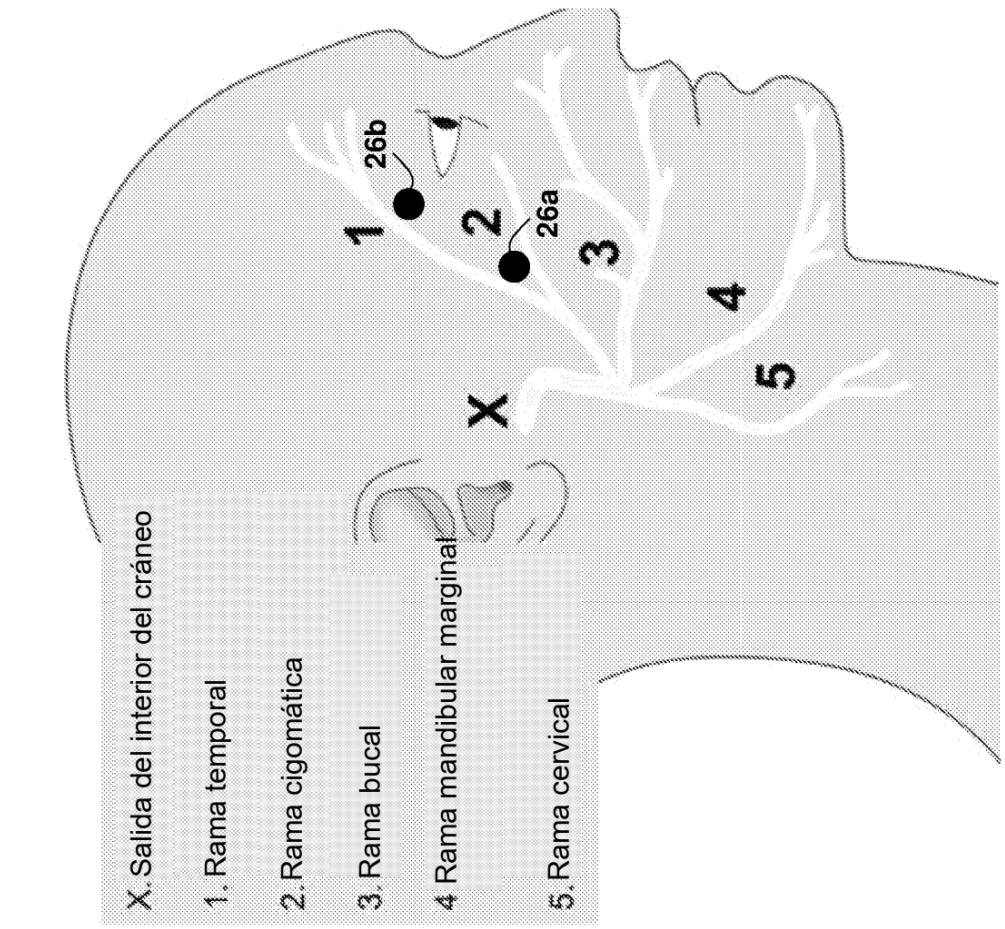
70
X. Salida del interior del cráneo
1. Rama temporal
2. Rama cigomática
3. Rama bucal
4 Rama mandibular marginal
5. Rama cervical
26b
26a
1
2
3
4
5
X

FIG. 7

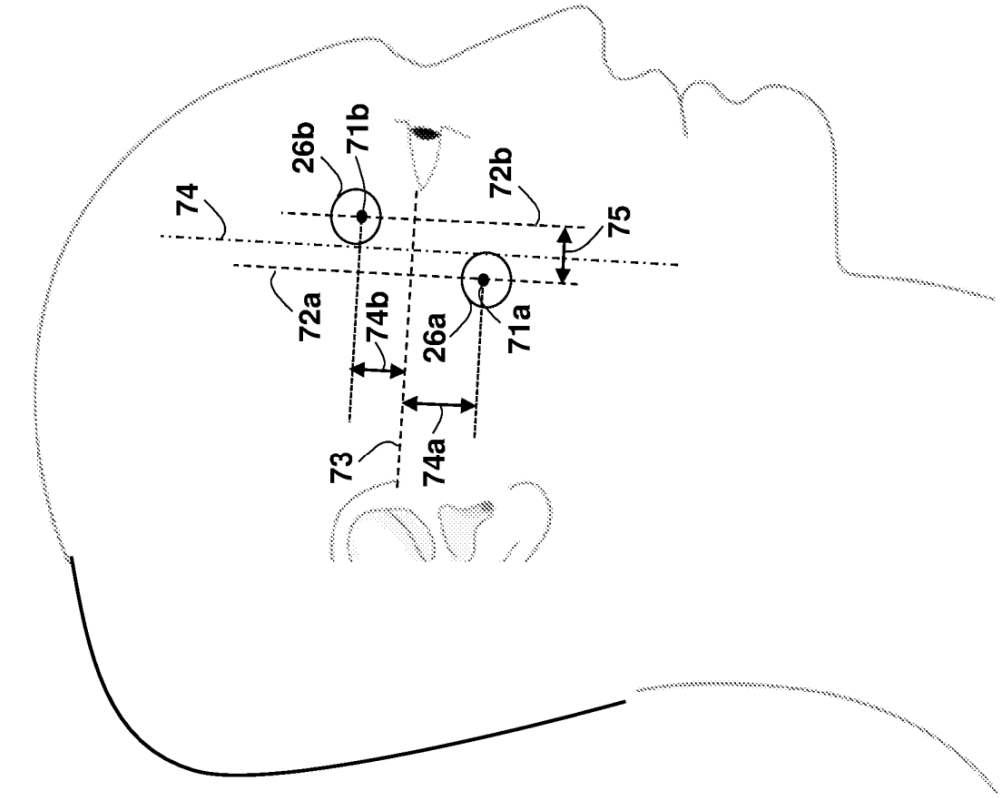

FIG. 7a

70a