

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 258**

51 Int. Cl.:

A61N 1/36 (2006.01)

A61H 39/00 (2006.01)

A61N 1/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2010 E 10766331 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.05.2014 EP 2477691**

54 Título: **Aparato para estimulación puntual**

30 Prioridad:

14.09.2009 AT 57209 U

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

18.08.2014

73 Titular/es:

**SZELES, JOZSEF CONSTANTIN (100.0%)
Glanzinggasse 5/7
1190 Wien, AT**

72 Inventor/es:

SZELES, JOZSEF CONSTANTIN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 486 258 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato para estimulación puntual

La invención se refiere a un aparato según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Un aparato similar, en el que para la estimulación de terminaciones nerviosas situadas en la región de las orejas están previstos electrodos superficiales, y, alternativamente, está prevista también una estimulación mediante un camino de corriente transcraneal que atraviesa el cráneo, está descrito en el documento WO 86/02567 A1. Además, un aparato similar, en el que está previsto un único canal de salida que conduce la corriente de tratamiento, al que están conectados varios cables flexibles que sirven para la conexión a, respectivamente, un electrodo de estimulación de aguja se deduce de la publicación: "The Short-and Long-Term Benefit in Chronic Low Back Pain Through Adjuvant Electrical Versus Manual Auricular Acupuncture" de Sator-Katzenschlager S M et al., publicado previamente en "Anesthesia and Analgesia" Vol. 98 págs. 1.359-1.364.

10 Es un objetivo de la invención conseguir un aparato del tipo mencionado anteriormente que con respecto a los detalles de la estimulación ofrezca un espectro mayor de posibilidades y por lo tanto permita conseguir un rango más amplio de aplicación terapéutica. También, en cuanto al aparato a conseguir, el efecto de las influencias que puedan perjudicar la estimulación, por ejemplo, el efecto de fuerzas que actúan desde fuera sobre los electrodos o el efecto de variaciones de los valores de resistencia existentes en la zona de los electrodos, deben mantenerse pequeños o poder ser compensados.

15 El aparato según la invención del tipo mencionado al principio está caracterizado por que, en el circuito de microordenador está previsto un circuito de control de corriente adaptativo que puede ser activado selectivamente por accionamiento externo, que está conectado operativamente a una memoria interna para parámetros de corriente de tratamiento, y mediante un convertidor digital-analógico que está conectado a un puerto digital del circuito de microordenador, suministra a al menos un amplificador previsto en un canal de salida, realizado para señales de salida bipolares, una señal de control que en el circuito de salida de este amplificador unido al electrodo de estimulación provoca un comportamiento de las intensidades de corriente y la tensión de estimulación que sigue adaptativamente a un valor de resistencia existente, respectivamente, en este circuito de salida de acuerdo con las relaciones:

$$I = k \cdot R$$

$$U = k \cdot R^2$$

20 donde k es una constante seleccionable. Por esta configuración, puede cumplirse satisfactoriamente el objetivo indicado anteriormente. Por ejemplo, en caso de una relajación provocada externamente de un asiento en principio buen conductor de la corriente de un electrodo de estimulación, o por ejemplo en caso de un fuerte incremento de la resistencia eléctrica del tejido subcutáneo en el lugar de punción de un electrodo de estimulación, la función estimulante del electrodo de estimulación en cuestión está menoscabada, pero sin embargo puede realizarse una estimulación, aunque sea limitada, con otro electrodo de estimulación, que ya está conectado a un canal de salida propio. También en caso de fallos de funcionamiento en la zona de un electrodo de referencia puede mantenerse una estimulación mediante un control correspondiente de los canales de salida independientes entre sí, produciéndose un flujo de corriente que es conducido a través de dos o más electrodos de estimulación. La existencia de múltiples canales de salida da también la posibilidad de en diferentes zonas de receptores en las que se encuentran diferentes terminaciones nerviosas, estimular de forma independiente con corrientes de tratamiento que difieren en sus parámetros. Así se puede prevenir en diferentes puntos de la oreja una estimulación con diferente intensidad y se puede estimular selectivamente por ejemplo, las cadenas nerviosas parasimpática y simpática. Los parámetros de las corrientes de tratamiento pueden ser seleccionados o ajustados de manera sencilla en intervalos amplios, de modo que por ejemplo, puede realizarse un cambio de las corrientes de tratamiento de alta intensidad, que están formadas por una serie de paquetes de impulsos y son especialmente adecuadas para la terapia del dolor en la fase aguda, a corrientes de tratamiento de menor intensidad que están formadas por impulsos individuales y son especialmente adecuadas para la terapia del dolor en caso de dolores crónicos, pudiendo también en el transcurso de tal tratamiento estar previsto al principio un aumento lento de la intensidad y al final una disminución lenta.

25 La detección de los valores de las corrientes suministradas a los electrodos de estimulación que se presentan en cada caso en el curso un tratamiento de estimulación y las tensiones que existen, respectivamente, en estos electrodos de estimulación es ventajoso para la programación de los parámetros de las corrientes de tratamiento y para su mantenimiento del curso de la estimulación. Para ello según formas de realización preferidas del aparato según la invención está previsto por un lado que en los canales de salida se incorporen resistencias de medición para medir la corriente en los caminos de corriente que conducen a los electrodos de estimulación y a las resistencias de medición individuales está conectado, respectivamente, un amplificador de medición cuya señal de salida es una medida de la intensidad de la corriente de tratamiento y es suministrada al circuito de microordenador, y por otra parte, está previsto que en al menos un canal de salida esté dispuesto un circuito de medición de la tensión que suministra al circuito de microordenador una señal de medición correspondiente a la tensión que existe

entre el electrodo de estimulación asociado al canal de salida en cuestión y un punto de potencial de referencia que se encuentra en el generador de corriente de tratamiento que está unido a un electrodo de referencia.

5 Asimismo está previsto ventajosamente que en el circuito de control de corriente adaptativo esté incorporado un circuito de regulación de corriente adaptativo al que es suministrado un valor de medición de resistencia para la medida de la corriente obtenida a partir de la señal de medición del circuito de medición de tensión y de la señal de salida del amplificador de medición, como señal efectiva.

10 En particular, para que se mantengan constantes las sensaciones que acompañan a la estimulación es ventajosa asimismo una realización del aparato según la invención mencionado antes que se caracteriza por que el circuito de control previsto en el circuito de microordenador suministra a los amplificadores previstos en los canales de salida una señal de control que en secuencia cíclica forma intervalos de tiempo en los que se produce un flujo de corriente a los electrodos de estimulación, e intervalos de tiempo en los que los canales de salida son inactivos, de modo que en cada caso un intervalo de tiempo de flujo de corriente y un intervalo de tiempo inactivo forman juntos un ciclo de estimulación y que una variación del promedio de las intensidades de corriente determinado a través de la duración de un ciclo de estimulación sea generado por variación de esta duración por medio de la señal de control.

15 Un realización del aparato según la invención que es especialmente ventajosa con respecto a un ajuste selectivo de la intensidad de las corrientes de tratamiento y que ofrece también la ventaja de que en caso de que se produzca un aumento no intencionado de la resistencia eléctrica en los circuitos de corriente que conducen a través de los circuitos de electrodos de estimulación, pudiendo producirse dicho aumento por elevaciones de resistencia en la piel o el tejido subcutáneo o en caso de aflojamiento del asiento de un electrodo de estimulación, no se producen picos de tensión que serían percibidos como incómodos en ciertas circunstancias, está caracterizada por que en el circuito de microordenador está previsto un circuito de control de tensión constante que puede ser activado selectivamente por accionamiento externo, el cual está conectado operativamente a una memoria interna para parámetros de corriente de tratamiento y a través de un convertidor digital-analógico es suministrada a al menos un amplificador previsto en un canal de salida una señal de control que provoca en el circuito de salida de este amplificador unido a un electrodo de estimulación el comportamiento de una fuente de tensión constante ajustable en cuanto al valor de tensión. Para ello es además ventajoso si se prevé que en el circuito de control de tensión constante esté incorporado un circuito de regulación de tensión constante al que sea alimentada la señal de medición del circuito de medida de tensión en cuestión, como señal efectiva.

30 Si es prioritario el mantenimiento de una cierta intensidad seleccionada de la corriente de tratamiento, es ventajosa una forma de realización del aparato según la invención que se caracteriza por que en el circuito de microordenador está previsto un circuito de control de corriente constante que puede ser activado selectivamente por accionamiento externo, el cual está conectado operativamente a una memoria interna para parámetros de corriente de tratamiento y mediante un convertidor digital-analógico suministra a al menos un amplificador previsto en un canal de salida una señal de control que provoca en el circuito de salida de este amplificador unido a electrodo de simulación el comportamiento de una fuente de corriente constante ajustable con respecto a la intensidad de corriente y en el circuito de control de corriente constante está incorporado un circuito de regulación de corriente constante al que es alimentada la señal de salida del amplificador de medida, como señal efectiva .

40 Para un tratamiento de estimulación en caso de determinados trastornos de salud o enfermedades, y por ejemplo, para conseguir una sensación homogénea en toda la oreja es ventajoso cambiar continuamente la polaridad de las corrientes de tratamiento. Para ello está prevista una realización del aparato según la invención en la que durante un flujo de corriente de las corrientes de tratamiento suministradas a los electrodos de estimulación individuales, estos electrodos de estimulación en el instante considerado en cada caso presenten polaridad diferente entre sí respecto a punto de potencial de referencia que está unido a los circuitos de corriente de tratamiento. Esta realización tiene como resultado también una descarga al menos parcial de un electrodo de referencia unido al punto de potencial de referencia de las corrientes de tratamiento que fluyen a través de los electrodos de estimulación. Este efecto se produce aún en mayor medida en un perfeccionamiento en el que los electrodos de estimulación individuales que presentan polaridad diferente entre sí en el instante considerado, compensan mutuamente las corrientes de tratamiento alimentadas en el instante considerado y así no fluye corriente de tratamiento a través de un electrodo de referencia. Puede ahorrarse así un electrodo de referencia. Es también ventajoso que se prevea que el circuito de control previsto en el circuito de microprocesador alimente a los amplificadores previstos en los canales de salida una señal de control que en sucesión cíclica forme intervalos de tiempo en los que se produce un flujo de corriente a los electrodos de estimulación e intervalos de tiempo en los que los canales de salida están inactivos, y en el curso de cada intervalo de tiempo de flujo de corriente provoca un cambio de polaridad, de modo que cada caso un intervalo de tiempo de flujo de corriente y un intervalo de tiempo inactivo forman juntos un ciclo de estimulación y en los intervalos de tiempo de flujo de corriente fluye una corriente de tratamiento en forma de un paquete de impulsos sucesivos, o en forma de un impulso individual. Se prevé preferiblemente que el cambio de polaridad se produzca en el curso de los intervalos de tiempo de flujo de corriente. Esto a menudo se considera terapéuticamente beneficioso.

60 Desde un punto de vista terapéutico y también en cuanto a reducir o evitar el flujo de corriente de tratamiento a través de un electrodo de referencia es ventajosa una realización del aparato según la invención que se caracteriza por que el circuito de control previsto en el circuito de microordenador suministra a los amplificadores previstos en los canales de salida una señal de control que en secuencia cíclica forma intervalos de tiempo en los que se produce

un flujo de corriente a los electrodos de estimulación, e intervalos de tiempo en los que los canales de salida son inactivos, de modo que en cada caso un intervalo de tiempo de flujo de corriente y un intervalo de tiempo inactivo forman juntos un ciclo de estimulación, provocan en el curso de los intervalos tiempo de flujo de corriente individuales una o más variaciones de intensidad de las corrientes de tratamiento alimentadas a los electrodos de estimulación individuales, de modo que las variaciones de intensidad que se producen en un electrodo de estimulación considerado en cada caso se producen en sentido contrario a las variaciones de intensidad que se producen en uno u otros varios electrodos de estimulación considerados en cada caso. Esto puede ser realizado ya con dos canales de salida y electrodos de estimulación, pero parece más viable con tres o más canales de salida y electrodos de estimulación. Una realización preferida se caracteriza así por que están previstos tres canales de salida cada uno asociado a su electrodo de estimulación propio y en los intervalos de tiempo de flujo de corriente en cada instante considerado, la corriente de tratamiento alimentada a cada electrodo de estimulación individual es compensada en cuanto a intensidad y polaridad por las corrientes de tratamiento alimentadas a los otros dos electrodos de estimulación respectivos.

Particularmente adaptada a una terapia del dolor en casos crónicos, pero también favorable en otros casos, es una configuración del dispositivo que se caracteriza porque las corrientes de tratamiento suministradas a los electrodos de estimulación individuales en cada intervalo de tiempo de flujo de corriente están formadas por un impulso individual, y en cada uno de estos impulsos individuales están previstas varias variaciones de intensidad que se suceden temporalmente y al menos un cambio de polaridad. Para ello es preferida una realización en relación con tres canales de salida. Para conseguir la compensación mutua de las corrientes de tratamiento mencionada, es favorable prever que la variación única o múltiple de la intensidad de corriente de tratamiento prevista en los intervalos de tiempo del flujo de corriente individuales se realice de forma escalonada.

Como ya se mencionó anteriormente, en determinadas terapias de estimulación, por ejemplo en terapias de dolor para dolencias crónicas, al principio de un tratamiento es ventajoso elevar lentamente la intensidad de estimulación partiendo de valores pequeños hasta la medida completa prevista. Para ello se prevé una forma de realización del aparato según la invención que se caracteriza por que el circuito de control previsto en el circuito de microordenador alimenta a los amplificadores dispuestos en los canales de salida una señal de control que forma en secuencia cíclica intervalos de tiempo en los que se produce un flujo de corriente a los electrodos de estimulación e intervalos de tiempo en los que los canales de salida son inactivos, de modo que en cada caso un intervalo de tiempo de flujo de corriente y un intervalo de tiempo inactivo forman juntos un ciclo de estimulación y al comienzo de una secuencia de ciclos de estimulación formada por una pluralidad de ciclos de estimulación sucesivos, durante varios ciclos de estimulación consecutivos, la intensidad de la corriente de tratamiento suministrada a un electrodo de estimulación en cuestión, considerada como promedio a través del intervalo de tiempo de flujo de corriente respectivo, aumenta de forma continua en cada caso de un ciclo de estimulación al siguiente ciclo de estimulación, y después de ello durante una pluralidad de ciclos de estimulación sucesivos en sus intervalos de tiempo de flujo de corriente se mantiene el nivel alcanzado previamente de la intensidad de las corrientes de tratamiento. Se puede mejorar así tanto la sensación de la estimulación como el efecto del tratamiento, si se prevé que al final de la secuencia de ciclos de estimulación, el circuito de control alimente a los amplificadores previstos en los canales de salida una señal de control que en cada caso reduzca continuamente la intensidad de la corriente de tratamiento alimentada a un electrodo de estimulación en cuestión, considerada como promedio a través del intervalo de tiempo de flujo de corriente respectivo, desde un ciclo de estimulación al ciclo de estimulación siguiente.

Con respecto al suministro de energía del aparato según la invención es preferida una forma de realización que se caracteriza por que para la alimentación de los amplificadores previstos en los canales de salida está previsto un transformador de tensión con salida bipolar, que a su vez es alimentado por la batería proporcionada en el aparato. Se puede así realizar la alimentación de los amplificadores con una batería que está formada por una célula o por unas pocas células y en el espacio dado posee un contenido relativamente alto de energía que posibilita un funcionamiento de estimulación durante una serie de días. Otra prolongación de la posible duración de tratamiento con el aparato se puede conseguir por minimización de las pérdidas que se producen en el transformador de tensión mencionado. Para este fin, un perfeccionamiento de la forma de realización mencionada antes prevé que en la conexión de alimentación que conduce desde la batería al transformador de tensión esté insertado un dispositivo de conmutación que interrumpe la alimentación del transformador de tensión, tanto durante las pausas de flujo de corriente que existen en los circuitos de corriente de tratamiento como en caso de sobrepasarse un valor límite predeterminado de la corriente extraída de la batería por el transformador de tensión. El dispositivo de conmutación tiene así, además de la función de ahorro de energía, el papel de aseguramiento frente a sobrecarga de la batería y frente a que se sobrepasen valores predeterminados de las corrientes de tratamiento.

Otra forma de realización, que es eficaz en el sentido de aprovechar lo más posible la energía contenida en la batería de alimentación, se caracteriza por que para la alimentación del circuito de microordenador, del convertidor de digital-analógico y de los circuitos de señal de medición dispuestos en el aparato está previsto un transformador de tensión con salida unipolar conectado a la batería, que está puenteado por un diodo Schottky, y se activa solo cuando cae la tensión de la batería y suministra en su salida una tensión correspondiente a la tensión teórica de la batería.

Para el ajuste de los parámetros de las corrientes de tratamiento al caso de tratamiento en cuestión en cada caso, es ventajosa y preferida una forma de realización del aparato según la invención que se caracteriza por que el

aparato presenta un dispositivo de transmisión inalámbrico conectado al circuito de microordenador para la introducción mediante un aparato de control externo de parámetros de las corrientes de tratamiento previstas para el tratamiento respectivo que van a ser almacenados. Se puede prever ventajosamente además que el aparato presente un dispositivo de transmisión inalámbrico conectado al circuito de microordenador para la transmisión de los parámetros almacenados de las corrientes de tratamiento previstas para el tratamiento respectivo a un aparato de mando y control externo.

Como aparato de control externo puede emplearse un ordenador convencional que posea una interfaz a la que pueda ser conectado un adaptador dotado de un dispositivo de emisión y recepción.

Para la transmisión inalámbrica pueden emplearse ventajosamente dispositivos que operen en una banda en el rango de ondas decimétricas prevista para fines de control. Pueden emplearse también dispositivos en los que la transmisión de las informaciones de control se realice en la zona infrarroja. Son posibles también formas de realización más sencillas en las que las informaciones de control que corresponden a los parámetros de las corrientes de tratamiento previstas sean almacenadas durante la fabricación de tal aparato.

La invención se explicará ahora con más detalle por medio de ejemplos con referencia al dibujo en el que están representados esquemáticamente ejemplos de realización del objeto de la invención. En el dibujo muestran:

Fig. 1, un ejemplo de realización de un aparato configurado según la invención en una representación esquemática de bloques;

Figs. 2, 3 y 4, diagramas que ilustran los distintos tipos de control de las corrientes de tratamiento previstas para la estimulación;

Figs. 5 a 10, diagramas temporales que representan el curso de las corrientes de estimulación previstas para la estimulación que se producen en diversas formas de realización del aparato según la invención; y

Fig. 11, muestra un diagrama de bloques de una forma de realización de un circuito de suministro de tensión previsto en un aparato según la invención.

El ejemplo de realización de un aparato configurado según la invención, que está representado en forma esquemática de bloques en la Fig. 1, está previsto para la estimulación puntual de terminaciones nerviosas situadas en la región de las orejas que conducen a los núcleos del tronco cerebral. Este aparato 1 presenta un generador de corriente de tratamiento 3 alimentado por batería, que está dispuesto en una carcasa 4 que debe ser llevada en el cuerpo en la región de una oreja 2 en la que deba realizarse la estimulación. Con respecto a las dimensiones del aparato 1 hay que mencionar que la representación en la Fig. 1 ilustra en principio las características constructivas y funcionales, y las dimensiones de la carcasa 4 que rodea a los componentes del aparato pueden ser mantenidas por regla general menores que las dimensiones de la oreja 2. El generador de corriente de tratamiento 3 alimentado con batería incluye un circuito electrónico que forma una corriente de tratamiento de baja frecuencia que a través de cables flexibles 5a, 5b, 5c alimenta a los electrodos de estimulación de aguja 6a, 6b, 6c que se van a disponer en la oreja 2. Un electrodo de referencia realizado en el caso presente como electrodo de aguja 7 está conectado a un punto de potencial de referencia 0 del aparato mediante un cable flexible 8. El electrodo de referencia 7 también puede estar diseñado de otra manera, por ejemplo en forma de electrodo superficial que puede estar dispuesto en un cable flexible 8, como está representado, o también puede asentarse mecánicamente de otra forma en la carcasa 4 del aparato. En el marco del circuito electrónico mencionado, el generador de corriente de tratamiento 3 presenta varios canales de salida 9a, 9b, 9c que operan de forma analógica, de modo que cada uno de estos canales de salida está asociado a un electrodo de estimulación 6a, 6b, 6c propio y proporciona la corriente de tratamiento a estos electrodos. Los canales de salida que operan de forma analógica mencionados están conectados por el lado de entrada, respectivamente, a un circuito de microordenador 10, en el que pueden ser almacenados en una memoria 11 valores de los parámetros de las corrientes de tratamiento previstos para el tratamiento respectivo para su lectura continua. En los canales de salida individuales 9a, 9b, 9c está previsto, respectivamente, un amplificador 15a, 15b, 15c controlado por un convertidor digital-analógico 12 que está diseñado para señales de salida bipolares. En cuanto a la construcción, ventajosamente los convertidores digital-analógico están reunidos en una unidad, pero también pueden ser realizados por separado. El convertidor digital-analógico 12 está a su vez conectado a un puerto digital 13 del circuito de microordenador 10. Están previstos al menos dos de los canales de salida mencionados a los que están asociados respectivamente electrodos de estimulación propios, preferiblemente, como está representado, tres canales de salida de este tipo. Pero se puede prever también, si se desea, un mayor número de tales canales de salida y electrodos de estimulación unidos a ellos. Como amplificadores 15a, 15b, 15c se prevén preferentemente amplificadores operacionales.

En los canales de salida 9a, 9b, 9c, 16c están insertadas resistencias de medición 17a, 17b, 17c en los caminos de corriente 16a, 16b, 16c que conducen a los electrodos de estimulación, 6a, 6b, 6c que sirven para medir la intensidad de las corrientes de tratamiento. En las resistencias de medición 17a, 17b, 17c individuales está conectado, respectivamente, un amplificador de medida 18a, 18b, 18c, cuya señal de salida es una medida de la intensidad de la corriente de tratamiento, y esta señal de salida es dirigida al circuito de microordenador 10. En los canales de salida 9a, 9b, 9c están previstos también circuitos de medición de tensión 19a, 19b, 19c, cada uno de los

cuales proporciona una señal de medición al circuito de microordenador 10 que corresponde a la tensión que existe entre el electrodo de estimulación 6a, 6b, 6c asociado al canal de salida en cuestión, y el potencial de referencia 0 o el electrodo de referencia 7.

5 En el circuito de microordenador 10 está previsto un circuito de control de tensión constante 20 que puede ser
 10 activado selectivamente por accionamiento externo, el cual está conectado operativamente a la memoria interna 11
 para parámetros de corriente de tratamiento y a través del convertidor digital-analógico 12 a al menos uno de los
 amplificadores 15a, 15b, 15c, que están previstos en un canal de salida 9a, 9b, 9c respectivo, proporciona una señal
 de control a través de las salidas 14a, 14b, 14c del convertidor digital-analógico 12 que en el circuito de salida del
 15 amplificador 15a, 15b, 15c respectivo unido a un electrodo de estimulación 6a, 6b, 6c provoca el comportamiento de
 una fuente de tensión constante ajustable en cuanto al valor de tensión. Preferiblemente está previsto además como
 está representado en la Fig. 1 que en el circuito de control de tensión constante 20 esté incorporado un circuito de
 regulación de tensión constante 23 al que es alimentada la señal de medición del circuito de medición de tensión
 19a 19b, 19c en cuestión, como señal efectiva. Además está previsto un circuito de control de corriente constante 21
 que puede ser activado selectivamente por accionamiento externo, el cual está igualmente conectado
 20 operativamente a la memoria interna 11 para parámetros de corriente de tratamiento y a través del convertidor
 digital-analógico 12, a cuyas salidas 14a, 14b, 14c están conectados los amplificadores 15a 15b, 15c, es
 suministrada a al menos uno de estos amplificadores una señal de control que en el circuito de salida de este
 amplificador 15a, 15b, 15c unido a un electrodo de estimulación 6a, 6b, 6c provoca el comportamiento de una fuente
 de corriente constante ajustable en cuanto a la intensidad de corriente; para ello en el circuito de control de corriente
 constante 21 está incorporado un circuito de regulación de corriente constante 24 al que es alimentada la señal de
 salida del amplificador de medida 18a, 18b, 18c asociado al amplificador 15a, 15b, 15c respectivo, como señal
 efectiva.

Además, en el circuito de microordenador 10 está previsto un circuito de control de corriente adaptativo 22 que
 25 puede ser activado selectivamente por accionamiento externo, el cual está conectado operativamente a la memoria
 interna 11 para parámetros de corriente de tratamiento y a al menos un amplificador 15a, 15b, 15c previsto en un
 canal de salida 9a, 9b, 9c es alimentada una señal de control, de manera que en el circuito de salida del amplificador
 15a, 15b, 15c en cuestión unido a un electrodo de estimulación, 6a, 6b, 6c provoca un comportamiento de las
 30 intensidades de corriente y tensión de estimulación que sigue de forma adaptativa al valor de resistencia presente en
 cada caso en este circuito de salida en correspondencia a las relaciones $I = k \cdot R$ y $U = K \cdot R^2$, donde k es una
 constante seleccionable. Preferiblemente, asimismo en el circuito de control de corriente adaptativo 25 está
 integrado un circuito de regulación de la corriente adaptativo 22, al que es suministrado un valor de medida de
 resistencia para la medición de la corriente obtenido a partir de la señal de medición del circuito de medición de la
 tensión 19a, 19b, 19c respectivo y la señal de salida del amplificador de medida 18a, 18b, 18c respectivo, como
 35 señal efectiva. Para formar el valor de medida de resistencia está previsto en el circuito de microordenador 10 un
 circuito de cálculo de resistencia 26.

La determinación de la resistencia o también una medición de la tensión con un circuito de medición de tensión
 mencionado anteriormente puede ser empleado también para controlar si los electrodos de estimulación han sido
 colocados correctamente durante su emplazamiento.

40 En el sentido de una posibilidad de uso variada del aparato se pueden prever en el circuito de microordenador 10
 tres circuitos de control diferentes 20, 21, 22, como está representado en la Fig. 1; pero también en el sentido de una
 simplificación o en el sentido de una orientación del aparato a determinadas formas de terapia, también prever solo
 uno o dos de estos circuitos de control. En la carcasa 4 del aparato se pueden disponer también, como está
 representado, la batería de alimentación 27 y por ejemplo el dispositivo de transmisión 29 inalámbrico equipado con
 45 una antena 28 que sirve para la introducción de los parámetros de almacenamiento de las corrientes de tratamiento
 previstas para el respectivo tratamiento y que a su vez está conectada al circuito de microordenador 10.

Es ventajoso constructiva y funcionalmente que se prevea que el circuito de microordenador 10 con su memoria 11 y
 los circuitos de control 20, 21, 22, 26, y preferiblemente también los componentes que forman los canales de salida
 9a, 9b, 9c y los asociados a estos canales de salida, estén integrados en un microchip. También componentes que
 50 sirvan para la transmisión inalámbrica de los parámetros de las corrientes de tratamiento pueden ser incorporados
 en dicha integración.

Las figuras 2, 3 y 4 ilustran la relación entre los valores de corriente, tensión y resistencia eléctrica activos en los
 electrodos del circuito de corriente respectivo, que conduce desde el amplificador situado en el canal de salida
 respectivo a través del electrodo de estimulación asociado, en diferentes formas de funcionamiento.

La Fig. 2 muestra esta relación cuando el amplificador existente en el canal de salida respectivo, dispuesto en el
 55 circuito de corriente mencionado que conduce a través de un electrodo de estimulación, presenta el comportamiento
 de una fuente de tensión constante ajustable. Hay varios valores de tensión que pueden ser seleccionados, los
 cuales están designados por U1, U2 y U3, y resulta la corriente que circula en cada caso a partir del punto de
 intersección de las líneas rectas de resistencia designadas por R con el valor de tensión ajustado en ese caso. En el
 electrodo de estimulación se aplica la tensión (U1, U2, U3) ajustada respectivamente, y disminuye la corriente I que
 60 fluye a través del electrodo de estimulación al aumentar la resistencia en el circuito del electrodo de estimulación, y

aumenta al disminuir la resistencia. Un aumento en la resistencia R está indicado en la Fig. 2 con + y una reducción de la resistencia R con -.

5 La Fig. 3 ilustra las relaciones cuando en el circuito de salida de un amplificador previsto en un canal de salida unido a un electrodo de estimulación existe el comportamiento de una fuente de corriente constante ajustable en cuanto a la intensidad de corriente. Hay indicados tres valores de corriente I1, I2, I3 ajustables selectivamente. La tensión que se produce en el electrodo de estimulación considerado en cada caso aumenta al crecer la resistencia y cae al caer la resistencia.

10 La Fig. 4 muestra las relaciones en el caso de un comportamiento de la intensidad de corriente y la tensión de estimulación que sigue de forma adaptativa al valor de resistencia presente, respectivamente, en el circuito de corriente de un electrodo de estimulación en caso de un control adaptativo del amplificador en correspondencia a las relaciones $I = k \cdot R$ y $U = K \cdot R^2$. Los valores coincidentes de la intensidad de la corriente que fluye a través del electrodo de estimulación en cuestión y de la tensión activa en el electrodo de estimulación se sitúan en curvas características de tipo parabólico y están dibujadas en la Fig. 4 dos de dichas curvas características que corresponden a valores de k diferentes entre sí y se designan con K1 y K2. Los valores de la intensidad de corriente y la tensión de alimentación que resultan en caso de un valor determinado de la resistencia en el circuito de corriente que conduce a través del electrodo de estimulación en cuestión están dados por el punto de intersección existente en cada caso de las rectas de resistencia R con la curva característica correspondiente al valor k respectivo. En caso de una reducción del valor de la resistencia, disminuyen la corriente y la tensión en el circuito de corriente de estimulación y viceversa, la corriente y la tensión se elevan en el circuito de corriente de estimulación al aumentar la resistencia activa en el circuito de corriente de estimulación. Tal comportamiento adaptativo de los valores de corriente y tensión en el electrodo de estimulación considerado en cada caso ofrece la ventaja de una adaptación a la sensación presente en muchos pacientes, por lo cual en caso de valores bajos de la corriente de estimulación pueden percibirse intensamente variaciones de la misma, mientras que en caso de valores altos de la corriente de estimulación son percibidas variaciones de la misma en medida claramente menor.

25 Un tratamiento de estimulación se extiende por lo general durante largos períodos de tiempo, alternándose intervalos de tiempo en los que se realiza un flujo de corriente a los electrodos de estimulación con intervalos de tiempo en los que el flujo de corriente es interrumpido. Normalmente en este caso están previstos en secuencia alternante intervalos de tiempo de flujo de corriente cortos e intervalos de tiempo inactivos cortos y tras un gran número de tales ciclos, largas pausas, por ejemplo con una duración de 1 hora.

30 La Fig. 5 muestra el curso a lo largo del tiempo de tal estimulación, alternándose intervalos de tiempo de flujo de corriente 30 en secuencia cíclica con intervalos de tiempo inactivos 31 y en cada caso un intervalo de tiempo de flujo de corriente 30 y un intervalo de tiempo inactivo 31 forman juntos un ciclo de estimulación 32. En los intervalos de tiempo de flujo de corriente 30, la corriente de tratamiento tiene la forma de un paquete de impulsos consecutivos 33, que duran por ejemplo cada uno unos pocos milisegundos. En cada intervalo de tiempo de flujo de corriente 30, en el caso representado en la Fig. 5, al principio del mismo se realiza un cambio de la polaridad de la corriente de tratamiento.

40 La Fig. 6 muestra una variante de la secuencia temporal de un tratamiento de estimulación representada en la Fig. 5, de modo que en el caso representado en la Fig. 6 la corriente de tratamiento que fluye en los intervalos de flujo de corriente 30 tiene en cada uno de tales intervalos de tiempo 30 la forma de un impulso individual 34. Al comienzo de cada intervalo de tiempo de flujo de corriente 30, de manera análoga al curso ilustrado en la Fig. 5, tiene lugar un cambio de polaridad de la corriente de tratamiento.

En las figuras. 5 y 6 los impulsos de estimulación están representados con un valor de tensión constante correspondiente a un comportamiento de los amplificadores previstos en los canales de salida del aparato según la invención como fuente de tensión constante.

45 La Fig. 7 muestra el curso a través del tiempo de otra forma de estimulación. La corriente de tratamiento que fluye en los intervalos de tiempo de flujo de corriente 30 tiene en este caso la forma de impulsos dobles 35 y 36, cuya polaridad es opuesta entre sí, realizándose el cambio de polaridad en el curso de los intervalos de tiempo de flujo de corriente 30. En esta forma de realización que está orientada particularmente a una regulación adaptativa de la corriente de tratamiento, está previsto que la intensidad de la corriente de tratamiento sea variada para adaptarse a las peculiaridades existentes en cada caso. Son variados así por un lado los intervalos de tiempo inactivos de los ciclos de estimulación, con lo que cambia también la longitud de los ciclos de estimulación, de modo que, por ejemplo, los intervalos de tiempo inactivos 31b son más largos que el intervalo de tiempo inactivo 31a y, correspondientemente, los ciclos de estimulación 32b son más largos que el ciclo de estimulación 32a. Resulta así una variación del promedio de las intensidades de corriente determinado a través de la duración de un ciclo de estimulación por la variación de la duración del ciclo de estimulación. La intensidad de la corriente se tiene en cuenta, prescindiendo del cambio de polaridad, mediante la suma de los impulsos individuales 35, 36. Además, en el curso representado en la Fig. 7 de un proceso de estimulación está prevista una variación de la amplitud de las corrientes de tratamiento.

La Fig. 8 muestra en el curso temporal las corrientes de tratamiento que están presentes en dos electrodos de estimulación, los cuales están asociados a un canal de salida respectivo de un aparato realizado según la invención. Las corrientes de tratamiento en los intervalos de tiempo de flujo de corriente 30 están formadas, respectivamente, por un paquete de impulsos 33 sucesivos, de modo que en cada caso durante la transición de un paquete de estos impulsos 33 al siguiente paquete de estos impulsos se realiza un cambio de polaridad 37. Con respecto a un electrodo de referencia conectado a los circuitos de corriente de tratamiento, la corriente de tratamiento alimentada al electrodo de estimulación 6a en los intervalos de tiempo de flujo de corriente 30 presenta una polaridad diferente a la de la corriente de tratamiento alimentada al electrodo de estimulación 6b. Puesto que además las intensidades de los impulsos 33 de la corriente de tratamiento alimentada al electrodo de estimulación 6a son iguales a las intensidades de los impulsos 33 de la corriente de tratamiento alimentada al electrodo de estimulación 6b y por la diferente polaridad entre sí en el instante considerado se compensan mutuamente, resulta que aquí por un electrodo de referencia que está conectado a los circuitos de corriente de tratamiento no fluye corriente de tratamiento. En caso de diferente intensidad de los impulsos de las corrientes de tratamiento suministradas a los electrodos de estimulación 6a, 6b resulta solo una compensación parcial, y tiene lugar un flujo de corriente a través de tal electrodo de referencia, aunque reducido.

La Fig. 9 muestra el curso en el tiempo de corrientes de tratamiento que son suministradas a tres electrodos de estimulación 6a, 6b, 6c, estando asociados estos electrodos de estimulación a su vez, respectivamente, a un canal de salida de un aparato realizado según la invención. Las corrientes de tratamiento alimentadas a los electrodos de estimulación 6a, 6b, 6c individuales están formadas en cada intervalo de tiempo de flujo de corriente 30 por un impulso individual 34, de modo que en cada uno de estos impulsos individuales están previstas varias variaciones de intensidad y cambio de polaridad 37 sucesivas en el tiempo. Las variaciones de intensidad en las corrientes de tratamiento son realizadas así de forma escalonada. Se tiene asimismo que las variaciones de intensidad que se realizan en un electrodo de estimulación respectivo se producen en sentido contrario a las variaciones de intensidad que se producen en uno o varios de los otros electrodos de estimulación considerados. Por la adaptación mutua de la medida de las variaciones de intensidad se consigue en cada instante respectivo en el marco de los intervalos de tiempo de flujo de la corriente que la corriente de tratamiento alimentada a cada electrodo de estimulación individual 6a, 6b, 6c sea compensada en cuanto a intensidad y polaridad por las corrientes de tratamiento alimentadas a los otros dos electrodos de estimulación 6a, 6b, 6c respectivos. Resulta así que no fluye corriente de tratamiento a través de un electrodo de referencia previsto en el aparato. También eventuales inseguridades de contacto en uno de los electrodos de estimulación son compensadas en gran medida automáticamente, manteniéndose pequeña también en tal caso una corriente de compensación que eventualmente fluye a través de un electrodo de referencia.

En el curso de una corriente de tratamiento alimentada a un electrodo de estimulación representado en la Fig. 10, al principio 38 de una secuencia de ciclos de estimulación formada por ciclos de estimulación 32 sucesivos, durante varios ciclos de estimulación sucesivos la intensidad de la corriente de tratamiento que es alimentada a un electrodo de estimulación 6a, 6b, 6c respectivo, considerada como promedio a través del intervalo de tiempo de flujo de corriente 30 respectivo, aumenta continuamente desde un ciclo de estimulación 32 al ciclo de estimulación siguiente y luego se mantiene en el nivel de intensidad alcanzado antes durante una pluralidad de ciclos de estimulación sucesivos. Al final 39 de la secuencia de ciclos de estimulación, la intensidad de la corriente de tratamiento alimentada al electrodo de estimulación respectivo se reduce continuamente en cada caso desde un ciclo de estimulación al ciclo de estimulación que le sigue.

Las características presentes en los ejemplos de realización de los cursos temporales de corrientes de tratamiento previstas para la estimulación no se deben ser consideradas solo por sí solas en relación al ejemplo de realización respectivo, sino que también pueden combinarse entre sí en el marco de la invención. En particular, los cursos temporales representados para un canal de salida por mayor claridad, como se muestra en las figuras 5, 6, 7 y 10, siguiendo el concepto de la invención, pueden ser aplicados a varios canales de salida, existiendo también en cuanto a los parámetros de los impulsos de estimulación a prever todas las distintas posibilidades. Por lo tanto, en las diferentes formas de realización pueden preverse a discreción paquetes de impulsos sucesivos o impulsos individuales, siendo viables diferentes variantes de cambios de polaridad y variaciones de intensidad. Además de la alimentación de diferentes corrientes a los distintos electrodos de estimulación aquí tratada, puede pensarse eventualmente también en una alimentación sincronizada de estos electrodos.

En la forma de realización representada en la Fig. 11 de un circuito de suministro de tensión de funcionamiento previsto en un aparato realizado según la invención, para la alimentación de los amplificadores 15a, 15b, 15c dispuestos en los canales de salida 9a, 9b, 9c se puede prever un transformador de tensión 40 con salida bipolar, que a su vez es alimentado por la batería 27 prevista en el aparato. En la conexión de alimentación 41 que conduce desde la batería 27 al transformador de tensión 40 está intercalado un circuito de conmutación 42 que por control del circuito de microordenador 10 interrumpe la alimentación del transformador de tensión 40 tanto durante las pausas del flujo de corriente existentes en los circuitos de corriente de tratamiento, como en caso de sobrepasarse un valor límite predeterminado de la corriente extraída de la batería 27 por el transformador de tensión 40. Para la alimentación del circuito de microprocesador 10, del convertidor digital-analógico 12, y de los circuitos de señal de medición 18a, 18b, 18c, 19a, 19b, 19c eventualmente existentes está previsto un transformador de tensión 43 con salida unipolar conectado a la batería 43 que es puenteado por un diodo Schottky 44 y solo se activa cuando cae la tensión de la batería y en su salida emite una tensión correspondiente a la tensión teórica de la batería.

El dispositivo de transferencia 29 está preferiblemente diseñado tanto para la introducción de parámetros a almacenar de las corrientes de tratamiento previstas para el tratamiento respectivo, como para la transmisión de los parámetros almacenados en la memoria 11 del circuito de microordenador 10 de las corrientes de tratamiento previstas para el tratamiento respectivo a un aparato de mando y control externo.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (1) para la estimulación puntual de terminaciones nerviosas situadas en la región de las orejas que conducen a los núcleos del tronco encefálico, de modo que el aparato (1) presenta un generador de corriente de tratamiento (3) alimentado por batería, el cual está dispuesto en una carcasa (4) para ser llevada en la zona de la oreja y que está provisto de un circuito electrónico (10, 12) que genera una corriente de tratamiento de baja frecuencia y dicho aparato (1) presenta al menos dos cables flexibles (5a, 5b, 5c) que parten del generador de corriente de tratamiento (3) para la conexión respectiva a un electrodo de estimulación de aguja (6a, 6b, 6c) que se va a posicionar en una terminación nerviosa, en el que el generador de corriente de tratamiento (3) presenta varios canales de salida (9a, 9b, 9c) que operan de forma analógica, y a cada uno de estos canales de salida está asociado un electrodo de estimulación (6a, 6b, 6c) propio, y para el control de la corriente de tratamiento estos canales de salida que operan de forma analógica están conectados por separado a un circuito de microordenador (10) por el lado de entrada, en el que los valores de los parámetros de las corrientes de tratamiento previstas para el tratamiento respectivo pueden ser almacenados en una memoria (11) para su lectura continua, caracterizado por que en el circuito de microordenador (10) está previsto un circuito de control de corriente adaptativo (22) que puede ser activado selectivamente por accionamiento externo, que está conectado operativamente a una memoria interna (11) para parámetros de corriente de tratamiento y a través de un convertidor digital-analógico (12) que está conectado a un puerto digital (13) del circuito de microordenador (10), suministra a al menos un amplificador (15a, 15b, 15c) previsto en un canal de salida (9a, 9b, 9c) y diseñado para señales de salida bipolares, una señal de control que provoca en el circuito de salida de este amplificador (15a, 15b, 15c) conectado a un electrodo de estimulación (6a, 6b, 6c) un comportamiento de la intensidad de la corriente y de la tensión de estimulación que sigue de manera adaptativa al valor de la resistencia presente en cada caso en este circuito de salida de acuerdo con las relaciones:

$$I = k \cdot R$$

$$U = k \cdot R^2$$

donde k es una constante seleccionable.

2. Aparato (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que en los canales de salida (9a, 9b, 9c) están insertadas resistencias de medición (17a, 17b, 17c) en los caminos de corriente (16a, 16b, 16c) que conducen a los electrodos de estimulación (6a, 6b, 6c) para la medición de la corriente y a las resistencias de medición individuales (17a, 17b, 17c) está conectado, respectivamente, un amplificador de medición (18a, 18b, 18c), cuya señal de salida es una medida de la intensidad de la corriente de tratamiento y es suministrada al circuito de microordenador (10), y en al menos un canal de salida (9a, 9b, 9c) está previsto un circuito de medición de tensión (19a, 19b, 19c) que suministra una señal de medida al circuito de microordenador (10) que corresponde a la tensión que existe entre el electrodo de estimulación (6a, 6b, 6c) asociado al canal de salida en cuestión y un punto de potencial de referencia (0) localizado en el generador de corriente de tratamiento (3) que está conectado a un electrodo de referencia (7).

3. Aparato (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que en el circuito de control de la corriente adaptativo (22) está incorporado un circuito de regulación de la corriente adaptativo (25) al que es suministrado, como señal efectiva, un valor de medida de resistencia para la medida de la corriente, obtenido a partir de la señal de medición del circuito de medición de tensión (19a, 19b, 19c) y la señal de salida del amplificador de medición (18a, 18b, 18c).

4. Aparato (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el circuito de control (20, 21, 22) previsto en el circuito de microordenador (10) suministra a los amplificadores (15a, 15b, 15c) previstos en los canales de salida una señal de control que forma en secuencia cíclica intervalos de tiempo (30), en los que se produce un flujo de corriente a los electrodos de estimulación e intervalos de tiempo (31) en los que los canales de salida están inactivos, de modo que en cada caso un intervalo de tiempo de flujo de corriente (30) y un intervalo de tiempo inactivo (31) forman juntos un ciclo de estimulación (32) y que provoca una variación del promedio de la intensidad de corriente determinada durante la duración de un ciclo de estimulación (32) vía una variación de esta duración por medio de la señal de control.

5. Aparato (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que en el circuito de microordenador (10) está previsto un circuito de control de tensión constante (20) activable de forma selectiva por accionamiento externo, el cual está conectado operativamente a una memoria interna (11) para los parámetros de corriente de tratamiento y mediante un convertidor digital-analógico (12) suministra a al menos un amplificador (15a, 15b, 15c) previsto en un canal de salida (9a, 9b, 9c) una señal de control que provoca en el circuito de salida de este amplificador (15a, 15b, 15c) conectado a un electrodo de estimulación (6a, 6b, 6c) el comportamiento de una fuente de tensión constante ajustable con respecto al valor de la tensión.

6. Aparato (1) según la reivindicación 2 y 5, caracterizado por que en el circuito de control de tensión constante (20) está incorporado un circuito de regulación de tensión constante (23) al que es alimentada la señal de medición del circuito de medición de tensión (19a, 19b, 19c) en cuestión, como señal efectiva.

7. Aparato (1) según la reivindicación 1 y 2, caracterizado por que en el circuito de microordenador (10) está previsto un circuito de control de corriente constante (21) que puede ser activado selectivamente por accionamiento externo,

el cual está conectado operativamente a una memoria interna (11) para parámetros de corriente de tratamiento y mediante un convertidor digital-analógico (12) suministra a al menos a un amplificador (15a, 15b, 15c) previsto en un canal de salida (9a, 9b, 9c) una señal de control que provoca en el circuito de salida de este amplificador (15a, 15b, 15c) conectado a un electrodo de estimulación (6a, 6b, 6c) el comportamiento de una fuente de corriente constante que es ajustable en cuanto a la intensidad de corriente y en el circuito de control de corriente constante (21) está incorporado un circuito de regulación de corriente constante (24) al que es alimentada la señal de salida del amplificador de medida (18a, 18b, 18c), como señal efectiva.

8. Aparato (1) según con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el circuito de control (20, 21, 22) previsto en el circuito de microordenador (10) alimenta a los amplificadores (15a, 15b, 15c) previstos en los canales de salida una señal de control que en secuencia cíclica forma intervalos de tiempo (30) en los que se produce un flujo de corriente a los electrodos de estimulación e intervalos de tiempo (31) en los que los canales de salida están inactivos y realiza un cambio de polaridad en el curso de cada intervalo de tiempo de flujo de corriente (30), de modo que en cada caso un intervalo de tiempo de flujo de corriente (30) y un intervalo de tiempo inactivo (31) forman juntos un ciclo de estimulación (32) y en los intervalos de tiempo de flujo de corriente (30) fluye una corriente de tratamiento en forma de un paquete de impulsos secuenciales (33) o en forma de impulso individual (34).

9. Aparato (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el circuito de microordenador (10) está previsto un circuito de control (20, 21, 22) que suministra a los amplificadores (15a, 15b, 15c) previstos en los canales de salida una señal de control que forma en secuencia cíclica intervalos de tiempo (30) en los que se produce un flujo de corriente a los electrodos de estimulación e intervalos de tiempo (31) en los que los canales de salida son inactivos, de modo que en cada caso un intervalo de tiempo de flujo de corriente (30) y un intervalo de tiempo inactivo (31) forman juntos un ciclo de estimulación (32), y que en el curso de los intervalos de tiempo de flujo de corriente individuales provoca una o más variaciones de la intensidad de las corrientes de tratamiento suministradas a los electrodos de estimulación individuales, de modo que las variaciones de intensidad que se producen en un electrodo de estimulación (6a, 6b, 6c) considerado en cada caso se producen en sentido opuesto a las variaciones de intensidad que se producen en uno o varios de los otros electrodos de estimulación respectivos que están siendo considerados.

10. Aparato (1) según la reivindicación 9, caracterizado por que están previstos tres canales de salida, cada uno asociado a un electrodo de estimulación propio, y la corriente de tratamiento suministrada a cada electrodo de estimulación (6a, 6b, 6c) individual en los intervalos de tiempo de flujo de corriente en cada instante considerado es compensada en cuanto a intensidad y polaridad por las corrientes de tratamiento suministradas a los otros dos electrodos de estimulación (6a, 6b, 6c) respectivos.

11. Aparato (1) según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por que las corrientes de tratamiento alimentadas a los electrodos de estimulación individuales (6a, 6b, 6c) en cada intervalo de tiempo de flujo de corriente (30) están formadas por un impulso individual (34) y en cada uno de estos impulsos individuales están previstas varias variaciones de intensidad sucesivas en el tiempo y al menos un cambio de polaridad (37).

12. Aparato (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que las variaciones únicas o múltiples de la intensidad de corriente de tratamiento previstas en los intervalos de tiempo de flujo de corriente (30) individuales se realiza de forma escalonada.

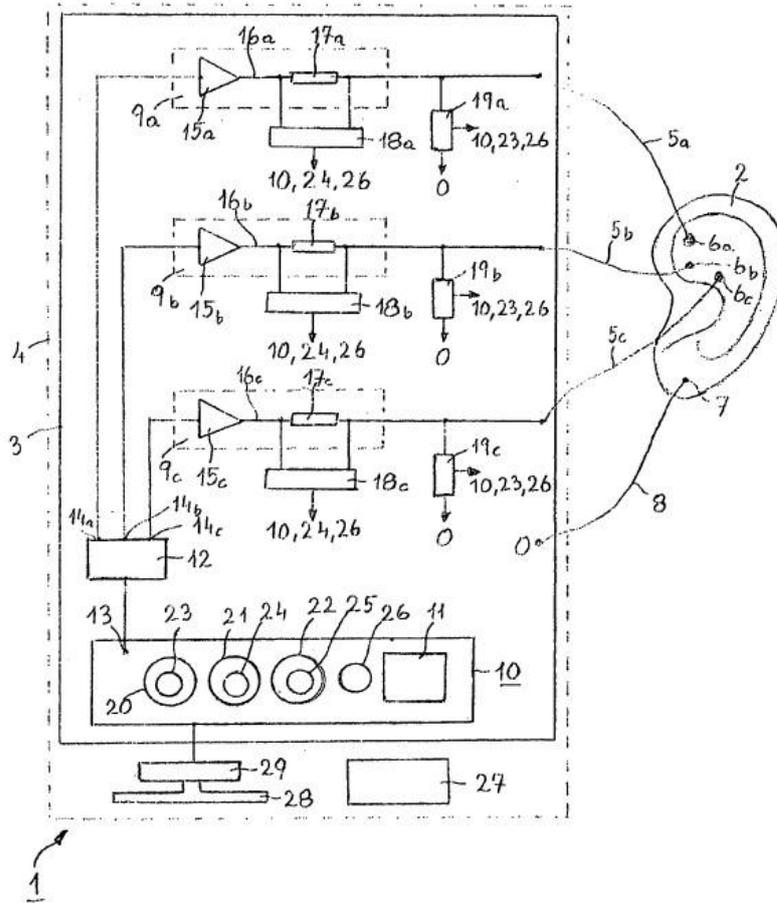
13. Aparato (1) según una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado por que el circuito de control (20, 21, 22) previsto en el circuito de microordenador (10) proporciona a los amplificadores (15a, 15b, 15c) previstos en los canales de salida una señal de control que forma en sucesión cíclica intervalos de tiempo (30) en los que se realiza un flujo de corriente a los electrodos de estimulación e intervalos de tiempo (31) en los que los canales de salida están inactivos, de modo que en cada caso un intervalo de tiempo de flujo de corriente (30) y un intervalo de tiempo inactivo (31) forman juntos un ciclo de estimulación (32), y al principio (38) de una secuencia de ciclos de estimulación formada por una pluralidad de ciclos de estimulación (32) sucesivos, durante varios ciclos de estimulación consecutivos, la intensidad de la corriente de tratamiento suministrada al electrodo de estimulación (6a, 6b, 6c) respectivo es considerada como promedio a través del intervalo de tiempo de flujo de corriente (30) respectivo, aumentado de forma continua desde un ciclo de estimulación (32) al ciclo de estimulación siguiente, y luego durante una pluralidad de ciclos de estimulación sucesivos en sus intervalos de tiempo de flujo de corriente se mantiene el nivel de intensidad de las corrientes de tratamiento alcanzado previamente.

14. Aparato (1) según la reivindicación 13, caracterizado por que al final (39) de la secuencia de ciclos de estimulación, el circuito de control suministra a los amplificadores previstos en los canales de salida una señal de control que disminuye de forma continua la intensidad de la corriente de tratamiento suministrada a un electrodo de estimulación (6a, 6b, 6c) respectivo, considerada como promedio a través del intervalo de tiempo de flujo de corriente desde un ciclo de estimulación (32) al ciclo de estimulación siguiente.

15. Aparato (1) según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que para la alimentación de los amplificadores (15a, 15b, 15c) previstos en los canales de salida (9a, 9b, 9c) está previsto un transformador de tensión (40) con salida bipolar que a su vez es alimentado por la batería prevista en el aparato (27).

- 5 16. Aparato (1) según la reivindicación 15, caracterizado por que en la conexión de alimentación (41) que conduce desde la batería (27) al transformador de tensión (40) está incorporado un dispositivo de conmutación (42) que interrumpe la alimentación (41) del transformador de tensión (40) tanto durante las pausas de flujo de corriente existentes en los circuitos de corriente de tratamiento, como cuando es sobrepasado un valor límite predeterminado de la corriente extraída de la batería (27) por el transformador de tensión (40).
- 10 17. Aparato (1) según una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado por que para la alimentación del circuito de microordenador (10), del convertidor digital-analógico (12) y de los circuitos de señal de medición (18a, 18b, 18c, 19a, 19b, 19c) previstos en el aparato (1) está previsto un transformador de tensión (43) conectado a la batería (27) que está puentado por un diodo Schottky (44) y solo se activa cuando cae el voltaje de la batería y en su salida emite una tensión correspondiente a la tensión teórica de la batería.

FIG. 1



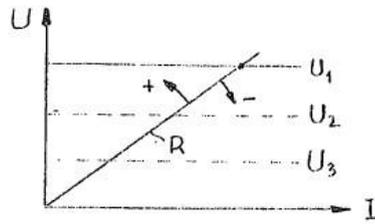


FIG. 2

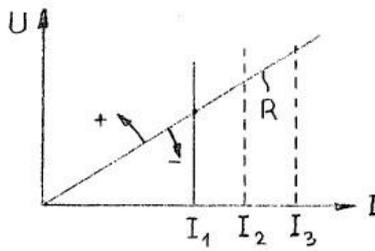


FIG. 3

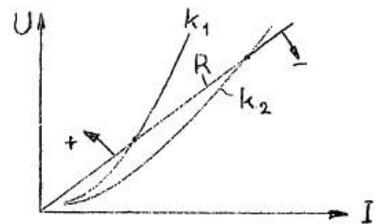


FIG. 4

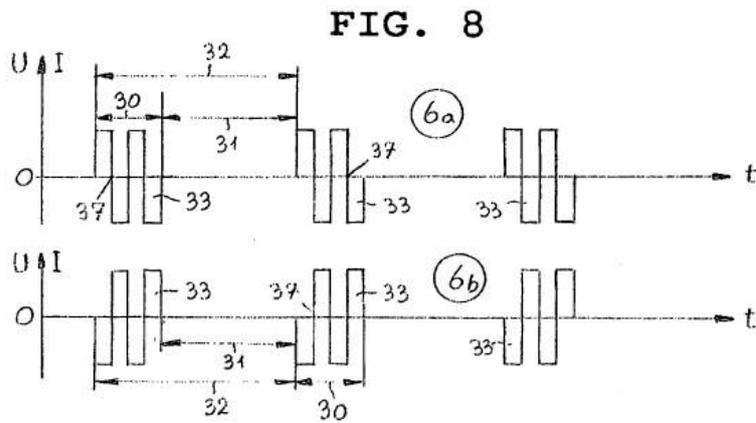
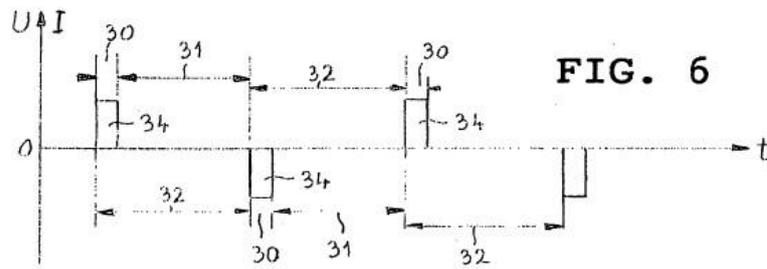
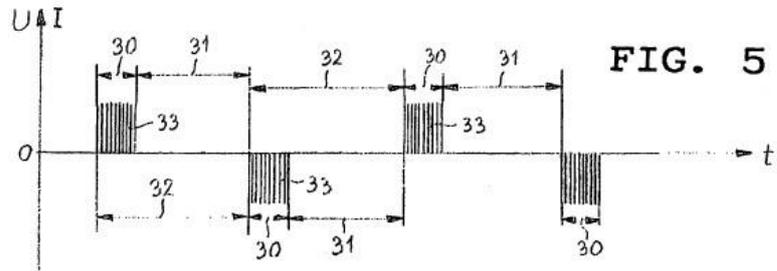


FIG. 7

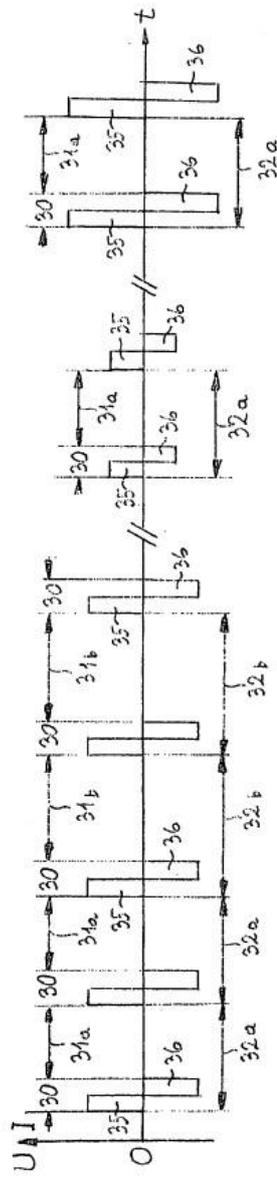


FIG. 10

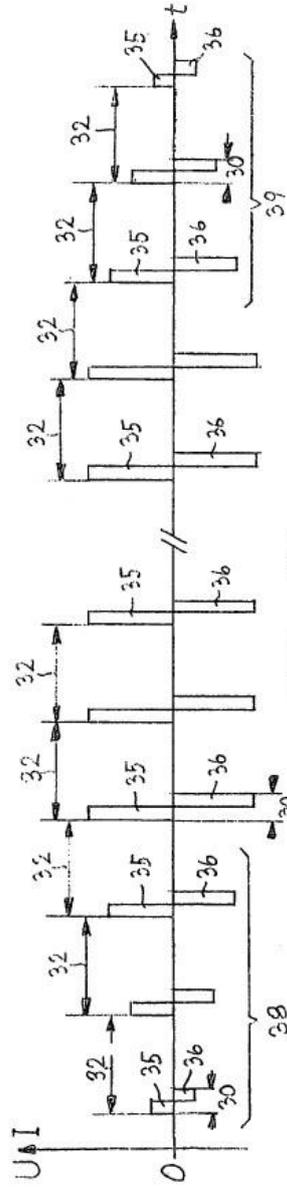


FIG. 9

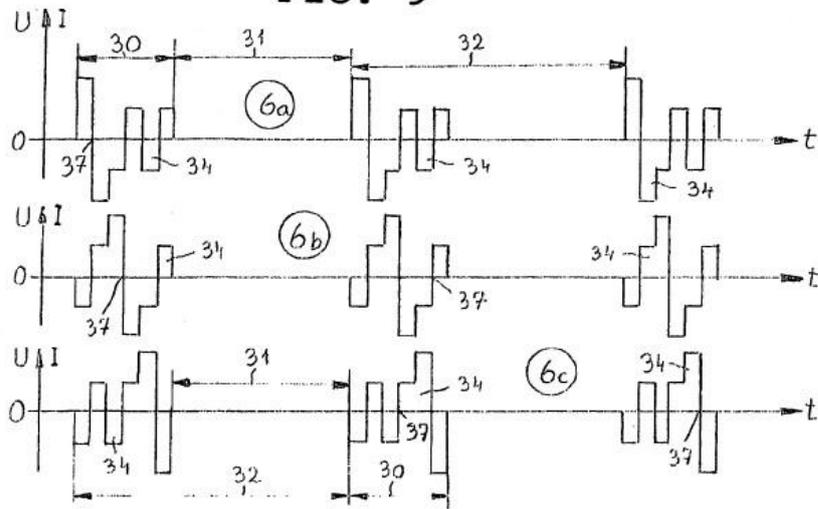


FIG. 11

