

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 266**

51 Int. Cl.:

A61C 5/02 (2006.01)

A61C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2013 E 13158457 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2636384**

54 Título: **Aparato y método para el control del funcionamiento por inercia asimétrico de un motor de endodancia**

30 Prioridad:

09.03.2012 US 201261608946 P

06.03.2013 US 201313786565

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

25.03.2015

73 Titular/es:

ORMCO CORPORATION (100.0%)

1717 W. Collins Avenue

Orange, CA 92867, US

72 Inventor/es:

BROWN, ERIK;

ALOISE, CARLOS;

SHIPLEY, JAMES;

GARMAN, GARY;

GAMBARINI, GIANLUCA y

GLASSMAN, GARY

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 532 266 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 y método para el control del funcionamiento por inercia asimétrico de un motor de endodoncia

5 La presente invención se refiere, en general, a un aparato y a un método para mejorar el rendimiento de un motor de endodoncia para su uso durante un tratamiento de endodoncia.

10 Un tratamiento del conducto radicular puede incluir instrumentación clínica que se acciona por un motor de endodoncia tal como el que se divulga en el documento WO 2010/109464 o en el documento WO 01/03601. Los motores de endodoncia se han diseñado tradicionalmente para mantener un giro constante de entre 300 RPM y 1000 RPM. Normalmente, un clínico ajusta la velocidad de giro. A pesar de la aplicación de un par y una fricción variables en el motor durante su uso, el giro constante del motor se mantiene a menudo por un bucle de control de retroalimentación que se monitoriza de manera dinámica y a continuación actúa para mantener la velocidad del motor. De esta manera, la salida de alimentación al motor de endodoncia varía de acuerdo con el par y la fricción variables observadas por el motor para mantener la velocidad del motor preestablecida.

15 Más recientemente, los desarrollos dentro del campo de la endodoncia sugieren un beneficio en el rendimiento a partir de un motor de endodoncia recíproco. Los motores de endodoncia recíprocos accionan el rotor y la broca o lima de endodoncia adjuntada a través de un giro en el sentido de las agujas del reloj y a continuación un giro en el sentido contrario a las agujas del reloj. Este ciclo de giro hacia-en contra a las agujas se puede repetir muy rápidamente durante el tratamiento. A modo de ejemplo, el motor de endodoncia recíproco puede girar una lima en el sentido de las agujas del reloj 160 grados, seguido por un giro en sentido contrario a las agujas del reloj de 40 grados. Este movimiento recíproco puede repetirse con cualquier combinación de giros en sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario a las agujas del reloj de diferentes grados para crear nuevos y complejos ciclos de limadura. Por otra parte, introduciendo dos sentidos de movimiento, la broca o la lima adjuntada tiene dos sentidos potencialmente útiles, cada sentido de giro de los mismos es capaz de una especialización. Por ejemplo, una lima puede diseñarse para un uso doble de tal manera que puede cortar mientras gira en el sentido de las agujas del reloj, pero triturar o pulir mientras gira en sentido contrario a las agujas del reloj.

20 Una modificación adicional al motor de endodoncia recíproco es una característica de funcionamiento por inercia. A este respecto, al final de un giro en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj, el motor y la lima adjuntada funcionarán por inercia conforme a solo la influencia de su propio momento. Por ejemplo, un motor de endodoncia programado con la característica de funcionamiento por inercia puede programarse para accionar una lima a través de un giro de 120 grados en el sentido de las agujas del reloj seguido por un giro 80 grados en sentido contrario a las agujas del reloj. Después del giro de 120 grados en el sentido de las agujas del reloj, el motor de endodoncia y la lima adjuntada continuarán girando, pero tal giro será el resultado de un funcionamiento por inercia más allá del giro en el sentido de las agujas del reloj especificado. Por lo tanto, el funcionamiento por inercia se produce antes de comenzar un giro en sentido contrario a las agujas del reloj de 80 grados. Independientemente de los valores angulares prescritos, la característica de funcionamiento por inercia permite un giro adicional, aunque sin alimentación, del motor de endodoncia. La cantidad de tal funcionamiento por inercia de giro adicional se determina dinámicamente y puede depender del tiempo permitido para funcionar por inercia, el momento angular del sistema, y/o la cantidad de fricción encontrada por el sistema. Se apreciará que, en general, el momento angular del motor aumenta el tiempo de funcionamiento por inercia mientras que el aumento de fricción reduce el tiempo de funcionamiento por inercia.

25 Como se aplica a los motores de endodoncia recíproco, la característica de funcionamiento por inercia es una característica deseable porque permite que el motor y la lima respondan de forma dinámica y automática a diversos y complejos factores ambientales, incluyendo la anatomía específica encontrada durante el tratamiento del conducto radicular. En lugar de la unidad de control forzada y preestablecida tradicional que fuerza a un movimiento altamente prescrito, la característica de funcionamiento por inercia permite una mayor flexibilidad del movimiento de giro. Por ejemplo, cuando la lima está girando libremente en el conducto radicular, el funcionamiento por inercia permitirá a la lima continuar girando al mismo tiempo que corta de manera eficiente para reducir el tiempo necesario para completar el procedimiento. Por otro lado, donde las limas encuentran un aumento de fricción debido a la resistencia, el funcionamiento por inercia disminuirá el giro del motor de endodoncia para reducir las cargas de torsión y de flexión aplicadas a la lima. En cualquier caso, la característica de funcionamiento por inercia proporciona unos beneficios de procedimiento significativos.

30 Actualmente, un clínico debe elegir una cantidad de funcionamiento por inercia que se aplica de manera simétrica a la herramienta. Es decir, un funcionamiento por inercia que sigue un giro en el sentido de las agujas del reloj que es el mismo que el que sigue al giro en sentido contrario a las agujas del reloj. Desafortunadamente, diferentes herramientas crean diferentes fuerzas de fricción, que, a su vez, afectan a la cantidad de funcionamiento por inercia óptima para un giro en sentido contrario a las agujas del reloj y un giro en el sentido de las agujas del reloj. Por ejemplo, una lima que corta en el sentido de las agujas del reloj encontrará una mayor fricción y resistencia que la misma lima que produce una acción de pulido en el sentido contrario a las agujas del reloj. Tales usos divergentes pueden forzar a un clínico a elegir un funcionamiento por inercia o para cortar o para pulir pero no ambos simultáneamente. Por lo tanto, un clínico que desee un funcionamiento por inercia específico en el sentido de las

5 agujas del reloj también debe aceptar este funcionamiento por inercia en el sentido contrario a las agujas del reloj debido a la naturaleza de tal control de funcionamiento por inercia simétrico. Los ajustes de funcionamiento por inercia idénticos no son necesariamente ventajosos, porque un giro significativo en el sentido contrario a las agujas del reloj puede conducir a fenómenos de procedimiento indeseables tales como la extrusión de los residuos del canal fuera del ápice del canal, creando un dolor postoperatorio para el paciente.

10 Existe una necesidad de un aparato y un método para su uso en procedimientos de endodoncia, tal como un tratamiento del conducto radicular, que aborde los desafíos y características actuales tales como los discutidos anteriormente.

15 De acuerdo con los principios de la presente invención, un aparato para controlar el funcionamiento por inercia asimétrico de un motor de endodoncia recíproco comprende un motor de endodoncia capaz de hacer girar una herramienta en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj. El aparato comprende además un controlador acoplado de manera operativa al motor de endodoncia. El controlador es capaz de transmitir señales electrónicas al motor de endodoncia para cambiar el sentido de giro de la herramienta desde el sentido de las agujas del reloj al sentido contrario a las agujas del reloj. El controlador es capaz de controlar un tiempo de funcionamiento por inercia de avance durante el que el motor de endodoncias funciona por inercia en el sentido de las agujas del reloj y de controlar un tiempo de funcionamiento por inercia inverso durante el que el motor de endodoncias funciona por inercia en el sentido inverso. El tiempo de funcionamiento por inercia de avance es diferente del tiempo de funcionamiento por inercia inverso.

20 En una realización, el controlador incluye una unidad de procesamiento conectada de manera operativa al motor de endodoncia. La unidad de procesamiento se configura para dirigir el giro del motor de endodoncia en el sentido de avance durante un tiempo de funcionamiento por inercia de avance y se configura para dirigir el giro del motor de endodoncia en el sentido inverso durante un tiempo de funcionamiento por inercia inverso. La unidad de procesamiento se configura para calcular el tiempo de funcionamiento por inercia de avance por separado del tiempo de funcionamiento por inercia inverso.

25 De acuerdo con los principios de la presente invención, un método para hacer funcionar por inercia de manera asimétrica un motor de endodoncia recíproco, comprende hacer girar un motor de endodoncia en un sentido de avance y determinar un tiempo de funcionamiento por inercia de avance para el sentido de avance. El método incluye además hacer funcionar por inercia el motor de endodoncia en el sentido de avance durante el tiempo de funcionamiento por inercia de avance determinado, y, después de hacer funcionar por inercia el motor de endodoncia en el sentido de avance, hacer girar el motor de endodoncia en un sentido inverso. El método incluye además determinar un tiempo de funcionamiento por inercia inverso para el sentido inverso por separado del tiempo de funcionamiento por inercia de avance determinado. El tiempo de funcionamiento por inercia inverso es diferente del tiempo de funcionamiento por inercia de avance. El método incluye además hacer funcionar por inercia el motor de endodoncia en el sentido inverso durante el tiempo de funcionamiento por inercia inverso determinado.

30 En una realización, determinar el tiempo de funcionamiento por inercia de avance incluye calcular el tiempo de funcionamiento por inercia de avance en base a un ajuste de funcionamiento por inercia de avance.

35 En una realización, determinar el tiempo de funcionamiento por inercia inverso incluye calcular el tiempo de funcionamiento por inercia inverso en base a un ajuste de funcionamiento por inercia inverso.

40 A continuación, la invención se describirá adicionalmente a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

45 La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización de un aparato para controlar el funcionamiento por inercia asimétrico de un motor de endodoncia;

La figura 1A es un diagrama de bloques del aparato de la figura 1; y

La figura 2 es un diagrama de flujo de una realización de un método para hacer funcionar por inercia de manera asimétrica un motor de endodoncia recíproco de acuerdo con otro aspecto de la presente invención.

50 Con referencia a la figura 1, en una realización de la presente invención, un aparato para controlar el funcionamiento por inercia asimétrico de un motor 10 de endodoncia recíproco incluye una consola 14 y un interruptor 16 de control de encendido/apagado. La consola 14 está acoplada de manera operativa a un mango 12 de motor que está configurado para acoplarse y hacer girar una herramienta para su uso en el tratamiento de endodoncia. En particular, como se describe a continuación, el aparato 10 está configurado para hacer girar la herramienta tanto en el sentido de las agujas del reloj como en el sentido contrario a las agujas del reloj durante una operación de endodoncia individual. Los giros en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj pueden repetirse de manera iterativa a lo largo de períodos de tiempo muy cortos, por ejemplo, del orden de segundos o menos. El aparato 10 también está configurado para permitir que la herramienta funcione por inercia en cada uno de los sentidos de las agujas del reloj y el contrario a las agujas del reloj durante un período de tiempo predeterminado. Esto puede denominarse como el “tiempo de funcionamiento por inercia” en el presente documento. Además, como se usa en el presente documento, el término “funcionamiento por inercia” significa que el giro de la

herramienta es sin alimentación. En otras palabras, el giro de la herramienta no está forzándose o actuándose sobre el aparato 10. Permitiendo que la herramienta funcione por inercia durante un largo periodo de tiempo puede dar como resultado que la herramienta vaya hacia un descanso o una parada completa sin un frenado interno del giro de la misma. Por el contrario, el funcionamiento por inercia no incluye reducir de manera intencionada la velocidad de giro de la herramienta frenando el motor o por otros medios internos al aparato. Sin embargo, se contempla la fricción inherente a la construcción del mango 12 y entre la herramienta y su entorno, tal como una superficie.

En la realización representativa mostrada, el mango 12 está acoplado de manera operativa a la consola 14 a través de un cable 18. Como se conoce, el cable 18 puede transmitir energía eléctrica o mecánica y proporcionar una vía para la retroalimentación eléctrica del mango 12 a la electrónica (no mostrada) alojada dentro de la consola 14. Se apreciará que el mango 12 de motor puede no requerir una conexión de cable a la consola 14, como son los mangos de motor de tipo inalámbrico conocidos en la técnica. Del mismo modo, el interruptor 16 de control de encendido/apagado, como se representa por el pedal mostrado, puede acoplarse de manera operativa a la consola 14 y a la electrónica asociada a través de un cable 20 de alimentación. Un clínico puede utilizar el interruptor 16 de control para encender/apagar la alimentación eléctrica al mango 12 de motor durante el tratamiento de endodoncia.

Con referencia continua a la figura 1, en una realización, el mango 12 de motor incluye un motor 22 y una caja 24 de velocidades acoplada de manera operativa al motor 22. Los mangos de motor que pueden acoplarse al aparato 10 son conocidos en la técnica e incluyen motores de corriente continua sin escobillas. Como se conoce, estos motores pueden contener, por ejemplo, sensores mediante los que se controla el giro del rotor. La caja 24 de velocidades, que puede denominarse como un contra-ángulo, puede incluir además un cabezal 26 que se configura para sujetar una herramienta 28 de endodoncia, como por ejemplo, una lima de endodoncia. La energización del motor 22 provoca el giro de un rotor que, a su vez, hace girar la transmisión en la caja 24 de velocidades y finalmente hace girar la herramienta 28 para su uso en el tratamiento. A modo de ejemplo, la caja 24 de velocidades puede tener una relación de transmisión de 4:1, 8:1, 18:1, o 20:1. Como alternativa, la caja 24 de velocidades puede tener una relación de 1:10. Se apreciará que pueden utilizarse otras herramientas de endodoncia con el aparato para controlar el funcionamiento por inercia asimétrico de un motor 10 de endodoncia recíproco. Por lo tanto, en una realización de la invención, se hace girar la herramienta 28 en un sentido durante un número predeterminado de giros o tiempo, se corta o se elimina la energía eléctrica al motor 22, lo que permite que la herramienta 38 funcione por inercia durante un tiempo de funcionamiento por inercia predeterminado, y, una vez que se alcanza el tiempo de funcionamiento por inercia predeterminado, la herramienta 28 puede llevarse a la fuerza a una parada por frenado. Una vez que se aplican los frenos, el funcionamiento por inercia termina. A continuación, se invierte el sentido de la herramienta 28, sin embargo, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, el tiempo de funcionamiento por inercia predeterminado para el sentido inverso es diferente. De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, el tiempo de funcionamiento por inercia después de un giro en el sentido de las agujas del reloj de la herramienta 28 se controla por separado del tiempo de funcionamiento por inercia para un giro en sentido contrario a las agujas del reloj de la herramienta 28.

Como se ha introducido anteriormente, en una realización, el aparato 10 está configurado para hacer girar la herramienta 28 en el sentido de las agujas del reloj y también está configurado para hacer girar la herramienta 28 en el sentido contrario a las agujas del reloj. Aunque el sentido de las agujas del reloj puede denominarse en el presente documento como el sentido de avance y el sentido contrario a las agujas del reloj puede denominarse como el sentido inverso, tal referencia es simplemente por conveniencia de la descripción y las realizaciones de la presente invención no se limitan a cualquier forma de asociación específica entre avance o inverso y en sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj.

En la realización representativa mostrada, el aparato 10 incluye un panel 30 de control mediante el que un clínico puede seleccionar un modo de funcionamiento del aparato 10. En este sentido, el panel 30 de control puede incluir numerosos pulsadores 32 por los que el clínico puede ajustar parámetros que finalmente controlan el giro de la herramienta 28. Una vez seleccionado, puede mostrarse un parámetro individual en la pantalla 34. De los parámetros disponibles, se apreciará que el aparato 10 puede hacerse funcionar en un modo de giro en el sentido de las agujas del reloj, un modo de giro en el sentido contrario a las agujas del reloj, o en un modo recíproco. En una realización, en el modo recíproco, el control del tiempo de funcionamiento por inercia en el sentido de avance está separado del control del tiempo de funcionamiento por inercia en el sentido inverso. Por lo tanto, en una realización, el tiempo de funcionamiento por inercia de avance es diferente del tiempo de funcionamiento por inercia inverso, como se describe a continuación más completamente.

En particular, y en una realización de la presente invención, el clínico puede seleccionar un modo recíproco para el funcionamiento del motor 22 durante un tratamiento de endodoncia. El modo recíproco incluye el funcionamiento por inercia de la herramienta en los sentidos de avance e inverso. El tiempo de funcionamiento por inercia en cada dirección puede ser asimétrico o diferente. En este sentido, el término "asimétrico" se refiere a la capacidad del aparato 10 para permitir que la herramienta 28 funcione por inercia durante un periodo de tiempo preestablecido cuando se hace girar en el sentido de las agujas del reloj y/o para permitir que la herramienta funcione por inercia durante un periodo preestablecido de tiempo cuando se hace girar en el sentido contrario a las agujas del reloj. Por lo tanto, el aparato 10 puede incluir parámetros seleccionables de manera independiente para cada uno de los funcionamientos por inercia en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj.

En una realización y con referencia a la figura 2, una vez que se selecciona el modo recíproco, el clínico puede seleccionar, a través de los pulsadores 32 (figura 1), un ajuste de funcionamiento por inercia deseado en el sentido de avance, es decir, "funcionamiento por inercia de avance", en 40. El clínico puede, además o como alternativa, seleccionar (a través de los pulsadores 32) un ajuste de funcionamiento por inercia deseado para el funcionamiento por inercia en el sentido inverso, es decir, "funcionamiento por inercia inverso," en 42. El clínico puede también seleccionar de forma independiente una velocidad de motor de avance para el motor 22 de endodoncia y/o una velocidad del motor inversa para el motor 22 de endodoncia en 44 y 46, respectivamente.

Una vez que el clínico selecciona los parámetros deseados, como se ha descrito anteriormente, el aparato 10 calcula el tiempo de funcionamiento por inercia de avance para el funcionamiento por inercia de avance y/o el tiempo de funcionamiento por inercia inverso para el funcionamiento por inercia inverso en 60. El tiempo de funcionamiento por inercia de avance y/o el tiempo de funcionamiento por inercia inverso resultante, como se indica en 48 se utilizan para controlar el funcionamiento por inercia de la herramienta 28 durante el tratamiento de endodoncia. Otros factores que pueden usarse por el aparato 10 para controlar el funcionamiento por inercia de la herramienta 28 pueden incluir el momento angular del motor 22 de endodoncia en 52 y/o las fuerzas de torsión y de fricción aplicadas al motor 22 de endodoncia en 50. Como se observa en figura 2, en una realización, el aparato 10 puede finalmente calcular la cantidad de giro angular dinámico en uno o en ambos de los funcionamientos por inercia de avance e inverso, como se indica en 54.

Como se ha señalado anteriormente, el clínico puede seleccionar un ajuste de funcionamiento por inercia para cada uno de los funcionamientos por inercia de avance e inverso. En general, el ajuste de funcionamiento por inercia puede afectar al tiempo que la herramienta 28 funciona por inercia en un sentido proporcionado. En una realización, el ajuste de funcionamiento por inercia deseado para el sentido de avance está directamente relacionado con o se escala numéricamente a la cantidad de tiempo de funcionamiento por inercia observado por la herramienta 28 en el sentido de avance. En otras palabras, si el clínico desea más tiempo de funcionamiento por inercia en un sentido de giro específico, el clínico puede simplemente ajustar un ajuste de funcionamiento por inercia relativamente mayor, por ejemplo, activando un pulsador 32, para este sentido. Del mismo modo, el ajuste de funcionamiento por inercia deseado para el sentido inverso puede estar directamente relacionado con o escalarse numéricamente a la cantidad de tiempo de funcionamiento por inercia observado por la herramienta 28 cuando se hace girar en el sentido inverso. En este sentido, el clínico podrá elegir de manera independiente un ajuste de funcionamiento por inercia para cada uno de los sentidos de avance e inverso que es óptimo para una herramienta específica. Se apreciará que la selección puede basarse en la experiencia del clínico con una herramienta específica, el tratamiento deseado, la anatomía del paciente, entre otros factores. Finalmente, los parámetros seleccionados afectan a la cantidad de giro angular dinámico durante uno o ambos de los funcionamientos por inercia de avance e/o inverso como se indica en 54.

En una realización, el ajuste de funcionamiento por inercia se escala numéricamente para aumentar o disminuir la cantidad de tiempo que el motor de endodoncia permite para uno o ambos de los funcionamientos por inercia de avance e inverso de la herramienta 28. Por lo tanto, aumentando el ajuste de funcionamiento por inercia, se aumenta el recorrido angular dinámico permitido o, disminuyendo el ajuste de funcionamiento por inercia, se disminuye el recorrido angular dinámico permitido. A modo solo de ejemplo y sin limitación, la escala numérica puede incluir valores predeterminados de -7 a +7. En este caso, -7 puede prever la menor cantidad de tiempo de funcionamiento por inercia, y +7 puede prever el mayor tiempo de funcionamiento por inercia. A modo de ejemplo adicional, un ajuste de -7 puede equivaler a un intervalo de tiempo de funcionamiento por inercia de 0 milisegundos a 24 milisegundos y un ajuste de +7 puede equivaler a un intervalo de tiempo de funcionamiento por inercia de 60 milisegundos a 90 milisegundos. Los ajustes de funcionamiento por inercia de -7 a +7 pueden caer aproximadamente entre el intervalo de 0 milisegundos a 90 milisegundos de acuerdo con una realización del algoritmo de control electrónico.

En una realización, aunque el aparato 10 puede proporcionar los controles para variar el tiempo de funcionamiento por inercia para tanto el sentido de avance como para el inverso por un ajuste de funcionamiento por inercia, como se ha descrito anteriormente, los parámetros disponibles no están limitados al ajuste de funcionamiento por inercia. Más bien, con referencia a la figura 2, el aparato 10 puede incluir parámetros adicionales por los que el motor 22 de endodoncia puede controlarse de manera operativa para tener en cuenta el par y la fricción aplicados en 50 y/o el momento angular del mango/herramienta en 52. Tales métricas adicionales pueden ser beneficiosas para promover una mayor eficacia de procedimiento, así como para mejorar la vida efectiva del motor 22 de endodoncia y/o la herramienta 28.

En una realización, y con referencia a la figura 1A, el aparato para controlar el funcionamiento por inercia asimétrico de un motor 10 de endodoncia recíproco incluye un controlador, que en la realización representativa es una CPU o una unidad 70 de procesamiento, una memoria 72, una interfaz 74 de motor, y una interfaz 78 de ("E/S") entrada/salida. La interfaz 78 de E/S puede configurarse para recibir datos o señales desde el panel 30 de control, y en particular de los pulsadores 32, y desde el interruptor 16 de control de encendido/apagado que, a continuación, se comunica con la unidad 70 de procesamiento. La interfaz 78 de E/S puede configurarse para emitir como salida datos desde la unidad 70 de procesamiento al panel 30 de control y, en particular, a la pantalla 34. Aunque no se muestra, otros dispositivos externos a la carcasa pueden incluir dispositivos de entrada de usuario adicionales, tales

como un teclado, un teclado numérico, un ratón, un micrófono, etc. Las realizaciones de la presente invención no se limitan a los dispositivos externos mostrados. La memoria 72 está configurada para almacenar un módulo de software o una aplicación 80, tal como, un algoritmo de control electrónico, como se describe a continuación, y un sistema 82 operativo. La aplicación 80 y el sistema 82 operativo comprenden cada uno, en general, una o más instrucciones almacenadas como código de programa que puede leerse desde la memoria 72 mediante la unidad 70 de procesamiento. Las instrucciones, cuando se ejecutan por la unidad 70 de procesamiento, pueden hacer que la unidad 70 de procesamiento realice una o más operaciones o cálculos para realizar de este modo las etapas necesarias para ejecutar las etapas, los elementos, y/o los bloques de acuerdo con las diversas realizaciones de la invención. La memoria 72 puede representar una memoria de acceso aleatorio (RAM) que comprende el almacenamiento principal de un ordenador, así como cualquiera de los niveles de memoria suplementarios, por ejemplo, las memorias caché, las memorias no volátiles de copia de seguridad (por ejemplo, memorias programables o flash), la memoria de almacenamiento masivo, las memorias de solo lectura (ROM), etc.

El ajuste de funcionamiento por inercia se implementa de manera operativa a través de la unidad 70 de procesamiento del aparato 10. A este respecto, el aparato 10 puede incluir diversos modos de funcionamiento preprogramados que incluyen tiempos de funcionamiento por inercia asimétricos predeterminados. Los modos pueden almacenarse en la memoria 72 que es accesible por la unidad 70 de procesamiento. Ventajosamente, los modos de funcionamiento preprogramados pueden incluir parámetros específicos para el tiempo de funcionamiento por inercia y la velocidad de giro para cada uno de los sentidos de giro de avance e inverso. Estos parámetros específicos predeterminados pueden basarse en la experiencia previa con una herramienta específica, un motor específico, y/o un tratamiento específico. En una realización, los modos de funcionamiento preprogramados impiden cualquier cambio o en el ajuste de funcionamiento por inercia de avance o en el inverso por el clínico. Por lo tanto, al menos el ajuste de funcionamiento por inercia de avance y el ajuste de funcionamiento por inercia inverso para un modo de funcionamiento preprogramado específico son los ajustes de fábrica.

Además, se apreciará que aunque el aparato 10 incluye una unidad 70 de procesamiento y otros componentes para controlar el funcionamiento por inercia de la herramienta, un experto en la materia observará que el controlador, que puede no ser la unidad 70 de procesamiento, determina el funcionamiento por inercia de la herramienta de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. El controlador puede incluir hardware fijo y circuitos de temporización eléctricos capaces de controlar el tiempo de funcionamiento por inercia de avance y el tiempo de funcionamiento por inercia inverso. En esta realización, el tiempo de funcionamiento por inercia de avance y el inverso no pueden ser ajustables o seleccionables. Más bien, estos tiempos son los ajustes de fábrica, similares a los ajustados anteriormente. Las realizaciones de la presente invención no se limitan, por lo tanto, al uso de una unidad de procesamiento, aunque el uso de un hardware fijo, en general, impediría un control de software y por lo tanto haría ajustes al ajuste de funcionamiento por inercia sustancialmente más complejo.

En vista del aparato 10 descrito anteriormente, un clínico, que ha seleccionado una herramienta específica para un procedimiento de endodoncia específico puede simplemente seleccionar, a través de los pulsadores 32, el modo de funcionamiento deseado que incluye, por ejemplo, todos los parámetros óptimos para esa herramienta y procedimiento. Por lo tanto, una vez que se selecciona el modo de funcionamiento preprogramado, la unidad 70 de procesamiento carga automáticamente los valores predeterminados para el ajuste de funcionamiento por inercia con respecto a un tiempo de funcionamiento por inercia deseado para uno o ambos de los sentidos de avance e inverso. A continuación, la unidad 70 de procesamiento puede proporcionar una o más señales a la interfaz 74 de motor que a continuación controla el giro del motor 22 regulando la alimentación del motor 22 de acuerdo con las una o más señales de la unidad 70 de procesamiento. El aparato 10 puede incluir además, un bucle 76 de retroalimentación por el que el giro del rotor del motor 22 puede monitorizarse por el controlador 74 de motor y/o la unidad 70 de procesamiento, de acuerdo con métodos conocidos en la técnica. Las señales eléctricas de retroalimentación del motor 22 pueden procesarse por la unidad 70 de procesamiento y/o la interfaz 74 de motor de acuerdo con el bucle 76 de manera que la unidad 70 de procesamiento y/o la interfaz 74 de motor pueden cambiar la señal de control o la alimentación al motor 22 para realizar ajustes en el giro de la herramienta 28.

En una realización, el aparato 10 incluye un algoritmo 80 de control electrónico. En particular, el algoritmo 80 de control electrónico puede almacenarse en la memoria 72 y cuando el clínico desee el control del tiempo de funcionamiento por inercia de avance y/o del tiempo de funcionamiento por inercia inverso por la unidad 70 de procesamiento, el algoritmo 80 de control puede accederse y usarse por la unidad 70 de procesamiento. En una realización, y con referencia a la figura 2, la unidad 70 de procesamiento calcula el tiempo de funcionamiento por inercia de avance y/o el tiempo de funcionamiento por inercia inverso a través del algoritmo electrónico en 60. Como se muestra, este cálculo puede incluir diversos parámetros, incluyendo el ajuste de funcionamiento por inercia en 40 y 42 y la velocidad angular para uno o ambos sentidos de avance e inverso en 44 y 46. La salida de este cálculo es el tiempo de funcionamiento por inercia de avance para el funcionamiento por inercia de avance y el tiempo de funcionamiento por inercia inverso para el funcionamiento por inercia inverso, como se indica en 48.

Con referencia continua a la figura 2, se muestra un algoritmo de control electrónico representativo para controlar un motor de endodoncia recíproco en 60. El algoritmo de control electrónico puede proporcionar la salida necesaria para hacer que el motor de endodoncia gire durante una cantidad predeterminada de tiempo de funcionamiento por inercia en uno o ambos sentidos de avance e inverso. Como se muestra, el algoritmo de control electrónico calcula

el tiempo de funcionamiento por inercia de avance y el tiempo de funcionamiento por inercia inverso a través del algoritmo preestablecido:

5 **tiempo de funcionamiento por inercia de avance [segundos] = (-0,00005) (velocidad angular de avance) + (0,08) + (0,0044) (ajuste de funcionamiento por inercia de avance)**

y

10 **tiempo de funcionamiento por inercia inverso [segundos] = (-0,00005) (velocidad angular inversa) + (0,08) + (0,0044) (ajuste de funcionamiento por inercia inverso).**

Haciendo esto, las ventajas dinámicas del funcionamiento por inercia se implementan de manera más eficaz dentro de un motor de endodoncia recíproco.

- 15 El código de programa incorporado en cualquiera de las aplicaciones descritas en el presente documento es capaz de distribuirse como un producto de programa informático de varias formas diferentes. En particular, el código de programa puede distribuirse usando unos medios de almacenamiento legibles por ordenador. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador son inherentemente no transitorios, y pueden incluir medios tangibles volátiles y no volátiles, y removibles y no removibles implementados en cualquier forma. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador pueden incluir además, una memoria de acceso aleatorio, una memoria de solo lectura, una memoria de solo lectura programable y borrrable, una memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente, una memoria flash u otra tecnología de memoria de estado sólido, una memoria de solo lectura de disco compacto portátil u otro almacenamiento óptico, unos casetes magnéticos, una cinta magnética, un almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar la información deseada y que pueda leerse por un ordenador. El código del programa también puede distribuirse usando medios de comunicación, que puedan contener instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, u otros módulos de programa. Los medios de comunicación pueden incluir medios inalámbricos y cableados.
- 20
- 25
- 30 Aunque la presente invención se ha ilustrado mediante la descripción de una o más realizaciones de la misma, y aunque las realizaciones se han descrito en considerable detalle, a los expertos en la materia se les ocurrirán fácilmente ventajas y modificaciones adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) para controlar el funcionamiento por inercia asimétrico de un motor de endodoncia recíproco, comprendiendo el aparato:

5 un motor (22) de endodoncia capaz de hacer girar una herramienta en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj, y
 un controlador (14) acoplado de manera operativa al motor (22) de endodoncia y capaz de transmitir señales electrónicas al motor (22) de endodoncia para cambiar el sentido de giro de la herramienta (28) desde el sentido
 10 de las agujas del reloj al sentido contrario a las agujas del reloj, controlar un tiempo de funcionamiento por inercia de avance durante el que el motor de endodoncia funciona por inercia en el sentido de las agujas del reloj, y controlar un tiempo de funcionamiento por inercia inverso durante el que el motor (22) de endodoncia funciona por inercia en el sentido inverso, donde el tiempo de funcionamiento por inercia de avance es diferente del tiempo de funcionamiento por inercia inverso.

2. El aparato de la reivindicación 1, donde el controlador incluye una unidad de procesamiento acoplada de manera operativa al motor de endodoncia y configurada para dirigir el giro del motor de endodoncia en el sentido de avance durante el tiempo de funcionamiento por inercia de avance y configurada para dirigir el giro del motor de endodoncia en el sentido inverso durante el tiempo de funcionamiento por inercia inverso.

3. El aparato de la reivindicación 2, donde la unidad de procesamiento calcula el tiempo de funcionamiento por inercia de avance por separado del tiempo de funcionamiento por inercia inverso.

4. El aparato de la reivindicación 2 o de la reivindicación 3, que comprende además una pluralidad de modos seleccionables por el usuario que incluyen un modo de giro en el sentido de las agujas del reloj, un modo de giro en el sentido contrario a las agujas del reloj, y un modo recíproco, y donde la unidad de procesamiento calcula el tiempo de funcionamiento por inercia de avance y el tiempo de funcionamiento por inercia inverso cuando se selecciona el modo recíproco.

5. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde la unidad de procesamiento está configurada para determinar una velocidad angular de avance del motor de endodoncia y para recibir un ajuste de funcionamiento por inercia de avance y está configurada para calcular el tiempo de funcionamiento por inercia de avance en base a un algoritmo preestablecido que incluye la velocidad angular de avance y el ajuste de funcionamiento por inercia de avance, y donde la unidad de procesamiento está configurada para determinar una
 35 velocidad angular inversa del motor de endodoncia y para recibir un ajuste de funcionamiento por inercia inverso y está configurada para calcular el tiempo de funcionamiento por inercia inverso en base a un algoritmo preestablecido que incluye la velocidad angular inversa y el ajuste de funcionamiento por inercia inverso.

6. El aparato de la reivindicación 5, donde el algoritmo preestablecido para calcular el tiempo de funcionamiento por inercia de avance está representado por la ecuación:

$$\text{tiempo de funcionamiento por inercia de avance} = (-0,0005) (\text{velocidad angular de avance}) + (0,08) + (0,0044) (\text{ajuste de funcionamiento por inercia de avance}).$$

7. El aparato o de la reivindicación 5 o de la reivindicación 6, donde el algoritmo preestablecido para calcular el tiempo de funcionamiento por inercia inverso está representado por la ecuación:

$$\text{tiempo de funcionamiento por inercia inverso} = (-0,0005) (\text{velocidad angular inversa}) + (0,08) + (0,0044) (\text{ajuste de funcionamiento por inercia inverso}).$$

8. Un método controlado por ordenador para hacer funcionar por inercia de manera asimétrica un motor (22) de endodoncia recíproco; que comprende;

55 hacer girar un motor (22) de endodoncia en un sentido de avance;
 determinar un tiempo de funcionamiento por inercia de avance para el sentido de avance;
 hacer funcionar por inercia el motor (22) de endodoncia en el sentido de avance durante el tiempo de funcionamiento por inercia de avance determinado;
 hacer girar el motor (22) de endodoncia en un sentido inverso, después de hacer funcionar por inercia el motor (22) de endodoncia en un sentido de avance;
 60 determinar un tiempo de funcionamiento por inercia inverso para el sentido inverso por separado del tiempo de funcionamiento por inercia de avance determinado, siendo el tiempo de funcionamiento por inercia inverso diferente del tiempo de funcionamiento por inercia de avance; y
 hacer funcionar por inercia el motor (22) de endodoncia en el sentido inverso durante el tiempo de funcionamiento por inercia inverso determinado.

9. El método de la reivindicación 8 donde, antes de determinar el tiempo de funcionamiento por inercia de avance, el método comprende además:

5 seleccionar un ajuste de funcionamiento por inercia de avance y donde determinar el tiempo de funcionamiento por inercia de avance incluye calcular el tiempo de funcionamiento por inercia de avance en base al ajuste de funcionamiento por inercia de avance.

10. El método de la reivindicación 8 o de la reivindicación 9 donde, antes de determinar el tiempo de funcionamiento por inercia inverso, el método comprende además:

10 seleccionar un ajuste de funcionamiento por inercia inverso y donde determinar el tiempo de funcionamiento por inercia inverso incluye calcular el tiempo de funcionamiento por inercia inverso en base al ajuste de funcionamiento por inercia inverso.

15 11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 donde determinar el tiempo de funcionamiento por inercia de avance incluye calcular el tiempo de funcionamiento por inercia de avance en base a un ajuste de funcionamiento por inercia de avance y una velocidad angular de avance del motor de endodoncia y donde
20 determinar el tiempo de funcionamiento por inercia inverso incluye calcular el tiempo de funcionamiento por inercia inverso en base a un ajuste de funcionamiento por inercia inverso y a una velocidad angular inversa del motor de endodoncia.

12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11 donde, después de hacer funcionar por inercia el motor de endodoncia en el sentido de avance durante el tiempo de funcionamiento por inercia de avance y antes de hacer girar el motor de endodoncia en el sentido inverso, el método comprende además:

25 frenar el motor hasta que se pare.

13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, donde determinar el tiempo de funcionamiento por inercia de avance incluye calcular el tiempo de funcionamiento por inercia de avance resolviendo la ecuación:

30 **tiempo de funcionamiento por inercia de avance = (-0,0005) (velocidad angular de avance) + (0,08) + (0,0044) (ajuste de funcionamiento por inercia de avance).**

35 14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, donde determinar el tiempo de funcionamiento por inercia inverso incluye calcular el tiempo de funcionamiento por inercia inverso resolviendo la ecuación:

40 **tiempo de funcionamiento por inercia inverso = (-0,0005) (velocidad angular inversa) + (0,08) + (0,0044) (ajuste de funcionamiento por inercia inverso).**

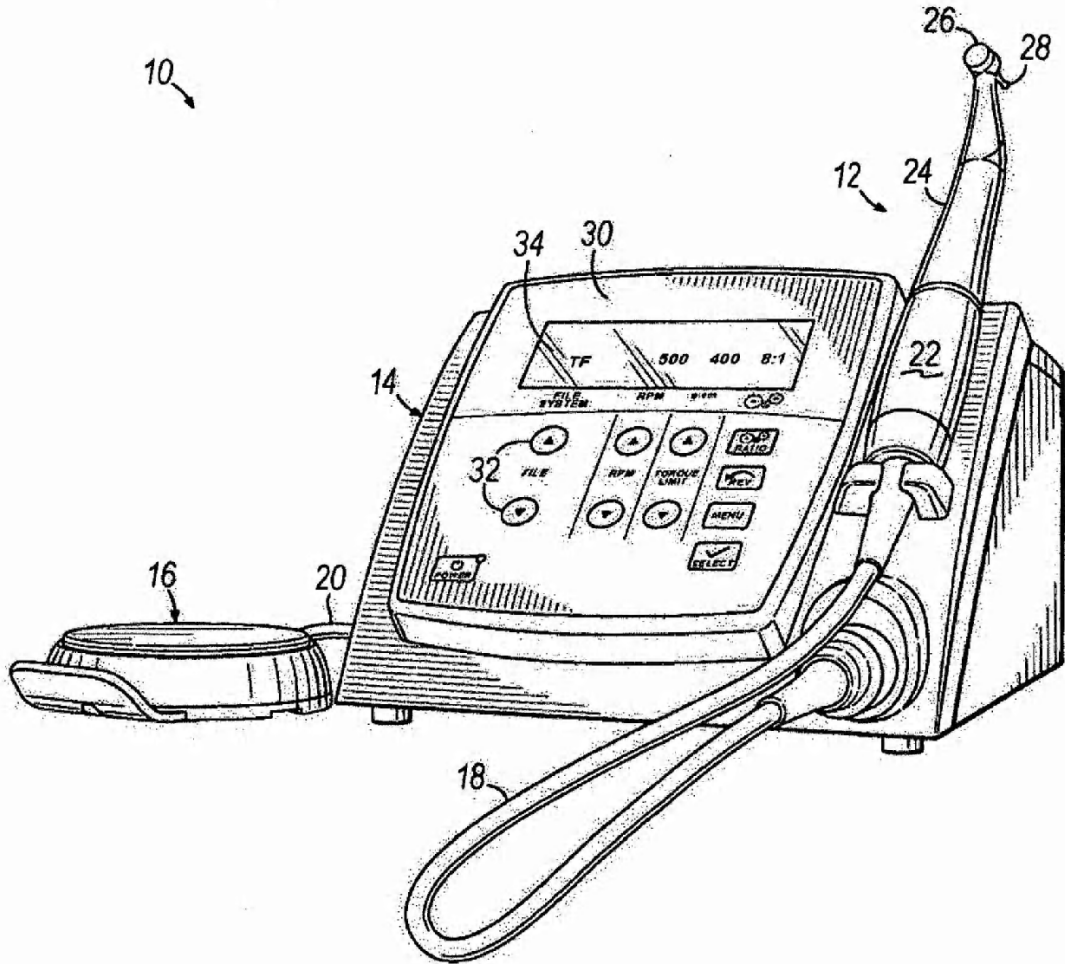


FIG. 1

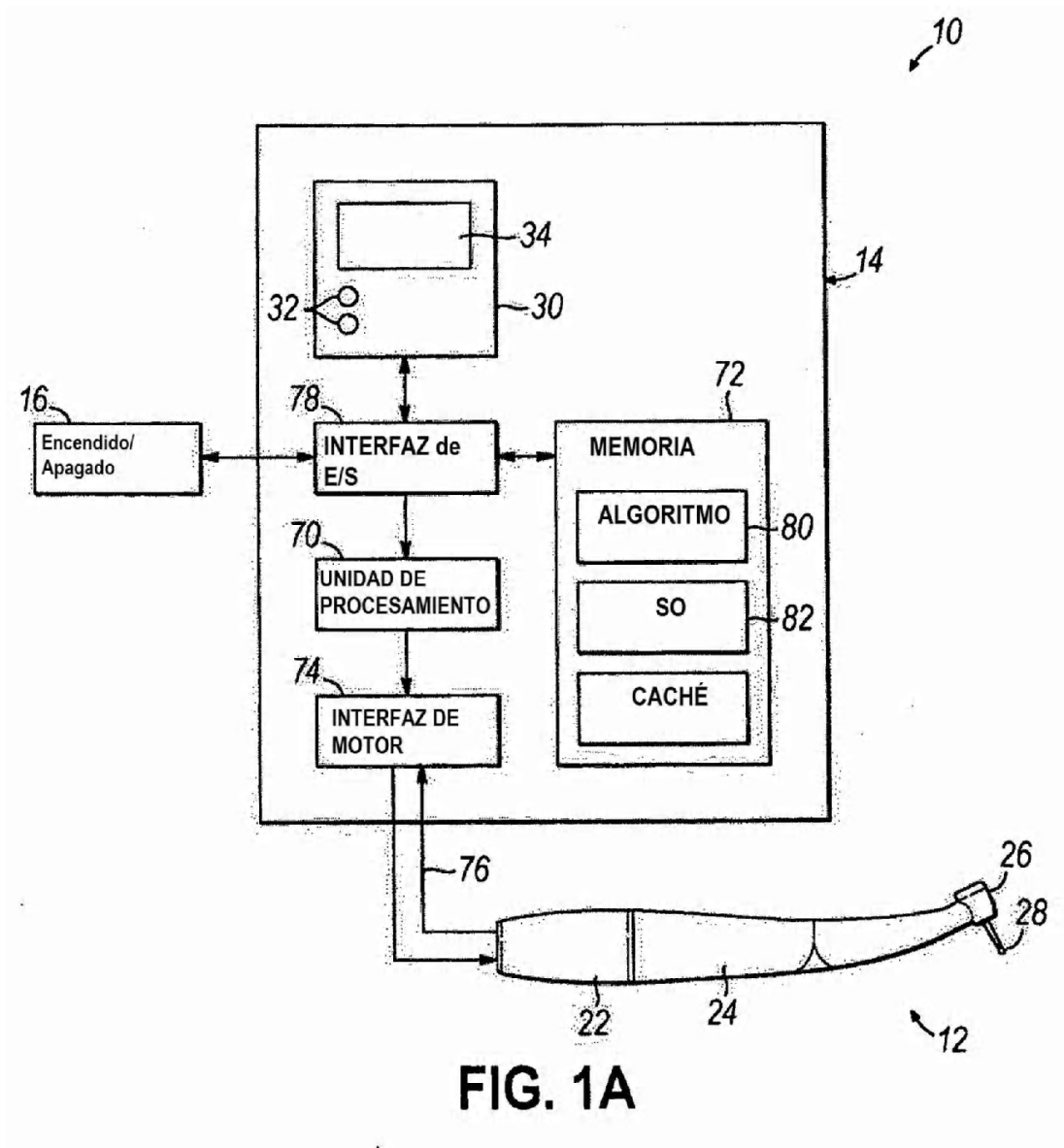


FIG. 1A

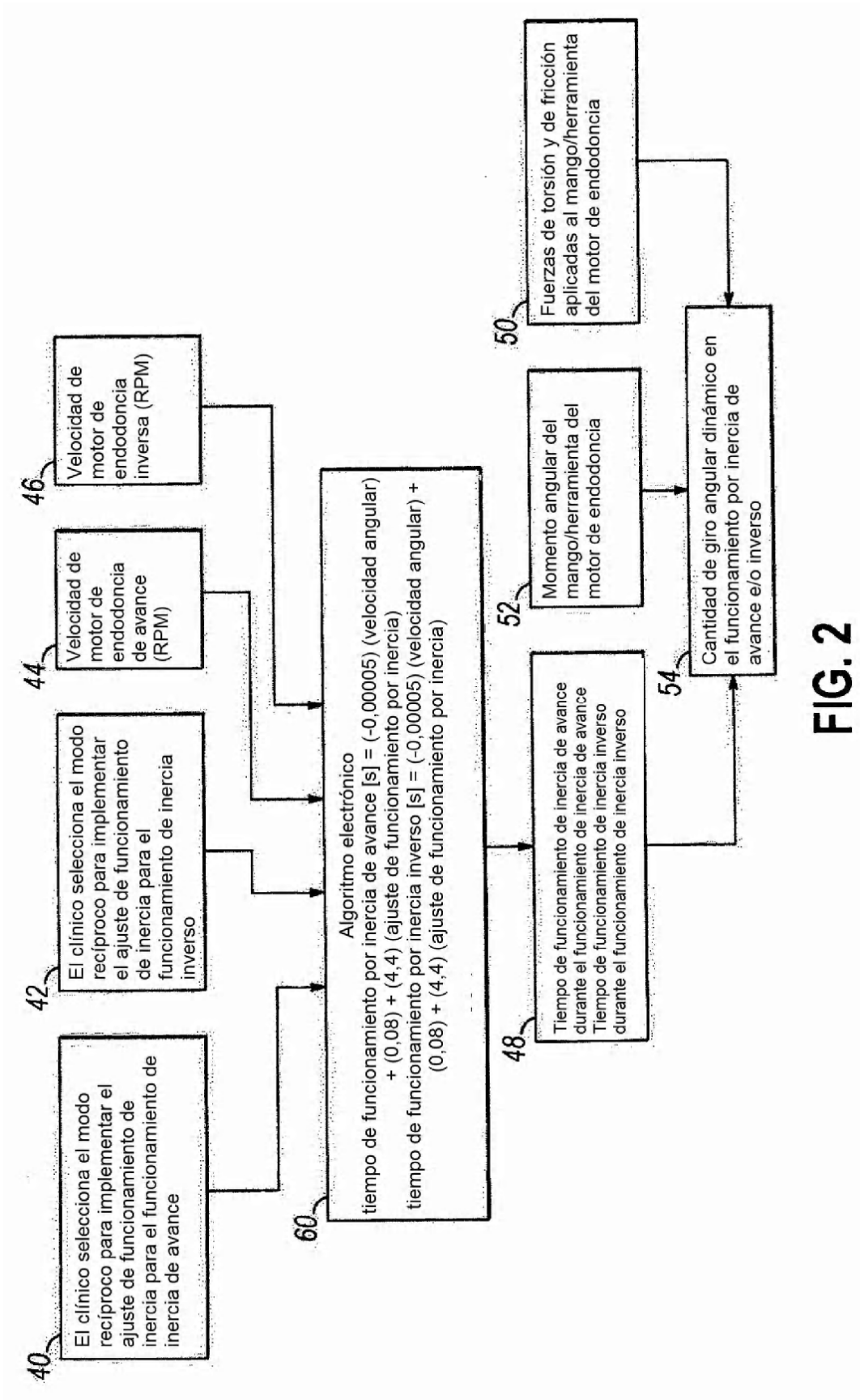


FIG. 2