

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 488**

51 Int. Cl.:

A61C 1/06 (2006.01)

A61C 5/40 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.09.2012 PCT/EP2012/003725**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2013 WO13034291**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2012 E 12756117 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2753263**

54 Título: **Pieza de mano dental**

30 Prioridad:

09.09.2011 EP 11007352

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

26.10.2017

73 Titular/es:

**VDW GMBH (100.0%)
Bayerwaldstrasse 15
81737 München, DE**

72 Inventor/es:

**BORGSCHULTE, MARKUS y
LAPO, VITALI**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 639 488 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

Pieza de mano dental

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una pieza de mano dental para el tratamiento de endodoncia de un conducto radicular. La presente invención se refiere además a un kit de piezas que comprende la pieza de mano dental y una lima de endodoncia.

10

Antecedentes de la invención

15

El tratamiento de endodoncia de un conducto radicular incluye la preparación del conducto radicular extrayendo cualquier tejido dental suave y conformando el conducto radicular seguido por la obturación del conducto radicular con un material de relleno adecuado. Típicamente, un procedimiento consiste en abrir la corona con una serie de fresas e instrumentos de corte de diamante. Una vez que se ha accedido a la corona, la pulpa se retira con instrumentos de endodoncia, dejando vacío el espacio del conducto radicular. Este espacio se desinfecta después. Posteriormente, el espacio del canal se rellena con un material inerte tal como gutapercha y después la corona del diente se restaura lo que puede involucrar reemplazar la corona natural con una corona fabricada de metal o porcelana.

20

Debido a las pequeñas dimensiones del conducto radicular, los instrumentos de endodoncia, tales como limas y fresadoras, necesitan generalmente tener un tamaño más pequeño y fabricarse de materiales duros para cortar la dentina. Dados estos inconvenientes y la elasticidad limitada del material del instrumento de endodoncia, existe un riesgo de que el instrumento de endodoncia falle durante el tratamiento.

25

Se conoce la preparación del conducto radicular usando limas de endodoncia giratorias accionadas por las piezas de mano dentales. Las piezas de mano dentales son capaces de aplicar un alto torque a la lima de endodoncia que es suficiente para romper la lima de endodoncia en el conducto radicular. En este caso catastrófico, una porción de la lima de endodoncia permanece en el conducto radicular. Como consecuencia, se requiere un consumo de tiempo y etapas de tratamiento adicionales que son incómodas para el paciente, o incluso puede ser necesaria la extracción de los dientes que se tratan.

30

De la técnica anterior, se conocen numerosas medidas para evitar que una lima de endodoncia giratoria rompa el conducto radicular durante el procedimiento.

35

En general, tales medidas conllevan a una complicación de la preparación del conducto radicular y de este modo no puede considerarse conveniente en el contexto del tratamiento de endodoncia.

40

Específicamente, los sistemas de lima de endodoncia que incluyen un conjunto de limas se usan en secuencia, por ejemplo en la técnica "corono apical" o en la técnica de "retroceso". En la técnica "corono apical", los instrumentos con mayor ahusamiento se siguen por los instrumentos con menor ahusamiento para cortar la dentina desde la corona hasta la punta y no a lo largo tanto de la longitud de la superficie interior completa del conducto radicular como a lo largo de la longitud de la superficie de la lima.

45

En consecuencia, usando las limas de endodoncia giratorias, es imposible preparar todo el conducto radicular con una única lima de endodoncia giratoria sin aceptar un alto riesgo de que la lima se rompa en el conducto radicular durante el procedimiento.

50

Como una alternativa al tratamiento de endodoncia de un conducto radicular usando limas de endodoncia giratorias, se sugirieron las piezas de mano dentales las cuales alternan la dirección de rotación de la lima de endodoncia giratoria a una frecuencia de 1 a 20 Hz entre una primera dirección y una segunda dirección opuesta a la primera dirección (alternativas). La primera dirección puede ser la dirección de corte de la lima de endodoncia en donde el arco de rotación es mayor que el arco de rotación en la segunda dirección opuesta a la primera dirección.

55

Dado que la lima de endodoncia cambia periódicamente la dirección de rotación, el riesgo de que se rompa la lima en el conducto radicular se reduce dado que la pieza de mano dental no ejerce un torque en el orden del límite elástico de la lima de endodoncia mientras la lima de endodoncia se inmoviliza en el conducto radicular.

60

Sin embargo, aunque la lima de endodoncia se inmoviliza en el conducto radicular durante la rotación en una primera dirección que es usualmente una dirección de corte, es posible que la rotación posterior en la dirección opuesta libera la lima de manera que no se interrumpe la preparación del conducto radicular en el tratamiento de endodoncia.

65

El documento EP 10 013 364.4 del presente solicitante describe una pieza de mano dental que permite la preparación de un conducto radicular mediante el uso de una única lima en un modo alternativo.

Sin embargo, dado que los instrumentos del conducto radicular operados en el modo alternativo cortan toda su longitud o al menos en más cuchillas o área superficial que si se opera en un modo giratorio continuo o en la técnica de endodoncia "corono apical" o de "retroceso", debe aplicarse una carga de torque más alta especialmente en conductos radiculares largos estrechos cuando se usan limas de endodoncia alternativas.

5 En consecuencia, en el caso de una rotación alternativa de la lima de endodoncia, es posible que la lima de endodoncia se atore en el conducto radicular por la siguiente razón:

10 En la práctica, una pieza de mano dental proporciona un torque máximo de una magnitud dada debido a los inconvenientes de la pieza de mano dental con respecto a un tamaño y peso aceptables. En el caso de que el torque máximo se aplique a la lima de endodoncia en la primera dirección que es la dirección de corte, la lima de endodoncia se trabajará en la pared del conducto radicular con un torque máximo y luego se detiene. Dado que el coeficiente de fricción deslizando μ_s es menor que el coeficiente de fricción cinética μ_k , el torque máximo de la pieza de mano pudiera no ser suficiente para liberar la lima de endodoncia cuando cambia la dirección de rotación. En consecuencia, a pesar de la rotación alternativa de la lima de endodoncia, la lima de endodoncia pudiera inmovilizarse en el conducto radicular.

15 Para solucionar este problema, se sugirió limitar el torque aplicado al instrumento de endodoncia. Con este propósito, se sugirió que debería introducirse un umbral de torque que limite el torque aplicado al instrumento de endodoncia. Sin embargo, el control de torque con una lima de endodoncia alternativa es un problema complejo. Diferente a la situación con una lima de endodoncia giratoria accionada en un modo giratorio continuo, el torque aplicado a la lima de endodoncia operada en modo alternativo no es proporcional a la corriente absorbida por el motor eléctrico en toda la secuencia de rotación. La alternancia de la dirección de rotación dependiente del tiempo da lugar a los efectos dependientes del tiempo sobre la corriente absorbida por el motor eléctrico. Por ejemplo, los efectos debidos a la aceleración y desaceleración de la lima de endodoncia, las posibilidades limitadas de promediar en un intervalo de tiempo, los tiempos de reacción durante la medición, o los efectos debidos a la inversión de la magnetización proporcionan datos erróneos que no pueden usarse para obtener un torque razonable indicativo del estado de la lima de endodoncia.

20 El documento US2002/0064756 describe una pieza de mano dental para formar conductos radiculares que comprenden un motor, una herramienta de corte accionada por dicho motor, y medios de control para invertir automática y periódicamente el motor de conformidad con los períodos de rotación preestablecidos de la herramienta en una dirección y en la opuesta, respectivamente. Los medios para detectar el torque de carga aplicado a la herramienta pueden además habilitarse durante la rotación continua, de manera que los medios de control invierten el motor cuando el torque detectado por los medios de detección del torque de carga alcanza un valor de referencia preestablecido durante la rotación continua.

25 De conformidad con el documento US2002/0064756, además de proporcionar la inversión del motor cuando el torque de carga aplicado a la herramienta ha alcanzado un torque de referencia preestablecido, la pieza de mano puede usar un procedimiento de control diferente, sin hacer uso de la detección del torque de carga aplicado a la herramienta. En tal procedimiento, después de deshabilitar los medios de detección del torque, el motor y por consecuencia la herramienta operan de una manera alternativa, con períodos de rotación preestablecidos TF y TR en las dos direcciones, respectivamente. En consecuencia, el documento US2002/0064756 no describe un método en donde el control del torque se lleve a cabo durante el movimiento alternativo de la herramienta. El documento US2002/0064756 declara específicamente que durante el control F+R, no se detectan ni el torque de carga ni la velocidad. El documento US2002/0064756 reconoce que al igual que la velocidad, el motor se invierte a un ritmo muy rápido, y de este modo está siempre en un estado transitorio, con características de operación que están muy lejos de los estándares y por tanto no se consideran significativas. Además, en la operación F+R, se considera que la herramienta no se somete a ninguna torsión debido a que se asume que la inversión del movimiento ocurre antes de que la misma herramienta pueda atascarse en el conducto radicular dental.

30 Sin embargo, las suposiciones hechas de conformidad con el documento US2002/0064756 no son correctas ya que a pesar del movimiento alternativo la falla de la herramienta ocurre de conformidad con el documento US2002/0064756.

Resumen de la invención

35 De este modo el problema de la presente invención es proporcionar una pieza de mano dental para el tratamiento de endodoncia de un conducto radicular que pueda usarse para preparar un conducto radicular mediante el uso de una única lima de endodoncia alternativa mientras que al mismo tiempo la pieza de mano dental pueda ser compacta y ligera y minimice el riesgo de que la lima de endodoncia se atore o se rompa en el conducto radicular.

40 Además, es un problema adicional de la presente invención proporcionar un kit de piezas que incluya la pieza de mano dental y una lima de endodoncia alternativa apropiada.

45 Además, la presente descripción incluye un proceso para controlar una pieza de mano dental de manera que se minimice el riesgo de que la lima de endodoncia alternativa se atore en el conducto radicular mientras que al mismo tiempo la pieza de mano dental pueda ser ligera y compacta.

Este problema se soluciona de conformidad con la invención de conformidad con las reivindicaciones. La presente invención proporciona una pieza de mano dental para el tratamiento de endodoncia de un conducto radicular, que comprende

- 5 (i) un mandril para acoplar y sostener una lima de endodoncia;
 (ii) un motor eléctrico que tiene un eje para accionar la lima de endodoncia;
 (iii) una unidad de control para controlar el motor, que recibe una corriente de datos de entrada;

10 en donde mientras monitorea la corriente de datos de entrada, la unidad de control determina la corriente absorbida por el motor eléctrico, y controla el motor de manera que la lima alterna la dirección de rotación a una frecuencia de 1 a 20 Hz entre una primera dirección y una segunda dirección opuesta a la primera dirección, y donde la unidad de control controla el motor eléctrico de manera que la lima gira continuamente en la segunda dirección cuando los datos monitoreados cumplen con una condición de umbral de torque predeterminada durante la rotación en la primera dirección.

15 Además, la presente invención proporciona un kit de piezas que comprende la pieza de mano dental para el tratamiento de endodoncia de un conducto radicular y una lima de endodoncia.

20 La presente descripción incluye además un proceso para controlar el motor eléctrico de una pieza de mano dental, dicho proceso comprende las etapas de:

- (i) proporcionar una pieza de mano dental de conformidad con la invención,
 (ii) monitorear los datos de entrada mediante una unidad de control;
 (iii) controlar el motor de manera que la lima alterna la dirección de rotación a una frecuencia de 1 a 20 Hz entre una primera dirección y una segunda dirección;
 25 (iv) controlar el motor de manera que la lima gire continuamente en la segunda dirección cuando los datos monitoreados cumplen con una condición de umbral de torque predeterminada durante la rotación en la primera dirección.

30 La presente invención se basa en el reconocimiento de que no es necesario el control de torque en la dirección de rotación opuesta a la primera dirección y puede incluso ser perjudicial para el éxito del tratamiento de endodoncia. En cambio, en vistas de las diferencias entre la fricción deslizante y la fricción cinética, es aceptable aplicar el torque máximo de la pieza de mano en la segunda dirección de rotación opuesta a la primera dirección, dado que el torque aplicado a la lima de endodoncia alternativa durante la rotación en la primera dirección se limita por un umbral de torque específico que debería estar como máximo en el orden del torque máximo proporcionado por la pieza de mano dental corregido por la relación del coeficiente de fricción deslizante μ_s y el coeficiente de fricción cinética μ_k y menor que el límite elástico de la lima de endodoncia.

35 En consecuencia, la presente invención se basa en el concepto de que el fallo catastrófico de la lima de endodoncia pueda evitarse cuando se aplica selectivamente un umbral de torque en la primera dirección y se monitorea la preparación del conducto radicular para lograr este umbral de torque durante la rotación en la primera dirección, seguido por una rotación del instrumento de endodoncia en la segunda dirección sin aplicar un umbral de torque o aumentando el umbral de torque con el fin de retirar la lima del conducto radicular para su limpieza.

40 De conformidad con la presente invención, el control del torque adapta los recursos limitados de una pieza de mano dental compacta y ligera para un tratamiento de endodoncia alternativo en donde el fallo catastrófico de la lima de endodoncia se evita debido al movimiento giratorio específico alternativo y dado que el control del torque siempre proporciona un torque adicional en la dirección de rotación opuesta a la dirección de corte con el fin de que la lima de endodoncia pueda liberarse de manera eficiente cuando se atora temporalmente en el conducto radicular.

50 La presente invención proporciona además los siguientes beneficios adicionales:

- Dado que el torque aumenta además cuando las ranuras de la lima se llenan de desechos, la probabilidad de lograr una condición de umbral de torque aumenta cuando las ranuras se llenan.
 - En consecuencia, menos desechos permanecen en las ranuras y por tanto existen menos desechos potencialmente infectados presionados dentro de los túbulos de la dentina. La retroalimentación indica una tensión aumentada sobre la pieza de mano dental de la invención y una necesidad de cepillar las paredes del canal para crear más espacio, reduciendo por tanto la tensión sobre la pieza de mano dental.
 - El profesional recibe retroalimentación sobre la aplicación incorrecta de la lima y de que debería limpiar las ranuras de la lima y cepillar el conducto radicular. Esto ayuda a los médicos a usar la lima correctamente o a evitar el uso incorrecto de la lima.
- Las partes mecánicas por ejemplo en contra ángulo y sus engranajes, se protegen y como resultado tienen una mayor vida útil.
- La pieza de mano tendrá un peso más ligero.
- El suministro de energía será menor, menos costoso y de menor peso.

65 Breve descripción de las Figuras

La Figura 1 muestra un sistema para realizar procedimientos de endodoncia.

La Figura 2 muestra una vista elevada de una pieza de mano inalámbrica.

5 La Figura 3 muestra los datos sin procesar medidos durante el tratamiento de endodoncia alternativo a partir de los cuales puede obtenerse la información en el torque aplicado a la lima de endodoncia.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de un ejemplo de un procedimiento de endodoncia que usa la pieza de mano de la presente invención.

10

La Figura 5 muestra la curva de la corriente de datos de entrada recibidos por la unidad de control con relación a la corriente consumida por el motor eléctrico como una función del tiempo y la curva del umbral de torque ajustado por el software durante el movimiento alternativo.

15

La Figura 6 muestra una curva de la velocidad de la herramienta y el torque aplicado a la herramienta así como también el umbral de torque establecido por el software durante el movimiento alternativo.

La Figura 7 muestra una curva adicional de la velocidad de la herramienta y el torque aplicado a la herramienta así como también el umbral de torque establecido por el software durante el movimiento alternativo.

20

Descripción detallada de las modalidades preferidas

Para el propósito de la presente descripción, la primera dirección de rotación es la dirección de corte de la lima de endodoncia alternativa, la dirección en la cual la rotación continúa más larga que la rotación en la dirección opuesta o recorre un ángulo mayor. La segunda dirección es la dirección en la cual la lima de endodoncia se libera y/o se retira hacia fuera del conducto radicular.

25

Una pieza de mano dental para el tratamiento de endodoncia de un conducto radicular de conformidad con la presente invención comprende

30

- (i) un mandril para acoplar y sostener una lima de endodoncia;
- (ii) un motor eléctrico que tiene un eje para accionar la lima de endodoncia;
- (iii) una unidad de control para controlar el motor, que recibe una corriente de datos de entrada;

35

Como se muestra en la Figura 1, una pieza de mano dental 10 incluye una unidad de control 20. Un instrumento de endodoncia o lima 16 se mantiene de manera segura en un mandril 17 de la cabeza de una pieza de mano 18 para la rotación alrededor de su eje longitudinal. La lima 16 puede ser cualquier instrumento de endodoncia de diseño útil. La cabeza 18 es un componente integral de un contra ángulo convencional 19, que proporciona un tren de accionamiento y engranajes necesarios para girar la lima 16. Un motor eléctrico 12 se sujeta al contra ángulo 19, usualmente a modo de partes del cuerpo roscadas complementarias, y acopla el tren de accionamiento de contra ángulo 19 para girar la lima 16. El motor eléctrico 12 se conecta mediante un cable de control 15 a la unidad de control 20, que incluye típicamente una unidad del microprocesador. La unidad de control 20 es capaz de controlar y programar de manera electrónica los parámetros del motor tales como la velocidad, el torque, y la dirección de rotación para un tipo de lima de endodoncia seleccionado.

40

45

La unidad de control 20 incluye el software que proporciona medios para configurar el régimen o el método de rotación de la lima de endodoncia 16. Los ajustes pueden aparecer preferentemente en una pantalla. Además, el microprocesador puede proporcionar preferentemente llaves (22a, 22b) que permiten configurar el tiempo entre los movimientos hacia adelante y hacia atrás. Además, el microprocesador puede conectarse a una interfaz de usuario que proporciona llaves que permiten cambiar, deshabilitar y habilitar las configuraciones.

50

De conformidad con una modalidad preferida, la unidad de control se conecta a un pedal para el pie (no se muestra) o cambio manual (Figura 2) para detener la rotación continua y/o la rotación alternativa de una lima de endodoncia.

55

Una lima de endodoncia 16 se configura preferentemente incluyendo una porción de lima metálica ahusada alargada que tiene un extremo proximal, un extremo distal, y al menos tres ranuras helicoidales separadas con drenajes en espiral entre los mismos. El extremo distal se dimensiona y se configura para una punta del conducto radicular terminado seleccionado y la porción ahusada se configura para proporcionar una configuración deseada del conducto radicular terminado.

60

La presente invención proporciona además un kit de piezas que comprende la pieza de mano dental de conformidad con la invención, y una lima de endodoncia.

65

Como se muestra en la Figura 2, la pieza de mano dental puede ser inalámbrica. En consecuencia, la unidad de control puede incorporarse dentro de la pieza de mano dental. Alternativamente, la unidad de control puede conectarse a la pieza de mano dental mediante una conexión inalámbrica. En el caso que se conecte la unidad de control a la pieza de

mano dental mediante una conexión inalámbrica, la unidad de control puede proporcionarse con un pedal para el pie como en el caso de la pieza de mano dental mostrada en la Figura 1.

5 De conformidad con una modalidad preferida, el motor eléctrico es un motor eléctrico sin escobillas. Preferentemente, el motor eléctrico se alimenta con electricidad de corriente directa (CD) y tiene sistemas de conmutación electrónica. De conformidad con una modalidad preferida, las relaciones corriente-a-torque y frecuencia-a-velocidad son lineales durante la operación giratoria continua. En particular, el motor eléctrico puede ser un motor de velocidad gradual. Un motor eléctrico sin escobilla de conformidad con una modalidad preferida de la presente invención ofrece ventajas con respecto a los motores de CD con escobillas, incluyendo más torque por peso, más torque por watt (eficiencia aumentada), fiabilidad aumentada, ruido reducido, mayor tiempo de vida (sin cepillado ni erosión del conmutador), eliminación de chispas de ionización desde el conmutador, y reducción total de la interferencia electromagnética (EMI).

10 De conformidad con una modalidad preferida, la rotación en la primera dirección y en la segunda dirección se determina mediante una pluralidad de sensores Hall. Preferentemente, los sensores Hall proporcionan una corriente de datos de entrada a la unidad de control con relación a la posición del eje, la dirección de rotación, y/o la velocidad de rotación en la primera y la segunda dirección.

15 De conformidad con una modalidad adicional preferida, se determina el torque cuando la corriente absorbida pasa por el motor a través de un resistor y determina la caída de tensión. Además, la unidad de control puede usar la corriente absorbida por el motor eléctrico y uno o más parámetros de la lima de endodoncia para determinar la condición de umbral de torque predeterminada. Los parámetros de la lima de endodoncia pueden introducirse o modificarse por el usuario o pueden recuperarse de un medio de almacenamiento.

20 La Figura 3 muestra los datos con relación al torque aplicado a la lima de endodoncia durante la preparación del conducto radicular alternativo. Los valores de torque negativos representan el torque durante la rotación en la primera dirección. Los valores de torque positivos representan el torque durante la rotación en la segunda dirección. El torque varía de aproximadamente -4 Ncm a aproximadamente +1 Ncm en este ejemplo.

25 La pieza de mano dental para el tratamiento de endodoncia de un conducto radicular de conformidad con la presente invención se configura de tal manera que mientras se monitorea la corriente de datos de entrada, la unidad de control determina la corriente absorbida por el motor eléctrico, y controla el motor de manera que la lima alterna la dirección de rotación a una frecuencia de 1 to 20 Hz entre una primera dirección y una segunda dirección opuesta a la primera dirección.

30 El régimen de operación preferido durante la rotación alternativa es que la rotación en la primera dirección excede la rotación en la segunda dirección opuesta a la primera dirección de manera que la lima 16 gira a través de una serie de movimientos en la primera y segunda direcciones y completa un círculo de rotación de manera que la limpieza del conducto radicular procede por medio de una serie de ciclos. La rotación en la primera dirección es preferentemente una rotación en el intervalo de 45 a 360 °, con mayor preferencia de 60 a 270 °. La rotación en la segunda dirección es preferentemente una rotación de un ángulo más pequeño como la rotación en la primera dirección y se controla para estar en el intervalo de 30 a 270°, preferentemente 45 a 180°.

35 La pieza de mano dental para el tratamiento de endodoncia de un conducto radicular de conformidad con la presente invención se configura además de tal manera que la unidad de control controla el motor eléctrico de manera que la lima gira continuamente en la segunda dirección cuando los datos monitoreados cumplen con una condición de umbral de torque predeterminado durante la rotación en la primera dirección.

40 La Figura 4 muestra un diagrama de bloques de software mediante el cual la unidad de control controla el motor eléctrico. En consecuencia, cuando el software se inicializa, el software determina si la lima de endodoncia se acciona en un movimiento alternativo. En caso afirmativo, el software determina si el arco de rotación está en la segunda dirección. En caso afirmativo, el software deshabilita el control de torque y termina el ciclo. Sin embargo, si el software determina que la rotación está en la primera dirección, se aplica un umbral de torque. El software puede determinar el umbral de torque basado en un valor constante programado en el software. Alternativamente, el software puede recuperar un valor para el umbral de torque desde una localización de memoria que se cambia tanto por la entrada del usuario o que forma parte de una base de datos o que se determina mediante la posición de la lima de endodoncia en el conducto radicular.

45 Opcionalmente, el software puede adaptarse al valor para el umbral de torque tomando en cuenta parámetros adicionales. Una vez que se ha ajustado el umbral de torque, el control del torque se habilita y el software termina el ciclo. Posterior a la determinación del ciclo, el software puede comenzar a verificar si el movimiento de la lima es alternativo.

50 Preferentemente, el software obtiene el valor para el umbral de torque de una tabla y adapta el valor umbral de torque basado en parámetros adicionales tales como el tipo de la lima de endodoncia, la vida útil de la lima de endodoncia específica, y opcionalmente la entrada adicional proporcionada por el usuario.

65

Como se muestra por la Figura 5, la lectura de la corriente consumida por el motor eléctrico muestra picos cada vez que el motor invierte el estado direccional debido a la corriente necesaria para realizar la inversión. Tales picos no pueden considerarse como lecturas de torque válidas. Los picos se ignoran ajustando el umbral de torque a un máximo durante la rotación en la segunda dirección. Durante la rotación en la primera dirección, el umbral se aplica al nivel deseado. Cuando la lectura de la corriente de datos de entrada recibida por la unidad de control que corresponde al torque aplicado a la lima de endodoncia en la primera dirección alcanza un valor predeterminado, la unidad de control controla el motor eléctrico de manera que la lima gira continuamente en la segunda dirección.

Como se muestra en las Figuras 6 y 7, el torque máximo observado obtenido de la corriente de datos de entrada durante la rotación en la primera dirección es significativamente menor que el torque máximo observado derivado de la corriente de datos de entrada durante la rotación en la segunda dirección. Además, la velocidad de rotación máxima observada derivada de la corriente de datos de entrada durante la rotación en la primera dirección es significativamente menor que la velocidad de rotación máxima observada derivada de la corriente de datos de entrada durante la rotación en la segunda dirección. Las diferencias se deben parcialmente a los utensilios de medición. En el caso en que tales utensilios de medición fueran la base del control del movimiento alternativo, la eficiencia del tratamiento de endodoncia no pudiera optimizarse dado que el umbral de torque terminaría prematuramente el movimiento alternativo basado en la corriente de datos de entrada recibidos durante la rotación en la segunda dirección. De este modo, es esencial de conformidad con la presente invención ser capaz de determinar con certeza el estado de la herramienta con respecto a la dirección giratoria, que no es posible mediante el uso de un puente MOSFET que comprende patas superiores, controladas por señales PWM para la operación alternativa del motor, y patas inferiores, enterradas por medio de un resistor de bajo valor desde el cual se obtiene una señal de retroalimentación para los medios de detección del torque de carga y se describe mediante el documento US2002/0064756.

De conformidad con la presente invención, el torque aplicado en el modo alternativo se mide y se controla de tal manera que el torque aplicado no excederá un primer umbral (T) determinado por la siguiente fórmula:

$$T = T_{\text{máx}} \mu_s / \mu_k$$

en donde $T_{\text{máx}}$ es el nivel de torque máximo posible de la pieza de mano o el torque clínico máximo, aunque sea menor, μ_s / μ_k es la relación entre el coeficiente de torque deslizante y el coeficiente de torque cinético. Específicamente, la condición de umbral de torque predeterminada incluye un torque máximo en el intervalo de 0.5 a 15 Ncm. Con mayor preferencia, la condición de umbral de torque predeterminada incluye un torque máximo en el intervalo de 2 a 10 Ncm, aún con mayor preferencia la condición de umbral de torque predeterminada incluye un torque máximo en el intervalo de 3 a 6 Ncm. En consecuencia, el motor eléctrico tiene suficiente torque para liberar una lima que se atora temporalmente en el conducto radicular a pesar del hecho de que el coeficiente de fricción deslizante μ_s es después menor que la fricción cinética μ_k .

Preferentemente, la unidad de control activa una retroalimentación del usuario como una alerta visual y/o acústica y/o de vibración de la pieza de mano por el cambio de rotación cuando los datos monitoreados cumplen con una condición de alerta de umbral de torque predeterminada durante la rotación en la primera dirección. Adicional o alternativamente, el usuario puede evitar que la unidad de control controle el motor eléctrico basado en una condición de umbral de torque predeterminada durante la rotación en la primera dirección. Adicional o alternativamente, la unidad de control puede monitorear la localización de la punta de la lima en el conducto radicular. Además, el usuario puede deshabilitar cualquier función o aumentar o disminuir el umbral de torque.

Después que la unidad de control ha controlado el motor eléctrico para girar continuamente la lima en la segunda dirección de manera que la lima se libera y los desechos se retiran del conducto radicular, la unidad de control puede continuar de conformidad con alternativas diferentes:

- a. Se excede un umbral de torque definido
 - i. Parar después (reiniciar liberando y presionando el pedal para el pie)
 - ii. Y/o reiniciar después automáticamente en modo alternativo
- b. Se excede un ángulo de rotación definido o tiempo de rotación
 - i. Parar después (reiniciar liberando y presionando el pedal para el pie)
 - ii. Y/o reiniciar después automáticamente en modo alternativo

Reivindicaciones

- 5 1. Una pieza de mano dental para el tratamiento de endodoncia de un conducto radicular, que comprende
 (i) un mandril para acoplar y sostener una lima de endodoncia;
 (ii) un motor eléctrico que tiene un eje para accionar la lima de endodoncia;
 (iii) una unidad de control para controlar el motor, que recibe una corriente de datos de entrada;
- 10 en donde mientras monitorea la corriente de datos de entrada, la unidad de control determina la corriente absorbida por el motor eléctrico, y controla el motor de manera que la lima alterna la dirección de rotación a una frecuencia de 1 a 20 Hz entre una primera dirección y una segunda dirección opuesta a la primera dirección, y donde la unidad de control controla el motor eléctrico de manera que la lima gira continuamente en la segunda dirección cuando los datos monitoreados cumplen con una condición de umbral de torque predeterminada durante la rotación en la primera dirección.
- 15 2. La pieza de mano dental de conformidad con la reivindicación 1, en donde la unidad de control se conecta a un pedal para el pie para detener la rotación continua y/o una rotación alterna de la lima de endodoncia.
- 20 3. La pieza de mano dental de conformidad con la reivindicación 1 o 2, en donde el motor eléctrico es un motor eléctrico sin escobilla.
4. La pieza de mano dental de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la rotación en la primera dirección se determina por una pluralidad de sensores Hall.
- 25 5. La pieza de mano dental de conformidad con la reivindicación 4, en donde los sensores Hall proporcionan una corriente de datos de entrada a la unidad de control con relación a la posición del eje, a la dirección de rotación, y/o a la velocidad de rotación en la primera y segunda dirección.
- 30 6. La pieza de mano dental de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el torque se determina dejando pasar la corriente absorbida por el motor a través de un resistor y determinando una caída de tensión.
- 35 7. La pieza de mano dental de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la unidad de control usa la corriente absorbida por el motor eléctrico y uno o más parámetros de la lima de endodoncia para determinar la condición de umbral de torque predeterminada.
- 40 8. La pieza de mano dental de conformidad con la reivindicación 7, en donde los parámetros de la lima de endodoncia se introducen o se modifican por el usuario o se recuperan de un medio de almacenamiento.
- 45 9. La pieza de mano dental de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad de control desencadena un sonido de advertencia acústico cuando los datos monitoreados cumplen con una condición de alerta de umbral de torque predeterminada durante la rotación en la primera dirección.
- 50 10. La pieza de mano dental de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad de control monitorea la localización de la punta de la lima en el conducto radicular.
- 55 11. La pieza de mano dental de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el usuario puede evitar que la unidad de control controle el motor eléctrico basado en una condición de umbral de torque predeterminada durante la rotación en la primera dirección.
12. La pieza de mano dental de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la condición de umbral de torque predeterminada incluye un torque máximo en el intervalo de 0.5 a 15 Ncm
13. Un kit de piezas que comprende la pieza de mano dental de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, y una lima de endodoncia.
- 60 14. El kit de piezas de conformidad con la reivindicación 13, en donde la primera dirección es la dirección de corte de la lima de endodoncia.

Figura 1

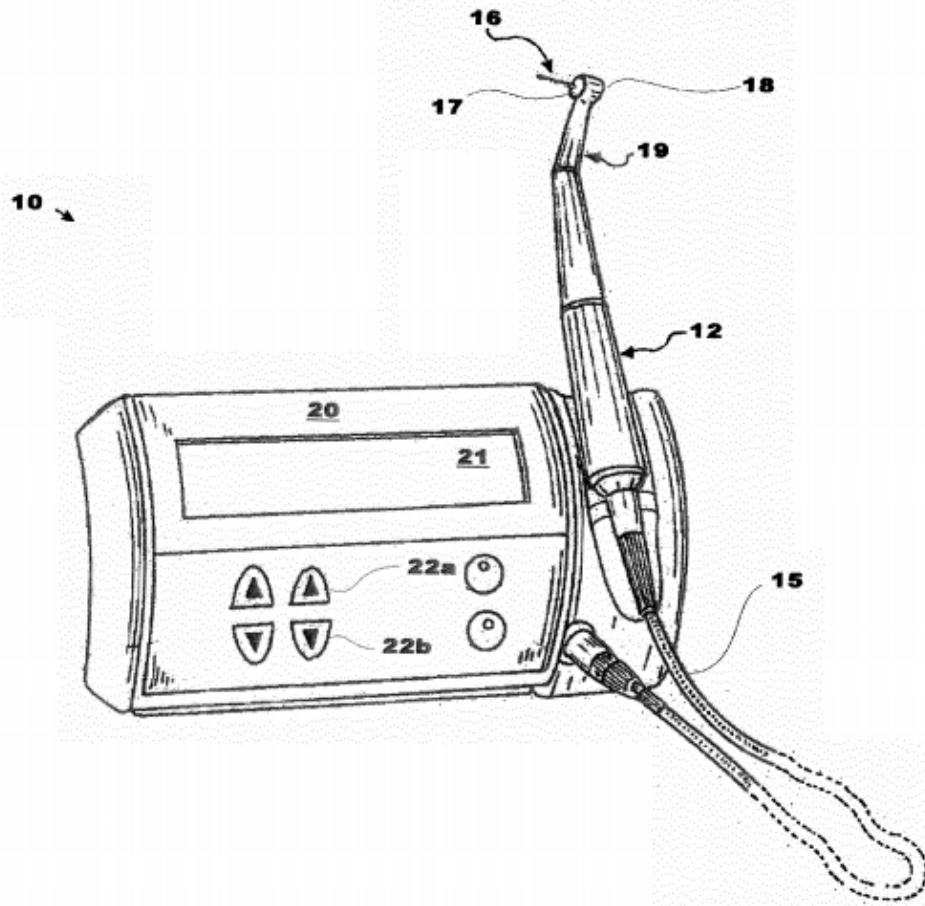


Figura 2

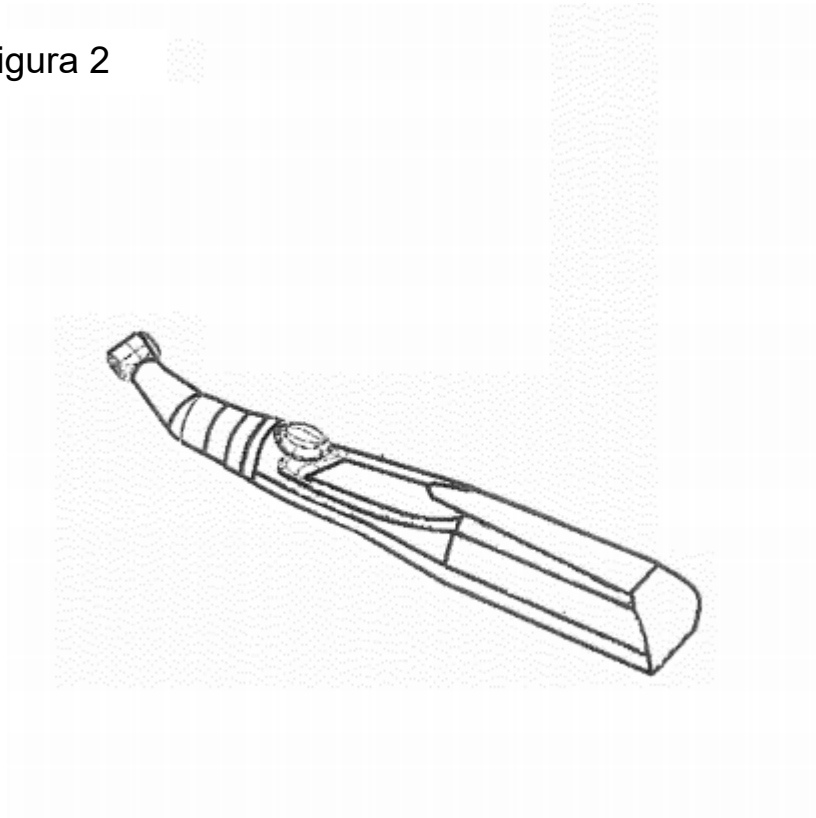


Figura 3

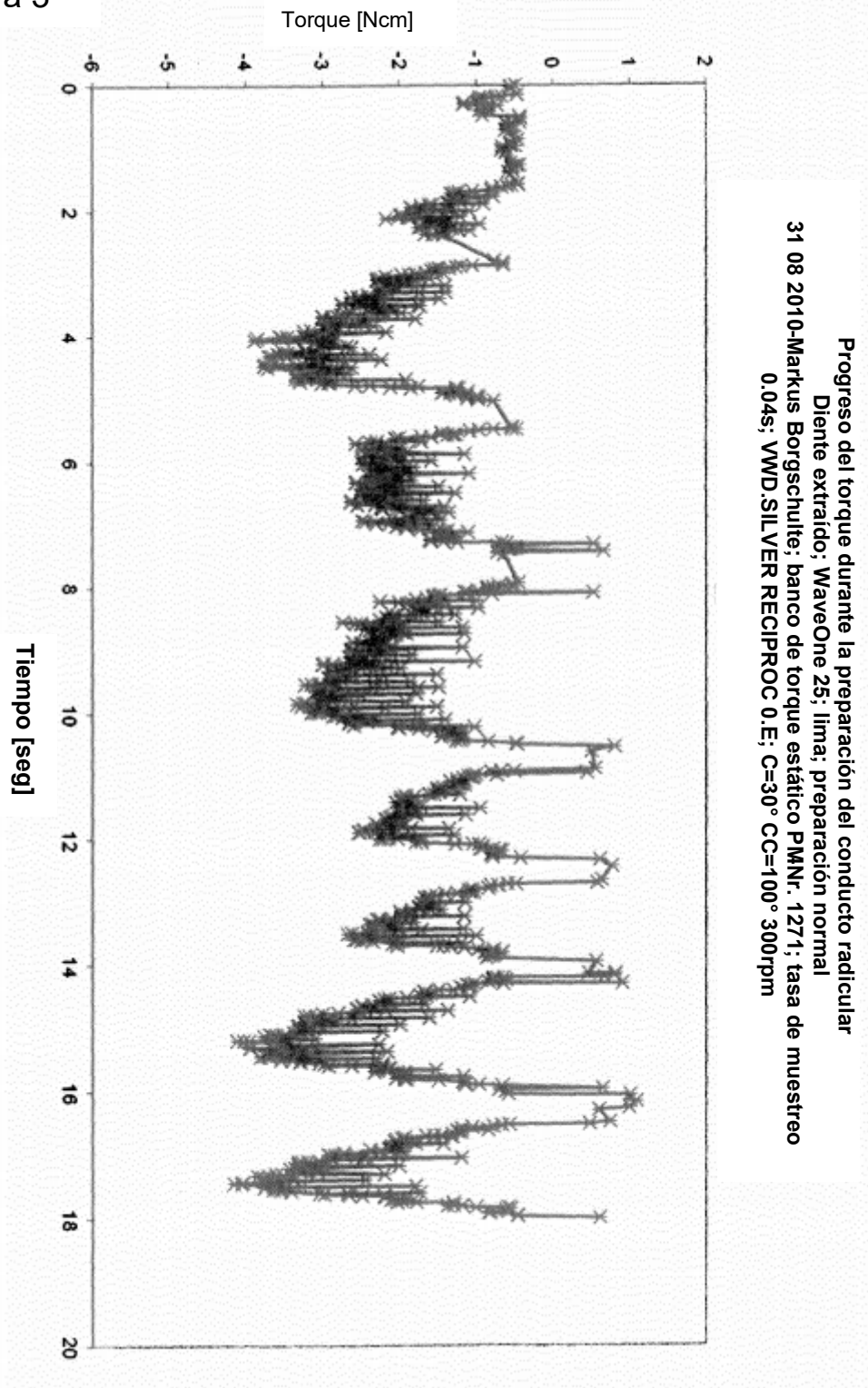


Figura 4

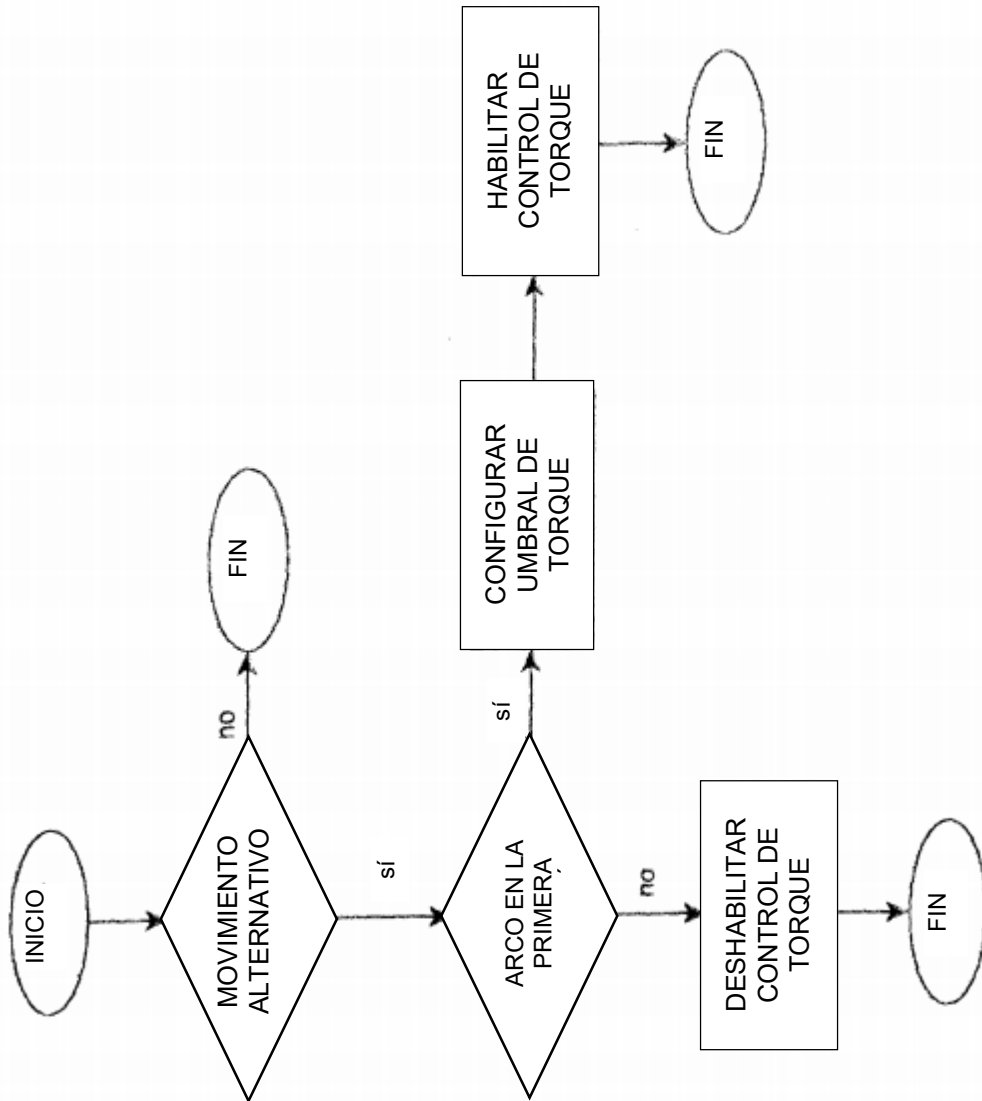


Figura 5

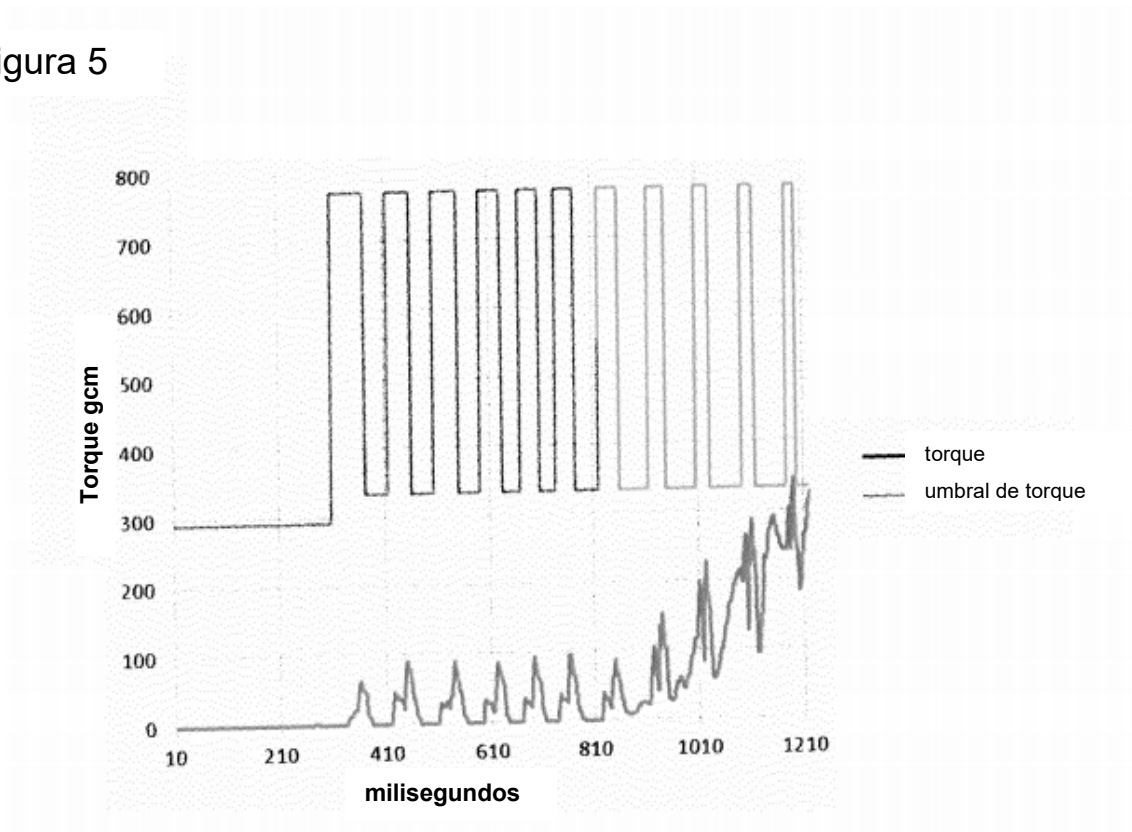


Figura 6

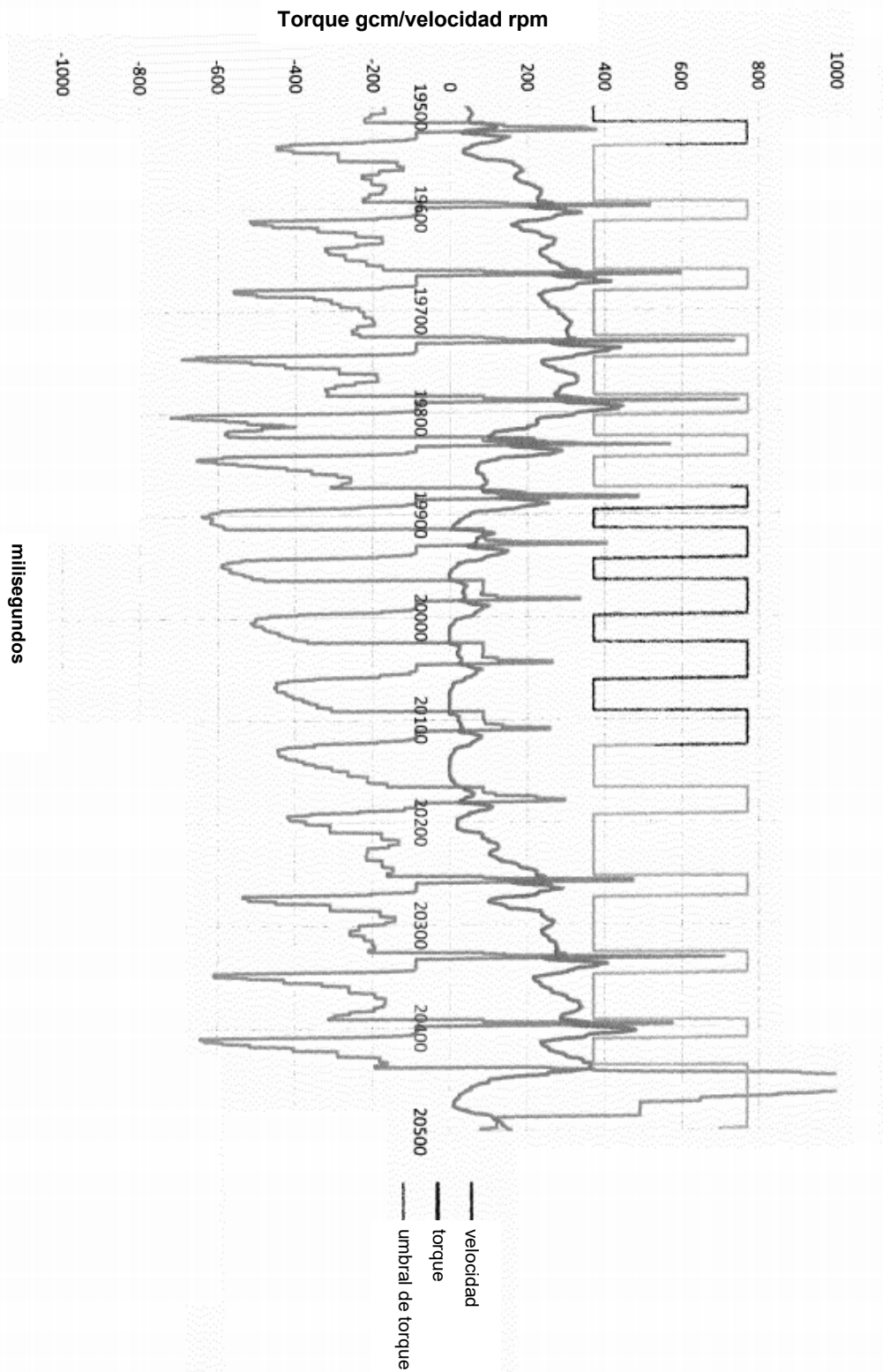


Figura 7

