

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 436**

51 Int. Cl.:

**A61C 1/00** (2006.01)

**A61C 17/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.01.2007 PCT/US2007/001443**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.07.2007 WO07084668**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2007 E 07718202 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 1973490**

54 Título: **Sistema cableado e inalámbrico con interruptor de pie para operar un aparato de tratamiento médico o dental**

30 Prioridad:

**17.01.2006 US 333970**

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

**22.07.2019**

73 Titular/es:

**DENTSPLY SIRONA INC. (100.0%)  
221 West Philadelphia Street, Suite 60W  
York, PA 17401-2991, US**

72 Inventor/es:

**LINT, KEVIN;  
KILE, JEREMY;  
GUARAGNO, KENNETH R. y  
REAGAN, JOSEPH R.**

74 Agente/Representante:

**ÁLVAREZ LÓPEZ, Sonia**

ES 2 720 436 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**

Sistema cableado e inalámbrico con interruptor de pie para operar un aparato de tratamiento médico o dental

5 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere generalmente a un sistema de interruptor de pie para operar un aparato de tratamiento médico o dental. El sistema incluye un dispositivo de interruptor de pie y una unidad base médica/dental, cada uno que tiene un elemento de comunicación para transmitir y recibir señales. El interruptor de pie puede conectarse a la unidad base mediante un cable conector en un sistema cableado. Alternativamente, el interruptor de pie puede usarse para controlar remotamente la unidad base en un sistema inalámbrico. El dispositivo de interruptor de pie es particularmente adecuado para operar una unidad selladora dental ultrasónica.

15 Breve descripción de la técnica relacionada

Hoy en día, los profesionales médicos y dentales usan habitualmente instrumentos que se controlan mediante sistemas de control de pie. Por ejemplo, los instrumentos de cortes quirúrgicos, las herramientas endoscópicas, las herramientas de irrigación y aspiración, los taladros dentales y otras piezas de mano, los selladores dentales ultrasónicos, y las unidades de profilaxis dental pueden activarse con sistemas de control de pie. El sistema de control de pie incluye un dispositivo de interruptor de pie que se coloca en el piso al alcance del practicante. El interruptor de pie se usa para activar un aparato médico/dental, que incluye una unidad de operación base. Un cable conector se usa para asegurar el interruptor de pie a la unidad base en un sistema "cableado" o "conectado". Alternativamente, los sistemas de control de pie "inalámbricos" remotos, que no usan un cable conector, pueden usarse para activar la unidad base en algunos casos. Un cable de instrumento flexible conecta el instrumento médico/dental, por ejemplo una pieza de mano dental, a la unidad base. El practicante médico o dental activa la unidad base y acopla el instrumento médico/dental al pisar simplemente el interruptor de pie con su pie. El uso de tales sistemas permite al practicante tener las "manos libres." El practicante no necesita ajustar manualmente botones, selectores, y similares en la unidad base para controlar su modo de operación. Más bien, el practicante puede controlar la operación de la unidad base mediante el uso del interruptor de pie.

35 Algunos interruptores de pie convencionales se referencian como interruptores de múltiples posiciones o múltiples etapas. Un operador pisa el pedal del interruptor de pie hasta una cierta posición, y esta acción hace que el aparato médico/dental opere en un modo específico. El modo de operación seleccionado se basa en la posición del pedal del interruptor de pie. Por ejemplo, con un interruptor de pie de dos posiciones, un practicante dental puede pisar el pedal hasta una primera posición de manera que el agua fluye a través de la pieza de mano para enjuagar los dientes de un paciente. Después, el pedal del interruptor de pie puede pisarse hasta una segunda posición de manera que un atomizador de limpieza que contiene medicamentos antimicrobianos fluye a través de la pieza de mano para limpiar los dientes.

45 Varios sistemas cableados e inalámbricos, que incluyen un dispositivo de interruptor de pie para controlar la unidad médica/dental, se conocen en la industria. Por ejemplo, las patentes de Estados Unidos 5,125,837 y 5,419,703 de Warrin y otros, describen una unidad selladora dental ultrasónica que tiene una pieza de mano y un inserto de raspado que pueden usarse para quitar el sarro de los dientes y proporcionar soluciones de lavado terapéuticas en cavidades periodontales en la boca. La unidad selladora dental incluye un dispositivo de interruptor de pie, que se conecta a la unidad base mediante un cable eléctrico. La unidad selladora incluye además una pieza de mano dental, que se conecta a la unidad base mediante un conducto que contiene cables eléctricos y un tubo para agua de enfriamiento. La unidad base incluye un interruptor que puede fijarse en una primera o una segunda posición. El interruptor de pie puede pisarse además hasta una primera o una segunda posición. Las posiciones del interruptor de la unidad base y el interruptor de pie hacen posible que el practicante use el aparato sólo para raspado, sólo para lavado, o para lavado y raspado simultáneo.

55 La patente de Estados Unidos 5,754,016 de Jovanovic y otros, describe un sistema cableado que usa un interruptor de pie para controlar una unidad selladora dental ultrasónica. En este sistema, un cable conecta la unidad base selladora al interruptor de pie. La pieza de mano selladora, que se monta en la unidad base, incluye una bobina de realimentación para controlar la amplitud y vibración del inserto de raspado, que se coloca en la pieza de mano. La amplitud y frecuencia de vibración del inserto de raspado pueden ajustarse continuamente para mantener constante la energía de raspado. El dispositivo de interruptor de pie se conecta a un facilitador de impulsos en la unidad base mediante un cable conector. El interruptor de pie puede incluir una primera y una segunda posición de contacto del interruptor eléctrico, de manera que la primera posición del interruptor proporciona energía ultrasónica normal a la pieza de mano y la segunda posición del interruptor proporciona un aumento temporal de la energía ultrasónica.

65 En la solicitud de patente de Estados Unidos publicada US 2004/0115591 de Warner, se describe un sistema para controlar remotamente múltiples dispositivos médicos y dentales. El sistema incluye una unidad portátil inalámbrica y una señal de RF inalámbrica que contiene un "mensaje de selección de dispositivo." Esta señal selecciona una unidad

de control de pedal de pie. El practicante presiona primero un botón en la unidad portátil para transmitir dispositivo específico a partir de la pluralidad de dispositivos que se controlarán mediante el movimiento del pedal de pie. Por ejemplo, el usuario puede seleccionar un taladro dental a partir de un número de dispositivos de tratamiento dental diferentes. A su vez, el usuario presiona el pedal de pie y una señal de RF que contiene un "mensaje de activación de dispositivo" se transmite al taladro dental; por lo tanto se activa el taladro.

La solicitud de patente de Estados Unidos publicada US 2005/0080403 de Takahashi, describe un sistema para controlar un dispositivo médico con un interruptor de pie de control remoto. El interruptor de pie incluye un pedal que se pisa para encender el dispositivo médico. Al pisar el pedal, se transmite una señal de RF junto con un código ID al dispositivo médico. El dispositivo médico, como el objetivo de control, recibe la señal transmitida, y almacena el código ID para así identificar el interruptor de pie. Además, el dispositivo médico devuelve el código ID y, así, el interruptor de pie almacena el código ID para identificar ese dispositivo médico particular como el objetivo de control. El sistema descrito en la solicitud '403 se diseña particularmente para controlar múltiples dispositivos médicos en una sala de operaciones con un solo interruptor de pie. Por ejemplo, el interruptor de pie puede usarse para controlar un aparato de operación ultrasónica y una cuchilla eléctrica.

La solicitud de patente de Estados Unidos publicada US 2005/0147940 de Mace, describe un sistema de control de pie para instrumentos dentales. El sistema incluye un control de pie, que responde a la activación mediante el movimiento del pie. El control de pie genera una señal de control electromagnética que se envía a un receptor, el cual se conecta al instrumento dental. La señal de control se recibe por un circuito receptor que convierte la información de control en la forma requerida por el instrumento dental. El receptor se muestra como una unidad separada y se describe como que se ubica en un lugar que no interfiere con el procedimiento dental.

Aunque algunos sistemas de interruptor de pie convencionales pueden ser generalmente efectivos para controlar unidades médicas y dentales, existe una necesidad de un sistema mejorado. Particularmente, sería conveniente tener un interruptor de pie que pudiera usarse para activar eficientemente una unidad médica/dental tanto en un sistema cableado como inalámbrico. Además, sería ventajoso tener un sistema, donde la unidad médica/dental sea capaz de responder inmediatamente a una señal transmitida por el interruptor de pie. Además, sería conveniente un sistema que incluye un interruptor de pie y una unidad médica/dental, cada uno que tiene una dirección o código de identificación único. Con dicho sistema, el interruptor de pie podría reprogramarse para conocer la dirección de identificación de la unidad médica/dental específica, asignada al mismo. A la inversa, la unidad médica/dental podría reprogramarse para conocer la dirección de identificación del interruptor de pie específico asignado a la misma. Cuando se envían las señales de comunicación, si el componente transmisor (interruptor de pie o unidad médica/dental) no incluye ambas direcciones de identificación, entonces no será capaz de comunicarse con el componente receptor respectivo (interruptor de pie o unidad médica/dental). Esto evitaría que un interruptor de pie se comunicara con la unidad médica/dental incorrecta. La presente invención proporciona un sistema de interruptor de pie que tiene estos objetivos, características, y ventajas así como también otras.

#### Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un sistema cableado e inalámbrico para controlar un aparato de tratamiento médico o dental como se describe en la reivindicación 1. Las modalidades preferidas están de acuerdo con las reivindicaciones dependientes.

El sistema incluye un dispositivo de interruptor de pie y una unidad base médica/dental, cada uno que tiene un elemento de comunicación para transmitir y recibir señales. El dispositivo de interruptor de pie contiene los primer y segundo interruptores y tiene un miembro que puede pisarse con el pie, particularmente un recubrimiento móvil superior. Al pisar el miembro hasta una primera posición se activa el primer interruptor, y al pisar el miembro hasta una segunda posición se activa el segundo interruptor. El dispositivo de interruptor de pie incluye además un elemento de comunicación para transmitir una primera señal de operación en respuesta al miembro que se pisa hasta la primera posición y una segunda señal de operación en respuesta al miembro que se pisa hasta la segunda posición.

El aparato de tratamiento médico o dental incluye un elemento de comunicación para recibir las primera y segunda señales de operación desde el interruptor de pie. La primera señal hace que el aparato opere en un primer modo y la segunda señal hace que el aparato opere en un segundo modo. Los diferentes modos de operación que dependen de la señal de conmutación tal como, por ejemplo, la energía normal y la energía ultrasónica aumentada, pueden activarse de esta manera.

El sistema de esta invención incluye varias mejoras sobre los sistemas de control de pie convencionales. Por ejemplo, el presente sistema incluye un mecanismo de sincronización de identificación, en donde el aparato tiene una dirección de identificación "A" programada inicialmente y el interruptor de pie tiene una dirección de identificación "B" programada inicialmente. El aparato se reprograma subsecuentemente para incluir las direcciones de identificación "A" y "B" y el interruptor de pie se reprograma para incluir las direcciones de identificación "A" y "B". Esta reprogramación ocurre mediante una comunicación de sincronización entre el aparato y el interruptor de pie. Las direcciones de identificación "A" y "B" pueden ser cualquier código, marca, letra, número, u otros símbolos arbitrarios, y cualquier secuencia y sus combinaciones.

5 Cuando el sistema se opera en un modo inalámbrico, las señales de operación desde el interruptor de pie se transmiten de manera inalámbrica tal como, por ejemplo, mediante señales de radio frecuencia (RF). Aunque no forma parte de la invención, cuando el sistema se opera en un modo cableado, las señales de operación desde el interruptor de pie se transmiten de manera cableada tal como, por ejemplo, mediante un cable conector. En el modo cableado, las señales de comunicación inalámbricas se transmiten aún desde el interruptor de pie hacia el aparato, pero el aparato no actúa sobre estas señales. El interruptor de pie continúa el envío de señales inalámbricas hasta que el aparato transmite una señal de SOLICITUD DE INACTIVIDAD al interruptor de pie y el interruptor de pie responde al entrar en un modo inactivo. Los sistemas inalámbricos y cableados de la invención se prefieren particularmente para controlar la operación de un sellador dental ultrasónico.

Breve descripción de las figuras

15 Los aspectos novedosos que son característicos de la presente invención se establecen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, las modalidades preferidas de la invención, junto con los objetivos adicionales y las ventajas relacionadas, se comprenden mejor mediante la referencia a la siguiente descripción detallada con relación a las figuras acompañantes en las que:

la Figura 1 es una vista en perspectiva de una modalidad del sistema de la presente invención que muestra un practicante dental que usa un dispositivo de interruptor de pie para controlar la operación de un aparato sellador dental ultrasónico en un sistema inalámbrico remoto;

la Figura 2 es una vista en perspectiva de una modalidad del sistema de la presente invención que muestra un practicante dental que usa un dispositivo de interruptor de pie para controlar la operación de un aparato sellador dental ultrasónico en un sistema cableado;

la Figura 3 es una vista en perspectiva lateral ampliada del dispositivo de interruptor de pie usado en el sistema mostrado en las Figuras 1 y 2;

la Figura 3A es una vista en perspectiva inferior del dispositivo de interruptor de pie mostrado en la Figura 3 con la tapa del compartimiento de las baterías retirada;

la Figura 4 es una vista ampliada de una modalidad de un aparato sellador dental ultrasónico que puede usarse en los sistemas mostrados en las Figuras 1 y 2;

la Figura 5 es una vista ampliada de la pieza de mano dental y el inserto de raspado que pueden usarse con el aparato mostrado en la Figura 4;

la Figura 6 es una vista ampliada de una modalidad de un aparato sellador dental ultrasónico que puede usarse en los sistemas mostrados en las Figuras 1 y 2; y

la Figura 7 es una vista ampliada de la pieza de mano dental, el inserto de raspado, y el inserto de pulido con aire que pueden usarse con el aparato mostrado en la Figura 6.

Descripción detallada de las modalidades preferidas

40 Con referencia a las figuras, la Figura 1 ilustra una modalidad del sistema de la presente invención que incluye el dispositivo de interruptor de pie (10). El dispositivo de interruptor de pie (10) mostrado en la Figura 1 se describe además en la solicitud de patente copendiente y coasignada titulada "Footswitch for Activating a Dental or Medical Treatment Apparatus," y publicada como WO2007084605. El dispositivo de interruptor de pie (10) mostrado en la Figura 1 se desea para fines ilustrativos solamente y no es restrictivo. Debe entenderse que otros dispositivos de interruptor de pie adecuados (10) pueden usarse para controlar la operación del aparato de tratamiento médico/dental de acuerdo con el sistema de la presente invención.

50 En la Figura 1, se muestra un practicante dental que presiona el dispositivo de interruptor de pie (10) con el fin de activar un aparato de tratamiento dental, particularmente un aparato sellador dental ultrasónico (12), que se coloca en una bandeja (14) unida a una silla dental (15). Los practicantes dentales usan selladores dentales ultrasónicos (12) para proporcionar cuidado terapéutico y preventivo a sus pacientes. El sellador ultrasónico (12) se usa principalmente para eliminar depósitos de cálculos y placas sólidas de las superficies de los dientes. El sellador dental ultrasónico (12) incluye una base de energía o unidad de accionamiento (16). Un cable de la pieza de mano flexible y ligero (18) conecta una pieza de mano (20) a la unidad base (16). Un inserto de raspado ultrasónico (22) se inserta en la pieza de mano (20). Diferentes insertos de raspado (22) se usan en dependencia de la salud del paciente, el diente que va a tratarse, y el tipo de depósito de cálculo/placa que va a eliminarse. El inserto de raspado (22), que se basa en tecnología magnetoestrictiva o piezoeléctrica, vibra a una frecuencia ultrasónica para eliminar los depósitos de las superficies de los dientes. En esencia, ambos sistemas magnetoestrictivo y piezoeléctrico convierten las señales eléctricas en el movimiento mecánico del inserto de raspado (22), pero usan diferentes mecanismos para hacerlo.

60 En un sistema piezoeléctrico, los cristales cerámicos fijos en la pieza de mano (20) vibran para hacer que la punta (23) del inserto de raspado (22) se mueva en un patrón de trazo lineal. En un sistema magnetoestrictivo, la pieza de mano (20) incluye una bobina energizante que rodea el inserto de raspado (22). El inserto de raspado (22) comprende un transductor que se forma a partir de una pila de placas laminares que se hacen de material magnetoestrictivo. La bobina energizante excita las placas de material magnetoestrictivo mediante un campo magnético de manera que las placas se expanden y contraen longitudinalmente a frecuencias ultrasónicas. Esto hace que la punta (23) del inserto de raspado (22) vibre en un patrón de trazo elíptico. La punta (23) del inserto de raspado (22) vibra a una frecuencia

ultrasonica, que se define generalmente como que está dentro del intervalo de 18 a 50 kHz (18,000 a 50,000 ciclos por segundo). Es común para el inserto de raspado (22) tener una frecuencia de operación de 25 kHz o 30 kHz. Adicionalmente, el inserto de raspado ultrasónico (22) típicamente incluye un medio para suministrar agua u otro fluido a la punta (23) del inserto (22). El fluido enfría la punta (23) y proporciona otras ventajas como se describe adicionalmente más abajo.

Aunque el dispositivo de interruptor de pie (10) se describirá en la presente descripción como que controla la operación de un sellador dental ultrasónico (12) principalmente, debe entenderse que el interruptor de pie (10) puede usarse para controlar la operación de cualquier aparato de tratamiento dental o médico de acuerdo con la presente invención. Por ejemplo, el dispositivo de interruptor de pie (10) puede usarse para controlar la operación de máquinas de electrocardiogramas, máquinas de rayos X, instrumentos de cortes quirúrgicos, herramientas endoscópicas y laparoscópicas, analizadores de sangre, herramientas de diagnóstico, sillas dentales, irrigadores dentales, sistemas de profilaxis y pulido dental con aire, taladros dentales, piezas de mano de endodoncia y periodoncia, y otros equipos dentales. El dispositivo de interruptor de pie (10) se muestra en la Figura 1 como que controla la operación de un sellador dental ultrasónico (12) con fines de ilustración solamente, y la Figura 1 no debe interpretarse como que limita el alcance de la invención.

Como se muestra en la Figura 1, el dispositivo de interruptor de pie (10) se usa preferentemente para operar un aparato de tratamiento médico/dental (12) en un sistema de control remoto inalámbrico. El interruptor de pie (10) incluye un elemento de comunicación que transmite una señal de radio frecuencia (RF) a un elemento de comunicación dentro de la unidad base (16) del aparato médico/dental (12), que recibe la señal. Cuando el elemento de comunicación en la unidad base (16) recibe la señal de RF, este activa la unidad base (16) y la pieza de mano (20) (u otro instrumento) acoplado a la unidad (16). Los paquetes de información inalámbricos que incluyen, por ejemplo, el estado del interruptor, las direcciones, la frecuencia de operación, el estado de la batería, los modos de sincronización, los códigos de identificación, el estado del equipo, los mensajes de alarma, y similares pueden enviarse de un lado para otro entre el dispositivo de interruptor de pie (10) y el aparato médico/dental (12) mediante el uso de los elementos de comunicación del interruptor de pie (10) y la unidad base (16) de acuerdo con esta modalidad de la invención. Aunque se prefiere el uso de señales de comunicación de RF en el sistema inalámbrico de esta invención, se reconoce que el sistema podría configurarse para usar otras señales de comunicación. Por ejemplo, se contempla que las señales infrarrojas o de ultrasonido podrían transmitirse y recibirse por los elementos de comunicación del interruptor de pie (10) y la unidad base (16).

Alternativamente, aunque no forma parte de la invención, el dispositivo de interruptor de pie (10) puede usarse para operar el aparato médico/dental (12) en un sistema cableado como se muestra en la Figura 2. En dicho sistema, el dispositivo de interruptor de pie (10) se conecta a la unidad base (16) mediante un cable conector (30). El dispositivo de interruptor de pie (10) se conecta a la unidad base (16) de esta manera. Las señales de conmutación se envían de un lado para otro entre el dispositivo de interruptor de pie (10) y la unidad base (16) a través de los contactos eléctricos en el cable conector (30). Debe señalarse que en el modo cableado, el interruptor de pie (10) transmite aún las señales de comunicación de RF a la unidad base (16), pero las señales de RF se ignoran por la unidad base (16). En otras palabras, la unidad base (16) no responde a o actúa sobre las señales de RF. El interruptor de pie (10) continuará la transmisión de señales de RF, hasta que la unidad base (16) transmita una señal de "SOLICITUD DE INACTIVIDAD" al interruptor de pie (10). En respuesta a la señal de "SOLICITUD DE INACTIVIDAD", el interruptor de pie (10) entra en un modo inactivo y deja de transmitir las señales de RF a la unidad base (16).

Una característica ventajosa del dispositivo de interruptor de pie (10) es que puede usarse tanto en sistemas cableados como inalámbricos. Un cable conector auxiliar (30) puede incluirse con el interruptor de pie (10) en un kit o paquete, y el cable (30) puede instalarse para conectar el interruptor de pie (10) a la unidad base (16) como se muestra en la Figura 2. Esta característica es particularmente importante en caso de que el interruptor de pie (10) sea incapaz de comunicarse con la unidad base (16) a través de las señales inalámbricas. Por ejemplo, si la energía de la batería en el interruptor de pie (10) es muy baja, el interruptor de pie (10) no será capaz de comunicarse efectivamente con la unidad base (16) a través de las señales de RF. Alternativamente, puede haber suficiente energía de la batería en el interruptor de pie (10), pero el practicante puede desear usar el cable conector auxiliar (30) para preservar la vida de la batería. En otros casos, pueden existir problemas con el elemento de comunicación o los componentes electrónicos del interruptor de pie (10) lo que evita la transmisión de las señales inalámbricas a la unidad base (16). En vista de uno de los eventos anteriores, el cable conector auxiliar (30) puede usarse para conectar el interruptor de pie (10) a la unidad base (16). Luego, el interruptor de pie (10) puede comunicarse con la unidad base (16) mediante las señales de conmutación transmitidas a través de los contactos eléctricos del cable conector (30). El uso del cable conector auxiliar (30) para conectar el interruptor de pie (10) a la unidad base (16) permite que la unidad base (16) continúe con la recepción de las señales de conmutación desde el interruptor de pie (10) en situaciones cuando no es posible transmitir y/o recibir las señales de conmutación inalámbricas.

Con referencia a la Figura 3, se muestra una vista en perspectiva lateral de un dispositivo de interruptor de pie (10), que puede usarse en el sistema cableado o inalámbrico de esta invención. El interruptor de pie (10) incluye generalmente una placa base (24), un cuerpo central o alojamiento (26), y un recubrimiento móvil superior (28). En el caso de que el operador desee usar un sistema cableado, se proporciona un conector auxiliar (32) en el dispositivo de interruptor de pie (10). Un extremo del cable conector (30) se inserta en el conector auxiliar (32), y el otro extremo del

cable (30) se inserta en la unidad base (16) para cablear el sistema. El alojamiento central (26) del interruptor de pie (10) incluye un ensamble de conmutación con al menos un primer y un segundo interruptor eléctrico.

5 Para activar el dispositivo de interruptor de pie (10), un operador pisa el recubrimiento superior con resorte a presión (28) hasta una primera posición, de manera que se cierra el primer contacto del interruptor. Una característica ventajosa del interruptor de pie (10) es que el operador puede pisar cualquier región del recubrimiento superior (28) para activar el mecanismo de conmutación. Por ejemplo, el operador puede pisar la región central del recubrimiento superior (28). Alternativamente, el operador puede pisar cualquier punto a lo largo del perímetro externo del recubrimiento superior (28). En otras palabras, el interruptor de pie (10) tiene un nivel de trecientos sesenta grados (360°) de perímetro de activación. Pisar el recubrimiento superior (28) hasta una primera posición hace que se cierre el primer contacto del interruptor. El cierre del primer contacto del interruptor en el interruptor de pie (10) se presenta a un microcontrolador ubicado en el interruptor de pie (10) y a un microcontrolador ubicado en la unidad base (16). Una señal de conmutación que indica el cierre del primer contacto del interruptor se transmite mediante el cable conector (30) a la unidad base (16) (sistemas cableados), o mediante una señal de conmutación de RF enviada desde el interruptor de pie (10) a la unidad base (16) (sistemas inalámbricos)

Después del cierre del primer contacto del interruptor, el interruptor de pie (10) se considera que opera en la Etapa 1, y la pieza de mano dental (20) (u otro instrumento), que se une a la unidad base (16) se energiza para operar en un primer modo de operación. En una primera modalidad del aparato sellador dental ultrasónico (12) (Figura 4), una pieza de mano dental (20) que contiene el inserto de raspado (22) se usa para raspar las superficies de los dientes como se describe en detalles adicionales más abajo, y la Etapa 1 es un modo de energía normal. En otras palabras, la energía ultrasónica normal se suministra a la pieza de mano dental (20) cuando el interruptor de pie (10) opera en la Etapa 1. Mediante la energía normal, el inserto de raspado (22) puede usarse para limpiar depósitos de cálculos ordinarios de las superficies de los dientes.

25 Un operador puede hacer que el dispositivo de interruptor de pie (10) opere en la Etapa 2 al ejercer una presión hacia abajo adicional sobre el recubrimiento superior (28). Cuando se aplica suficiente fuerza al recubrimiento superior (28), se cierra el segundo contacto del interruptor. El cierre del segundo contacto del interruptor se presenta al microcontrolador en la unidad base (16) mediante los contactos eléctricos en el cable conector (30) (sistemas cableados) o mediante una señal de RF transmitida (sistemas inalámbricos). Después del cierre del segundo contacto del interruptor, el interruptor de pie (10) se considera que opera en la Etapa 2, y la pieza de mano dental ultrasónica (20) se energiza para operar en un segundo modo. En esta primera modalidad, la Etapa 2 es un modo de energía aumentada. En otras palabras, un aumento de energía ultrasónica se suministra a la pieza de mano (20) cuando el dispositivo de interruptor de pie (10) opera en la Etapa 2. Mediante esta energía aumentada, el inserto de raspado (22) puede usarse para hacer desaparecer depósitos de cálculos particularmente persistentes de las superficies de los dientes.

40 En una segunda modalidad del sellador ultrasónico (12) (Figura 6), una pieza de mano dental (70) que contiene un inserto de pulido con aire (72) puede usarse para limpiar las superficies de los dientes como se describe en detalles adicionales más abajo. El interruptor de pie (10) puede activarse para operar en la Etapa 1 de la misma manera como se describió anteriormente. Pero, en esta modalidad del sellador (12), la Etapa 1 es un modo de operación solamente de lavado (enjuague). En este modo de la Etapa 1, sólo un fluido de enjuague se descarga desde la punta (88) del inserto de pulido con aire (72). Después del cierre del segundo contacto del interruptor de pie (10) opera en la Etapa 2, una suspensión de aire/polvo/agua se descarga desde la punta (88). La Etapa 2 puede referenciarse como un modo de suspensión en polvo y la suspensión puede usarse para pulir con aire las superficies de los dientes.

Debido a los diferentes niveles de presión que deben aplicarse al recubrimiento superior (28), existe una sensación diferente entre operar el dispositivo de interruptor de pie (10) en la Etapa 1 frente a la Etapa 2. Básicamente, un operador puede pisar el recubrimiento superior (28) hasta que siente un "clic." El interruptor de pie (10) continuará la operación en la Etapa 1 siempre que el operador mantenga la presión mínima sobre el recubrimiento superior (28). Si el operador desea operar el interruptor de pie (10) en la Etapa 2, debe aplicar una presión hacia abajo adicional sobre el recubrimiento superior (28). En tal caso, el operador continúa presionando el recubrimiento superior (28) hacia abajo hasta que siente un segundo "clic" que indica que la Etapa 2 se ha activado. El dispositivo de interruptor de pie (10) continuará la operación en la Etapa 2 siempre que el operador mantenga suficiente presión sobre el recubrimiento superior (28). Ya que la Etapa 2 requiere una cantidad de presión para la activación diferente de la Etapa 1, el operador puede sentir claramente cuando entra en la Etapa 2. Además, el operador se dará cuenta de que debe mantener esta presión adicional para mantener el dispositivo de interruptor de pie (10) en operación en la Etapa 2. Después de usar el interruptor de pie (10) durante un período de tiempo, el operador tendrá una "sensación" de la cantidad de fuerza que debe aplicarse para activar la Etapa 1 frente a la fuerza requerida para la Etapa 2.

Los diferentes modos de operación del interruptor de pie (10) y la unidad base (16), y las señales de comunicación transmitidas entre el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) se describen en detalles adicionales más abajo.

65 Modo de energía inicial

Modo de energía inicial

El alojamiento central (26) del interruptor de pie (10) incluye una placa de circuito impreso que tiene componentes electrónicos que incluyen un microcontrolador. Los componentes electrónicos incluyen además un elemento de comunicación (o transceptor) para transmitir y recibir las señales de RF. Los componentes electrónicos se acoplan a las baterías (34A, 34B) que se colocan en el compartimiento de las baterías del interruptor de pie (10) (Figura 3A). Las baterías (34A, 34B) suministran preferentemente un total de 3 voltios al interruptor de pie (10). Los cables conductores se extienden desde los terminales de las baterías (35) hasta el conector de la placa de circuito (36), que conecta los cables conductores a la placa de circuito impreso. En el modo de arranque o energía inicial, cuando la tensión de la batería se aplica primero a los componentes electrónicos del interruptor de pie (10), el microcontrolador ejecuta una serie de comprobaciones. Las comprobaciones incluyen las inicializaciones de hardware y software, las comprobaciones de la interfaz de entrada/salida (E/S), las comprobaciones de la memoria de acceso aleatorio (RAM), y la memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM). Una vez que el hardware y software del interruptor de pie se han inicializado, el elemento de comunicación del interruptor de pie (10) transmite una señal de "DESPIERTO" a la unidad base del sellador dental (16) a una frecuencia preprogramada, que preferentemente es cercana a 2.4 GHz. La unidad base (16), que tiene la misma dirección de identificación que el interruptor de pie (10), responde a la señal de "DESPIERTO" al enviar una señal de "RECONOCIMIENTO" y una señal de "SOLICITUD DE ESTADO DE LA BATERÍA". Estas señales de comunicación se envían de manera inalámbrica, por ejemplo, mediante las señales de RF, como se describió anteriormente. Las direcciones de identificación únicas se programan en la unidad base (16) y el interruptor de pie (10) para asegurar que el interruptor de pie se usa con la unidad base correcta. La sincronización de la dirección de la unidad base con la dirección del interruptor de pie se describe en detalles adicionales más abajo.

En respuesta a la señal de "SOLICITUD DE ESTADO DE LA BATERÍA" recibida desde la unidad base (16), el interruptor de pie (10) transmite una señal de "RECONOCIMIENTO" a la unidad base (16). El interruptor de pie (10) mide además la tensión de la batería y envía estos datos de la batería a la unidad base (16). Si la tensión de la batería es muy baja, se iluminará el indicador de batería baja (42) en el centro de información (40) de la unidad base (16) (Figuras 4 y 6). Si la tensión de la batería es suficiente, entonces el sistema entra en un modo de espera listo para la operación. Si no hay otras solicitudes de información u otras señales desde el interruptor de pie (10) o la unidad base (16), sobre las cuales necesite actuarse en este momento, la unidad base (16) transmitirá una señal de "SOLICITUD DE INACTIVIDAD" al interruptor de pie (10). En respuesta, el interruptor de pie (10) entrará en un modo inactivo para preservar la vida de la batería. El modo inactivo del interruptor de pie (10) se describe en detalles adicionales más abajo.

Modo de prueba de batería cargada

Ya que el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) operan con un sistema de batería no recargable, un mecanismo para monitorear la vida de la batería se ha incorporado en el diseño del interruptor de pie (10). Durante el arranque del microcontrolador en el interruptor de pie (10) y después de recibir una señal de "SOLICITUD DE ESTADO DE LA BATERÍA" desde la unidad base (16), el microcontrolador aplicará una carga a las baterías (34A, 34B) en el interruptor de pie (10) y medirá la tensión de las baterías bajo la condición cargada. El valor de la tensión medida se digitaliza y transmite a la unidad base (16), donde se evalúa el valor de la batería. Si la tensión de la batería es muy baja, se iluminará el indicador de batería baja (42) en el centro de información (40) de la unidad base (16). Si la tensión de la batería es suficiente, entonces el sistema reanudará un modo de espera listo para la operación.

Modo de inactividad

Cuando el interruptor de pie (10) está en el modo de inactividad, el microcontrolador y los elementos de comunicación del interruptor de pie (10) muestran una actividad mínima. En el modo de inactividad, los requisitos de corriente eléctrica desde las baterías (34A, 34B) se reducen significativamente, lo que extiende así la vida de las baterías. El interruptor de pie (10) entra en el modo de inactividad después que ocurre uno de los siguientes eventos: 1) ha transcurrido un período de tiempo predeterminado en el que no se han recibido señales desde la unidad base (16); 2) no ha ocurrido ningún evento de conmutación; o 3) la unidad base (16) envía una señal de SOLICITUD DE INACTIVIDAD al interruptor de pie (10). El interruptor de pie (10) sólo puede salir del modo de inactividad mediante un evento de conmutación, particularmente mediante la activación del Interruptor 1, el Interruptor 2, o el interruptor de sincronización (38) ubicado en el compartimiento de las baterías del interruptor de pie (Figura 3A), o mediante la colocación de las baterías (34A, 34B) en el interruptor de pie (10) y la aplicación de la tensión de la batería.

Modo de sincronización

Con el fin de que el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) se comuniquen correctamente entre sí, las direcciones y las frecuencias de operación del interruptor de pie (10) y la unidad base (16) deben conocerse entre sí. La unidad base (16) se programa inicialmente con una dirección de identificación cuando se fabrica la placa de circuito impreso de la unidad base (16). Esta dirección de identificación inicial de la unidad base (16) puede referenciarse arbitrariamente como la dirección de identificación "A." El interruptor de pie (10) también se programa inicialmente con una dirección de identificación por defecto cuando se fabrica la placa de circuito impreso del interruptor de pie. Esta dirección de identificación inicial del interruptor de pie (10) puede referenciarse arbitrariamente como la dirección de identificación "B." Una vez que un interruptor de pie (10) se fabrica y asigna a la unidad base (16), la dirección de

identificación del interruptor de pie (10) se reprograma de manera que incluye la dirección de la unidad base (16). En otras palabras, el interruptor de pie (10) se reprograma para incluir las direcciones de identificación "A" y "B." Cada una de las direcciones de identificación "A" y "B" pueden ser, por ejemplo, una secuencia de números que están dentro del intervalo de 00,000,001 a 17,000,000. Por ejemplo, la unidad base (16) puede programarse inicialmente con una dirección de identificación "A" de "1,111,111" y el interruptor de pie (10) puede programarse inicialmente con una dirección de identificación "B" de "2,222,222." En cuyo caso, el interruptor de pie (10) debe reprogramarse de manera que su dirección lee "2,222,222 1,111,111" y, la unidad base (16) debe reprogramarse de manera que su dirección lee "1,111,111 2,222,222." Debe entenderse que las direcciones de identificación A y B anteriores tienen fines ilustrativos solamente y no pretenden ser restrictivas. Las direcciones de identificación A y B pueden ser cualquier código, marca, letra, número, u otros símbolos arbitrarios, y secuencias y sus combinaciones. Las direcciones de identificación A y B programadas inicialmente pueden ser idénticas, pero en la mayoría de los casos estas direcciones serán códigos, letras, o números diferentes como se ilustra en el ejemplo anterior. Este proceso, referenciado como sincronización de la dirección del interruptor de pie (10) y la unidad base (16), incluye las siguientes etapas:

- (i) primero se apaga la unidad base (16) al desactivar el interruptor de Encendido/Apagado del control de energía principal en la unidad base (16);
- (ii) un nuevo conjunto de baterías "AA" se coloca en el interruptor de pie (10);
- (iii) se presiona y mantiene un botón de depuración (54), ubicado en el centro de información (40) de la unidad base (16) (Figuras 4, 6) mientras se activa el interruptor de Encendido/Apagado del control de energía en la unidad base (16);
- (iv) se presiona y mantiene el botón de depuración (54) en la unidad base (16) hasta que los indicadores emisores de luz (42, 44, 46, 48, 50, y 52) en el centro de información (40) comienzan a parpadear en una secuencia intermitente — luego se libera el botón de depuración (54). Este parpadeo indica que la unidad base (16) está lista para reprogramar la dirección de identificación del interruptor de pie (10). Los indicadores emisores de luz (42, 44, 46, 48, 50, y 52) proporcionan información acerca de los diferentes modos de operación del aparato sellador (12) y se describen en detalles adicionales más abajo;
- (v) se presiona un botón de sincronización (38) ubicado en el interruptor de pie (10) (Figura 3A). El botón de sincronización (38) se ubica normalmente en el compartimiento de las baterías del interruptor de pie (10) y puede codificarse por colores para hacer más fácil la identificación. Por ejemplo, el botón de sincronización puede ser de color rojo. En este momento, un diodo emisor de luz (LED) (39) ubicado cerca del botón de sincronización (38) del interruptor de pie (10) comienza a parpadear intermitentemente. A su vez, los indicadores (42, 44, 46, 48, 50, y 52) en el centro de información (40) comienzan a parpadear de manera simultánea.

Este parpadeo indica que el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) se comunican entre sí de manera inalámbrica. La dirección de identificación del interruptor de pie se reprograma para incluir la dirección del interruptor de pie programada originalmente (por ejemplo, 2,222,222) así como también la dirección de la unidad base (por ejemplo, 1,111,111). Al mismo tiempo, la dirección de identificación de la unidad base se reprograma para incluir la dirección de la unidad base programada originalmente (por ejemplo, 1,111,111) así como también la dirección del interruptor de pie (por ejemplo, 2,222,222). Cuando el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) dejan de parpadear, esto significa que se ha completado la reprogramación y las direcciones de identificación del interruptor de pie (10) y la unidad base (16) se han sincronizado. El interruptor de pie (10) ha comunicado su dirección de identificación programada inicialmente a la unidad base (16), y la unidad base (16) ha comunicado su dirección de identificación programada inicialmente al interruptor de pie (10). En el ejemplo anterior, después de la sincronización, la dirección de identificación del interruptor de pie (10) se leerá como la secuencia numérica: "2,222,222 1,111,111" y la dirección de identificación de la unidad base (16) se leerá como la secuencia numérica: "1,111,111 2,222,222."

Esta comunicación de sincronización de arranque inicial entre la unidad base (16) y el interruptor de pie (10) es un mecanismo importante del sistema de la presente invención. La sincronización de las direcciones ocurre durante una primera comunicación inalámbrica entre la unidad base (16) y el interruptor de pie (10) antes de cualquier otra señal de comunicación. Ambas direcciones de identificación se incluyen en las comunicaciones posteriores entre el interruptor de pie (10) y la unidad base (16). En otras palabras, las señales de comunicación transmitidas desde el interruptor de pie (10) a la unidad base (16) incluyen las direcciones de identificación "A" y "B," y las señales de comunicación transmitidas desde la unidad base (16) al interruptor de pie (10) incluyen además las direcciones de identificación "A" y "B." Una vez que las direcciones de identificación se reprograman de manera que el interruptor de pie (10) conoce la dirección de la unidad base (16) y la unidad base (16) conoce la dirección del interruptor de pie (10), el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) pueden comunicarse entre sí. Si el interruptor de pie (10) no conoce la dirección de identificación de la unidad base (16) y la unidad base (16) no conoce la dirección de identificación del interruptor de pie (10), entonces el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) no serán capaces de comunicarse entre sí. Este mecanismo de identificación evita que el interruptor de pie (10) se comunique con el aparato médico/dental (12) incorrecto. Por ejemplo, si hay múltiples aparatos dentales (12) e interruptores de pie (10) en una sala de operaciones dentales, puede existir cierta confusión con respecto a qué interruptor de pie controla qué aparato. Un interruptor de pie puede controlar una silla dental, donde se sienta el paciente, mientras un segundo interruptor de pie puede controlar una cámara de rayos X. Aún otro interruptor de pie puede controlar un aparato de limpieza/sellador dental ultrasónico. El dentista querrá tener cuidado en la selección y uso de un interruptor de pie de manera que no active el aparato incorrecto. El mecanismo de identificación de esta invención actúa como una comprobación operacional y evita que se active el aparato incorrecto por error.

## Modo operacional normal

Después de activar el Interruptor 1 o el Interruptor 2 del dispositivo de interruptor de pie (10), el elemento de comunicación (transceptor) en los componentes electrónicos del interruptor de pie (10) transmite una señal de "DESPIERTO" y una señal de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" (que indica si se ha activado el Interruptor 1 o el Interruptor 2) a la unidad base (16). El elemento de comunicación en los componentes electrónicos de la unidad base (16) recibe las señales y la unidad opera en consecuencia. Por ejemplo, como se describió anteriormente, la activación del Interruptor 1 puede hacer que la unidad base (16) opere en un modo de energía ultrasónica normal, mientras que la activación del Interruptor 2 puede hacer que la unidad base (16) opere en un modo de energía ultrasónica aumentada. Una vez que el Interruptor 1 o el Interruptor 2 se ha activado y el interruptor de pie (10) se considera "Encendido," la unidad base (16) transmite una señal de "SOLICITUD DEL ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" en intervalos de tiempo predeterminados, y el interruptor de pie (10) responde mediante el envío de una señal de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" a la unidad base (16). El envío y recepción de estas señales asegura que el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) están en sincronización constante entre sí. Esta comunicación de "sincronismo" significa que la unidad base (16) puede responder instantáneamente a cualquier cambio en la posición del Interruptor 1 ó 2. Debido a estas señales de comunicación, la unidad base (16) responderá instantáneamente al cierre o apertura del Interruptor 1 ó 2 en el interruptor de pie (10). Por lo tanto, el practicante dental puede controlar de manera precisa y directa la operación de la unidad base (16) y los instrumentos mediante la activación del dispositivo de interruptor de pie (10). El practicante puede mantener sus manos libres mientras trabaja con el dispositivo de interruptor de pie (10) y puede concentrarse mejor en la realización del procedimiento dental.

Cuando el sistema se cablea, el interruptor de pie (10) transmite las señales de comunicación inalámbricas descritas anteriormente a la unidad base (16), pero las señales inalámbricas se ignoran por la unidad base (16). La unidad base (16) no responde o actúa sobre las señales inalámbricas transmitidas por el interruptor de pie (10) en este modo, ya que la unidad base recibe las señales de conmutación a través de los contactos eléctricos en el cable conector (30) como se describió anteriormente. Finalmente, la unidad base (16) transmite una señal de "SOLICITUD DE INACTIVIDAD" al interruptor de pie (10) que comunica al interruptor de pie (10) que no existe razón para continuar con el envío de las señales inalámbricas, y el interruptor de pie debería entrar en un modo inactivo para preservar la vida de la batería. En respuesta a la señal de "SOLICITUD DE INACTIVIDAD", el interruptor de pie (10) entra en un modo inactivo y deja de transmitir las señales de RF a la unidad base (16). El dentista activa los primer y segundo interruptores al pisar con destreza el recubrimiento superior (28) del dispositivo de interruptor de pie (10), como se describió anteriormente, y la unidad base (16) responde inmediatamente. Preferentemente, el interruptor de pie envía una señal de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" cada 250 milisegundos (ms) para asegurar la coordinación precisa entre el interruptor de pie (10) y la unidad base (16). Por su puesto, la señal de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" puede programarse de manera que se transmite en un intervalo de tiempo predeterminado diferente (por ejemplo, cada 800 milisegundos) si se desea dicha señal. Cada evento de conmutación (cierre o apertura del primer o el segundo interruptor) en el interruptor de pie (10) genera una interrupción en las transmisiones cronometradas de 250 ms (u otro intervalo de tiempo predeterminado) de las señales de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES". La unidad base (16) recibe esta señal de interrupción y responde inmediatamente al evento de conmutación.

Si el interruptor de pie (10) envía la señal, "TODOS LOS INTERRUPTORES INACTIVOS," la unidad base (16) responderá mediante el envío de una señal de "SOLICITUD DE INACTIVIDAD" que instruye al interruptor de pie (10) a ir a un modo de inactividad para preservar la vida de la batería. Si el interruptor de pie (10) envía señales de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" tal como señales del Interruptor (Posición) 1 ACTIVO o señales del Interruptor (Posición) 2 ACTIVO a la unidad base (16), y el interruptor de pie (10) deja de enviar tales señales de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" sin enviar primero una señal de "TODOS LOS INTERRUPTORES INACTIVOS", la unidad base (16) deberá esperar por un período de "tiempo muerto" predeterminado tal como, por ejemplo, 750 milisegundos con la esperanza de recibir un respuesta desde el interruptor de pie (10). Si no se recibe ninguna respuesta durante el período de "tiempo muerto", entonces se deshabilita el modo de operación actual tal como, por ejemplo, el modo de energía ultrasónica normal (Interruptor 1 activo) o el modo de energía ultrasónica aumentada (Interruptor 2 activo).

## Modo de respaldo de vigilancia

Una característica de respaldo se incorpora preferentemente en el sistema de comunicación entre el interruptor de pie (10) y la unidad base (16). Esta característica de respaldo reduce significativamente cualquier posibilidad de que el sistema permanezca constantemente encendido si la comunicación entre el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) se pierde por alguna razón. Cuando opera en el modo normal, el interruptor de pie (10) continúa la transmisión de la información del estado de los interruptores en el intervalo de tiempo predeterminado, por ejemplo, cada 250 ms. La unidad base (16) anticipa esta actualización del estado de los interruptores y activa un temporizador de cuenta regresiva. Si se pierden en secuencia tres o más actualizaciones del estado de los interruptores, la unidad base (16) deshabilitará inmediatamente la energía ultrasónica a la pieza de mano (20) e intentará restablecer la comunicación con el interruptor de pie (10).

Modo de cambio de frecuencia

5 El sistema del interruptor de pie (10) y la unidad base (16) operan en una frecuencia seleccionada a partir de dieciséis canales posibles que tienen intervalos de frecuencia de 2405 KHz a 2480 KHz. La separación de canal a canal es de 5 KHz. La unidad base (16) monitorea constantemente el canal de la frecuencia seleccionada. Un algoritmo de promedio del tiempo de la energía de RF se incorpora en la unidad base (16). Cuando se detecta un nivel de energía erróneo por encima de un umbral predeterminado, la unidad base (16) envía una señal de "SOLICITUD DE CAMBIO DE CANAL" al interruptor de pie (10). El interruptor de pie (10) busca en los canales de frecuencia restantes en secuencia una detección de un nivel de energía por debajo del umbral aceptable. Una vez que se ha localizado un canal de frecuencia libre, el interruptor de pie (10) y la unidad base (16) cambian al nuevo canal y restablecen la comunicación. El cambio de los canales de frecuencia es imperceptible por el practicante que opera el sistema.

Modo de barrido

15 Si el interruptor de pie (10) transmite una señal y no recibe una señal de reconocimiento desde la unidad base (16) en un período de tiempo determinado, este explorará cada canal de frecuencia en búsqueda de la unidad base (16) con la dirección correcta. Si la unidad base (16) se ubica en un canal de frecuencia diferente, el nuevo canal de frecuencia se carga en la memoria del sistema y se reanuda la operación en el canal de frecuencia correcto.

20 Con referencia a la Figura 4, se muestra en detalle una modalidad posible de un aparato sellador dental ultrasónico (12), que puede usarse en el sistema cableado o inalámbrico de la presente invención. Un cable de alimentación estándar (no mostrado) conecta la unidad base (16) a un tomacorriente que suministra energía (100-240 voltios). Un extremo del cable de alimentación se inserta en un conector de entrada de energía ubicado en el panel trasero de la unidad (16), y el otro extremo se enchufa en un tomacorriente AC estándar. Una línea de suministro de agua (no mostrada), que puede incluir un filtro de agua, se usa para proporcionar agua y otros fluidos de lavado al sistema sellador dental. Un extremo de la línea de suministro de agua se inserta en un conector ubicado en el panel trasero de la unidad base (16). El otro extremo de la línea de suministro de agua se conecta a una línea de agua de un consultorio dental o un dispositivo dispensador de fluidos. Con un dispositivo dispensador de fluidos, el practicante dental puede seleccionar agua o fluidos de medicamentos para suministrar al sistema sellador dental. Un interruptor de Encendido/Apagado de control de energía principal se ubica en el panel inferior de la unidad base (16).

35 La unidad base (16) encierra una placa de circuito impreso (no mostrada) que tiene componentes electrónicos que incluyen un microcontrolador. Los componentes electrónicos incluyen además un elemento de comunicación (o transceptor) para transmitir y recibir las señales de RF. Un centro de información (40) se ubica en el panel superior (frontal) de la unidad base (16). El centro de información incluye varios indicadores gráficos (42, 44, 46, 48, 50, y 52) que se iluminan para indicar un modo de operación del sistema sellador dental así como también un indicador de botón que se ilumina (54) para depurar el sistema sellador.

40 Los indicadores gráficos que emiten luz (42, 44, 46, 48, 50, y 52) proporcionan información acerca de en que modo de operación funciona el sistema sellador dental en un momento determinado. En la unidad base (16) mostrada en la Figura 4, los indicadores proporcionan información sobre la baja energía de la batería en el interruptor de pie (10); la solicitud de servicio; el aumento de energía; la zona azul; el modo de enjuague; y el estado de la energía de 24 voltios. Se entiende que los indicadores (42, 44, 46, 48, 50, y 52) ilustrados en la Figura 4 representan solamente algunos ejemplos de los muchos indicadores posibles que pueden emplearse. Los diferentes indicadores pueden incluirse en el centro de información (40) si se desea. En la modalidad ilustrada, el indicador de batería baja (42) se ilumina cuando las baterías (34A, 34B) en el interruptor de pie (10) están próximas al fin de su vida. Se recomienda que las baterías (34A, 34B) se reemplacen en este momento.

50 El indicador de zona azul (44) proporciona información acerca de un tipo de procedimiento de raspado. Un área de la anatomía dental de un paciente donde tienden a acumularse placas sólidas y cálculos se encuentra en la superficie del diente que se encuentra por debajo de la cúspide del tejido gingival (área subgingival), y esta área debería limpiarse exhaustivamente. El área subgingival, sin embargo, es particularmente sensible. El fluido gingival y la sangre se acumulan frecuentemente en el área subgingival cuando el área se limpia con instrumentos manuales. Los pacientes frecuentemente se sienten muy incómodos durante este proceso de limpieza. Los practicantes dentales enfrentan la difícil tarea de limpiar el área subgingival exhaustivamente mientras el paciente se mantiene cómodo. Para superar tales dificultades, la unidad base (16) puede operarse a baja energía ultrasónica durante un período de tiempo prolongado. Esto permite al practicante limpiar el área subgingival con alta eficiencia clínica mientras el paciente permanece cómodo. Cuando la unidad base (16) opera bajo estas condiciones, se referencia como que opera en la zona azul, y el indicador de zona azul (44) en el centro de información (40) se ilumina en consecuencia.

65 Con relación al indicador de aumento de energía (46), cuando se necesita un aumento temporal de energía ultrasónica para el aparato sellador (12), el practicante puede pisar adicionalmente el recubrimiento superior del interruptor de pie (10) para que se active. El interruptor de pie (10) entra en la Etapa 2, y hay un aumento temporal en la salida de energía ultrasónica de la unidad base (16). El indicador de aumento de energía (46) en el centro de información (40) se ilumina cuando la unidad base (16) opera a energía aumentada.

5 El indicador de solicitud de servicio (48) se ilumina cuando el sistema no funciona correctamente. El indicador de solicitud de servicio (48) puede programarse para iluminarse de diferentes formas para indicar diferentes problemas con el sistema. Por ejemplo, el indicador de solicitud de servicio (48) puede parpadear intermitentemente cuando el sistema no opera de acuerdo con las especificaciones de fábrica. El indicador de solicitud de servicio (48) puede parpadear a una velocidad más rápida o más lenta si el estado de la pieza de mano (20) es incorrecto o se pierde desde la unidad base (16). Por otra parte, el indicador de solicitud de servicio (48) puede emitir una luz fija si el sistema se sobrecalienta.

10 El indicador de enjuague (50) se ilumina cuando el sistema sellador opera en un modo de enjuague. Particularmente, el inserto de raspado (22) incluye un medio para suministrar un fluido de enjuague, tal como agua del grifo, a la punta (23) del inserto (22). Como se describió anteriormente, una línea de suministro de agua conecta la unidad base (16) a un sistema dispensador de fluidos en el consultorio dental. El cable conector de la pieza de mano (18) incluye un conducto para transportar el fluido a la pieza de mano (20) y el inserto de raspado (22). El agua u otro fluido de enjuague puede usarse para irrigar el área en la cavidad bucal, donde se realiza el trabajo dental, y limpiar el área de restos. Cuando el sistema sellador opera en el modo de enjuague, se ilumina el indicador de enjuague (50) en el centro de información (40). Al hacer girar el botón de ajuste de energía ultrasónica (56), ubicado en el panel superior, en una dirección completa en el sentido contrario a las manecillas del reloj, puede activarse el modo de operación de enjuague. El practicante gira el botón de ajuste de energía (56) en el sentido contrario a las manecillas del reloj hasta que siente un "clic," para iniciar la etapa de enjuague.

25 Por último, el indicador de Encendido/Apagado (estado de energía de 24 voltios) (52) se ilumina cuando el interruptor de encendido/apagado de control de energía principal, ubicado en el panel inferior de la unidad base (16), descansa en una posición de "Encendido".

30 Puede ser conveniente depurar las líneas del sistema sellador dental con agua del grifo en varios momentos, por ejemplo, cuando se enciende el sistema al inicio del día. Con el fin de depurar el sistema, la pieza de mano (20), sin el inserto de raspado (22) ubicado en la misma, se sujeta sobre un fregadero y se presiona el botón de depuración (54) en la unidad base (16). Durante la etapa de depuración, el agua se descarga a través de las líneas del sistema durante un período de tiempo determinado, por ejemplo, dos minutos. El botón de depuración (54) se ilumina cuando se activa la función de depuración.

35 Un botón de ajuste de energía ultrasónica (56) se ubica en el panel superior de la unidad base (16). La cantidad de energía ultrasónica, que se transmite al inserto de raspado (22), puede ajustarse con precisión al hacer girar el botón de ajuste de energía (56). Como se describió anteriormente, la energía ultrasónica se usa para generar el movimiento del inserto de raspado (22). El aumento de la energía ultrasónica aumenta la distancia que la punta (23) del inserto de raspado (22) se mueve sin cambiar la frecuencia del movimiento de la punta. La unidad base (16) puede incluir una escala (57) con una serie de símbolos gráficos en puntos fijos que indican el nivel relativo de energía ultrasónica que se transmite al inserto de raspado (22). La escala (57) se imprime en el panel superior de la unidad base (16) en un patrón semicircular alrededor del botón de ajuste de energía (56). El practicante puede girar manualmente el botón (56) de manera que apunte a un símbolo en la escala (57). Al hacer girar el botón (56) de esta manera, el practicante puede ajustar con precisión el nivel de energía ultrasónica en dependencia del procedimiento y las necesidades del paciente. Esta característica "manual" puede usarse como una alternativa al interruptor de pie (10) para ajustar la energía ultrasónica de normal a aumentada. La tercera parte inferior de la escala (57) indica un nivel de energía ultrasónica relativamente bajo y se considera la zona azul. Cuando el botón de ajuste de energía (56) se gira de manera que apunta a esta área, el indicador de zona azul (54) se iluminará.

50 Con referencia ahora a la Figura 5, se muestran en más detalle la pieza de mano (20) y el inserto de raspado ultrasónico (22) usados en el sellador (12) de la Figura 4. La pieza de mano (20) incluye un alojamiento (58) con un puerto de inserto (60) para colocar el inserto de raspado (22) en el mismo.

55 Adicionalmente, la pieza de mano (20) incluye un botón de control de lavado (62) que puede hacerse girar para ajustar el flujo del fluido de lavado a través de la pieza de mano (20) y hacia el inserto de raspado (22). El agua del grifo se usa normalmente como el fluido de lavado. Es importante que fluidos de enfriamiento tal como, por ejemplo, agua, se suministren a la punta (23) del inserto de raspado (22) por diferentes razones.

60 Primero, cuando la punta (23) del inserto de raspado (22) entra en contacto con el diente y vibra ultrasónicamente, se genera calor en la superficie del diente. El paciente puede experimentar una sensación dolorosa si se aplica una presión excesiva al inserto de raspado (22) mientras se limpia el diente. El fluido de enfriamiento, que se suministra a la punta (23) del inserto de raspado (22), elimina el calor de la superficie del diente y ayuda a minimizar el dolor. En segundo lugar, el fluido de enfriamiento puede usarse para irrigar el área de trabajo en la cavidad bucal y limpiar el área de restos. En tercer lugar, el elemento de calentamiento magnetoestrictivo del inserto de raspado (22) genera calor interno debido a la vibración de la pila laminar del material magnetoestrictivo. El fluido de enfriamiento puede hacerse circular primero alrededor del transductor para enfriar la pila laminar. El calor interno se disipa por medio del fluido de enfriamiento cuando este fluye sobre la pila laminar.

Al hacer girar el botón de control del flujo de lavado en una dirección en el sentido de las manecillas del reloj se aumenta el flujo del fluido en la punta del inserto (23). Mientras que, al hacer girar el botón de control del flujo de lavado en una dirección en el sentido contrario a las manecillas del reloj se disminuye el flujo del fluido en la punta del inserto (23). La velocidad de flujo del fluido a través de la pieza de mano (20) y hacia la punta del inserto (23) determina además la temperatura del fluido. En general, el fluido que fluye a una velocidad relativamente alta a través de la pieza de mano (20) tiene una temperatura más fría que el fluido que fluye a una velocidad relativamente baja.

La Figura 6 muestra una segunda modalidad posible de un aparato sellador dental ultrasónico (12) que puede usarse en el sistema cableado o inalámbrico de la presente invención. La unidad base (16) mostrada en la Figura 6 puede usarse para realizar los procedimientos de limpieza de raspado ultrasónico y pulido con aire. El sistema de raspado/limpieza mostrado en la Figura 6 incluye muchos componentes similares a los del sistema de raspado ultrasónico mostrado en la Figura 4, y números de referencia iguales se usan para identificar componentes iguales. Como se describió anteriormente, el raspado ultrasónico se usa normalmente para eliminar los depósitos de cálculos y placas sólidas de las superficies de los dientes. Los procedimientos de raspado ultrasónico pueden usarse además para el descombrado periodontal en el tratamiento de enfermedades periodontales. Por otra parte, el pulido con aire es un procedimiento de profilaxis usado para eliminar las manchas extrínsecas de las superficies de los dientes tal como, por ejemplo, manchas provocadas por el tabaco, café, y té. El pulido con aire puede usarse además para eliminar los restos suaves y preparar las superficies de los dientes para uniones y selladores.

Como se muestra en la Figura 7, una pieza de mano única (70) puede usarse para realizar ambos procedimientos de tratamiento, pero diferentes insertos dentales (22, 72) se colocan en la pieza de mano (70) en dependencia del procedimiento que va a realizarse. La pieza de mano (70) incluye un alojamiento (74) con un puerto de inserto (76) para colocar un inserto seleccionado (22, 72) en el mismo, y un puerto de suministro de polvo (78) para suministrar una suspensión en polvo. Cuando un practicante dental desea operar el sistema en un modo de raspado ultrasónico, este coloca el inserto de raspado ultrasónico (22) dentro de la pieza de mano (70). El inserto (22) se empuja y gira gentilmente dentro de la pieza de mano (70) hasta que se asienta completamente. Ahora, el practicante puede usar la pieza de mano (70) con el inserto (22) para limpiar ultrasónicamente los dientes de un paciente de la misma manera que se usa la pieza de mano (20) descrita anteriormente.

Si el practicante desea pulir los dientes del paciente, este retira el inserto de raspado (22) y coloca un inserto de pulido con aire (72) en la pieza de mano (70). El inserto de pulido con aire (72) suministra una suspensión de aire/polvo/agua para pulir las superficies de los dientes. La presión de aire y agua se usa para suministrar una corriente controlada de polvo de limpieza a través de la pieza de mano (70). Preferentemente se usa, una composición en polvo de bicarbonato de sodio. El polvo de bicarbonato de sodio es soluble en agua y no deja residuos arenosos en las superficies de los dientes. El inserto de pulido con aire (72) incluye un elemento de calentamiento (80) para calentar el agua que pasa por el elemento (80). Se proporciona una entrada de agua (82) que permite al agua pasar por el elemento de calentamiento (80) y hacia una tobera (84). Un tubo de entrada de polvo (86) se adapta para ajustarse en el puerto de suministro de polvo (78) de la pieza de mano (70). El aire y el polvo se dirigen a través del tubo de entrada de polvo (86) hacia la punta del inserto (88). El agua se dirige desde la tobera (84) hasta la punta del inserto. Después, la suspensión de aire/polvo/agua se descarga en la punta del inserto (88) hacia el área objetivo.

Con referencia de nuevo a la Figura 6, se muestra la cámara (90) en la unidad base (16) que almacena y dispensa el polvo de limpieza. Si el practicante desea usar el polvo de limpieza, este desenrosca la tapa de llenado de polvo (92), vierte el polvo dentro de la cámara (90), y enrosca la tapa (92) de vuelta sobre la cámara. El centro de la tapa de llenado (92) incluye un puntero de tapa (94), que se moldea integralmente en un mango de la tapa transparente en forma de T (96). La velocidad de flujo del polvo puede ajustarse al hacer girar el puntero de la tapa (94). Al hacer girar el puntero hasta el símbolo "H" (posición a las 12:00) en la placa de recubrimiento de la cámara (90) se suministrará la suspensión en polvo a una velocidad necesaria para eliminar una mancha gruesa. Al hacer girar el puntero hasta el símbolo "L" (posición a las 6:00) se suministrará la suspensión en polvo a una velocidad adecuada para eliminar una mancha ligera. El puntero (94) puede ajustarse en cualquier posición entre H y L al hacerse girar en una dirección en el sentido de las manecillas del reloj o en el sentido contrario a las manecillas del reloj. Por ejemplo, el puntero (94) puede hacerse girar hasta la posición "M" para suministrar el polvo a una velocidad adecuada para eliminar una mancha media. El mango transparente (96) en el centro de la tapa de llenado (92) permite al practicante ver el polvo esponjoso en la cámara (90) y que fluye hacia la pieza de mano (70) cuando se opera el sistema dispensador de polvo.

Las modalidades detalladas del aparato sellador dental ultrasónico (12) y las piezas de mano acopladas (20, 72) se describen anteriormente y se muestran en las Figuras 4-7, pero debe entenderse que estas modalidades son solamente ilustrativas y no pretenden restringir la invención. Otros aparatos de tratamiento médico y dental pueden usarse en los sistemas cableados e inalámbricos de la invención.

Los expertos en la técnica apreciarán que pueden hacerse varias modificaciones a las modalidades ilustradas y la presente descripción sin apartarse del espíritu y alcance de la presente invención. Por ejemplo, el dispositivo de interruptor de pie (10) de esta invención podría contener más de dos interruptores. Más particularmente, como un ejemplo, el dispositivo de interruptor de pie (10) podría contener tres interruptores. Después de activar el primer interruptor, el interruptor de pie operaría en la Etapa 1. La activación del segundo interruptor provocaría que el interruptor de pie opere en la Etapa 2, y la activación del tercer interruptor provocaría que el interruptor de pie opere

5 en la Etapa 3. En la Etapa 1, el aparato médico/dental podría operar con energía normal. En la Etapa 2, el aparato médico/dental podría operar con energía intermedia, y en la Etapa 3, el aparato médico/dental podría operar con energía alta. En otra modalidad, el interruptor de pie (10) podría incluir un reóstato para detectar la posición hacia abajo del recubrimiento superior (28) del interruptor de pie (10), lo que permite así al operador tener un control aparentemente análogo de un modo de operación en el aparato médico/dental. Este modo de operación podría ser el control de la energía ultrasónica o posiblemente otros.

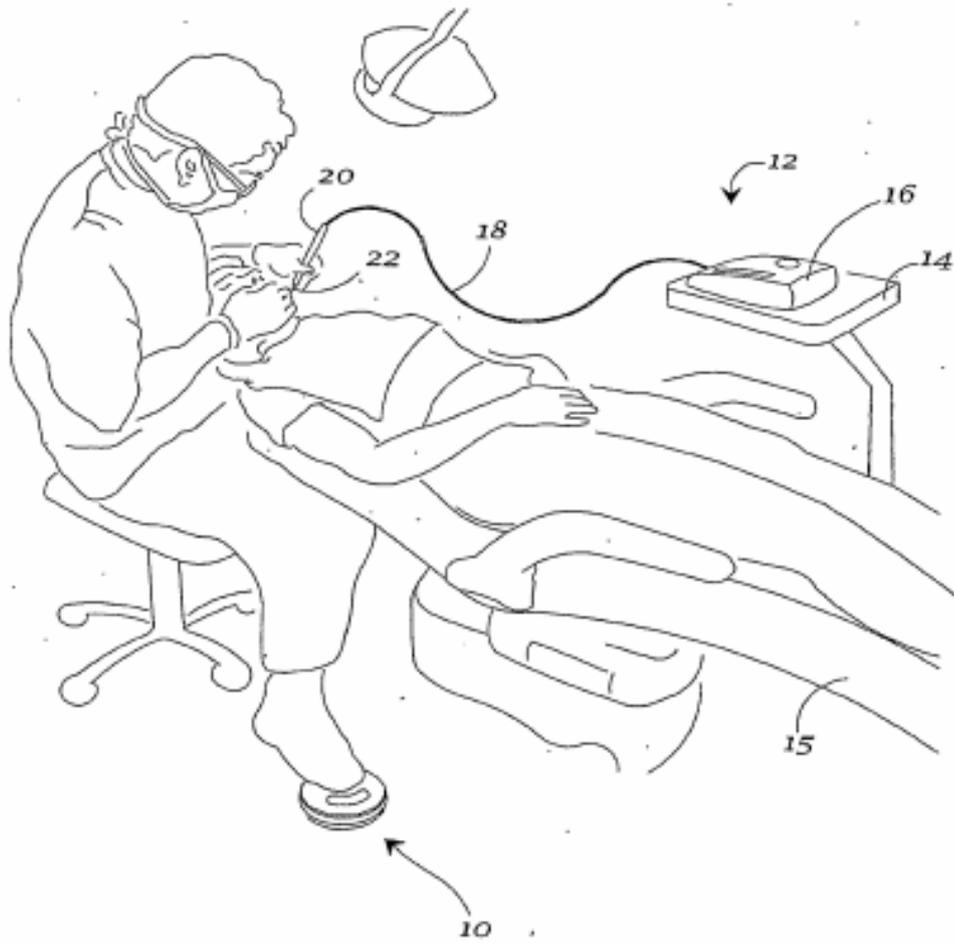
10 Además, se reconoce que el aparato médico/dental puede tener diferentes modos de operación, y el interruptor de pie puede usarse para controlar estos modos diferentes. En otras palabras, el interruptor de pie puede usarse para activar operaciones aparte de la energía ultrasónica normal/energía aumentada o sólo enjuague/suspensión en polvo de limpieza. Por ejemplo, en el caso de una cuchilla quirúrgica eléctrica, cuando la Etapa 1 se activa, la cuchilla puede programarse para operar solamente en un modo de corte. Luego, después de la activación de la Etapa 2, la cuchilla puede operar de manera simultánea en un modo de corte y un modo de lavado. En el modo de lavado, podrían dispensarse soluciones antibacterianas en el área quirúrgica.

15 Lo anterior son sólo algunos ejemplos de modificaciones que pueden hacerse a las modalidades ilustradas y la presente descripción sin apartarse del espíritu y alcance de la presente invención. Se pretende que todas dichas modificaciones dentro del espíritu y alcance de la presente invención se cubran por las reivindicaciones adjuntas.

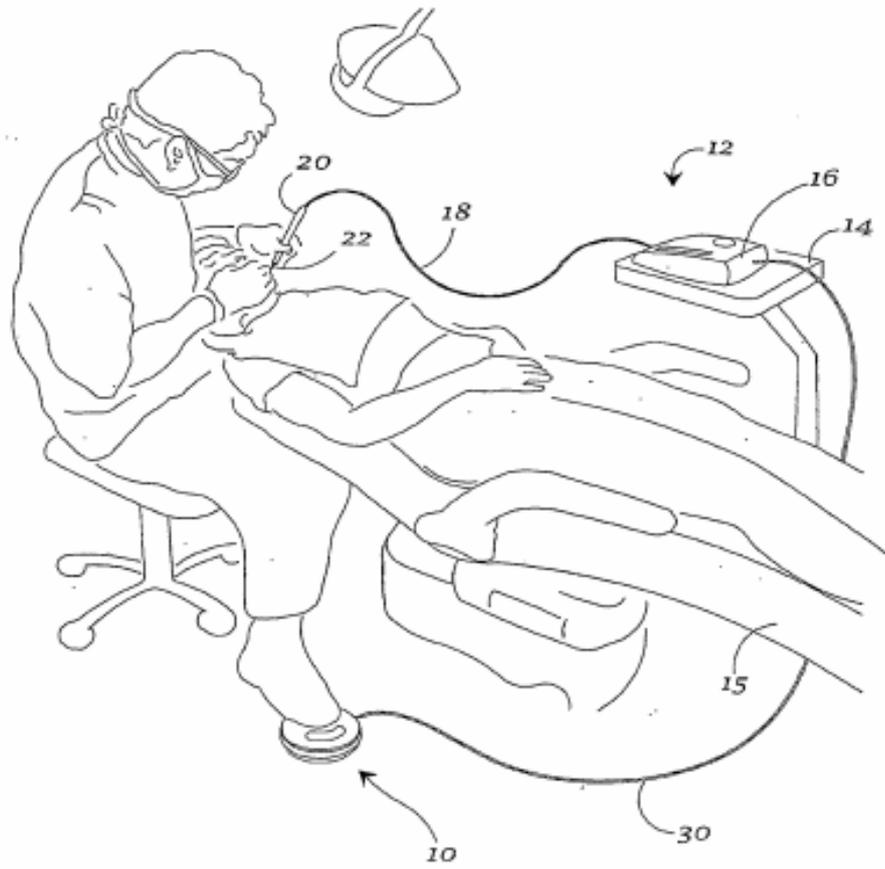
**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema para controlar un aparato de tratamiento médico o dental, que comprende:
  - 5 (i) un dispositivo de interruptor de pie que contiene un primer interruptor y un segundo interruptor y que tiene un miembro que puede pisarse con el pie, el miembro que se pisa hasta una primera posición para activar el primer interruptor y el miembro que se pisa hasta una segunda posición para activar el segundo interruptor, el dispositivo que incluye además un elemento de comunicación para transmitir una primera señal de operación de manera inalámbrica en respuesta al miembro que se pisa hasta la primera posición y una segunda señal de operación de manera inalámbrica en respuesta al miembro que se pisa hasta la segunda posición; y
  - 10 (ii) un aparato de tratamiento médico o dental que incluye un elemento de comunicación para recibir las primera y segunda señales de operación desde el interruptor de pie, la primera señal que hace que el aparato opere en un primer modo y la segunda señal que hace que el aparato opere en un segundo modo, el aparato que tiene una dirección de identificación "A" programada inicialmente y el interruptor de pie que tiene una dirección de identificación "B" programada inicialmente, en donde el aparato se reprograma para incluir dichas direcciones de identificación "A" y "B" y el interruptor de pie se reprograma para incluir dichas direcciones de identificación "A" y "B" mediante una comunicación de sincronización entre el aparato y el interruptor de pie; y
  - 15 en donde el aparato transmite periódicamente una señal de "SOLICITUD DEL ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" al interruptor de pie y el interruptor de pie responde mediante la transmisión de una señal de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" al aparato.
- 2 El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema se usa para controlar la operación de un aparato de tratamiento dental.
- 25 3 El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el aparato de tratamiento dental es un sellador dental ultrasónico.
- 30 4 El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la activación del primer interruptor hace que el sellador dental opere a energía de raspado ultrasónica normal.
- 5 El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la activación del segundo interruptor hace que el sellador dental opere a energía de raspado ultrasónica aumentada.
- 35 6 El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema se usa para controlar la operación de un aparato de tratamiento médico.
- 40 7 El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el interruptor de pie transmite una señal de "DESPIERTO" y una señal de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" al aparato tras la activación del primer interruptor en el interruptor de pie, y el aparato responde a las señales al operar en un primer modo.
- 45 8 El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el interruptor de pie transmite una señal de "DESPIERTO" y una señal de "ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" al aparato tras la activación del segundo interruptor en el interruptor de pie, y el aparato responde a las señales al operar en un segundo modo.
- 50 9 El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aparato transmite una señal de "SOLICITUD DEL ESTADO DE LA POSICIÓN DE LOS INTERRUPTORES" al interruptor de pie en intervalos de tiempo de 250 milisegundos.
- 10 El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el interruptor de pie se energiza mediante batería.
- 55 11 El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el interruptor de pie transmite una señal de "DESPIERTO" y la unidad base responde mediante la transmisión de una señal de "RECONOCIMIENTO" y una señal de "SOLICITUD DEL ESTADO DE LA BATERÍA" al interruptor de pie.
- 60 12 El sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en donde el interruptor de pie responde a la señal de "SOLICITUD DEL ESTADO DE LA BATERÍA" mediante la transmisión de una señal de "RECONOCIMIENTO" y los datos de tensión de la batería al aparato.
- 65 13 El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, de manera que el interruptor de pie transmite señales de operación de manera inalámbrica al aparato de tratamiento médico o dental, hasta que el aparato transmite una señal de SOLICITUD DE INACTIVIDAD al interruptor de pie y el interruptor de pie responde al entrar en un modo inactivo, las señales de operación inalámbricas que se ignoran por el aparato.

- 14 El sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en donde el sistema se usa para controlar la operación de un aparato de tratamiento dental.
- 5 15 El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el aparato de tratamiento dental es un sellador dental ultrasónico.



*Fig. 1*



*Fig. 2*

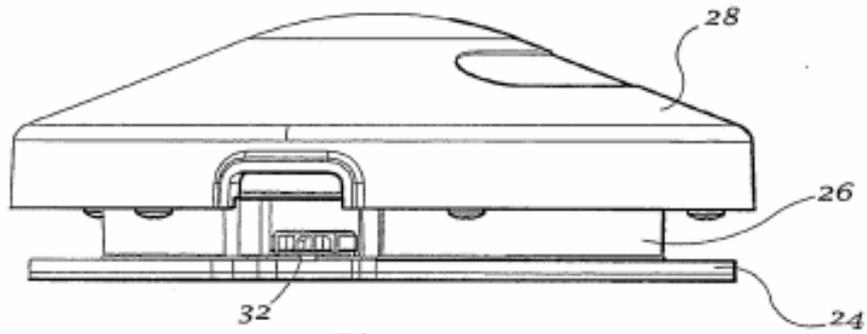


Fig. 3

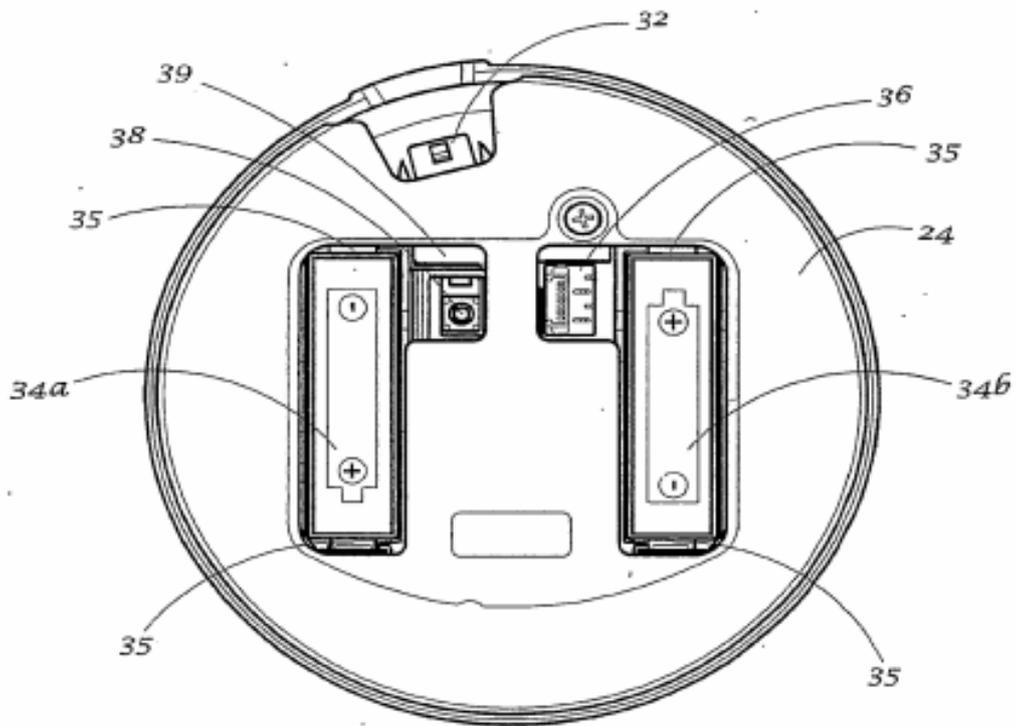


Fig. 3a

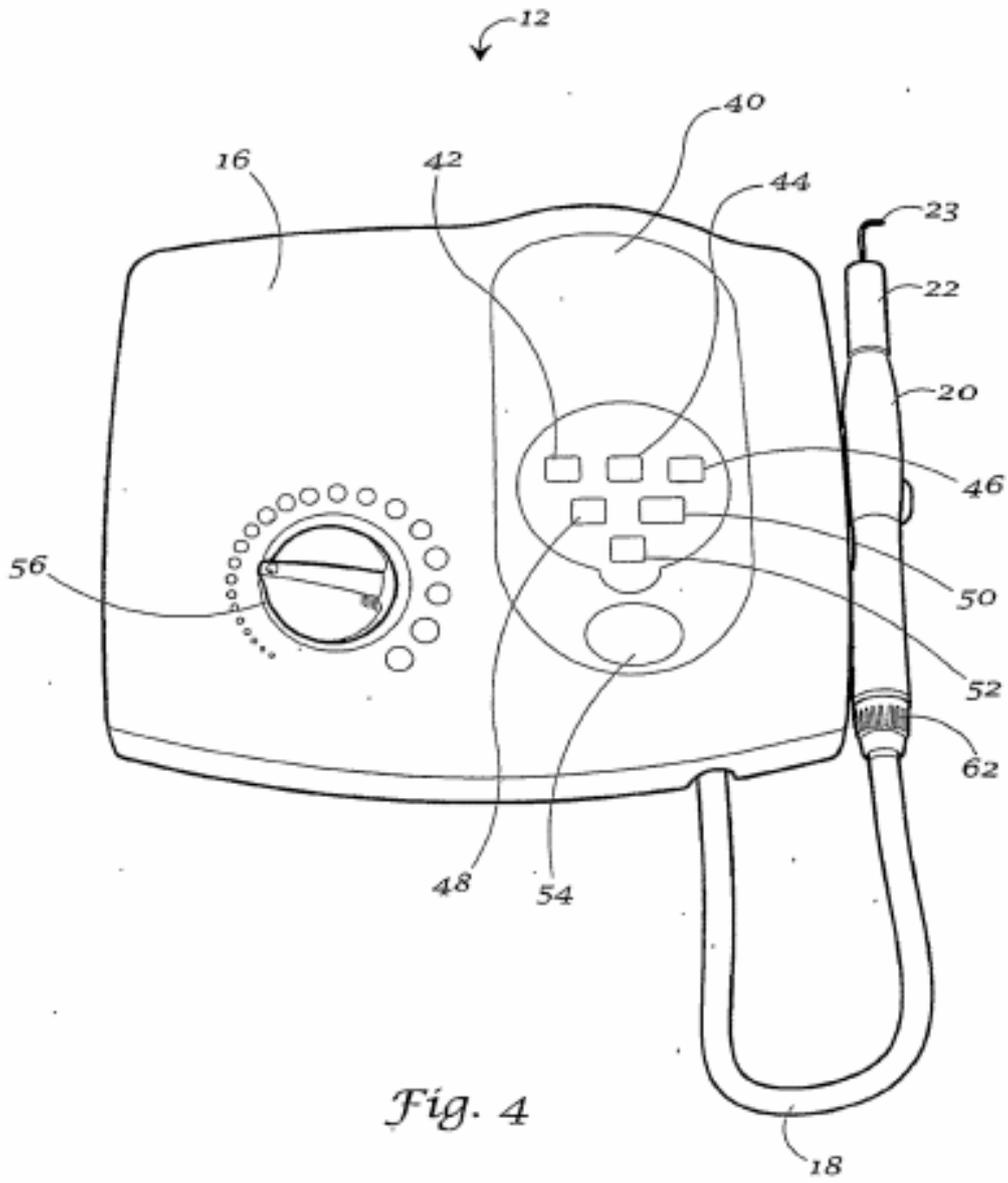


Fig. 4

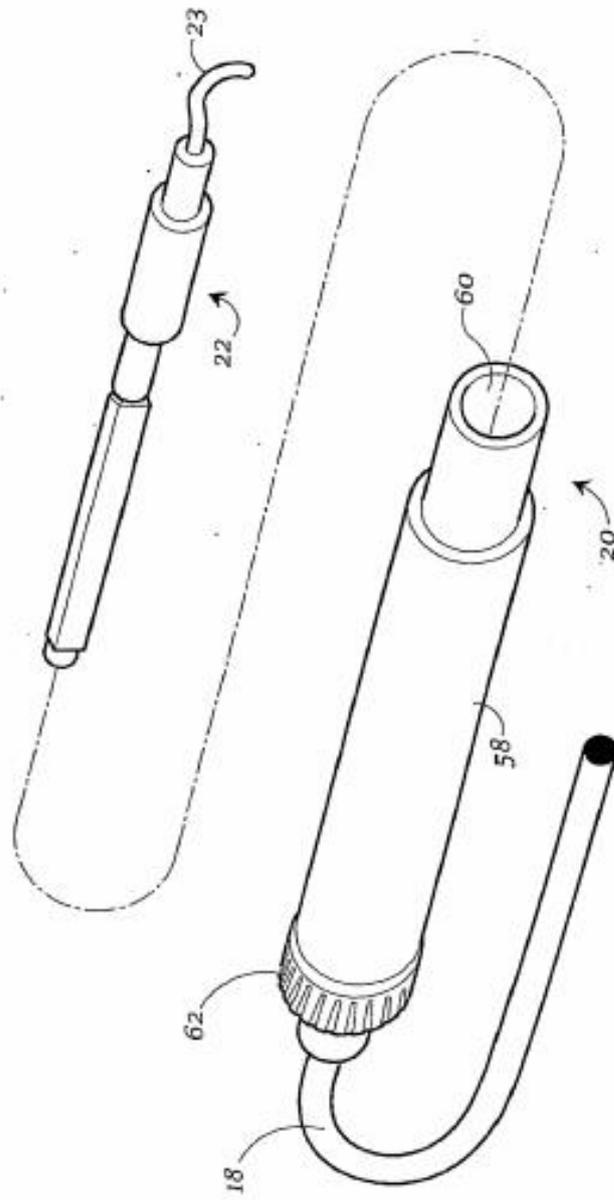


Fig. 5

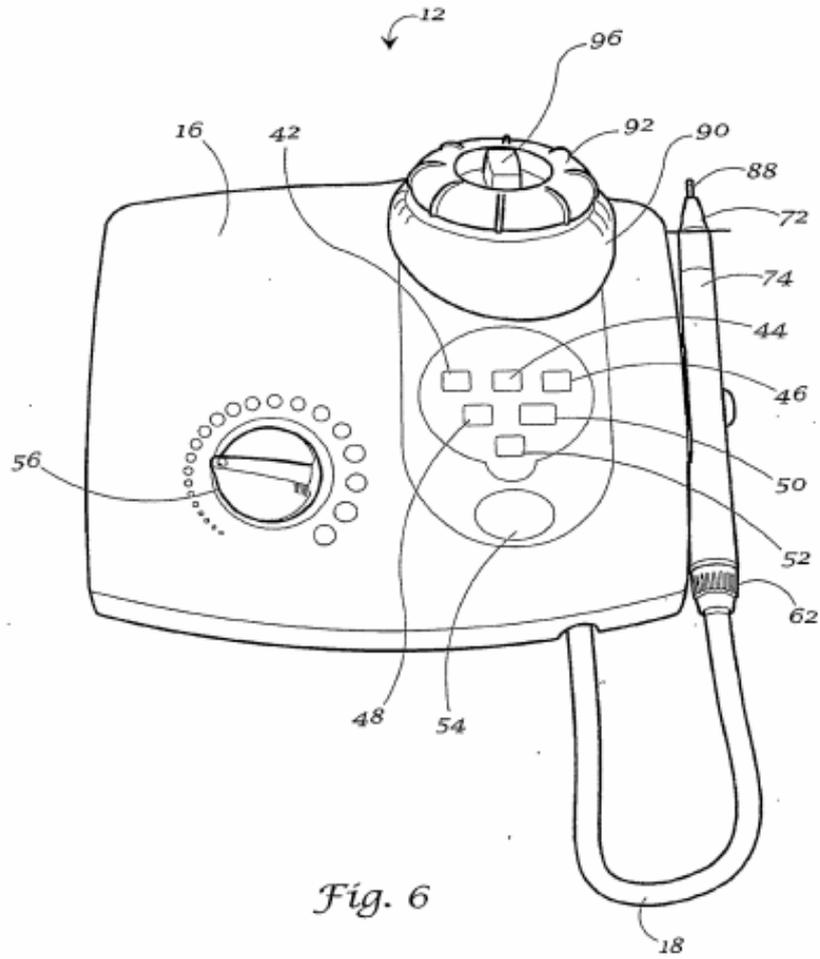


Fig. 6

