



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 355 446**

(51) Int. Cl.:

A61F 9/007 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **07111481 .3**

(96) Fecha de presentación : **13.04.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1837002**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **26.09.2007**

(54) Título: **Interfaz gráfica de usuario para un sistema quirúrgico de facoemulsificación.**

(30) Prioridad: **15.04.2005 US 671879 P**

(73) Titular/es: **ALCON, Inc.
P.O. Box 62 Bösch 69
6331 Hünenberg, CH**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.03.2011

(72) Inventor/es: **Boukhny, Michael y
Thoe, David**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.03.2011

(74) Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 355 446 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

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere en general a las interfaces gráficas de usuario para sistemas quirúrgicos, y más particularmente, a las interfaces gráficas de usuario para sistemas quirúrgicos de facoemulsificación que comprenden representaciones de las funciones o del comportamiento del tiempo de encendido y el tiempo de apagado de los impulsos. Las funciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado pueden cambiarse tocando la pantalla.

ANTECEDENTES

Los sistemas quirúrgicos modernos, y en particular los sistemas de cirugía oftálmica modernos, están concebidos para supervisar y visualizar diversos parámetros de un dispositivo o instrumento quirúrgico que está conectado al sistema quirúrgico y que es controlado por el cirujano a través de un pedal. Dichos sistemas pueden ser complejos debido al número de parámetros que deben ser visualizados y controlados por el cirujano, particularmente durante una intervención quirúrgica.

Ciertos sistemas de facoemulsificación conocidos permiten la aplicación de energía de ultrasonidos a un nivel fijo. Por ejemplo, el pedal actúa como un interruptor de encendido/apagado para activar y desactivar la energía de ultrasonidos que se halla a un nivel de potencia particular. Cuando se empuja el pedal, el dispositivo se activa y el nivel de potencia es constante o "continuo".

Los sistemas de potencia "continua" se perfeccionaron con la introducción de la modalidad "lineal", que permite al cirujano controlar la potencia de una manera variable. El cirujano controla la potencia valiéndose de la posición del pedal, de tal forma que la potencia es proporcional o lineal con respecto al desplazamiento del pedal. Por lo tanto, cuando el cirujano empuja el pedal se suministra más potencia y cuando el cirujano suelta el pedal se suministra menos potencia.

Para perfeccionar todavía más este sistema, se introdujo también la modalidad "de impulsos". En la modalidad "de impulsos", la energía de facoemulsificación se provee en forma de impulsos periódicos con un ciclo de servicio constante. El cirujano incrementa o reduce la cantidad de potencia empujando o liberando el pedal, con lo cual se incrementa o se reduce la amplitud de los impulsos de anchura fija.

Por último, para perfeccionar todavía más este sistema, se introdujo la modalidad "de ráfagas". En la modalidad "de ráfagas", la potencia se suministra a través de una serie de impulsos periódicos, de anchura fija y amplitud constante. Cada impulso va seguido de un tiempo "de apagado". El cirujano varía el tiempo de apagado empujando y soltando el pedal para ajustar la potencia.

Para adaptarse a la modalidad continua, "lineal", "de impulsos" y "de ráfagas" y los respectivos parámetros de funcionamiento, las interfaces de usuario conocidas de los sistemas de facoemulsificación suelen comprender varios controladores y campos o elementos accionables por personas, que ocupan posiciones particulares en una pantalla de visualización. Algunas interfaces de usuario conocidas comprenden botones, flechas, interruptores, barras o mandos para establecer los valores numéricos deseados de las características funcionales del sistema quirúrgico. Ciertos parámetros son fijos o adoptan un valor constante independientemente de la posición del pedal, mientras que otros parámetros varían (por ejemplo, linealmente) con la posición del pedal. El cirujano manipula la interfaz para transmitir señales de control a los instrumentos quirúrgicos que, a su vez, controlan las modalidades o los tipos de impulsos que se generan.

Entre los ejemplos de los sistemas microquirúrgicos conocidos cabe citar los descritos en el documento US nº 6.251.113, que están configurados para controlar una pluralidad de instrumentos de microcirugía oftálmica. Se proporciona una interfaz de usuario que provee información al usuario y recibe información del usuario, siendo dicha información representativa de los parámetros de funcionamiento de los instrumentos de microcirugía.

Las figuras 1 y 2 ilustran una interfaz conocida para un sistema de facoemulsificación. El cirujano selecciona manualmente la modalidad de potencia desde una barra o un menú de selección 10. En esta interfaz, el menú 10 comprende las barras de menú "Ultrasonidos continuos", "Ultrasonidos en impulsos" y "Ultrasonidos en ráfagas", designadas por 12, 14 y 16, respectivamente. En el ejemplo ilustrado en las figuras 1 y 2, se selecciona la barra de menú de potencia continua 12 del menú 10. El límite de potencia se representa en una ventana o un campo 20. La cantidad máxima de potencia continua o el límite de potencia se ajusta mediante las flechas hacia arriba y hacia abajo 24. En este ejemplo, el límite de potencia continua seleccionado es de "35" o del 35% de la potencia máxima permitida. La potencia continua varía linealmente, tal como se indica mediante la línea 26 en el fondo de la ventana de límite de potencia 20. El nivel de potencia actual se indica también en una ventana 28. En el ejemplo ilustrado, la potencia actual es "0" o 0%, puesto que la pantalla representa la potencia actual en el estado de liberación del pedal. Cuando se empuja el pedal, la potencia se incrementa linealmente desde 0% hasta 35%. Cuando el cirujano desea cambiar de la modalidad continua a otra modalidad, el cirujano selecciona la barra de ultrasonidos continuos 12, y a

continuación se abre el menú 10 con las modalidades de impulsos disponibles. El cirujano podrá seleccionar entonces otra modalidad del menú 10.

Por ejemplo, en la figura 3 se ilustra la selección de la barra de menú de ultrasonidos en impulsos 14 del menú 10. El cirujano selecciona manualmente un nivel de potencia máximo del 35%, que varía linealmente cuando se empuja y se suelta el pedal. Además, la interfaz comprende una ventana 30 para la frecuencia de impulsos o los impulsos por segundo (pps) y una ventana 40 para el tiempo de encendido (% Time on). No obstante, el número de impulsos por segundo (pps) y el tiempo de encendido no varían con el movimiento del pedal. En su lugar, los impulsos por segundo se fijan en 14 pps utilizando las flechas 34, y el tiempo de encendido se fija en el 45% utilizando las flechas 44. Por lo tanto, los valores de impulsos por segundo y de tiempo de encendido no cambian cuando se desplaza el pedal, sino que deben ser ajustados manualmente por el cirujano mediante las flechas 34 y 44. La potencia se incrementa linealmente desde 0% hasta 35% cuando se empuja el pedal y se suministra a una frecuencia fija de 14 impulsos por segundo con un ciclo de servicio fijo del 45%.

Haciendo referencia a las figuras 2 y 4, cuando se selecciona la modalidad de "ultrasonidos en ráfagas" del menú 10, se dispone de las mismas ventanas de nivel de potencia 28 y de límite de potencia 20. La potencia varía linealmente con la posición del pedal, tal como se ha indicado anteriormente. En lugar de las ventanas de frecuencia de impulsos (pps) y de tiempo de encendido 30 y 40 (representadas en la figura 3), la interfaz visualiza una ventana 50 para tiempo de encendido u On (ms) y una ventana 60 para tiempo de apagado u Off (ms) cuando se halla en modalidad de ráfagas. Los valores de On (ms) y Off (ms) son fijos y no cambian cuando se desplaza el pedal. El tiempo de encendido (ms) se fija en 70 ms utilizando las flechas 54. En esta modalidad de ráfagas, la potencia se incrementa desde 0% hasta 40% cuando se pisa el pedal y se cambia el tiempo "de apagado", y la duración de cada impulso se mantiene constante en 70 ms durante todo el desplazamiento del pedal. Por lo tanto, cuando se cambia de la modalidad "de impulsos" a la modalidad "de ráfagas", se ajustan diferentes parámetros. En la modalidad "de impulsos", los parámetros son los impulsos por segundo (pps) y el porcentaje de tiempo de encendido, y en la modalidad "de ráfagas", los parámetros son el tiempo de encendido y el tiempo de apagado (ms).

Aunque en el pasado las interfaces conocidas se han utilizado de manera satisfactoria en las intervenciones de facoemulsificación, es posible perfeccionarlas. En particular, los aspectos visuales y funcionales de las interfaces pueden perfeccionarse de tal forma que los cirujanos puedan controlar diferentes modalidades de impulsos y puedan cambiar con facilidad entre las diferentes modalidades. Las interfaces de usuario deberán comprender elementos de visualización controlables adicionales que permitan llevar a cabo el ajuste de las diferentes modalidades y sus parámetros con rapidez y facilidad. Estas mejoras deberán realizarse sin complicar excesivamente la interfaz del usuario ni su funcionamiento. Además, las interfaces deberán ser capaces de representar con eficacia los diversos parámetros de funcionamiento de las diversas modalidades de transmisión de los ultrasonidos, que comprenden las modalidades continua, lineal, de impulsos y de ráfagas y nuevas modalidades que pueden ser combinaciones y modificaciones de las modalidades conocidas.

Por lo tanto, la invención proporciona un aparato según la reivindicación 1 con formas de realización ventajosas en las reivindicaciones subordinadas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se puede obtener una mejor comprensión de sus formas de realización y ventajas haciendo referencia a la siguiente descripción, considerada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares indican características similares y en los que:

la figura 1 ilustra una interfaz gráfica de usuario conocida para utilizar con un sistema quirúrgico de facoemulsificación en modalidad "continua";

la figura 2 ilustra la interfaz representada en la figura 1, una vez que se ha seleccionado la barra de menú de modalidad "continua" para generar un menú desplegable de las modalidades de impulsos disponibles;

la figura 3 ilustra la interfaz representada en la figura 2, una vez que se ha seleccionado la barra de menú de "ultrasonidos en impulsos" del menú;

la figura 4 ilustra la interfaz representada en la figura 2, una vez que se ha seleccionado la barra de menú de "ultrasonidos en ráfagas" del menú;

la figura 5 ilustra una interfaz gráfica de usuario según una forma de realización de la presente invención que comprende representaciones de las funciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado de los impulsos;

la figura 6 ilustra representaciones lineales y no lineales ejemplificativas de las características de los impulsos en relación con la posición de un pedal según una forma de realización;

la figura 7 ilustra unas representaciones no lineales ejemplificativas del tiempo de encendido y el tiempo de apagado que decrecen en relación con la posición del pedal;

la figura 8 ilustra unas representaciones no lineales ejemplificativas del tiempo de encendido y el tiempo de apagado que crecen en relación con la posición del pedal;

la figura 9 ilustra un menú que comprende representaciones del tiempo de encendido y el tiempo de apagado según una forma de realización;

5 la figura 10 ilustra unas secuencias de visualización ejemplificativas de las representaciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado horizontales, crecientes y decrecientes, según una forma de realización en la que el usuario puede pasar de una a otra de las diferentes representaciones;

10 la figura 11 ilustra nueve modalidades de impulsos diferentes que pueden implementarse seleccionando una de tres representaciones del tiempo de encendido y una de tres representaciones del tiempo de apagado según una forma de realización;

la figura 12 ilustra una interfaz según una forma de realización que se establece en la modalidad "de impulsos", seleccionando un tiempo de encendido constante y un tiempo de apagado constante;

15 la figura 13 ilustra una interfaz según una forma de realización que se establece en la modalidad "de ráfagas", seleccionando un tiempo de encendido constante y un tiempo de apagado decreciente en relación con el desplazamiento del pedal;

la figura 14 ilustra una interfaz según una forma de realización que se establece en la modalidad "continua", en la que el tiempo de apagado se establece en cero;

20 la figura 15 ilustra una interfaz según una forma de realización que se establece en una modalidad en la que el tiempo de encendido decrece y el tiempo de apagado se mantiene constante en relación con el desplazamiento del pedal;

la figura 16 ilustra una interfaz según una forma de realización que se establece en una modalidad en la que tanto el tiempo de encendido como el tiempo de apagado decrecen en relación con el desplazamiento del pedal;

25 la figura 17 ilustra una interfaz según una forma de realización que se establece en una modalidad en la que tanto el tiempo de encendido como el tiempo de apagado crecen en relación con el desplazamiento del pedal;

la figura 18 ilustra una interfaz según una forma de realización que se establece en una modalidad en la que el tiempo de encendido crece y el tiempo de apagado decrece en relación con el desplazamiento del pedal;

30 la figura 19 ilustra una interfaz según una forma de realización que se establece en una modalidad en la que el tiempo de encendido permanece constante y el tiempo de apagado decrece en relación con el desplazamiento del pedal; y

la figura 20 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para seleccionar una modalidad y los valores de tiempo de encendido y tiempo de apagado relacionados, según una forma de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN ILUSTRADAS

En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la presente memoria y que se incorporan a título ilustrativo de las formas de realización particulares, mediante las cuales se puede llevar a la práctica la presente invención. Debe tenerse en cuenta que es posible aplicar cambios a dichas formas de realización sin apartarse del alcance de la presente invención.

Las formas de realización de la presente invención se refieren a una interfaz gráfica de usuario que ofrece un mayor control sobre las modalidades de transmisión o de impulsos de ultrasonidos generadas por un sistema quirúrgico de facoemulsificación, y un mayor control sobre los parámetros de las diferentes modalidades de impulsos. Las formas de realización proveen elementos de visualización que el cirujano puede seleccionar y ajustar con rapidez y facilidad para seleccionar diferentes modalidades, y que asimismo permiten ajustar diversos parámetros de los impulsos para adaptar las diferentes modalidades de conformidad con los requisitos particulares. Las modalidades "de impulsos" que pueden seleccionarse comprenden la modalidad "continua", la modalidad "de impulsos" y la modalidad "de ráfagas" y, además, las modalidades híbridas o combinadas no comercializadas previamente para su uso en los sistemas de facoemulsificación. Las representaciones de las características o las funciones de los impulsos se visualizan en elementos de visualización. Las representaciones pueden cambiarse tocando la pantalla de visualización encima de un elemento de visualización particular, para generar un menú a partir del cual el usuario puede seleccionar una representación de una característica del impulso, tal como el tiempo de encendido o el tiempo de apagado. Como alternativa, el usuario puede pasar de una a otra de las diferentes representaciones de las características o las funciones del tiempo de encendido y el tiempo de apagado de los impulsos. La representación que se selecciona representa la función o el comportamiento de la característica del impulso, por ejemplo, si el tiempo de encendido y el tiempo de apagado varían o no como respuesta al

desplazamiento de un controlador, tal como un pedal, y de qué manera se produce dicha variación, y los tipos y las características de los impulsos generados por el sistema de facoemulsificación.

Las formas de realización de la presente invención ofrecen interfaces perfeccionadas con respecto a las interfaces conocidas, en la medida en que permiten ajustar las representaciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado, para que experimenten un crecimiento lineal, un crecimiento no lineal, un decrecimiento lineal o un decrecimiento no lineal o para que permanezcan sustancialmente constantes en relación con el desplazamiento de un pedal, lo cual a su vez determinará que el tiempo de encendido y el tiempo de apagado decrezcan o crezcan linealmente o no linealmente o permanezcan constantes. Pueden generarse diferentes modalidades de impulsos seleccionando la manera en que varían (o no varían) el tiempo de encendido y el tiempo de apagado. Por ejemplo, cuando el tiempo de encendido y el tiempo de apagado pueden crecer, decrecer o permanecer constantes como respuesta al movimiento del pedal, se pueden seleccionar nueve modalidades de impulsos diferentes. El límite de potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado pueden ajustarse utilizando las flechas hacia arriba y hacia abajo y otros mecanismos de ajuste adecuados.

Como apreciarán los expertos en la materia, las formas de realización de la presente invención pueden utilizarse con otro tipo de equipamiento quirúrgico, incluido el equipamiento de neurocirugía aunque no limitado a este, en el que el control de los diversos instrumentos se realiza también con un pedal remoto. Por motivos descriptivos y no limitativos, en la presente memoria se describen formas de realización relacionadas con los procedimientos de facoemulsificación y los parámetros de funcionamiento asociados.

Haciendo referencia a la figura 5, en la pantalla 505 del sistema, se presenta una interfaz de usuario 500 para un sistema quirúrgico de facoemulsificación según una forma de realización. La interfaz 500 comprende un elemento de visualización de potencia máxima o de límite de potencia 510, un elemento de visualización de tiempo de encendido 520 y un elemento de visualización de tiempo de apagado 530. El nivel de potencia actual, que se controla mediante el pedal, se presenta en un elemento de visualización de potencia actual 540. La interfaz 500 también comprende otros elementos de visualización y ajustes para otros parámetros quirúrgicos de facoemulsificación, tales como el caudal de aspiración (Asp Rate) 550 y la presión límite de vacío (Vacuum) 560, conocidos en el ámbito de la técnica. En la presente memoria, no se ofrecen más detalles acerca del funcionamiento de estos otros elementos de visualización 550 y 560. Empujando y soltando el pedal, se controla el funcionamiento de los dispositivos quirúrgicos de conformidad con los correspondientes parámetros de funcionamiento y los valores de los parámetros que se representan en la interfaz 500 y se programan en el sistema.

En la forma de realización ilustrada, los elementos de visualización 510, 520 y 530 son elementos de visualización en forma de rectángulo. En realidad, es posible utilizar elementos de visualización de formas distintas a la rectangular, teniendo en cuenta que los elementos de presentación en forma de rectángulo de la presente memoria no pretenden ser restrictivos, sino ilustrativos. El elemento de visualización de potencia 510 comprende una representación 512 del comportamiento o la función de la potencia en relación con la posición del pedal. El elemento de visualización de tiempo de encendido 520 comprende una representación 522 del comportamiento o la función del tiempo de encendido de los impulsos en relación con la posición del pedal. El elemento de visualización de tiempo de apagado 530 comprende una representación 532 del comportamiento o la función del tiempo de apagado de los impulsos en relación con la posición del pedal. El cirujano puede seleccionar y ajustar con facilidad y rapidez las representaciones gráficas antes y durante la intervención quirúrgica.

Haciendo referencia a la figura 6, la representación de una característica de impulso puede adoptar diversas formas dependiendo de la relación o función deseada entre el parámetro del impulso y la posición del pedal. Como se representa en la figura 6, una representación de una característica de un impulso puede ser lineal o no lineal, para representar una función lineal o no lineal de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado. Una representación lineal puede ser una representación lineal creciente 600, una representación lineal horizontal o constante 610 o una representación lineal decreciente 620. Una representación no lineal puede ser una representación no lineal creciente 630 o una representación no lineal decreciente 640.

Los ejemplos de representaciones no lineales comprenden representaciones exponenciales y polinómicas, y por lo tanto la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado varían exponencialmente o de conformidad con un polinomio, con el movimiento del pedal.

La figura 7 ilustra ejemplos de representaciones no lineales. Las representaciones no lineales 700 a 750 decrecen no linealmente de maneras diferentes. Las representaciones 700 a 720 y las correspondientes funciones de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado decrecen menos rápidamente cuando se empieza a empujar el pedal y decrecen más rápidamente cuando se empuja el pedal más a fondo. Las representaciones 730 a 750 y las correspondientes funciones de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado decrecen más rápidamente cuando se empieza a empujar el pedal y decrecen más lentamente cuando se empuja el pedal más a fondo. La figura 8 ilustra relaciones similares con las representaciones crecientes del comportamiento o las funciones de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado.

Por motivos explicativos e ilustrativos, aunque no limitativos, la presente memoria se refiere a las representaciones lineales, por ejemplo, las representaciones lineales crecientes, constantes y decrecientes, y las

funciones lineales relacionadas de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado. Como bien sabrán deducir los expertos en la materia, la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado pueden controlarse con representaciones lineales, representaciones no lineales y una combinación de estas. Asimismo, los expertos en la materia tendrán en cuenta también que una representación lineal puede representar una característica de un impulso que es sustancialmente lineal y que comprende algunos componentes no lineales en la práctica real. Por ejemplo, la relación entre la potencia real y la posición del pedal puede no ser exactamente lineal debido a la correspondencia que se establece entre la posición del pedal y la cantidad de potencia que se genera. Por lo tanto, en la práctica, el establecimiento de dicha correspondencia y otros factores pueden determinar que una representación verdaderamente "lineal" experimente ciertas desviaciones.

En las formas de realización representadas en la figura 6, se ilustra una representación lineal creciente 600 que se extiende desde la esquina inferior izquierda hasta la esquina superior derecha de un elemento de visualización, y que indica que el parámetro representado experimenta un crecimiento lineal cuando se empuja el pedal y un decrecimiento lineal cuando se suelta el pedal. Una representación lineal horizontal o constante 620 que se extiende entre los lados opuestos de un elemento de visualización indica que el parámetro que se representa se mantiene sustancialmente constante en las diversas posiciones del pedal. Una representación lineal decreciente 610 que se extiende desde la esquina inferior izquierda hasta la esquina superior derecha de un elemento de visualización indica que el parámetro que se representa decrece linealmente cuando se empuja el pedal y crece linealmente cuando se suelta el pedal. En formas de realización alternativas, las representaciones lineales crecientes y decrecientes 600 y 610 y las correspondientes funciones del parámetro del impulso pueden extenderse entre un lado y una esquina del elemento de visualización o entre dos lados del elemento de presentación, mientras se mantiene la relación creciente o decreciente. Esto puede indicar, por ejemplo, que el valor de partida del parámetro del impulso, tal como el tiempo de encendido o el tiempo de apagado, es un valor no igual a cero.

Los valores iniciales y mínimos de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado pueden establecerse o programarse de acuerdo con las necesidades. El sistema puede configurarse para que el valor de potencia mínima sea del 0% u otro valor deseado cuando el pedal se halle en su posición inicial, por ejemplo, en el estado liberado del pedal. Por ejemplo, el tiempo de encendido inicial o, alternativamente, el tiempo de encendido mínimo puede ser de 0 ms u otro valor deseado. Análogamente, el tiempo de apagado inicial o, alternativamente, el tiempo de apagado mínimo puede ser de 0 ms u otro valor deseado. Los valores iniciales o, alternativamente, los valores mínimos pueden establecerse utilizando otra pantalla de interfaz o programando los valores en el sistema.

Haciendo referencia nuevamente a la figura 5, un elemento de visualización comprende un valor para un parámetro de impulso. Por ejemplo, el elemento de visualización de límite de potencia 510 comprende valor de potencia 513, el elemento de visualización de tiempo de encendido 520 comprende un valor de tiempo de encendido 523 y el elemento de visualización de tiempo de apagado comprende un valor de tiempo de apagado 533. Los valores se ajustan mediante las respectivas flechas hacia arriba y hacia abajo 514, 524 y 534 u otros mecanismos de ajuste adecuados, tales como barras deslizantes. En esta memoria, se hace referencia a flechas hacia arriba y hacia abajo, por motivos ilustrativos y no limitativos. Por ejemplo, si la función del tiempo de encendido es una función creciente, el valor de tiempo de encendido representa el tiempo de encendido máximo. El tiempo de encendido mínimo puede ser cero u otro valor seleccionado. Por ejemplo, el valor mínimo puede ser el 20% del valor máximo. El valor inicial puede determinarse mediante una fórmula, una función u otro tipo de técnica. En otro ejemplo, si la función del tiempo de encendido es una función decreciente, el valor del tiempo de encendido representa el valor de tiempo de encendido mínimo en el que el pedal es pisado a fondo. Puede seleccionarse el tiempo de encendido máximo que se considere necesario. Se aplican controles similares al tiempo de apagado. Los valores representan el valor máximo o el valor mínimo de cada parámetro cuando se pisa a fondo el pedal.

Por lo tanto, si el valor máximo del tiempo de encendido es de 70 ms y la representación de tiempo de encendido crece linealmente, entonces el tiempo de encendido crece linealmente desde cero o un valor mínimo (por ejemplo, el 20% de 70 ms) hasta 70 ms cuando se empuja el pedal. Si la representación del tiempo de encendido decrece linealmente, entonces el tiempo de encendido decrece de manera lineal desde un valor máximo hasta 70 ms cuando se empuja el pedal. Análogamente, si el valor máximo del tiempo de apagado es de 70 ms y la representación del tiempo de apagado decrece linealmente, entonces el tiempo de apagado decrece de manera lineal desde un valor máximo de 70 ms cuando se empuja el pedal. Si la representación de tiempo de apagado crece linealmente, entonces el tiempo de apagado crece de manera lineal desde 0 ms o un valor mínimo hasta 70 ms cuando se empuja el pedal. En otro ejemplo, si el valor máximo del tiempo de apagado es de 50 ms y la representación del tiempo de apagado es horizontal, el tiempo de apagado se mantiene sustancialmente constante en 50 ms en diferentes posiciones de nivel del pie. Si el valor máximo del tiempo de encendido es de 50 ms y la representación del tiempo de encendido es horizontal, el tiempo de encendido se mantiene sustancialmente constante en 50 ms en diferentes posiciones de nivel del pie.

En la forma de realización ilustrada, los valores se superponen a las respectivas representaciones. En otros términos, la representación aparece en el fondo del elemento de visualización. Por ejemplo, el valor 514 se superpone a la representación de potencia 512, el valor 524 se superpone a la representación del tiempo de encendido 522 y el valor 534 se superpone a la representación de tiempo de apagado 532. En formas de realización

alternativas, las representaciones también pueden superponerse a los valores dependiendo de las preferencias de visualización.

El cirujano puede seleccionar y cambiar las representaciones y las diferentes maneras de funcionamiento de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado. Haciendo referencia a la figura 9, según una forma de realización, el cirujano puede tocar la pantalla encima del elemento de visualización, para que de ese modo se abra un menú 900 de representaciones diferentes. A continuación, el cirujano puede seleccionar una nueva representación o función de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado en el menú 900. Por ejemplo, haciendo referencia a las figuras 5 y 9, el cirujano puede tocar la pantalla 505 encima del elemento de visualización del tiempo de apagado 530. Como consecuencia de lo anterior, se abre un menú 900 de representaciones decrecientes, y a continuación el cirujano puede seleccionar una de las representaciones del menú 900. La representación seleccionada muestra como funciona la característica de impulso. Evidentemente, el menú 900 puede comprender diferentes cantidades de representaciones decrecientes, crecientes y constantes u horizontales. La figura 9 ilustra un menú 900 que presenta representaciones decrecientes por motivos meramente ilustrativos, no limitativos. Cada una de las representaciones de límite de potencia, tiempo de encendido y tiempo de apagado pueden ajustarse mediante el menú 900.

Haciendo referencia a la figura 10, según otra forma de realización, el cirujano puede tocar la pantalla de visualización 500 encima de un elemento de visualización para cambiar de la representación de la característica del impulso a la representación deseada utilizando un menú de desplazamiento 1000. En esta forma de realización, cada vez que el cirujano toca la pantalla de visualización 505 encima de un elemento de visualización particular, la representación del parámetro del impulso cambia a una nueva representación. Dicho de otro modo, el cirujano puede desplazarse de una a otra de las diferentes representaciones de las características de los impulsos tocando la pantalla de visualización 505 encima del correspondiente elemento de visualización. Por lo tanto, en la forma de realización representada en la figura 10, las diferentes representaciones se presentan al usuario de manera individual, en lugar de presentarse en grupo o en forma de menú 900, como se indica en la figura 9.

Las representaciones del menú de desplazamiento que se presentan al cirujano pueden aparecer en diferentes órdenes. Por ejemplo, si la representación inicial es una representación horizontal, un primer toque (toque 1) de un elemento de visualización puede determinar que la representación horizontal cambie a una representación lineal creciente. El siguiente toque (toque 2) puede determinar que la representación lineal creciente cambie a una representación lineal decreciente. El siguiente toque (toque 3) puede determinar que la representación lineal decreciente cambie a una representación horizontal. Cada una de las representaciones de límite de potencia, tiempo de encendido y tiempo de apagado pueden ajustarse de esta manera. La figura 10 ilustra otras secuencias en las que las representaciones pueden presentarse al cirujano cuando este toca la pantalla de visualización encima de un elemento de visualización. Otras formas de realización alternativas pueden comprender otras cantidades de representaciones y, por lo tanto, pueden visualizar otras secuencias de representaciones.

El sistema de facoemulsificación puede generar diferentes modalidades de transmisión o impulsos de ultrasonidos seleccionando representaciones de la función o el comportamiento de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado por medio del menú representado en la figura 9 o el menú de desplazamiento representado en la figura 10.

Según una forma de realización, las representaciones que se pueden asignar al tiempo de encendido y al tiempo de apagado son de tres tipos diferentes: representaciones lineales crecientes, representaciones lineales horizontales o constantes y representaciones lineales decrecientes.

Haciendo referencia a la figura 11, el número total de modalidades posibles puede determinarse multiplicando el número de representaciones de tiempo de encendido por el número de representaciones de tiempo de apagado. En esta forma de realización, el cirujano puede programar nueve modalidades de impulsos diferentes. En realidad, el número de modalidades puede cambiar cuando se utilizan diferentes cantidades de representaciones.

En la modalidad 1, tanto el tiempo de encendido como el tiempo de apagado se mantienen sustancialmente constantes cuando se empuja el pedal, debido a las representaciones horizontales. En la modalidad 2, el tiempo de encendido se mantiene sustancialmente constante y el tiempo de apagado se incrementa linealmente cuando se empuja el pedal. En la modalidad 3, el tiempo de encendido se mantiene sustancialmente constante y el tiempo de apagado se reduce linealmente cuando se empuja el pedal. En la modalidad 4, el tiempo de encendido se incrementa linealmente y el tiempo de apagado se mantiene sustancialmente constante cuando se empuja el pedal. En la modalidad 5, tanto el tiempo de encendido como el tiempo de apagado se incrementan linealmente cuando se empuja el pedal. En la modalidad 6, el tiempo de encendido se incrementa linealmente y el tiempo de apagado se reduce linealmente cuando se empuja el pedal. En la modalidad 7, el tiempo de encendido se reduce linealmente y el tiempo de apagado se mantiene sustancialmente constante cuando se empuja el pedal. En la modalidad 8, el tiempo de encendido se reduce linealmente y el tiempo de apagado se incrementa linealmente cuando se empuja el pedal. En la modalidad 9, tanto el tiempo de encendido como el tiempo de apagado se reducen linealmente cuando se empuja el pedal. El cirujano puede seleccionar una de las nueve modalidades, dependiendo de la aplicación particular según una forma de realización. Las figuras 12 a 19 ilustran ejemplos de implementaciones de las

modalidades seleccionadas. Por motivos descriptivos, en las figuras 12 a 19 solo se ilustran las representaciones de la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado y los valores relacionados.

En la figura 12, se ilustra un ejemplo de implementación de la modalidad 1, que comúnmente se denomina modalidad "de impulsos". En la modalidad "de impulsos", la potencia de facoemulsificación se provee en forma de impulsos periódicos con un ciclo de servicio constante. El cirujano puede incrementar o reducir la cantidad de potencia pisando o soltando el pedal, con lo cual se incrementa o se reduce la amplitud de los impulsos de anchura fija. En las interfaces conocidas por ejemplo, la interfaz representada en la figura 3, la modalidad "de impulsos" se suele establecer utilizando la frecuencia de impulsos expresada en impulsos por segundo (pps) y el ciclo de servicio o tiempo de encendido, que se expresa como un porcentaje. En las formas de realización de la presente invención, se utiliza el tiempo de encendido y el tiempo de apagado para representar los impulsos de la modalidad "de impulsos". La potencia se incrementa hasta un valor máximo del 40% cuando se empuja el pedal, mientras que el tiempo de encendido se mantiene fijo en 30 ms y el tiempo de apagado se mantiene fijo en 20 ms.

La figura 13 ilustra un ejemplo de implementación de la modalidad 3, que comúnmente se denomina modalidad "de ráfagas". En la modalidad "de ráfagas", la potencia se provee a través de una serie de impulsos periódicos de amplitud constante y anchura fija. Cada impulso va seguido de un tiempo "de apagado". El tiempo de apagado se varía pisando el pedal para ajustar la cantidad de potencia que se suministra a la pieza de mano. En el ejemplo ilustrado, la potencia se incrementa linealmente desde un valor inicial hasta el 40%, el tiempo de encendido es fijo o constante y el tiempo de apagado se reduce linealmente desde un valor inicial hasta 20 ms. En la modalidad de ráfagas, el valor inicial puede ser, por ejemplo, de 2.500 ms. En realidad, pueden utilizarse también otros valores iniciales.

La figura 14 ilustra un ejemplo de implementación de la modalidad "continua". La modalidad continua puede seleccionarse estableciendo el tiempo de apagado en cero cuando se está en la modalidad "de impulsos" (figura 12) o en otras modalidades distintas a la modalidad "de ráfagas" (figura 13). La potencia de ultrasonidos se aplica ininterrumpidamente en la modalidad "continua" y de una manera lineal, de tal forma que la potencia se incrementa linealmente desde cero hasta 40 cuando se empuja el pedal.

La figura 15 ilustra una modalidad en la que el tiempo de encendido se reduce linealmente y el tiempo de apagado se mantiene constante cuando se empuja el pedal. Más particularmente, esta combinación da por resultado el incremento lineal de la potencia desde un valor inicial hasta el 40%, el tiempo de encendido se reduce linealmente desde un valor inicial, tal como 150 ms (un factor de cinco veces el valor final) hasta el valor final de 30 ms. El tiempo de apagado se mantiene fijo en 20 ms. Esta modalidad particular puede resultar beneficiosa, puesto que los impulsos generados por el sistema pueden "adaptarse" a las diversas durezas de los cristalinos. Por ejemplo, cuando el cirujano constata que al empujar el pedal la extracción del cristalino no se desarrolla con suficiente rapidez, entonces comúnmente ejerce una mayor presión sobre el pedal para obtener de ese modo una mayor potencia. Aunque habitualmente una mayor potencia da por resultado un incremento de la repulsión, la repulsión se puede disminuir, reducir al mínimo o eliminar, puesto que la duración del impulso de ultrasonidos con este valor particular se acortará. Este resultado puede ser particularmente útil cuando el cirujano deba extraer unas cataratas sumamente maduras, ya que estas son más propensas a la repulsión a altas potencias debido a su dureza.

La figura 16 ilustra una modalidad en la que la potencia de los impulsos se incrementa linealmente desde un valor inicial hasta el 40%, el tiempo de encendido se reduce linealmente desde un valor inicial, tal como 150 ms, hasta un valor mínimo de 30 ms y el tiempo de apagado se reduce linealmente desde un valor inicial, tal como 2.500 ms, hasta un valor mínimo de 20 ms.

La figura 17 ilustra una modalidad en la que la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado se incrementan linealmente cuando se empuja el pedal. La potencia se incrementa linealmente desde un valor inicial de cero hasta el 40%, el tiempo de encendido se incrementa linealmente desde un valor inicial, por ejemplo de 6 ms, hasta 20 ms y el tiempo de apagado se incrementa linealmente desde un valor inicial, por ejemplo de 4 ms, hasta 20 ms.

La figura 18 ilustra una modalidad en la que la potencia y el tiempo de encendido se incrementan linealmente y el tiempo de apagado se reduce linealmente. La potencia se incrementa linealmente desde un valor inicial hasta el 40%, el tiempo de encendido se incrementa linealmente desde 6 ms hasta 30 ms y el tiempo de apagado se reduce linealmente desde un valor inicial, por ejemplo de 2.500 ms, hasta 20 ms.

La figura 19 ilustra una modalidad en la que la potencia se incrementa linealmente desde un valor inicial hasta el 40%, el tiempo de encendido se mantiene constante en 30 ms y el tiempo de apagado se incrementa linealmente desde 4 ms hasta 20 ms cuando se empuja el pedal.

La figura 20 ilustra un procedimiento en el que las representaciones y los valores de tiempo de encendido y tiempo de apagado pueden ajustarse. En la etapa 2000, el sistema de cirugía de facoemulsificación está configurado con una representación de tiempo de encendido inicial, una representación de tiempo de apagado inicial, un valor de tiempo de encendido inicial y un valor de tiempo de apagado inicial. En la etapa 2005, se decide si debe cambiarse la

modalidad de impulsos o el valor de un parámetro de los impulsos. En caso de que dicho cambio no sea necesario, se mantienen los valores iniciales.

Si se va a cambiar la modalidad de impulsos en la etapa 2010, entonces se cambian las representaciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado si es necesario en las etapas 2015 y 2020. Por ejemplo, el cirujano puede tocar la pantalla de visualización encima de un elemento de visualización de tiempo de encendido para cambiar de una representación de tiempo de encendido a una representación lineal creciente, constante o decreciente. Análogamente, el cirujano puede tocar la pantalla de visualización encima de un elemento de visualización de tiempo de apagado para cambiar de una representación de tiempo de apagado a una representación lineal creciente, constante o decreciente. La combinación seleccionada de las funciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado determina que se seleccione en la etapa 2025 una de las modalidades de impulsos representadas en la figura 11. Como es obvio, diferentes cantidades de representaciones pueden permitir al cirujano generar diferentes cantidades de modalidades de impulsos.

Los valores de los parámetros de tiempo de encendido y tiempo de apagado pueden ajustarse en la etapa 2030. Más particularmente, el valor de tiempo de encendido y el valor de tiempo de apagado pueden ajustarse si es necesario en las etapas 2035 y 2040. Por lo tanto, los valores de la modalidad de impulsos se ajustan en la etapa 2045 si es necesario.

Los expertos en la materia sabrán reconocer la posibilidad de modificar diversas formas la interfaz gráfica del usuario y los ajustes del tiempo de encendido y el tiempo de apagado. En consecuencia, los expertos ordinarios en la materia tendrán en cuenta que las formas de realización no están limitadas a los ejemplos de formas de realización particulares descritos, sino más bien que dichas formas de realización pueden aplicarse a otro tipo de equipamiento quirúrgico y parámetros. Aunque en la descripción anterior se ha hecho referencia a diversas formas de realización, los expertos ordinarios en la materia sabrán reconocer la posibilidad de aplicar modificaciones, alteraciones y sustituciones insustanciales a las formas de realización descritas, sin apartarse, por ello, del alcance de la presente invención especificado en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema quirúrgico que presenta una interfaz de usuario (500) que incluye una pantalla de visualización y un controlador para pedal, para un sistema quirúrgico de facoemulsificación que genera impulsos que presentan un tiempo de encendido y de apagado, estando ajustados los impulsos en respuesta a un pedal y sobre la base de unos ajustes en la interfaz de usuario visualizados en la pantalla de visualización, comprendiendo la interfaz de usuario:

10 un primer elemento de visualización (520) que incluye una representación lineal de la función del tiempo de encendido de los impulsos generados por el sistema de facoemulsificación en relación con la posición del pedal, siendo la representación lineal del tiempo de encendido una representación lineal o no lineal decreciente, una representación horizontal, o una representación lineal o no lineal decreciente, y pudiendo visualizarse las representaciones de tiempo de encendido en un menú (900) como respuesta a la operación que consiste en tocar la pantalla de visualización en el primer elemento de visualización;

15 un valor de tiempo de encendido que se visualiza con el primer elemento de visualización y que indica un valor de tiempo de encendido de los impulsos, siendo visualizada la representación del tiempo de encendido en el fondo con respecto al valor de tiempo de encendido;

20 un segundo elemento de visualización (530) que incluye una representación lineal de la función del tiempo de apagado de los impulsos generados por el sistema de facoemulsificación en relación con la posición del pedal, siendo la representación lineal del tiempo de apagado una representación lineal o no lineal decreciente, una representación horizontal, o una representación lineal o no lineal creciente, y pudiendo visualizarse las representaciones de tiempo de apagado en un menú (900) en respuesta a la operación que consiste en tocar la pantalla de visualización en el segundo elemento de visualización; y

25 una visualización del valor de tiempo de apagado que indica un valor de tiempo de apagado de los impulsos, apareciendo la visualización de valor de tiempo de apagado en el segundo elemento de visualización y la representación del tiempo de apagado se visualiza en el fondo con respecto al valor del tiempo de apagado.

25 2. Sistema según la reivindicación 1, en el que las representaciones múltiples de tiempo de encendido se visualizan en el menú.

30 3. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que las representaciones múltiples de tiempo de apagado se visualizan en el menú.

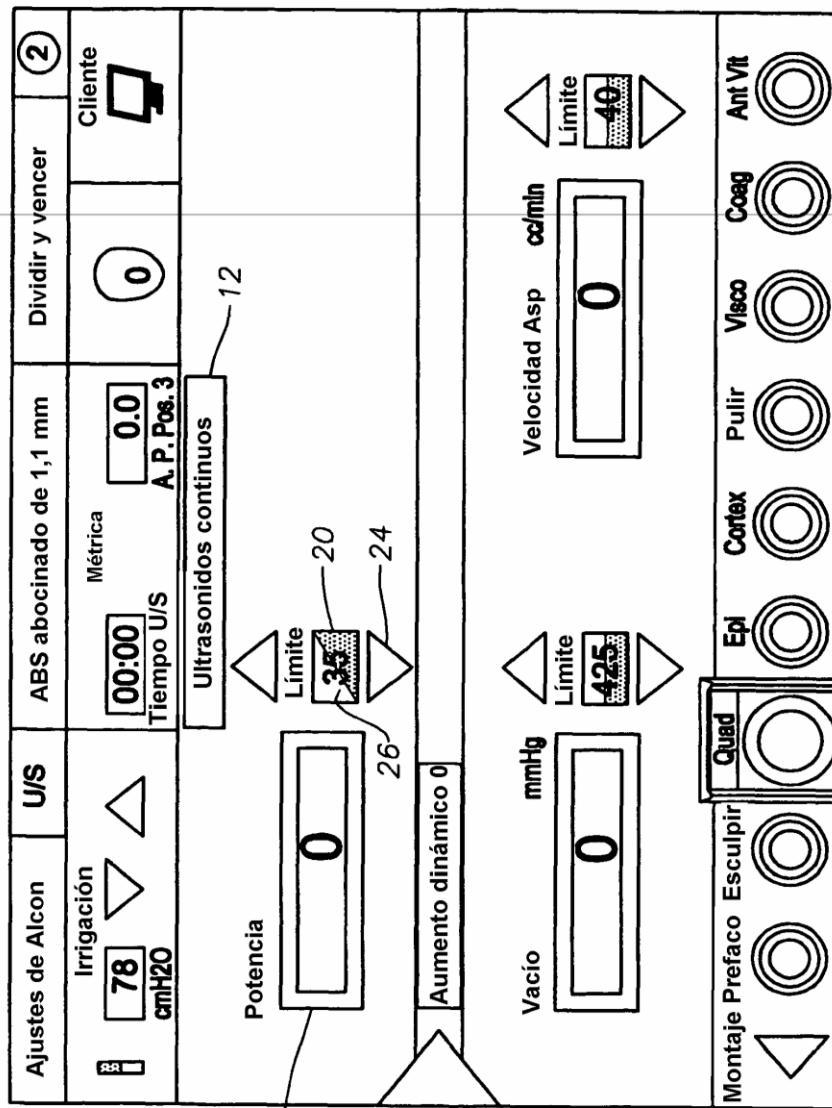
30 4. Sistema según la reivindicación 1, en el que una nueva representación de un impulso característico, tal como el tiempo de apagado y/o de encendido, puede ser seleccionada por el usuario a partir del menú visualizado (900).

35 5. Sistema según la reivindicación 1, en el que el menú (900) puede incluir diferentes números de representaciones decrecientes, crecientes y constantes u horizontales.

35 6. Sistema según la reivindicación 1, en el que la interfaz de usuario incluye asimismo un elemento de visualización de potencia (510).

35 7. Sistema según la reivindicación 6, en el que las representaciones de límite de potencia pueden ser visualizadas en el menú (900) en respuesta al tacto de la pantalla de visualización en el elemento de visualización de potencia y el límite de potencia se puede ajustar utilizando el menú (900).

Fig. 1



28

Fig. 2

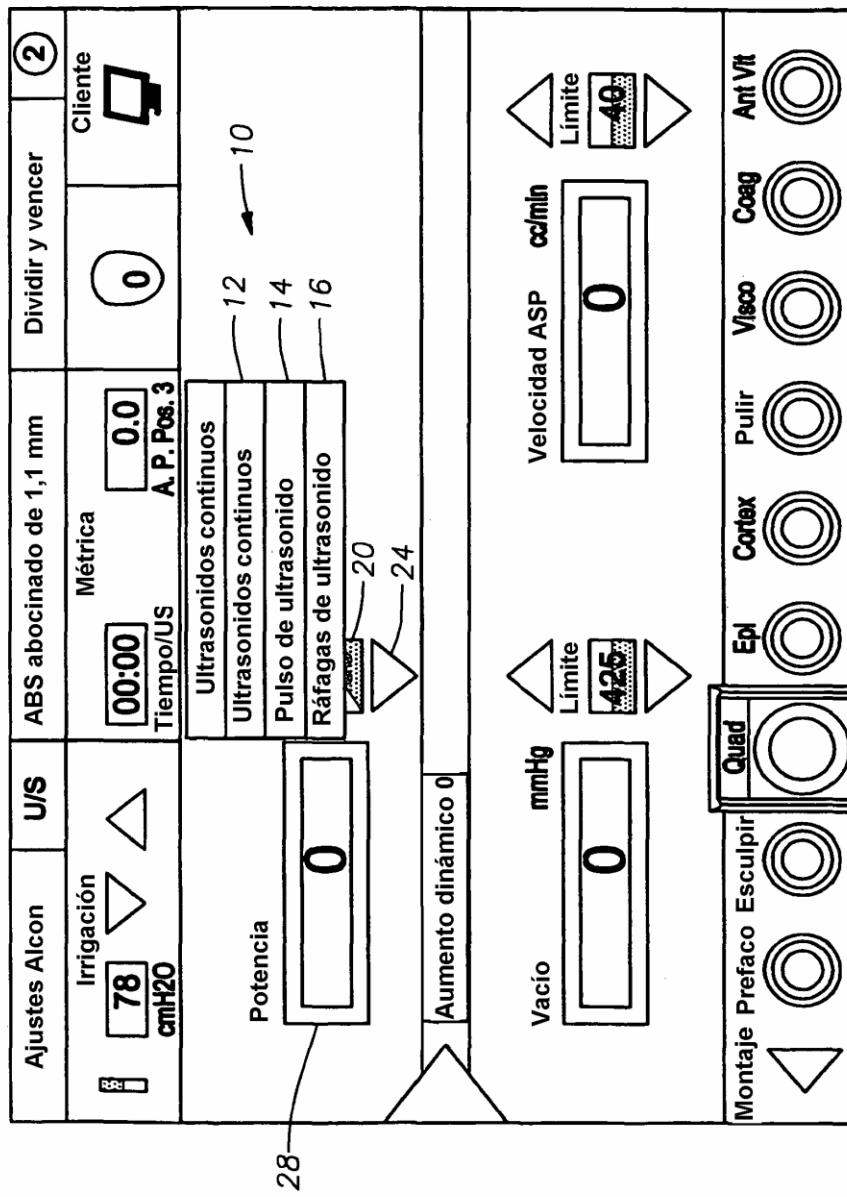


Fig. 3

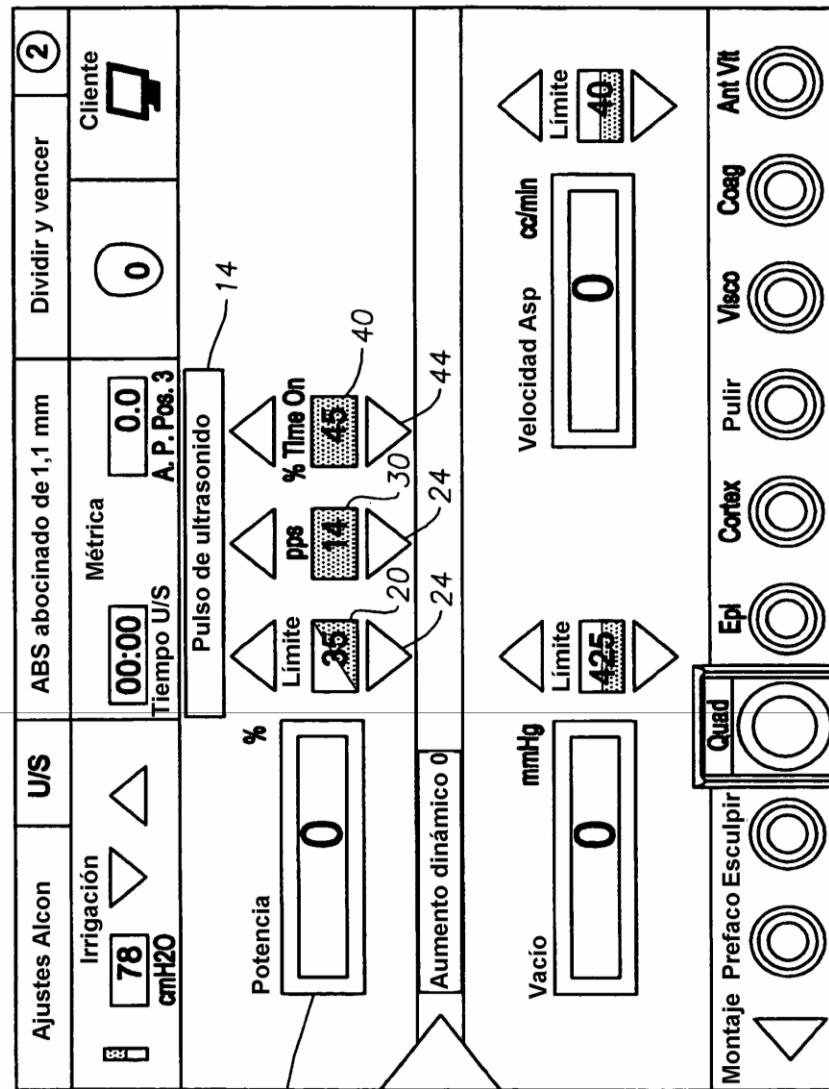


Fig. 4

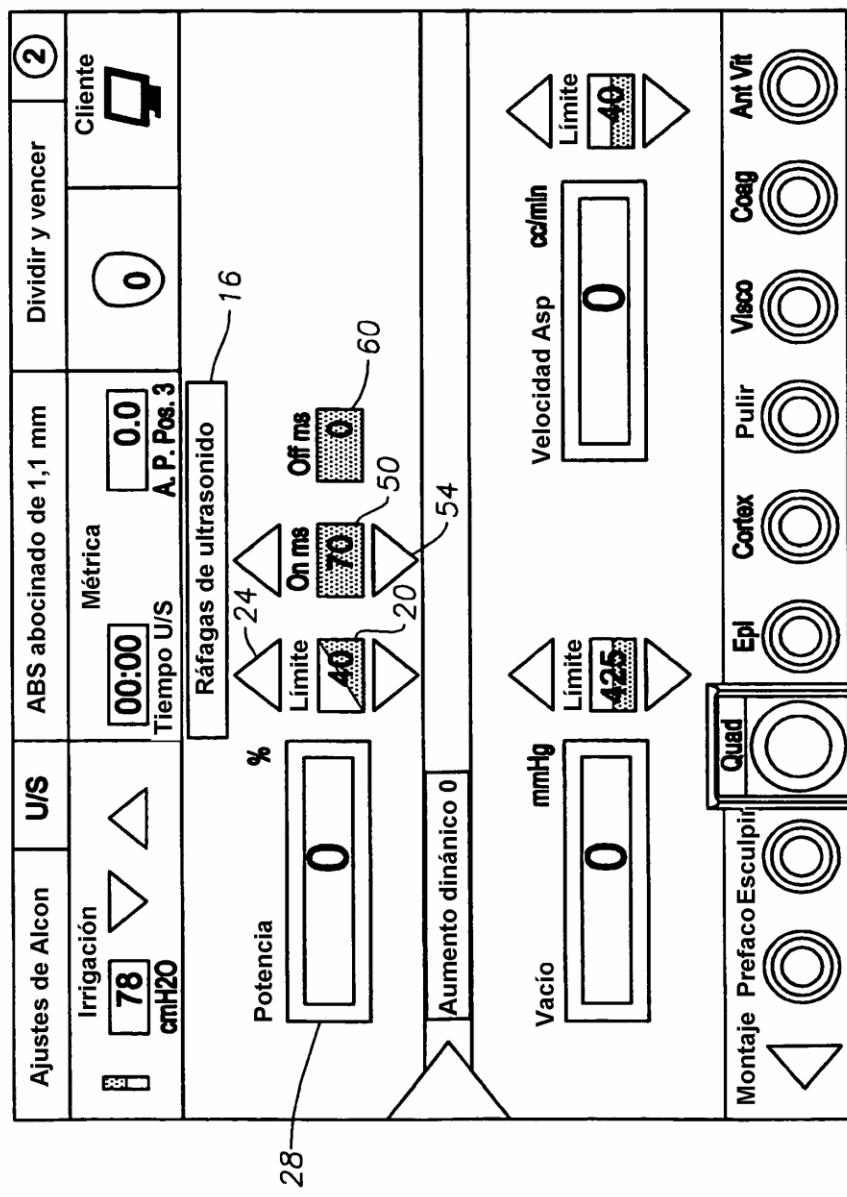
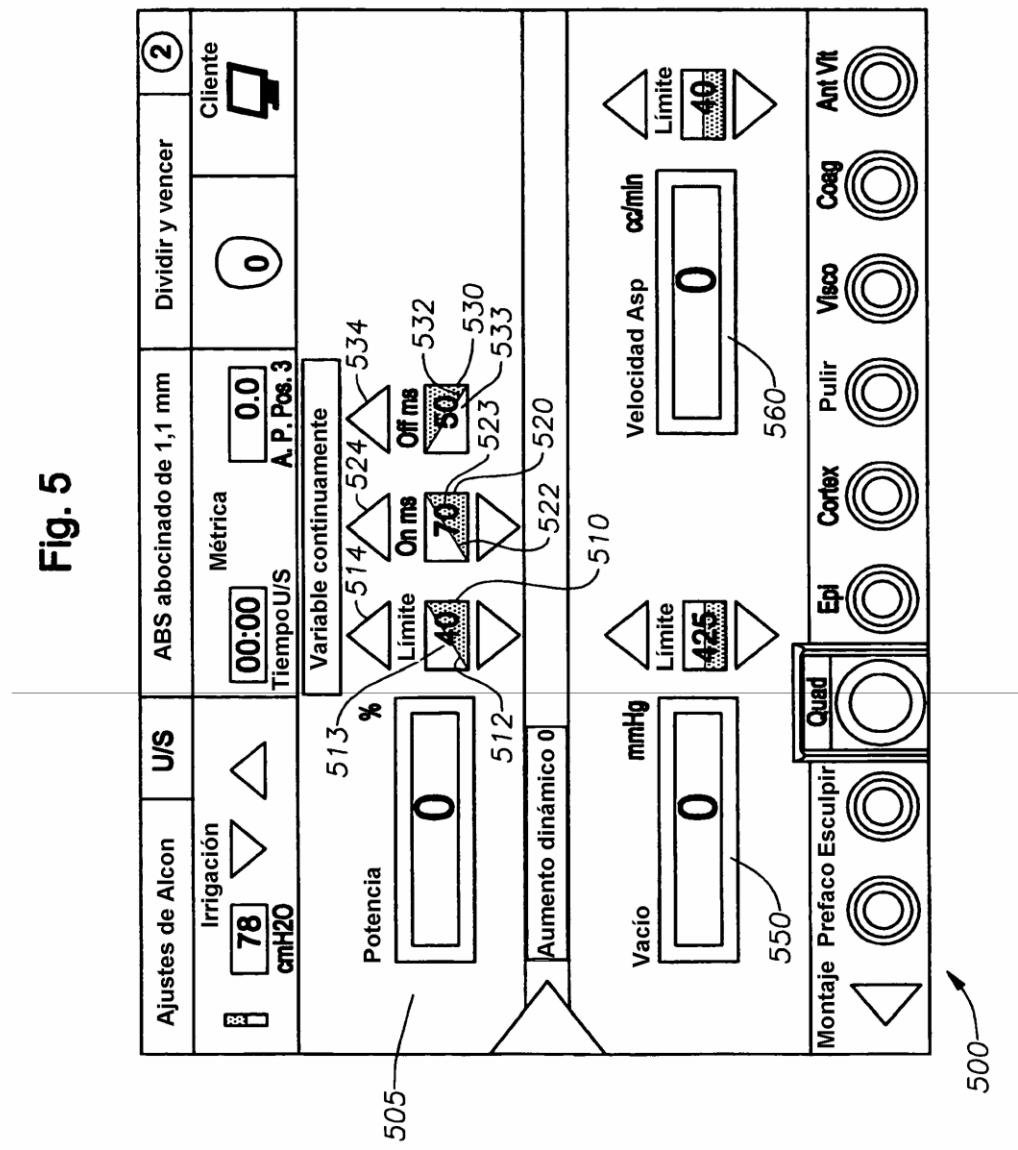
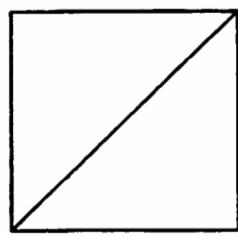
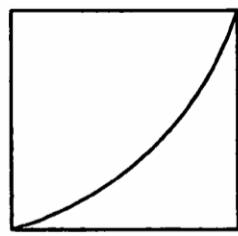


Fig. 5

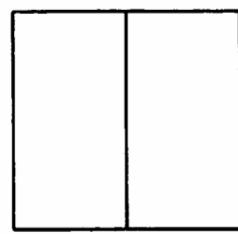




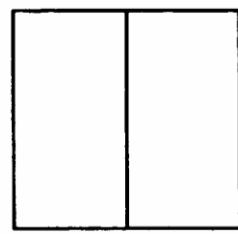
610



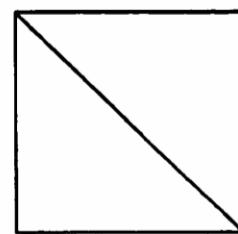
640



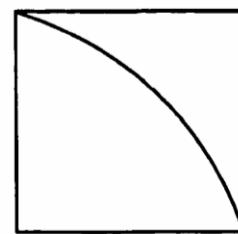
620



620

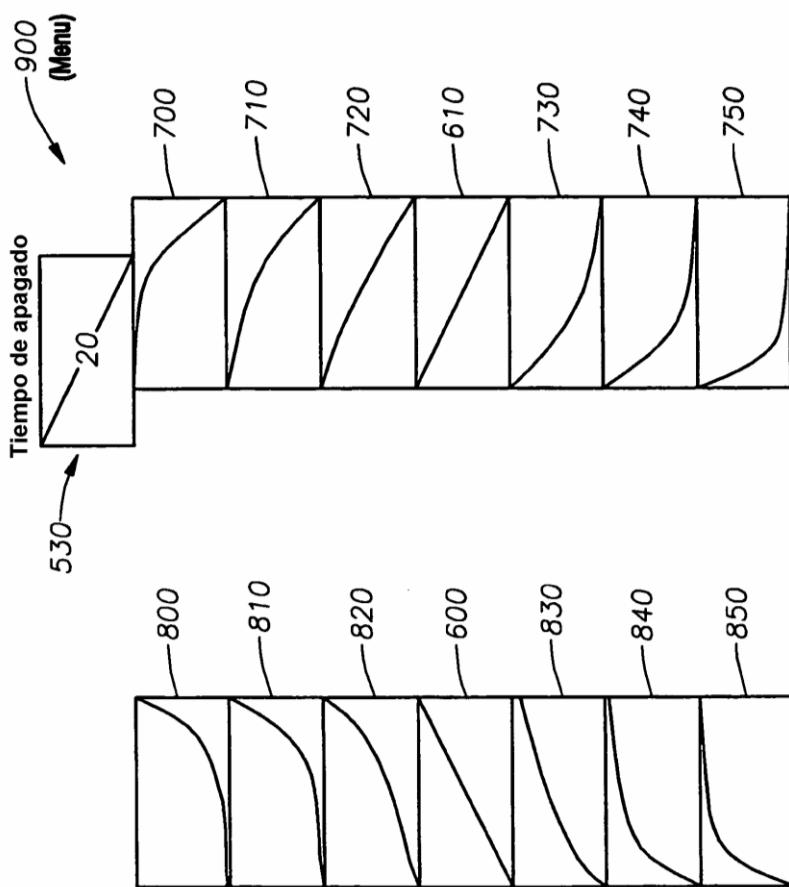
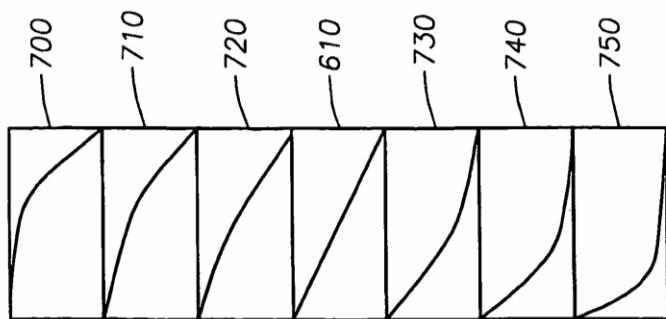


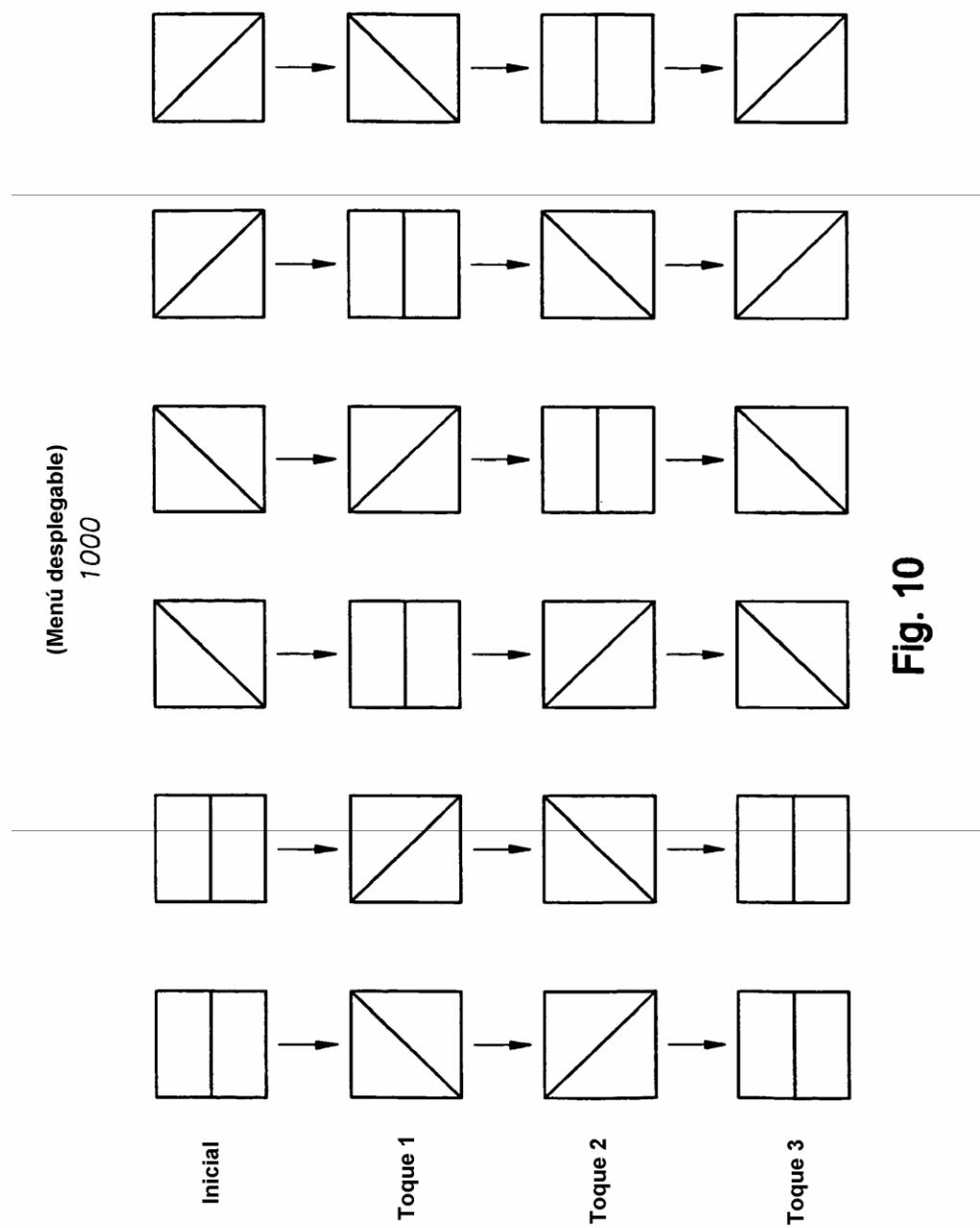
600



630

Fig. 6

**Fig. 9****Fig. 8****Fig. 7**



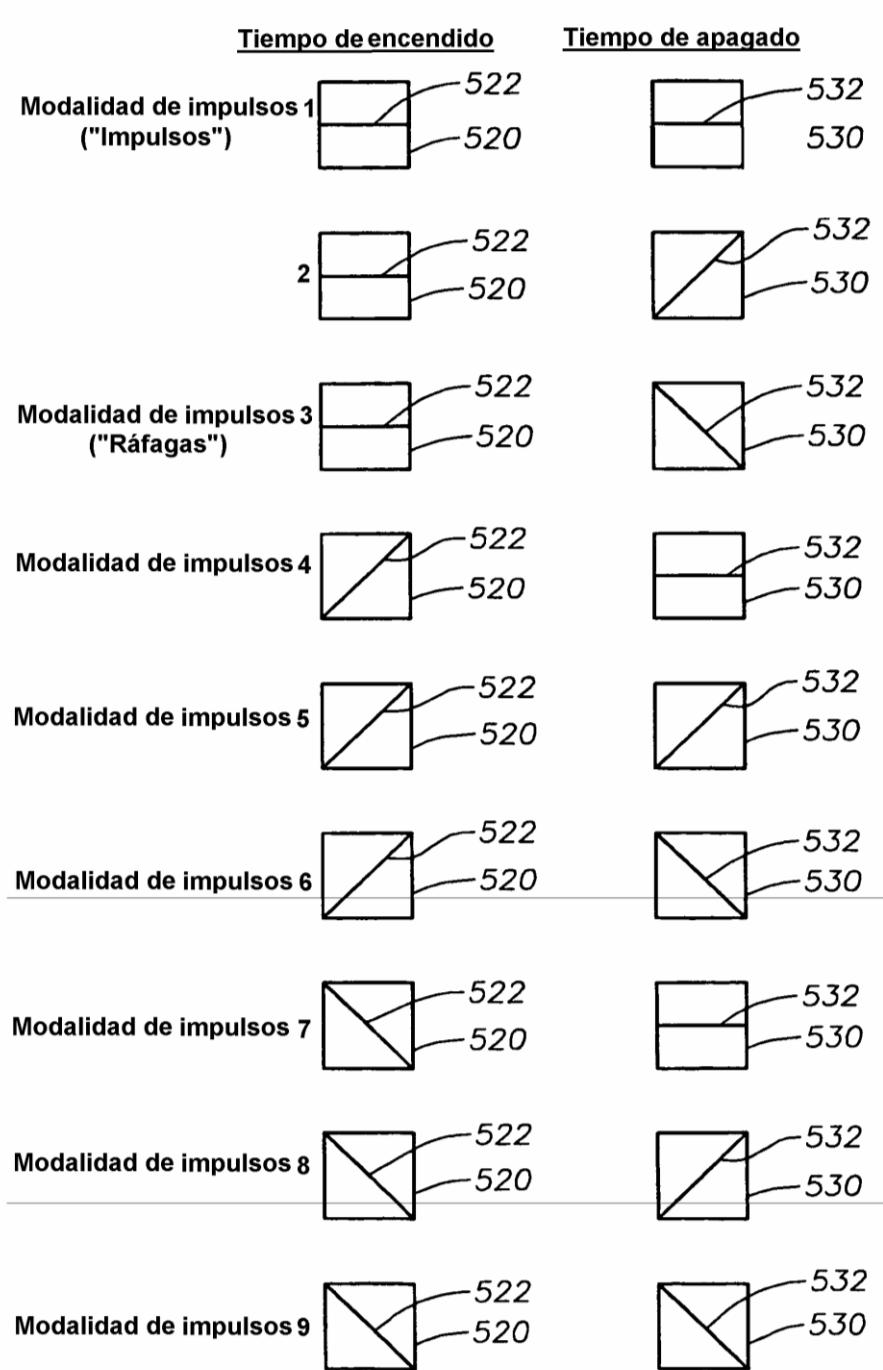
**Fig. 11**

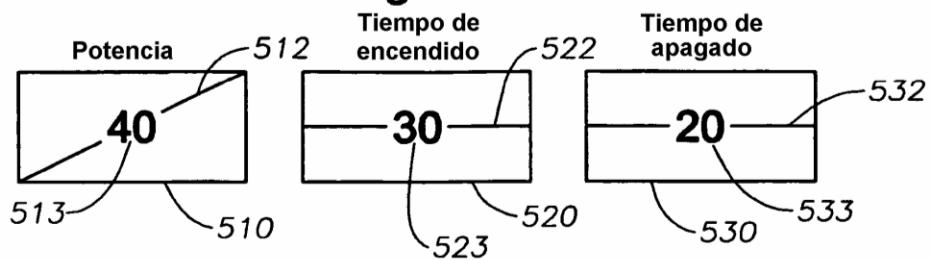
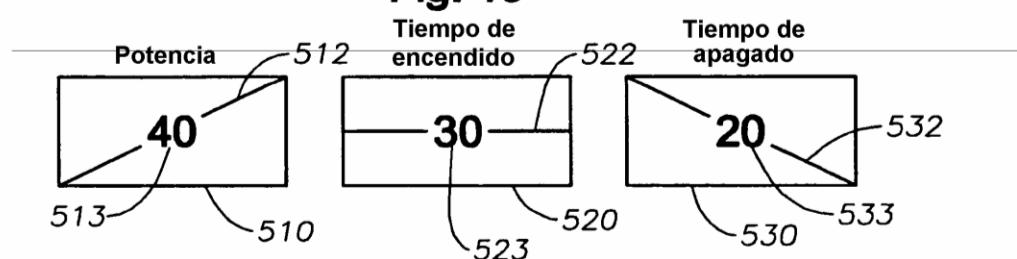
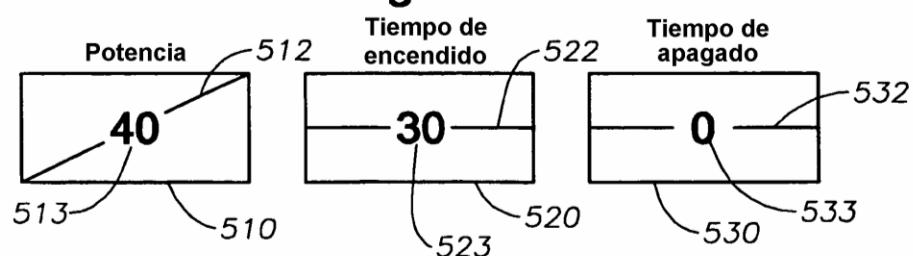
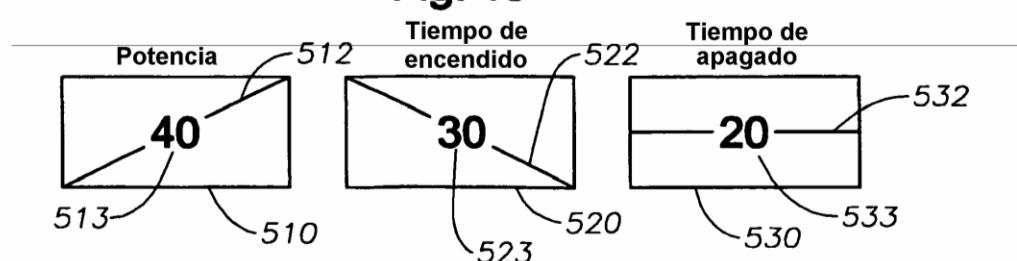
Fig. 12**Fig. 13****Fig. 14****Fig. 15**

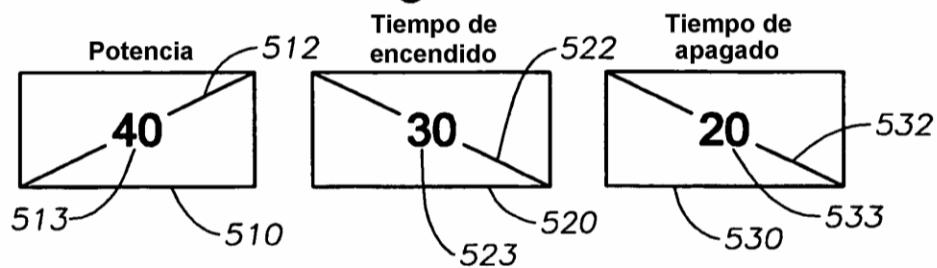
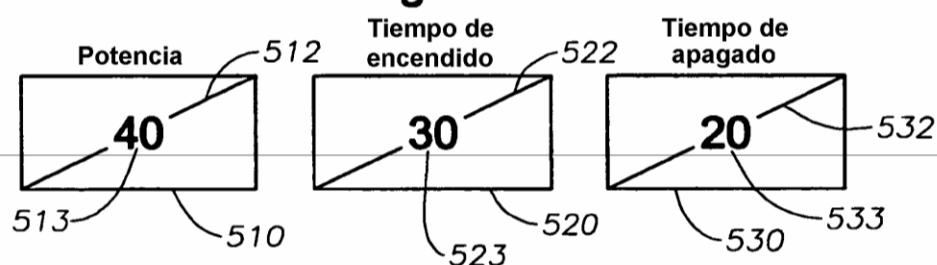
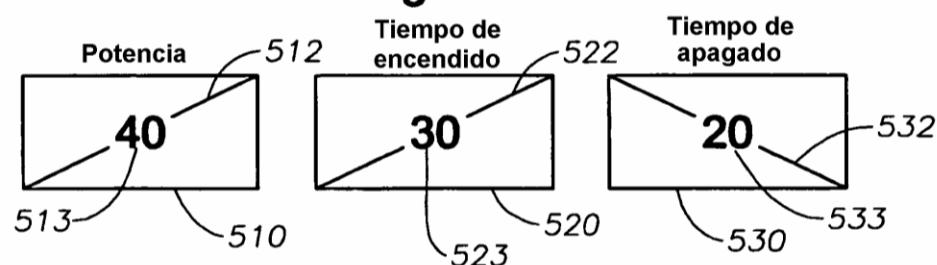
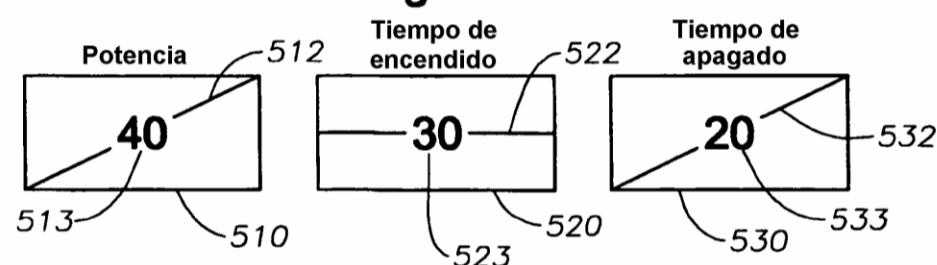
Fig. 16**Fig. 17****Fig. 18****Fig. 19**

Fig. 20

