



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 321 864**

⑮ Int. Cl.:

**A61F 9/007** (2006.01)

⑫

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Número de solicitud europea: **06112596 .9**

⑯ Fecha de presentación : **13.04.2006**

⑯ Número de publicación de la solicitud: **1712210**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **18.10.2006**

⑭ Título: **Interfaz gráfica de usuario para seleccionar parámetros de impulsos en un sistema quirúrgico de facoemulsificación.**

⑩ Prioridad: **15.04.2005 US 671879 P**  
**30.06.2005 US 170952**  
**29.07.2005 US 193159**

⑬ Titular/es: **Alcon, Inc.**  
**Bösch 69**  
**6331 Hünenberg, CH**

⑮ Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**12.06.2009**

⑭ Inventor/es: **Boukhny, Michael y**  
**Thoe, David**

⑮ Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**12.06.2009**

⑭ Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

**ES 2 321 864 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

Interfaz gráfica de usuario para seleccionar parámetros de impulsos en un sistema quirúrgico de facoemulsificación.

### 5 Campo técnico 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 de los parámetros y las características del impulso, tales como el tiempo de encendido y el tiempo de apagado, que pueden ajustarse tocando la pantalla de visualización.

### 10 Antecedentes de la invención

Los sistemas quirúrgicos modernos, y en particular los sistemas de cirugía oftálmica modernos, están diseñados para supervisar y presentar 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 presentados y controlados por el cirujano, particularmente durante una intervención quirúrgica.

20 Se describe un ejemplo de dicho sistema en la patente US nº 6.251.113, que se refiere a un sistema para controlar una pluralidad de instrumentos de microcirugía oftálmica.

Ciertos sistemas de facoemulsificación conocidos permiten la aplicación de energía de ultrasonidos a un nivel fijo. Por ejemplo, el pedal funciona 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 pulsa el pedal, el dispositivo se activa y el nivel de potencia es constante y no sufre interrupciones, es decir, es "continua". La potencia continua es aproximadamente proporcional a la cantidad de tensión aplicada a los cristales piezoelectrinos de la pieza de mano de facoemulsificación.

30 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 basándose en 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 amplitud fija. Por último, en otro tipo de perfeccionamiento, se introdujo la modalidad de "ráfagas". En la modalidad de "ráfagas", la potencia se suministra a través de una serie de impulsos periódicos, 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.

40 Para adaptarse a la modalidad continua, "lineal", de "impulsos" y de "ráfagas" y sus 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 45 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.

50 Las figuras 1 y 2 ilustran una interfaz conocida para un sistema quirúrgico de facoemulsificación. El cirujano selecciona manualmente la modalidad de potencia desde una barra o menú de selección 10. En esta interfaz, el menú 10 comprende las barras de menú "Ultrasound Continuous" (Ultrasonidos continuos), "Ultrasound Pulse" (Ultrasonidos en impulsos) y "Ultrasound Burst" (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 el 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, hasta un valor máximo del 35%. El nivel de potencia actual se indica en el campo 28. En el ejemplo ilustrado, la potencia actual es "0" o 0%, puesto que la pantalla 55 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.

60 La aplicación de impulsos periódicos de ultrasonidos puede describirse sobre la base de la potencia, la duración de los impulsos, el tiempo de "encendido" o tiempo activo y la duración del tiempo de "apagado" o la duración entre los impulsos. Como alternativa, los impulsos pueden especificarse mediante la frecuencia de impulsos y el ciclo de servicio. La frecuencia de impulsos es el número de impulsos por unidad de tiempo. El ciclo de servicio es la parte del

# ES 2 321 864 T3

ciclo de ultrasonidos en la que los ultrasonidos están activos. Dicho de otro modo, el ciclo de servicio es la relación “tiempo de encendido”/(“tiempo de encendido” + “tiempo de apagado”).

- En la figura 3, se ilustra la selección de la barra de menú de impulsos de ultrasonidos 14 del menú 10. El cirujano
- 5 selecciona manualmente un nivel de potencia máximo del 35%, que varía linealmente cuando se empuja y suelta el pedal. Además, la interfaz comprende un campo 30 para la frecuencia de impulsos o los impulsos por segundo (pps) y un campo 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 segundos 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
- 10 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%.
- 15 Haciendo referencia a las figuras 2 y 4, cuando se selecciona la modalidad de ultrasonidos en ráfagas del menú 10, se dispone de los mismos campos 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 los campos de frecuencia de impulsos (pps) y de tiempo de encendido 30 y 40 (representados en la figura 3), la interfaz presenta un campo 50 para tiempo de encendido u On (ms) y un campo 60 para tiempo de apagado u Off (ms) cuando se halla en modalidad de ráfagas.
- 20 El valor de On (ms) es fijo y no cambia cuando se desplaza el pedal. El tiempo de encendido (ms) representado se ha fijado en 70 ms y puede ajustarse utilizando las flechas 54. El tiempo de apagado se reduce desde el valor actual hasta 0 ms con el desplazamiento del pedal. 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 el valor de 70 ms durante todo el desplazamiento del pedal.
- 25 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 seleccionar y controlar diferentes modalidades de impulsos y puedan cambiar con facilidad entre las diferentes modalidades. Las interfaces de usuario deberán comprender elementos de visualización adicionales que se puedan controlar y permitir el ajuste de las diferentes modalidades y sus correspondientes parámetros con rapidez y facilidad. Estas mejoras deben 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
- 30 35 modificaciones de las modalidades conocidas. La capacidad de ajustar con rapidez los parámetros de los impulsos de una manera comprensible simplifica asimismo la instalación del equipamiento, reduce los costes operativos y aumenta la seguridad.

## 40 Breve sumario de la invención

La presente invención se define en la reivindicación 1 adjunta. Las formas de realización preferidas se describen en las reivindicaciones subordinadas.

- 45 Según una forma de realización de la presente invención, una interfaz de usuario para un sistema quirúrgico de facoemulsificación que genera impulsos que presentan un tiempo de encendido y un tiempo de apagado y se ajustan como respuesta a un controlador de conformidad con los valores presentados en una pantalla de visualización comprende un primer elemento de visualización y un segundo elemento de visualización. El primer elemento de visualización comprende una representación del tiempo de encendido en relación con la posición del controlador. Cuando se toca la pantalla de visualización en el primer elemento de visualización, la representación del tiempo de encendido actual cambia a una representación de tiempo de encendido diferente. El segundo elemento de visualización comprende una representación del tiempo de apagado en relación con la posición del controlador. Cuando se toca la pantalla de visualización en el segundo elemento de visualización, la representación del tiempo de apagado actual cambia a una representación de tiempo de apagado diferente. Las representaciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado se seleccionan para generar impulsos en la modalidad deseada.

Según una forma de realización alternativa de la presente invención, una interfaz de usuario para un sistema quirúrgico de facoemulsificación que genera impulsos que presentan un tiempo de encendido y un tiempo de apagado y se ajustan como respuesta a un controlador de conformidad con los valores presentados en una pantalla de visualización comprende un primer elemento de visualización y un segundo elemento de visualización. El primer elemento de visualización comprende una representación del tiempo de encendido en relación con la posición del pedal. Cuando se toca la pantalla de visualización en el primer elemento de visualización, el primer elemento de visualización presenta en secuencia por lo menos tres representaciones del tiempo de encendido. Esto permite al usuario pasar de una representación de tiempo de encendido a otra. La representación de tiempo de encendido que se presenta en el primer elemento de visualización es la representación de tiempo de encendido seleccionada. El segundo elemento de visualización comprende una representación del tiempo de apagado en relación con la posición del pedal. Cuando se toca la pantalla de visualización en el segundo elemento de visualización, el segundo elemento de visualización presenta en secuencia por lo menos tres representaciones del tiempo de apagado. Esto permite al usuario pasar de una

representación de tiempo de apagado a otra. La representación de tiempo de apagado que se presenta en el segundo elemento de visualización es la representación de tiempo de apagado seleccionada. Las representaciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado se seleccionan para generar impulsos en la modalidad deseada.

5     Según otra forma de realización alternativa de la presente invención, una interfaz de usuario para un sistema quirúrgico de facoemulsificación que genera impulsos que presentan un tiempo de encendido y un tiempo de apagado y se ajustan de conformidad con la posición de un pedal y de conformidad con los valores de una interfaz de usuario presentados en una pantalla de visualización comprende un primer elemento de visualización, un segundo elemento de visualización, un valor de tiempo de encendido y un valor de tiempo de apagado. El primer elemento de visualización 10 comprende una representación lineal del tiempo de encendido de los impulsos generados por el sistema de facoemulsificación en relación con la posición del pedal. La representación del tiempo de encendido es una representación lineal o no lineal decreciente, una representación horizontal o una representación lineal o no lineal creciente. Cuando se toca la pantalla de visualización en el primer elemento de visualización, el primer elemento de visualización presenta en secuencia por lo menos tres representaciones del tiempo de encendido. Esto permite al usuario pasar de una representación 15 de tiempo de encendido a otra. La representación del tiempo de encendido que se presenta en el primer elemento de visualización es la representación de tiempo de encendido seleccionada. El valor de tiempo de encendido presentado en el primer elemento de visualización indica el valor del tiempo de encendido. Según una forma de realización, la representación de tiempo de encendido se presenta en el fondo con respecto al valor del tiempo de encendido. El segundo elemento de visualización comprende una representación del tiempo de apagado de los impulsos generados 20 por el sistema de facoemulsificación en relación con la posición del pedal. La representación lineal de tiempo de apagado es una representación lineal o no lineal decreciente, una representación horizontal o una representación lineal o no lineal creciente. Cuando se toca la pantalla de visualización en el segundo elemento de visualización, el segundo elemento de visualización presenta en secuencia por lo menos tres representaciones de tiempo de apagado. Esto permite al usuario pasar de una representación de tiempo de apagado a otra. La representación de tiempo de apagado 25 que se presenta en el segundo elemento de visualización es la representación de tiempo de apagado seleccionada. En la pantalla de valor de tiempo de apagado, el valor del tiempo de apagado de los impulsos se indica en el segundo elemento de visualización. Según una forma de realización, la representación de tiempo de apagado se presenta en el fondo con respecto al valor de tiempo de apagado. Las representaciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado se seleccionan para generar impulsos en la modalidad deseada.

30     En diversas formas de realización, el usuario puede hacer pasar los diferentes números de representaciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado, y las representaciones actuales pueden sustituirse por diferentes representaciones cada vez que se toca la pantalla de visualización en el elemento de visualización. Las representaciones pueden ser lineales, no lineales, crecientes, decrecientes, constantes u horizontales, o una combinación de estas. Las 35 representaciones no lineales pueden ser exponenciales y polinómicas. El sistema puede configurarse de tal forma que el parámetro de tiempo de encendido y el parámetro de tiempo de apagado se ajustan de conformidad con la función presentada en el correspondiente elemento de visualización, como respuesta a un controlador (p.ej., un pedal). Las representaciones de tiempo de apagado y tiempo de encendido pueden cambiarse y seleccionarse utilizando un menú.

40     En diversas formas de realización, el sistema genera impulsos en la modalidad de impulsos cuando se establecen los correspondientes valores en la interfaz de usuario, de tal forma que la representación de tiempo de encendido del primer elemento de visualización sea una representación lineal horizontal, en la que el tiempo de encendido se mantiene sustancialmente constante. Los valores de la interfaz de usuario pueden establecerse también de tal forma 45 que la representación del tiempo de apagado del segundo elemento de visualización sea una representación lineal horizontal, en la que el tiempo de apagado también se mantiene sustancialmente constante. Los impulsos en modalidad de ráfagas se pueden generar estableciendo los valores de la interfaz de usuario de tal forma que la representación del tiempo de encendido del primer elemento de visualización sea una representación lineal horizontal, en la que el tiempo de encendido se mantiene sustancialmente constante, y de tal forma que la representación del tiempo de apagado del 50 segundo elemento de visualización sea una representación lineal decreciente, en la que el tiempo de apagado decrece linealmente como respuesta al movimiento del controlador.

## Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

55     La descripción siguiente, consultada conjuntamente con los dibujos adjuntos, permitirá comprender de forma más exhaustiva las formas de realización y las ventajas de las mismas. En los dibujos, se utilizan números de referencia equivalentes para designar elementos equivalentes.

60     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.

65     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.

## ES 2 321 864 T3

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.

5 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 ejemplos de representaciones lineales y no lineales de las características o parámetros de los impulsos en relación con la posición de un pedal según una forma de realización.

10 La figura 7 ilustra ejemplos de representaciones no lineales del tiempo de encendido y el tiempo de apagado que decrecen cuando se empuja el pedal.

La figura 8 ilustra ejemplos de representaciones no lineales del tiempo de encendido y el tiempo de apagado que crecen cuando se empuja el pedal.

15 La figura 9 ilustra un menú que comprende representaciones del tiempo de apagado según una forma de realización, en las que el tiempo de apagado decrece cuando se empuja el pedal.

20 La figura 10 ilustra ejemplos de secuencias de presentación 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.

25 La figura 11 ilustra nueve modalidades de impulsos diferentes que pueden implementarse seleccionando una de las tres representaciones del tiempo de encendido y una de las 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.

30 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.

35 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.

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.

40 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.

45 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.

50 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 crece en relación con el desplazamiento del pedal.

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.

55 La figura 21 ilustra una pantalla de visualización de interfaz para utilizar con un sistema quirúrgico de facoemulsificación que representa un valor de parámetro quirúrgico continuo y una representación de la función del parámetro.

La figura 22 ilustra una forma de realización alternativa de la presente invención en la que, cuando se toca la pantalla de visualización del sistema de facoemulsificación, se abre una ventana de visualización independiente.

La figura 23 ilustra el ajuste de un valor de un parámetro, utilizando una flecha o una barra deslizante de la ventana.

60 La figura 24 ilustra el ajuste de una representación de la función del parámetro, efectuando un toque en la ventana.

65 La figura 25 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para ajustar un parámetro de un sistema de facoemulsificación, en el que se abre una ventana de visualización independiente en la pantalla.

### Descripción detallada de la invención

A continuación, 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, por ello, 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 de las modalidades de transmisión o de impulsos de ultrasonidos generadas por un sistema quirúrgico de facoemulsificación, y un mayor control de 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 las modalidades “continua”, de “impulsos” y de “ráfagas” y, además, las modalidades híbridas o de combinación no comercializadas previamente para su uso en los sistemas de facoemulsificación. Las representaciones de los parámetros, las características y las funciones de los impulsos se presentan en elementos de visualización. Las representaciones pueden cambiarse tocando una pantalla de visualización en 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 y 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. Cuando se toca la pantalla de visualización, puede abrirse una ventana independiente que permite ajustar la representación o los valores.

Las formas de realización de la presente invención ofrecen interfaces perfeccionadas con respecto a las interfaces conocidas, en la medida en que permiten ajustar el tiempo de encendido, el tiempo de apagado y otro tipo de representaciones de los parámetros de los impulsos, 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. Estos ajustes determinan si el tiempo de encendido y el tiempo de apagado decrecen o crecen linealmente o no linealmente o permanecen constantes. Pueden generarse diferentes modalidades de impulsos seleccionando la manera en que varía (o no varía) 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 bien sabrán deducir 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, la presente memoria se refiere a las formas de realización relacionadas con los procedimientos de facoemulsificación y los parámetros de funcionamiento asociados.

Haciendo referencia a la figura 5, se presenta una interfaz de usuario 500 para un sistema quirúrgico de facoemulsificación según una forma de realización en la pantalla de visualización 505 del sistema. La interfaz 500 comprende un elemento de visualización 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. En la forma de realización ilustrada, los elementos de visualización 510, 520 y 530 son elementos de visualización en forma de rectángulo. Los elementos de visualización en forma de rectángulo de la presente memoria no pretenden ser restrictivos, sino ilustrativos, y en realidad es posible utilizar elementos de visualización de otras formas. 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.

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, y 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. En un ejemplo de sistema quirúrgico, los valores de los parámetros cambian cuando se desplaza el pedal, y los valores de los parámetros reflejan los valores de los parámetros reales. Cuando no se pisa el pedal, los valores que se presentan son los límites de los valores que se alcanzan cuando se pisa a fondo el pedal. Como bien sabrán deducir los expertos en la materia, la convención que se describe solo constituye un ejemplo, y por lo tanto es posible adoptar otras convenciones.

## ES 2 321 864 T3

El cirujano puede seleccionar las representaciones gráficas con facilidad y rapidez y ajustarlas antes y durante la intervención. Los elementos de visualización 510, 520 y 530 también comprenden los respectivos límites o valores de potencia, tiempo de encendido y tiempo de apagado 513, 523 y 533. Aunque en las formas de realización se describen los parámetros de tiempo de apagado y de tiempo de encendido, como bien sabrán deducir los expertos en la materia, es posible representar otro tipo de parámetros de ultrasonidos, tales como los impulsos por segundo y el ciclo de servicio, y parámetros que no son de ultrasonidos en la interfaz del usuario. Por motivos descriptivos y no limitativos, la presente memoria se refiere a los parámetros de tiempo de encendido y tiempo de apagado. Los expertos en la materia observarán también que es posible utilizar diferentes combinaciones de los parámetros para representar diferentes tipos de impulsos. Por motivos descriptivos, la presente memoria se refiere al tiempo de encendido y el tiempo de apagado.

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. La representación de una característica o un parámetro 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.

La figura 7 ilustra ejemplos de representaciones no lineales. Las representaciones no lineales 700 a 750 decrecen no linealmente de maneras diferentes. 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. 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 más a fondo el pedal. 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 más a fondo el pedal. 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 descriptivos e ilustrativos, aunque no restrictivos, la presente memoria se refiere a las representaciones lineales, tales como 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 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 diversas posiciones del pedal. Una representación lineal decreciente 630 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 visualización, 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.

Haciendo referencia nuevamente a la figura 5, el elemento de visualización de límite de potencia 510 comprende un límite o valor de potencia 513, el elemento de visualización de tiempo de encendido 520 comprende un límite o valor de tiempo de encendido 523 y el elemento de visualización de tiempo de apagado comprende un límite o valor de tiempo de apagado 533. Los límites 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 (no representadas en la figura 5). Esta memoria hace referencia a flechas hacia arriba y hacia abajo por motivos ilustrativos pero no restrictivos. Los valores de potencia, tiempo de encendido y tiempo de apagado iniciales, ya sean valores mínimos o máximos, pueden establecerse o programarse según las necesidades. Por ejemplo, el sistema puede configurarse para que el valor de potencia mínima sea del 0% u otro valor deseado cuando el pedal se halla en su posición inicial (por ejemplo, cuando el pedal está liberado). En otro ejemplo, el tiempo de encendido o, alternativamente, el tiempo de encendido mínimo puede ser de 0 ms o un valor no igual a cero. Análogamente, el tiempo de apagado inicial o, alternativamente, el tiempo de apagado mínimo puede ser de 0 ms o un valor no igual a cero. Los valores iniciales o, alternativamente, los valores mínimos pueden establecerse utilizando otra pantalla de interfaz o programando los valores en el sistema.

## ES 2 321 864 T3

Asimismo, la potencia, el tiempo de encendido y el tiempo de apagado máximos pueden establecerse o programarse como corresponda.

Por ejemplo, si el tiempo de encendido es una función creciente (por ejemplo, una función lineal creciente), entonces el límite del tiempo de encendido 523 representa el tiempo de encendido máximo que puede alcanzarse cuando se pisa el pedal a fondo. El tiempo de encendido mínimo puede ser cero o un valor seleccionado distinto (por ejemplo, el 20% del valor máximo). El tiempo de encendido mínimo puede determinarse utilizando una función, una fórmula u otras técnicas. En otro ejemplo, si la función de tiempo de encendido es una función decreciente, entonces el límite de tiempo de encendido 523 representa el valor de tiempo de encendido mínimo que puede alcanzarse cuando se pisa el pedal a fondo. El tiempo de encendido máximo puede seleccionarse de conformidad con las necesidades. Se aplican controles similares a los límites de potencia y de tiempo de apagado. Los ejemplos siguientes ilustran estas relaciones.

Si el valor máximo 523 del tiempo de encendido es de 70 ms y la representación de tiempo de encendido 522 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. El tiempo de encendido mínimo o punto inicial puede establecerse o programarse según las necesidades. En otro ejemplo, si la representación de tiempo de encendido 522 decrece linealmente, entonces el tiempo de encendido decrece de una manera lineal desde un valor máximo hasta un valor mínimo de 70 ms cuando se empuja el pedal. El tiempo de encendido máximo o punto inicial puede establecerse o programarse según las necesidades.

Análogamente, si el límite de tiempo de apagado 533 es de 70 ms y la representación de tiempo de apagado 532 crece linealmente, entonces el tiempo de apagado crece desde un valor mínimo hasta 70 ms cuando se empuja el pedal. En otro ejemplo, si el tiempo de apagado decrece linealmente, entonces el tiempo de apagado decrece de una manera lineal desde un valor máximo hasta un valor mínimo de 70 ms cuando se empuja el pedal.

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.

Por lo tanto, los valores límite 513, 523 y 533 de cada uno de los elementos de visualización de potencia, tiempo de encendido y tiempo de apagado 510, 520 y 530 representan un límite máximo o mínimo de cada parámetro cuando se pisa a fondo el pedal, dependiendo de si el parámetro crece o decrece cuando se empuja el pedal. El valor límite es un valor máximo si el parámetro se incrementa cuando se empuja el pedal, y es un valor mínimo si el parámetro se reduce cuando se empuja el pedal.

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 presentación.

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 de visualización en el elemento de visualización, para que de ese modo se abra un menú 900 de representaciones diferentes como una lista desplegable. 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 de visualización 505 en el elemento de visualización del tiempo de apagado 530. Como consecuencia de lo anterior, se abre un menú 900 de representaciones decrecientes, y entonces el cirujano puede seleccionar una de las representaciones del menú 900. La representación seleccionada muestra como funciona la característica de impulso. 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 en un elemento de visualización para cambiar de la representación de la característica del impulso a la representación deseada utilizando un menú de desplazamiento 1000. Por lo tanto, las diferentes representaciones se presentan al cirujano de manera individual, en lugar de conjuntamente o en forma de menú 900, tal como se observa en la figura 9. En esta forma de realización, cada vez que el cirujano toca la pantalla de visualización 505 en 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 en el correspondiente elemento de visualización.

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

5 presentarse al cirujano cuando este toca la pantalla de visualización en un elemento de visualización. Otras formas de realización alternativas pueden comprender otras cantidades de representaciones y, por lo tanto, pueden presentar otras secuencias de representaciones.

El sistema de facoemulsificación puede generar diferentes modalidades de transmisión o impulsos de ultrasonidos 10 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, se pueden asignar, tanto al tiempo de encendido como al tiempo de apagado, 15 tres representaciones diferentes: lineal creciente, lineal horizontal o constante y lineal decreciente. Con 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.

20 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 25 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 30 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. Los expertos en la materia tendrán en cuenta que los valores indicados en las figuras 12 a 19 son ejemplificativos. En realidad, es posible 35 utilizar otros valores de potencia, tiempo de encendido y tiempo de apagado cuando sea necesario. En consecuencia, los valores indicados deben interpretarse en sentido descriptivo no limitativo.

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 40 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. En el ejemplo ilustrado, la potencia se incrementa desde un valor inicial o mínimo hasta un valor máximo de 40% cuando se empuja el pedal. El tiempo de encendido se mantiene fijo en 30 ms y el tiempo de apagado se mantiene fijo en 20 ms en todas las 45 posiciones del pedal. Por lo tanto, la potencia se ajusta ajustando la amplitud de los impulsos de anchura fija y ciclo de servicio constante.

50 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. Cada impulso va seguido de un tiempo de apagado. El tiempo de apagado varía cuando se pisa el pedal, y de esta forma se ajusta la cantidad de potencia suministrada a la pieza de mano. En una modalidad de ráfagas alternativa, la amplitud de los impulsos también puede incrementarse. En el ejemplo ilustrado, la potencia se incrementa linealmente desde un valor inicial o mínimo hasta un valor máximo de 40%. El tiempo de encendido es fijo o constante en todas las posiciones del pedal, y el tiempo de apagado se reduce linealmente desde un valor inicial o máximo hasta un valor mínimo de 20 ms. En la modalidad de ráfagas, el valor inicial puede programarse o establecerse en 2500 ms. En realidad, también pueden utilizarse otros valores iniciales dependiendo de la aplicación particular.

60 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, exceptuando 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.

65 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

## ES 2 321 864 T3

lineal de la potencia desde un valor inicial o mínimo hasta un valor máximo de 40%. El tiempo de encendido se reduce linealmente desde un valor inicial o máximo, tal como 150 ms hasta un valor mínimo o final de 30 ms. El valor inicial puede ser, por ejemplo, aproximadamente un factor igual a cinco veces el valor final. Por lo tanto, en este ejemplo, el valor inicial de 150 ms es cinco veces el valor final de 30 ms. El tiempo de apagado se mantiene fijo en 20 ms en todas las posiciones del pedal.

La modalidad generada por los valores indicados en la figura 15 puede ser 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 trate de 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 o mínimo hasta un valor máximo de 40%. El tiempo de encendido decrece linealmente desde un valor inicial o máximo hasta un valor mínimo o final de 30 ms. Como se ha indicado previamente, el valor inicial o máximo puede ser aproximadamente un factor de cinco veces el valor final. Por lo tanto, en este ejemplo, el valor inicial o máximo puede ser de 150 ms. El tiempo de apagado se reduce linealmente desde un valor inicial o máximo, tal como 2500 ms, hasta un valor mínimo o final 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. En el ejemplo ilustrado, la potencia se incrementa linealmente desde un valor inicial o mínimo hasta un valor final o máximo de 40%. El tiempo de encendido se incrementa linealmente desde un valor inicial o mínimo, por ejemplo de 6 a 20 ms, hasta un valor final o máximo de 30 ms. El tiempo de apagado se incrementa linealmente desde un valor inicial o mínimo, por ejemplo de 4 ms, hasta un valor máximo o final de 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 o mínimo hasta un valor final o máximo de 40%. El tiempo de encendido se incrementa linealmente desde un valor inicial o mínimo, por ejemplo de 6 ms, hasta un valor final o máximo de 30 ms. El tiempo de apagado se reduce linealmente desde un valor inicial o máximo, por ejemplo de 2500 ms, hasta un valor final o mínimo de 20 ms. En la figura 5, se representa otro ejemplo de implementación de esta modalidad.

La figura 19 ilustra una modalidad en la que la potencia se incrementa linealmente desde un valor inicial o mínimo hasta un valor final o máximo de 40%. El tiempo de encendido se mantiene constante en 30 ms en todas las posiciones del pedal. El tiempo de apagado se incrementa linealmente desde un valor inicial o mínimo, por ejemplo de 4 ms, hasta un valor final o máximo de 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 inicial de tiempo de encendido, una representación inicial de tiempo de apagado, un valor inicial de tiempo de encendido y un valor inicial de tiempo de apagado. 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 en 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 en 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 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 2045 si es necesario.

Las figuras 21 a 25 ilustran una forma de realización alternativa de la presente invención en la que, cuando se toca la pantalla de visualización, puede abrirse una ventana que permite al usuario cambiar las modalidades de impulsos, ajustar el valor de un parámetro o la función o la representación del parámetro. La forma de realización representada en las figuras 21 a 24 puede utilizarse por separado o junto con las formas de realización descritas y representadas en las figuras 5 a 19.

## ES 2 321 864 T3

Haciendo referencia a la figura 21, se representa un ejemplo de pantalla de visualización de interfaz de usuario 2100 que comprende un campo 2110 y un elemento de visualización 2120. El elemento de visualización 2120 comprende una representación 2122 de, por ejemplo, un parámetro no de ultrasonidos, tal como la potencia de coagulación, y un valor o límite máximo o mínimo 2123 del parámetro. En la forma de realización ilustrada, el valor es un valor máximo, 5 puesto que la representación indica que la potencia se incrementa cuando se empuja el pedal o se acciona otro tipo de controlador. El valor actual 2113 del parámetro, expresado como un porcentaje del límite 2123, se indica en el campo 2110.

10 El elemento de visualización 2120 comprende una representación 2123 del comportamiento o la función del parámetro en relación con la posición de un controlador, tal como el pedal. La representación 2122 de un parámetro puede adoptar diferentes formas dependiendo de la relación o función deseada entre el parámetro y la posición del pedal. Por ejemplo, la representación 2122 puede ser lineal o no lineal (por ejemplo, exponencial o polinómica). El elemento de visualización 2120 es similar al elemento de visualización descrito anteriormente y representado en las figuras 5 a 19. En consecuencia, no se repiten más detalles relativos al elemento de visualización 2120. Además, por motivos 15 descriptivos e ilustrativos, aunque no limitativos, la presente memoria se refiere a las representaciones lineales, es decir, las representaciones lineales crecientes, constantes y decrecientes y las funciones lineales de la potencia relacionadas. Los expertos en la materia tendrán en cuenta que es posible controlar otro tipo de parámetros, tales como el tiempo de encendido y el tiempo de apagado, y que los parámetros pueden controlarse con representaciones lineales, representaciones no lineales y combinaciones de ambas.

20 Haciendo referencia a la figura 22, según una forma de realización, se abre una ventana 2200 sobre la pantalla de visualización inicial 2100 cuando el usuario toca la pantalla de visualización (por ejemplo, en la zona del elemento de visualización 2120 o una zona próxima a este). La ventana 2200 comprende un elemento de visualización 2220 que contiene una representación 2222 que es igual a la representación 2122 del elemento de visualización 2122 de la pantalla de visualización inicial 2100 situada detrás de la ventana 2200. La ventana 2200 también comprende un valor o límite máximo 2223, que es igual al valor 2123 de la pantalla de visualización 2100 situada detrás de la ventana 2200. La ventana 2200 puede adoptar diversas formas y tamaños. En la forma de realización ilustrada, la ventana 2200 es cuadrada y cubre una parte de la pantalla inicial 2100.

30 La ventana 2200 también comprende uno o más elementos de ajuste, tales como flechas hacia arriba y hacia abajo 2230 y 2231 (en general 2230) y una barra de deslizamiento 2240. La ventana 2200 puede comprender una flecha, varias flechas, una barra de deslizamiento o una combinación de estos elementos.

35 Haciendo referencia a la figura 23, el usuario puede tocar una flecha 2230 o mover el marcador 2242 de la barra de deslizamiento 2240 para aumentar o disminuir el valor. Por ejemplo, como se representa en las figuras 22 y 23, el valor se ajusta desde 30 hasta 80 pulsando la flecha hacia arriba 2231 o moviendo el marcador 2242 hacia la derecha. Con referencia a la figura 24, la representación de la función del parámetro también puede ajustarse tocando la pantalla de visualización 505 encima del elemento de visualización 2220 de la ventana 2000. Al tocar el elemento de visualización 2220 de la ventana 2000, la representación actual del parámetro cambia a una representación diferente. Por ejemplo, 40 como se representa en la figura 10, el usuario puede pasar de una a otra de las diferentes representaciones disponibles tocando el elemento de visualización 2200 de la ventana 2000. Como alternativa, puede abrirse un menú (por ejemplo, el representado en la figura 9).

45 Haciendo referencia a las figuras 23 y 24, una vez que la representación o el valor del parámetro se han ajustado, la ventana 2000 puede cerrarse tocando la pantalla de visualización en un área predeterminada 2300 de la ventana. Por ejemplo, en la forma de realización ilustrada, el área predeterminada 2300 puede ser un recuadro o botón de aceptación u otra área de la ventana 2000.

50 La figura 25 ilustra un procedimiento para ajustar los valores y las representaciones de los parámetros según una forma de realización. En la etapa 2500, se genera una interfaz o una pantalla de visualización de interfaz. La interfaz comprende un elemento de visualización que representa un parámetro, tal como el tiempo de encendido o el tiempo de apagado (o un parámetro que no es de ultrasonidos) del sistema quirúrgico de facoemulsificación. En la etapa 2510, el usuario toca la pantalla de visualización, por ejemplo, encima de un elemento de visualización u otra área predeterminada. En la etapa 2520, se abre una ventana cuando se toca la pantalla. La ventana permite al usuario ajustar 55 la representación de la función del parámetro o el valor del parámetro en la etapa 2530.

55 Las etapas 2540 a 2555 ilustran el cambio de una representación de la función del parámetro. En la etapa 2545, el usuario toca la pantalla de visualización en el elemento de visualización para ajustar la representación. El ajuste puede consistir en convertir la representación en una representación creciente, constante o decreciente en la 2550 y/o convertir la representación en lineal o no lineal.

60 Las etapas 2560 a 2575 ilustran el cambio de un valor del parámetro. En la etapa 2565, el usuario toca la pantalla de visualización en el elemento de visualización para ajustar el valor. El ajuste puede llevarse a cabo utilizando las flechas, tales como las flechas hacia arriba o hacia abajo, en la etapa 2570 o utilizando una barra de deslizamiento en la etapa 2575. Cuando se va a ajustar tanto la representación como el valor límite, es posible ajustar primero la representación y a continuación el valor límite o también es posible ajustar primero el valor límite y a continuación la representación.

## ES 2 321 864 T3

En la etapa 2580, una vez que se ha ajustado la representación o el valor del parámetro, la ventana puede cerrarse tocando la pantalla de visualización en un área predeterminada de la ventana. En la etapa 2585, la ventana se cierra y la interfaz comprende un elemento de visualización actualizado. Es posible realizar otro tipo de ajustes de manera similar si es necesario.

5 Los expertos en la materia sabrán reconocer la posibilidad de modificar de diversas formas la interfaz gráfica del usuario y los ajustes del tiempo de encendido y el tiempo de apagado. En consecuencia, los expertos 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 las formas de realización pueden aplicarse a otro tipo de equipamiento quirúrgico y 10 parámetros. Por ejemplo, las formas de realización pueden utilizarse con otros dispositivos quirúrgicos, tales como las pinzas de coagulación y las sondas de vitrectomía. Aunque en la descripción precedente se ha hecho referencia a diversas formas de realización y exposiciones, los expertos en la materia sabrán reconocer la posibilidad de aplicar modificaciones, alteraciones y sustituciones sustanciales a las formas de realización descritas, sin que ello suponga desviarse del alcance de la presente invención especificado en las reivindicaciones adjuntas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Interfaz de usuario (500) que comprende una pantalla de visualización (505) y un controlador para un sistema quirúrgico de facoemulsificación que genera impulsos que presentan un tiempo de encendido y un tiempo de apagado, siendo ajustados los impulsos como respuesta al controlador basándose en los valores presentados en la pantalla de visualización (505), **caracterizada** porque la interfaz de usuario comprende:
- 10 un primer elemento de visualización (520) que comprende una representación de la función del tiempo de encendido en relación con la posición del controlador, en el que la representación de tiempo de encendido actual cambia a una representación de tiempo de encendido diferente cuando se toca la pantalla de visualización en el primer elemento de visualización, y
- 15 un segundo elemento de visualización (530) que comprende una representación de la función del tiempo de apagado en relación con la posición del controlador, en el que la representación de tiempo de apagado actual cambia a una representación de tiempo de apagado diferente cuando se toca la pantalla de visualización en el segundo elemento de visualización,
- 20 siendo seleccionadas las representaciones de tiempo de encendido y tiempo de apagado para que se generen impulsos en la modalidad deseada.
- 25 2. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que se presentan por lo menos tres representaciones de tiempo de encendido en secuencia en el primer elemento de visualización, cuando se toca la pantalla de visualización en el primer elemento de visualización para pasar por dichas por lo menos tres representaciones de tiempo de encendido.
- 30 3. Interfaz de usuario según la reivindicación 2, en la que la representación de tiempo de encendido actual es sustituida por una representación de tiempo de encendido diferente cada vez que se toca la pantalla de visualización.
4. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que la representación de tiempo de encendido es lineal.
- 35 5. Interfaz de usuario según la reivindicación 4, en la que el controlador es un pedal y la representación de tiempo de encendido lineal es una representación de tiempo de encendido lineal creciente que representa el incremento lineal del tiempo de encendido como respuesta al movimiento del pedal.
6. Interfaz de usuario según la reivindicación 4, en la que el controlador es un pedal y la representación de tiempo de encendido lineal es una representación de tiempo de encendido lineal horizontal en la que el tiempo de encendido se mantiene sustancialmente constante independientemente del movimiento del pedal.
- 40 7. Interfaz de usuario según la reivindicación 4, en la que el controlador es un pedal y la representación de tiempo de encendido lineal es una representación de tiempo de encendido lineal decreciente en la que el tiempo de encendido se reduce linealmente como respuesta al movimiento del pedal.
- 45 8. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, que comprende asimismo un elemento de ajuste (514) que se presenta en la pantalla de visualización y que está asociado con el tiempo de encendido, en la que el valor de tiempo de encendido se ajusta tocando la pantalla de visualización en el elemento de ajuste.
9. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, que comprende asimismo una pantalla de visualización de valor de tiempo de encendido dentro del primer elemento de visualización, que indica el valor del tiempo de encendido.
- 50 10. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que por lo menos se presentan tres representaciones de tiempo de encendido en un menú que se presenta en la pantalla de visualización cuando se toca la pantalla de visualización en el primer elemento de visualización.
11. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que la representación de tiempo de encendido no es lineal.
- 55 12. Interfaz de usuario según la reivindicación 11, en la que la representación de tiempo de encendido no lineal es exponencial o polinómica.
13. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que se presentan por lo menos tres representaciones de tiempo de apagado diferentes en secuencia en el segundo elemento de visualización, cuando se toca la pantalla de visualización en el segundo elemento de visualización para pasar a través de dichas por lo menos tres representaciones de tiempo de apagado.
- 60 14. Interfaz de usuario según la reivindicación 13, en la que la representación de tiempo de apagado actual se sustituye por una representación de tiempo de apagado diferente cada vez que se toca la pantalla de visualización.
15. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que la representación de tiempo de apagado es lineal.

## ES 2 321 864 T3

16. Interfaz de usuario según la reivindicación 15, en la que el controlador es un pedal y la representación de tiempo de apagado lineal es una representación de tiempo de apagado lineal creciente en la que el tiempo de apagado se incrementa linealmente como respuesta al movimiento del pedal.
- 5 17. Interfaz de usuario según la reivindicación 15, en la que el controlador es un pedal y la representación de tiempo de apagado lineal es una representación de tiempo de apagado lineal horizontal en la que el tiempo de apagado permanece sustancialmente constante independientemente del movimiento del pedal.
- 10 18. Interfaz de usuario según la reivindicación 15, en la que el controlador es un pedal y la representación de tiempo de apagado lineal es una representación de tiempo de apagado lineal decreciente en la que el tiempo de apagado se reduce linealmente como respuesta al movimiento del pedal.
- 15 19. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, que comprende asimismo un elemento de ajuste que se presenta en la pantalla de visualización y que está asociado con el tiempo de apagado, en la que el valor de tiempo de apagado se ajusta tocando la pantalla de visualización en el elemento de ajuste.
- 20 20. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, que comprende asimismo una pantalla de visualización de valor de tiempo de apagado dentro del segundo elemento de visualización que indica el valor de tiempo de apagado.
- 25 21. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que se presentan por lo menos tres representaciones de tiempo de apagado en un menú que se visualiza en la pantalla de visualización cuando se toca la pantalla de visualización en el segundo elemento de visualización.
22. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que la representación de tiempo de apagado no es lineal.
- 25 23. Interfaz de usuario según la reivindicación 22, en la que la representación de tiempo de apagado no lineal es exponencial o polinómica.
- 30 24. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que se presentan en secuencia por lo menos tres representaciones de tiempo de apagado diferentes en el segundo elemento de visualización, cuando se toca la pantalla de visualización en el segundo elemento de visualización para pasar de una representación de tiempo de apagado a otra.
- 35 25. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que el número total de modalidades de impulso disponibles se calcula multiplicando el número de representaciones de tiempo de encendido por el número de representaciones de tiempo de apagado.
26. Interfaz de usuario según la reivindicación 25, en la que pueden seleccionarse nueve modalidades de impulso con tres representaciones de tiempo de encendido y tres representaciones de tiempo de apagado.
- 40 27. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que el sistema quirúrgico de facoemulsificación genera impulsos en modalidad de impulsos cuando la representación de tiempo de encendido del primer elemento de visualización es una representación lineal horizontal en la que el tiempo de encendido se mantiene sustancialmente constante, y la representación de tiempo de apagado del segundo elemento de visualización es una representación lineal horizontal en la que el tiempo de apagado se mantiene sustancialmente constante.
- 45 28. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que el sistema quirúrgico de facoemulsificación genera impulsos en modalidad de ráfagas cuando la representación de tiempo de encendido del primer elemento de visualización es una representación lineal horizontal en la que el tiempo de encendido se mantiene sustancialmente constante, y la representación del tiempo de apagado del segundo elemento de visualización es una representación lineal decreciente en la que el tiempo de apagado se reduce linealmente como respuesta al movimiento del controlador.
29. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que la representación de tiempo de apagado actual se cambia mediante la utilización de un menú (900).
- 55 30. Interfaz de usuario según la reivindicación 1, en la que la representación de tiempo de encendido actual se cambia mediante la utilización de un menú (900).

Fig. 1

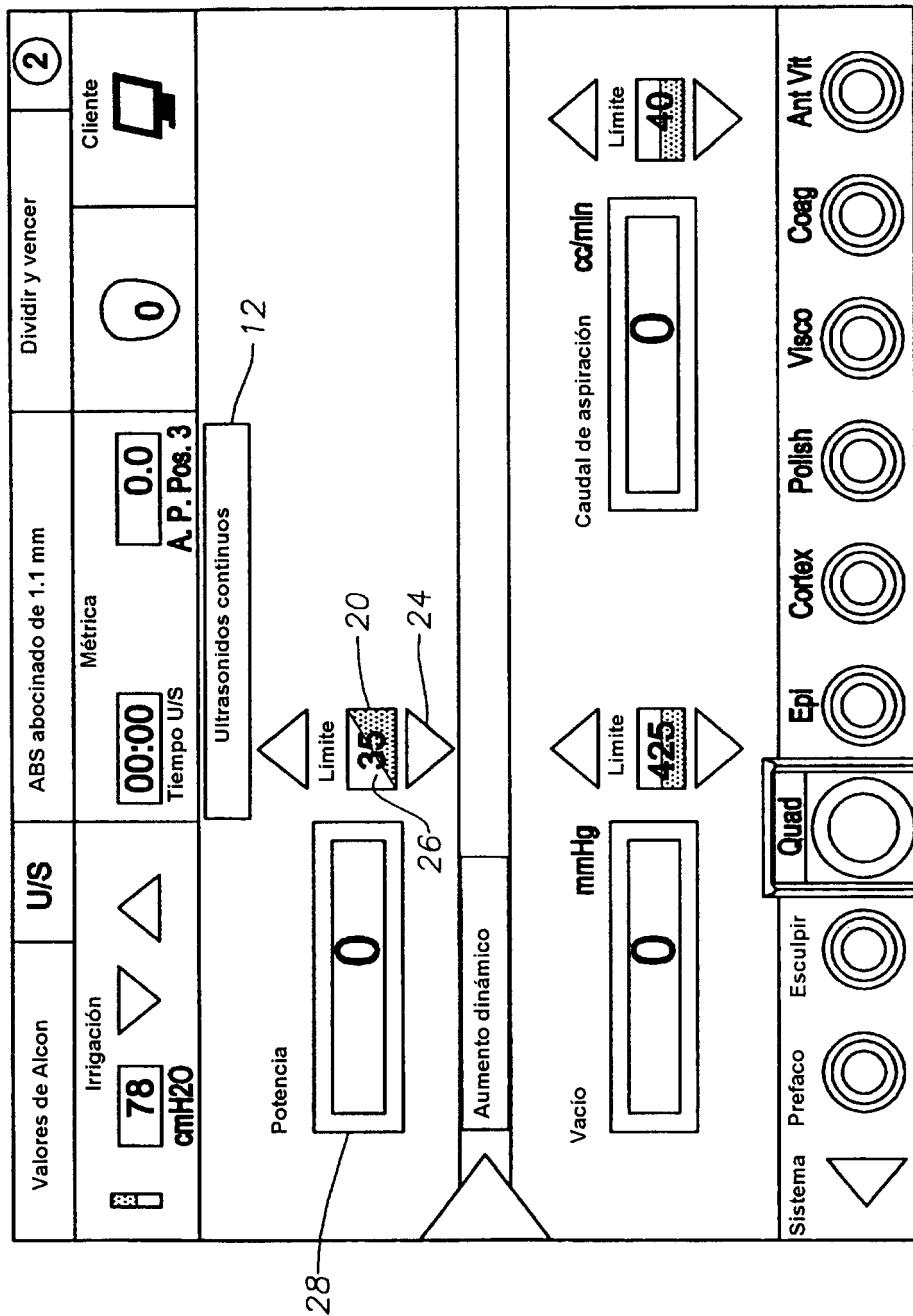
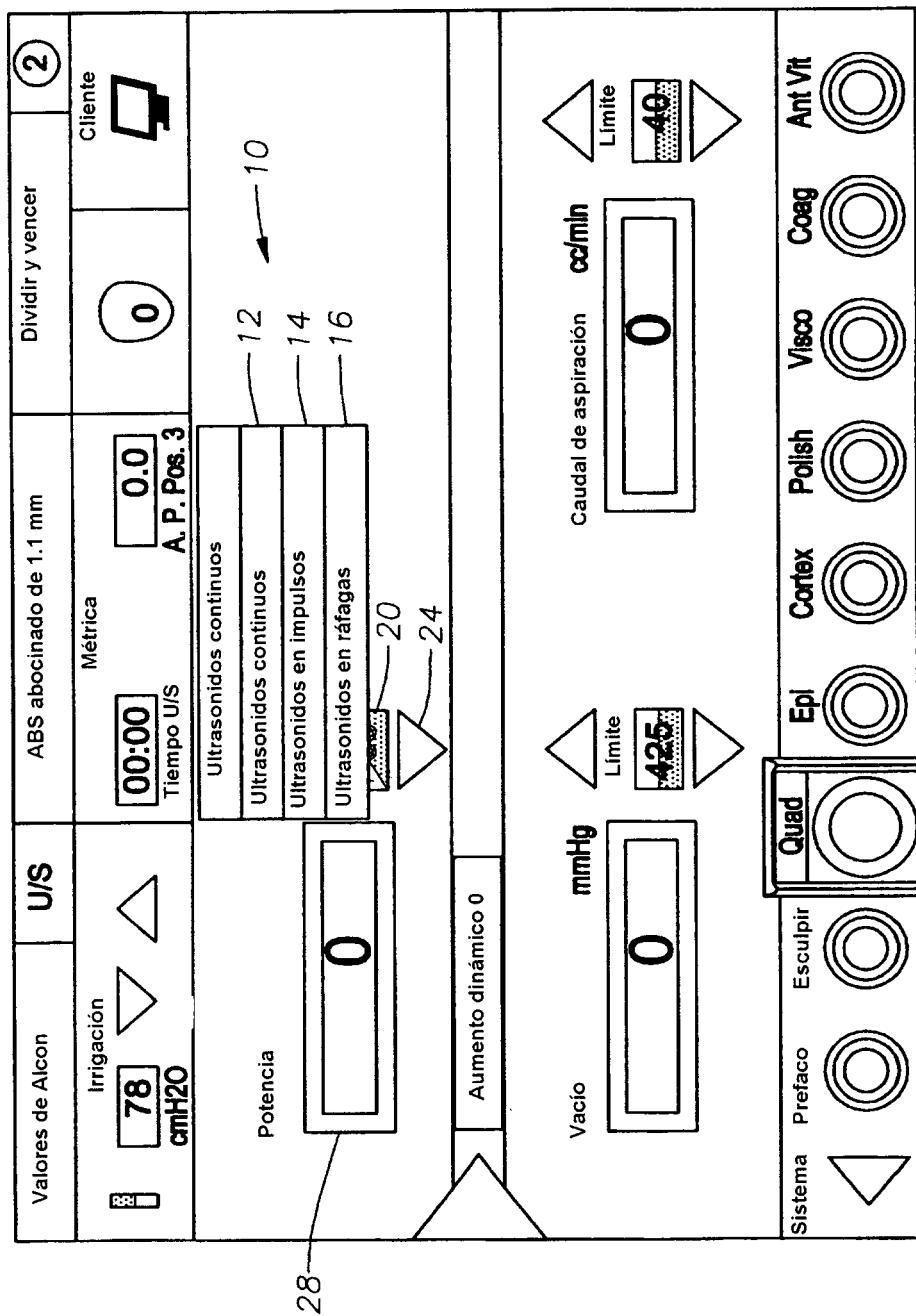


Fig. 2



3  
Fig.

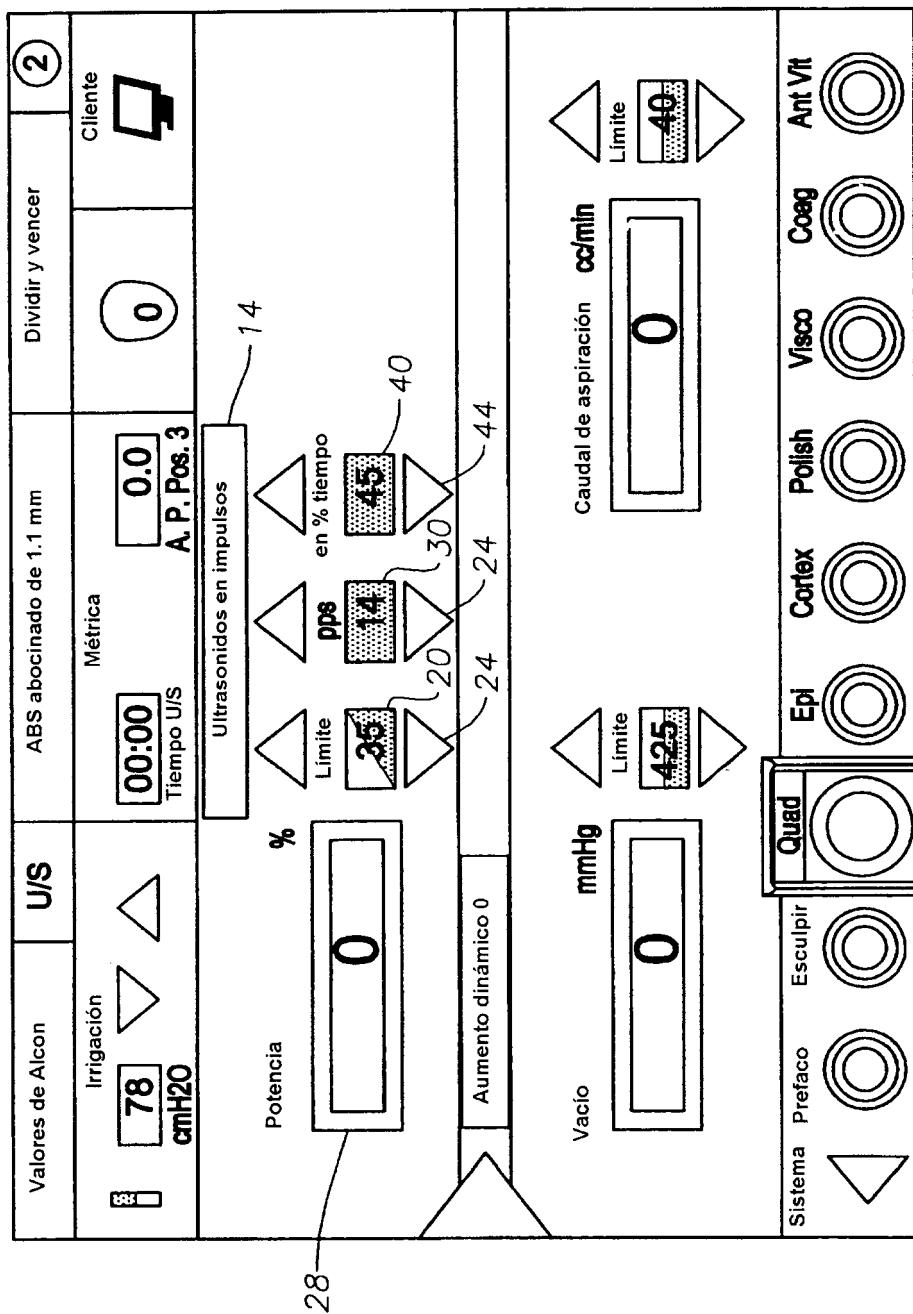
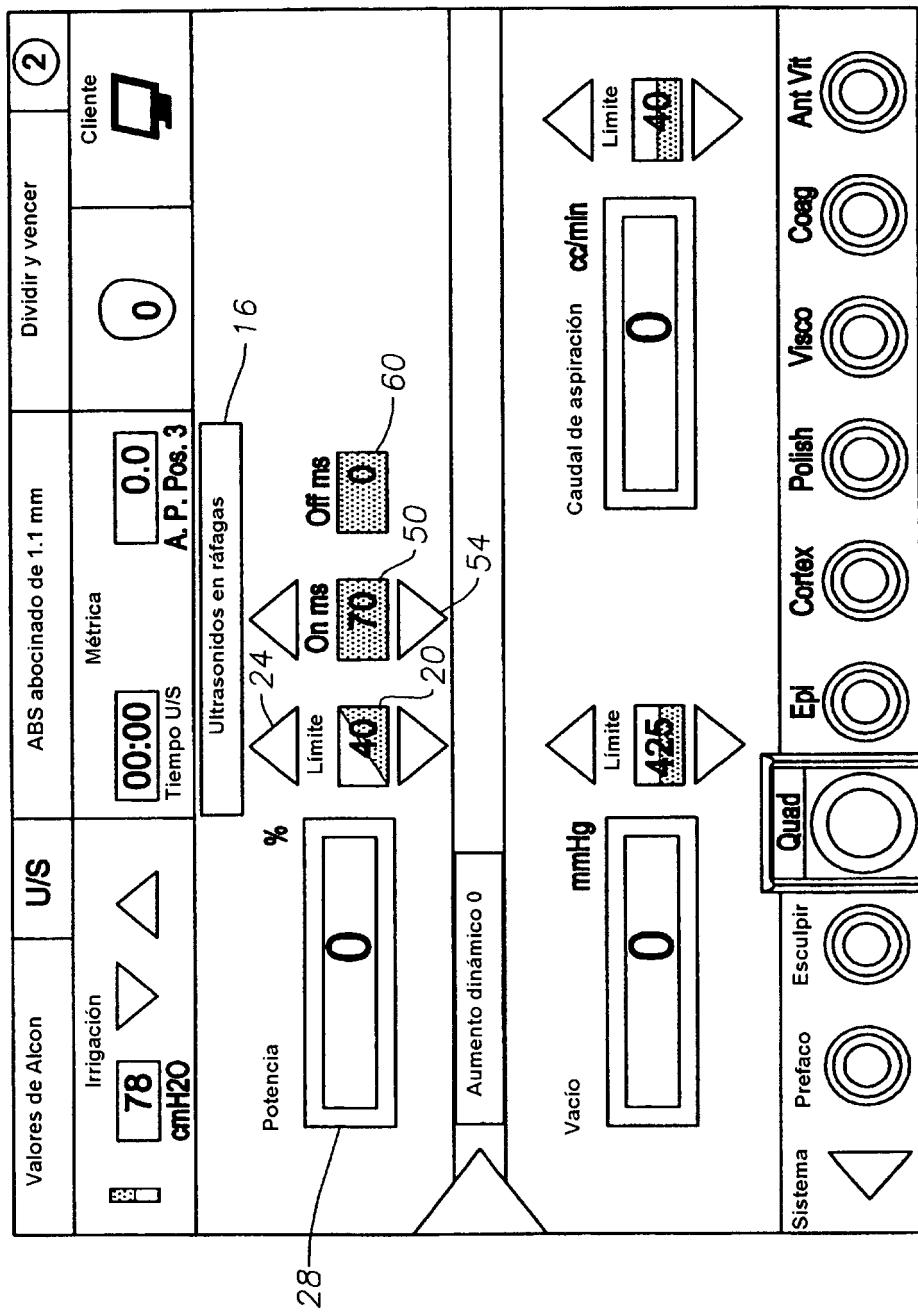
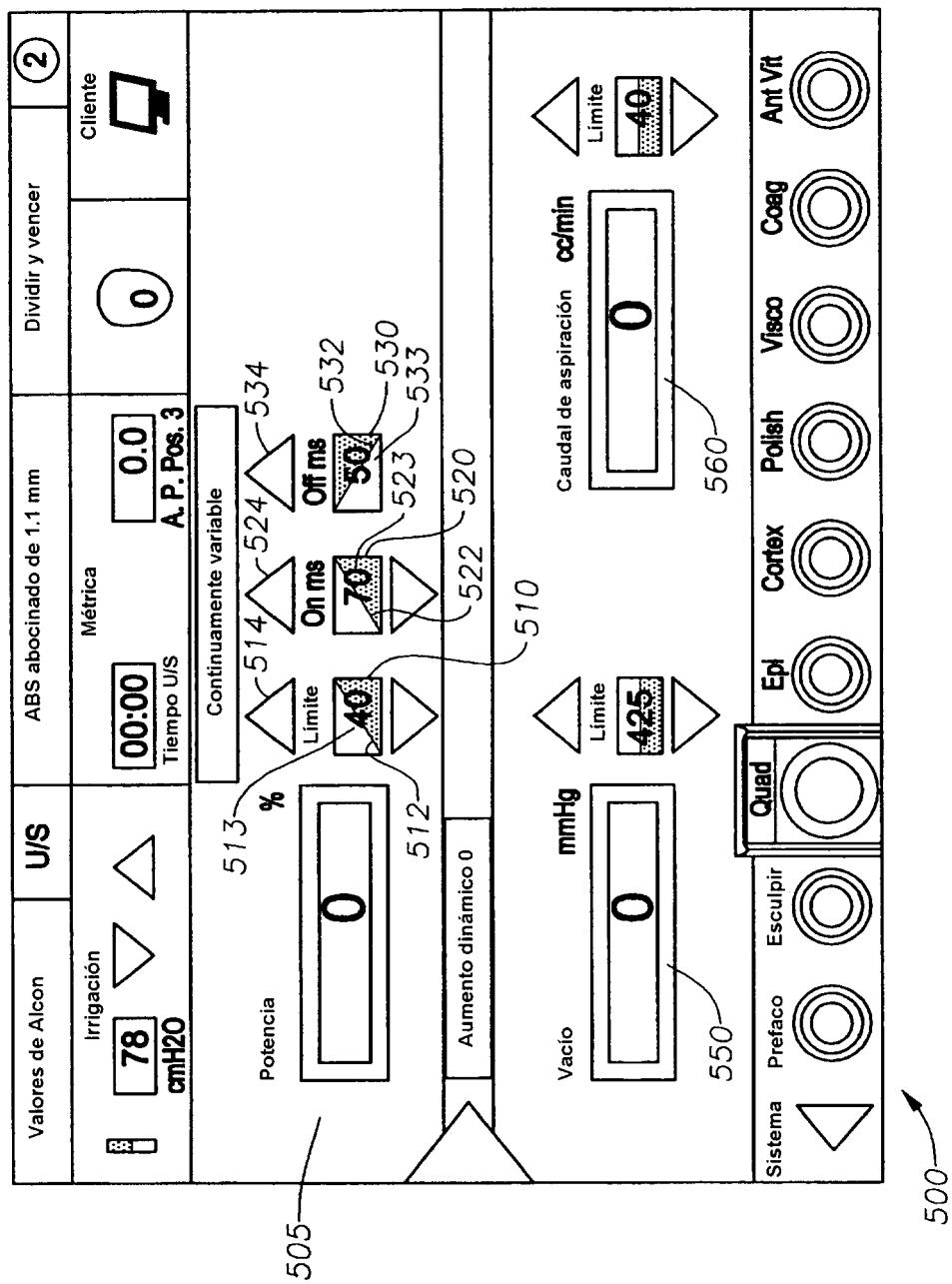


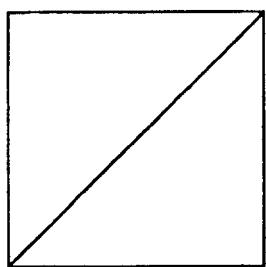
Fig. 4



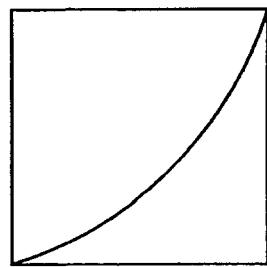
28

Fig. 5

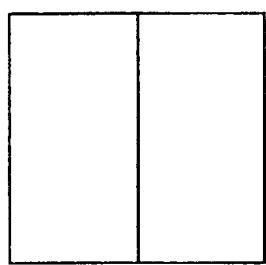




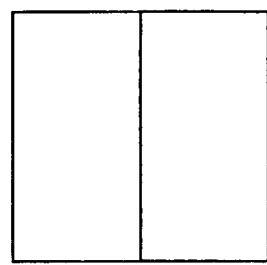
610



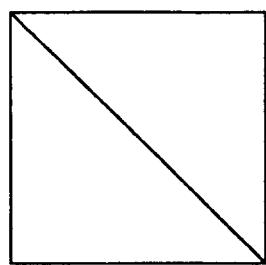
640



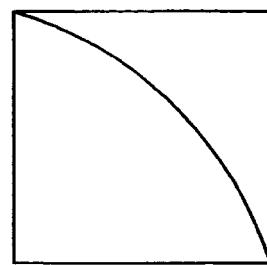
620



620



600



630

**Fig. 6**

Fig. 9

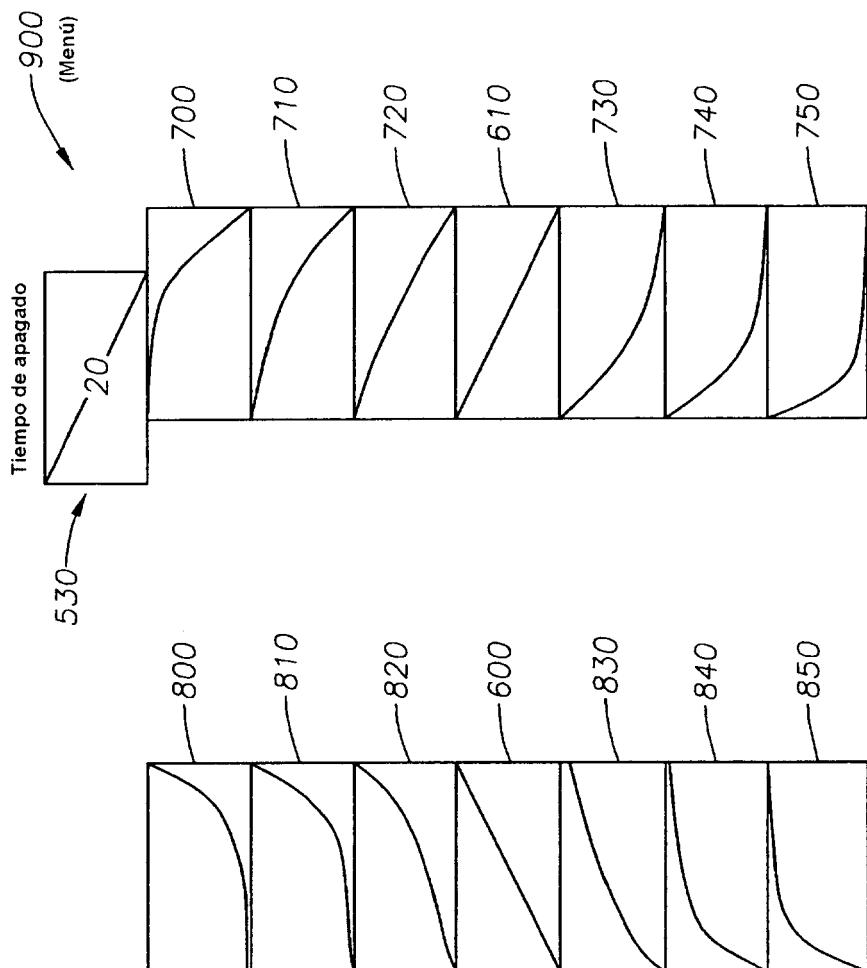


Fig. 8

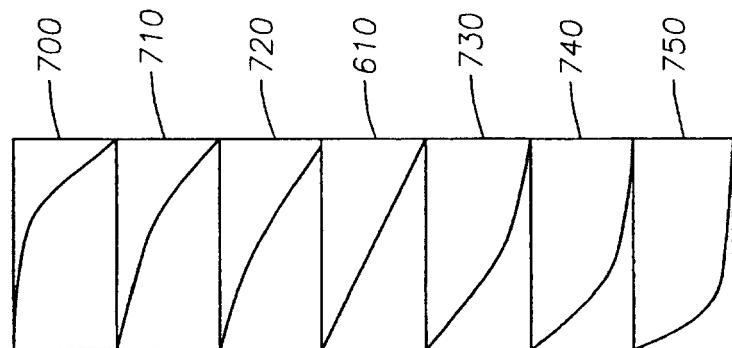


Fig. 7

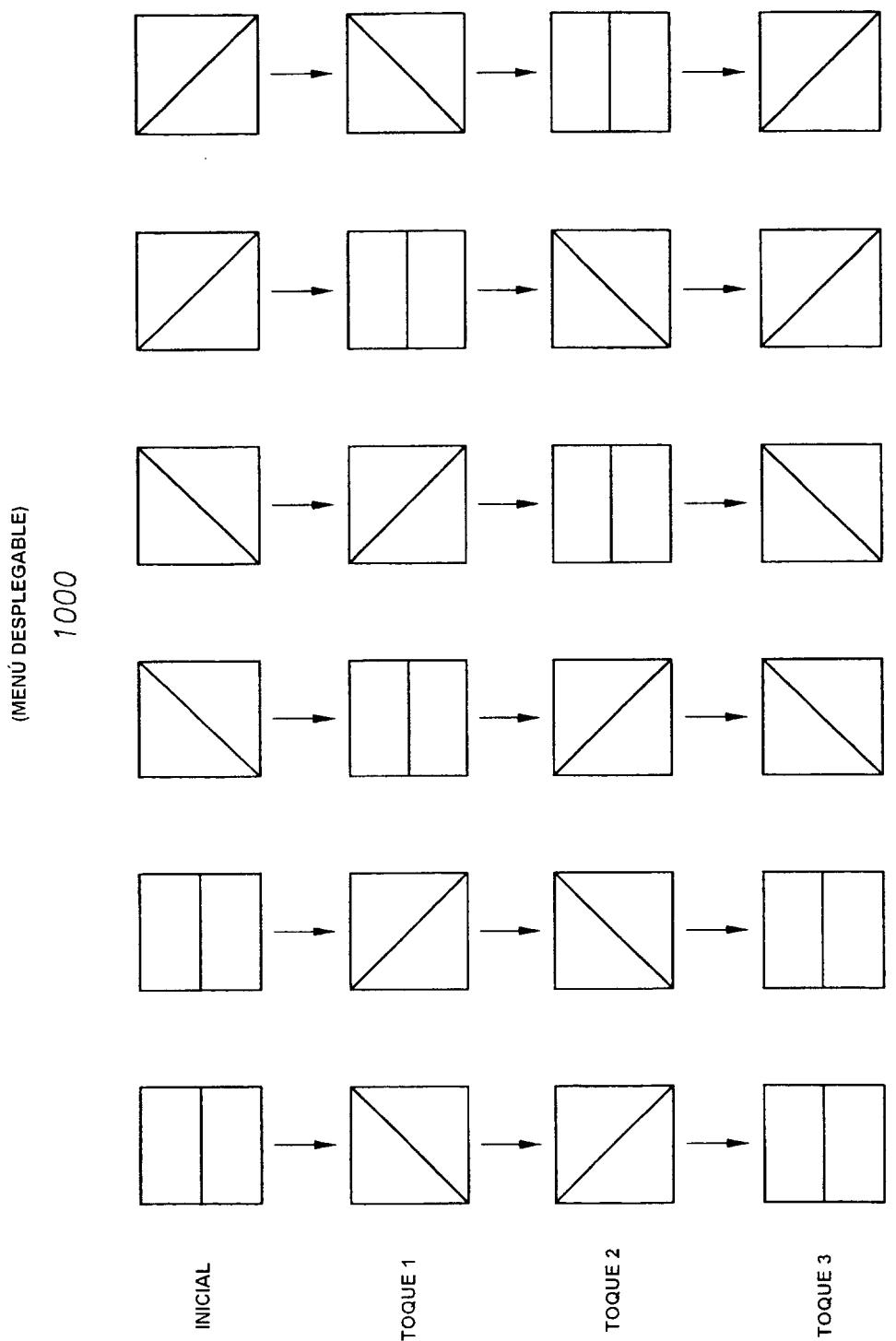


Fig. 10

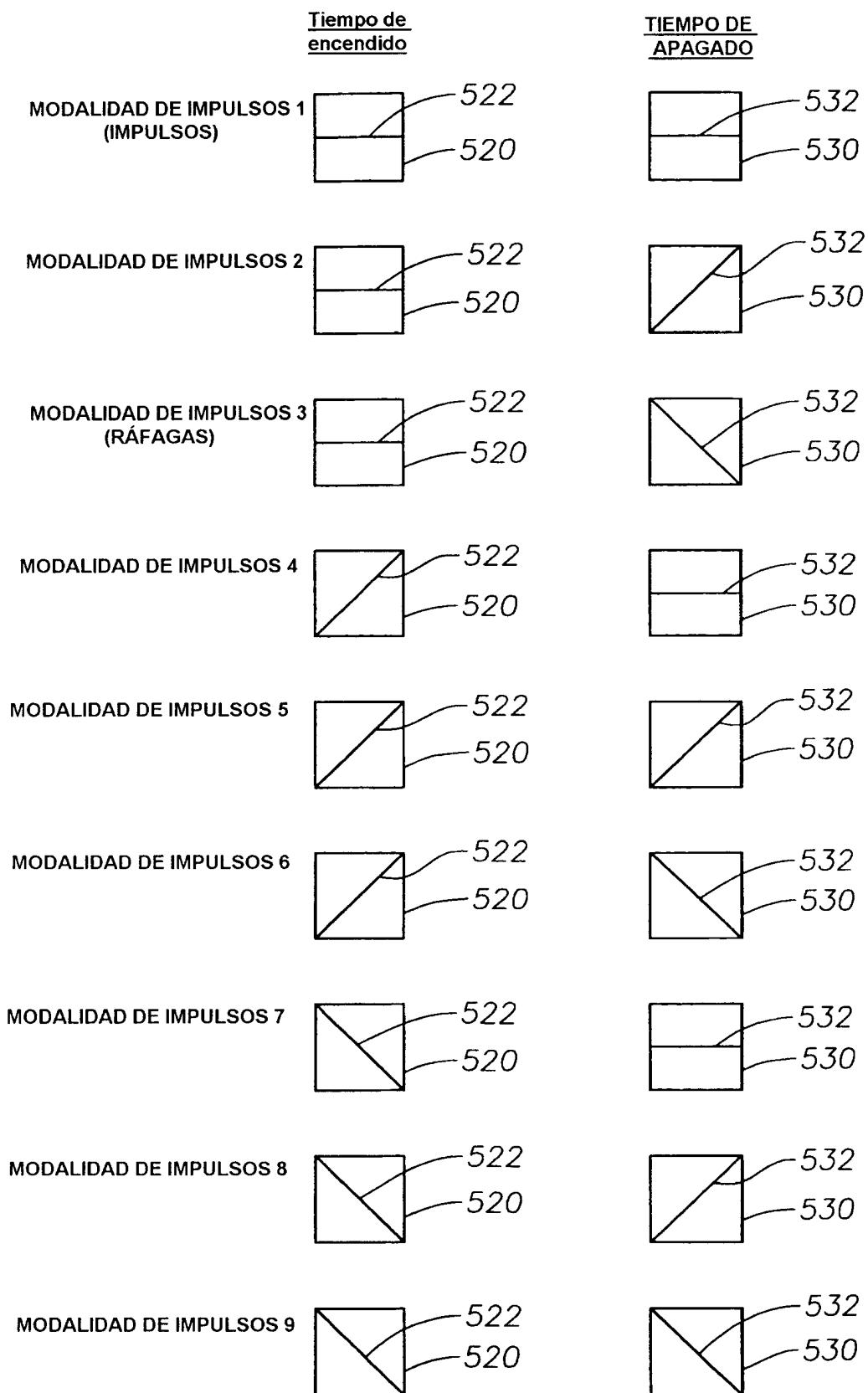


Fig. 11

Fig. 12

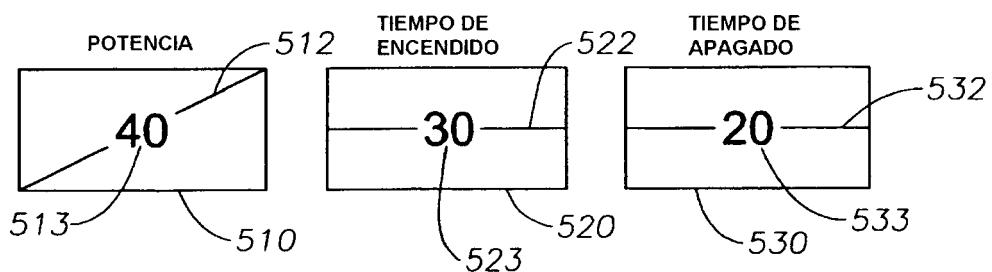


Fig. 13

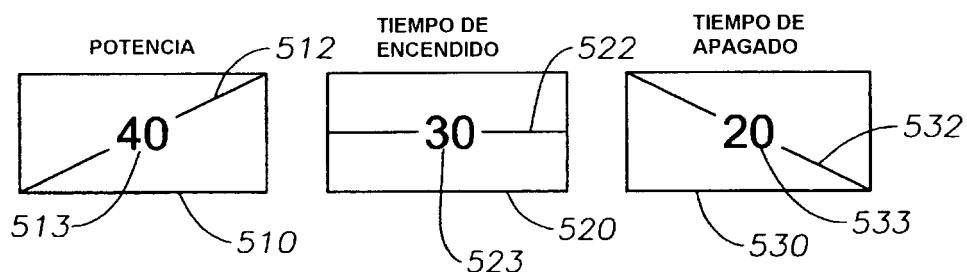


Fig. 14

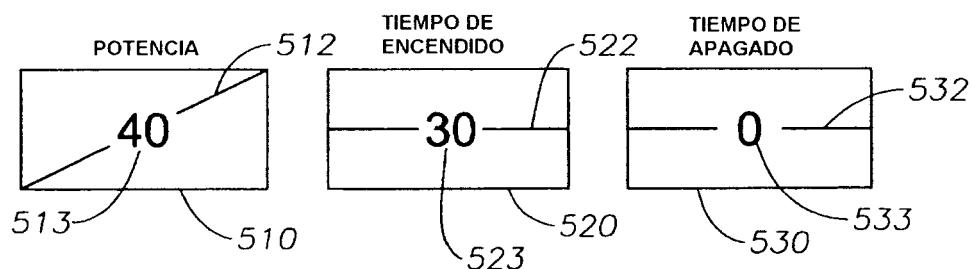


Fig. 15

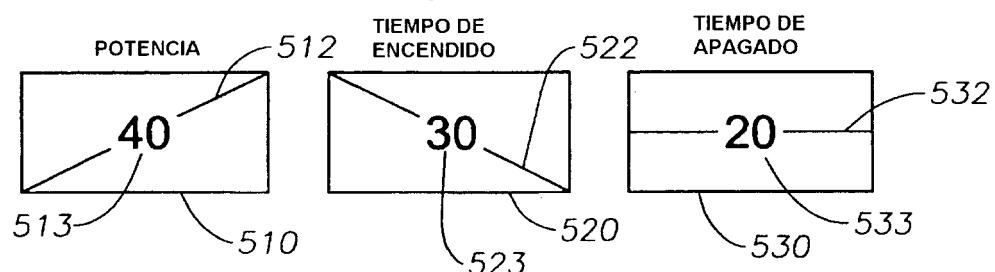


Fig. 16

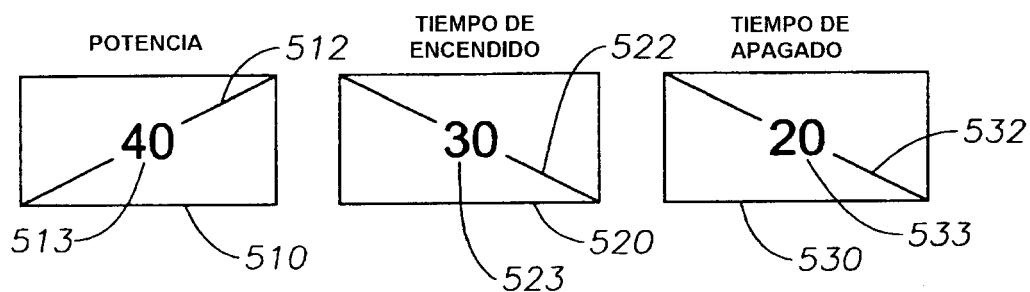


Fig. 17

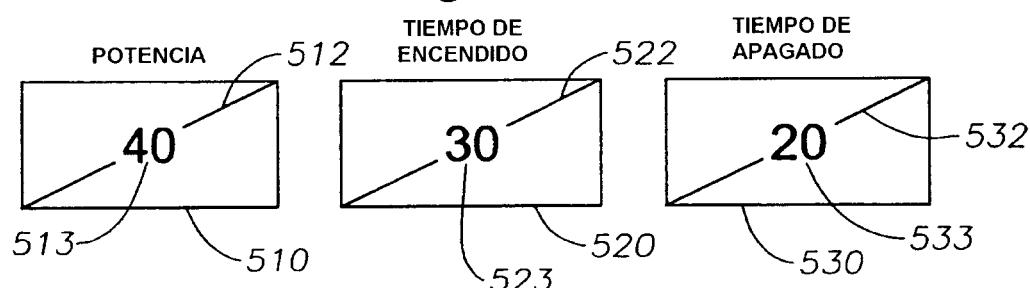


Fig. 18

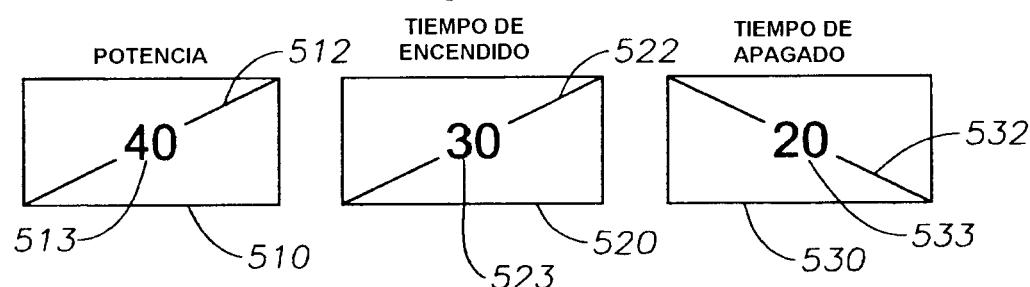


Fig. 19

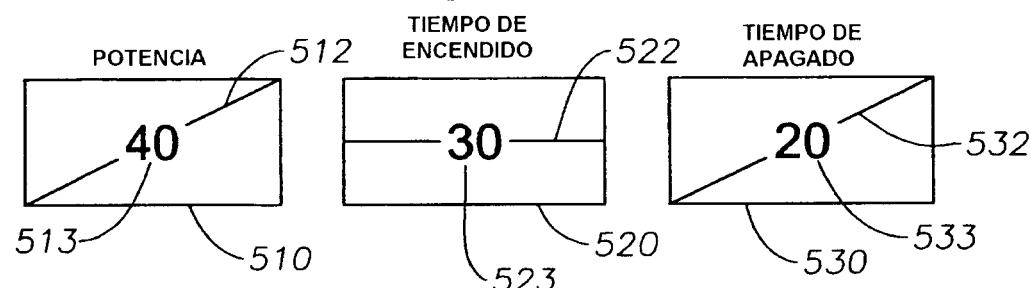


Fig. 20

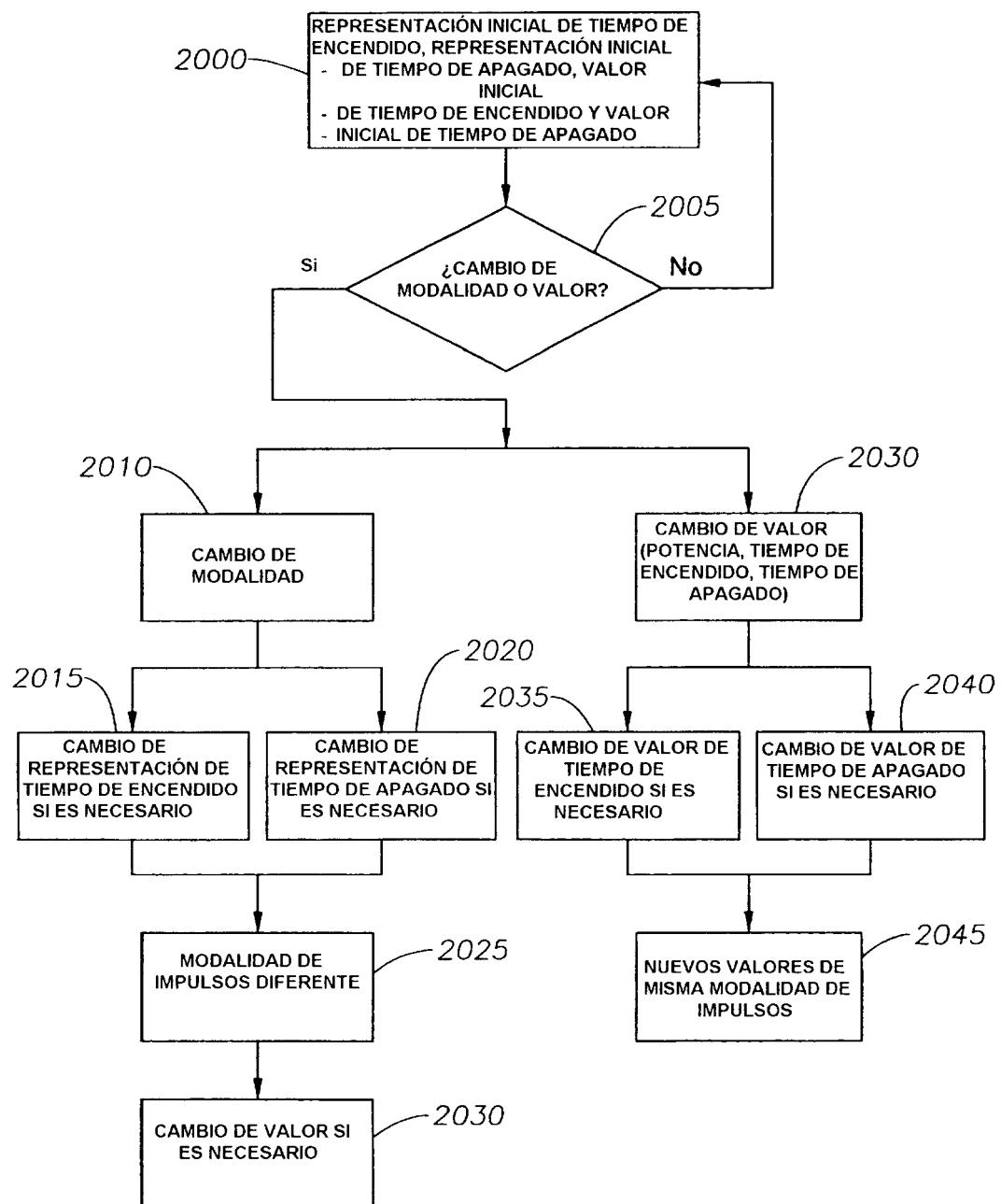


Fig. 21

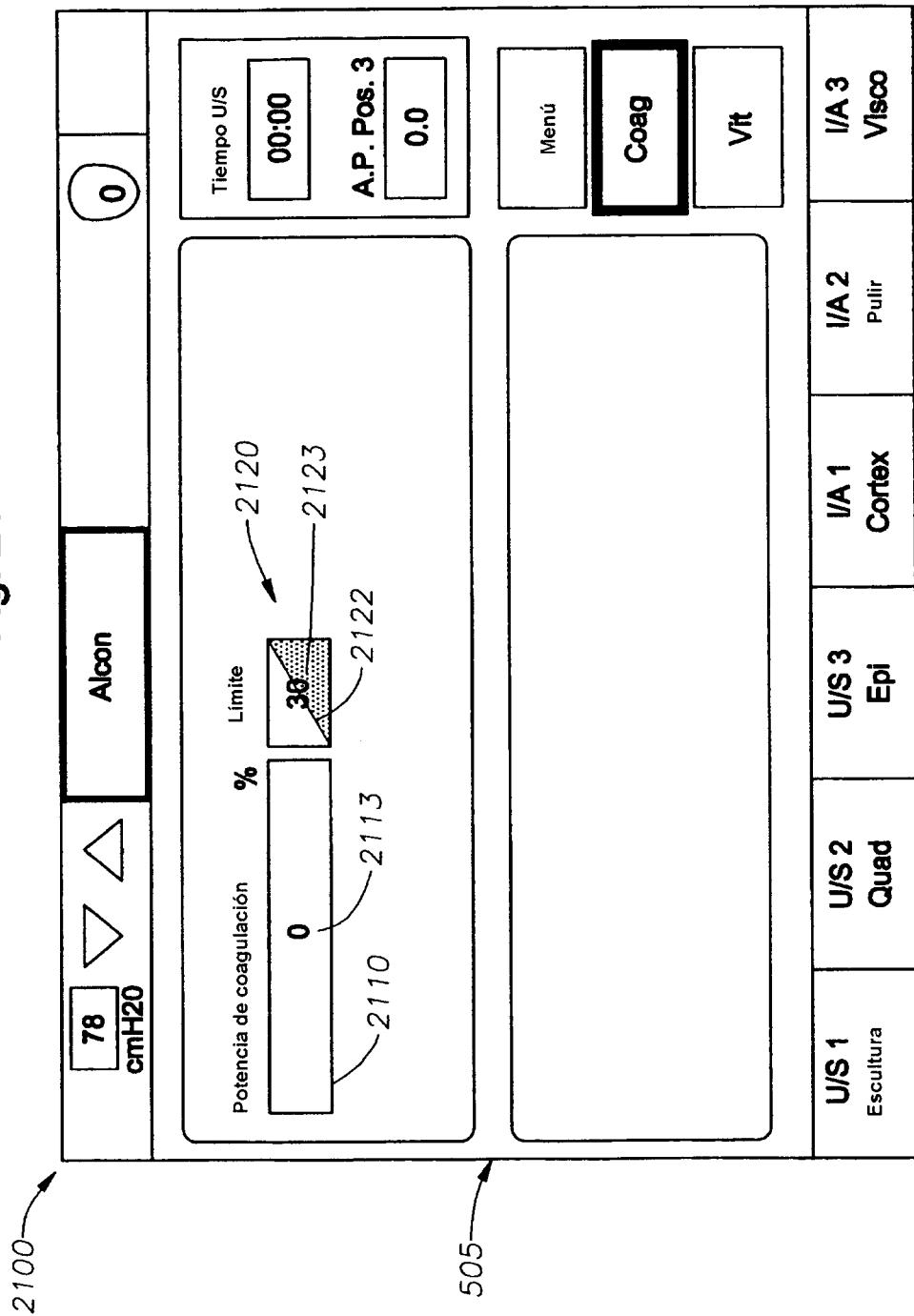


Fig. 22

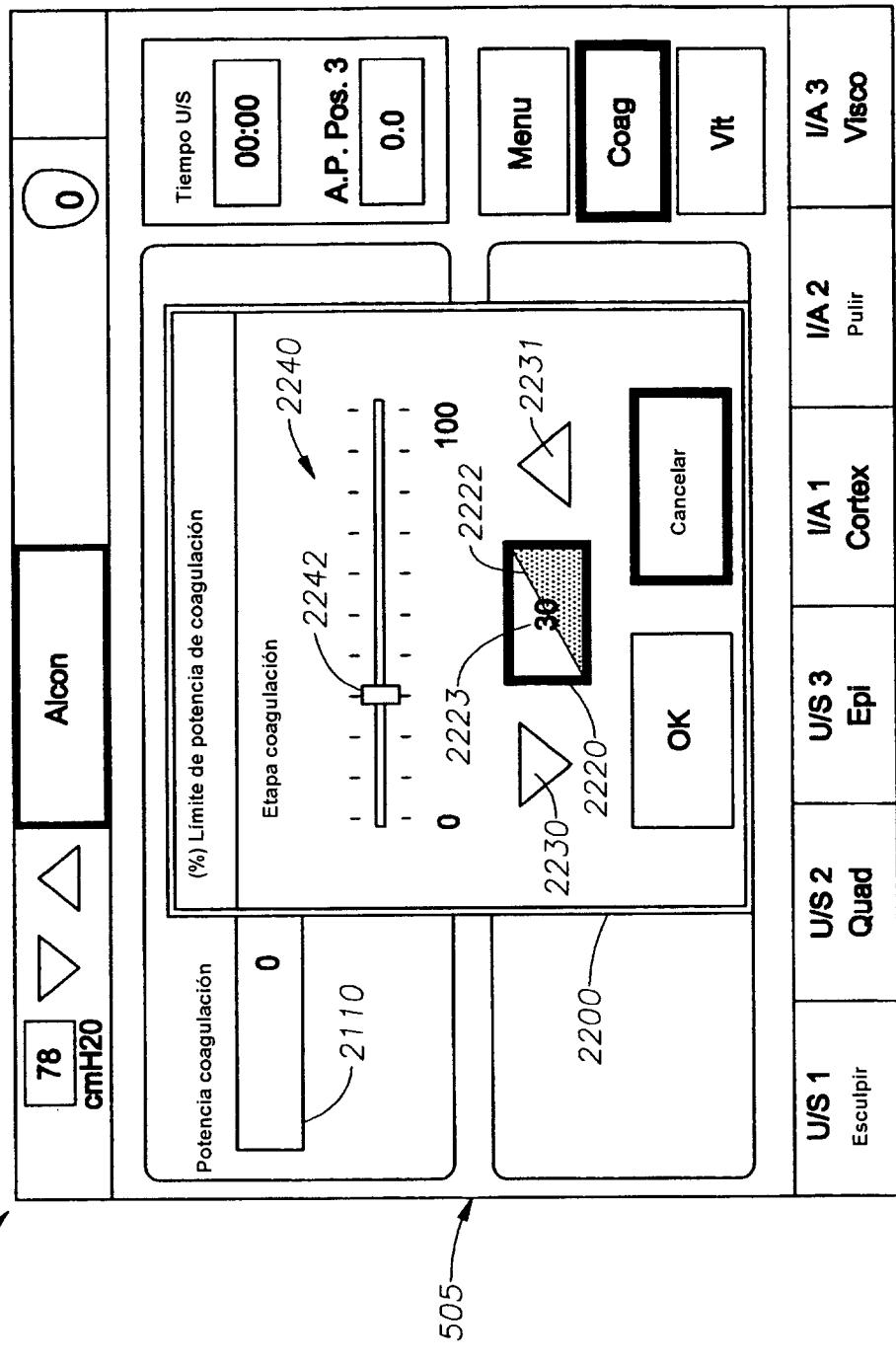


Fig. 23

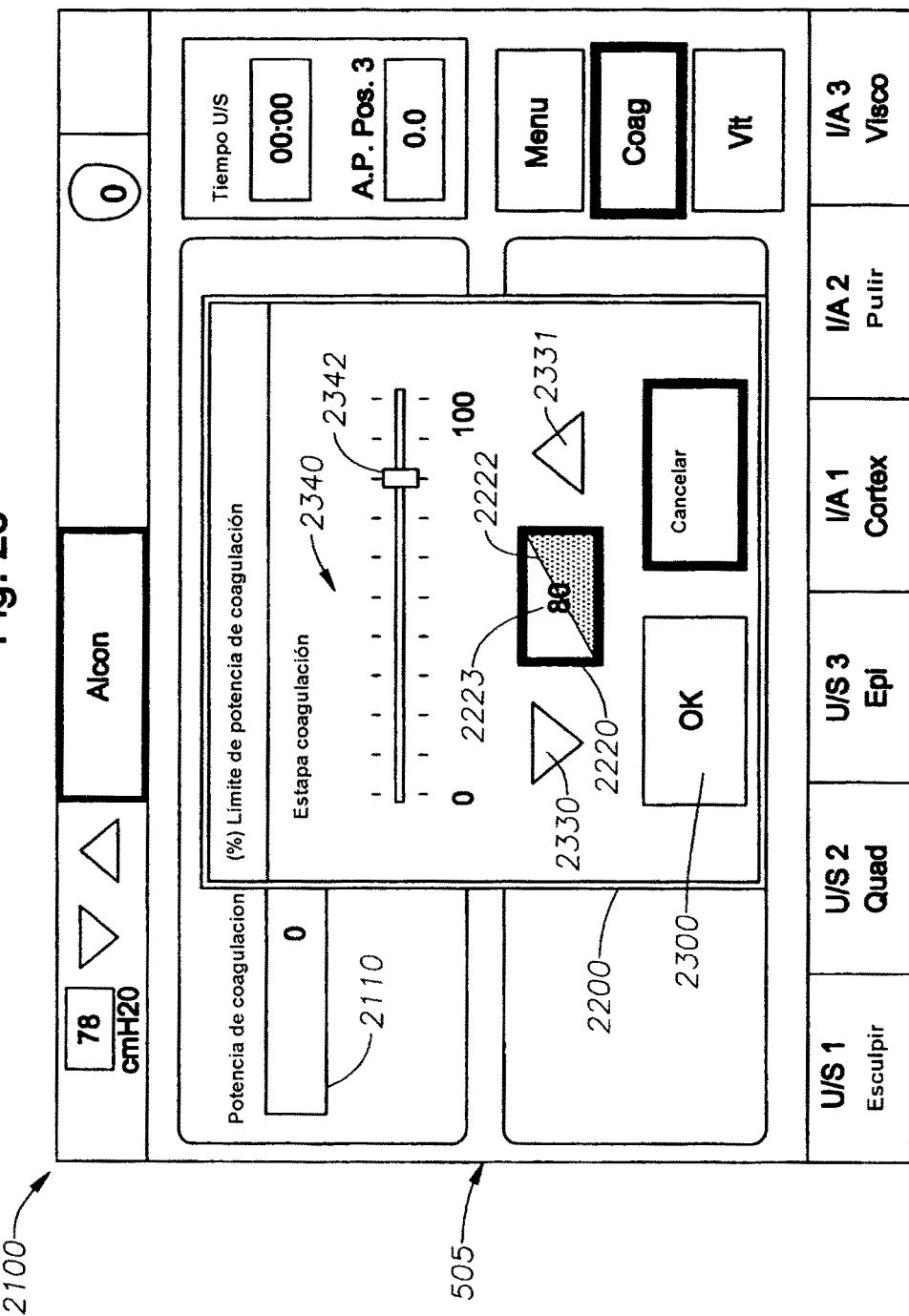


Fig. 24

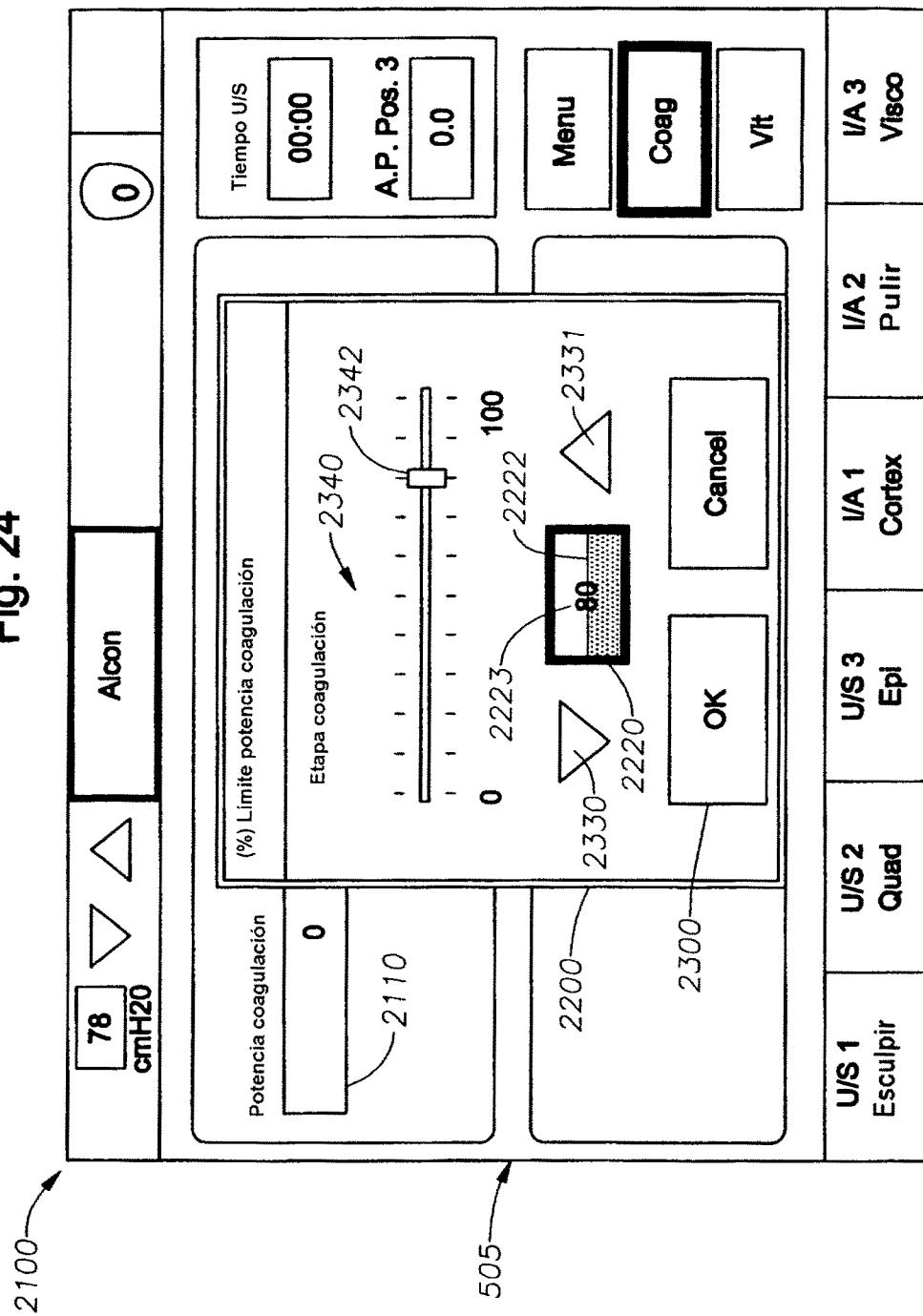


Fig. 25

