

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 689**

51 Int. Cl.:  
**A61B 17/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08075279 .3**  
96 Fecha de presentación: **19.10.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1938764**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

54 Título: **Aparato para alertar a funciones de generador de un sistema quirúrgico ultrasónico**

30 Prioridad:  
**20.10.2000 US 241886 P**  
**10.10.2001 US 975127**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**17.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**17.10.2012**

73 Titular/es:  
**ETHICON ENDO-SURGERY, INC.**  
**4545 CREEK ROAD**  
**CINCINNATI, OHIO 45242-2839, US**

72 Inventor/es:  
**Wiener, Eitan T.;**  
**Gill, Robert P.;**  
**Donofrio, William T. y**  
**Schwemberger, Richard F.**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

ES 2 388 689 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Aparato para alertar a funciones de generador en un sistema quirúrgico ultrasónico

**Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

- 5 La presente invención se refiere, en general, a un aparato y un procedimiento para alertar a funciones de generador en un sistema quirúrgico ultrasónico y, más en particular, a un sistema quirúrgico ultrasónico para proporcionar información a un generador desde un instrumento quirúrgico ultrasónico.

**2. Descripción de la técnica relacionada**

- 10 Se sabe que los láseres y bisturís eléctricos pueden utilizarse como un instrumento quirúrgico para realizar la doble función de efectuar simultáneamente la incisión y hemostasis de tejido blando cauterizando tejidos y vasos sanguíneos. Sin embargo, tales instrumentos emplean temperaturas muy altas para conseguir la coagulación, provocando la vaporización y el desprendimiento de gases así como salpicaduras. Adicionalmente, el uso de tales instrumentos a menudo da como resultado zonas relativamente amplias de daño de tejido térmico.

- 15 El corte y la cauterización de tejido por medio de cuchillas quirúrgicas que se hacen vibrar a grandes velocidades mediante mecanismos de accionamiento ultrasónicos también son ampliamente conocidos. Uno de los problemas asociados con tales instrumentos de corte ultrasónicos son las vibraciones no controladas o no amortiguadas y el calor así como la fatiga del material resultante de los mismos. Se han realizado intentos en un entorno de quirófano de controlar este problema de calentamiento mediante la inclusión de sistemas de refrigeración con intercambiadores de calor para refrigerar la cuchilla. En un sistema conocido, por ejemplo, el sistema de fragmentación de tejido y corte ultrasónico requiere un sistema de refrigeración ampliado con una envoltura de circulación de agua y medios para la irrigación y aspiración del lugar de corte. Otro sistema conocido requiere la aportación de fluidos criogénicos a la cuchilla de corte.

- 25 Se conoce el limitar la corriente entregada al transductor como medio para limitar el calor generado en el mismo. Sin embargo, esto podría dar como resultado una potencia insuficiente para la cuchilla en un momento cuando es necesaria para el tratamiento más eficaz del paciente. La patente estadounidense N° 5.026.387 de Thomas, que está transferida al cesionario de la presente solicitud, da a conocer un sistema para controlar el calor en un sistema de hemostasis y corte quirúrgico ultrasónico sin el uso de un refrigerante, controlando la energía de accionamiento suministrada a la cuchilla. En el sistema según esta patente se proporciona un generador ultrasónico que produce una señal eléctrica de una tensión, corriente y frecuencia particulares, por ejemplo 55.500 ciclos por segundo. El generador está conectado mediante un cable a una pieza de mano que contiene elementos piezocerámicos que forman un transductor ultrasónico. En respuesta a un interruptor en la pieza de mano o un interruptor de pie conectado al generador mediante otro cable, la señal del generador se aplica al transductor, lo que provoca una vibración longitudinal de sus elementos. Una estructura conecta el transductor a una cuchilla quirúrgica, que por tanto se hace vibrar a frecuencias ultrasónicas cuando se aplica la señal del generador al transductor. La estructura está diseñada para resonar a la frecuencia seleccionada, amplificando por tanto el movimiento iniciado por el transductor.

- 40 La señal proporcionada al transductor se controla para proporcionar potencia bajo demanda al transductor en respuesta a la detección continua o periódica de la situación de carga (contacto con el tejido o retirada) de la cuchilla. Como resultado, el dispositivo pasa automáticamente desde un estado inactivo, de baja potencia, hasta un estado de corte, de alta potencia que puede seleccionarse dependiendo de si el bisturí está o no en contacto con el tejido. Puede seleccionarse manualmente un tercer modo de coagulación de alta potencia con vuelta automática a un nivel de potencia inactivo cuando la cuchilla no está en contacto con el tejido. Puesto que la potencia ultrasónica no se suministra continuamente a la cuchilla, genera menos calor ambiental, pero imparte suficiente energía al tejido para incisiones y cauterización cuando es necesario.

- 45 El sistema de control en la patente de Thomas es del tipo analógico. Un bucle de bloqueo de fase que incluye un oscilador controlado por tensión, un divisor de frecuencia, un interruptor de potencia, un circuito comparador y un detector de fase, estabiliza la frecuencia aplicada a la pieza de mano. Un microprocesador controla la cantidad de potencia muestreando la frecuencia, corriente y tensión aplicados a la pieza de mano, porque estos parámetros cambian con la carga sobre la cuchilla.

- 50 La curva de potencia frente a carga en un generador en un sistema quirúrgico ultrasónico típico, como el descrito en la patente de Thomas tiene dos segmentos. El primer segmento tiene una pendiente positiva de potencia creciente, a medida que aumenta la carga, lo que indica entrega de corriente constante. El segundo segmento tiene una pendiente negativa de potencia decreciente a medida que aumenta la carga, lo que indica una tensión de salida constante o saturada. La corriente regulada para el primer segmento está fijada por el diseño de los componentes electrónicos y la tensión del segundo segmento está limitada por la tensión de salida máxima del diseño. Esta disposición no es flexible puesto que las características de potencia frente a carga de la salida de un sistema de este tipo no pueden optimizarse para diversos tipos de transductores de pieza de mano y cuchillas ultrasónicas. El

rendimiento de los sistemas de potencia ultrasónicos analógicos tradicionales para instrumentos quirúrgicos se ve afectado por las tolerancias de los componentes y su variabilidad en la electrónica del generador debido a cambios en la temperatura de funcionamiento. En particular, los cambios de temperatura pueden provocar amplias variaciones en parámetros del sistema clave tales con el intervalo de bloqueo de frecuencia, el nivel de señal de accionamiento, y otras medidas de rendimiento del sistema.

Con el fin de operar un sistema quirúrgico ultrasónico de una manera eficaz, durante el arranque se barre la frecuencia de la señal suministrada al transductor de pieza manual sobre un intervalo para ubicar la frecuencia de resonancia. Una vez que se encuentra, el bucle de bloqueo de fase del generador se bloquea a la frecuencia de resonancia, sigue la supervisión del ángulo de fase corriente a tensión del transductor y mantiene al transductor resonando accionándolo a la frecuencia de resonancia. Una función clave de tales sistemas es mantener al transductor resonando a través de cambios de carga y temperatura que varían la frecuencia de resonancia. Sin embargo, estos sistemas de accionamiento ultrasónicos tradicionales tienen de poca a ninguna flexibilidad con respecto al control de frecuencia adaptativo. Tal flexibilidad es clave para la capacidad del sistema de discriminar resonancias no deseadas. En particular, estos sistemas sólo pueden buscar resonancia en una dirección, es decir, con frecuencias crecientes o decrecientes y su patrón de búsqueda es fijo. El sistema no puede saltar a otros modos de resonancia o tomar cualquier decisión heurística tal como qué resonancia/s saltar o bloquear y garantizar la entrega de potencia sólo cuando se consigue el bloqueo de frecuencia apropiado.

Los sistemas de generador ultrasónicos de la técnica anterior también tienen poca flexibilidad con respecto al control de amplitud, lo que podría permitir al sistema emplear algoritmos de control adaptativo y tomar decisiones. Por ejemplo, estos sistemas fijos carecen de la capacidad de tomar decisiones heurísticas con respecto al accionamiento de salida, por ejemplo, corriente o frecuencia, basándose en la carga sobre la cuchilla y/o el ángulo de fase corriente a tensión. También limita la capacidad del sistema para establecer niveles de señal de accionamiento del transductor óptimos para un rendimiento eficaz constante, lo que aumentaría la vida útil del transductor y garantizaría condiciones de funcionamiento seguras para la cuchilla. Además, la falta de control sobre el control de amplitud y frecuencia reduce la capacidad del sistema de realizar pruebas de diagnóstico sobre el sistema transductor/cuchilla y de soportar la resolución de problemas en general.

Sin embargo, los sistemas de la técnica anterior no proporcionan autenticación para el uso de la pieza de mano con la consola del generador. Además, llevar a cabo pruebas de rendimiento y diagnóstico en los sistemas de la técnica anterior es pesado. La reprogramación o actualización de la consola en los sistemas de la técnica anterior también es oneroso, puesto que cada consola necesita probarse y actualizarse de manera independiente. Además, el sistema de la técnica anterior no permite el funcionamiento de la consola con desplazamiento de salida y corriente de accionamiento variados, dependiendo del tipo y capacidad de salida de la pieza de mano en funcionamiento con la consola. Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de un sistema mejorado para implementar procedimientos quirúrgicos que supere estas y otras desventajas de la técnica anterior.

Los documentos US 5 400 267 y US 6 017 354 revelan sistemas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

### Sumario de la invención

La presente invención proporciona un sistema para implementar procedimientos quirúrgicos según lo definido en la reivindicación 1. El sistema incluye una pieza de mano quirúrgica ultrasónica, que tiene un efector de extremo, una consola del generador para controlar la pieza de mano, y un dispositivo de memoria tal como una EEPROM (memoria de sólo lectura programable y borrrable eléctricamente). El dispositivo de memoria está dispuesto preferiblemente en la funda del efector de extremo o en el mango, asa, o parte de soporte de cizalla. Una cadena de datos, que identifica las características de rendimiento de la pieza de mano y el generador, está almacenada preferiblemente en el dispositivo de memoria. Durante la inicialización del sistema y/o periódicamente durante la espera o cuando está preparado o en uso, la consola del generador envía una señal de interrogación a la pieza de mano para obtener una lectura de la memoria. A medida que la consola del generador lee la memoria, la cuchilla o cizalla de la pieza de mano se autentifica para su uso con la consola del generador si está presente la cadena de datos apropiada. La cuchilla o cizalla de la pieza de mano no se autentifica para su uso con la consola si la cadena de datos no está presente o no es correcta. En una realización particular de la invención, la cadena de datos es un código encriptado, donde la cuchilla o cizalla o pieza de mano se autentifica para su uso con la consola del generador descodificando un algoritmo de encriptación correspondiente que reside en la consola y proporcionando un patrón de datos de respuesta.

Además, para evitar errores en el funcionamiento de la cizalla o cuchilla o pieza de mano, la memoria puede almacenar cierta información de diagnóstico que la consola del generador puede utilizar al determinar si el funcionamiento de la pieza de mano debería considerarse como deficiente o deshabilitarse o alertar a un usuario final sin operaciones de modo de deficiencia o deshabilitación. Por ejemplo, la memoria puede almacenar información tal como límites sobre el tiempo que está activa la pieza de mano, el número de activaciones dentro de un periodo de tiempo, el número de cuchillas defectuosas utilizadas, temperatura de funcionamiento, tasa de cambio de temperatura permisible máxima, y otros límites. Esos límites almacenados en la memoria pueden reiniciarse en consecuencia basándose en diversas condiciones de funcionamiento de la pieza de mano.

La memoria puede utilizarse para reprogramar o actualizar la consola del generador, si es necesario. Por ejemplo, periódicamente se lanzan nuevas piezas de mano a medida que se consigue nueva funcionalidad del sistema. Cuando se conecta una nueva pieza de mano de este tipo, el sistema realiza pruebas de diagnóstico para determinar si es necesaria una reprogramación o actualización de la consola del generador. Si se determina que es necesaria una reprogramación o actualización, la consola del generador lee la memoria ubicada en la funda del efector de extremo de la pieza de mano en la que está almacenado un código de reprogramación o actualización. Utilizando el código de reprogramación o actualización leído de la memoria, la consola del generador se reprograma o actualiza en consecuencia. Por lo tanto, las consolas de generadores en el campo pueden actualizarse automáticamente sin tener que devolverlas al fabricante o enviar a un técnico de servicio a la consola del generador. Como alternativa, en lugar de reprogramar la memoria del generador, la consola del generador utiliza los datos de memoria de la cuchilla/cizalla como la base para los parámetros de funcionamiento para la cuchilla/cizalla particular en uso. Los parámetros por defecto se reestablecen al operar la pieza de mano cuando no están presentes parámetros particulares en cuchillas/cizallas posteriores unidas a la pieza de mano.

La memoria también puede almacenar información de nivel de energía y desplazamiento de salida correspondiente para accionar la pieza de mano particular. Leyendo la información de nivel de energía, la consola del generador puede accionar la pieza de mano según el desplazamiento de salida que es mejor para esa pieza de mano y/o cuchilla/cizalla.

Además, la memoria puede almacenar información de barrido de frecuencia que incluye la frecuencia resonante nominal, y el punto de barrido de inicio y parada para efectuar un barrido de frecuencia. Tras la lectura de la información de barrido de frecuencia almacenada en la memoria, la consola del generador efectúa un barrido de frecuencia en el intervalo de frecuencia indicado para detectar una frecuencia resonante para operar la pieza de mano. Además, la memoria puede almacenar frecuencias o intervalos de frecuencia que no deberían barrerse, tales como frecuencias que son o tienden a ser resonantes transversales que deberían evitarse. Estas frecuencias almacenadas pueden estar en el intervalo de barrido más amplio permitido, que está almacenado en la memoria de la cuchilla/cizalla.

#### Breve descripción de los dibujos

Lo anterior y otras ventajas y características de la invención serán más evidentes a partir de la descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención dada a continuación con referencia a los dibujos adjuntos (no dibujados necesariamente a escala) en los que:

la figura 1 es una ilustración de una consola para un sistema de hemostasis y corte quirúrgico ultrasónico, así como una pieza de mano e interruptor de pie en el que se implementa el procedimiento de la presente invención;

la figura 2 es una vista esquemática de una sección transversal a través de la pieza de mano de bisturí ultrasónica del sistema de la figura 1;

la figura 3A y la figura 3B son diagramas de bloque que ilustran el ultrasónico según una realización de la invención;

la figura 4A es una ilustración esquemática de un conjunto de circuitos de accionamiento de transductor de un transformador 86 de potencia de la figura 3B;

la figura 4 es un diagrama que ilustra una memoria no volátil en la funda del efector de extremo en la pieza de mano quirúrgica ultrasónica según la invención;

la figura 4B es un diagrama que ilustra una memoria no volátil en el mango/asa/parte de soporte (no parte de funda) de cizalla ultrasónica según la invención;

la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la memoria no volátil según la invención como bloqueo propietario para impedir el uso inapropiado de la pieza de mano quirúrgica ultrasónica;

la figura 5A es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la memoria no volátil según la invención;

la figura 6 y la figura 7 son diagramas de flujo que ilustran el funcionamiento de la memoria no volátil según la invención para prevención de errores cuando se utiliza la pieza de mano quirúrgica ultrasónica;

la figura 6A y la figura 7A son diagramas de flujo que ilustran el funcionamiento de la memoria no volátil según la invención;

la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la memoria no volátil según la invención para reprogramar o actualizar la consola utilizando la pieza de mano;

la figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la pieza de mano quirúrgica ultrasónica a una

frecuencia resonante utilizando información almacenada en la memoria según la invención;

la figura 10 es un diagrama que ilustra una realización alternativa del funcionamiento de la pieza de mano a una frecuencia resonante utilizando información almacenada en la memoria no volátil según la invención;

5 la figura 10A es un diagrama que ilustra una realización alternativa por la que se incluyen las frecuencias para evitar operar la pieza de mano en la memoria de cuchilla/cizalla;

la figura 11 es una vista isométrica de una parte de la pieza de mano quirúrgica ultrasónica con una memoria no volátil en el efector de extremo según la invención;

la figura 12 es una vista lateral de una parte de la pieza de mano quirúrgica ultrasónica con una memoria no volátil en el efector de extremo según la invención;

10 la figura 13 es una vista en sección lateral de una parte de la pieza de mano quirúrgica ultrasónica con una memoria no volátil en el efector de extremo según la invención;

la figura 14 es un diagrama que ilustra una realización alternativa que utiliza un adaptador de pieza de mano para puentear la señal de memoria no volátil a la pieza de mano según la invención; y

15 la figura 15 es una ilustración de medios de acoplamiento magnético para transportar datos de memoria hasta y/o desde la memoria no volátil según la invención.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La figura 1 es una ilustración de un sistema para implementar procedimientos quirúrgicos según la invención. Por medio de un primer conjunto de hilos en el cable 20, se envía energía eléctrica, es decir, corriente de accionamiento, desde la consola 10 del generador hasta una pieza 30 de mano donde imparte un movimiento longitudinal ultrasónico a un dispositivo quirúrgico, tal como un efector 32 de extremo afilado. Esta cuchilla puede utilizarse para la disección y cauterización simultánea de tejido. El suministro de corriente ultrasónica a la pieza 30 de mano puede estar bajo el control de un interruptor 34 ubicado en la pieza de mano, que está conectado al generador en la consola 10 del generador a través de hilos en el cable 26. El generador también puede controlarse por un interruptor 40 de pie, que está conectado a la consola 10 del generador por otro cable 50. Por tanto, en funcionamiento un cirujano puede aplicar una señal eléctrica ultrasónica a la pieza de mano, provocando que vibre la cuchilla longitudinalmente a una frecuencia ultrasónica, operando el interruptor 34 en la pieza de mano con su dedo, u operando el interruptor 40 de pie con su pie.

La consola 10 del generador incluye un dispositivo 12 de visualización de cristal líquido, que puede utilizarse para indicar el nivel de potencia de corte seleccionado en diversos medios tales como porcentaje de la potencia de corte máxima o niveles de potencia numéricos asociados con la potencia de corte. El dispositivo 12 de visualización de cristal líquido también puede utilizarse para visualizar otros parámetros del sistema. El interruptor 11 de potencia se utiliza para encender la unidad. Mientras está calentándose, se ilumina la luz 13 de "espera". Cuando está listo para el funcionamiento, el indicador 14 de "preparado" se ilumina y la luz de espera se apaga. Si la unidad ha de suministrar la potencia máxima, se presiona el botón 15 MAX. Si se desea una potencia menor, se activa el botón 17 MIN. Esto desactiva automáticamente el botón MAX. El nivel de potencia cuando está activo MIN se ajusta mediante el botón 16.

Cuando se aplica potencia a la pieza de mano ultrasónica mediante el funcionamiento de cualquier interruptor 34 ó 40, el conjunto provocará que la cuchilla o bisturí quirúrgico vibre longitudinalmente a aproximadamente 55,5 kHz, y la cantidad de movimiento longitudinal variará proporcionalmente a la cantidad de potencia (corriente) de accionamiento aplicada, como se selecciona de manera ajustable por el usuario. Cuando se aplica una potencia de corte relativamente alta, la cuchilla está diseñada para moverse longitudinalmente en el intervalo de aproximadamente 40 a 100 micrómetros a la tasa de vibración ultrasónica. Tal vibración ultrasónica de la cuchilla generará calor a medida que la cuchilla entra en contacto con el tejido, es decir, la aceleración de la cuchilla a través del tejido convierte la energía mecánica de la cuchilla moviéndose en energía térmica en un área muy estrecha y localizada. Este calor localizado crea una zona estrecha de coagulación, que reducirá o eliminará el sangrado en vasos pequeños, tales como los de menos de un milímetro de diámetro. La eficacia de corte de la cuchilla, así como el grado de hemostasis, variará con el nivel de potencia de accionamiento aplicada, la tasa de corte o fuerza aplicada por el cirujano a la cuchilla, la naturaleza del tipo de tejido y la vascularidad del tejido.

Como se ilustra con más detalle en la figura 2, la pieza 30 de mano ultrasónica aloja un transductor 36 piezoeléctrico para convertir energía eléctrica en energía mecánica que da como resultado un movimiento de vibración longitudinal de los extremos del transductor. El transductor 36 es de la forma de una pila de elementos piezoeléctricos con un punto de movimiento nulo ubicado en algún punto a lo largo de la pila. La pila del transductor está montada entre dos cilindros 31 y 33. Además está unido un cilindro 35 al cilindro 33, que a su vez está montado en el alojamiento en otro punto 37 de movimiento nulo. También está unida una bocina 38 al punto nulo por un lado y a un acoplador 39 por el otro lado. La cuchilla 32 está fijada al acoplador 39. Como resultado, la cuchilla 32 vibrará en la dirección longitudinal a una tasa de frecuencia ultrasónica con el transductor 36. Los extremos del transductor logran

movimiento máximo con una parte de la pila constituyendo un nodo sin movimiento, cuando se acciona el transductor con corriente máxima a la frecuencia resonante del transductor. Sin embargo, la corriente que proporciona el movimiento máximo variará con cada pieza de mano y es un valor almacenado en la memoria no volátil de la pieza de mano por lo que el sistema puede utilizarlo.

- 5 Las partes de la pieza de mano están diseñadas de manera que la combinación oscilará a la misma frecuencia resonante. En particular, los elementos se sintonizan de manera que la longitud resultante de cada elemento tal es la mitad de la longitud de onda o un múltiplo de la misma. El movimiento de avance y retroceso longitudinal se amplifica a medida que disminuye el diámetro más cercano a la cuchilla 32 de la bocina 38 de montaje acústico. Por tanto, la bocina 38 así como la cuchilla/acoplador están conformados y dimensionados para amplificar el movimiento de la cuchilla y proporcionar vibración armónica en resonancia con el resto del sistema acústico, lo que produce el máximo movimiento de avance y retroceso del extremo de la bocina 38 de montaje acústico cercana a la cuchilla 32. Se amplifica un movimiento de 20 a 25 micrómetros en la pila del transductor mediante la bocina 38 a un movimiento de la cuchilla de aproximadamente 40 a 100 micrómetros.

- 15 El sistema que crea la señal eléctrica ultrasónica para accionar el transductor en la pieza de mano se ilustra en la figura 3A y la figura 3B. Este sistema de accionamiento es flexible y puede crear una señal de accionamiento con un ajuste de nivel de potencia y a una frecuencia deseados. Se utiliza un DSP 60 o microprocesador en el sistema para supervisar los parámetros de potencia y frecuencia de vibración apropiados así como provocar que se proporcione el nivel de potencia apropiado en cualquiera de los modos de funcionamiento de corte o coagulación. El DSP 60 o microprocesador también almacena programas informáticos que se utilizan para realizar pruebas de diagnóstico sobre componentes del sistema, tales como el transductor/cuchilla.

- 20 Por ejemplo, bajo el control de un programa almacenado en el DSP o microprocesador 60, tal como un algoritmo de corrección de fase, la frecuencia durante el arranque puede ajustarse a un valor particular, por ejemplo, 50 kHz. Pueden entonces provocarse un barrido hacia arriba a una tasa particular hasta que se detecte un cambio en impedancia, indicando la aproximación a la resonancia. Entonces puede reducirse la tasa de barrido de modo que el sistema no supere la frecuencia de resonancia, por ejemplo, 55 kHz. La tasa de barrido puede lograrse haciendo el cambio de frecuencia en incrementos, por ejemplo, 50 ciclos. Si se desea una tasa más lenta, el programa puede disminuir el incremento, por ejemplo, a 25 ciclos que puede basarse de manera adaptativa tanto en la fase como en la magnitud de impedancia del transductor medidas. Por supuesto, puede lograrse una tasa más rápida aumentando el tamaño del incremento. Además, la tasa de barrido puede cambiarse cambiando la tasa a la que se actualiza el incremento de frecuencia.

- 30 Si se sabe que hay un modo resonante no deseado, por ejemplo, digamos 51 kHz, el programa puede provocar que se barra la frecuencia hacia abajo, por ejemplo, desde 60 kHz, para encontrar la resonancia. También, el sistema puede barrer hacia arriba desde 50 kHz y saltar los 51 kHz donde está ubicada la resonancia no deseada. En cualquier caso, el sistema tiene un alto grado de flexibilidad.

- 35 En funcionamiento, el usuario ajusta un nivel de potencia particular que ha de utilizarse con el instrumento quirúrgico. Esto se realiza con el interruptor 16 de selección de nivel de potencia en el panel frontal de la consola. El interruptor genera señales 150 que se aplican al DSP 60. El DSP 60 visualiza entonces el nivel de potencia seleccionado enviando una señal sobre la línea 152 (figura 3B) a la pantalla 12 del panel frontal de la consola.

- 40 Para provocar realmente que vibre la cuchilla quirúrgica, el usuario activa el interruptor 40 de pie o el interruptor 34 de la pieza de mano. Esta activación coloca una señal sobre la línea 154 de la figura 3A. Esta señal es efectiva para provocar que se entregue potencia desde el amplificador 78 en contrafase hasta el transductor 36. Cuando el DSP o microprocesador 60 ha conseguido bloquear la frecuencia de resonancia del transductor de la pieza de mano y se ha aplicado satisfactoriamente potencia al transductor de la pieza de mano, se coloca una señal de accionamiento de audio sobre la línea 156. Esto provoca que suene una indicación de audio en el sistema, lo que comunica al usuario que está entregándose potencia a la pieza de mano y que el bisturí está activo y en funcionamiento.

- 45 Para obtener las mediciones de impedancia y mediciones de fase, se utilizan el DSP 60 y los otros elementos del circuito de la figura 3A y 3B. En particular, el amplificador 78 en contrafase entrega la señal ultrasónica a un transformador 86 de potencia, que a su vez entrega la señal sobre una línea 85 en el cable 26 a los transductores 36 piezoeléctricos en la pieza de mano. La corriente en la línea 85 y la tensión sobre esa línea se detectan mediante el circuito 88 de detección de corriente y el circuito 92 de detección de tensión. Las señales de detección de corriente y tensión se envían al circuito 122 de tensión promedio y al circuito 120 de corriente promedio, respectivamente, que toman los valores promedio de estas señales. La tensión promedio se convierte mediante un conversor 126 analógico-digital (ADC) a un código digital que se introduce al DSP 60. Asimismo, la señal de corriente promedio se convierte mediante un conversor 124 analógico-digital (ADC) en un código digital que se introduce al DSP 60. En el DSP se calcula la relación de tensión con corriente de manera continua para dar los valores de impedancia presente a medida que se cambia la frecuencia. Se produce un cambio significativo en impedancia a medida que se aproxima la resonancia.

Las señales de detección 88 de corriente y detección 92 de tensión también se aplican a respectivos detectores 100, 102 de cruce por cero. Estos producen un pulso cuando las respectivas señales cruzan el cero. El pulso del detector

100 se aplica a la lógica 104 de detección de fase, que puede incluir un contador que se inicia por esa señal. El pulso del detector 102 se aplica asimismo al circuito 104 lógico y puede utilizarse para detener el contador. Como resultado, la cuenta que se alcanza por el contador es un código digital sobre la línea 104, que representa la diferencia de fase entre la corriente y la tensión. El tamaño de esta diferencia de fase es también una indicación de la resonancia. Estas señales pueden utilizarse como parte de un bucle de bloqueo de fase que provoca que la frecuencia del generador se bloquee en la resonancia, por ejemplo, comparando la delta de fase con un punto de ajuste de fase en el DSP para generar una señal de frecuencia para un circuito 128 de síntesis digital directa (DDS) que acciona el amplificador 78 en contrafase.

Además, pueden utilizarse los valores de fase e impedancia según se indicó anteriormente en una fase de diagnóstico de funcionamiento para detectar si la cuchilla está suelta. En tal caso el DSP no busca establecer bloqueo de fase en resonancia, sino en su lugar acciona la pieza de mano en frecuencias particulares y mide la impedancia y fase para determinar si la cuchilla está apretada.

La figura 4A es una ilustración esquemática de un conjunto de circuitos de accionamiento del transductor de un transformador 86 de potencia de la figura 3B. El transductor se representa por un circuito eléctrico equivalente con los componentes  $C_o$ ,  $L_s$ ,  $C_s$ , y  $R_s$  que forman un circuito equivalente del transductor Tequiv, donde  $C_o$  es un condensador en paralelo y representa la capacitancia eléctrica de los elementos piezoeléctricos del transductor 36 piezoeléctrico mostrado en la figura 2.

$L_s$ ,  $C_s$  y  $R_s$  son un equivalente eléctrico del sistema mecánico global y representan en conjunto la rama mecánica.  $L_s$  es la masa efectiva del sistema,  $C_s$  es la elasticidad efectiva y  $R_s$  representa pérdidas mecánicas asociadas con la fricción, disipación de material interna y/o la potencia entregada al tejido.

La bobina  $L_t$  está adaptada a la capacitancia  $C_o$  en paralelo en la resonancia del sistema ultrasónico, tal como aproximadamente 55,5 kHz. Por tanto,  $L_t$  y  $C_o$  se cancelan eléctricamente entre sí en la frecuencia resonante. Como resultado, toda la corriente de accionamiento fluirá a través de la rama mecánica. Esto ayuda a garantizar que la excursión ultrasónica del transductor es principalmente proporcional a la corriente de accionamiento.

Las dos resistencias  $R_p/2$  suman en serie una resistencia  $R_p$ . Esta resistencia ayuda a establecer un límite superior de la impedancia global del circuito de salida, y también establece un límite superior para la tensión de accionamiento. En realizaciones preferidas,  $R_p$  es una resistencia relativamente grande. En resonancia, la combinación en paralelo de  $R_p$  y  $R_s$  es efectivamente  $R_s$ , porque  $R_s$  es mucho menor que  $R_p$ , incluso cuando se coagula y se corta tejido.

La combinación en serie de los condensadores  $C_v1$  y  $C_v2$  forma un divisor de tensión. Juntos estos condensadores reducen la alta tensión que normalmente acciona el transductor a un nivel que es apropiado para el procesamiento de señal por circuitos integrados (no mostrados). Un transformador  $V_t$  acopla la tensión reducida al conjunto de circuitos de realimentación (detección 92 de tensión de la figura 3B) y también proporciona aislamiento entre el conjunto de circuitos de accionamiento y los otros conjuntos de circuitos del generador.

Se proporciona una pequeña caída de tensión a través de la combinación en serie de las resistencias  $R_3$  y  $R_4$ . En la realización preferida, la combinación en serie es una resistencia relativamente baja del orden de ohmios. La caída de tensión a través de  $R_3$  y  $R_4$  es proporcionar a la corriente de accionamiento. Esta tensión se proporciona al conjunto de circuitos de realimentación (detección 88 de corriente de la figura 3B) a través de un transformador  $I_T$ , que también aísla el conjunto de circuitos de accionamiento del resto del conjunto de circuitos del generador. Esta señal representa corriente en los algoritmos de control implementados en el generador.

$R_1$  y  $R_2$  se utilizan para establecer un nivel de impedancia mínima para el conjunto de circuitos de control para uso en los algoritmos de control. La resistencia se divide entre los dos brazos  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  de salida del transformador de potencia para ayudar a mitigar la radiación electromagnética y la corriente de fuga.

La figura 4 ilustra una memoria 400 no volátil en la funda del efector de extremo según la invención. La memoria 400 se proporciona de manera ventajosa en la funda del efector de extremo par reducir la complejidad innecesaria en configuraciones de aislamiento eléctrico que contribuyen a aumentos de coste, complicaciones en cuestiones de ruido de cruce, y afecta de manera negativa al rendimiento ergonómico de la pieza 30 de mano. Colocando la memoria 400 en la funda del efector de extremo, se consigue fácilmente un aislamiento eléctrico adecuado del conjunto de circuitos en la memoria 400 de la pieza 30 de mano, del operador humano de la misma, y del paciente. También, puede reducirse el número de hilos en el cable 26.

La figura 4B es un diagrama que ilustra una memoria 303 no volátil en la parte de asa de la cizalla 300 según la invención. También se muestran ubicaciones alternativas o adicionales para la memoria como la memoria 301 ubicada en la parte de soporte y/o la memoria 302 en la parte de asa de la cizalla 300. La cizalla 300 está unida a la pieza 310 de mano. Los contactos 304 y 305 se encuentran dentro de, fuera, o embebidos en la vecindad del asa o soporte de cizalla y están cableados a la memoria. Estos contactos realizan la conexión con contactos correspondientes dentro de o sobre la pieza de mano para permitir comunicaciones del generador a través de la pieza de mano a la memoria en la cizalla.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la memoria 400 como un bloqueo propietario para impedir el uso inapropiado de la pieza 30 de mano. La memoria 400 puede utilizarse para impedir el uso no autorizado, no intencionado o involuntario del efector de extremo o cuchilla o cizalla con la consola 10 del generador. El uso inapropiado incluye uso peligroso, uso de funcionamiento malo o uso no compatible o uso no aprobado con la consola 10 del generador.

La figura 5A es otro diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la memoria 400 ó 301, 302, ó 303. En esta realización particular del procedimiento según la invención, se pregunta periódicamente a la memoria en la cuchilla o cizalla independientemente de la activación de la pieza de mano, por ejemplo, a intervalos de 10 segundos. Esta realización particular permite generalmente la detección inmediata de cambio de cuchilla y generalmente la detección inmediata del tipo de cuchilla unida. Tal información puede contribuir a funcionalidades de diagnóstico que supervisan la temperatura de la pieza de mano, tasa de temperatura de cambio, y otros parámetros para ajustar disparos y umbrales y permitir la visualización del tipo de cuchilla y de parámetros relacionados en la consola del generador antes de la siguiente activación.

En la etapa 501, se activa la pieza 30 de mano, por ejemplo, presionando el botón 18 sobre la consola 10 del generador para una activación manual de la pieza de mano. En la etapa 503, la consola 10 del generador entonces lee la memoria 400. En la etapa 505, se determina si está presente una cadena de datos propietaria en la memoria 400. La cadena de datos, introducida en la memoria no volátil para todas las piezas de mano autorizadas, está en forma digital o analógica. La cadena de datos también puede ser un efecto de sonido, habla o musical en o bien formato digital o bien analógico. Tener una cadena propietaria apropiada en la memoria 400 significa que el uso de la pieza de mano con la consola 10 del generador está autorizado o autenticado. Si está presente la cadena de datos en la memoria 400, la pieza 30 de mano se habilita o activa mediante la consola 10 del generador (etapa 507). Si la cadena de datos no está presente en la memoria 400 o está presente una cadena de datos no apropiada, la pieza 30 de mano no se habilita (etapa 509), y aparece un mensaje de error sobre el dispositivo 12 de visualización en la consola 10 del generador que indica el uso no autorizado.

En una realización específica según la invención, cuando la consola 10 del generador lee la cadena de datos en la memoria 400, se utiliza un código de redundancia cíclica (CRC) para detectar errores de lectura y/o para autenticar la pieza de mano. Un CRC es un procedimiento matemático que permite detectar errores en largas pasadas de datos con un muy alto grado de precisión. Antes de que se transmitan los datos a través de un teléfono, por ejemplo, el emisor puede calcular un valor CRC de 32 bits a partir del contenido de los datos. Si el receptor calcula un valor CRC diferente, entonces los datos se corrompieron durante la transmisión. La coincidencia de los valores CRC confirma de manera casi segura que los datos se transmitieron intactos.

Según la técnica de autenticación CRC, todo el bloque de datos se trata como un número binario largo que se divide por un número convenientemente pequeño y el resto se utiliza como el valor de comprobación que se añade al final del bloque de datos. La elección de un número primo como el divisor proporciona una detección de errores excelente. El número que representa el bloque completo (datos principales más valor CRC) es siempre un múltiplo del divisor original, por lo que utilizar el mismo divisor siempre da como resultado un nuevo resto de cero. Esto significa que puede utilizarse el mismo proceso de división para comprobar datos entrantes que se utiliza para generar el valor CRC para datos salientes. En el transmisor, el resto es (normalmente) distinto de cero y se envía inmediatamente después de los datos reales. En el receptor, se comprueba todo el bloque de datos y si el resto es cero, entonces se confirma la transmisión de datos.

Un generador CRC de 8 bits puede implementarse en hardware, software o firmware en la memoria 400. Firmware es el software controlador para un dispositivo de hardware, que puede escribirse o programarse en una memoria no volátil (por ejemplo, memoria 400) tal como una EEPROM o ROM (memoria de sólo lectura) flash. El firmware puede actualizarse con un programa flash para la detección y corrección de fallos en el software controlador o para mejorar el rendimiento del dispositivo de hardware. Una EEPROM ejemplar utilizada en la implementación de la invención es el dispositivo de 1 hilo DS2430A de 256 bits organizado como una página de 32 bytes para acceso aleatorio con un registro de aplicación programable una sola vez de 64 bits, que es una parte de la familia iButton™ de dispositivos de hardware disponibles comercialmente de Dallas Semiconductor™.

El siguiente código de software ejemplar en "C" que es un lenguaje de programación comúnmente utilizado en la técnica, ilustra cómo se calcula el CRC de 8 bits cuando se lee la cadena de datos en la memoria 400 para autenticar el uso de la pieza de mano con la consola 10 del generador. Antes del cálculo del CRC de un bloque de datos, primero se inicializa a cero el CRC de 8 bits. Cuando la consola 10 del generador lee los 8 bytes de la cadena de datos en la memoria 400, se calcula un CRC de 8 bits para cada uno de los 8 bytes de la cadena de datos. Si el CRC de 8 bits resultante es igual a cero, entonces se autentifica el uso de la pieza de mano con la consola 10 del generador, y se habilita la pieza de mano. Si el CRC de 8 bits resultante no es igual a cero, entonces no se autentifica el uso de la pieza de mano con la consola 10 del generador, no se habilita la pieza de mano, y aparece un mensaje de error sobre el dispositivo 12 de visualización en la consola 10 del generador que indica el uso no autorizado.

---

**FUNCTION**

**mlan\_CRC8**

**PASSED PARAMETERS**

'data' - data byte to calculate the 8 bit crc from

'crc8' - the current CRC.

**RETURN**

the updated 8-bit CRC.

---

```

/
static uchar crc_table[] =
{
    0, 94, 188,226, 97, 63,221, 131, 194,156,126, 32,163,253, 31, 65
    157,195, 33,127,252,162, 64, 30, 95, 1,227, 189, 62, 96,130,220,
    190,224, 2, 92,223,129, 99, 61,124, 34, 192,158, 29, 67,161,255,
    70, 24,250,164, 39,121,155,197,132,218 56,102,229,187, 89, 7,
    219,133,103,57,186,228, 6, 88, 25, 71, 165,251,120, 38,196,154,
    101, 59,217,135, 4, 90,184,230,167,249, 27, 69,198,152,122,36,
    248,166, 68, 26,153,199, 37,123, 58,100,134,216, 91, 5,231,185
    140,210, 48,110,237,179, 81, 15, 78, 16,242,172, 47,113,147,205,
    17, 79,173,243,112, 46,204,146,211, 141,111, 49,178,236, 14, 80,
    175,241, 19, 77,206,144,114, 44,109, 51,209,143, 12, 82,176,238,
    50,108,142,208, 83, 13,239,177,240,174, 76, 18,145,207, 45,115,
    202,148,118, 40,171,245, 23, 73, 8, 86,180,234,105, 55,213,139,
    87, 9,235,181, 54,104, 138,212,149,203, 41,119,244,170, 72, 22,
    233,183, 85, 11,136,214, 52,106, 43,117,151,201, 74, 20,246,168,
    116, 42,200,150, 21, 75,169,247,182,232, 10, 84,215,137,107,53
};

uchar mlan_CRC8(uchar data, uchar crc8)
{
    return crc_table[crc8 ^ data];
}

```

- 5 Otro código de software a modo de ejemplo se expone a continuación para calcular un CRC de 16 bits para la memoria 400. De manera similar, antes del cálculo del CRC de un bloque de datos, primero se inicializa a cero el CRC de 16 bits. Cuando la consola 10 del generador lee los 16 bytes de la cadena de datos en la memoria 400, se calcula un CRC de 16 bits para cada uno de los bytes 1 a 30 de la cadena de datos, y los resultados se almacenan en los bytes 31 y 32. Después de comparar los resultados, si el CRC resultante es igual a cero, entonces se autentifica el uso de la pieza de mano con la consola 10 del generador, y se habilita la pieza de mano.
- 10 Si el CRC resultante no es igual a cero, entonces no se autentifica el uso de la pieza de mano con la consola 10 del generador, no se habilita la pieza de mano, y aparece un mensaje de error sobre el dispositivo 12 de visualización que indica el uso no autorizado

---

**FUNCTION****mlan\_CRC16****PASSED PARAMETERS****'data'** - current word to add into the CRC**'crc16'** - the current value of the 16 bit CRC**RETURN**new value of the 16 bit CRC

---

/

~~static int oddparity[16] = {0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0};~~

---

```

uint mlan_CRC16(uint data, uint crc16)
{
    data = (data ^ (crc16 & 0xff)) & 0xff;
    crc16 >>= 8;
    if (oddparity[data & 0xf] ^ oddparity[data >> 4])
        crc16 ^= 0xc001;
    data <<= 6;
    crc16 ^= data;
    data <<= 1;
    crc16 ^= data;
    return crc16;
}

```

Además, la cadena de datos en la memoria 400 puede ser un código encriptado que, cuando se descodifica mediante un algoritmo de encriptación correspondiente residente en la consola 10 del generador, proporciona un patrón de datos de respuesta que sirve para autenticar la utilización apropiada de la pieza de mano con la consola. La encriptación se consigue con algoritmos que utilizan una "clave" informática para encriptar y desencriptar mensajes transformando texto u otros datos a una forma digital no reconocible y luego restaurándolo a su forma original. Cuanto más larga sea la "clave", más cálculo se requiere para invadir el código. Para descifrar un mensaje encriptado por fuerza bruta, podría ser necesario probar cada posible clave. Las claves informáticas están hechas de "bits" de información de diversa longitud. Por ejemplo, una clave de 8 bits tiene 256 (2 elevado a la octava potencia) posibles valores. Una clave de 56 bits crea 72 miles de billones de posibles combinaciones. Si la clave es de 128 bits de largo, o el equivalente de un mensaje de 16 caracteres en un ordenador personal, un ataque de fuerza bruta sería 4,7 miles de trillones (4.700.000.000.000.000.000) de veces más difícil que invadir una clave de 56 bits. Con la encriptación, se impide generalmente el uso no autorizado de la pieza de mano con la consola 10 del generador, con una rara posibilidad de descifrar el código encriptado para uso no autenticado.

Se registra y almacena un único número de identificación (ID) en la memoria (por ejemplo, memoria 400 ó 301) para cada pieza de mano y cuchilla y cizalla fabricada que sea compatible para su uso con la consola 10 del generador, donde la identidad está garantizada puesto que no hay dos piezas de mano o cuchillas o cizallas iguales. En una realización específica según la invención, la memoria 400 es el dispositivo EEPROM de 1 hilo DS2430A, disponible comercialmente de DALLAS SEMICONDUCTOR™, que almacena un número ID de 64 bits probado y grabado por láser en fábrica para cada pieza de mano fabricada. El número ID puede ser un número de modelo o de familia de modelos, además de ser un número ID de serie único para cada pieza de mano individual. Esto permite que la consola 10 del generador confirme su compatibilidad y posibilidad de uso con la misma, sin requerir una lista de números de serie para ese modelo o familia de modelos. Se almacenan datos de bloqueo de fundición en un protocolo y formato de hardware en la memoria 400 para garantizar la compatibilidad con otros productos de generalmente el mismo protocolo de comunicaciones, por ejemplo, los productos del protocolo MICROLAN™ disponible comercialmente de DALLAS SEMICONDUCTOR™. Esto proporciona de manera ventajosa escalabilidad para proporcionar un sistema con dispositivos quirúrgicos adicionales en una red de área local (LAN) operada sobre generalmente el mismo protocolo de comunicaciones.

La figura 6 y la figura 7 son diagramas de flujo que ilustran el funcionamiento de la memoria 400 ó 301 según la invención para la prevención de errores cuando se utiliza la funda 1100 con la consola 10 del generador. Para prevenir errores al operar la pieza 30 de mano, la memoria 400 ó 301 puede almacenar cierta información de diagnóstico que la consola 10 del generador puede utilizar al determinar si el funcionamiento de la pieza 30 de mano debería deteriorarse o deshabilitarse. Por ejemplo, la memoria 400 ó 301 puede almacenar información tal como límites sobre el tiempo que la pieza de mano está active, el número de activaciones dentro de un periodo de tiempo, el número de cuchillas defectuosas utilizadas, temperatura de funcionamiento, tasa de cambio de temperatura permisible, y cualquier otra característica de rendimiento tal como, por ejemplo, las enumeradas en la Tabla 1. Los expertos en la técnica pueden apreciar que pueden almacenarse otras características de prevención de errores, diagnóstico y rendimiento en la memoria 400 ó 301. Características de rendimiento ejemplares que pueden almacenarse en la memoria 400 ó 301 (según se muestra en la Tabla 1) incluyen información de tipo de dispositivo quirúrgico y datos de revisión (fila 1 de Tabla 1), punto de ajuste de corriente (fila 2), capacitancia del transductor (fila 3), capacitancia del cable (fila 4), margen de fase para la pieza de mano equipada con punta de prueba o efector de extremo (fila 5), frecuencia resonante (fila 6), procedimientos de funcionamiento restantes (fila 7), límite o umbral inferior sobre la frecuencia de funcionamiento (fila 8), límite o umbral superior sobre la frecuencia de funcionamiento (fila 9), potencia de salida máxima (fila 10), información de control de potencia y autorización (fila 11), impedancia de la pieza de mano (fila 12), información de tiempo de encendido total en niveles de potencia específicos (filas 13 y 14), información de diagnósticos de habilitación/deshabilitación de la pieza de mano (fila 15), códigos de error de la pieza de mano (fila 16), datos de intervalo y cambio de temperatura (filas 17, 18 y 19), límite de carga de exceso de corriente (fila 20), límite de fallo de impedancia alta (fila 21), y datos de comprobación de redundancia cíclica (CRC) (fila 22). También pueden almacenarse en la memoria otras características tales como comportamiento de amortiguación de la cuchilla.

Además, la memoria 400 puede almacenar datos específicos de usuario tales como nombre de usuario, número de seguimiento interno, planificación de calibración, y especificaciones de rendimiento de salida personalizadas. Los datos específicos de usuario pueden manipularse o programarse a través de la consola 10 del generador o inicializarse en el momento en que se fabrica el efector de extremo en la fábrica. Además, la memoria puede utilizarse en conjunción de instrumentos especializados tales como dispositivos de autocalentamiento o *cartery*, homogeneizadores y licuefactores.

TABLA 1

		14	Tiempo de encendido total @ nivel<5		
1.	Bits 1 a 3: tipo de dispositivo	15	Byte nº 1 de etiquetas		
	Bits 4 a 8: revisión				
2	Punto de ajuste de corriente $I_{\text{puntoajuste}}$				
3	Capacitancia del transductor $C_O$				
4	Capacitancia del cable $C_C$				
5	Margen de fase con punta de prueba $Pm_0$				
6	Frecuencia de resonancia $f_{r0}$				
7	Procedimientos permitidos restantes				
8	Límite inferior sobre frecuencia de búsqueda/ bloqueo (desfase a partir de $f_{r0}$ ) $I_{\text{limite inferior}}$	16	Código de error 1 de pieza de mano (el más nuevo)		
		9	Límite superior sobre frecuencia de búsqueda/ bloqueo (desfase a partir de $f_{r0}$ ) $f_{\text{limite superior}}$	Código de error 2 de pieza de mano	
Código de error 3 de pieza de mano					
Código de error 4 de pieza de mano					
Código de error 5 de pieza de mano (el más antiguo)					
10	Potencia de salida máxima @ nivel 5 $W_{\text{max}}$	17	$\Delta C_O$ sobre entrada de temperatura		
11	Bit 1 Variable de control de curva de potencia hacia atrás:  Potencia restringida=1; Potencia descendente=0				
	Bit 2; Restricción única en todos los niveles=1			18	$\Delta C_O$ sobre salida de temperatura
	Restricción diferente para cada nivel de potencia=0			19	Tasa de cambio de $C_O$ Max
	Bit 3: Etiqueta de activación autorizada de pieza de mano	20	Límite de carga excesiva de corriente		
	Bits 4 a 8: no utilizados	21	Impedancia alta con límite de fallo de punta de prueba		
12	Impedancia de la pieza de mano, Re Z	22	CRC de datos		
13	Tiempo de encendido total @ nivel<5				

5 La figura 6A y la figura 7A son diagramas de flujos que ilustran la alerta a un usuario final de cuestiones o dificultades disparada por parámetros almacenados en la memoria de cuchilla/cizalla memoria. En lugar de deteriorar o reducir las capacidades funcionales, lo que puede interrumpir o perjudicar a la capacidad del cirujano de realizar el procedimiento, esta realización particular del procedimiento según la invención permite al usuario final detener manualmente el uso en un punto conveniente en relación con la naturaleza de la alarma y el trabajo quirúrgico inmediatamente entre manos.

Según una realización específica de la invención, una vez que se activa la pieza 30 de mano para su uso, la consola

10 del generador lee la memoria 400 ó 301 (etapa 601) para la información de diagnóstico. En la etapa 603, la consola 10 del generador determina si la temperatura de la pieza 30 de mano está por encima del límite de deficiencia almacenado en la memoria 400. Si es así, la consola 10 del generador entonces ordena a la pieza 30 de mano operar en el modo de deficiencia (etapa 605), por ejemplo, operar por debajo de una cierta frecuencia de vibración o velocidad o en un modo limitado tal como coagulación o corte con el fin de evitar sobrecalentamiento. Si no es así, el control del flujo avanza hasta la etapa 607, en la que la consola 10 del generador determina si la temperatura de la pieza 30 de mano está por encima del límite de deshabilitación almacenado en la memoria 400. Si es así, la consola 10 del generador deshabilita la pieza 30 de mano (etapa 609). Si no es así, el control del flujo avanza hasta la etapa 611, en la que la consola 10 del generador determina si el número de cuchillas defectuosas encontradas dentro de un periodo de tiempo de funcionamiento de la pieza 30 de mano ha superado el límite de deficiencia almacenado en la memoria 400. Si es así, la consola 10 del generador entonces ordena a la pieza 30 de mano operar en el modo de deficiencia (etapa 613), por ejemplo, operar por debajo de una cierta frecuencia de vibración o velocidad o en un modo limitado tal como coagulación o corte con el fin de disminuir la incidencia de provocar que la cuchilla 32 se vuelva defectuosa. El modo de deficiencia en la etapa 613 no es necesariamente el mismo que el modo de deficiencia en la etapa 605, dependiendo del modo óptimo para operar la pieza 30 de mano en las circunstancias con respecto a las etapas 603 y 611.

Si el número de cuchillas defectuosas encontradas no ha superado el límite de deficiencia, el control del flujo se dirige a la etapa 615, en la que la consola 10 del generador determina si el número de cuchillas defectuosas encontradas dentro de un periodo de tiempo ha superado el límite de deshabilitación almacenado en la memoria 400. Si es así, la consola 10 del generador deshabilita la pieza 30 de mano (etapa 609). Si no es así, el flujo del control se dirige, a través de la etapa A, a la etapa 617, en la que la consola 10 del generador determina si el tiempo que la pieza 30 de mano ha estado activa ha superado el límite de deficiencia almacenado en la memoria 400. Si es así, la consola 10 del generador ordena a la pieza 30 de mano operar en un modo de deficiencia, por ejemplo, operar por debajo de una cierta frecuencia de vibración o velocidad o en un modo limitado tal como coagulación o corte. El modo de deficiencia en la etapa 619 no es necesariamente el mismo que el modo de deficiencia en la etapas 605 ó 613, dependiendo del modo óptimo para operar la pieza 30 de mano en las circunstancias con respecto a las etapas 603, 611 y 617.

Si el tiempo que la pieza 30 de mano ha estado activa no ha superado el límite de deficiencia, el control del flujo se dirige a la etapa 621, en la que la consola 10 del generador determina si el tiempo que la pieza de mano ha estado activa ha superado el límite de deshabilitación almacenado en la memoria 400. Si es así, el flujo de control se dirige, a través de la etapa B, a la etapa 609, en la que la consola 10 del generador deshabilita la pieza 30 de mano. Si no es así, el flujo de control avanza hasta la etapa 623, en la que la consola 10 del generador determina si el número de activaciones para la pieza 30 de mano dentro de un periodo de tiempo ha superado el límite de deficiencia almacenado en la memoria 400. Si es así, la consola 10 del generador ordena a la pieza 30 de mano operar en un modo de deficiencia (etapa 625), por ejemplo, operar por debajo de una cierta frecuencia de vibración o velocidad o en un modo limitado tal como coagulación o corte. El modo de deficiencia en la etapa 625 no es necesariamente el mismo que el modo de deficiencia en la etapas 605, 613 ó 619, dependiendo del modo óptimo para operar la pieza 30 de mano en las circunstancias con respecto a las etapas 603, 611, 617 y 623.

Si el número de activaciones para la pieza 30 de mano dentro de un periodo de tiempo no ha superado el límite de deficiencia, el control del flujo se dirige a la etapa 627, en la que la consola 10 del generador determina si el número de activaciones para la pieza 30 de mano dentro de un periodo de tiempo ha superado el límite de deshabilitación almacenado en la memoria 400. Si es así, el flujo de control se dirige, a través de la etapa B, a la etapa 609 en la que la consola 10 del generador deshabilita la pieza 30 de mano. Si no es así, el flujo de control se dirige, a través de la etapa C, a la etapa 601 desde la que se repiten las etapas de proceso según esta realización particular de la invención hasta que se provoca que se deshabilite la pieza 30 de mano.

Los límites de deshabilitación y los límites de deficiencia descritos en el presente documento con respecto a la figura 6 y la figura 7 pueden ser de sustancialmente diferentes criterios para que la consola 10 del generador determine el modo de funcionamiento de la pieza 30 de mano. La memoria 400 puede reiniciarse para diferentes límites de deshabilitación o deficiencia para condiciones de funcionamiento variadas de la pieza 30 de mano. La consola 10 del generador puede asimismo reiniciarse para operar sobre criterios variados para controlar el modo de funcionamiento de la pieza 30 de mano basándose en la información almacenada en la memoria 400.

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la memoria 400 según la invención para reprogramar o actualizar la consola 10 del generador utilizando la pieza 30 de mano. En la etapa 801, la consola 10 del generador realiza pruebas de diagnóstico sobre las funciones de la consola. Se determina en la etapa 803 si alguna función se considera inadecuada, por ejemplo, funciones que necesitan modificarse, deshabilitarse o añadirse. Por ejemplo, puede que se necesite añadir las funciones de prevención de errores descritas en el presente documento con respecto a la figura 6 y la figura 7, o puede que se necesite reinicializar los límites de deficiencia y modos de funcionamiento. Si se determina que ciertas funciones son inadecuadas, el flujo de control se dirige a la etapa 807. En la etapa 807, la consola 10 del generador lee la memoria 400 de la pieza 30 de mano donde se ha almacenado el código de reprogramación en la etapa 800. Utilizando el código de reprogramación leído de la memoria 400, se reprograman las funciones de la consola 10 del generador.

Si se determina en la etapa 803 que las funciones de la consola 10 del generador son adecuadas o la memoria tiene una versión más nueva del programa, entonces la consola 10 del generador dirige el control del flujo a la etapa 805. En la etapa 805 se determina si es necesaria una actualización para la consola 10 del generador. Si es así, el control del flujo se dirige a la etapa 807. En la etapa 807, la consola 10 del generador lee la memoria 400 de la pieza 30 de mano donde se ha almacenado el código de reprogramación o actualización en la etapa 800. Utilizando el código de reprogramación o actualización leído de la memoria 400, se reprograman y actualizan las funciones de la consola 10 del generador. Por ejemplo, si la consola 10 del generador está experimentando dificultades de funcionamiento con una generación o versión específica de la pieza de mano, una actualización de la memoria 400 ordena a la consola 10 del generador permitir su uso con sólo versiones o generaciones más nuevas de la pieza de mano. La memoria 400 también puede almacenar información que incluye la fecha de fabricación, revisión de diseño, código de fabricación, código de lote u otra información relacionada con la fabricación para una agrupación específica de piezas de mano según la generación o versión que tenga dificultades o sea defectuosa en el funcionamiento, desde la que la consola 10 del generador puede reprogramarse o actualizarse para rechazar la activación para su uso con tales piezas de mano.

Además de almacenar código de reprogramación o actualización, la memoria 400 también puede almacenar criterios de rendimiento para operar la pieza 30 de mano con la consola 10 del generador. Por ejemplo, la memoria 400 puede almacenar información de nivel de energía tal como un nivel de energía máximo para accionar la pieza 30 de mano particular, porque, por ejemplo, una pieza de mano relativamente pequeña puede no poder accionarse, en cuanto a niveles de energía, tan intensamente como una pieza de mano relativamente grande para procedimientos quirúrgicos a gran escala. También puede almacenarse información que correlaciona los niveles de energía para el accionamiento de la pieza 30 de mano y el desplazamiento de salida correspondiente en la memoria 400. La consola 10 del generador lee la información de nivel de energía almacenada en la memoria 400 y acciona la pieza 30 de mano según el desplazamiento de salida correspondiente. Además de información de nivel de energía, pueden almacenarse características de señal de accionamiento, tales como tipos de modulación de amplitud en la memoria 400. Utilizando la información almacenada en la memoria 400, la consola 10 del generador y la pieza 30 de mano pueden realizar la prevención de errores descrita en el presente documento con respecto a la figura 6 y la figura 7, y la reprogramación o actualización de la consola 10 del generador descrita en el presente documento con respecto a la figura 8.

Como se describe en el presente documento con respecto a la figura 2 y la figura 3 y en la solicitud de patente europea N.º EP-A-1 199 047, las partes de la pieza 30 de mano en modo de funcionamiento están diseñadas, en general, para oscilar en generalmente la misma frecuencia resonante, donde los elementos de la pieza 30 de mano se sintonizan de modo que la longitud resultante de cada elemento tal es la mitad de la longitud de onda. El microprocesador o DSP 60, utilizando un algoritmo de corrección de fase, controla la frecuencia a la que oscilan las partes de la pieza 30 de mano. Tras la activación de la pieza 30 de mano, la frecuencia de oscilación se ajusta a un valor de arranque o frecuencia resonante nominal tal como 50 kHz que está almacenado en la memoria 400 de la pieza 30 de mano. Se efectúa un barrido de un intervalo de frecuencia entre un punto de barrido de inicio y un punto de barrido de parada, cuyos valores también están almacenados en la memoria 400, bajo el control del DSP 60 hasta la detección de un cambio en impedancia que indica la aproximación a la frecuencia resonante. El cambio en impedancia se refiere a la impedancia de, por ejemplo, un circuito equivalente paralelo para modelar matemáticamente el algoritmo para controlar el funcionamiento de la pieza 30 de mano según lo descrito en la solicitud de patente europea N.º EP-A-1 199 047. Habiendo obtenido la frecuencia resonante, se provoca que las partes de la pieza 30 de mano oscilen a esa frecuencia.

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la pieza 30 de mano según la invención a una frecuencia resonante utilizando información almacenada en la memoria 400. Una vez que se activa la pieza 30 de mano (etapa 901), la consola 10 del generador lee la memoria 400 de la pieza 30 de mano (etapa 903) y recupera la información necesaria para operar la pieza 30 de mano a la frecuencia resonante, que incluye la frecuencia resonante nominal, un intervalo de frecuencia delimitado por un punto de barrido de inicio y un punto de barrido de parada (etapa 905). Se efectúa un barrido de frecuencia en ese intervalo de frecuencia bajo el control del DSP 60 (etapa 907). Se efectúa una detección de la frecuencia resonante en la etapa 909. Si todavía no se ha detectado la frecuencia resonante, el flujo de control vuelve a la etapa 907 en la que se continúa el barrido de frecuencia. Tras la detección de la frecuencia resonante, el flujo de control se dirige a la etapa 911 en la que se provoca que las partes de la pieza 30 de mano oscilen a esa frecuencia resonante.

La figura 10 es un diagrama que ilustra una realización alternativa del funcionamiento de la pieza 30 de mano según la invención a una frecuencia resonante utilizando información almacenada en la memoria 400. En lugar de almacenar los puntos de barrido de inicio y parada de un intervalo de frecuencia para el barrido de frecuencia, la memoria 400 ó 301 almacena la frecuencia resonante nominal y una cantidad de desviación. La consola 10 del generador calcula los puntos de barrido de inicio y parada restando y sumando la cantidad de desviación de la frecuencia resonante nominal, respectivamente. Se añade un margen, que es una cantidad relativamente pequeña más allá de la desviación, a la cantidad de desviación para alcanzar respectivamente los puntos de barrido de inicio y parada del intervalo de frecuencia en el que se lleva a cabo el barrido de frecuencia para buscar una frecuencia resonante. Una vez que se encuentra la frecuencia resonante, se provoca que las partes de la pieza 30 de mano oscilen a esa frecuencia resonante.

Utilizando la figura 9, se ilustra el funcionamiento de la pieza 30 de mano según la invención a una frecuencia resonante utilizando información almacenada en la memoria 400 ó 301 según esta realización particular. Una vez que se activa la pieza 30 de mano (etapa 901), la consola 10 del generador lee la memoria 400 de la pieza 30 de mano (etapa 903) y recupera la información necesaria para operar la pieza 30 de mano a la frecuencia resonante, que incluye la frecuencia resonante nominal, la cantidad de desviación y la cantidad de margen (etapa 905), a partir de la que se calcula en consecuencia un intervalo de frecuencia según lo definido en el presente documento con respecto a la figura 10. La consola 10 del generador calcula los puntos de barrido de inicio y parada restando y sumando la cantidad de desviación de la frecuencia resonante nominal, respectivamente. La cantidad de margen, que es una cantidad relativamente pequeña más allá de la desviación, se añade a la cantidad de desviación para alcanzar respectivamente los puntos de barrido de inicio y parada del intervalo de frecuencia en el que se lleva a cabo el barrido de frecuencia para buscar una frecuencia resonante. El barrido de frecuencia en ese intervalo de frecuencia se efectúa bajo el control del DSP 60 (etapa 907). Se efectúa la detección de la frecuencia resonante en la etapa 909. Si todavía no se ha detectado la frecuencia resonante, el flujo de control vuelve a la etapa 907 en la que se continúa el barrido de frecuencia. Tras la detección de la frecuencia resonante, el flujo de control se dirige a la etapa 911 en la que se provoca que las partes de la pieza 30 de mano oscilen a esa frecuencia resonante.

La memoria 400 para una pieza 30 de mano quirúrgica ultrasónica según la invención está ubicada en la funda del efector de extremo. Como alternativa, el dispositivo de memoria, 301, 302, ó 303, puede estar ubicado en la parte de asa, soporte, o mango de una cizalla o dispositivo similar a una cizalla u otro dispositivo. El dispositivo de memoria 400 también puede estar ubicado en una o más ubicaciones, incluyendo el conector eléctrico, dentro del alojamiento de la pieza 30 de mano, o en una ubicación en línea en el cable 26. Además de ser una EEPROM, la memoria 400 puede ser una o una combinación de una memoria de sólo lectura (ROM), memoria de sólo lectura programable borrrable (EPROM), memoria de acceso aleatorio (RAM) o cualquier otra memoria volátil que se alimente mediante una pila, batería o condensador tal como un supercondensador. La memoria 400 también puede ser una lógica de disposición programable (PAL), disposición lógica programable (PLA), dispositivo de almacenamiento serie analógico, circuito integrado de almacenamiento de sonido o dispositivo similar, o un dispositivo de memoria en conjunción con un dispositivo de manipulación numérica tal como un microprocesador para el fin de encriptación. Además, la memoria 400 puede disponerse en un dispositivo que no sea una pieza de mano que pueda enchufarse en la pieza 30 de mano en sustitución del efector de extremo.

En otra realización adicional, la cuchilla o cizalla o efector de extremo se comunica eléctricamente con el adaptador de interruptor o adaptador en lugar de directamente con la pieza de mano. El adaptador de interruptor transporta la señal directamente o a través de procesamiento intermedio a la pieza de mano, actuando como un puente. Un ejemplo se muestra en la figura 14 en la que el adaptador 2005 de interruptor tiene medios de contacto con la pieza 2000 de mano y con los contactos 2004 de la memoria de la cuchilla. Esta construcción es particularmente útil cuando el adaptador es un adaptador de interruptor y hay insuficiente espacio para el paso de cableado desde la memoria de la cuchilla directamente hasta la propia pieza de mano.

En otra realización, la memoria se comunica con la pieza de mano o con el adaptador a través de acoplamiento electromagnético en lugar de una conexión eléctrica directa. En este procedimiento, se conectan la memoria y electrónica de soporte a una bobina, todo lo cual está montado en o sobre la cuchilla o cizalla o efector de extremo. Un ejemplo se muestra en la figura 15, en la que está ubicada una bobina 1001 en la pieza de mano o el adaptador de interruptor o el adaptador que está situado con una proximidad relativamente cercana a la bobina 1002 de memoria ubicada sobre o en la cuchilla o cizalla. Un circuito en la consola del generador acciona y lee la bobina 1001. De ese modo, se lee y/o escribe la memoria mediante la consola del generador sin el uso de conexiones de hilo directas. Este procedimiento es ventajoso sobre los contactos eléctricos directos porque reduce la complejidad de la fabricación del efector de extremo. También permite leer y/o escribir la memoria de cuchillas o cizallas u otros efectores de extremo que están empaquetados en paquetes estériles que no pueden abrirse cómodamente, pero necesitan conocerse los datos en esa memoria, tal como el número de usos encontrados previamente o para permitir actualizaciones de software sin abrir el paquete estéril.

Las figuras 11, 12 y 13, que utilizan respectivamente una vista isométrica, vista lateral y vista en sección lateral, ilustran una realización particular de la pieza de mano quirúrgica ultrasónica con una memoria no volátil (tal como una EEPROM) en el efector de extremo según la invención.

La EEPROM 400 está embebida dentro de la pieza 30 de mano de plástico o alojamiento de la cuchilla 32 ultrasónica. La EEPROM 400 tiene dos terminaciones con el contacto 1120 de alimentación/datos y el contacto 1110 de tierra. La EEPROM 400 se embebe dentro de la pieza 30 de mano utilizando un proceso de moldeo en el segundo ciclo o inserción. La EEPROM 400 está montada o situada de modo que el contacto 1110 de tierra, que está en contacto con la cuchilla 32, puede cerrar el circuito con el transductor 36 (la figura 4). La otra terminación a través del contacto 1120 de alimentación/datos se moldea en una posición que permite la comunicación por hilo de alimentación o datos desde la pieza 30 de mano hasta la EEPROM 400.

En referencia a la figura 13 en particular, incluido con el contacto 1110 de tierra hay una cuña 1140 de metal que está cableada a la EEPROM 400. El contacto 1110 de tierra, manipulando la cuña 1140 de metal, puede cerrar el circuito con el contacto externo de la cuchilla 32, que está aislada del transductor 36. También incluido con el contacto 1120 de alimentación/datos hay un hilo 1130 de EEPROM que conecta la EEPROM 400 al contacto 1120.

El contacto entre la EEPROM 40 y la pieza 30 de mano puede ser uno momentario que sea lo suficientemente largo para determinar y autentificar la identificación de la cuchilla 32.

5 Aunque la invención se ha mostrado y descrito en particular en detalle con referencia a las realizaciones preferidas de la misma, no se pretende que las realizaciones sean exhaustivas o limiten la invención a las formas precisas dadas a conocer en el presente documento. Los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse muchas modificaciones en forma y detalle sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. De manera similar, cualquier etapa de proceso descrita en el presente documento puede ser intercambiable con otras etapas para conseguir sustancialmente el mismo resultado. Se pretende que todas modificaciones tales estén englobadas dentro del alcance de la invención, que se define mediante las siguientes reivindicaciones.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema para implementar procedimientos quirúrgicos que comprende:  
una pieza (30) de mano quirúrgica ultrasónica que tiene un efector (32) de extremo separable;  
una consola (10) del generador para controlar la pieza de mano, en el que la consola del generador envía una corriente de accionamiento para accionar la pieza de mano que imparte movimiento longitudinal ultrasónico al efector de extremo; y  
una memoria (400) dispuesta con el efector de extremo  
**caracterizado porque** la memoria (400) almacena un límite de deficiencia y un límite de deshabilitación, y en el que la consola (10) ordena a la pieza (30) de mano operar en un modo de alarma si el número de cuchillas defectuosas encontradas en un periodo de tiempo de funcionamiento de la pieza de mano supera el límite de deficiencia, y la consola deshabilita la pieza de mano si el número de cuchillas defectuosas encontradas en el periodo de tiempo supera el límite de deshabilitación;
2. Un sistema según la reivindicación 1, en el que el efector (32) de extremo tiene una funda, y la memoria (400) está dispuesta en la funda del efector de extremo.
3. Un sistema según la reivindicación 1, en el que el efector de extremo se selecciona del grupo que consiste en una cuchilla, cizalla, tijeras y fórceps y la memoria (400) está dispuesta en un asa, un mango o y una parte de soporte del efector de extremo.
4. Un sistema según la reivindicación 1, en el que la memoria (400) está dispuesta de un eje de montaje de la cuchilla del efector de extremo
5. Un sistema según la reivindicación 1, en el que la consola (10) lee información almacenada en la memoria (400) para determinar si está presente una cadena de datos y la pieza (30) de mano se autentifica para su uso con la consola si está presente la cadena de datos.
6. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la memoria (400) almacena un límite de alarma y un límite de deshabilitación, en el que la consola (10) ordena a la pieza (30) de mano operar en un modo de alarma si una temperatura de la pieza de mano supera el límite de alarma, y la consola deshabilita la pieza de mano si la temperatura de la pieza de mano supera el límite de deshabilitación.
7. El sistema de la reivindicación 5, en el que la pieza (30) de mano se autentifica para su uso con la consola (10) utilizando comprobación de redundancia cíclica (CRC) implementada en un firmware programado en la memoria.
8. El sistema de la reivindicación 5, en el que la cadena de datos es un código encriptado, y la pieza (30) de mano se autentifica para su uso con la consola descodificando un algoritmo de encriptación correspondiente en la consola y proporcionando un patrón de datos de respuesta.
9. El sistema de la reivindicación 1, en el que el límite de deficiencia y el límite de deshabilitación se reinician basándose en condiciones de funcionamiento variadas de la pieza (30) de mano.
10. El sistema de la reivindicación 1, en el que la consola (10) se reprograma leyendo un código de reprogramación almacenado en la memoria si se determina que es necesaria una reprogramación de la consola, y la consola se actualiza leyendo un código de actualización almacenado en la memoria si se determina que es necesaria una actualización de la consola.
11. El sistema de la reivindicación 1, en el que la información almacenada en la memoria (400) incluye una frecuencia resonante nominal, un punto de barrido de inicio y un punto de barrido de parada que delimitan un intervalo de frecuencia, por lo que puede efectuarse un barrido de frecuencia bajo el control de la consola en el intervalo de frecuencia para detectar una frecuencia resonante para operar la pieza de mano.
12. El sistema de la reivindicación 1, en el que la información almacenada en la memoria incluye una frecuencia resonante nominal, una cantidad de desviación y una cantidad de margen a partir de las que se calcula un intervalo de frecuencia, por lo que puede efectuarse un barrido de frecuencia bajo el control de la consola en el intervalo de frecuencia para detectar una frecuencia resonante para operar la pieza de mano.
13. El sistema de la reivindicación 1, en el que la memoria (400) consiste en una memoria de sólo lectura programable borrable eléctricamente (EEPROM), memoria de sólo lectura (ROM), memoria de sólo lectura programable borrable (EPROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), lógica de disposición programable (PAL), disposición lógica programable (PLA), dispositivo de almacenamiento serie analógico, circuito integrado de almacenamiento de sonido, un dispositivo de memoria en conjunción con un dispositivo de manipulación numérica que incluye un microprocesador para el fin de encriptación, memoria volátil que se alimenta mediante un dispositivo que consiste en una pila, batería y condensador.

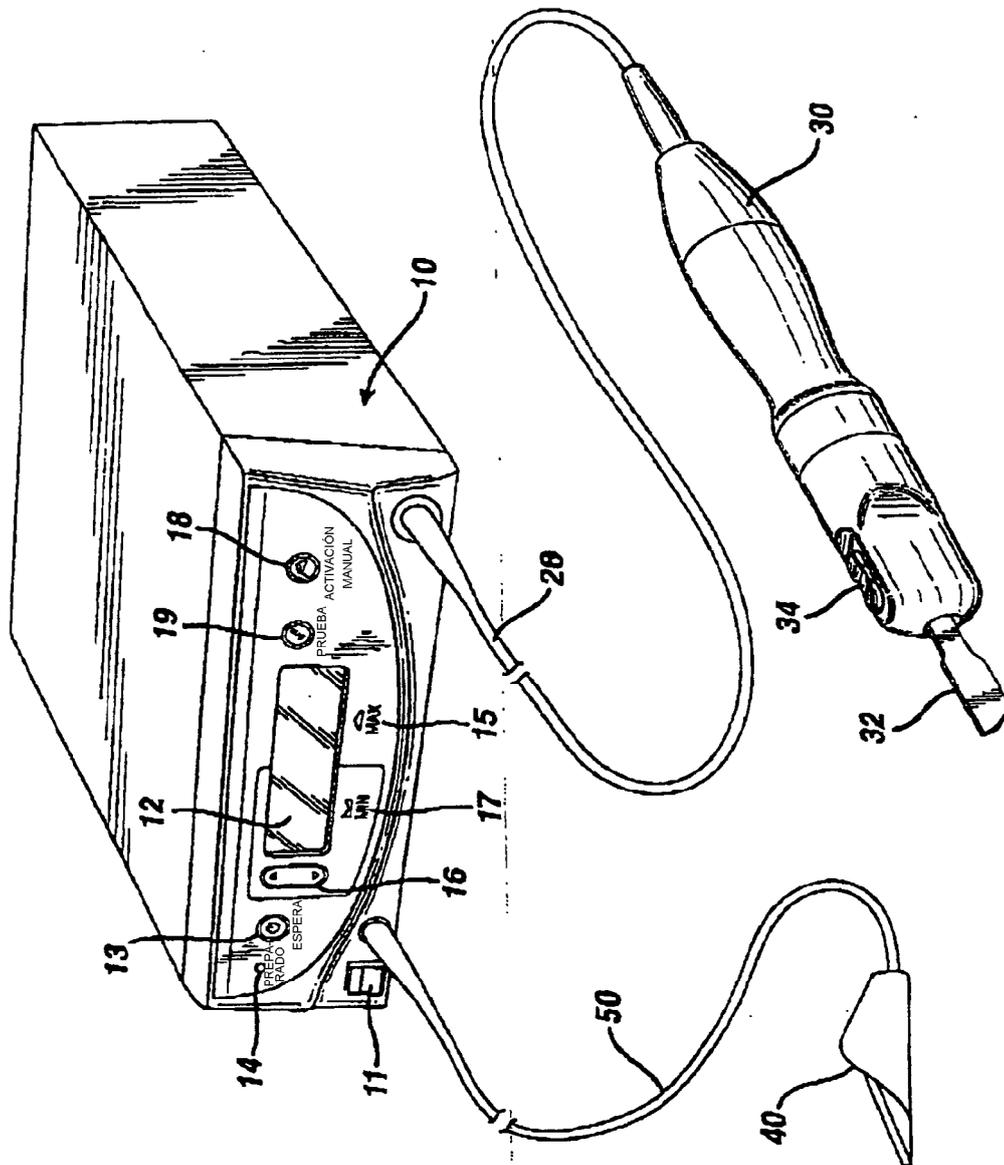
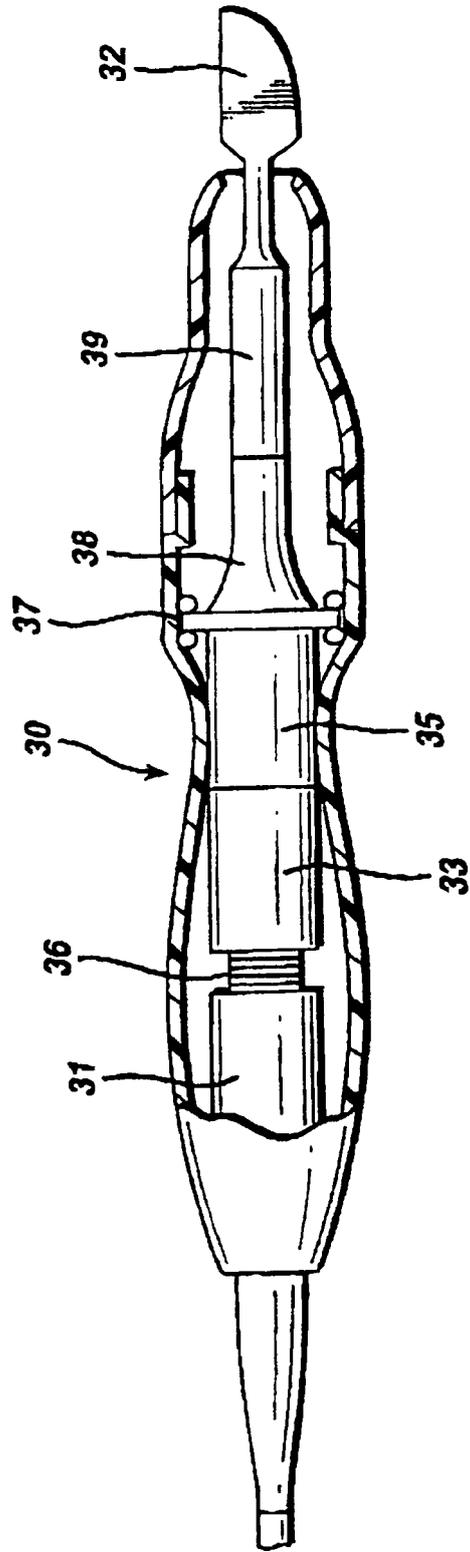
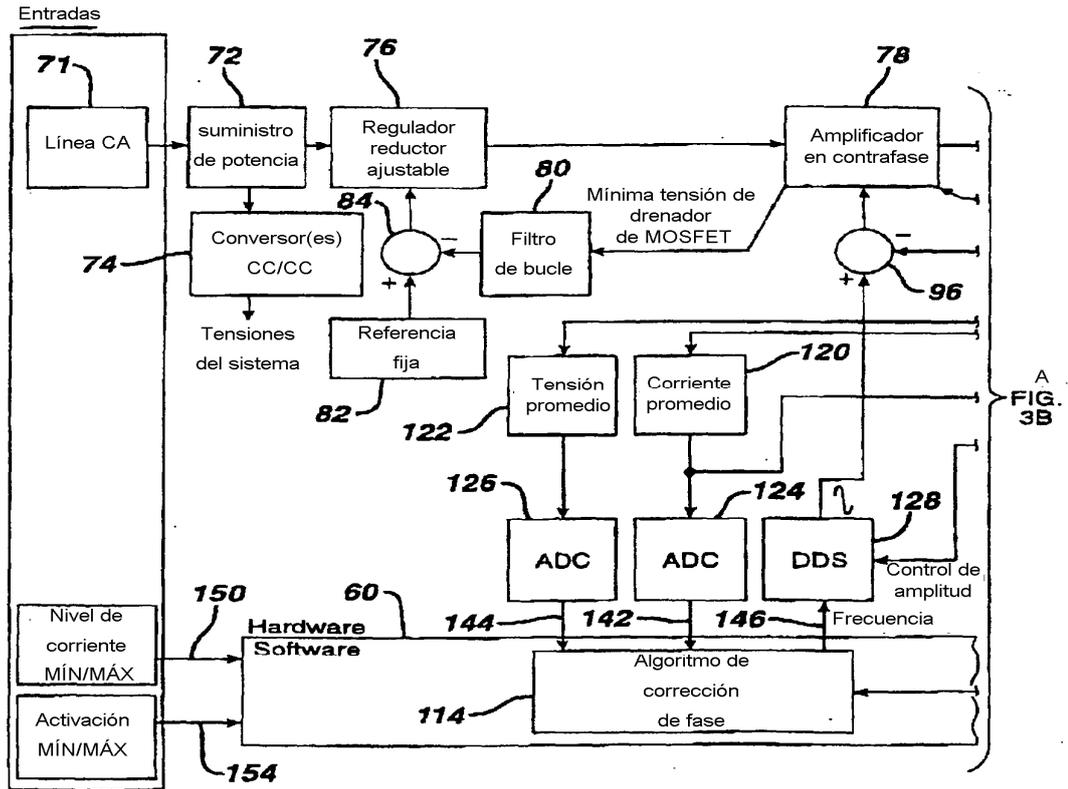


FIG. 1

**FIG. 2**

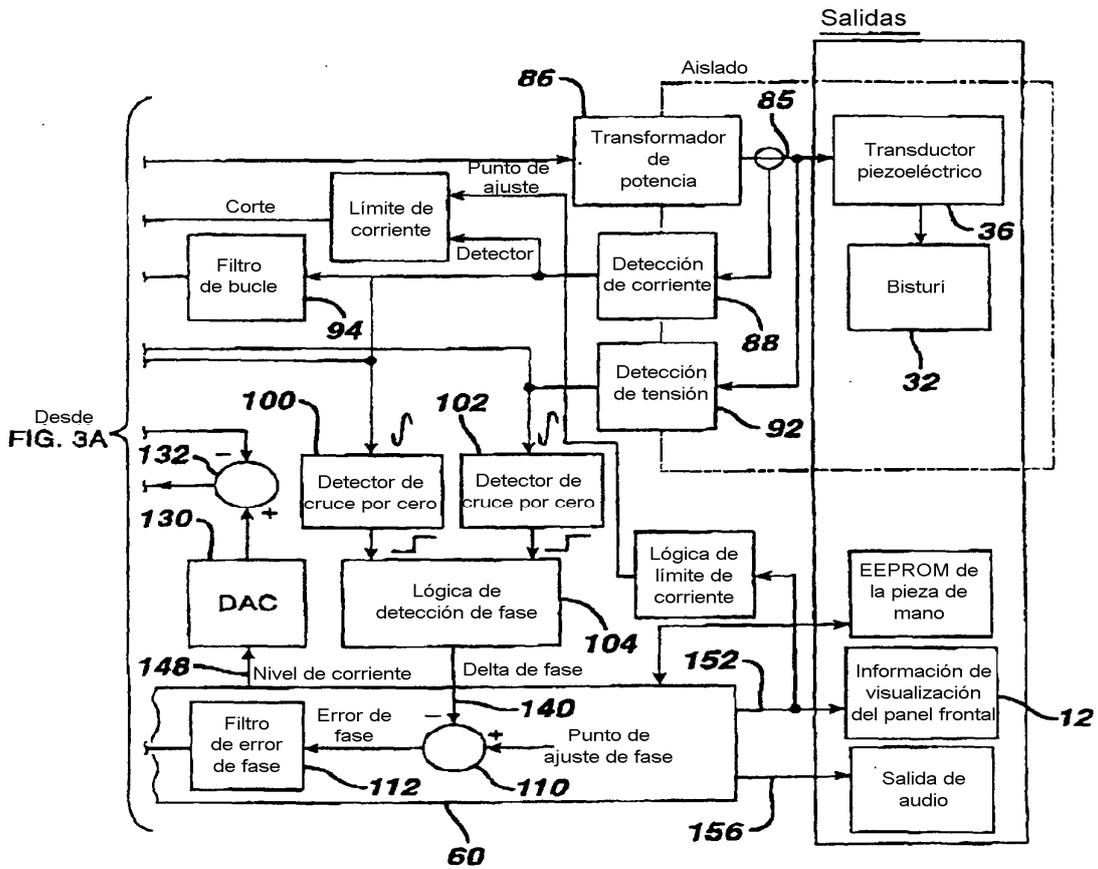


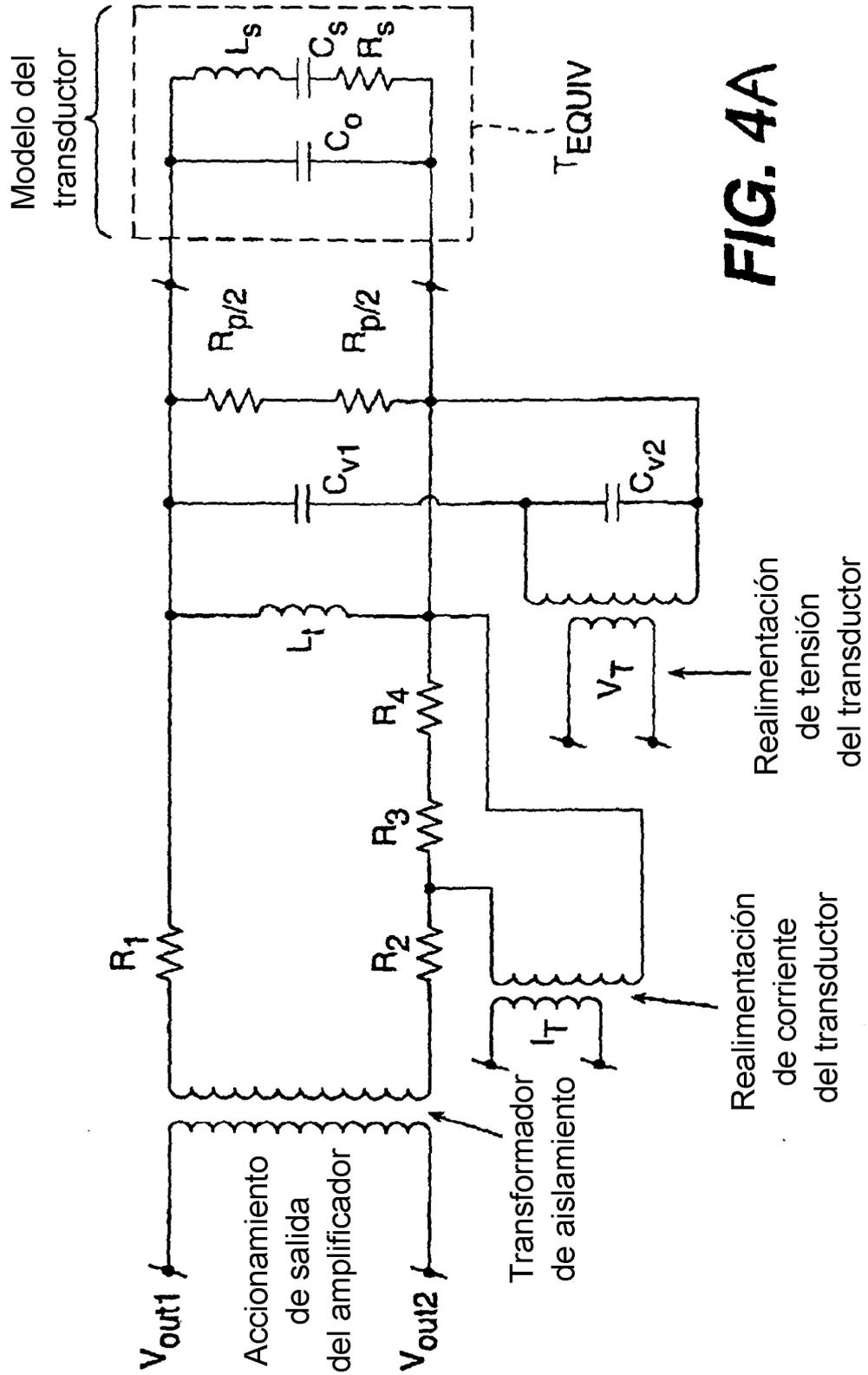
**FIG. 3A**



A  
FIG.  
3B

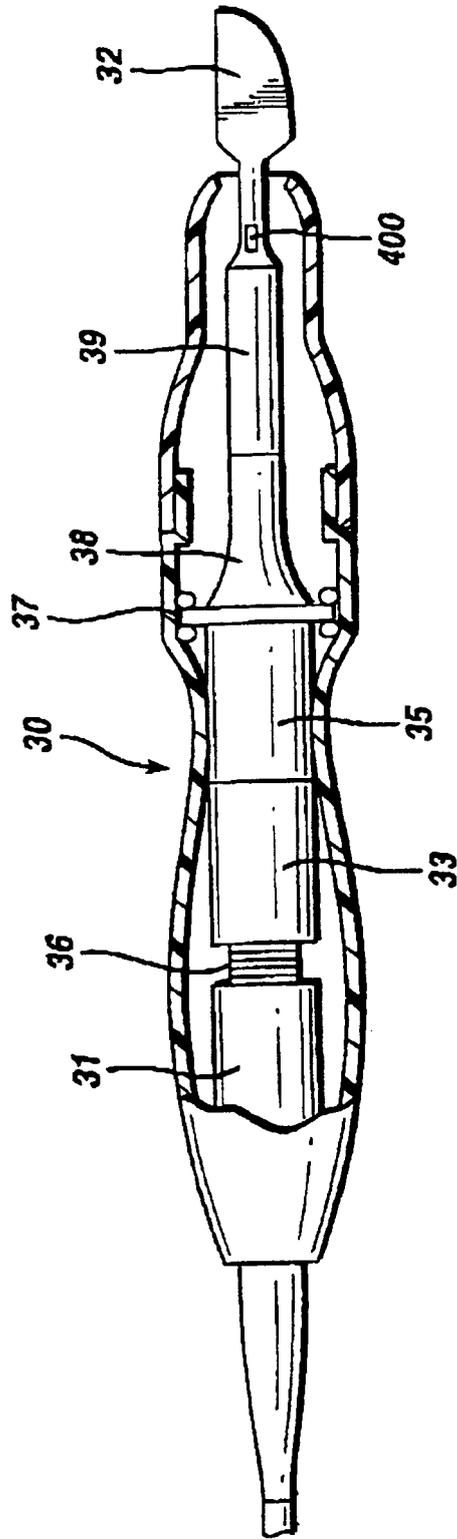
**FIG. 3B**



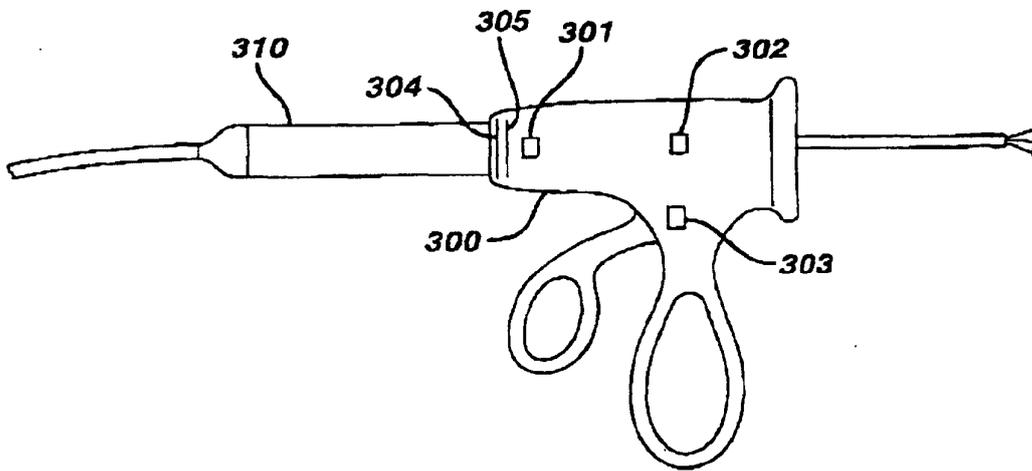


**FIG. 4A**

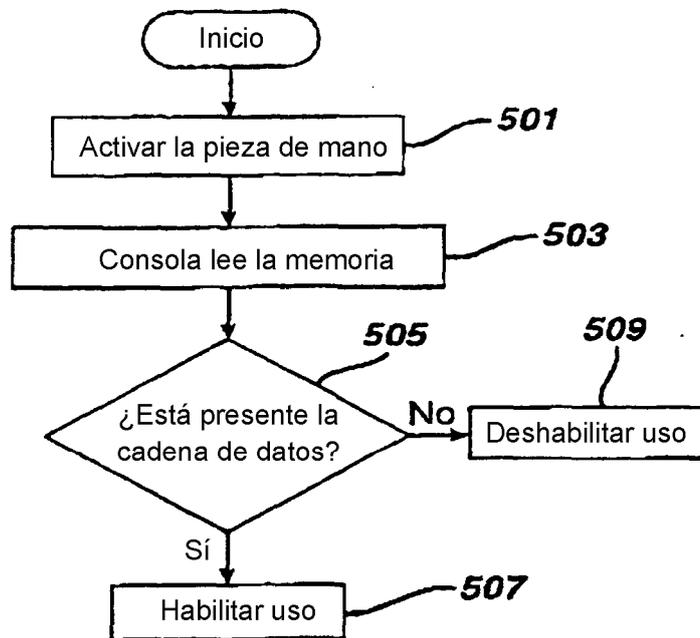
**FIG. 4**



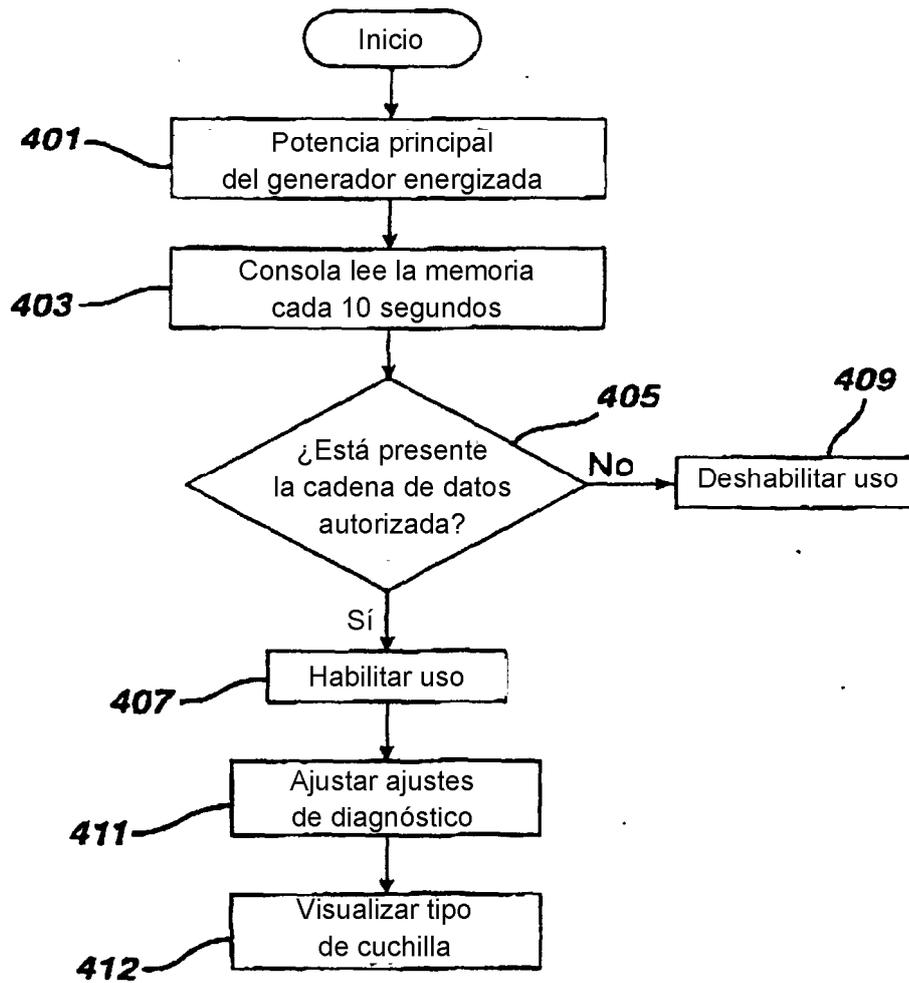
**FIG. 4B**



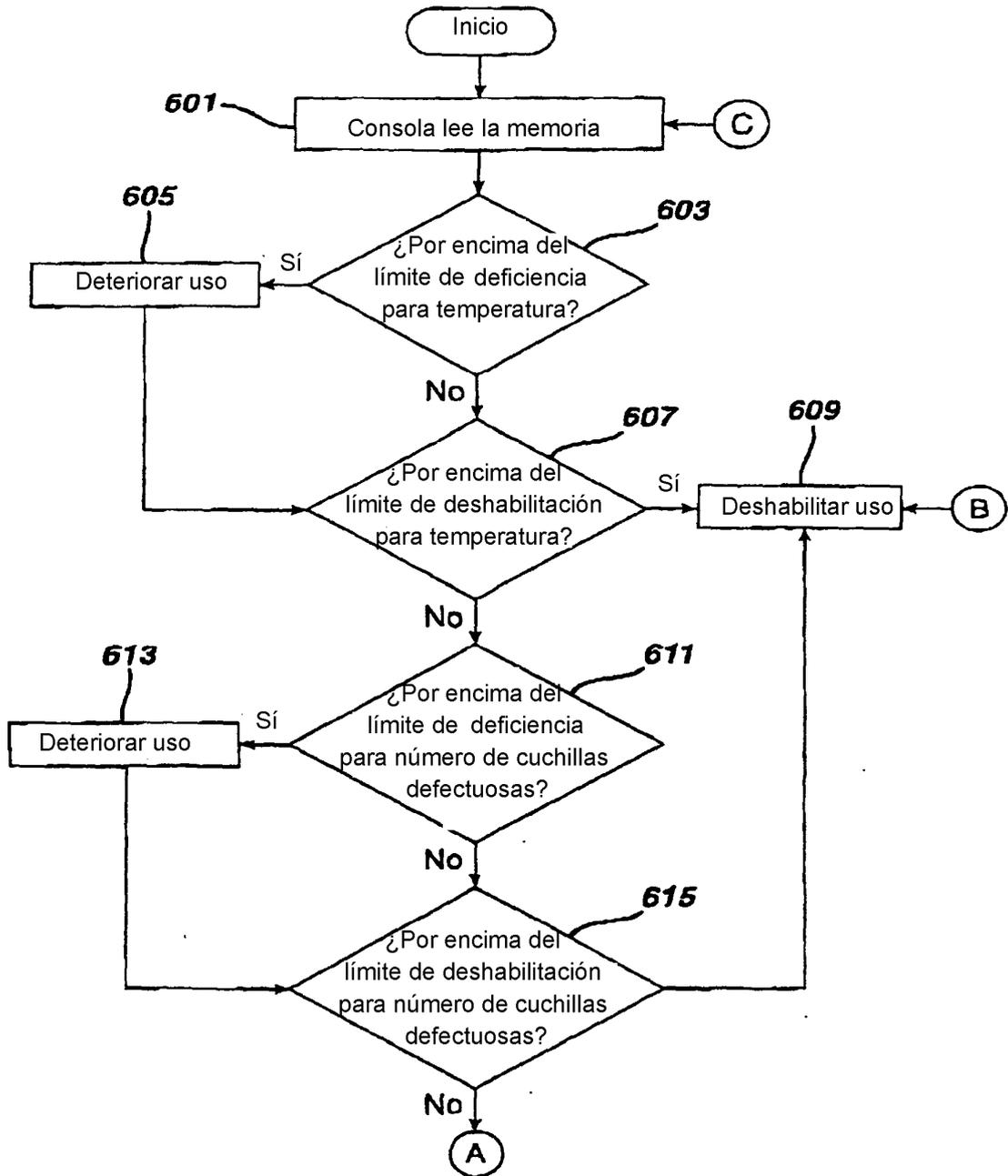
**FIG. 5**



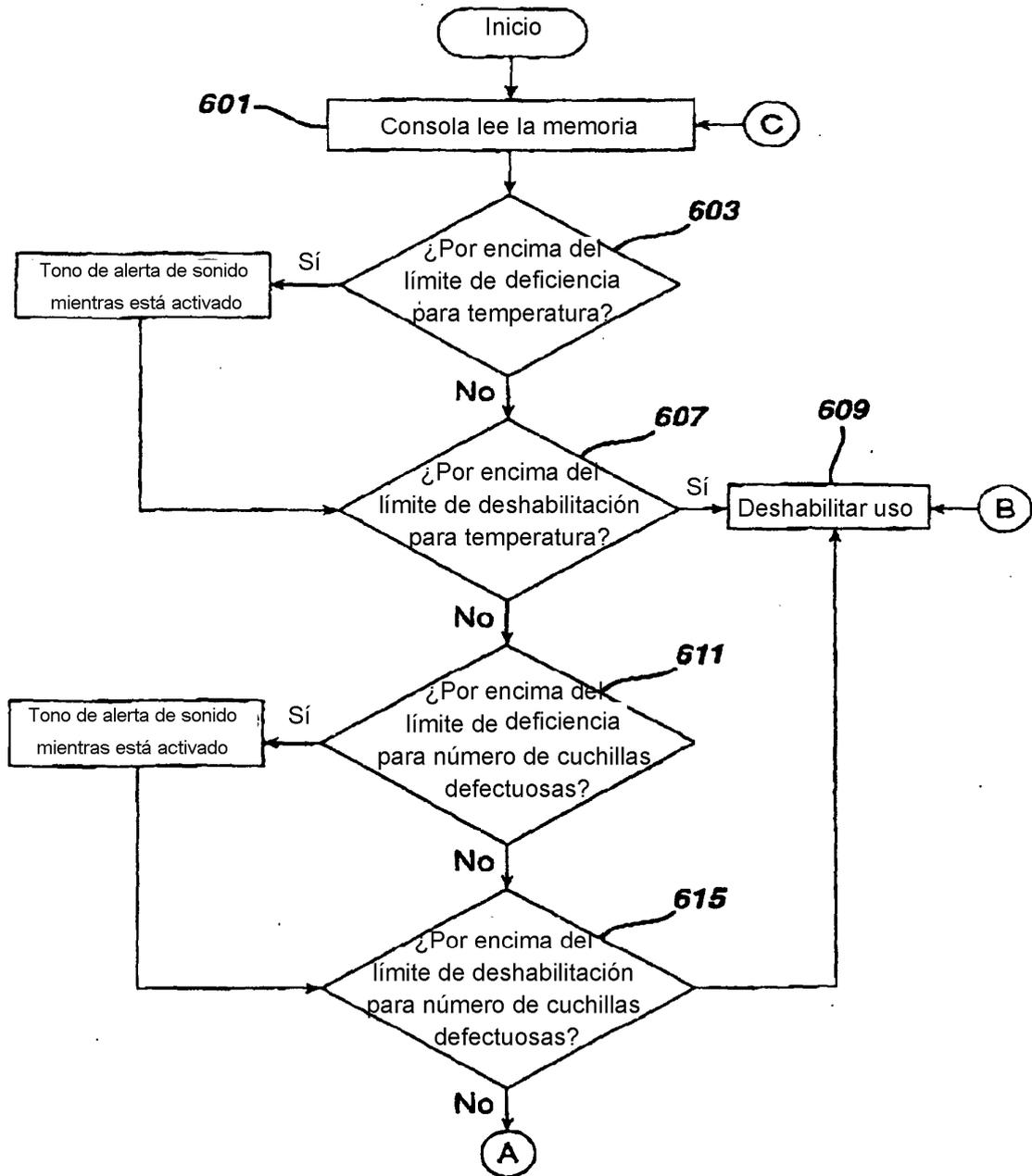
**FIG. 5A**



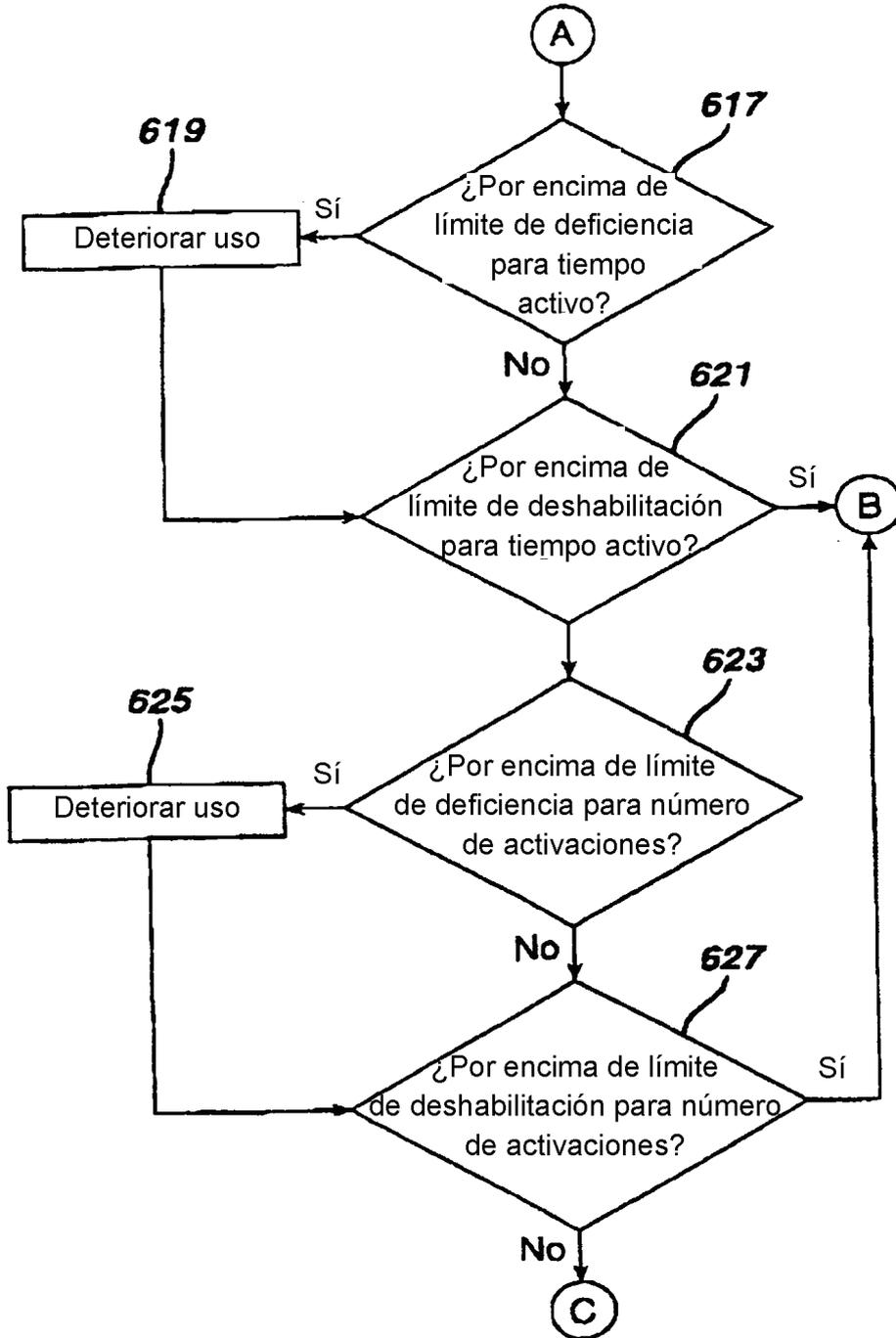
**FIG. 6**



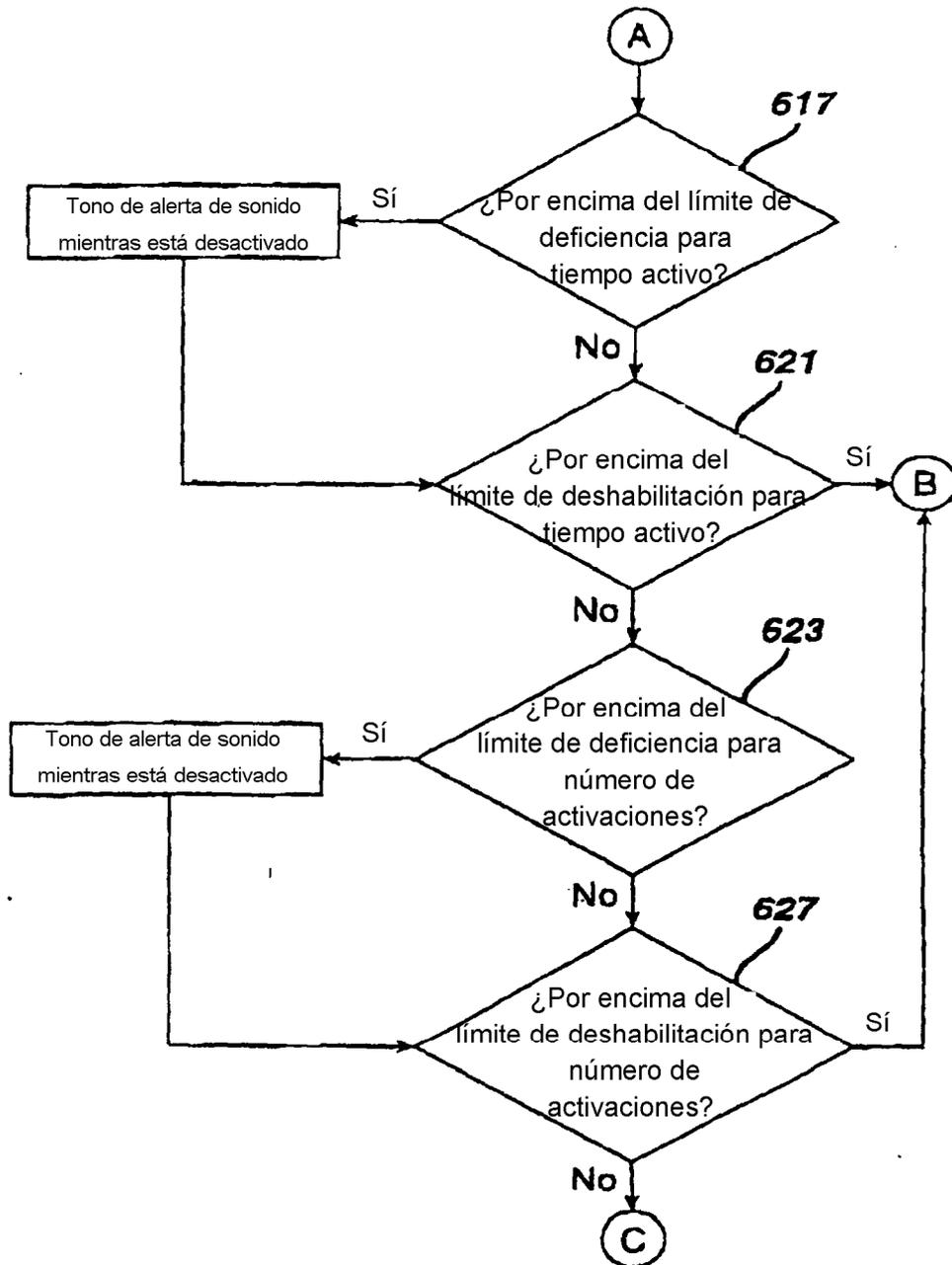
**FIG. 6A**



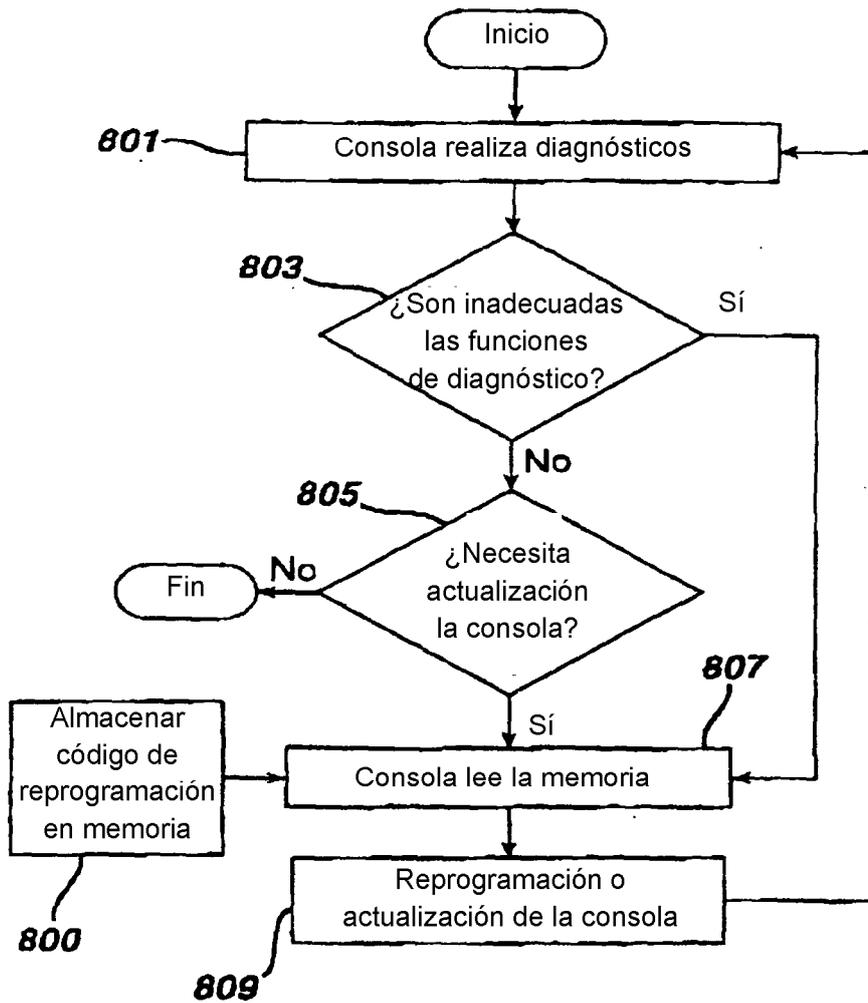
**FIG. 7**



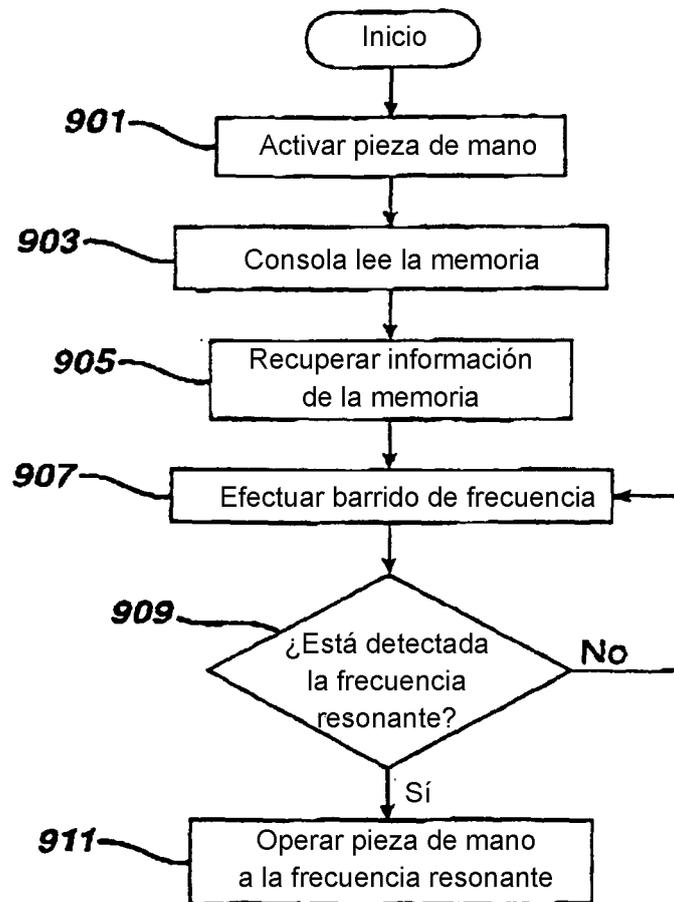
**FIG. 7A**



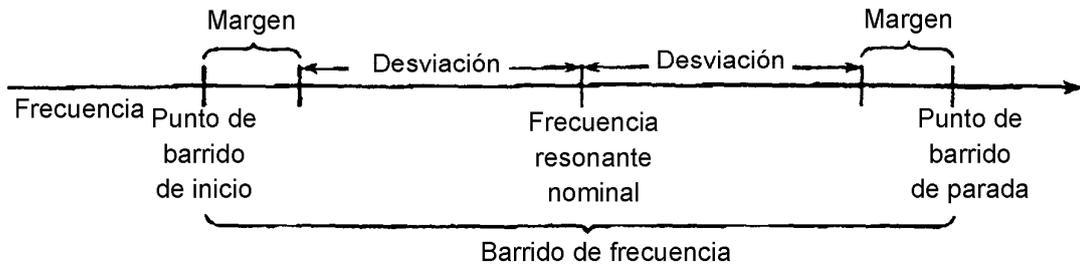
**FIG. 8**



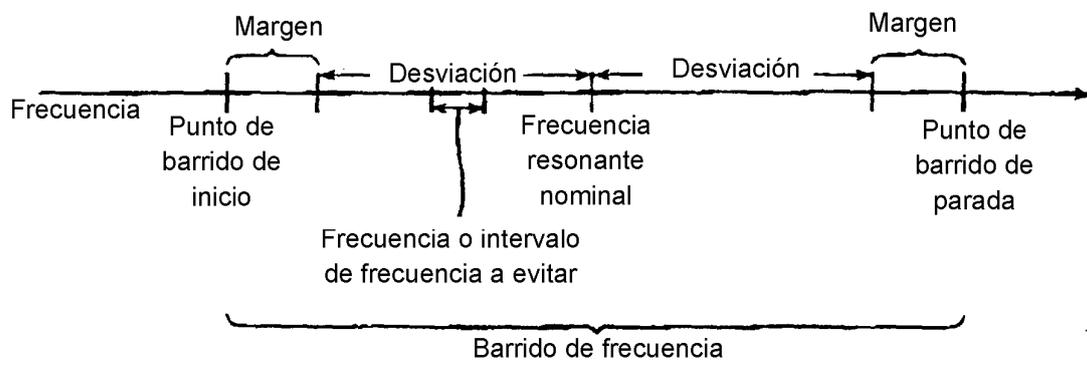
**FIG. 9**

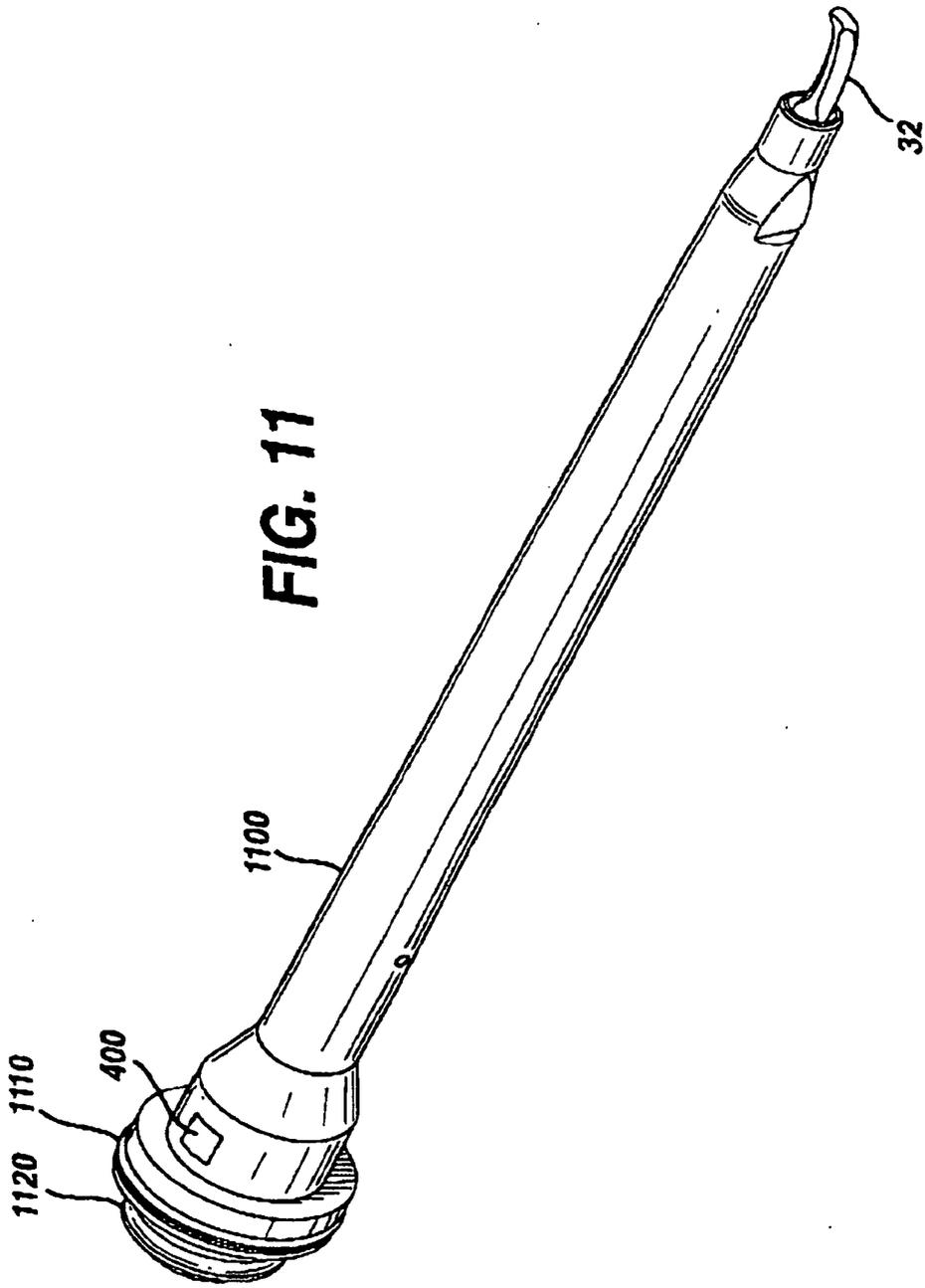


**FIG. 10**

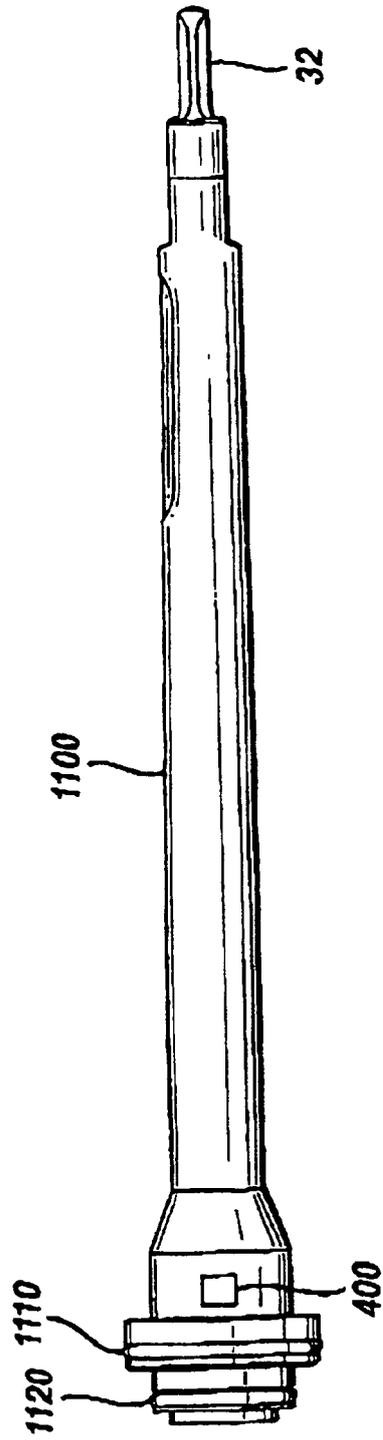


**FIG. 10A**

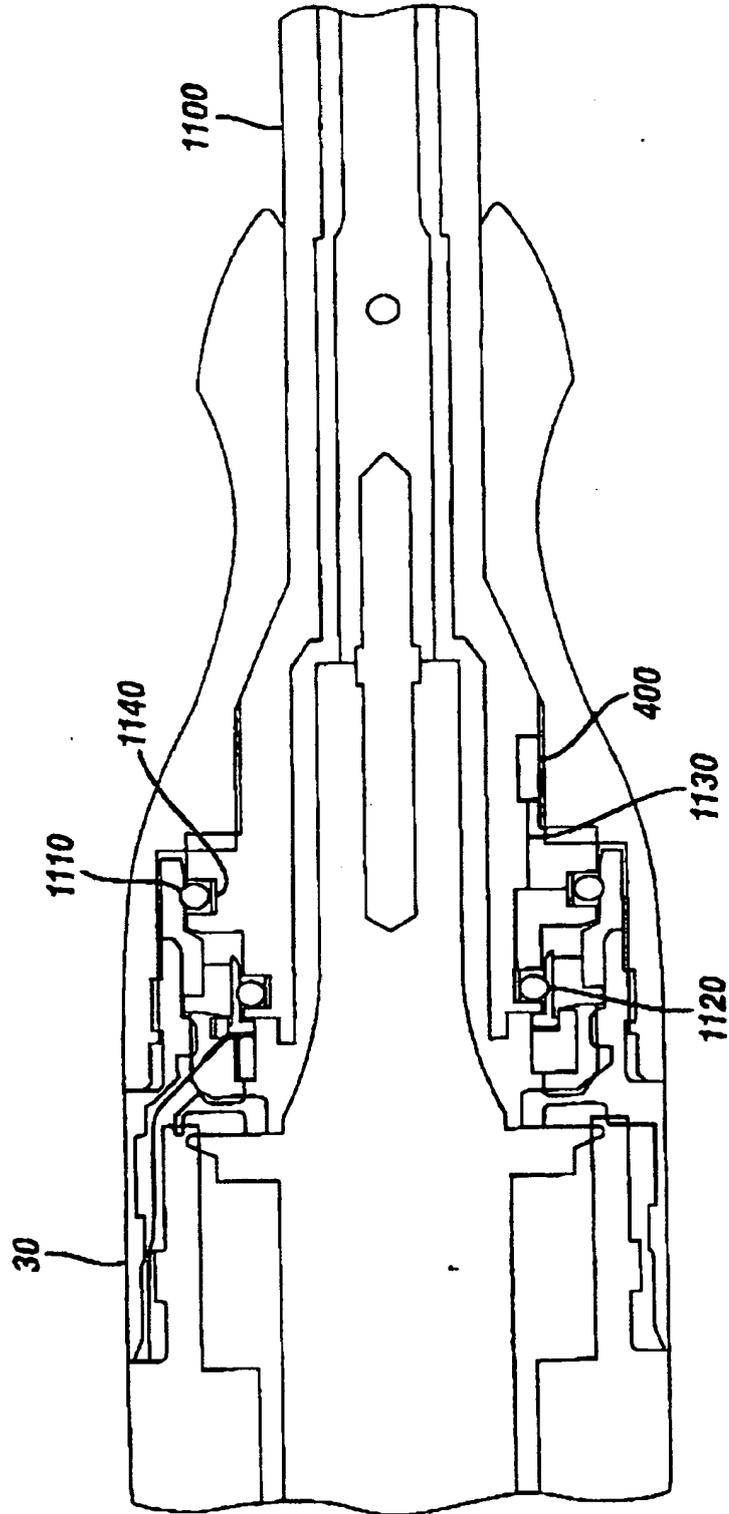




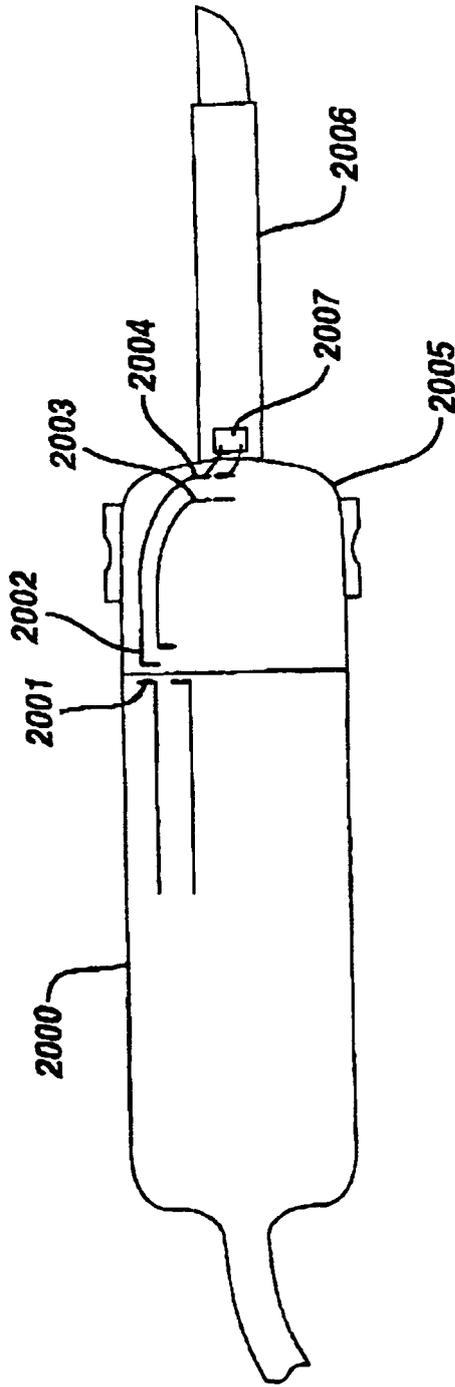
**FIG. 12**



**FIG. 13**



**FIG. 14**



**FIG. 15**

