

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 062**

51 Int. Cl.:
A61B 18/18 (2006.01)
A61N 5/02 (2006.01)
A61B 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09012391 .0**
96 Fecha de presentación: **30.09.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2168521**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.03.2010**

54 Título: **Generador de energía suministrada para ablación de microondas**

30 Prioridad:
30.09.2008 US 241861

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.11.2012

73 Titular/es:
VIVANT MEDICAL, INC. (100.0%)
5920 LONGBOW DRIVE
BOULDER, CO 80301, US

72 Inventor/es:
HALEY, KAYLEN J. y
RICK, KYLE R.

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 062 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

Generador de energía suministrada para ablación de microondas.

ANTECEDENTES**1. Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a sistemas y métodos para llevar a cabo un procedimiento médico, en los que el procedimiento médico incluye la generación y la transferencia de energía desde una fuente de energía hasta un dispositivo que cambia de manera dinámica y, más en particular, la transferencia eficiente de energía a través de un sistema de suministro, medida y control de energía de microondas.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 Durante los procedimientos de ablación por microondas, el rendimiento eléctrico de una sonda de antena de microondas va cambiando durante el transcurso de un tratamiento de ablación. El cambio en el rendimiento puede ser debido al propio dispositivo o bien a cambios en las propiedades del tejido. La habilidad para observar parámetros indicativos del funcionamiento del dispositivo de suministro de energía de microondas y parámetros indicativos de la energía suministrada al tejido proporciona una mejor comprensión de las propiedades individuales de dispositivos de suministro de energía de microondas y de los efectos que estas propiedades tienen en el suministro de energía.

15 La presente descripción muestra el uso de una Herramienta de Investigación de Microondas (MRT, *Microwave Research Tool*) para llevar a cabo ensayos exhaustivos de diferentes dispositivos de suministro de energía de microondas. Se utilizaron diferentes herramientas, algoritmos de control y algoritmos de recogida de datos para variar la entrega de energía de microondas y para monitorizar la efectividad de los dispositivos de ablación y del tamaño de la ablación en el tejido. Los ensayos incluyeron el suministro de energía de microondas como una onda continua y como una onda pulsátil durante un tiempo prefijado a diferentes niveles de energía y con diferentes dispositivos de suministro de energía de microondas. La temperatura del tejido se monitorizó con sensores de temperatura insertados dentro del tejido, la energía suministrada se monitorizó mediante la MRT y se calcularon diferentes parámetros relacionados con el suministro de energía después de cada ensayo.

20 La estimación y/o las medidas del tamaño de ablación y del suministro de energía se utilizaron para comparar el rendimiento y el funcionamiento de diferentes dispositivos de suministro de energía de microondas para entender de manera más completa la ablación, el rendimiento del dispositivo y el efecto del rendimiento sobre la ablación. Esta nueva información se aplicó en la presente descripción a un generador de microondas con algoritmos de control de energía de microondas específicos de dispositivo.

25 El documento US 6.165.173 describe un equipo de necrosis celular que incluye un dispositivo de identificación y de uso para llevar a cabo un protocolo de establecimiento de comunicación encriptado con una fuente de energía para evitar el uso de dispositivos no autorizados con la fuente de energía y de tal manera que la fuente de energía ajuste su nivel de salida de acuerdo con el dispositivo particular conectado.

RESUMEN

30 La presente invención se refiere a un sistema de control y suministro de energía de microondas para ser utilizado al llevar a cabo un procedimiento médico. En una realización, el sistema de microondas genera energía de microondas de acuerdo con un algoritmo de control de energía y proporciona energía de microondas a un tejido. El sistema incluye un generador de microondas configurado para seleccionar un algoritmo de control de energía (programado en el generador de microondas) que corresponde a un dispositivo de suministro de energía de microondas conectado al generador de microondas.

35 El sistema de microondas incluye un módulo de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas configurado para identificar el dispositivo de suministro de energía de microondas conectado al generador de microondas. En la reivindicación 1 se definen características propias adicionales del sistema de microondas de la presente invención. El módulo de identificación del dispositivo de suministro de energía de microondas puede estar configurado para identificar de manera activa el dispositivo de suministro de energía de microondas mediante la identificación de un circuito resistivo de dispositivo de suministro de energía de microondas, un código de barras, un código Azteca, una etiqueta RFID, una memoria que contiene información de identificación de dispositivo y una característica física del dispositivo de suministro de energía de microondas.

40 El módulo de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas también puede estar configurado para identificar de manera pasiva el dispositivo de suministro de energía de microondas mediante la identificación de una impedancia característica, una característica específica de producto o una entrega de energía relacionada con una característica, tal como, por ejemplo, energía transmitida o energía reflejada.

En otra realización, el sistema de microondas puede incluir un módulo de selección de algoritmo de control de

energía para seleccionar un algoritmo de control de energía que corresponda al dispositivo de suministro de energía de microondas conectado.

5 En otra realización más, el sistema de microondas incluye un módulo de selección de algoritmo de control de energía configurado para recibir datos relacionados con el dispositivo de suministro de energía de microondas identificado desde un módulo de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas. El módulo de selección de algoritmo de control de energía puede seleccionar un algoritmo de control de energía que corresponda con un dispositivo de suministro de energía de microondas identificado.

10 Se describe también un método para suministrar energía de microondas que incluye los pasos de: suministrar energía a un dispositivo de suministro de energía de microondas; medir al menos un parámetro relacionado con el suministro de energía; identificar el dispositivo de suministro de energía de microondas a partir del al menos un parámetro; seleccionar un algoritmo de energía que corresponda con el dispositivo de suministro de energía de microondas identificado; y utilizar el algoritmo seleccionado para suministrar energía de microondas a un tejido.

El método no constituye un aspecto de la invención reivindicada.

15 Un método más de la presente descripción incluye los pasos de: suministrar energía a un dispositivo de suministro de energía de microondas; medir al menos un parámetro relacionado con el suministro de energía; identificar el dispositivo de suministro de energía de microondas a partir del al menos un parámetro; seleccionar un algoritmo de energía que corresponda con el dispositivo de suministro de energía de microondas identificado; y utilizar el algoritmo seleccionado para suministrar energía de microondas a un tejido. El parámetro puede ser un parámetro de impedancia o un parámetro de energía, tal como, por ejemplo, energía transmitida o energía reflejada.

20 Un método más de la presente descripción incluye los pasos de: suministrar un primer pulso de energía de microondas a un dispositivo de suministro de energía de microondas; medir al menos un parámetro relacionado con el primer pulso de suministro de energía; identificar el dispositivo de suministro de energía de microondas a partir del al menos un parámetro; seleccionar un algoritmo de energía que corresponda con el dispositivo identificado; y suministrar pulsos subsiguientes de energía de microondas utilizando el algoritmo de energía seleccionado para suministrar energía de microondas a un tejido. El parámetro puede ser un parámetro de impedancia o un parámetro de energía, tal como, ejemplo, energía transmitida o energía reflejada.

30 Un método más de la presente descripción incluye los pasos de: incluir una característica de identificación en un dispositivo de suministro de energía de microondas; identificar la característica de identificación; seleccionar un algoritmo de energía que corresponda con la característica de identificación identificada; y utilizando el algoritmo de energía seleccionado, suministrar energía de microondas a un tejido. La característica de identificación puede ser un circuito resistivo, un código de barras, un código Azteca, una etiqueta RFID, memoria que contiene información de identificación de dispositivo o una característica física del dispositivo de suministro de energía de microondas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 La Figura 1 es un diagrama de bloques funcional de un sistema de suministro, medida y control de energía de microondas utilizado para llevar a cabo ensayos de dispositivos de suministro de energía de microondas; la Figura 1 no proporciona una realización del sistema de microondas de la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama de bloques funcionales de una máquina de estados del sistema de suministro, medida y control de energía de microondas de la Figura 1;

40 La Figura 3 es una ilustración de un montaje de ensayo de ablación para posicionar un dispositivo de suministro de energía de microondas y al menos un montaje de sensor de temperatura en un tejido; la Figura 3 no proporciona una realización del sistema de microondas de la presente invención;

La Figura 4 es un gráfico de una forma de onda pulsátil de energía transmitida generada por el sistema de suministro, medida y control de energía de microondas de la Figura 1; y

45 La Figura 5 es un esquema de un generador de microondas de acuerdo con una realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

50 En la presente memoria se ofrecen descripciones de realizaciones detalladas de la presente descripción; sin embargo, debe entenderse que las realizaciones descritas son meros ejemplos de la descripción, que puede ser realizada en formas diversas. Por consiguiente, los detalles específicos estructurales y funcionales descritos en la presente memoria no deben ser interpretados como limitantes, sino meramente como una base para las reivindicaciones y como una base representativa para mostrar a las personas expertas en la técnica como emplear de manera variada la presente descripción en virtualmente cualquier estructura detallada apropiada.

La presente descripción incorpora un indicador en el generador de microondas que es indicativo de la energía suministrada, tal como, por ejemplo, un cálculo de la energía suministrada. Para calcular la energía suministrada, el

generador de microondas rastrea la energía transmitida establecida por el usuario así como cualquier energía reflejada en el generador debido a un desacoplamiento entre la antena y el generador. En base a las dos medidas de energía, puede estimarse la energía suministrada al tejido y mostrarse este dato al usuario. En base a los ensayos, se descubrió que el tamaño de ablación está relacionado con la cantidad de energía depositada en el tejido más que en el método específico de suministro de energía (es decir, suministro de energía continua frente a suministro de energía pulsátil). Como tal, el indicador de energía suministrada proporciona una medida robusta para varios escenarios de ablación.

Las observaciones durante los ensayos también revelaron un descubrimiento inesperado relacionado con la energía suministrada y con el diseño de la antena en su conjunto. Se descubrió que existen diferencias entre la cantidad de energía suministrada al tejido para un dispositivo de ablación de microondas dado. Las discrepancias están producidas por las diferencias en el diseño y/o funcionamiento de la antena en su conjunto así como por la precisión de la herramienta de cálculo y medida de la energía utilizada para rastrear la deposición de energía en el tejido. Como tal, un generador de microondas que incorpora la habilidad para llevar a cabo una o más medidas descritas en la presente memoria (de manera pasiva o de manera activa) puede determinar el dispositivo específico conectado con el generador de microondas. Como resultado de ello, el generador de microondas puede seleccionar un algoritmo específico para proporcionar un cálculo de energía más preciso.

En referencia a la Figura 1, se designa de manera general con el número de referencia 100 a una Herramienta de Investigación de Microondas (MRT, *Microwave Research Tool*), que incluye un sistema de medida y control, para ser utilizada en el desarrollo de un procedimiento médico o en el ensayo de un procedimiento médico. La MRT 100 puede incluir la funcionalidad de un generador de microondas, dispositivo utilizado típicamente para suministrar energía de microondas, o puede incluir una funcionalidad mejorada tal como se describe en el documento de publicación de patente de EE. UU. Número EP2168519, titulado "Sistema de Control de Generador de Ablación de Microondas" ("*Microwave Ablation Generator Control System*"), presentado de manera concurrente con la presente descripción. La MRT 100 incluye componentes individuales, tal como se ilustra en la Figura 1, o bien la funcionalidad de los componentes individuales puede combinarse o incluirse en un componente o en más de un componente. Los componentes están interconectados mediante cables y/o conectores apropiados. En la presente descripción, una Herramienta 100 de Investigación de Microondas (en adelante "MRT") se utiliza para llevar a cabo ensayos con varios tipos diferentes de dispositivos de suministro de energía de microondas. La MRT recoge datos de rendimiento de dispositivos específicos, los analiza, los compara y los utiliza para determinar parámetros específicos de producto y algoritmos para ser utilizados en un generador de microondas.

Se utilizó una MRT para llevar a cabo los ensayos descritos más adelante en la presente memoria y para descubrir y formular los algoritmos específicos de dispositivo. La MRT se describe con detalle más adelante y a continuación se ofrece una descripción de un montaje para ensayo de ablación, así como resultados de los ensayos y se describe un generador de microondas con algoritmos de control específicos de dispositivo.

Herramienta de Investigación de Microondas

La MRT incluye un sistema de suministro de energía de microondas, un sistema de medida y un sistema supervisor de control. Cada sistema se describe de manera individual aunque cada sistema puede compartir componentes comunes tal como será discutido más adelante en la presente memoria.

El sistema de suministro de energía de microondas incluye un generador 105 de señal capaz de generar y suministrar una señal de microondas de alta frecuencia a un amplificador 110. El generador 105 de señal puede ser un generador de frecuencia única o puede incluir la capacidad de generar frecuencias variables. El generador 105 de señal puede también ser capaz de proporcionar una señal que incluya dos o más frecuencias de manera que el dispositivo 115 de ablación bajo ensayo resuene a dos o más frecuencias. El sistema de control supervisor, como por ejemplo la CPU 120, puede controlar varios aspectos del generador 105 de señal tales como, por ejemplo, la temporización de la entrega de señal, la frecuencia (o frecuencias) de la salida y la fase de la señal.

El amplificador 110 recibe y amplifica la señal proveniente del generador 105 de señal hasta un nivel de energía deseable. El amplificador 110 puede ser un amplificador 110 de una sola etapa o puede ser multi-etapa y puede incluir uno o más circuitos acondicionadores de señal o filtros tales como, por ejemplo, circuitos de paso bajo, de paso alto o de paso de banda. La ganancia del amplificador 110 puede fijarse o bien controlarse mediante un controlador apropiado, tal como, por ejemplo, un algoritmo de control programado en la CPU 120 o mediante un ajuste manual (no mostrado).

El amplificador 110 suministra una señal de microondas continua y amplificada a un relé 125 de conmutación en caliente. El relé 125 de conmutación en caliente está controlado por la CPU 120 y conmuta de manera alternativa la señal de microondas amplificada entre una resistencia 130 de carga de disipación del amplificador y un circulador 135. El relé 125 de conmutación en caliente en la Posición A suministrar energía al dispositivo 115 de ablación a través del circulador 135 y del acoplador 145 direccional. El relé 125 de conmutación en caliente en la Posición B no suministra energía al dispositivo 115 de ablación sino que lo hace a una resistencia 130 de carga de disipación del amplificador.

El relé 125 de conmutación en caliente puede ser cualquier conmutador de alta potencia de estado sólido apropiado capaz de conmutar una señal de energía de microondas de alta potencia. El relé 125 de conmutación en caliente recibe la señal de energía de microondas de alta potencia del generador 105 de señal y del amplificador 110 y transfiere la señal bien a la resistencia 130 de carga de disipación del amplificador o bien al circulador 135 sin atenuar la potencia del generador 105 de señal o del amplificador 110. Un dispositivo apropiado es un conmutador de estado sólido bipolar de una dirección de 150 W y 915 MHz que puede ser alimentado por dos líneas de alimentación de corriente continua y controlado con una sola línea de señal TTL desde la CPU 120. En uso, el relé 125 de conmutación en caliente permite a la MRT 100 proporcionar energía de forma prácticamente instantánea, sin crear transitorios de amplificación, eliminando la necesidad de atenuar la potencia del generador 105 de señal o del amplificador 110.

El funcionamiento continuo del generador 105 de señal y del amplificador 110 es deseable para evitar la introducción de transitorios de amplificación en el sistema de suministro de energía de microondas que se crean de manera común durante el encendido. Para mantener un funcionamiento continuo, el tiempo de conmutación entre las Posiciones A y B en el relé 125 de conmutación en caliente debería ser lo suficientemente corto como para permitir el funcionamiento continuo del generador 105 de señal y del amplificador 110. Por ejemplo, un relé de conmutación en caliente de 915 MHz puede conmutar desde la Posición A hasta la Posición B en aproximadamente 360 ns y desde Posiciones A hasta la Posición B en aproximadamente 370 ns.

La resistencia 130 de carga de disipación del amplificador puede ser cualquier terminador coaxial apropiado capaz de disipar energía de microondas generando sólo una cantidad mínima de energía reflejada (VSWR), sobre el ancho de banda del generador 105 de señal. Un dispositivo tal es el terminador coaxial 1433-3 de 50 Ω y 250 W comercializado por la empresa Aeroflex / Weinschel de Plainview, Nueva York, EE. UU., concebido para funcionar sobre un ancho de banda desde continua hasta 5 GHz. El VSWR puede ser menor de 1,1 sobre el ancho de banda completo de la resistencia 130 de carga de disipación del amplificador.

El circulador 135 es un dispositivo pasivo de tres puertos que elimina ondas estacionarias entre el relé 125 de conmutación en caliente y el conmutador 140 de transferencia. El circulador 135 transfiere señales recibidas en el Puerto A al Puerto B, señales recibidas en el Puerto B al Puerto C y señales recibidas en el Puerto C al Puerto A. Cuando el relé 125 de conmutación en caliente está en la Posición A, la señal de energía de microondas es transferida desde el Puerto A del circulador 135 hasta el conmutador 140 de transferencia conectado en el Puerto B. La energía reflejada desde el conmutador 140 de transferencia o el dispositivo 115 de ablación, recibida en el Puerto B, es transferida al Puerto C y disipada a través de la resistencia 142 de carga de disipación de energía reflejada. La resistencia 142 de carga de disipación de energía reflejada es similar en su función a la resistencia 130 de carga de disipación del amplificador tal como se describe más arriba en la presente memoria.

El relé 125 de conmutación en caliente y el conmutador 140 de transferencia, cuando conmutan desde las Posiciones A a las Posiciones B, aparecen como circuitos abiertos desde el punto de vista del circulador 135. Durante la conmutación y después de que la conmutación haya concluido, el circulador 135 limpia del sistema de cualquier potencia residual que permanezca en el mismo dirigiendo esta potencia residual hacia la resistencia 142 de carga de disipación de energía reflejada.

Adicionalmente, cuando el relé 125 de conmutación en caliente conmuta desde la Posición A hasta la Posición B, la energía que proviene del acoplador 145 direccional y el dispositivo 115 de ablación se dirige a través del conmutador 140 de transferencia al circulador 135 y se disipa en la resistencia 142 de carga de disipación de energía reflejada. Cuando el relé 125 de conmutación en caliente y el conmutador 140 de transferencia están ambos en la Posición B, la MRT 100 se conecta al dispositivo 115 de ablación y lleva a cabo medidas activas del mismo.

El conmutador 140 de transferencia proporciona un aislamiento suficiente entre el sistema de medida y el sistema de suministro de energía de microondas. En la Posición A, la señal de energía de microondas de alta potencia se recibe en el Puerto 4 y se transfiere al Puerto 3 y al acoplador 145 direccional. El analizador 150 de redes de precisión, conectado al Puerto 2 del conmutador 140 de transferencia, se conecta con la resistencia 155 de carga de conmutador de transferencia en el Puerto 1. En la Posición B, la energía recibida en el Puerto 4 se transfiere al Puerto 1 y se disipa en la resistencia 155 de carga de conmutador de transferencia, y el analizador 150 de redes de precisión en el Puerto 2 se conecta a través del Puerto 3 al acoplador 145 direccional y al dispositivo 115 de ablación. El conmutador 140 de transferencia mantiene el aislamiento entre los Puertos 4 y 2 (y el aislamiento entre la energía de microondas de alta potencia y el analizador de redes de precisión) independientemente de la posición del conmutador 140 de transferencia.

El funcionamiento, la energía de microondas es conmutada a la resistencia 130 de carga de disipación del amplificador por medio del relé 125 de conmutación en caliente antes de que el conmutador 140 de transferencia conmute desde la Posición A hasta la Posición B. Como tal, el conmutador 150 de transferencia no funciona como un "conmutador en caliente" ya que no está sometido a carga del generador 105 de señal o del amplificador 110 cuando se produce la conmutación.

Un dispositivo apropiado que puede utilizarse como conmutador 140 de transferencia es un conmutador de transferencia coaxial comercializado por la empresa Ducommun de Carson, California, EE. UU. El conmutador 140

de transferencia puede funcionar con un VSWR menor de 1,05, una pérdida de inserción mejor que 0,1 dB y un aislamiento de menos de 80 dB para todos los estados a 915 MHz. El relé 125 de conmutación en caliente conmuta la señal de energía de microondas de alta energía antes de las transiciones del conmutador 140 de transferencia; por lo tanto, los tiempos de transición para el conmutador 140 de transferencia no son críticos. Los tiempos de transición de alto a bajo para el conmutador 140 de transferencia pueden ser de aproximadamente 75 ms y los tiempos de transición de bajo a alto pueden ser de aproximadamente 25 ms.

El acoplador 145 direccional puede configurarse para funcionar del mismo modo que la mayoría de los acopladores direccionales convencionales conocidos en el estado del arte. Tal como se ilustra en la Figura 1, el acoplador 145 direccional transfiere la señal de energía de microondas de alta potencia recibida en el Puerto 1 al Puerto 2 con una pérdida de inserción mínima. La energía reflejada hacia atrás desde el dispositivo 115 de ablación y recibida en el Puerto 2 del acoplador 145 direccional se transfiere a través del conmutador 140 de transferencia al Puerto B del circulador 135. La energía recibida desde el conmutador 140 de transferencia en el Puerto B del circulador 135 se transfiere al Puerto C del circulador 135 y se disipa en la resistencia 142 de carga de disipación de energía reflejada.

El acoplador 145 direccional muestrea una pequeña parte de cada una de las señales que se reciben en el Puerto 1 y el Puerto 2 y transfiere una pequeña parte de las señales a los Puertos 3 y 4, respectivamente. Las señales en el Puerto 3 y el Puerto 4 son proporcionales a las potencias directa e inversa, respectivamente. El sistema de medida mide las muestras de las señales y entrega la medida a la CPU 120. Las medidas de potencia directa e inversa del acoplador 145 direccional se miden de manera pasiva y las muestras pueden tomarse de manera continua o bien con una frecuencia de muestreo periódica. Al contrario de lo que ocurre en las medidas de parámetros de dispersión de banda ancha, las medidas tomadas por el acoplador 145 direccional son medidas indirectas de la energía suministrada. Como tales, las medidas del acoplador 145 direccional están limitadas al ancho de banda de la energía de microondas suministrada al dispositivo 115 de ablación desde el generador 105 de señal (es decir, la realimentación está fijada a la frecuencia de la señal de energía de microondas de alta potencia).

Un acoplador 145 direccional apropiado es comercializado por la empresa Werlatone de BreWter, Nueva York, EE. UU. El acoplador 145 direccional puede ser un acoplador direccional de 40 dB con una directividad de 30 dB y una pérdida de inserción de menos de 0,1 dB desde 800 MHz hasta 3 GHz.

La CPU 120 es capaz de ejecutar instrucciones y/o ejecutar algoritmos y está configurada para recibir una o más entradas y puede estar configurada para controlar uno o más dispositivos en la MRT 100. Las entradas pueden incluir entradas analógicas, tales como, por ejemplo, las correspondientes a las señales provenientes de los puertos directo e inverso del acoplador, Puerto 3 y Puerto 4 del acoplador 145 direccional, respectivamente. Las entradas pueden también incluir entradas digitales, tales como, por ejemplo, comunicaciones con uno o más dispositivos (es decir, el analizador 150 de redes de precisión).

Una CPU 120 de la MRT 100 apropiada puede estar alojada en un Sistema PXI (extensiones PCI para instrumentación, *PCI eXtensions for Instrumentation includes*) comercializado por la empresa National Instruments de Austin, Texas, EE. UU. El sistema PXI incluye un chasis que puede conectar varios componentes fundamentales sobre una placa madre posterior PCI, a través de un puente PCI o mediante cualquier otra conexión apropiada. El sistema PXI puede incluir un controlador de sistema y varios módulos diferentes en ranuras adicionales tales como, por ejemplo, un módulo de temporización de sistema, un módulo de entrada, un módulo de salida y un analizador de redes en ranuras configuradas para comunicarse entre ellos. El sistema PXI, o los módulos contenidos en él, puede interconectar y/o controlar al menos uno de los equipos de medida, control de conmutación, procesamiento de datos, implementación de algoritmo, control de sintonización de red, control de fuente de microondas (frecuencia y/o potencia) y una interfaz de usuario.

La interfaz 175 de usuario se utiliza para monitorizar y controlar la MRT 100. A través de la interfaz 175 de usuario pueden monitorizarse, ajustarse, rastrear, muestrearse y/o registrarse parámetros de funcionamiento o de sistema de control. Por ejemplo, pueden programarse paquetes de software tales como los programas conocidos por sus marcas registradas LABVIEW® o WONDERWARE® para controlar, monitorizar y/o registrar los aspectos varios de la MRT.

Se creó un instrumento virtual (VI, *Virtual Instrument*) en la interfaz 175 de usuario para controlar el sistema PXI y los ajustes de instrumento y para recoger datos. El control a través del VI puede incluir el tiempo total de ablación, las desviaciones en la medida de potencia, la configuración y la calibración del analizador de redes, el ciclo de trabajo de salida y la potencia de salida del amplificador. Los datos recogidos, monitorizados o registrados por el VI pueden incluir tiempo de ablación, medidas de temperatura, salidas (magnitud y/o fase), potencia transmitida y reflejada, medidas de parámetros de dispersión de banda ancha y potencia entregada al tejido.

La CPU 120 puede habilitar o deshabilitar el generador 105 de señal o puede proporcionar al menos una señal de referencia al generador 105 de señal, tal como, por ejemplo, la frecuencia o la ganancia de la señal de microondas. La CPU 120 puede proporcionar una señal de referencia al amplificador 110 relacionada con la ganancia deseada, puede controlar la posición del relé 125 de conmutación en caliente o del conmutador 140 de transferencia o de ambos y puede proporcionar señales de control al analizador 150 de redes de precisión.

La CPU 120, o el analizador 150 de redes de precisión, pueden incluir la funcionalidad tanto del sistema de control supervisor como del sistema de medida o cualquier combinación de ellos. Por ejemplo, el analizador de redes de precisión recibe las entradas pasivas y lleva a cabo las medidas activas. El analizador 150 de redes de precisión puede ser cualquier analizador de redes apropiado capaz de llevar a cabo medidas del DUT 115 (dispositivo bajo ensayo, *Device Under Test*) y/o de determinar información de pérdidas para el sistema de transmisión. El analizador 150 de redes de precisión puede conectarse con el conmutador 140 de transferencia a través de un atenuador 160 o cualquier otro dispositivo de protección apropiado. El atenuador 160 puede escalar la señal desde conmutador 140 de transferencia a un nivel de potencia, corriente o tensión apropiados.

El atenuador 160 puede ser un dispositivo limitador, tal como, por ejemplo, un dispositivo de tipo fusible que abre un circuito cuando se detecta una señal de alta potencia. El dispositivo limitador puede aparecer como transparente al analizador 150 de redes de precisión hasta que el dispositivo limitador se encuentra con una señal de alta potencia. Un dispositivo tal es un limitador de potencia comercializado por la empresa Agilent de Santa Clara, California, EE. UU., que está configurado para proporcionar una protección frente al exceso de potencia de entrada del analizador de redes de precisión con un ancho de banda desde 10 MHz hasta 18 GHz, frente a transitorios de corriente continua y frente a descargas electrostáticas. El atenuador 160 limita la potencia de radiofrecuencia y de microondas a 25 dBm y la tensión de corriente continua a 30 V y a 25°C a 16 V a 85°C con tiempos de encendido de menos de 100 ps.

El dispositivo limitador puede funcionar bien como un dispositivo de tipo fusible o bien como un dispositivo de tipo disyuntor. Un dispositivo de tipo fusible puede necesitar ser reemplazado después de un fallo mientras que un dispositivo de tipo disyuntor puede incluir un reiniciador eléctrico o mecánico para reiniciar y resetear el disyuntor después de un fallo. La MRT 100 puede incluir una funcionalidad de reinicio que es iniciada y/o accionada por la CPU 120 u otro dispositivo similar.

En un modo de suministro de energía, tal como se ilustra en la Figura 1, la MRT 100 está configurada para suministrar energía al dispositivo 115 de ablación. La señal de energía de microondas proveniente del generador 105 de señal y del amplificador 110 es transferida a través del relé 125 de conmutación en caliente en la Posición A, a través del circulador 135 y del conmutador 140 de transferencia (en Posición A), a través del acoplador 145 direccional y al dispositivo 115 de ablación. El sistema de medida (es decir, la CPU 120 o el analizador 150 de redes de precisión) mide de manera pasiva la energía transmitida y reflejada en el Puerto 3 y el Puerto 4 del acoplador 145 direccional dual. El analizador 150 de redes de precisión está aislado de la señal de microondas de alta energía mediante el conmutador 140 de transferencia.

La Figura 2 muestra la máquina 200 de estados del sistema MRT. Los seis estados, definidos como Estado S, Estado C y Estados 1 a 4, muestran los diferentes estados de la MRT 100 en la Figura 1 y se designan mediante los números 210 a 260, respectivamente (en saltos de 10). El funcionamiento de la MRT 100 de la Figura 1 está determinado por la posición de los dos conmutadores, el relé 125 de conmutación en caliente y el conmutador 140 de transferencia, y el funcionamiento de la MRT 100 sufre transiciones entre seis estados. Múltiples estados terminan en la misma orientación del conmutador pero se muestran como estados diferentes para ilustrar una secuencia de control única. La utilidad de cada estado durante el ciclo de ablación se describe a continuación en la presente memoria.

El Estado S 210 es el estado "en espera" de la MRT. Ambos conmutadores están por defecto en la configuración del Estado S 210 y la MRT 100 está por lo tanto en una posición a prueba de fallos (es decir, la condición por defecto en la que se dirige la energía lejos del paciente o del personal médico cuando se retira la potencia o cuando ocurre un fallo de potencia). Como tal, el sistema posibilita un funcionamiento seguro en caso de fallo de potencia, detección de fallo o cuando el sistema no está en uso. Un estado en espera a prueba de fallos asegura también que durante el inicio, los picos transitorios de potencia o cualquier otra sobretensión potencialmente peligrosos en el amplificador 110 son dirigidos hacia la resistencia 130 de carga de disipación del amplificador, protegiendo de este modo el equipo aguas abajo del relé 125 de conmutación en caliente.

El Estado C 220 es el Estado 220 de Calibración de la MRT. Durante el Estado 220 de Calibración, el relé de 125 de conmutación en caliente dirige la potencia de microondas desde el generador 105 de señal y el amplificador 110 a la resistencia 130 de carga de disipación del amplificador y el conmutador 140 de transferencia conecta el analizador 150 de redes de precisión al dispositivo 115 de ablación. Durante este estado se lleva a cabo una calibración o más de una. En una calibración, el analizador 150 de redes de precisión se calibra al plano de referencia del dispositivo 115 de ablación, a través de atenuador 160, el conmutador 140 de transferencia y el acoplador 145 direccional, para llevar a cabo medidas de parámetros de dispersión de banda ancha. Una segunda calibración involucra medidas de atenuación en la línea entre el puerto de salida del acoplador 145 direccional y el plano de referencia del dispositivo 115 de ablación. Esta atenuación se utiliza para calibrar las medidas de potencia en el acoplador 145 direccional a la potencia suministrada al dispositivo 115 de ablación. Una medida inicial de parámetros de dispersión de banda ancha puede llevarse a cabo durante el Estado 220 de Calibración para capturar la impedancia del dispositivo 115 de ablación en el seno de tejido no quemado.

El Estado 1 230 comienza después de la calibración y después del Estado 4 260. Durante el Estado 1 230, el conmutador 140 de transferencia se activa, lo que conecta la carga del dispositivo 115 de ablación al Puerto 2 del

5 circulador 140 y el analizador 150 de redes de precisión a la resistencia 155 terminal de carga de conmutador. En el Estado 1 230, la única señal de alta potencia presente en el sistema está fluyendo entre el generador 105 de señal, el amplificador 110, el relé 125 de conmutación en caliente en la Posición B y la resistencia 130 de disipación del amplificador. El Estado 1 230 puede incluir un retraso temporal para asegurar que el conmutador 150 de transferencia ha llevado a cabo su transición entre la Posición B y la Posición A. Una condición de fallo en el Estado 1 230 devuelve el sistema al Estado S 210, el estado en espera.

10 El Estado 2 240 comienza después de que el conmutador 140 de transferencia ha completado el ciclo de conmutación del conmutador 140 de transferencia en el Estado 1 230. La CPU 120 suministra una señal de control alta al relé 125 de conmutación en caliente, lo que dirige la potencia del generador 105 de señal y el amplificador 110 a través del circulador 135, el conmutador 140 de transferencia, el acoplador 145 direccional hasta el dispositivo 115 de ablación. El Estado 2 240 corresponde a un período de tiempo durante el cual se lleva a cabo una ablación y representa generalmente la mayor parte del tiempo del sistema. Una condición de fallo en el Estado 2 240 devuelve al sistema al Estado S 210 en, el estado en espera.

15 En Estado 3 250 supone el final de un período de suministro de potencia al dispositivo 115 de ablación en preparación para una medida de parámetros de dispersión por parte del analizador 150 de redes de precisión. Se entrega una señal baja al relé 125 de conmutación en caliente, lo que dirige la potencia desde el generador 105 de señal y el amplificador 110 a la resistencia 130 de carga de disipación del amplificador. Se añade un período de tiempo de espera de limpieza de línea al final del Estado 3 para permitir al sistema limpiar las líneas de señales de alta potencia. Una condición de fallo en el Estado 3 devuelve sistema al Estado S, el estado en espera.

20 El Estado 4 260 se inicia después del tiempo de espera de limpieza de línea después de que termine el Estado 3 250. El Estado 4 260 se inicia mediante la activación del conmutador 140 de transferencia. La activación del conmutador 140 de transferencia restaura el sistema a la configuración de calibración permitiendo al analizador de redes de precisión llevar a cabo medidas de parámetros de dispersión de banda ancha del dispositivo 115 de ablación. Las únicas señales de alta potencia presentes en el sistema fluyen desde el amplificador 115 a través del relé 125 de conmutación en caliente hasta la resistencia 130 de carga de disipación del amplificador. Después de que el analizador 150 de redes de precisión completa un ciclo de medida, el sistema abandona el Estado 4 260 y vuelve a entrar en el Estado 1 230 y la MRT 100 repite el ciclo a no ser que el ciclo de ablación haya terminado o haya ocurrido un fallo, en cuyo caso el sistema entra en el Estado S 210, el estado en espera.

30 La máquina 200 de estados del sistema MRT esencialmente elimina el riesgo de que las señales de alta potencia dañen potencialmente los equipos de microondas sensibles, tales como, por ejemplo, el analizador 150 de redes de precisión. Pueden añadirse en el sistema conmutaciones adicionales y tiempos de retraso de limpieza de línea adicionales para asegurar los aspectos de seguridad de la arquitectura del sistema.

Montaje de Ensayo de Ablación

35 La Figura 3 es una ilustración de un montaje 300 de ensayo de ablación utilizado para posicionar el dispositivo 315 de suministro de energía de microondas en un tejido 303. El montaje 300 de ensayo incluye un dispositivo 316 de sujeción, un dispositivo 315 de suministro de energía de microondas y al menos un montaje 317, 318 de sensor de temperatura. Se utilizó una MRT equivalente a la MRT 100 descrita en la Figura 1 para llevar a cabo ensayos de ablación utilizando diferentes dispositivos de suministro de energía de microondas y para recoger datos de cada ensayo.

40 El dispositivo 316 de sujeción forma una pluralidad de orificios 316a-i de inserción adaptados para recibir dispositivos 315, 317b-e, 318b-e a su través. Un dispositivo 315 de suministro de energía de microondas se posiciona en el orificio 316e de inserción central. Las sondas 317b-e, 318b-e de temperatura de los montajes 317, 318 de sensor de temperatura, respectivamente, se posicionan de manera adyacente al dispositivo 315 de suministro de energía de microondas. Los orificios 316a-i de inserción están separados unos de otros y están también separados del dispositivo 315 de suministro de energía de microondas para posibilitar una separación entre los sensores 317s, 318s y entre los sensores 317s, 318s y el dispositivo 315 de suministro de energía de microondas. Por ejemplo, la separación entre los orificios 316a-i de inserción (y las sondas 317b-e, 318b-e insertadas a su través) posibilita la separación de los sensores 317s, 318s de temperatura posicionados en los extremos distales de cada sonda 317b-e, 318b-e.

50 El dispositivo 316 de sujeción es lo suficientemente grueso como para facilitar la alineación y la separación entre los vástagos de las sondas de temperatura y la porción 315b de transmisión del dispositivo 315 de suministro de energía de microondas. Adicionalmente, el dispositivo 316 de sujeción facilita el espaciado entre la porción 315a de antena del dispositivo 315 de suministro de energía de microondas y los sensores 317s, 318s. En otra versión diferente, el dispositivo 316 de sujeción incluye tubos que se extienden a través de los orificios de inserción proporcionando de este modo un soporte adicional para la alineación de los dispositivos 316, 317b-e, 318b-e.

55 Los sensores 317s, 318s miden la temperatura del tejido 303 alejados de la antena 315a del dispositivo 315 de suministro de energía de microondas. Los sensores 317s, 318s se conectan con la MRT 100 de la Figura 1 a través del montaje de conectores 317a, 318a de sensores de temperatura.

Un algoritmo de ablación, que se ejecuta en la MRT 100 de la Figura 1, utiliza datos del montaje 300 de ensayo, y más específicamente, las medidas de temperatura de los sensores 317s, 318s, para estimar el tamaño de ablación. Aunque que el tamaño de ablación para cada ensayo puede determinarse a través de medidas manuales, puede utilizarse un algoritmo de ablación para estimar el tamaño de ablación.

5 Por ejemplo, un algoritmo de ablación puede incluir un procedimiento de ensayo que utiliza el dispositivo 316 de sujeción para estimar y/o para medida de manera precisa el tamaño de ablación. El algoritmo de ablación estima el diámetro promedio de una región de ablación generada por el dispositivo 315 de suministro de energía de microondas posicionado en el dispositivo 316 de sujeción insertado dentro del tejido 303.

10 El procedimiento de ensayo utiliza la funcionalidad de la MRT 100 de la Figura 1 para implementar un ciclo de trabajo y para suministrar una señal de energía de microondas pulsátil al dispositivo 115 de suministro de energía de microondas por oposición a una onda continua. Los tiempos de ON y OFF del ciclo de trabajo pueden ser seleccionables a través de la interfaz VI en la interfaz 175 de usuario. La Figura 4 ilustra un ejemplo de una señal 406 de potencia transmitida pulsátil suministrada al dispositivo 115 de suministro de energía de microondas con un ciclo de trabajo del 50%.

15 Adicionalmente a las medidas de temperatura, la MRT 100 de la Figura 1 mide y/o registra periódicamente bien la potencia transmitida o bien la potencia reflejada. Utilizando especificaciones del fabricante conocidas de la atenuación por líneas de transmisión (es decir, cable flexible, conectores y la línea de transmisión en el dispositivo de suministro de energía de microondas), el algoritmo de energía suministrada calcula una estimación de la energía suministrada (es decir, la energía suministrada al tejido 303 en el punto de alimentación de la antena). La energía suministrada puede ser medida mediante cualquier otro método apropiado conocido en la técnica.

20 El procedimiento de ensayo incluye los pasos de: situar los dispositivos de suministro de energía de microondas y los sensores de temperatura en un tejido; suministrar energía de microondas al tejido; medir la potencia transmitida, la potencia reflejada y la temperatura; terminar el suministro de energía de microondas; calcular la potencia suministrada; y calcular el tamaño de ablación. La energía suministrada (obtenida a partir del algoritmo de energía suministrada) y el tamaño de ablación (obtenido a partir del algoritmo de ablación) pueden utilizarse para comparar el rendimiento de diferentes tipos de dispositivo de suministro de energía de microondas.

25 Los dispositivos de suministro de energía de microondas refrigerados pueden necesitar los pasos adicionales de conectar una bomba peristáltica y ajustar la bomba a un caudal de flujo aceptable que proporcione una refrigeración aceptable.

30 El algoritmo de ablación puede ser verificado de manera periódica llevando a cabo los pasos de: retirar el dispositivo de ablación de energía de microondas y las sondas de temperatura del tejido después de que se complete la ablación; realizar un corte único en el tejido a lo largo del mismo eje de las sondas de temperatura; y verificar el tamaño de ablación midiendo la anchura promedio del área de ablación.

Resultados de los Ensayos

35 Una observación de los ensayos fue el hecho de que dotar de un ciclo de trabajo a la señal de potencia entregada al dispositivo 115 de suministro de energía de microondas no produjo una ganancia en el tamaño de ablación ni produjo una ganancia en la energía suministrada. Por ejemplo, el tamaño de ablación generado por la señal de potencia directa continua con un pico de 27 W fue prácticamente idéntico al tamaño de ablación generado por una señal de potencia directa con un ciclo de trabajo del 50% con un pico de 54 W en ensayos realizados con la misma duración de ensayo. Adicionalmente, los ensayos con ciclos de trabajo variables con tiempos de ON-OFF de 5 segundos, 10 segundos, 15 segundos y 20 segundos también fracasaron en producir una ganancia en el tamaño de ablación para ensayos con la misma duración del ensayo.

40 Otra observación fue que existe una correlación directa entre la cantidad de energía suministrada y el tamaño de ablación resultante para cada ajuste de potencia y de ciclo de trabajo. Por ejemplo, se consiguieron tamaños de ablación similares entregando cantidades similares de energía a un tejido independientemente del ajuste de potencia, ciclo de trabajo o duración del ensayo.

45 Una observación inesperada fue que existían discrepancias en el rendimiento entre los diferentes tipos de antena. De manera más específica, se observó que las cantidades de energía suministradas a un tejido para una potencia dada variaban en base al tipo de dispositivo de suministro de energía de microondas. Por ejemplo, 30 W suministrados por un dispositivo de suministro de energía de microondas refrigerado con un ciclo de trabajo del 100% durante un período de ensayo de 10 minutos dieron lugar a aproximadamente 17 kJ de energía suministrada al tejido y a un tamaño de ablación promedio de 2,9 cm. En contraposición, 30 W suministrados por un dispositivo de suministro de energía de microondas no refrigerado con un ciclo de trabajo del 100% con un período de ensayo de 10 minutos dieron lugar a aproximadamente 14 kJ de energía suministrada al tejido y a un tamaño de ablación de 2,5 cm.

55 Se concluyó que la diferencia es debida al diseño de la antena en su conjunto así como a la precisión del cálculo de la energía. Por ejemplo, la antena no refrigerada incluye una bobina de choque para confinar energía en la punta de

la antena durante la ablación dando lugar a un aumento en la potencia reflejada. En comparación con el dispositivo de ablación de energía de microondas refrigerado, la energía es radiada libremente en el seno del tejido y a lo largo del vástago. Una tercera antena, dotada simultáneamente de refrigeración por fluido y de una bobina de choque mejorada, dio lugar a una cantidad de energía entregada al tejido incluso menor y a un tamaño de ablación menor debido tanto a la bobina de choque como a las pérdidas en el fluido.

Como resultado de ello, se formularon algoritmos de energía específicos de dispositivo para dar cuenta de las diferencias entre los dispositivos de suministro de energía de microondas ensayados. Los algoritmos de energía específicos de dispositivo pueden dar cuenta de atributos (o deficiencias) de un dispositivo que dan lugar a un aumento (o a una disminución) del tamaño de ablación, pérdidas de eficiencia debidas a la absorción de energía (es decir, absorción por parte de un fluido de refrigeración) o cualquier otra diferencia que pueda causar discrepancias en el rendimiento del dispositivo.

Los algoritmos de energía específicos de dispositivo pueden configurarse de tal manera que todos los dispositivos generen un tamaño de ablación estándar para un ajuste de potencia de microondas dado. Por ejemplo, el algoritmo puede ajustar la salida de potencia, la realimentación de potencia, o cualquier otro parámetro apropiado de tal manera que un ajuste de potencia dado a lo largo de un período estándar de tiempo genere el mismo tamaño de ablación con cualquier dispositivo de suministro de energía de microondas.

Los algoritmos de energía específicos de dispositivo pueden configurarse de tal manera que un ajuste de potencia de energía de microondas en un generador de microondas corresponda a la energía suministrada al tejido. Por ejemplo, un ajuste de potencia de generador dado a lo largo de un período estándar de tiempo puede corresponder a una cantidad estándar de energía suministrada al tejido y a tamaños de ablación prácticamente idénticos independientemente del tipo de dispositivo de suministro de energía de microondas.

Generador de Microondas con Algoritmos de Control Mejorados

La Figura 5 ilustra un generador 580 de microondas que incluye algoritmos de control mejorados de acuerdo con una realización de la presente invención. El generador 580 de microondas incluye al menos dos algoritmos 585a-c de control de energía, de modo que el generador 580 de microondas está configurado para seleccionar un algoritmo 585a de control de energía que corresponde con un dispositivo 515 de suministro de energía de microondas.

En otra realización de la presente invención, un generador 580 de microondas incluye un módulo 590 de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas y un módulo 595 de selección de algoritmo de control de energía configurados para seleccionar un algoritmo 585a-c de control específico de dispositivo que corresponde con el dispositivo 515 de suministro de energía de microondas identificado.

Un dispositivo 515 de suministro de energía de microondas que contiene una característica de identificación específica de dispositivo tal como se describió anteriormente en la presente memoria se conecta al conector 599 de generador 580 de microondas. El módulo 590 de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas está configurado para identificar la característica de identificación y para determinar el tipo de dispositivo 515 de suministro de energía de microondas conectado al conector 599. La identificación del dispositivo puede llevarse a cabo de manera activa o de manera pasiva. Un método activo puede incluir leer o identificar una característica de identificación en el dispositivo 515 de suministro de energía de microondas, tal como, por ejemplo, un código de barras, un código Azteca, una etiqueta RFID, una resistencia de identificación, una memoria que contiene información de identificación de dispositivo o una característica física del dispositivo 515 configurada para proporcionar identificación (por ejemplo, un conector de tipo llave exclusivo del dispositivo particular). Un método pasivo puede incluir analizar e identificar características de identificación de energía transmitida o reflejada o una característica de identificación de impedancia o bien identificar cualquier característica propia apropiada que identifique al dispositivo 515.

El módulo 595 de selección de algoritmo de control está configurado para seleccionar un algoritmo de control específico de dispositivo que corresponda al dispositivo 515 de suministro de energía de microondas identificado a partir de dos o más algoritmos 585a-c de control específicos de dispositivo. El módulo 595 de selección de algoritmo de control recibe datos de identificación del módulo 590 de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas, selecciona un algoritmo 585a-c de control específico de dispositivo correspondiente y proporciona el algoritmo 585a-c de control específico de dispositivo seleccionado al algoritmo 597 de control de generador.

El algoritmo 597 de control de generador puede incluir un algoritmo de control por defecto que puede utilizarse si el módulo 590 de identificación fracasa en la identificación del dispositivo 515 de suministro de energía de microondas. De manera alternativa, el generador 580 de microondas puede utilizar un algoritmo de control por defecto para controlar inicialmente el dispositivo 515 de suministro de energía de microondas mientras el módulo 590 de identificación está identificando de manera pasiva el dispositivo 515 de suministro de energía de microondas.

El generador 580 de microondas puede incluir adicionalmente una pantalla 598 de visualización para proporcionar información al clínico. Por ejemplo, la pantalla 598 de visualización puede indicar uno o más parámetros de suministro de energía tales como, por ejemplo, la energía suministrada por el generador de microondas, la energía reflejada hacia el generador 580 de microondas y/o la energía suministrada al tejido.

- 5 La pantalla de visualización puede también proporcionar uno o más parámetros relacionados con el dispositivo 515 de suministro de energía de microondas. Por ejemplo, la pantalla de visualización puede proporcionar la característica de identificación, el modelo de un dispositivo y/o el tipo de dispositivo, la energía total suministrada al tejido o la eficiencia del dispositivo. La pantalla de visualización puede ser una pantalla de visualización gráfica, un visualizador de texto o una combinación de ambos.
- 10 Un método de la presente descripción puede incluir los pasos adicionales de: identificar un dispositivo 515 de suministro de energía de microondas conectado a un generador 580 de microondas; seleccionar un algoritmo 585a-c de energía que corresponda al dispositivo 515 identificado y utilizar el algoritmo seleccionado. El método puede incluir adicionalmente el paso de mostrar al menos una característica relacionada con el suministro de energía o una característica de identificación del dispositivo 515 de suministro de energía de microondas.
- Otro método de la presente descripción puede incluir los pasos de: suministrar energía a un dispositivo 515 de suministro de energía de microondas; medir al menos un parámetro relacionado con el suministro de energía; identificar el dispositivo 515 de suministro de energía de microondas a partir del al menos un parámetro; seleccionar un algoritmo 585a-c de energía que corresponda al dispositivo identificado y utilizar el algoritmo seleccionado.
- 15 Otro método más de la presente descripción incluye los pasos de: suministrar un primer pulso de energía de microondas a un dispositivo 515 de suministro de energía de microondas y medir al menos un parámetro relacionado con el suministro de energía; identificar el dispositivo 515 de suministro de energía de microondas a partir del al menos un parámetro; seleccionar un algoritmo 585a-c de energía que corresponda con el dispositivo identificado y suministrar pulsos subsiguientes utilizando el algoritmo identificado.
- 20 Puesto que pueden llevarse a cabo diversos cambios en las construcciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la descripción, se pretende que todo el material contenido en la descripción anterior se interprete como ilustrativo y no en un sentido limitante. Se observará que se consiguen diversos propósitos de la descripción y se obtienen otros resultados ventajosos, tal como se define mediante la alcance de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un sistema de microondas, que incluye:
un generador (580) de microondas configurado para generar energía de microondas de acuerdo con un algoritmo de control de energía;
- 5 un módulo (590) de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas configurado para identificar un dispositivo (515) de suministro de energía de microondas conectado al generador de microondas; donde el generador de microondas está configurado para seleccionar uno de entre al menos dos algoritmos (585a, 585b, 585c) de control de energía programados en el generador de microondas que corresponden al dispositivo de suministro de energía de microondas conectado al generador de microondas;
- 10 **caracterizado porque** los algoritmos de control de energía son específicos para cada dispositivo de suministro de energía de microondas de tal manera que todos los dispositivos, cuando están conectados entre sí, generan un tamaño de ablación estándar para un ajuste de potencia de generador de microondas dado, para lo cual el algoritmo ajusta la salida de potencia, la realimentación de potencia, o cualquier otro parámetro apropiado de tal manera que un ajuste de potencia dado a lo largo de un período de tiempo estándar genera el mismo tamaño de ablación para cualquier dispositivo de suministro de energía de microondas;
- 15 o **caracterizado porque** los algoritmos de control de energía son específicos para cada dispositivo de suministro de energía de microondas de tal manera que, cuando están conectados entre sí, un ajuste de potencia de energía de microondas en un generador de microondas corresponde a la energía suministrada al tejido, por lo que un ajuste de potencia de generador dado a lo largo de un período de tiempo estándar corresponde con una cantidad estándar de energía que está siendo suministrada al tejido y con tamaños de ablación idénticos independientemente del tipo de dispositivo de suministro de energía de microondas.
- 20 2.- El sistema de microondas de acuerdo con la Reivindicación 1 en el que el módulo de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas está configurado para identificar de manera activa el dispositivo de suministro de energía de microondas mediante la identificación activa de un circuito resistivo de dispositivo de suministro de energía de microondas, o mediante la identificación activa de un elemento entre los siguientes: un código de barras, o un código Azteca, o una etiqueta RFID, o una memoria que contiene información de identificación de dispositivo, o una característica física del dispositivo de suministro de energía de microondas.
- 25 3.- El sistema de microondas de acuerdo con la Reivindicación 1 en el que el módulo de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas está configurado para identificar de manera pasiva el dispositivo de suministro de energía de microondas mediante la identificación pasiva de una característica relacionada con el suministro de energía.
- 30 4.- El sistema de microondas de acuerdo con la Reivindicación 3 en el que la característica se selecciona de entre un grupo que incluye una característica de energía transmitida y una característica de energía reflejada.
- 5.- El sistema de microondas de acuerdo con la Reivindicación 3 en el que la característica se selecciona de entre un grupo que incluye una característica de energía, una característica de impedancia, y una característica específica de dispositivo.
- 35 6.- El sistema de microondas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye adicionalmente:
un módulo (595) de selección de algoritmo de control de energía configurado para seleccionar el algoritmo de control de energía que corresponde al dispositivo de suministro de energía de microondas conectado.
- 40 7.- El sistema de microondas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye:
un módulo (595) de selección de algoritmo de control de energía configurado para recibir datos relacionados con el dispositivo de suministro de energía de microondas identificado desde el módulo de identificación de dispositivo de suministro de energía de microondas, donde el módulo de selección de algoritmo de control de energía está configurado para seleccionar el algoritmo de control de energía que corresponda con el dispositivo de suministro de energía de microondas identificado.
- 45

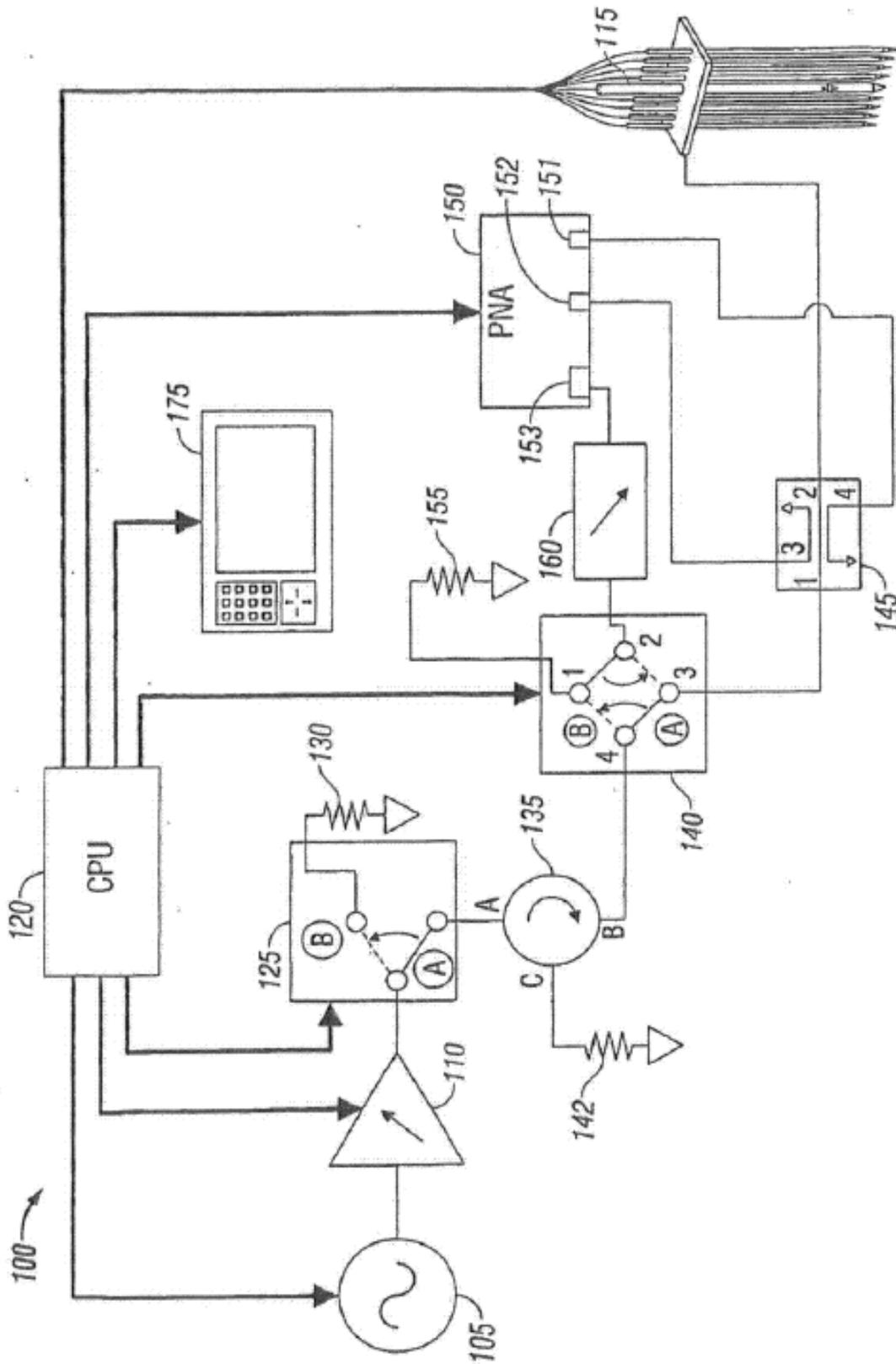


FIG. 1

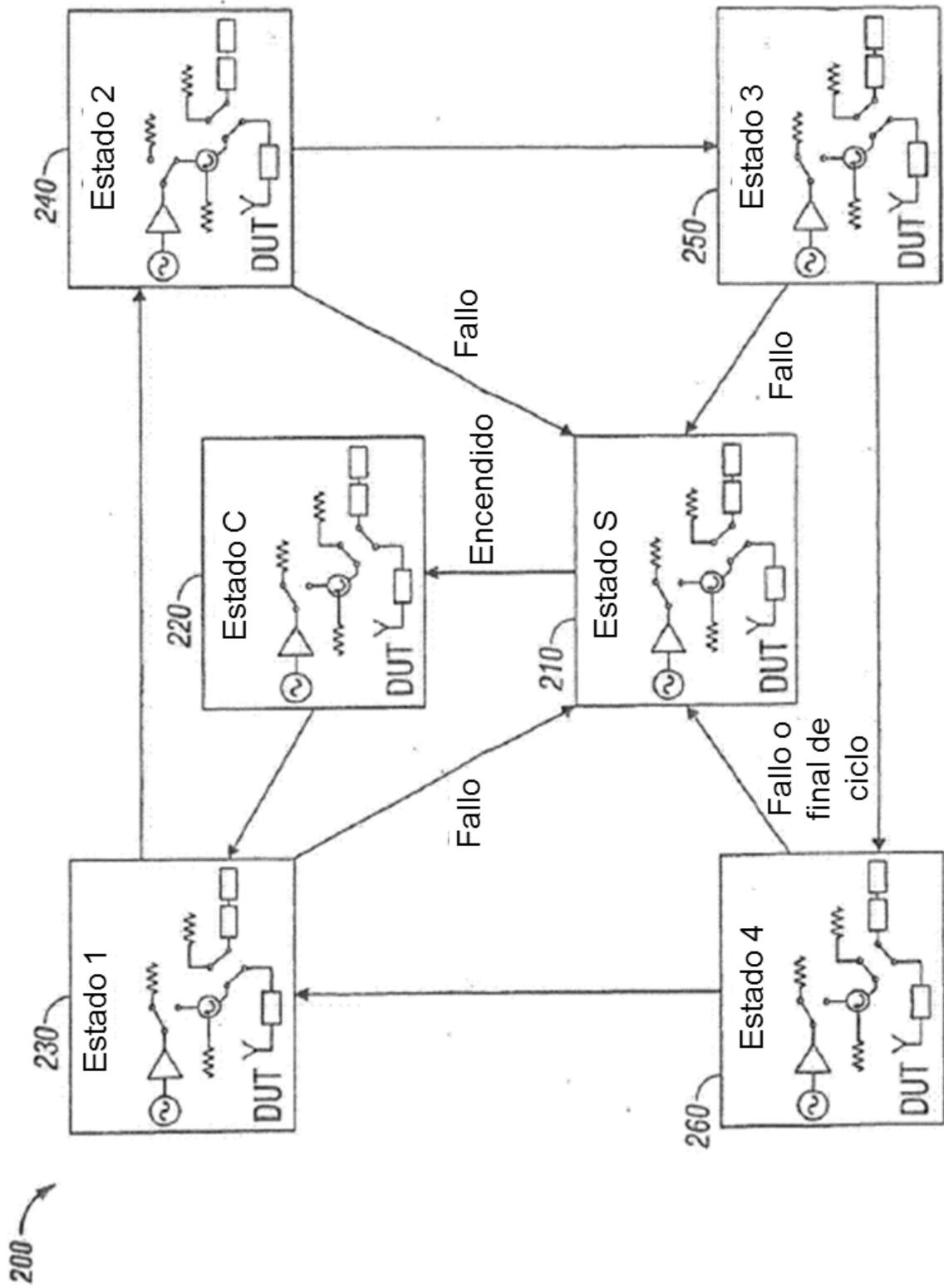
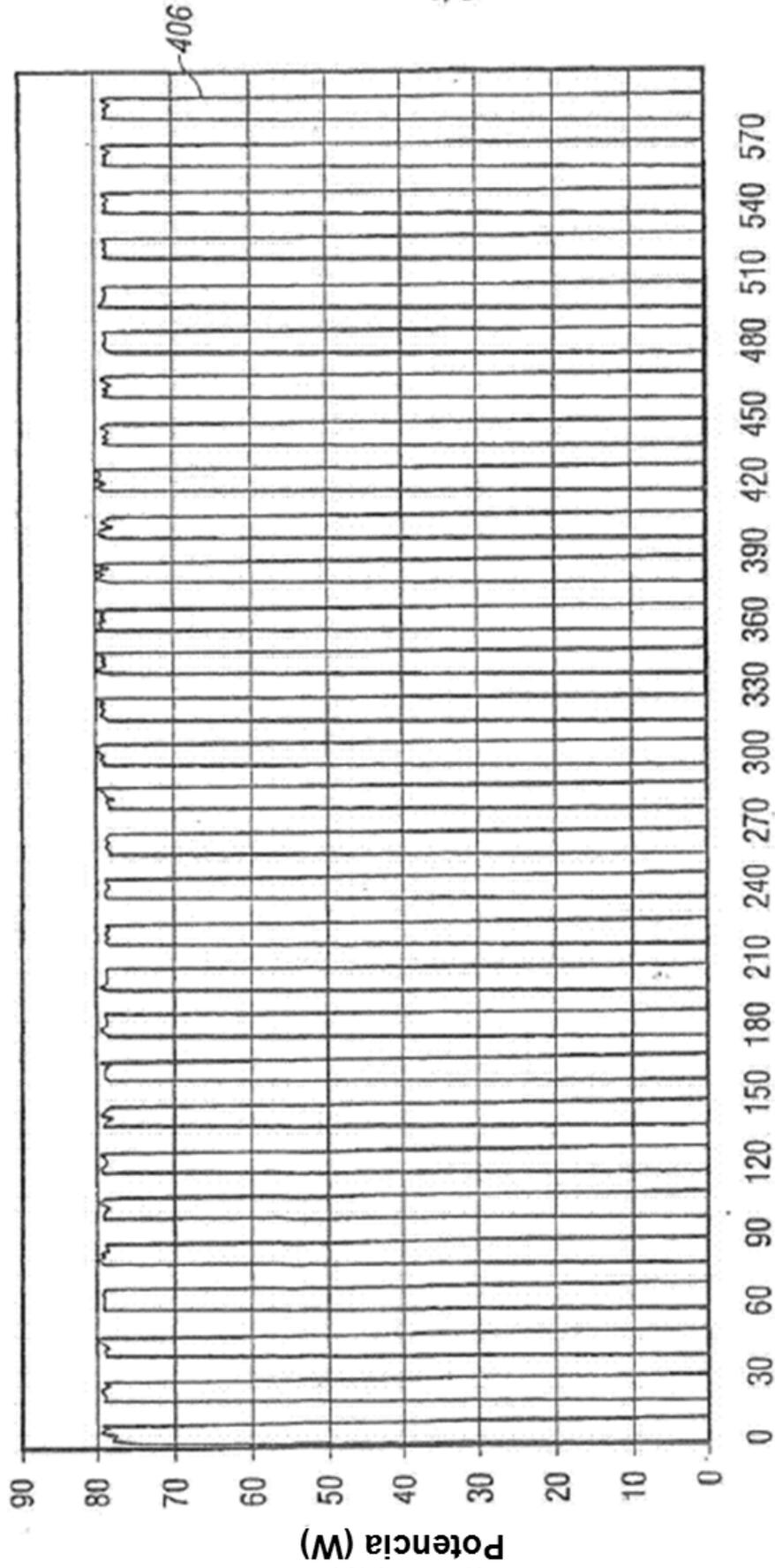


FIG. 2



Tiempo (segundos)

FIG. 4

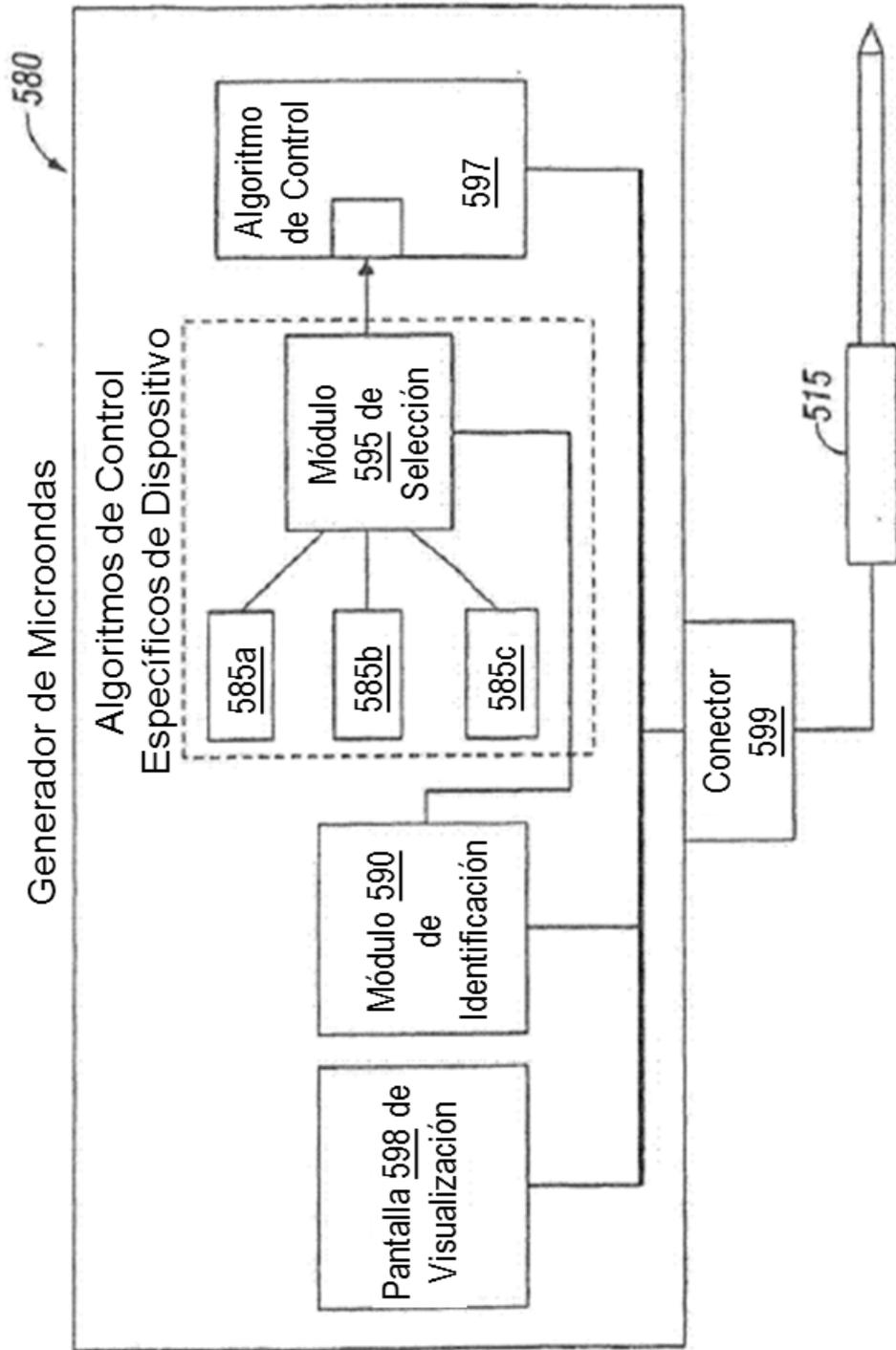


FIG. 5