

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 411**

51 Int. Cl.:

H05B 6/64 (2006.01)

H05B 6/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2010 E 12197455 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2587887**

54 Título: **Dispositivo y método para el control de la energía**

30 Prioridad:

10.11.2009 WO PCT/IL2009/001057

03.05.2010 US 282981 P

03.05.2010 US 282980 P

03.05.2010 US 282983 P

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

22.04.2015

73 Titular/es:

**GOJI LIMITED (100.0%)
O'Hara House, 3 Bermudiana Road
Hamilton HM08, BM**

72 Inventor/es:

**BILCHINKSKY, ALEXANDER;
BEN-SHMUEL, ERAN;
EINZINGER, PINCHAS y
RAPPEL, AMIT**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 534 411 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

Dispositivo y método para el control de la energía.

5 Solicitudes relacionadas

Esta solicitud reclama prioridad de 1) Solicitud Internacional No. PCT/IL 2009/001057 titulada "Device and Method For Controlling Energy," registrada en noviembre 10, 2009; 2) Solicitud Provisional de Patente de EEUU titulada "Modal Analysis," registrada en mayo 3, 2010; 3) Solicitud Provisional de Patente de EEUU titulada "Loss Profile Analysis," archivada en mayo 3, 2010; y 4) Solicitud Provisional de Patente de EEUU titulada "Spatially Controlled Energy Delivery," registrada en mayo 3, 2010.

La presente solicitud está relacionada con otras cuatro solicitudes provisionales de patente de EEUU registradas en mayo 3, 2010, tituladas: 1) Modal Energy Application; 2) Degenerate Modal Cavidad; 3) Partitioned Cavidad; y 4) Antenna Placement in an Electromagnetic Energy Transfer System.

Ámbito de la invención

La presente solicitud, en algunas realizaciones de la misma, está relacionada con disipación de energía de RF en una carga, y más particularmente pero no exclusivamente con calentamiento con RF, por ejemplo usando energía de microondas o UHF para descongelación, calentamiento y/o y cocción.

Fundamento de la invención

El calentamiento de objetos usando radiaciones de alta frecuencia está ampliamente difundido, e incluye el horno microondas (MW) doméstico comúnmente usado, así como hornos comerciales que usan energía MW, principalmente en combinación con otros medios de calentamiento, tales como vapor, aire caliente y elementos de calentamiento por infrarrojo.

Entre los muchos problemas asociados con los hornos MW conocidos está una falta de uniformidad en el calentamiento, lo cual resulta frecuentemente en manchas calientes y manchas frías que reflejan la onda estacionaria dentro de la cavidad. Muchos de los intentos para mejorar la uniformidad en tales dispositivos incluyen el incremento en el número de modos dentro de la cavidad (por ejemplo por modo de aplicación y/o movimiento de la carga durante el calentamiento).

En algunos casos, donde se usaron frecuencias múltiples, los dispositivos fueron configurados para medir la eficiencia de la transferencia de energía dentro de la cavidad, a diferentes frecuencias transmitidas y entonces transmitir energía a la carga sólo a frecuencias que tienen una eficiencia relativamente alta, con la intención de que esto debería incrementar la eficiencia en la transferencia de energía dentro de la carga.

El calentamiento de un objeto cambia sus características de disipación a diferentes frecuencias. Por ejemplo, una frecuencia que es disipada en la carga a una velocidad antes del calentamiento, puede disipar a una velocidad diferente (mayor o menor) después de que tenga lugar algún calentamiento o movimiento de la carga.

EP 2051564 divulga un aparato de procesamiento por microondas que procesa un objeto usando un microondas. Un horno microondas incluye un dispositivo de generación de microondas y una caja. Se suministran tres antenas en la caja. Dos antenas están opuestas una a la otra a lo largo de una dirección horizontal. En el dispositivo de generación de microondas, un distribuidor de potencia distribuye casi igualmente una microonda generada por un generador de microondas entre variadores de fase. Cada variador de fase ajusta la fase de la microonda alimentada. Esto genera el cambio de una diferencia de fase entre las microondas radiadas respectivamente desde las dos antenas opuestas. Las microondas son radiadas respectivamente desde las antenas. WO 2009/050893 divulga un aparato de calentamiento por microondas que incluye una parte generadora de microondas, la cual está construida usando elementos semiconductores que sirven como componentes de estado sólido. JP 2008 269793 y JP 2009 259511 divulgan cada una procesadores de microondas.

Resumen de la invención

En las reivindicaciones independientes acompañantes se exponen aspectos de la presente divulgación. En las reivindicaciones dependientes se exponen rasgos opcionales.

En la presente divulgación, muchos de los conceptos han sido descritos en combinación con frecuencias y/o elementos de espacio de modulación. En algunas realizaciones, la frecuencia está incluida entre uno o más parámetros usados para definir o manipular un elemento de espacio de modulación. Por ello, conceptos relacionados con las realizaciones divulgadas aquí que son descritos en términos de frecuencia, usan elementos de espacio de modulación.

A menos que se defina de otra forma, todos los términos técnicos y científicos usados aquí tienen el mismo significado como son entendidos comúnmente por alguien de destreza ordinaria en la técnica a la cual pertenece esta invención. Los materiales, métodos y ejemplos suministrados aquí son tan sólo ilustrativos y no pretenden ser limitantes.

Las palabras "a modo de ejemplo" son usadas aquí para significar "que sirve como un ejemplo, caso o ilustración". Cualquier realización descrita como "a modo de ejemplo" no debe ser interpretada necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras realizaciones y/o excluir la incorporación de rasgos de otras realizaciones.

La palabra "opcionalmente" es usada aquí para significar "es suministrado en algunas realizaciones y no suministrado en otras realizaciones". Cualquier realización particular de la invención puede incluir una pluralidad de rasgos "opcionales" a menos que haya conflicto con tales rasgos.

La implementación del método y/o sistema de realizaciones de la invención puede involucrar la ejecución o completar tareas seleccionadas manualmente, automáticamente o una combinación de ellos. Esto se refiere en particular a tareas que involucran el control del equipo tales como un microondas, secador y similares. Además, de acuerdo con la instrumentación y equipamiento actual de realizaciones del método y/o sistema de la invención, varias tareas seleccionadas podrían ser realizadas por hardware, por software o por firmware o por una combinación de ellos empleando un sistema operativo

Por ejemplo, el hardware para realizar tareas seleccionadas de acuerdo con realizaciones de la invención podría ser puesto en práctica como un chip o un circuito. Como software, podrían ponerse en práctica tareas seleccionadas de acuerdo con realizaciones de la invención, como una pluralidad de instrucciones de software que son ejecutadas por un computador usando cualquier sistema operativo adecuado. En una realización de la invención a modo de ejemplo, una o más tareas de acuerdo con una realización a modo de ejemplo del método y/o sistema como se describe aquí, son ejecutadas por un procesador de datos, tal como una plataforma de computación para ejecutar una pluralidad de instrucciones. Opcionalmente, el procesador de datos incluye una memoria volátil para el almacenamiento de instrucciones y/o datos y/o un almacenamiento no volátil, por ejemplo, un disco duro magnético y/o medio que puede ser removido, para el almacenamiento de instrucciones y/o datos. Opcionalmente, del mismo modo se suministra una conexión a red. Del mismo modo, opcionalmente se suministran una pantalla y/o un dispositivo de entrada del usuario tal como un teclado o ratón.

Breve descripción de los dibujos

Solo a modo de ejemplo, la invención es descrita aquí con referencia a los dibujos acompañantes. Con referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se enfatiza que las particularidades son mostradas sólo como ejemplo y para propósitos de discusión ilustrativa de las realizaciones preferidas de la presente invención, y son presentadas con objeto de proveer lo que se cree es la descripción más útil y fácilmente entendida de los principios y aspectos conceptuales de la invención. A este respecto, no se intenta mostrar rasgos estructurales de la invención en más detalle que es necesario para un entendimiento fundamental de la invención, donde la descripción hecha con los dibujos hace aparente para aquellos diestros en la técnica, como pueden ser llevadas a la práctica las diferentes formas de la invención.

En los dibujos:

FIG 1A es un diagrama de flujo simplificado que ilustra un método para la irradiación de una carga de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

FIG. 1B es un diagrama de flujo simplificado que ilustra un método de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, para suministrar irradiación controlada de energía a una carga, cuya información de disipación varía, dependiendo del estado de energía de la carga.

FIG. 1C es un diagrama de flujo simplificado de un método para el control de la cantidad de energía que se disipa dentro de una carga, a cada frecuencia transmitida a través de la modulación del periodo en el cual cada frecuencia es transmitida, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

FIG. 2 es un diagrama de flujo a modo de ejemplo para el control de la transferencia de energía por irradiación en una pluralidad de frecuencias.

FIG. 3 representa de manera esquemática un dispositivo de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

FIGs. 4A y 4B representan de manera esquemática gráficas de potencia versus frecuencia para una función de decisión a modo de ejemplo.

FIG. 5 es un escenario a modo de ejemplo para el control de un ciclo de operación para la irradiación de una carga, de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

FIG. 6 es un diagrama de un aparato para la aplicación de energía electromagnética a un objeto, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención;

5 FIG. 7 ilustra un espectro de relación de disipación (línea discontinua) y un espectro de energía de entrada (línea continua), de acuerdo con una realización de la invención;

FIG 8 ilustra un espectro de relación de disipación, de acuerdo con una realización de la invención;

FIG. 9 representa un dispositivo de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención; y

FIG. 10 ilustra un espacio de modulación a modo de ejemplo.

10

Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo

15 Las presentes realizaciones incluyen un aparato y un método para controlar la cantidad de energía de RF que se disipa dentro de una carga en cada elemento de espacio de modulación transmitida (MSE; como se describirá en detalle abajo) y en particular, a tal control a través de la modulación del período en el cual se transmite cada MSE, particularmente dentro de un ciclo de operación de los MSE. La disipación de energía puede ser usada, por ejemplo, para cualquier forma de calentamiento que usa irradiación de energía, a veces sin un incremento de temperatura, incluyendo uno o más de descongelación, desheliado, calentamiento, cocción, secado etc. En un ejemplo particular, la energía de RF aplicada puede incluir energía de RF con una longitud de onda en espacio libre de 100
20 km a 1 mm, lo cual es una frecuencia de 3 KHz a 300 GHz, respectivamente. En algunos otros ejemplos, las bandas de frecuencia pueden estar entre 500 MHz a 1500 MHz o entre 700 MHz a 1200 MHz o entre 800 Mhz-1 GHz. Por ejemplo, la energía de microondas y ultra alta frecuencia (UHF), están ambas dentro del rango de RF.

25 Las solicitudes de patente PCT números WO2007/096877 ('877) y WO2007/096878 ('878), ambas por Ben-Shmuel et al. (ambas publicadas en agosto 3, 2007), divulgan métodos y dispositivos para el calentamiento electromagnético. Algunos métodos divulgados incluyen los pasos de colocación de un objeto que va a ser calentado dentro de una cavidad y suministro de energía de UHF o microondas dentro de la cavidad a través de una pluralidad de suministros y a una pluralidad de frecuencias.

30 La solicitud de patente PCT número WO2008/102,360 ('360) por Ben Shmuel et al, publicada el 28 agosto de 2008 divulgan, entre otras cosas, un método para el secado de un objeto que incluye la aplicación de energía de RF de banda ancha a un objeto en una cavidad, de modo controlado lo cual mantiene el objeto dentro de un programa deseado temporal de temperatura y dentro de un perfil espacial deseado; y terminación del secado cuando es por lo
35 menos estimado que se ha alcanzado un nivel de secado deseado.

40 La solicitud de patente PCT número WO2008/102,334 ('334) por Ben Shmuel et al, publicada el 28 agosto de 2008 divulgan, entre otras cosas, un método para la congelación de un cuerpo o una porción de un cuerpo. El método incluye la exposición de por lo menos una parte del cuerpo a un refrigerante que tiene una temperatura por debajo del punto de congelación del cuerpo, y al mismo tiempo la operación de un calentador electromagnético para mantener la por lo menos una parte del cuerpo a una temperatura que está por encima del punto de congelación; y reducción del calentamiento electromagnético para permitir el congelamiento de la por lo menos una parte del cuerpo. El calentador electromagnético incluye un productor de resonancia, y la parte calentada el cuerpo es
calentada dentro del productor de resonancia.

45 Los métodos arriba mencionados de las solicitudes '877, '878 y '334 toman en cuenta la relación de disipación a cada frecuencia transmitida y la cantidad máxima de potencia que puede ser transmitida en aquella frecuencia. Los métodos pretenden, a veces, deducir la cantidad de energía que va a ser transmitida a cada frecuencia, tal que sólo una cantidad deseada de energía es disipada.

50 Los métodos arriba mencionados de las solicitudes '877, '878 y '334 divulgan además la opción de transmisión de potencia sólo (o primariamente) en bandas que se disipan primariamente en la carga. Tal transmisión puede ser usada, por ejemplo, para evitar o reducir de manera significativa la disipación en corrientes superficiales o entre suministros múltiples (es decir, antenas). La transmisión puede ser ejecutada, por ejemplo, de modo que la potencia disipada en el objeto es sustancialmente constante para todas las frecuencias transmitidas (lo cual puede ser
55 denominado un patrón homogéneo de disipación de energía en la carga). Tal transmisión permite una esencialmente igual disipación de energía por frecuencia en la carga, independientemente de la composición y/o geometría de la carga, mientras la alimentación de potencia y eficiencia de transferencia de energía puede ser diferente para diferentes frecuencias.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se suministra un método para la irradiación de una carga con un espectro de frecuencias o MSEs, midiendo un espectro reflejado y acoplado resultante ("espectro RC"), que infiere del espectro RC la disipación espectral de la carga a medida que es modificado en el curso de la irradiación, y modificando el espectro de irradiación en respuesta al espectro cambiante de disipación. "Disipación espectral" o "información de disipación" de una carga puede ser tomada para significar las relaciones de disipación de una pluralidad de frecuencias transmitidas o MSEs en la carga.

De modo alternativo o adicional, la modificación de las irradiaciones es ejecutada mediante el ajuste dinámico de uno o más parámetros para el control de la cantidad de energía que se disipa dentro de una carga a cada frecuencia transmitida en un ciclo de operación. El ajuste está basado en la información espectral recuperada de la carga. La información espectral incluye el espectro RC y la disipación espectral de la carga inferida del espectro RC. La información espectral puede incluir y/o ser derivada de uno o más de los parámetros S completos del dispositivo, las relaciones de disipación de las frecuencias transmitidas o MSEs en la carga, el factor Q asociado con picos de disipación, y/o la potencia máxima que puede ser transmitida dentro de la cavidad a cada frecuencia tal o MSE). Tales parámetros para el control del calentamiento pueden ser o incluir el tiempo asignado por cada frecuencia y/o la potencia asignada por cada frecuencia y similares.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el tiempo de transmisión para cada frecuencia o MSE es ajustado de modo que dentro de la carga se disipa una energía deseada a una frecuencia o MSE dados. En un protocolo tal, el tiempo de transmisión puede ser usado para compensar casos que tienen una relativamente baja relación de disipación de energía y/o baja entrada de potencia máxima, mediante asignación de más tiempo para tales frecuencias o MSEs (por ejemplo si se desea una relativamente alta transmisión de energía para tales frecuencias en un ciclo dado). La energía que es disipada en una carga a una frecuencia o MSE dados puede ser controlada para lograr un patrón deseado de disipación en la carga. De acuerdo con ello, la energía deseada puede ser, por ejemplo, un valor absoluto por frecuencia o MSE o un valor relativo (comparado con otra frecuencia transmitida o MSE) o una combinación de ambos. Puede estar relacionada también con la cantidad total de energía que debería disiparse en una pluralidad de frecuencias o MSEs y el patrón (relación relativa de disipación) entre ellas. Un patrón de disipación en la carga significa la cantidad relativa y/o absoluta de energía que necesita ser disipada en una carga que está expuesta a irradiación a cada frecuencia o una pluralidad de frecuencias o MSEs. El patrón puede estar relacionado con frecuencia o MSE (por ejemplo, disipar una cantidad dada o relativa por una frecuencia o MSE) y/o sitio relacionado (por ejemplo, disipar una cantidad dada o relativa dentro de un sitio en la carga) u otro parámetro o característica de la información espectral (posiblemente a través de la banda completa de trabajo). Por ejemplo - un patrón de disipación puede ser homogéneo (esencialmente la misma cantidad de energía que va a ser disipada por una pluralidad de frecuencias o MSEs y/o en una pluralidad de sitios). Por ejemplo, para disipación homogénea de energía, toda, o una mayoría significativa (por ejemplo 51% o más, 60% o más, 80% o más, o incluso 95% o más), de los valores de energía disipada para cada frecuencia en un ciclo de calentamiento tienen que ser similares (por ejemplo, la máxima diferencia inferior a 40%, 20 %, 10%, 5% del valor promedio). En otros patrones, puede existir una relación diferente. Por ejemplo, en algunos protocolos que pueden ser usados para descongelación, puede disiparse una cantidad relativamente pequeña de energía (si acaso) en la carga para frecuencias o MSEs que tienen una elevada relación de disipación, mientras que puede disiparse una cantidad relativamente alta de energía en la carga para frecuencias o MSEs que tienen una baja relación de disipación. Un patrón de disipación de energía puede incluir uno o más de (a) disipación homogénea de energía en la carga, (b) disipación controlada, no homogénea de energía en la carga o (c) una combinación de ellas. El patrón de disipación puede ser elegido por ciclo de irradiación o puede ser elegido para una pluralidad de ciclos o incluso el proceso total.

Un método ajustado de tiempo puede permitir una reducción en el tiempo total del proceso en comparación con el ajuste de sólo la potencia de entrada a cada frecuencia o MSE (por ejemplo, donde el tiempo de transmisión por frecuencia o MSE es fijo) puesto que se hace posible un mayor nivel de potencia (por lo menos en algunas frecuencias o MSEs). Opcionalmente, el máximo nivel de potencia (como una función de la frecuencia o MSE) es transmitido a todas las frecuencias o MSEs, haciendo máxima (para una situación espectral y fuente de potencia dadas) la relación de disipación de energía, reduciendo al mínimo el tiempo. El control del tiempo puede ser ejecutado una o más veces durante el calentamiento, por ejemplo, antes de cada ciclo de operación, y/o antes y/o después de la pluralidad de ciclos de operación, y puede estar basado en información espectral o información de disipación tomada de la cavidad y/o de la carga. El control puede abarcar, por ejemplo, el control del dispositivo sobre las diferentes frecuencias o MSEs para asegurar que cada frecuencia o MSE son transmitidos a la potencia y duración necesarios. A veces, el control puede incluir también el cambio de patrones de transmisión, por ejemplo, entre ciclos y, a veces, también cálculos respectivos y/o procesos de toma de decisiones.

Adicionalmente, o de modo alternativo, la potencia máxima posible a cada frecuencia transmitida o MSE es transmitida para esa frecuencia o MSE, mientras se controla el período de tiempo de transmisión para esa frecuencia o MSE. Tal transmisión resulta en la disipación de una cantidad deseada de energía a la frecuencia o MSE dados, dentro de la carga. Tal transmisión resulta en un incremento o incluso en un máximo de la potencia disipada (o velocidad de transferencia de energía a la carga) mientras se alcanza un patrón deseado de disipación de energía. Adicionalmente o de modo alternativo, se logra una reducción o incluso un mínimo en el tiempo requerido para la disipación de cualquier cantidad dada de energía, empleando un patrón dado de disipación de

energía. De modo sorprendente, la transferencia de energía a la potencia máxima posible, a frecuencias o MSEs cuidadosamente elegidos sobre el espectro, no causan daño al objeto, aunque la transferencia de energía a una frecuencia o MSE puede afectar la disipación de la carga de una frecuencia transmitida o MSE consecuentemente.

5 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el tiempo asignado para transmisión de cada frecuencia o MSE es fijado para todas las frecuencias transmitidas o MSEs dentro de un ciclo de operación, mientras que las frecuencias o MSEs que aparecen en cada ciclo son seleccionadas de manera dinámica, de modo que la suma sobre muchos ciclos puede suministrar un patrón deseado de disipación, de acuerdo con una información espectral y/o información de disipación recuperadas de la cavidad y/o la carga. La realización es explicada en mayor
10 detalle en la Fig. 5 y su descripción asociada.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el tiempo asignado para la transmisión de cada frecuencia o MSE puede ser fijado para todas las frecuencias transmitidas o MSEs dentro de un ciclo de operación, mientras que la potencia es ajustada dinámicamente sobre una serie de ciclos de operación, de modo que se logra
15 un patrón deseado de calentamiento durante la serie de ciclos (un grupo predefinido de ciclos). En tales casos, puede ser posible transmitir cada ciclo repetido de frecuencia dentro del grupo de ciclos, hasta que se disipa la energía deseada para aquella frecuencia o MSE. La potencia de transmisión para cada frecuencia o MSE puede ser máxima para por lo menos una porción de los ciclos dentro del grupo de ciclos, de modo que se disipa una cantidad deseada de energía en total por la frecuencia o MSE. A veces, esto significa que la frecuencia o MSE puede ser
20 transmitida a potencia máxima durante algunos de los ciclos dentro de un grupo y a una potencia inferior (o incluso en absoluto) para uno o más ciclos dentro de un grupo. El control de la potencia puede estar basado en información espectral y/o información de disipación recuperadas de la cavidad y/o la carga.

Los principios y operación de un aparato y método de acuerdo con la presente invención pueden ser mejor entendidos con referencia a los dibujos y descripción acompañante.

Antes de explicar en detalle por lo menos una realización de la invención, debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes expuestos en la
30 siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones o de ser practicada o llevada a cabo de varias maneras. También, debe entenderse que la fraseología y terminología empleadas aquí tienen como propósito la descripción y no deben ser miradas como limitantes.

La Fig. 1A es un diagrama simplificado que ilustra una primera realización de acuerdo con la presente invención, de un método para irradiar una carga sobre una secuencia de frecuencias. De acuerdo con algunas realizaciones de la
35 presente invención, se suministra un método en el cual se ajusta el tiempo de transmisión para cada frecuencia en una secuencia de frecuencias transmitidas, de modo que una energía deseada es disipada dentro del objeto a aquella frecuencia dada. La cantidad de tiempo para la transmisión de cada frecuencia puede ser deducida (y, de acuerdo con ello, controlada) cada vez que se actualiza la información espectral y/o información de disipación o en cada ciclo de operación o para varios ciclos de operación o incluso durante un ciclo de operación, basado en la
40 información espectral y/o información de disipación. Ahora se hace referencia a la caja 2, en la cual se suministran las frecuencias que van a ser transmitidas a una carga. A veces, las frecuencias son predeterminadas aunque de modo más general ellas pueden ser seleccionadas de manera dinámica durante el proceso de irradiación (por ejemplo, con base en la información espectral y/o información de disipación). En la caja 4, se determina la duración de transmisión para cada frecuencia seleccionada. El tiempo de transmisión para cada frecuencia es ajustado de modo que una energía deseada (absoluta o relativa) es disipada dentro del objeto a cualquier frecuencia dada, en un ciclo dado (o pluralidad de ciclos). En la caja 6, la carga es irradiada de modo que cada frecuencia de las
45 frecuencias seleccionadas es transmitida para la duración que fue ajustada en la caja 2.

Ahora se hace referencia a la Fig. 1B, el cual es un diagrama de flujo simplificado que ilustra un método para suministrar irradiación controlada de energía a una carga, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención e ilustrando como puede usarse la retroalimentación de la carga y/o de la cavidad, para el ajuste de los
50 tiempos de transmisión para las diferentes frecuencias. Normalmente una carga tiene una característica de disipación de energía, la cual no es estática sino que más bien varía dependiendo de un estado corriente de la carga.

Más generalmente, diferentes materiales (o materiales que tienen características variables) tienen típicamente propiedades variables de absorción (por ejemplo debido a estar compuestos de una pluralidad de materiales o de un material que tiene diferentes fases). Además, las propiedades de absorción son frecuentemente una función de la
60 temperatura y/o fase de los materiales en el objeto. Así, a medida que la temperatura y/o fase de un objeto cambian, las propiedades de absorción del objeto pueden cambiar, y la velocidad y magnitud de este cambio puede depender de las propiedades de material(es) en el objeto. Adicionalmente, la forma de un objeto puede contribuir a sus propiedades de absorción, a una frecuencia particular. Por ejemplo, los objetos de forma irregular pueden exhibir irregular absorción de energía electromagnética. Todos estos factores pueden hacer difícil controlar la absorción de energía electromagnética en un objeto.

65

En la caja 32, la cavidad es irradiada con el espectro de irradiación de frecuencias. En la caja 34, se mide un espectro RC resultante. Los pasos mostrados en las cajas 32 y 34 pueden ser ejecutados de modo que la medición en sí misma no transmitiría una cantidad significativa de energía a la carga. Esto puede ser hecho, por ejemplo, a una baja potencia que tendría pequeño efecto de calentamiento o no lo tendría, pero que sería suficiente para obtener el espectro de reflectancia. De modo alternativo, la información espectral (o información de disipación) puede ser medida transmitiendo una elevada potencia, pero por un tiempo muy corto (por ejemplo 1, 10, 100 o incluso 1000 mseg). El espectro de reflectancia indica, entre otras cosas, la información o características de disipación para cada frecuencia transmitida y para todo el espectro transmitido. En la caja 36 se infiere una información de disipación de corriente de la carga.

En la caja 38, se ajusta el espectro de irradiación de frecuencias de acuerdo con la información de disipación inferida en los pasos previos. Este ajuste puede incluir el ajuste de la selección de cuáles frecuencias transmitir y/o ajuste de una potencia de transmisión y/o tiempo de acuerdo con la información de disipación, y puede incluir los pasos necesarios de cálculo requeridos para ajustar tales parámetros con base en la información de disipación. Cuando todas las frecuencias son transmitidas por la duración que está ajustada para ellas, termina un ciclo de operación y puede comenzar un nuevo ciclo. Se puede considerar que tal ciclo de operación incluye una pluralidad de sitios de transmisión.

Después, puede detenerse la irradiación en la caja 38 y puede repetirse el proceso (cajas 32 - 38), ajustando nuevamente así de manera dinámica los tiempos de transmisión de acuerdo con los cambios en el espectro RC (o espectro de disipación) durante el calentamiento. Así, la carga puede ser irradiada de modo que se logra un patrón deseado de disipación. Las cantidades relativas de energía transmitida a diferentes frecuencias, pueden ser ajustadas en respuesta a las respectivas relaciones de disipación, a cada frecuencia en la banda. De modo alternativo, las cantidades relativas de energía transmitida pueden ser ajustadas en respuesta a una función o derivación de las relaciones de disipación, a todas las frecuencias en la banda, afectando así el patrón de distribución de energía en la carga.

Ahora se hace referencia a la Fig. 1C, que es un diagrama de flujo simplificado de un método para controlar la cantidad de energía que se disipa dentro de una carga, a cada frecuencia transmitida, a través de la modulación del período en el cual cada frecuencia es transmitida. En la caja 42, la carga es irradiada con radiación de UHF o microondas, usando una secuencia de frecuencias en un ciclo de operación. Esto puede ser hecho a una potencia relativamente baja y/o a una potencia alta por un tiempo de transmisión muy corto, tal que se tiene información con muy pequeña transferencia de energía (por ello pequeño o ningún efecto en la información de disipación). En la caja 44, se obtiene de la carga información de disipación. En la caja 46, se seleccionan niveles de energía para cada frecuencia con base en el patrón deseado de transmisión de energía. Esto puede basarse por ejemplo, en los respectivos niveles de disipación y disipación total de energía deseada para la carga. En la caja 48, se ajusta el ciclo de operación seleccionando al menos las duraciones respectivas dentro del ciclo de operación durante el cual son transmitidas las correspondientes frecuencias. Típicamente, la potencia dada es la potencia máxima posible a aquella frecuencia, y en vista de la relación de disipación para aquella frecuencia, la cantidad ajustada de energía es transmitida. En la caja 49, la carga es irradiada de acuerdo al ciclo de operación. Esto puede ser seguido nuevamente por la caja 42 por una nueva ronda de modificación del ciclo de operación. La información inicial de disipación de energía (o en efecto el patrón total de disipación) puede ser obtenida de información pre-definida de disipación de energía, (por ejemplo, información de disipación esperada para un huevo, o para calentamiento de agua basado en operación previa del dispositivo o un dispositivo similar con una carga parecida). El ciclo de operación es modificado variando por lo menos las duraciones respectivas dentro del ciclo de operación durante el cual son transmitidas las frecuencias correspondientes. El ciclo de operación puede incluir las frecuencias que son usadas para la irradiación de la carga y la potencia que es transmitida a las correspondientes frecuencias. La energía por frecuencia puede estar limitada dentro de los ciclos. La limitación puede estar basada en la combinación máxima de potencia tiempo acumulado para cada frecuencia permitida para la ejecución de los ciclos, o en una energía máxima permitida por frecuencia.

Como se ha notado por doquier aquí, no toda la energía transmitida es realmente disipada (o absorbida) por la carga.

La proporción de energía transmitida que es absorbida por la carga, varía normalmente para diferentes frecuencias y para diferentes cargas. El exceso de energía transmitida puede ser reflejado de retorno a la alimentación o acoplada a otra alimentación, si ella está presente.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo a modo de ejemplo que ilustra el control sobre la cantidad de energía que es transmitida. En la caja 21, se selecciona de manera opcional un patrón de disipación de energía. En la caja 22, se recoge de la carga la información de disipación (por ejemplo, transmitiendo un barrido de frecuencia de baja energía como se describió arriba). En la caja 23, se analiza la información de disipación. En la caja 24, por cada frecuencia que va ser transmitida, se seleccionan tripletes de frecuencia/tiempo/potencia (FTP) para realizar el perfil seleccionado. Posteriormente se explica en mayor detalle un método para seleccionar los tripletes. Uno o más de los tripletes FTP puede ser fijado para todas o una pluralidad de frecuencias. En la caja 25 la energía es transmitida a la carga de acuerdo con los tripletes FTP. El proceso descrito en las cajas 21-25 puede ser repetido con o sin nueva

adquisición de información y pasos de análisis. La caja 26 describe la terminación, la cual puede ser automática. La terminación automática puede ser después de que una cantidad ajustada de energía se disipó o después de que un tiempo dado se ha cumplido, o basado en una entrada detectada la cual puede ser humedad/temperatura/volumen/cambio de fase y similares. La terminación puede también ser manual.

5 La cantidad de potencia que se desea que sea disipada en la carga, a una frecuencia dada, para una relación dada de disipación por unidad de tiempo, es definida a continuación como $dpl(f)$. Potencia significa la energía disipada por unidad de tiempo. El suministro de diferentes cantidades de energía para diferentes frecuencias puede ser llevado a cabo por ejemplo empleando diferentes potencias pico, diferentes ciclos de operación y/o transmitiendo a diferentes velocidades. Por ejemplo, puede suministrarse potencia a amplitudes fijas, pero a una velocidad diferente y/o retardos entre pulsos para diferentes frecuencias.

10 En calentamiento ajustado por potencia, se fijan el tiempo asignado para la transmisión de cada frecuencia para todas las frecuencias transmitidas dentro de un ciclo, pero la potencia puede variar entre frecuencias. Cuando se desea tener una disipación homogénea de potencia para todas las frecuencias (o un rango particular de frecuencias), se selecciona $dpl(f)$ para que sea el mismo para todas las frecuencias transmitidas. En tales casos, se transmite una potencia diferente a diferentes frecuencias que tienen diferentes relaciones de disipación, para afectar una cantidad esencialmente homogénea de energía disipada a las respectivas frecuencias.

15 La cantidad máxima de potencia que puede ser disipada en una carga en una unidad de tiempo (usando una fuente dada de potencia - por ejemplo amplificador de potencia de RF) es definida como $ep(f)$, la cual es una función de la relación de disipación a aquella frecuencia ($dr(f)$) y de la máxima potencia disponible de la fuente de poder a aquella frecuencia (P_{max}). Puesto que (en el calentamiento ajustado por potencia) el tiempo asignado para transmisión de cada frecuencia es fijo para todas las frecuencias transmitidas, para algunas frecuencias podría no ser posible disipar una elevada cantidad deseada de energía dentro del intervalo de tiempo (es decir donde $ep(f) < dpl(f)$). La elección de una baja $dpl(f)$ puede incrementar el número de frecuencias que pueden tener la cantidad deseada de potencia (dpl) disipada en ella ($ep(f) \geq dpl(f)$), y en consecuencia la cantidad deseada de energía se disipa en más porciones en la carga. Sin embargo, esto debería de ser a costa de la velocidad de disipación de energía. La elección de una elevada dpl puede incrementar la velocidad de calentamiento puesto que se disipa más energía dentro de un intervalo dado el tiempo, pero causa también una mayor desviación de la disipación real de energía del patrón seleccionado de disipación de energía, porque más frecuencias tienen $ep(f) < dpl$ y por ello pueden recibir sólo la máxima energía disponible, la cual, para aquellas frecuencias en aquella circunstancia, es menor a dpl . Se nota que la modificación de una característica de la cavidad (por ejemplo, el movimiento de un elemento de ajuste de campo y/o movimiento de la carga), la información espectral y/o la información de disipación pueden ser modificadas de modo que, por ejemplo, un $dpl(f)$ dado podría ser transmisible a un mayor número de frecuencias, permitiendo con ello un incremento en la velocidad de calentamiento a un nivel dado de uniformidad.

20 En el calentamiento ajustado por tiempo, puede hacerse variar el tiempo asignado para la transmisión de cada frecuencia entre frecuencias transmitidas dentro de un ciclo, y opcionalmente puede hacerse variar también la potencia de transmisión entre frecuencias. Cuando se desea tener una disipación de potencia homogénea o esencialmente homogénea a todas o algunas frecuencias, se selecciona $dpl(f)$ para que sea el mismo para todas las frecuencias transmitidas. Usando este método, puede usarse un tiempo diferente para transmitir a diferentes frecuencias a las mismas y/o diferentes potencias de transmisión, pero debido a diferentes relaciones de disipación, se disipa esencialmente la misma cantidad de potencia en la carga.

25 Puesto que en el calentamiento ajustado por tiempo, puede hacerse variar el tiempo asignado para transmisión de cada frecuencia, por ejemplo, con objeto de compensar diferencias en $ep(f)$, más frecuencias pueden ser útiles a un $dpl(f)$ dado, comparado con el calentamiento ajustado por potencia. En efecto, en el calentamiento ajustado por tiempo, los patrones y tiempo de disipación son virtualmente ilimitados cuando se comparan con aquellos que pueden ser logrados bajo condiciones similares con calentamiento ajustado por potencia. Pueden imponerse aún otras limitaciones, como se detalla por ejemplo abajo, que podrían prevenir el uso de frecuencias que tienen relaciones de disipación y/o $ep(f)$ muy altas o muy bajas. Por ello, la modificación de una característica en la cavidad como por ejemplo por movimiento de un elemento de ajuste de campo y/o movimiento de la carga, en un protocolo ajustado por tiempo puede usarse también para modificar el número (o proporción) de frecuencias que pueden ser usadas para afectar un patrón deseado de disipación.

30 De acuerdo con algunas realizaciones, puede ajustarse por adelantado una cantidad total deseada de energía que va a ser disipada en la carga, en un ciclo dado de transmisión. Un ciclo de transmisión, denominado también como ciclo de operación, es un conjunto de transmisiones que incluyen todas las frecuencias usadas en una banda de trabajo y transmitidas de una vez o en una secuencia, de acuerdo con un patrón deseado de disipación de energía. En un ciclo, una frecuencia puede ser transmitida una vez o más de una vez, como con el grupo de ciclos mencionado arriba, para afectar el patrón de disipación de energía. Un ciclo, por ejemplo, puede ser ejecutado como un barrido de frecuencia, donde cada frecuencia es transmitida una vez, y/o como un pulso donde una pluralidad de frecuencias es transmitida al mismo tiempo usando y/o ejecutando cualquier otro método conocido en la técnica. Un ciclo pueden ser las transmisiones totales de energía entre eventos de re-ajuste de los parámetros de espectro de

transmisión. Puede ejecutarse un protocolo individual de calentamiento como un ciclo individual de transmisión (especialmente cuando la disipación deseada de energía es pequeña) o como una pluralidad de ciclos de transmisión.

5 De acuerdo con algunas realizaciones para el calentamiento ajustado por tiempo, puede seleccionarse un límite de potencia transmitida de fondo, por ejemplo, para prevenir una elongación indebida del ciclo por la necesidad de transmitir una $ep(f)$ relativamente baja (por ejemplo, 50% o menos, 20% o menos, 10% o menos, o incluso 3% o menos del valor $ep(f)$ máximo), o cuando $ep(f)$ está por debajo de un valor absoluto ajustado previamente. Esta limitación de potencia es denominada aquí como bpl . El $tpl(f)$ denota la potencia que puede ser transmitida por el dispositivo a una frecuencia dada para disipar dpl . Por ello, $tpl(f)$ es una función de dpl , la cantidad máxima de potencia que puede ser transmitida por el dispositivo a una frecuencia dada y la relación de disipación ($dr(f)$ a aquella frecuencia). Donde $tpl(f)$ es inferior, el tiempo necesario con objeto de tener $dpl(f)$ disipado es mayor que si $tpl(f)$ fuera mayor (para el mismo $dpl(f)$). Donde $tpl(f) < bpl$, el protocolo de calentamiento puede ser ajustado por ello para limitar la cantidad de tiempo gastado a aquellas frecuencias. Por ejemplo – pueden ignorarse las frecuencias que tienen un $tpl(f)$ que está por debajo de bpl , en otras palabras no transmitidas en absoluto, o de modo alternativo, ellas pueden ser transmitidas por un período limitado de tiempo. Así, por ejemplo, el período de calentamiento para $ep(f) = bpl$.

20 De acuerdo con algunas realizaciones, la cantidad de potencia máxima transmitida está limitada, por ejemplo con objeto de prevenir el daño del dispositivo. La limitación es ejecutada mediante el ajuste de un límite máximo sobre $tpl(f)$. Esta limitación puede tener mayor importancia a frecuencias con baja relación de disipación, donde la porción de potencia transmitida que no es disipada en la carga es grande. Puede reducirse el efecto de esta limitación, mediante la adición de medidas protectoras a diferentes partes del dispositivo, tales como medios de enfriamiento a la carga de potencia reflejada. El controlador puede ser configurado para prevenir que la potencia que es disipada en la carga de potencia reflejada exceda un límite superior definido previamente. Tal configuración puede ser lograda calculando la energía de retorno y acoplada o midiendo la temperatura o por cualquier otro método conocido en la técnica.

30 De acuerdo con algunas realizaciones, puede imponerse un límite superior al nivel de potencia que se permite sea transmitido dentro de la cavidad por cualquier razón, incluyendo por ejemplo la prevención del daño del dispositivo y prevención de emisión excesiva desde el dispositivo. Tal límite es denominado $utpl$. De acuerdo con tal limitación, la transmisión ($tpl'(f)$) es representada en la tabla 1.

$$tpl'(f) = \begin{cases} utpl & tpl(f) > utpl \\ tpl(f) & \text{además} \end{cases}$$

Tabla 1

35 De acuerdo con algunas realizaciones, puede imponerse un límite superior al nivel de potencia que se permite sea disipada dentro de la carga, para prevención del daño de la carga y/o del dispositivo y/o prevención de emisión excesiva desde el dispositivo o por cualquier otra razón. En tal caso, el límite superior es denominado aquí como upl . En la tabla 2 se define la limitación, en donde $gl(f)$ denota la cantidad de potencia que va a ser disipada dentro de la carga a cada frecuencia, independientemente de upl , y $gl'(f)$ denota la cantidad de potencia que va a ser disipada dentro de la carga a cada frecuencia, cuando se toma en cuenta upl .

Tabla 2

$$gl'(f) = \begin{cases} upl & gl(f) > upl \\ gl(f) & \text{además} \end{cases}$$

45 Finalmente, a veces pueden usarse dos o más de upl , $utpl$ y bpl .

Aquí se describen métodos a modo de ejemplo para la selección de FTPs:

50 $dr(f)$, donde la relación de disipación a una frecuencia dada, tiene valores potenciales entre 0 y 1, y puede ser calculado como se muestra en la ecuación 1, basado en la potencia medida y empleando parámetros S, como es conocido en la técnica.

$$dr_j(f) = \frac{P_{Incidente, vatio}^j(f) - \sum_i P_{De\ retorno, vatio}^i(f)}{P_{Incidente, vatio}^j(f)} = 1 - \frac{\sum_i P_{De\ retorno, vatio}^i(f)}{P_{Incidente, vatio}^j(f)}$$

La potencia máxima que puede ser disipada en la carga a cada frecuencia (representada como $ep_j(f)$) es calculada como sigue, dado que $P_{\text{máximo, j, vatio}}$ es una potencia máxima disponible desde el amplificador a cada frecuencia.

5

$$ep_j(f) = dr_j(f) P_{\text{Máximo, j, vatio}}(f)$$

En cualquier ciclo dado de disipación, $gl(f)$ denota la potencia que va a ser disipada dentro de la carga a cada frecuencia. Se define $dpl(f)$ como la cantidad de potencia que se desea que sea disipada en la carga a una frecuencia y por ello la disipación es descrita como en la tabla 3.

10

Tabla 3

$$gl(f) = \begin{cases} dpl(f) & dpl(f) \leq ep(f) \\ ep(f) & \text{Además} \end{cases}$$

15

Nota: $gl(f)$ (y $ep(f)$ y $dpl(f)$) es una potencia que va a ser disipada dentro de la carga; la potencia que va a ser transmitida por el dispositivo a cada frecuencia ($tpl(f)$) es una función de $gl(f)$ y $dr(f)$ como se describe en la tabla 4.

20 Tabla 4

$$tpl(f) = \frac{gl(f)}{dr(f)}$$

En casos donde se aplica un bpl de modo que se evita la transmisión para valores $tpl(f)$ inferiores a bpl , la transmisión verdadera ($tpl'(f)$) es por ello descrita como en la tabla 5.

25

Tabla 5

$$tpl'(f) = \begin{cases} 0 & tpl(f) < bpl \\ tpl(f) & \text{Además} \end{cases}$$

30 Cálculo del tiempo de transmisión:

En algunos ejemplos descritos aquí, se elige un paso básico de tiempo (denominado en lo sucesivo bts (por ejemplo, 10 nseg)). El paso básico de tiempo es normalmente un rasgo del controlador que controla el tiempo para la transmisión de cada frecuencia y define la resolución máxima en unidades de tiempo entre las frecuencias transmitidas. $ttf(f)$ es un valor numérico que define el tiempo necesario para transmitir $tpl(f)$, como es medido en unidades bts . El $ttf(f)$ puede ser calculado como sigue:

35

$$ttf(f) = \frac{tpl'(f)}{ep(f)/dr}$$

De acuerdo con ello, el tiempo mínimo de transmisión puede ser calculado como una función de $ttf(f)$ y bts . A veces, puede desearse imponer un tiempo de ciclo que transmitiría por lo menos una cantidad significativa de energía, o que el tiempo de ciclo no sería muy corto por cualquier otra razón. Por ello, puede introducirse una constante de extensión de tiempo (tsc) para incrementar el tiempo de ciclo por encima del mínimo mencionado arriba, calculando de este modo el tiempo de transmisión real para cada frecuencia ($att(f)$) como sigue:

45

$$att(f) = ttf(f) * bts * tsc$$

5 *t_{sc}* puede ser usado para incrementar/reducir una duración de ciclo. Esta puede ser un valor fijo para un dispositivo o pueden ajustarse diferentes valores fijos para diferentes protocolos de operación del dispositivo o basados en características de la carga, o ajustados de tiempo en tiempo durante un ciclo de operación (por ejemplo basados en limitaciones para una cantidad total de energía que es transmitida por ciclo), etc. En efecto, a veces puede usarse el incremento en el valor de *t_{sc}* para transmitir valores bajos de *dpl(f)*, lo cual puede incrementar la duración total del proceso de transmisión de energía, pero podría suministrar más exactamente el patrón deseado de disipación.

10 Debe notarse que a cada frecuencia se asigna una cantidad total dada de tiempo de transmisión (*att(f)*) de modo que este período es transmitido de manera no necesariamente continua. Más bien, un ciclo de transmisión puede ser partido en una pluralidad de ciclos, en donde algunas o todas las frecuencias transmitidas, son transmitidas por períodos inferiores a *att(f)* mientras que el tiempo total de transmisión para cada frecuencia se mantiene como *att(f)*.

Demostración de la reducción de tiempo:

15 La descripción a modo de ejemplo está basada en dos frecuencias transmitidas *f₁* y *f₂* y una potencia máxima de transmisión de un dispositivo *P_{máximo} = P₁ > P₂*. De acuerdo con un protocolo seleccionado de transferencia de potencia basado en el ajuste de la potencia transmitida, *P₁* es transmitido a *f₁* y *P₂* a *f₂*, cada uno por un periodo de tiempo fijo *t*. En tal caso, el tiempo total usado para transmitir *E₁* y *E₂* es *2t*.

$$E_1 = P_1 t$$

$$E_2 = P_2 t$$

$$t_{total} = 2t$$

20 De acuerdo con un protocolo seleccionado de transferencia de potencia basado en el ajuste del tiempo durante el cual se transmite la energía, *P_{máximo}* es transmitido tanto a *f₁* como a *f₂*. En tal caso, el tiempo total usado para transmitir *E₁* y *E₂* es calculado como sigue:

$$25 \quad E_1 = P_{Máximo} \quad t_1 = P_1 t$$

$$E_2 = P_{Máximo} \quad t_2 = P_2 t$$

30 Puesto que *P_{máximo} = P₁*, *t₁* tiene que ser igual a *t*. Pero puesto que *P_{máximo} > P₂*, *t₂* tiene que ser menor a *t*

$$t_2 = t - \delta$$

$$t_{total} = t_1 + t_2 = t + (t - \delta) = 2t - \delta < 2t$$

35 La Fig. 3 representa de manera esquemática un dispositivo 10 de acuerdo con una realización de la presente invención. El dispositivo 10, como se muestra, incluye una cavidad 11. Como se muestra, la cavidad 11 es una cavidad cilíndrica hecha de un conductor, por ejemplo un metal tal como aluminio. Sin embargo, debe entenderse que la metodología general de la invención no está limitada a cualquier forma particular de cavidad de resonador. La cavidad 11, o cualquier otra cavidad hecha de un conductor, opera como un resonador para ondas electromagnéticas que tienen frecuencias que están por encima de una frecuencia límite (por ejemplo 500 MHz) lo cual puede depender, entre otras cosas, de la geometría de la cavidad. Los métodos para la determinación de una frecuencia límite basados en la geometría, son bien conocidos en la técnica y pueden ser usados.

40 Se coloca una carga 12 (también conocido como un objeto) en la cavidad, la cual puede ser una jaula Faraday, opcionalmente sobre un miembro soporte 13 (por ejemplo, una placa de horno microondas). En una realización a

modo de ejemplo de la invención, la cavidad 11 puede incluir una o más alimentaciones 14 que pueden ser empleadas para transmitir energía dentro de la cavidad para que hagan resonancia en presencia de la carga en una secuencia de frecuencias. La energía es transmitida usando cualquier método y medios conocidos en la técnica incluyendo, por ejemplo, el uso de un amplificador de estado sólido. Una o más, y a veces todas las alimentaciones

5 14 pueden ser usadas también una o más veces durante la operación para obtener información espectral de la cavidad, y/o información de disipación de la carga, dentro de una banda dada de frecuencias de RF para determinar la información espectral de la cavidad, por ejemplo, información de disipación de la carga, como una función de la frecuencia en la banda de trabajo. Esta información es colectada y procesada por el controlador 17, como se detallará abajo.

10 El controlador 17 incluye por lo menos un procesador configurado para ejecutar instrucciones asociadas con las realizaciones divulgadas en el presente. Como se usa aquí, el término "procesador" puede incluir un circuito eléctrico que ejecuta una operación lógica en entrada o entradas. Por ejemplo, tal procesador puede incluir uno o más circuitos integrados, microchips, microcontroladores, microprocesadores, toda o parte de una unidad central de procesamiento (CPU), unidad de procesamiento de gráficos (GPU), procesadores de señal digital (DSP), arreglo de puerta programable de campo (FPGA) u otro circuito adecuado para la ejecución de instrucciones o realización de operaciones lógicas.

15 La cavidad 11 puede incluir, o en algunos casos definir, una zona de aplicación de energía. Tal zona de aplicación de energía puede ser cualquier localización, región o área vacía donde puede aplicarse la energía de RF. Puede incluir un hueco, o puede estar lleno o parcialmente lleno con líquidos, sólidos, gases, plasma, o combinaciones de ellos. Sólo a modo de ejemplo, una zona de aplicación de energía puede incluir un interior de un recinto, interior de un recinto parcial, espacio abierto, sólido, o sólido parcial, que permite la existencia, propagación y/o resonancia de ondas electromagnéticas. Para propósitos de esta divulgación, todas tales zonas de aplicación de energía pueden ser denominadas como cavidades. Un objeto es considerado "dentro" de la zona de aplicación de energía si por lo menos una porción del objeto está localizada en la zona o si alguna porción del objeto recibe la radiación entregada de RF.

20 Como se usan aquí, los términos elemento radiante y antena pueden referirse de manera amplia a cualquier estructura desde la cual puede radiarse y/o recibirse energía RF, independientemente de si la estructura fue diseñada originalmente para los propósitos de radiación o recepción de energía, e independientemente de si la estructura sirve para cualquier otra función adicional. Por ejemplo, un elemento radiante o una antena puede incluir una antena de abertura/rendija, o una antena que incluye una pluralidad de terminales que transmiten al unísono, bien sea al mismo tiempo o a una diferencia de fase controlada de manera dinámica (por ejemplo una antena de arreglo de fase). De manera consistente con algunas realizaciones a modo de ejemplo, las alimentaciones 14 pueden incluir un transmisor de energía RF (denominado aquí como "una antena de transmisión") que alimenta energía dentro de la zona de aplicación de energía RF, un receptor de energía RF (denominado así como "una antena receptora") que recibe energía de la zona, o una combinación de un transmisor y un receptor.

30 La energía suministrada a una antena transmisora puede resultar en energía emitida por la antena transmisora (denominada así como "energía incidente"). La energía incidente puede ser entregada a la zona de aplicación de energía, y puede estar en una cantidad igual a la que es suministrada a las antenas por la fuente. De la energía incidente, una porción puede ser disipada por el objeto (denominada aquí como "energía disipada"). Otra porción puede ser reflejada en la antena transmisora (denominada aquí como "energía reflejada"). La energía reflejada puede incluir, por ejemplo, energía reflejada de retorno a la antena transmisora, debido a error de coincidencia causado por el objeto y/o la zona de aplicación de energía. La energía reflejada puede incluir también energía retenida por el puerto de la antena transmisora (es decir, energía que es emitida por la antena pero que no fluye dentro de la zona). El resto de la energía incidente, diferente a la energía reflejada y la energía disipada, puede ser transmitido a una o más antenas receptoras diferentes de la antena de transmisión (denominada así como "energía transmitida."). Por ello, la energía incidente ("I") suministrada a la antena de transmisión puede incluir toda la energía disipada ("D"), energía reflejada ("R"), y energía transmitida ("T"), la relación de las cuales puede ser representada matemáticamente como es $I = D + R + \sum T_i$.

40 De acuerdo con ciertos aspectos de la invención, la una o más antenas de transmisión pueden entregar energía RF dentro de la zona de aplicación de energía. Energía entregada por una antena transmisora a la zona (denominada aquí como "energía entregada" o "d") puede ser la energía incidente emitida por la antena menos la energía reflejada en la misma antena. Esto es, la energía entregada puede ser la energía neta que fluye desde la antena transmisora a la zona, es decir, $d=I-D$. De modo alternativo, la energía entregada puede también ser representada como la suma de la energía disipada y la energía transmitida, es decir, $d=R+T$.

50 En una realización a modo de ejemplo de la invención, la cavidad 11 puede incluir también uno o más sensores 15. Estos sensores pueden suministrar información adicional al controlador 17, incluyendo por ejemplo, temperatura detectada por uno o más sensores de IR, fibras ópticas o sensores eléctricos, humedad, peso, etc. Otra opción es el uso de uno o más sensores internos incorporados o unidos a la carga (por ejemplo una fibra óptica o un TTT como se divulga en WO07/096878).

De modo alternativo o adicionalmente, la cavidad 11 puede incluir uno o más elementos de ajuste de campo (FAE) 16. Un FAE es cualquier elemento dentro de la cavidad que puede afectar su información espectral (o información de disipación o espectro RC) o la información que puede derivarse de ellos. De acuerdo con ello, un FAE 16 puede ser por ejemplo, cualquier carga dentro de la cavidad 11, incluyendo uno o más componentes de metal dentro de la cavidad, alimentación 14, miembro de soporte 13 e incluso carga 12. La posición, orientación, forma y/o temperatura de FAE 16 son controladas opcionalmente por el controlador 17. En algunas realizaciones de la invención, el controlador 17 puede ser configurado para ejecutar varios barridos consecutivos. Cada barrido es ejecutado con una diferente propiedad FAE (por ejemplo, cambio en la posición u orientación de uno o más FAE) tal que puede deducirse una diferente información espectral (por ejemplo información de disipación o espectro RC). El controlador 17 puede entonces seleccionar la propiedad FAE basado en la información espectral obtenida. Tales barridos pueden ser ejecutados antes de transmitir energía RF dentro de la cavidad, y el barrido puede ser ejecutado varias veces durante la operación del dispositivo 10, con objeto de ajustar las potencias y frecuencias transmitidas (y a veces también la propiedad FAE) a cambios que ocurren en la cavidad durante la operación.

A veces, los FAE son controlados y/o la carga es girada o movida, de modo que puede adquirirse información espectral más útil (por ejemplo, información de disipación o espectro RC) para irradiación selectiva y/o para el ajuste de los parámetros de radiación tales como dpl (y cualquiera de los otros parámetros de radiación definidos aquí), por ejemplo como se describe abajo. De modo opcional o alternativamente, la carga y/o FAEs son manipulados periódicamente y/o basados en una calidad u otra propiedad de la información espectral adquirida. Opcionalmente, se eligen los ajustes que permiten seleccionar el más alto $dpl(f)$.

En líneas punteadas se representa una transferencia de información al controlador a modo de ejemplo. Las líneas completas representan ejemplos del control ejercido por el controlador 17 (por ejemplo, la potencia y frecuencias que van a ser transmitidas por una alimentación 14 y/o que dicta la propiedad de FAE 16). La información/control pueden ser transmitidas por cualquier medio conocido en la técnica, incluyendo comunicación por cable o inalámbrica.

El controlador 17 puede ser usado también para regular la energía por frecuencia, mediante variación de las respectivas duraciones durante las cuales se transmiten las correspondientes frecuencias.

Las Figs 4a y 4b describen gráficos a modo de ejemplo que representan dos ejemplos de parámetros de ajuste antes de ejecutar un ciclo de operación, con objeto de disipar la misma cantidad de energía a una pluralidad de frecuencias. La Fig. 4A representa un método ajustado por potencia mientras que la Fig. 4B representa un método ajustado por tiempo. En este ejemplo, el método ajustado por t es uno en donde la cantidad de tiempo asignado por cada frecuencia es ajustado antes, ejecutando un ciclo de operación, mientras que se mantiene una cantidad fija de potencia por cada frecuencia transmitida, y el método de ajuste por tiempo es uno en donde la cantidad de potencia por cada frecuencia es ajustada antes de ejecutar el ciclo de operación mientras se mantiene el tiempo asignado por cada frecuencia fija.

Las líneas discontinuas en la Fig. 4A y en la Fig. 4B representan respectivamente la potencia máxima que puede ser disipada en la carga a cada frecuencia ($ep(f)$). Como se muestra en las figuras, la potencia máxima disipada ($ep(f)$) es la misma en ambas figuras. En ambas figuras se introduce un factor limitante denominado mpl , que denota un nivel de potencia máxima por encima del cual se previene la disipación. En la Fig. 4A, el tiempo para transmisión de cada frecuencia es fijo, y la potencia elegida que va a ser disipada a cada frecuencia es la misma, y se selecciona como dpl (por ejemplo basado en un compromiso entre calentamiento a la máxima potencia y uso de un gran número de frecuencias que tienen un $ep(f)$ que es por lo menos igual a dpl). Como puede verse, algunas frecuencias que tienen $ep(f) < dpl$ no son transmitidas, y todas excepto unas pocas frecuencias son transmitidas por debajo de su $ep(f)$. En la Fig. 4B que representa un método ajustado por tiempo, la mayoría de las frecuencias son transmitidas a la respectiva $ep(f)$, excepto aquellas que tienen $ep(f) > mpl$. La línea que denota dpl en la Fig. 4B muestra la misma línea dpl que aparece en la Fig. 4A y es suministrada simplemente para comparación entre las dos gráficas.

La Fig. 5 es un escenario a modo de ejemplo de selección de frecuencias que aparecen en cada ciclo, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. En este ejemplo, el tiempo asignado por cada frecuencia es fijo en cada ciclo de operación y el ajuste es logrado mediante determinación de cual frecuencia aparece en cual ciclo de operación. Tal ajuste toma en consideración el porcentaje deseado de energía transmitida a cada frecuencia. Una cierta frecuencia puede aparecer en todos los ciclos de operación para suministrar un ciento por ciento de su energía máxima mientras que otra frecuencia puede aparecer en uno de una pluralidad de ciclos de operación (por ejemplo, 1 en 3) para lograr una porción (un tercio en el ejemplo mencionado antes) de su salida máxima de energía. Puede lograrse un incremento en la resolución, si se selecciona no transmitir una frecuencia o transmitir pero por debajo de su potencia total para algunos de los ciclos. En la caja 42, la carga es irradiada por radiación UHF o microondas, usando una secuencia de frecuencias en un ciclo de operación. En la caja 44, se obtiene información de disipación de la carga. En la caja 46, se seleccionan niveles de energía para cada frecuencia que participa en el ciclo actual de operación, basado en los respectivos niveles de disipación y disipación de energía deseada por la carga. En la caja 48, se modifica el ciclo de operación variando las frecuencias que tienen lugar en el ciclo de operación. En la caja 49, se irradia la carga de acuerdo con un ciclo modificado de operación, el cual puede

entonces ser seguido por la caja 42, de una nueva ronda de modificación del ciclo de operación. La disipación de energía deseada es obtenida de información preseleccionada de disipación de energía.

5 En otro ejemplo, se suministra potencia como pulsos de multifrecuencia, donde cada pulso incluye potencia en una pluralidad de frecuencias; las frecuencias en cada pulso y/o amplitud de la potencia para una frecuencia en un pulso, puede ser seleccionada para aplicar una potencia promedio deseada.

10 Volviendo a varios de los conceptos introducidos arriba, debe notarse que en ciertas realizaciones, puede configurarse por lo menos un procesador para determinar un valor indicativo de energía que puede ser absorbida por el objeto, a cada una de una pluralidad de frecuencias o MSEs (el concepto de MSE será descrito posteriormente en mayor detalle). Esto puede ocurrir empleando una o más mesas de búsqueda, mediante la programación previa del procesador o memoria asociada con el procesador, y/o por prueba de un objeto en una zona de aplicación de energía, para determinar sus características de energía que puede ser absorbida. Una vía a modo de ejemplo para conducir tal prueba es a través de un barrido o cubrimiento.

15 Como se usa aquí, la palabra "barrido" puede incluir, por ejemplo, la transmisión sobre el tiempo de más de una frecuencia o MSE. Por ejemplo, un barrido puede incluir la transmisión secuencial de frecuencias múltiples o MSEs en una frecuencia contigua o banda MSE; la transmisión secuencial de frecuencias múltiples o MSEs en más de una frecuencia no contigua o banda MSE; la transmisión secuencial de frecuencias individuales no contiguas o MSEs; 20 y/o la transmisión de pulsos sintetizados que tienen un contenido espectral de frecuencia deseada (o MSE)/potencia (es decir un pulso sintetizado en el tiempo). Así, durante un proceso de barrido de frecuencia o MSE, el por lo menos un procesador puede regular la energía suministrada a la por lo menos una antena, para entregar de manera secuencial energía RF a varias frecuencias o MSEs, a una zona de aplicación de energía 90, y recibir retroalimentación que sirve como indicador de la energía que puede ser absorbida por un objeto o carga 110, como se muestra en la Fig. 6.

25 Durante el proceso de barrido, puede regularse el subsistema 96 de aplicación de energía electromagnética para recibir energía electromagnética reflejada y/o acoplada en la antena(s) 102 (incluyendo alimentaciones o antenas 14, por ejemplo), y comunicar de retorno la información de energía medida, al subsistema 92 a través de la interfaz 130, como se ilustra en la Fig. 6. El subsistema 92, que puede incluir uno o más procesadores, puede determinar entonces un valor indicativo de la energía que puede ser absorbida por un objeto 110 a cada una de una pluralidad de frecuencias o MSEs, basado en la información recibida. De modo consistente con las realizaciones divulgadas en el presente, un valor indicativo de la energía que puede ser absorbida puede ser una relación de disipación (denominada aquí como "DR"), asociada con cada una de una pluralidad de frecuencias o MSEs. Como se 35 denomina aquí, una "relación de disipación" también conocida como "eficiencia de absorción" o "eficiencia de potencia", puede ser definida como una relación entre energía electromagnética absorbida por un objeto 110 y energía electromagnética suministrada dentro de la zona de aplicación de energía electromagnética 90.

40 La energía que puede ser disipada o absorbida por un objeto es denominada aquí como "energía que puede ser absorbida". La energía que puede ser absorbida puede ser un indicador de la capacidad del objeto para absorber energía o la habilidad del aparato para hacer que la energía se disipe en un objeto dado. En algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, la energía que puede ser absorbida puede ser calculada como un producto de la energía máxima incidente suministrada a la por lo menos una antena y la relación de disipación. La energía reflejada (es decir, la energía que no es absorbida o transmitida) puede, por ejemplo, ser un valor indicativo de la 45 energía absorbida por el objeto u otra carga. A modo de otro ejemplo, un procesador podría calcular o estimar la energía que puede ser absorbida, basado en la porción de la energía incidente que es reflejada y la porción que es transmitida. Aquel estimado o cálculo puede servir como un valor indicativo de energía absorbida.

50 Durante un barrido de frecuencia o MSE, por ejemplo, el por lo menos un procesador puede ser configurado para controlar una fuente de energía electromagnética, tal que la energía es suministrada de manera secuencial a un objeto a una serie de frecuencias o MSEs. El por lo menos un procesador puede entonces recibir una señal indicativa de la energía reflejada a cada frecuencia o MSE, y opcionalmente también una señal indicativa de la energía transmitida a otras antenas. Mediante el uso de una cantidad conocida de energía incidente suministrada a la antena y una cantidad conocida de energía reflejada y/o transmitida (es decir, indicando con ello una cantidad absorbida a cada frecuencia o MSE) puede calcularse o estimarse un indicador de energía que puede ser absorbida. O, simplemente el procesador puede confiar en un indicador de reflexión como un valor indicativo de energía que puede ser absorbida.

60 La energía que puede ser absorbida puede incluir también energía que puede ser disipada por las estructuras de la zona de aplicación de energía, en la cual está localizado el objeto. Dado que la absorción en material metálico o conductor (por ejemplo, las paredes de la cavidad o elementos dentro de la cavidad) se caracteriza por un factor grande de calidad (también conocido como un "factor Q"), tales frecuencias o MSEs pueden identificarse como que están acoplados a un material conductor, y a veces, una opción puede ser no transmitir energía en tales sub-bandas. En este caso, la cantidad de energía electromagnética absorbida en las paredes de la cavidad puede ser

sustancialmente pequeña, y así, la cantidad de energía electromagnética absorbida en el objeto puede ser sustancialmente igual a la cantidad de energía que puede ser absorbida.

En las realizaciones divulgadas en el presente, puede calcularse una relación de disipación usando la fórmula:

$$DR = (P_{in} - P_{rf} - P_{cp}) / P_{in}$$

donde P_{in} representa la energía electromagnética suministrada dentro de la zona 90 por las antenas 102, P_{rf} representa la energía electromagnética reflejada/retornada a aquellas antenas que funcionan como transmisoras, y P_{cp} representa la energía electromagnética acoplada a aquellas antenas que funcionan como receptoras. DR puede ser un valor entre 0 y 1, y, en las realizaciones divulgadas en el presente, puede ser representada por un número porcentual.

Por ejemplo, en un sistema de tres antenas que incluye antenas 1, 2, y 3, puede configurarse el subsistema 92 para determinar los coeficientes de reflexión de entrada S_{11} , S_{22} , y S_{33} y los coeficientes de transferencia $S_{12}=S_{21}$, $S_{13}=S_{31}$, $S_{23}=S_{32}$ con base en la información de potencia medida durante el barrido. De acuerdo con ello, la relación de disipación DR correspondiente a la antena 1 puede ser determinada con base en estos coeficientes, de acuerdo con la fórmula:

$$DR = 1 - (|S_{11}|^2 + |S_{12}|^2 + |S_{13}|^2).$$

Para un objeto particular 110, la relación de disipación puede cambiar como una función de la frecuencia o MSE de la energía electromagnética suministrada. De acuerdo con ello, puede ser generarse un espectro de relación de disipación a través de una gráfica de la relación de disipación asociada con cada frecuencia o MSE contra las respectivas frecuencias o MSEs. En Fig. 7 y Fig. 8 C se ilustran respectivamente espectros de relaciones de disipación 210 y 250, a modo de ejemplo (eficiencia). La Fig. 7 representa frecuencias y la Fig. 8 representa MSEs correspondientes a relaciones de disipación altas y bajas. Ambos ilustran picos de relación de disipación que son más amplios que otros.

La Fig. 8 ilustra un espectro de relación de disipación 250 sobre un rango de elementos de espacio de modulación (MSEs). El espectro 250 tiene la gráfica de relaciones de disipación (DR) para un rango particular de MSEs. El espectro 250 puede incluir ciertas áreas, tales como el pico local 254, que son mayores que las áreas circundantes. El pico local 254 puede indicar que un porcentaje mayor de potencia es disipado en el correspondiente MSE o rango de MSEs. La curva 225 puede representar un nivel deseado de disipación de energía sobre una pluralidad de MSEs. Con base en la información incluida en el espectro de relación de disipación 250, puede determinarse la potencia a la cual la energía es aplicada y/o la duración de tiempo por el que se aplica la energía a varios MSEs, para lograr sustancialmente el nivel deseado de disipación de energía 225.

Volviendo a la Fig. 7, la curva 210 representa un espectro de valores de relación de disipación sobre un rango de frecuencias. Usando esta información, puede suministrarse un nivel de potencia deseado a cada una de una pluralidad de frecuencias dentro de este rango como para lograr un perfil de aplicación de energía deseada. La curva 220 representa el nivel de potencia aplicado sobre la banda de frecuencia. Puede verse que el nivel de potencia es de manera sustancial inversamente proporcional a la curva de relación de disipación 210. En el ejemplo mostrado en la Fig. 7, 400 W representa la potencia máxima disponible para ser transmitida.

De acuerdo con otra realización a modo de ejemplo, el por lo menos un procesador puede ser configurado para regular el subsistema 96 (Fig. 6) para medir una primera cantidad de energía incidente en una antena de transmisión a una primera frecuencia o MSE; medir una segunda cantidad de energía reflejada en la antena de transmisión como un resultado de la primera cantidad de energía incidente; medir una tercera cantidad de energía transmitida a una antena receptora como un resultado de la primera cantidad de energía incidente; y determinar la relación de disipación con base en la primera cantidad, la segunda cantidad, y la tercera cantidad. A modo de ejemplo, el por lo menos un procesador puede ser configurado para medir una primera cantidad de energía incidente en una primera antena 102 la cual se desempeña como un transmisor a una primera frecuencia o MSE, medir una segunda cantidad de energía reflejada en la primera antena 102 como un resultado de la primera cantidad de energía incidente, medir una tercera cantidad de energía transmitida a por lo menos una segunda antena 102 la cual se desempeña como un receptor como un resultado de la primera cantidad de energía incidente, y determinar la relación de disipación con base en la primera cantidad, la segunda cantidad y la tercera cantidad.

El valor indicativo de la energía que puede ser absorbida, puede involucrar además la energía incidente máxima asociada con un amplificador de potencia asociado con el subsistema 96, a la frecuencia dada. Como se define aquí, una "energía incidente máxima" puede ser definida como la potencia máxima que puede ser suministrada a la antena a una frecuencia o MSE dados a través de un periodo dado de tiempo. Así, un valor alternativo indicativo de energía que puede ser absorbida, puede ser el producto de la energía incidente máxima y la relación de disipación. Estos son sólo dos ejemplos de valores que pueden ser indicativos de energía que puede ser absorbida, los cuales

podrían ser usados solos o juntos como parte de esquemas de control puestos en práctica, usando el procesador. De modo alternativo, pueden usarse indicios de energía que puede ser absorbida, dependiendo de la estructura empleada y la aplicación.

5 En ciertas realizaciones, el procesador puede ser configurado también para hacer que se suministre energía al por lo menos un elemento radiante en por lo menos un subconjunto de la pluralidad de frecuencias o MSEs, donde la energía transmitida a la zona a cada una del subconjunto de frecuencias o MSEs puede ser una función del valor de energía que puede ser absorbida a cada frecuencia o MSE. Por ejemplo, la energía suministrada a la por lo menos una antena 102 a cada una del subconjunto de frecuencias o MSEs puede ser determinada como una función del valor de energía que puede ser absorbida a cada frecuencia o MSE (por ejemplo, como una función de una relación de disipación, energía máxima incidente, una combinación de la relación de disipación y la energía máxima incidente, o algún otro indicador). En algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, esto puede ocurrir como el resultado de retroalimentación de energía que puede ser absorbida, obtenida durante un barrido de frecuencia o MSE. Esto es, usando esta información de energía que puede ser absorbida, el por lo menos un procesador puede ajustar la energía suministrada, a cada frecuencia o MSE tal que la energía, a una frecuencia o MSE particular, puede de algún modo ser una función de un indicador de energía que puede ser absorbida a esa frecuencia o MSE. La correlación funcional puede variar dependiendo de la aplicación. Para algunas aplicaciones donde la energía que puede ser absorbida es relativamente alta, puede ser un deseo tener el por lo menos un procesador que ejecute una función que cause un suministro de energía relativamente bajo en cada una de las frecuencias emitidas o MSEs. Esto puede ser deseable como por ejemplo cuando se desea un perfil de distribución de energía más uniforme a través del objeto 110.

Para otras aplicaciones, puede ser un deseo tener el procesador que ejecute una función que cause un suministro de energía relativamente alto. Esto puede ser deseable para focalizar áreas específicas de un objeto con perfiles más altos de energía que puede ser absorbida. Para otras aplicaciones, puede ser deseable ajustar a requisitos específicos la cantidad de energía suministrada, a un perfil de absorción de energía conocido o intuido del objeto 110. En aún otras aplicaciones, puede aplicarse un algoritmo dinámico o una mesa de búsqueda para variar la energía aplicada como una función de por lo menos energía que puede ser absorbida y tal vez una o más de otras variables o características. Éstos son sólo unos pocos ejemplos de cómo la energía transmitida dentro de la zona de cada subconjunto de frecuencias o MSEs puede ser una función del valor de energía que puede ser absorbida a cada frecuencia o MSE. La invención no está limitada a un esquema particular, sino que más bien puede incluir cualquier técnica para el control de la energía suministrada, teniendo en cuenta un indicador de energía que puede ser absorbida.

35 En ciertas realizaciones, la energía suministrada al por lo menos un elemento radiante a cada una de los subconjuntos de frecuencias o MSEs, puede ser una función de los valores de energía que puede ser absorbida a la pluralidad de frecuencias o MSEs diferentes a la frecuencia o MSE al cual es suministrada la energía. Por ejemplo, en algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, las relaciones de disipación a un rango de frecuencias o MSEs de "vecindad" o alrededor de la frecuencia o MSE en cuestión, pueden ser usadas para determinar la cantidad de energía que se va a suministrar. En algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, para la determinación puede usarse la totalidad de la banda de trabajo, excluyendo ciertas frecuencias o MSEs que están asociadas con relaciones de disipación extremadamente bajas (las cuales pueden estar asociadas, por ejemplo, con materiales metálicos).

45 En ciertas realizaciones, el procesador puede ser configurado para hacer que se suministre energía al por lo menos un elemento radiante en por lo menos un subconjunto de la pluralidad de frecuencias o MSEs, donde la energía transmitida a la zona a cada una del subconjunto de frecuencias o MSEs está relacionada inversamente con el valor de energía que puede ser absorbida, a cada frecuencia o MSE. Tal relación inversa puede involucrar una tendencia general -- cuando un indicador de energía que puede ser absorbida en un subconjunto particular de frecuencia o MSE (es decir, una o más frecuencias o MSEs) tiende a ser relativamente alto, la energía real incidente a aquel subconjunto de frecuencia o MSE puede ser relativamente baja. Y cuando un indicador de energía que puede ser absorbida en un subconjunto particular de frecuencia o MSE tiende a ser relativamente bajo, la energía incidente puede ser relativamente alta.

55 La relación inversa puede estar correlacionada incluso de manera más cercana. Por ejemplo, en algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, la energía transmitida puede ser ajustada de modo que su producto con el valor de energía que puede ser absorbida (es decir, la energía que puede ser absorbida por el objeto 110) es sustancialmente constante a través de las frecuencias o MSEs aplicados. En cualquier caso, una gráfica de energía transmitida puede aparecer generalmente como una imagen inversa de un valor indicativo de absorción (por ejemplo, relación de disipación o un producto de la relación de disipación y la potencia máxima incidente disponible a cada frecuencia transmitida). Por ejemplo, la Fig. 7 suministra un ejemplo gráfico de un espectro de relación de disipación 210 (línea punteada) y un correspondiente espectro de potencia incidente 220 (línea sólida) tomado durante la operación de un dispositivo construido y operado de acuerdo con algunas de las realizaciones divulgadas en el presente. Las gráficas mostradas en la Fig. 7 fueron tomadas con un horno que tenía una potencia máxima incidente de aproximadamente 400 vatios, donde se colocó un trozo de 100 gr de carne de res picada. Se hizo

barrido en un rango de frecuencias entre un 800 MHz y 1 GHz, y se suministró energía con base en el barrido, tal que en el trozo de carne se afectará una disipación de energía esencialmente uniforme.

- 5 En ciertas realizaciones, el por lo menos un procesador puede ser configurado para ajustar la energía suministrada, tal que cuando se hace una gráfica de la energía suministrada contra un valor de la energía que puede ser absorbida, sobre un rango de frecuencias o MSEs, las dos gráficas tienden a ser una espejo de la otra. En algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, las dos gráficas pueden ser imágenes especulares una de la otra. En algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, las gráficas pueden no ser exactamente una espejo de la otra, sino más bien tener direcciones de pendiente generalmente opuestas, es decir, cuando el valor correspondiente a una frecuencia o MSE particular en una gráfica es relativamente alto, el valor correspondiente a la frecuencia o MSE particular en la otra gráfica puede ser relativamente bajo. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 7, la relación entre la gráfica de energía transmitida (por ejemplo, espectro de potencia incidente 220) y la gráfica de los valores de energía que puede ser absorbida (por ejemplo, espectro de relación de disipación 210) puede ser comparada de modo que cuando incrementa la curva de energía transmitida, sobre por lo menos una sección de la curva, la curva de energía que puede ser absorbida decrecerá sobre la misma sección. Adicionalmente, cuando la curva de energía que puede ser absorbida incrementa, sobre por lo menos una sección de la curva, la curva de energía transmitida decrecerá sobre la misma sección. Por ejemplo, en la Fig. 7, el espectro de potencia incidente 220 incrementa sobre el rango de frecuencia de 900 Hz-920 Hz, mientras que el espectro de relación de disipación 210 decrece sobre aquel rango de frecuencia. A veces, la curva de energía transmitida podría alcanzar un valor máximo, por encima del cual no puede incrementarse, en cuyo caso puede observarse una meseta (o casi meseta) en la curva de transmisión, independientemente de la curva de energía que puede ser absorbida en aquella sección. Por ejemplo, en la Fig. 7, cuando la potencia incidente alcanza el valor máximo de 400 W, la potencia incidente permanece sustancialmente constante, independientemente de las variaciones en la relación de disipación.
- 10
- 15
- 20
- 25 Algunos esquemas a modo de ejemplo pueden conducir a la absorción espacialmente más uniforme de energía en el objeto 110. Como se usa aquí, "uniformidad espacial" se refiere a una condición donde la absorción de energía (es decir, energía disipada) a través de un objeto o una porción (por ejemplo, una porción seleccionada) del objeto que es objetivo de aplicación de energía, es sustancialmente constante. La absorción de energía es considerada "sustancialmente constante" si la variación de la energía disipada en diferentes lugares del objeto, es inferior a un valor umbral. Por ejemplo, puede calcularse una desviación con base en la distribución de la energía disipada, y la energía que puede ser absorbida es considerada "sustancialmente constante" si la desviación es inferior a 50%. Dado que en muchos casos la absorción espacialmente uniforme de energía puede resultar en incremento espacialmente uniforme de temperatura, de modo consistente con algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, la "uniformidad espacial" puede referirse también a una condición donde el incremento de temperatura a través del objeto o una porción del objeto que es objetivo de aplicación de energía, es sustancialmente constante. El incremento de temperatura puede ser medido por un dispositivo sensor, tal como un sensor de temperatura en la zona 90.
- 30
- 35
- 40 Para lograr una absorción de energía de manera aproximada sustancialmente constante en un objeto o una porción de un objeto, puede configurarse el controlador 101 para que mantenga de manera sustancialmente constante la cantidad de tiempo al cual la energía es suministrada a las antenas 102 a cada frecuencia o MSE, mientras se varía la cantidad de potencia suministrada a cada frecuencia o MSE, como una función del valor de energía que puede ser absorbida.
- 45 En ciertas situaciones, cuando el valor de energía que puede ser absorbida está por debajo de un umbral predeterminado para una frecuencia, frecuencias, MSE o MSEs particulares, puede no ser posible lograr uniformidad de absorción a cada frecuencia o MSE. En tales casos, de modo consistente con algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, puede configurarse el controlador 101 para hacer que se suministre energía a la antena para aquella frecuencia, frecuencias, MSE o MSEs particulares, a un nivel de potencia sustancialmente igual a un nivel máximo de potencia del dispositivo. De modo alternativo, consistente con algunas otras realizaciones, puede configurarse el controlador 101 para hacer que el amplificador no suministre energía en absoluto para una frecuencia, frecuencias, MSE o MSEs particulares. A veces, puede tomarse la decisión de suministrar energía a un nivel de potencia sustancialmente igual a un nivel máximo de potencia del amplificador, sólo si el amplificador puede suministrar al objeto por lo menos un porcentaje umbral de energía, comparado con el nivel de energía transmitido uniformemente (por ejemplo 50% o más o incluso 80% o más). A veces, puede tomarse la decisión de suministrar energía a un nivel de potencia sustancialmente igual a un nivel de potencia máxima del amplificador, sólo si la energía reflejada está por debajo de un umbral predeterminado, con objeto, por ejemplo, de proteger el aparato de la absorción excesiva de potencia. Por ejemplo, la decisión puede ser tomada con base en la temperatura de una carga sustituta, dentro de la cual se introduce energía reflejada, o una diferencia de temperatura entre la carga sustituta y el ambiente. De acuerdo con ello, el por lo menos un procesador puede ser configurado para controlar la energía reflejada o la energía absorbida por una carga sustituta. De modo similar, si el valor de energía que puede ser absorbida excede un umbral predeterminado, puede configurarse el controlador 101 para hacer que la antena suministre energía a un nivel de potencia inferior a un nivel de potencia máxima de la antena.
- 50
- 55
- 60

En un esquema alternativo, puede lograrse la absorción uniforme mediante la variación de la duración de entrega de energía, mientras se mantiene la potencia aplicada en un nivel sustancialmente constante. En otras palabras, para frecuencias que exhiben valores bajos de energía que puede ser absorbida, la duración de la aplicación de la energía puede ser mayor que para frecuencias o MSEs que exhiben mayores valores de absorción. De este modo, una cantidad de potencia suministrada a múltiples frecuencias o MSEs puede ser sustancialmente constante, mientras que una cantidad de tiempo al cual se suministra la energía varía, dependiendo de un valor de energía que puede ser absorbida a la frecuencia o MSE particular.

En ciertas realizaciones, la por lo menos una antena puede incluir una pluralidad de antenas, y el por lo menos un procesador puede estar configurado para hacer que se suministre energía a la pluralidad de antenas, usando ondas que tienen distintas fases. Por ejemplo, la antena 102 puede ser una antena con arreglo de fase que incluye una pluralidad de antenas formando un arreglo. Puede suministrarse energía a cada antena con ondas electromagnéticas a una diferente fase. Las fases pueden ser reguladas para que coincidan con la estructuración geométrica del arreglo por fases. En algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, el por lo menos un procesador puede ser configurado para controlar la fase de cada antena de manera dinámica e independiente. Cuando se usa una antena con arreglo de fases, la energía suministrada a la antena puede ser la suma de la energía suministrada a cada una de las antenas en el arreglo.

Dado que la energía que puede ser absorbida puede cambiar debido a una multitud de factores, incluyendo temperatura del objeto, dependiendo de la aplicación puede ser benéfico actualizar regularmente los valores de energía que puede ser absorbida y con ello ajustar la aplicación de energía con base en los valores actualizados de absorción. Estas actualizaciones pueden suceder varias veces en un segundo, o pueden suceder cada pocos segundos o más, dependiendo de la aplicación. Como principio general, actualizaciones más frecuentes pueden incrementar la uniformidad de absorción de energía.

De acuerdo con algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, puede configurarse un controlador para ajustar la energía suministrada desde la antena, como una función de la frecuencia a la cual la energía es suministrada. Por ejemplo, independientemente de si se emplea un barrido o algún otro indicador activo de absorción de energía, pueden tenerse como objetivo o evitarse ciertas frecuencias o MSEs, para aplicación de energía. Esto es, puede haber frecuencias o MSEs que el controlador 101 evita por completo, tal como donde el nivel de absorción cae por debajo de un umbral predeterminado. Por ejemplo, los metales tienden a absorber pobremente la energía electromagnética, y por ello ciertas frecuencias o MSEs asociados con metales exhibirán bajos valores de indicador de absorción. En tales casos, los metales pueden coincidir con un perfil conocido, y pueden evitarse frecuencias asociadas. O, puede determinarse de manera dinámica un valor de indicador de absorción, y cuando él está por debajo de un umbral predeterminado, el controlador 101 puede prevenir que una antena 102 suministre después energía electromagnética a tales frecuencias. De modo alternativo, si es deseable la aplicación de energía a sólo unas porciones de un objeto, puede focalizarse la energía a aquellas porciones, si los umbrales asociados de frecuencia o MSE son bien sea conocidos o determinados de manera dinámica. De acuerdo con otro aspecto de la invención, el por lo menos un procesador puede ser configurado para determinar un nivel de absorción de energía deseada a cada una de una pluralidad de frecuencias o MSEs y ajustar la energía suministrada desde la antena a cada frecuencia o MSE, para focalizar el nivel de absorción de energía deseada a cada frecuencia o MSE. Por ejemplo, como se discutió antes, el controlador 101 puede ser configurado para focalizar un nivel de absorción de energía deseada a cada frecuencia o MSE, en un intento por lograr o aproximarse a absorción de energía sustancialmente uniforme a través de un rango de frecuencias o MSEs. De modo alternativo, el controlador 101 puede ser configurado para focalizar un perfil de absorción de energía a través del objeto 110, el cual es calculado para evitar absorción uniforme de energía, o para lograr absorción sustancialmente uniforme en sólo una porción del objeto 110.

Espacio de Modulación (MS) y Elementos de Espacio de Modulación (MSEs)

Como se describió arriba, algunas de las realizaciones divulgadas en el presente pueden ser configuradas para lograr en una carga un patrón deseado de calentamiento. Tal carga puede incluir múltiples objetos, una o más fases diferentes de un material, y/o diferentes composiciones de material. Por ejemplo, mediante cubrimiento de una carga sobre un rango de frecuencias o MSEs, puede determinarse una relación de disipación para cada frecuencia. Usando la información de relación de disipación, puede configurarse el controlador 101 para focalizar un nivel de absorción de energía deseada a cada frecuencia (o MSE). En una realización a modo de ejemplo, el nivel de potencia suministrado a cada MSE puede ser controlado tal que los niveles inferiores de potencia son suministrados a MSEs que exhiben elevadas relaciones de disipación y pueden suministrarse elevados niveles de potencia a los MSE que exhiben bajas relaciones de disipación. El controlador 101 puede variar también la cantidad de tiempo durante el cual se suministra una potencia fija, a una frecuencia en particular. Por ejemplo, puede aplicarse un cierto nivel de potencia sobre un periodo de tiempo relativamente corto a MSEs que exhiben elevadas relaciones de disipación, y puede aplicarse el mismo nivel de potencia sobre un periodo más largo de tiempo a MSEs que exhiben bajas relaciones de disipación. Como se mencionó arriba, el nivel de potencia y duraciones de tiempo pueden también ser controladas ambas para lograr un perfil de entrega de energía deseado. Por ejemplo, puede usarse un nivel más bajo de potencia y un tiempo aplicación más corto a MSEs con altas relaciones de disipación, y puede

usarse un elevado nivel de potencia y un tiempo de aplicación más largo a MSEs que tienen más bajas relaciones de disipación. Tales realizaciones pueden lograr o aproximarse a absorción de energía sustancialmente uniforme a través de un rango de frecuencias, y, en ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la carga puede ser calentada de modo uniforme o de acuerdo a otro perfil deseado de calentamiento.

5 Sin embargo, las realizaciones divulgadas en el presente, no están limitadas al concepto de barrido de frecuencia y aplicación de potencia (tanto fija como variable) a lo largo de duraciones variables de tiempo a frecuencias dentro del barrido. Más bien, puede realizarse más ampliamente entrega de energía consistente con las realizaciones divulgadas en el presente, mediante control de todos los parámetros que tienen el potencial de afectar la entrega de energía a la carga o a una porción de la carga. La frecuencia es simplemente un ejemplo de un parámetro que puede ser usado para afectar la absorción de energía por una carga o una porción de la carga.

15 Las ondas de RF en la zona de aplicación de energía pueden exhibir un cierto patrón de campo. Un "patrón de campo" puede referirse a una configuración de campo electromagnético caracterizada, por ejemplo, por la amplitud de distribución de intensidad del campo eléctrico en la zona de aplicación de energía. En general, la intensidad del campo electromagnético puede ser variable con el tiempo y dependiente espacialmente. Esto es, no sólo la intensidad de campo puede diferir en diferentes sitios espaciales, sino que para un sitio dado en el espacio, la intensidad de campo puede variar en el tiempo o puede oscilar, frecuentemente de un modo sinusoidal. Por ello, a diferentes sitios espaciales, las intensidades de campo pueden no alcanzar al mismo tiempo sus valores máximos (es decir, sus valores máximos de amplitud). Dado que la amplitud de intensidad del campo en un sitio dado puede revelar información respecto al campo electromagnético, tal como densidad de potencia electromagnética y capacidad de transferencia de energía, el patrón de campo mencionado aquí puede incluir un perfil que representa la amplitud de intensidad de campo en uno o más sitios espaciales. Tal perfil de amplitud de intensidad de campo puede ser el mismo a o diferente de una instantánea de la distribución de intensidad momentánea de campo, en un tiempo dado en la zona. Como se usa aquí, el término "amplitud" puede ser intercambiado con "magnitud."

25 Un patrón de campo puede ser excitado mediante aplicación de energía de RF a la zona de aplicación de energía. Como se usa aquí, el término "excitado" es intercambiable con "generado", "creado" y "aplicado." En general, un patrón de campo en una zona de aplicación de energía puede ser irregular (es decir, no uniforme). Esto es, el patrón de campo puede incluir áreas con amplitudes de intensidad de campo relativamente altas y otras áreas con amplitud en la intensidad de campo relativamente bajas. La velocidad de transferencia de energía puede depender de la amplitud de intensidad de campo. Por ejemplo, la transferencia de energía puede ocurrir más rápido en áreas con amplitud de intensidad del campo más alta que en áreas con menor amplitud de intensidad del campo. Como se usa aquí, el término "transferencia de energía" es intercambiable con "entrega de energía."

35 El aparato de la Fig. 3 puede ser configurado para controlar una distribución e intensidad de campo de RF de elevada amplitud (máxima y mínima) y campo de RF de baja amplitud en la zona de aplicación de energía, entregando así diferentes cantidades objetivo de energía a cualquiera de dos (o más) regiones dadas en la zona de aplicación. La zona de aplicación de energía puede ser una cavidad modal. Como se usa aquí, una "cavidad modal" se refiere a una cavidad que satisface una "condición modal". La condición modal se refiere a la relación entre la longitud de onda resonante más larga soportada por la zona de aplicación de energía y la longitud de onda de la energía RF entregada, suministrada por la fuente. Si la longitud de onda de la energía RF entregada, suministrada por la fuente es superior a aproximadamente un cuarto de la longitud de onda resonante más larga soportada por la zona de aplicación de energía, la condición modal es lograda. El control de distribución e intensidad del campo RF en la zona de aplicación de energía puede ocurrir a través de la selección de "MSEs" (como se describe después). La escogencia de selección de MSE puede impactar cómo se distribuye la energía en regiones de la zona de aplicación de energía. Cuando no se logra la condición modal, puede ser más difícil lograr una distribución de aplicación de energía deseada a través del control de MSEs.

50 El término "espacio de modulación" o "MS" es usado para referirse colectivamente a todos los parámetros que pueden afectar un patrón de campo en la zona de aplicación de energía, y todas las combinaciones de ellos. En algunas realizaciones, el "MS" puede incluir todos los componentes posibles que pueden ser usados y sus ajustes potenciales (sea absolutos o relativos a otros) y parámetros que pueden ser ajustados asociados con los componentes. El "MS" incluye fase como un parámetro variable. Por ejemplo, el "MS" puede incluir una pluralidad de parámetros variables, el número de antenas, su posicionamiento y/u orientación (si es modificable), el ancho de banda útil, un conjunto de todas las frecuencias útiles y cualquier combinación de ellos, ajustes de potencia (por ejemplo potencia relativa entregada al mismo tiempo a dos o más alimentaciones irradiantes), ajustes de tiempo, etc.

60 Los ejemplos de aspectos relacionados con la zona de aplicación de energía del espacio de modulación, pueden incluir las dimensiones y forma de la zona de aplicación de energía y los materiales de los cuales la zona de aplicación de energía está construida. Los ejemplos de aspectos relacionados con la fuente de energía del espacio de modulación pueden incluir amplitud y frecuencia. Los aspectos relacionados con fuente de energía del espacio de modulación incluyen fase de entrega de energía. Ejemplos de aspectos relacionados con elementos radiantes del

espacio de modulación pueden incluir el tipo, número, tamaño, forma, configuración, orientación y ubicación de estructuras similares a antenas.

5 Cada parámetro variable asociado con el MS es denominado una dimensión de MS. A modo de ejemplo, la Fig. 10 ilustra un espacio de modulación tridimensional 1000, con las tres dimensiones designadas como frecuencia (F), fase
 10 (ϕ), y amplitud (A) (por ejemplo, una diferencia de amplitud entre dos o más alimentaciones usadas juntas para suministrar energía a un campo electromagnético dado de un MSE dado). Esto es, en MS 1000, cualquiera de frecuencia, fase y amplitud de las ondas electromagnéticas puede ser modulado durante la entrega de energía, mientras que todos los otros parámetros pueden ser predeterminados y fijos durante la entrega de energía. Un MS puede tener una dimensión, donde sólo varía un parámetro durante la entrega de energía. Un MS puede tener también varias dimensiones, tal que varía más de un parámetro.

15 El término "elemento de espacio de modulación" o "MSE," puede referirse a un conjunto específico de valores de los parámetros variables en MS. Por ello, el MS puede ser considerado también como una colección de todos los MSEs posibles. Por ejemplo, la Fig. 10 muestra un MSE 1001 en el MS 1000 tridimensional. El MSE 1001 puede tener una frecuencia específica $F(i)$, una fase específica $\phi(i)$, y una amplitud específica $A(i)$. Si incluso una de estas variables MSE cambia, entonces el nuevo ajuste define otro MSE. Por ejemplo, (3 GHz, 30°, 12 V) y (3 GHz, 60°, 12 V) son dos MSEs diferentes, aunque cambia sólo el componente de fase. En algunas realizaciones, MSEs barridos
 20 secuencialmente pueden no necesariamente estar relacionados uno con otro. Más bien, sus variables MSE pueden diferir significativamente de MSE a MSE (pueden estar relacionadas de manera lógica). En algunas realizaciones, las variables MSE difieren significativamente de MSE a MSE, posiblemente sin relación lógica entre ellas, sin embargo en el agregado, un grupo de MSEs de trabajo pueden alcanzar un objetivo deseado de aplicación de energía.

25 Diferentes combinaciones de estos parámetros MS pueden conducir a diferentes patrones de campo a través de la zona de aplicación de energía y, a su vez, diferentes patrones de distribución de energía en el objeto. Una pluralidad de MSEs que se puede esperar sean ejecutados secuencialmente o simultáneamente para excitar un patrón de campo particular en la zona de aplicación de energía, pueden ser denominados colectivamente como un "esquema de entrega de energía". Por ejemplo, un esquema de entrega de energía puede consistir en tres MSEs ($F_{(1)}, \phi_{(1)}, A_{(1)}$), ($F_{(2)}, \phi_{(2)}, A_{(2)}$), ($F_{(3)}, \phi_{(3)}, A_{(3)}$). El esquema de entrega de energía puede incluir parámetros adicionales no MSE, tales como el tiempo durante el cual se aplica cada MSE o la potencia entregada a cada MSE. Puesto que existe un número virtualmente infinito de MSEs, existe un número virtualmente infinito de diferentes esquemas de entrega de energía, que resultan en un número virtualmente infinito de diferentes patrones de campo, en cualquier zona de
 30 aplicación de energía dada (aunque a veces diferentes MSEs pueden generar patrones de campo altamente similares o incluso idénticos). Desde luego, el número de diferentes esquemas de entrega de energía puede ser, en parte, una función del número de MSEs que están disponibles. La invención, en su sentido más amplio, no está limitada a cualquier número particular de MSEs o combinaciones de MSE. Más bien, el número de opciones que pueden ser empleadas podría ser tan poco como dos o tantos como desee el diseñador, dependiendo de factores tales como uso pretendido, nivel de control deseado, resolución de hardware o software y coste.

35 Como se anotó arriba, un aparato de la invención involucra el uso de un procesador para la ejecución de instrucciones o realización de operaciones lógicas. Un método puede involucrar el uso de un procesador para la ejecución de instrucciones o realización de operaciones lógicas. Las instrucciones ejecutadas por el procesador pueden, por ejemplo, ser cargadas previamente dentro del procesador o pueden ser almacenadas en una unidad de memoria separada tal como una RAM, un ROM, un disco duro, un disco óptico, un medio magnético, una memoria instantánea, otra memoria permanente, fija o volátil, o cualquier otro mecanismo capaz de suministrar instrucciones al procesador. El procesador(es) puede(n) ser ajustado(s) a requisitos específicos para un uso particular, o puede(n) ser configurado(s) para uso de propósito general y ejecutar diferentes funciones mediante la realización de diferentes software.
 40

45 Si se emplea más de un procesador, todos pueden ser de construcción similar, o ellos pueden ser de diferentes construcciones, conectados eléctricamente o desconectados uno de otro. Ellos pueden ser circuitos separados o integrados en un solo circuito. Cuando se usa más de un procesador, ellos pueden ser configurados para operar de manera independiente o colaborativa. Ellos pueden estar acoplados eléctricamente, magnéticamente, ópticamente, acústicamente, mecánicamente, por vía inalámbrica o en cualquier otra forma que permita que se comunique por lo menos una señal entre ellos.
 50

55 Puede suministrarse un procesador individual o múltiple, con la función de regular la fuente.

60 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, por lo menos un procesador puede ser configurado para regular la fuente, con objeto de entregar una primera cantidad predeterminada de energía a una primera región predeterminada y una segunda cantidad predeterminada de energía a una segunda región predeterminada, en la zona de aplicación de energía, donde la primera cantidad predeterminada de energía es diferente en la segunda
 65 cantidad predeterminada de energía. Por ejemplo, pueden seleccionarse los patrones de campo que tienen áreas

conocidas con elevada amplitud de intensidad de campo de RF (manchas calientes). Así, alineando una mancha caliente con una región en una zona de aplicación de energía, puede elegirse un patrón de campo predeterminado para entregar una primera cantidad predeterminada de energía a una primera región predeterminada. Cuando se elige otro patrón de campo que tiene una mancha caliente diferente, aquel segundo patrón de campo puede resultar en la entrega de una segunda cantidad predeterminada de energía a una segunda región predeterminada. Y, como se describe también posteriormente, pueden elegirse diferentes MSEs y/o combinaciones de MSEs con objeto de entregar diferentes cantidades predeterminadas de energía a diferentes regiones predeterminadas. En ambos casos, puede lograrse el control de la cantidad de energía aplicada a través, bien sea de la selección del procesador de patrones de campo particulares o MSEs, y/o control de, por ejemplo, nivel de potencia (por ejemplo una potencia total suministrada para un MSE dado), una duración de tiempo que la potencia es aplicada durante una condición particular, o combinaciones de lo anterior. El procesador puede hacer tales selecciones con objeto de lograr un perfil de aplicación de energía deseada.

El término "región" puede incluir cualquier porción de una zona de aplicación de energía, tal como una célula, sub-volumen, sub-división, sub-espacio discreto, o cualquier sub-conjunto de la zona de aplicación de energía, independientemente de cómo dicho subconjunto es hecho discreto. En un ejemplo particular, la zona de aplicación de energía puede incluir dos regiones. En otro ejemplo, la zona de aplicación de energía puede incluir más de dos regiones. Las regiones pueden o no traslaparse una con otra, y el tamaño de cada región puede o no ser el mismo.

El por lo menos un procesador puede ser configurado también para predeterminar las localizaciones de la primera región y la segunda región. Esto puede ocurrir, por ejemplo, a través de retroalimentación por reflexión desde la zona de aplicación de energía, suministrando información sobre una localización de un objeto en la zona. En otras realizaciones, esto podría ser logrado a través de creación de imágenes. En algunas realizaciones, las regiones pueden corresponder a diferentes porciones del objeto, y pueden entregarse diferentes cantidades focalizadas de energía electromagnética, a estas diferentes porciones del objeto. La cantidad de energía realmente disipada en cada región puede depender de la intensidad de campo en esa región y las características de absorción de la porción correspondiente del objeto en esa región particular. Aún en otras realizaciones, las localizaciones predeterminadas pueden ser una función de geometría conocida de un patrón de campo, sin referencia a un objeto en la zona de aplicación de energía. En algunas realizaciones, las localizaciones de la primera región y la segunda región pueden ser predeterminadas también por un usuario o un dispositivo diferente al por lo menos un procesador.

Dos regiones pueden estar localizadas adyacentes una a la otra en la zona de aplicación de energía. Por ejemplo, la zona de aplicación de energía puede incluir una región ocupada por un objeto o una porción de un objeto, y otra región que define un área distinta del área del objeto. En este caso, estas dos regiones pueden estar adyacentes una a otra y separadas por una frontera. Por ejemplo, la primera región puede estar dentro de la taza de sopa que es calentada, y la segunda región puede estar afuera de la taza de sopa. En otro ejemplo, la zona de aplicación de energía puede incluir dos regiones que tienen dos diferentes características de absorción de energía dentro del objeto. Por ejemplo, la primera región puede contener mayormente agua en la capa superior de la sopa, y la segunda región puede contener mayormente patatas y/o carnes hacia la capa de fondo de la sopa. En otro ejemplo, la primera región puede contener un material de una fase particular (por ejemplo, agua líquida), y la segunda región puede contener el mismo material, pero de una fase diferente (por ejemplo, hielo sólido). Debido a sus diferentes características de absorción de energía, puede ser beneficioso excitar patrones de campo con diferentes intensidades de campo eléctrico en estas dos regiones. Con base en la diferencia en las intensidades de campo local y las características de absorción de energía de las dos regiones, puede predeterminarse la energía disipada en cada una de las regiones. De acuerdo con ello, la energía disipada puede ser hecha sustancialmente igual o diferente, según se desee, a través de diferentes regiones en el objeto, mediante selección y control de MSEs para construir un esquema adecuado de entrega de energía, para la entrega de energía.

La selección de MSE puede impactar cómo se distribuye la energía en regiones de la zona de aplicación de energía. Con objeto de entregar diferentes cantidades focalizadas de energía de RF a diferentes regiones predeterminadas en la zona de aplicación de energía, el procesador puede controlar uno o más MSEs para lograr un patrón de campo que focalice energía a una región específica predeterminada en la zona de aplicación de energía. La selección de MSEs que resulta en ondas estacionarias puede suministrar una medida añadida de control puesto que las ondas estacionarias tienden a exhibir "regiones de alta intensidad" (manchas calientes) y "regiones de baja intensidad" (manchas frías) definidas de manera predecible y distintiva, como se describió antes, donde la una región de alta intensidad puede exhibir una concentración de energía que es fácilmente distinguible de una región de baja intensidad. Debe entenderse que el término "mancha fría" no requiere necesariamente una ausencia completa de energía aplicada. Más bien, él puede referirse también a áreas de intensidad disminuida respecto a las manchas calientes. Esto es, en las regiones de alta intensidad, la amplitud de intensidad de campo es mayor que la amplitud de intensidad de campo en las regiones de baja intensidad. Por ello, la densidad de potencia en la región de alta intensidad es mayor que la densidad de potencia en la región de baja intensidad. La densidad de potencia y la intensidad de campo de una localización espacial están relacionadas con la capacidad de entrega de energía RF a un objeto colocado en aquella localización. Y por ello, la entrega de energía o rata de transferencia es mayor en una región de alta intensidad que aquella en una región de baja intensidad. En otras palabras, la entrega o transferencia de energía puede ser más efectiva en una región de alta intensidad. Así, mediante el control de regiones de alta

intensidad y/o regiones de baja intensidad en la zona de aplicación de energía, el procesador puede controlar la entrega de energía a una localización espacial específica. Tal control de regiones de alta y baja intensidad puede ser logrado por MSEs de control.

5 Las variables MSE que pueden ser controladas incluyen fase y pueden incluir uno o más de amplitud y frecuencia de la onda electromagnética transmitida; una localización, orientación y configuración de cada elemento radiante; o la combinación de cualquiera de estos parámetros, u otros parámetros que pueden afectar un patrón de campo. Por ejemplo, como se representa en la Fig. 9, un procesador a modo de ejemplo 1401 puede estar acoplado eléctricamente a varios componentes de una fuente, tal como un suministro de potencia 1402, modulador 1404, amplificador 1406, y elementos radiantes 1408.

10 El procesador 1401 puede estar configurado para ejecutar instrucciones que regulan uno o más de estos componentes. Por ejemplo, el procesador 1401 puede regular el nivel de potencia suministrada por el suministro de potencia 1402. El procesador 1401 puede regular también la relación de amplificación del amplificador 1406, mediante desconexión, por ejemplo, del transistor en el amplificador. Alternativa o adicionalmente, el procesador 1401 puede ejecutar control de modulación pulso-ancho del amplificador 1406 tal que el amplificador da salida a una forma deseada de onda. El procesador 1401 puede regular modulaciones ejecutadas por el modulador 1404, y de modo alternativo o adicional puede regular por lo menos uno de localización, orientación y configuración de cada elemento radiante 1408, tal como a través de un dispositivo electro-mecánico. Tal dispositivo electromecánico puede incluir un motor u otra estructura movable para rotación, pivoteo, desplazamiento, deslizamiento o de otro modo cambiando la orientación o localización de uno o más de los elementos radiantes 1408. Además, el procesador 1401 puede estar configurado para regular cualquier elemento de ajuste de campo localizado en la zona de aplicación de energía, con objeto de cambiar el patrón de campo en la zona. Por ejemplo, los elementos de ajuste de campo pueden ser configurados para dirigir de manera selectiva la energía electromagnética desde el elemento radiante, o para coincidir simultáneamente con un elemento radiante que actúa como un transmisor, para reducir el acoplamiento al uno o más de otros elementos radiantes que actúan como un receptor.

En otro ejemplo, cuando se usa un modulador de fase, él puede ser controlado para ejecutar una secuencia predeterminada de retardos de tiempo sobre la forma de la onda AC, tal que la fase de la forma de la onda AC es incrementada en un número de grados (por ejemplo, 10 grados) para cada una de las series de períodos de tiempo. De modo alternativo, el procesador puede regular de manera dinámica y/o adaptativa la modulación, con base en la retroalimentación desde la zona de aplicación de energía. Por ejemplo, el procesador 1401 puede ser configurado para recibir una señal de retroalimentación análoga o digital del detector 1416, indicando una cantidad de energía electromagnética recibida de la cavidad 1412 (incluyendo el objeto 1410), y el procesador 1401 puede determinar de manera dinámica un retraso de tiempo en el modulador de fase, para el siguiente periodo de tiempo basado en la señal de retroalimentación recibida.

La distribución de energía que resulta de cualquier combinación dada de MSEs puede ser determinada, por ejemplo, a través de pruebas, simulación o cálculos analíticos. Usando la aproximación de prueba, pueden colocarse sensores (por ejemplo, antena pequeña) en una zona de aplicación de energía, para medir la distribución de energía que resulta de una combinación dada de MSEs. La distribución pueden entonces ser almacenada en, por ejemplo, una mesa de búsqueda. En una aproximación de simulación, puede construirse un modelo virtual de modo que de una manera virtual puedan probarse combinaciones de MSEs. Por ejemplo, puede ejecutarse un modelo de simulación de una zona de aplicación de energía, en un computador con base en un conjunto de MSEs que son introducidos al computador. Puede usarse una máquina de simulación tal como CST o HFSS, para calcular numéricamente la distribución de campo dentro de la zona de aplicación de energía. El patrón de campo resultante puede ser visualizado usando técnicas de creación de imágenes o almacenadas en un computador como datos digitales. De esta manera, puede establecerse la correlación entre MSE y el patrón de campo resultante. Esta aproximación simulada puede ocurrir bien como adelanto y las combinaciones conocidas pueden almacenarse en una mesa de búsqueda, o la simulación puede ser conducida sobre una base según requerimiento, durante una operación de aplicación de energía. De modo similar, como una alternativa a la prueba y simulación, pueden ejecutarse cálculos basados en un modelo analítico, con objeto de predecir la distribución de energía con base en combinaciones seleccionadas de MSEs. Por ejemplo, dada la forma de una zona de aplicación de energía, con dimensiones conocidas, puede calcularse el patrón básico del campo correspondiente a un MSE dado, a partir de ecuaciones analíticas. Este patrón básico de campo, también conocido como un "modo," puede ser usado entonces para construir un patrón de campo deseado, mediante combinaciones lineales. Como con la aproximación de simulación, la aproximación analítica puede ocurrir bien como adelanto y las combinaciones conocidas ser almacenadas en una mesa de búsqueda, o puede ser conducida sobre una base según requerimiento durante una operación de aplicación de energía.

60 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el procesador puede ser configurado para entregar cantidades predeterminadas de energía a por lo menos dos regiones en la zona de aplicación de energía. La energía puede ser predeterminada con base en características conocidas del objeto en la zona de aplicación de energía. Por ejemplo, en el caso de un horno dedicado que calienta repetitivamente productos que comparten las mismas características físicas (por ejemplo, porciones idénticas de hamburguesa), el procesador puede ser programado previamente para entregar diferentes cantidades conocidas de energía, correspondientes a por lo

menos dos patrones de campo conocidos. El procesador puede aplicar diferentes cantidades de energía, dependiendo del patrón de campo. Esto es, la potencia o duración de la aplicación de energía, puede ser variada como una función del patrón de campo que es aplicado. (es decir, resultante de un MSE). Esta correlación entre las cantidades predeterminadas de energía que van a ser aplicadas y el patrón de campo puede ser determinada mediante prueba, simulación o análisis analíticos, como se discutió previamente.

Puede determinarse también la correlación entre patrón de campo y cantidad de energía entregada, por el perfil de absorción de energía del objeto 1410. Esto es, el objeto 1410 puede ser cubierto usando o más MSEs, y pueden determinarse las relaciones correspondientes de disipación. Con base en las relaciones de disipación y características de entrega de energía deseada, puede seleccionarse un nivel de potencia para cada uno de los MSEs cubiertos para lograr un objetivo deseado. Por ejemplo, si el objetivo es aplicar uniformemente energía a través de un volumen de un objeto, entonces el procesador podría seleccionar combinaciones de MSEs que resulten en aplicación uniforme de energía. Si, por otra parte, se desea aplicación no uniforme de energía, entonces el procesador podría aplicar cantidades predeterminadas de energía con cada diferente patrón de campo, con objeto de lograr la no uniformidad deseada.

Así, justo como pueden seleccionarse y hacerse barrido a subconjuntos de frecuencias, como se describió arriba en los ejemplos de barrido de frecuencia, pueden seleccionarse y hacerse barrido a subconjuntos de MSEs, para lograr un objetivo de aplicación de energía deseada. Tal proceso secuencial puede ser denominado aquí como "barrido de MSE."

Puede usarse barrido de MSE para calentar de manera diferencial porciones o regiones de un objeto. Por ejemplo, pueden cubrirse uno más o más MSEs, y pueden determinarse las características de disipación de un objeto o porción de una carga (por ejemplo, pueden determinarse las relaciones de disipación para los MSEs cubiertos). Con base en las características de disipación de una carga, puede seleccionarse un nivel de potencia y tiempo de duración deseados, para aplicación a cada uno de los MSEs cubiertos o a una porción de los MSEs cubiertos. De modo consistente con algunas de las realizaciones divulgadas en el presente, el nivel seleccionado de potencia puede ser fijo o, de modo alternativo, puede variar de un MSE al siguiente. De modo similar, la duración seleccionada de tiempo para aplicación de potencia puede ser fija o, de modo alternativo, puede variar de un MSE al siguiente. En un ejemplo, a MSEs que exhiben grandes relaciones de disipación pueden asignarse valores de potencia relativamente bajos y/o bajas duraciones de tiempo para aplicación de potencia, y a MSEs que exhiben pequeñas relaciones de disipación pueden asignarse mayores valores de potencia y/o duraciones de tiempo más largas, para aplicación de potencia. Desde luego, cualquier esquema para asignación de niveles de potencia y duraciones de tiempo a los MSEs barridos, puede ser empleado dependiendo de los objetivos particulares de aplicación de energía. Puede iniciarse entonces el barrido de MSE, durante el cual se aplican los niveles seleccionados de potencia por las duraciones de tiempo seleccionadas, a los MSEs correspondientes. El barrido de MSE puede continuar hasta que el objeto ha alcanzado el nivel deseado de calentamiento o un perfil térmico deseado.

Periódicamente, durante el barrido de MSE, la carga puede ser re-cubierta usando los mismos o diferentes MSEs para obtener un conjunto actualizado de relaciones de disipación. Con base en el conjunto actualizado de relaciones de disipación, pueden ajustarse los niveles de potencia y las duraciones de tiempo para aplicación de potencia, correspondientes a cada uno de los MSEs. Este cubrimiento de MSE puede ocurrir a cualquier velocidad deseada, dependiendo de los requerimientos de una realización particular. En algunas realizaciones, el cubrimiento de MSE puede ser repetido a una velocidad de aproximadamente 120 veces por minuto. Pueden usarse mayores velocidades de cubrimiento (por ejemplo, 200/min o 300/min) o menores velocidades de cubrimiento (por ejemplo, aproximadamente 100/min, 20/min, 2/min, 10/tiempo de descongelación, o 3/tiempo de descongelación). Adicionalmente, los cubrimientos pueden ser ejecutados de manera no periódica. A veces, una secuencia de cubrimiento de MSE (por ejemplo, uno o más cubrimientos) puede ser ejecutada una vez cada 0.5 segundos o una vez cada 5 segundos o a cualquier otra velocidad. Además, el período entre cubrimientos puede ser definido por la cantidad de energía que va a ser transmitida dentro de la cavidad y/o la cantidad de energía que va a ser disipada dentro de la carga. Por ejemplo, después de que una cantidad dada de energía (por ejemplo 10 kJ o menos o 1 kJ o menos o varios cientos de julios o incluso 100 J o menos fueron transmitidos o disipados dentro de la carga o dentro de una porción dada de una carga (por ejemplo por peso tal como 100 g o por porcentaje, tal como 50% de carga)), puede ejecutarse un nuevo cubrimiento.

Para reiterar y ampliar adicionalmente sobre los principios discutidos arriba, las realizaciones divulgadas en el presente pueden incluir un aparato para la aplicación de energía de RF a una carga. Éste aparato incluye por lo menos un procesador, como se describió arriba. Por ejemplo, el procesador puede incluir un circuito eléctrico que ejecute una operación lógica sobre entradas o salidas. Por ejemplo, tal procesador puede incluir uno o más circuitos integrados, microchips, microcontroladores, microprocesadores, todo o parte de una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de procesamiento gráfico (GPU), procesadores de señal digital (DSP), arreglo de puerta programable por campo (FPGA) u otro circuito adecuado para la ejecución de instrucciones o realización de operaciones lógicas.

5 El por lo menos un procesador puede ser configurado para recibir información indicativa de energía disipada por la carga (también conocido como objeto) para cada uno de una pluralidad de elementos de espacio de modulación (MSEs). Por ejemplo, la información recibida indicativa de energía disipada por la carga, puede incluir información indicativa de una cantidad de energía absorbida por la carga, una cantidad de energía reflejada por la carga, o cualquiera o cualquier otro indicador directo o indirecto de la habilidad de la carga para disipar energía. En una realización, basado en la información indicativa de energía disipada por la carga, el procesador puede determinar una relación de disipación para cada uno de una pluralidad de MSEs (o conjunto de MSEs).

10 El procesador puede determinar las relaciones de disipación para el conjunto de MSEs a cualquier tasa deseada. En una realización, el conjunto de relaciones de disipación correspondiente al conjunto de MSEs puede ser determinado a una tasa de por lo menos aproximadamente 120 veces por minuto. En otras realizaciones, el conjunto de relaciones de disipación correspondientes al conjunto de MSEs puede ser determinado a una tasa inferior a aproximadamente 120 veces por minuto. La tasa puede depender de la naturaleza del objeto, la naturaleza de los MSEs, las características físicas del sistema, y el resultado que se desea lograr. Sólo a modo de ejemplo, en algunos casos puede ser deseable una tasa mayor a cinco veces por segundo. En otros casos, puede ser deseable una tasa inferior a dos veces por segundo.

20 El procesador puede también ser configurado para asociar cada uno de la pluralidad de MSEs (donde cada uno está asociado con un patrón de campo en una zona de aplicación de energía) con una duración de tiempo de aplicación de potencia correspondiente, basada en la información recibida. Como se usa aquí, una duración de tiempo de aplicación de potencia puede referirse a una longitud de tiempo durante la cual se aplica a la carga una potencia particular. El procesador puede además ser configurado para asociar cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación, con un valor de nivel de potencia correspondiente a la duración de tiempo de aplicación de potencia, asociada con el mismo elemento de espacio de modulación. La cantidad de energía disponible para entrega a la carga depende del nivel de potencia y de la cantidad de tiempo en que la potencia es aplicada a la carga.

30 El procesador puede además ser configurado para regular la energía aplicada a la carga, tal que durante un barrido de la pluralidad de MSEs, se aplica potencia a la carga al valor de nivel de potencia correspondiente y/o a la correspondiente duración de tiempo de aplicación de potencia. Por ejemplo, como se describió arriba, MSEs que exhiben elevadas relaciones de disipación pueden recibir potencia a un nivel inferior y/o por un tiempo más corto que otros MSEs que exhiben relaciones de disipación inferiores. Desde luego, puede asignarse cualquier nivel de potencia dentro de un rango disponible y cualquier duración de tiempo de aplicación de potencia deseada, a cualquier MSE de acuerdo con los requerimientos u objetivos de entrega de energía de un uso pretendido particular.

35 Como se describió arriba, cada uno de la pluralidad de MSEs puede ser definido por valores para cualquiera de una pluralidad de parámetros que pueden afectar la entrega de energía a una carga, donde tales parámetros incluyen la fase. En una realización, la pluralidad de MSEs puede ser definida por valores para frecuencia y amplitud y opcionalmente para otras dimensiones. En otras realizaciones, los MSEs puede ser unidimensionales, tal que sólo un parámetro varía y todos los otros permanecen constantes. Por ejemplo, un conjunto de MSEs unidimensionales puede diferir de cada uno de los otros en sólo la fase. En otras realizaciones, los valores de frecuencia pueden variar entre una pluralidad de MSEs, mientras que los valores para los otros parámetros, tal como amplitud, permanecen constantes.

45 Las realizaciones divulgadas pueden incluir también una cavidad para recibir la carga y por lo menos un elemento radiante para dirigir energía EM a la carga. Además, el aparato puede incluir un generador de energía EM para suministro de energía EM a la carga, a través del por lo menos un elemento radiante.

50 Los valores de nivel de potencia y relaciones de tiempo de aplicación de potencia asociados con cada uno de una pluralidad de MSEs pueden ser elegidos de acuerdo con un esquema deseado de entrega de energía. En una realización, una duración de tiempo de aplicación de potencia correspondiente a un primer MSE asociado con una primera relación de disipación será más corto que una duración de tiempo de aplicación de potencia correspondiente a un segundo MSE asociado con una segunda relación de disipación, donde la segunda relación de disipación es menor que la primera relación de disipación. En otras realizaciones a modo de ejemplo, los valores de nivel de potencia asociados con cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación puede ser la misma.

60 Las realizaciones divulgadas en el presente, pueden incluir también un aparato para aplicación de energía RF a una carga, donde el aparato incluye por lo menos un procesador configurado para determinar una pluralidad de relaciones de disipación asociadas con la carga. Con base en la pluralidad de relaciones de disipación, el procesador puede ser configurado para ajustar los tripletes frecuencia/potencia/tiempo (como se describió en detalle arriba). El procesador puede también ser configurado para regular aplicación de los tripletes frecuencia/potencia/tiempo para aplicar energía a la carga.

65 En las realizaciones divulgadas en el presente, el procesador puede ser configurado para ajustar los tripletes MSE/potencia/tiempo de modo que a un MSE asociado con una primera relación de disipación se asigna un nivel de

potencia inferior a un segundo MSE asociado con una segunda relación de disipación, cuando la primera relación de disipación es superior a la segunda relación de disipación. El procesador puede también ser configurado para ajustar los tripletes MSE/potencia/tiempo tal que a un MSE asociado con una primera relación de disipación será asignado un tiempo más corto que un segundo MSE asociado con una segunda relación de disipación, cuando la primera relación de disipación es mayor que la segunda relación de disipación.

Mientras los párrafos precedentes describen realizaciones de la invención conectados con relaciones de disipación, otras realizaciones de la invención pueden aplicar principios similares usando indicadores diferentes a las relaciones de disipación. Por ejemplo, como una alternativa pueden emplearse indicadores de energía reflejada a la alimentación desde la zona de aplicación de energía, como puede ser cualquier otro indicador directo, indirecto, o inverso de capacidad de absorción de energía.

Aplicación a modo de ejemplo

En los siguientes ejemplos el dispositivo usado fue dispositivo de 900 vatios con una banda de trabajo a 800-1000 MHz, construido y operado esencialmente de acuerdo con una realización de la WO07/096878 ('878) mencionada arriba;

1. Algoritmo de calentamiento

Se calentó agua corriente (500 gr) mediante un protocolo adecuado para suministrar esencialmente la misma cantidad de energía a todas las porciones de una carga. En cada experimento se transmitió un total de 60kJ a la carga (agua y el tazón en el cual se mantenía el agua).

En un primer experimento de calentamiento, se transmitieron diferentes cantidades de energía a diferentes frecuencias, transmitiendo cada frecuencia por el mismo período fijo de tiempo, en tanto se variaba el periodo de transmisión, de acuerdo con una realización de '878. En este ejemplo, el agua calentó desde aproximadamente 22 °C a aproximadamente 38 °C (un incremento de 16 °C) en 2:25 minutos.

En un segundo experimento de calentamiento, se transmitieron diferentes cantidades de energía a diferentes frecuencias, transmitiendo cada frecuencia a la máxima potencia disponible y variando el tiempo de transmisión, de acuerdo a una realización de la presente invención. El agua fue calentada desde aproximadamente 21 °C a aproximadamente 38 °C (un incremento de 17 °C) en 1:58 minutos (aproximadamente 80% del tiempo necesario para el primer experimento de calentamiento).

La diferencia en incremento de temperatura puede ser atribuida, por ejemplo, a inexactitud del termómetro y/o a leves diferencias entre los tazones, la cual puede haber conducido a diferente absorbanza de energía RF.

2. Algoritmo de descongelación

De un congelador convencional de restaurante a aproximadamente -18 °C se tomaron pechugas congeladas de pollo (sin hueso y sin piel; agrupadas juntas antes de la congelación), y se calentaron usando un protocolo que pretendía la descongelación, en donde se transmite una cantidad diferente de energía a diferentes frecuencias, de acuerdo con la realización de US61/193,248 y una solicitud internacional PCT registrada de modo simultáneo, que tenía un expediente de abogado número 47408.

En un primer experimento de descongelamiento, se transmitieron diferentes cantidades de energía a diferentes frecuencias, transmitiendo cada frecuencia por el mismo período fijo de tiempo, mientras se variaba el período de transmisión, de acuerdo a una realización de '878. Se calentó una porción de 1500 gr de pechugas de pollo a 0-5°C (medidos en diferentes sitios de las pechugas), en 36 minutos.

En un segundo experimento de descongelamiento, se transmitieron diferentes cantidades de energía a diferentes frecuencias, transmitiendo cada frecuencia a la máxima potencia disponible y variando el tiempo de transmisión, de acuerdo a una realización de la presente invención. Se calentó una porción de 1715 gr de pechugas de pollo a 0-5°C (medidos en diferentes sitios de las pechugas) en 20 minutos. Se observó así que en el segundo experimento de descongelamiento, aproximadamente 56% del tiempo requerido para el primer experimento de descongelamiento, fue suficiente para descongelar una carga más grande.

Se entiende que ciertos rasgos de la invención, los cuales por claridad son descritos en el contexto de realizaciones separadas, pueden ser suministrados también en combinación en una realización individual. De modo recíproco, varios rasgos de la invención, los cuales por brevedad son descritos en el contexto de una realización individual, pueden ser también suministrados separadamente o en cualquier subcombinación adecuada.

Aunque la invención ha sido descrita en combinación con realizaciones específicas de la misma, es evidente que para aquellos diestros en la técnica, serán aparentes muchas alternativas, modificaciones y variaciones. De acuerdo

con ello, se pretende abarcar todas esas alternativas, modificaciones y variaciones que caen dentro del amplio alcance de las reivindicaciones anexas. Adicionalmente, la cita o identificación de cualquier referencia de esta solicitud no será interpretada como una admisión de que tal referencia está disponible como técnica existente antes de la presente invención.

5

La invención se extiende a cualquiera de los siguientes rasgos:

1. un aparato para la aplicación de energía EM a una carga, donde el aparato incluye:

por lo menos un procesador configurado para:

10 recibir información que indica la energía disipada por la carga, para cada uno de una pluralidad de elementos de espacio de modulación;

asociar cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación con una duración de tiempo de aplicación de potencia correspondiente, con base en la información recibida; y

regular la energía aplicada a la carga, tal que para cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación, a la carga se aplica potencia a la correspondiente duración de tiempo de aplicación de potencia.

15 2. El aparato de 1, en donde el procesador es configurado además para asociar cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación con un valor de nivel de potencia correspondiente a la duración de tiempo de aplicación de potencia asociada con el mismo elemento de espacio de modulación.

3. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular la energía aplicada, controlando por lo menos un barrido de la pluralidad de elementos de espacio de modulación.

20 4. El aparato de 1, en donde cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación está asociado con un patrón de campo en una zona de aplicación de energía.

5. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular la energía aplicada, tal que durante la aplicación de potencia a través de la pluralidad de elementos de espacio de modulación, es sustancialmente constante un nivel de transmisión de potencia.

25 6. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular la energía aplicada, tal que durante la aplicación de potencia, se transmite un nivel sustancialmente máximo de potencia a cada elemento de espacio de modulación.

7. El aparato de 1, en donde la información que indica la energía disipada incluye una indicación de energía reflejada.

30 8. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular la energía aplicada a la carga, con objeto de limitar una cantidad total de energía absorbida en la carga, a través de la pluralidad de elementos de espacio de modulación, durante un periodo de transmisión.

35 9. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular la energía aplicada a la carga, con objeto de limitar una duración total durante la cual la energía es transmitida a la pluralidad de elementos de espacio de modulación.

10. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular la energía aplicada a la carga, limitando la cantidad total de energía transmitida a la pluralidad de elementos de espacio de modulación.

40 11. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular la energía aplicada, con objeto de lograr sustancialmente un máximo de potencia aplicada transmitida a cada uno de los elementos de espacio de modulación.

12. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular la energía aplicada, tal que la potencia es transmitida usando por lo menos dos diferentes elementos de espacio de modulación, cada uno a un diferente nivel de potencia no cero, por una duración de tiempo no cero.

45 13. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular energía, tal que la energía es aplicada en una serie para formar un ciclo de operación.

14. El aparato de 13, en donde el procesador está configurado para realizar de manera repetitiva el ciclo de operación.

15. El aparato de 14, en donde el procesador está configurado para variar elementos de espacio de modulación, con el ciclo de operación.
- 5 16. El aparato de 1, en donde el por lo menos un procesador está configurado para determinar una relación de disipación para cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación, con base en la información que indica la energía disipada por la carga.
17. El aparato de 16, en donde la pluralidad de elementos de espacio de modulación define un conjunto, y donde el por lo menos un procesador está configurado para determinar relaciones de disipación para el conjunto a una tasa de por lo menos aproximadamente 120 veces por minuto.
- 10 18. El aparato de 16, en donde la pluralidad de elementos de espacio de modulación define un conjunto, y donde el por lo menos un procesador está configurado para determinar relaciones de disipación para el conjunto a una tasa inferior a aproximadamente 120 veces por minuto.
19. El aparato de 1, en donde cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación está definido por valores para frecuencia, fase y amplitud.
- 15 20. El aparato de 1, en donde cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación difiere uno de otro sólo en uno de frecuencia, fase y amplitud.
21. El aparato de la reivindicación 1, en donde cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación difiere uno de otro en por lo menos dos de frecuencia, fase y amplitud.
- 20 22. El aparato de 1, en donde entre la pluralidad de elementos de espacio de modulación y correspondientes relaciones de tiempo de aplicación de potencia, una duración de tiempo de aplicación de potencia correspondiente a un primer elemento de espacio de modulación asociado con una primera relación de disipación, es más corta que una duración de tiempo de aplicación de potencia correspondiente a un segundo elemento de espacio de modulación, asociado con una segunda relación de disipación, en donde la segunda relación de disipación es inferior a la primera relación de disipación.
- 25 23. El aparato de 1, en donde un valor de nivel de potencia asociado con cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación, es sustancialmente el mismo.
24. El aparato de 1, en donde el procesador está configurado para regular energía aplicada, ajustando un triplete de espacio de modulación/potencia/tiempo.
25. El aparato de 1, que incluye además una cavidad para recibir la carga y por lo menos un elemento radiante para dirigir energía EM a la carga.
- 30 26. El aparato de 25, que incluye además un generador de energía EM para suministrar energía EM a la carga, a través de por lo menos un elemento radiante.
27. Un aparato para la aplicación de energía EM a una carga, en donde el aparato incluye:
- por lo menos un procesador configurado para:
- determinar una pluralidad de valores de indicadores de disipación asociados con la carga;
- 35 ajustar tripletes de elementos de espacio de modulación/potencia/tiempo, basado en la pluralidad de valores de indicadores de disipación; y
- regular la aplicación de tripletes de elemento de espacio de modulación/potencia/tiempo para aplicar energía a una carga.
- 40 28. El aparato de 27, en donde el por lo menos un procesador está configurado para ajustar los tripletes MSE/potencia/tiempo, tal que a un elemento de espacio de modulación asociado con una primera relación de disipación se asigna un nivel de potencia inferior a un segundo elemento de espacio de modulación asociado con una segunda relación de disipación, cuando la primera relación de disipación es superior a la segunda relación de disipación.
- 45 29. El aparato de 27, en donde el por lo menos un procesador está configurado para ajustar los tripletes elemento de espacio de modulación/potencia/tiempo, tal que a un elemento de espacio de modulación asociado con una primera relación de disipación se asignará un tiempo más corto que un segundo elemento de espacio de modulación asociado con una segunda relación de disipación, cuando la primera relación de disipación es mayor que la segunda relación de disipación.

30. El aparato de 27, que incluye además una cavidad para recibir la carga y por lo menos un elemento radiante para dirigir energía EM a la carga.
31. El aparato de 30, que incluye además un generador de energía EM para el suministro de energía EM a la carga, a través de por lo menos un elemento radiante.
- 5 32. Un método para la aplicación de energía EM a una carga, en donde el método incluye:
- determinación de una pluralidad de valores de indicadores de disipación asociados con la carga;
- ajuste de tripletes elemento de espacio de modulación/potencia/tiempo, basado en la pluralidad de valores de indicadores de disipación; y
- 10 regulación de aplicación de tripletes de elementos de espacio de modulación/potencia/tiempo para aplicar energía a la carga.
33. Un método para aplicación de energía EM a una carga, en donde el método incluye:
- recepción de información que indica la energía disipada por la carga, para cada uno de una pluralidad de elementos de espacio de modulación;
- 15 asociación de cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación con una correspondiente duración de tiempo de aplicación de potencia, basado en la información recibida; y
- regulación de la energía aplicada a la carga, tal que para cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación, se aplica potencia a la carga a la correspondiente duración de tiempo de aplicación de potencia.
- 20 34. El método de 33, en donde la asociación incluye asociación de cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación con un valor de nivel de potencia correspondiente a la duración de tiempo de aplicación de potencia, asociado con el mismo elemento de espacio de modulación.
35. El método de 33, en donde la regulación de energía aplicada a la carga incluye el control de por lo menos un barrido de la pluralidad de elementos de espacio de modulación.
- 25 36. El método de la reivindicación 33, en donde cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación está asociado con un patrón de campo, en una zona de aplicación de energía.
37. El método de 34, en donde la información que indica la energía disipada incluye una indicación de energía reflejada por la carga.
38. El método de 35, que incluye además la determinación de una relación de disipación para cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación, con base en la información que indica la energía disipada por la carga.
- 30 39. El método de 38, en donde la pluralidad de elementos de espacio de modulación define un conjunto, y donde incluye la determinación de una relación de disipación para cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación para el conjunto a una rata de por lo menos aproximadamente 120 veces por minuto.
40. El método de 38, en donde la pluralidad de elementos de espacio de modulación define un conjunto, y donde incluye la determinación de una relación de disipación para cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación para el conjunto a una rata inferior a aproximadamente 120 veces por minuto.
- 35 41. El método de 33, en donde cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación está definido por valores para frecuencia, fase y amplitud.
42. El método de 33, en donde cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación difiere uno de otro en sólo uno de frecuencia, fase y amplitud.
- 40 43. El método de 33, en donde cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación difiere uno de otro sólo en frecuencia.
44. El método de la reivindicación 33, en donde cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación difiere uno de otro en por lo menos dos de frecuencia, fase y amplitud.
- 45 45. El método de 33, en donde entre la pluralidad de elementos de espacio de modulación y correspondientes valores de nivel de potencia y duraciones de tiempo de aplicación de potencia, una duración de tiempo de aplicación

de potencia correspondiente a un primer elemento de espacio de modulación asociado con una primera relación de disipación es más corto que una duración de tiempo de aplicación de potencia correspondiente a un segundo elemento de espacio de modulación, asociado con una segunda relación de disipación, en donde la segunda relación de disipación es inferior a la primera relación de disipación.

- 5 46. El método de 33, en donde los valores de nivel de potencia asociados con cada uno de la pluralidad de elementos de espacio de modulación son los mismos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para irradiar una carga con energía de RF, en donde el método incluye:
medición de un espectro reflejado y acoplado e inferencia a partir del espectro reflejado y acoplado de una disipación espectral de la carga; y
- 5 selección, con base en la disipación espectral, de un espectro de irradiación que define un patrón de campo de RF, en donde dicho patrón está definido por conjuntos de valores de parámetros que afectan el patrón de campo de RF, en donde los parámetros incluyen fase como un parámetro variable y dos o más de los conjuntos de valores difieren en sus valores de fase; y
aplicación a la carga de energía de RF de acuerdo con el espectro de irradiación.
- 10 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el espectro de irradiación asocia cada uno de los conjuntos de valores con una duración de tiempo correspondiente de aplicación de potencia.
3. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el espectro de irradiación asocia cada uno de los conjuntos de valores con un valor de nivel de potencia.
- 15 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la medición de un espectro reflejado y acoplado y la inferencia a partir del espectro reflejado y acoplado de una disipación espectral de la carga, incluye la medición de un espectro reflejado y acoplado para una pluralidad de frecuencias y la inferencia a partir del espectro reflejado y acoplado de una disipación espectral de la carga para la pluralidad de frecuencias.
5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que incluye la selección dinámica de conjuntos de valores para el espectro de irradiación basado en la disipación espectral.
- 20 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se disipa una energía deseada dentro de la carga para cualquier conjunto dado de valores.
7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde los conjuntos de valores incluyen además como un parámetro variable por lo menos uno de: frecuencia, amplitud y potencia relativa entregada al mismo tiempo a dos o más suministros de irradiación.
- 25 8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la disipación espectral incluye relaciones de disipación para una pluralidad de conjuntos de valores de parámetros, que afectan el patrón de campo de RF.
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cualesquier dos del conjunto de valores difieren sólo en sus valores de fase.
- 30 10. Un aparato para la aplicación de energía de RF a una carga, en donde el aparato incluye:
por lo menos un procesador configurado para:
causar la medición de un espectro reflejado y acoplado e inferir a partir del espectro reflejado y acoplado, una disipación espectral de la carga;
- 35 seleccionar, con base en la disipación espectral, un espectro de irradiación que define un patrón de campo de RF, en donde dicho patrón de campo es definido por conjuntos de valores de parámetros que afectan el patrón de campo de RF, en donde los parámetros incluyen fase como un parámetro variable y dos o más de los conjuntos de valores difieren en sus valores de fase; y
regular la aplicación a la carga de energía RF, de acuerdo con el espectro de irradiación.
- 40 11. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el procesador está configurado para seleccionar dinámicamente conjuntos de valores para el espectro de irradiación, basado en la disipación espectral.
12. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 10 o reivindicación 11, en donde el espectro de irradiación asocia cada uno de los conjuntos de valores con un correspondiente tiempo de duración de aplicación de potencia.
13. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde el espectro de irradiación asocia cada uno de los conjuntos de valores con un valor de nivel de potencia.

14. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en donde los parámetros incluyen además como un parámetro variable por lo menos uno de: frecuencia, amplitud y potencia relativa entregada al mismo tiempo para dos o más suministros de irradiación.
- 5 15. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, que incluye además un detector para suministrar al procesador una señal de retroalimentación que indica una cantidad de energía de RF recibida de la cavidad, en donde el procesador está dispuesto para regular la aplicación de energía de RF, de acuerdo con el espectro de irradiación basado en la señal de retroalimentación.
16. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde dichos conjuntos de valores de parámetros incluyen aquellos correspondientes a bajas relaciones de disipación respecto a otro conjunto de valores.

FIG. 1A

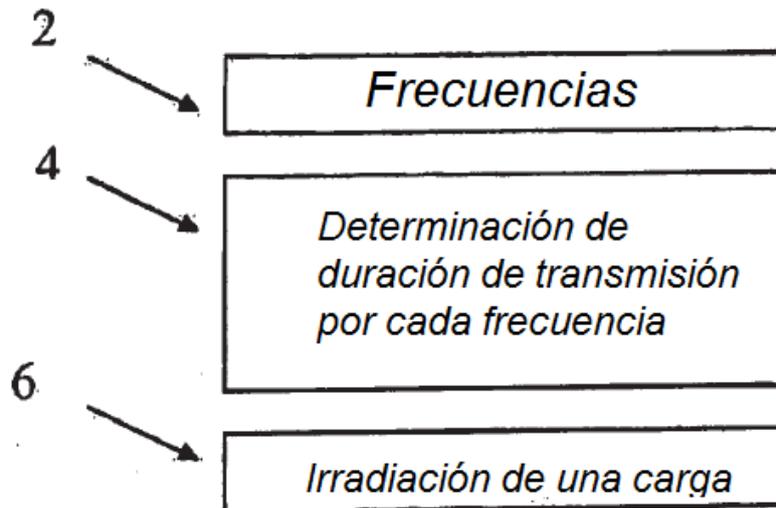


FIG. 1B

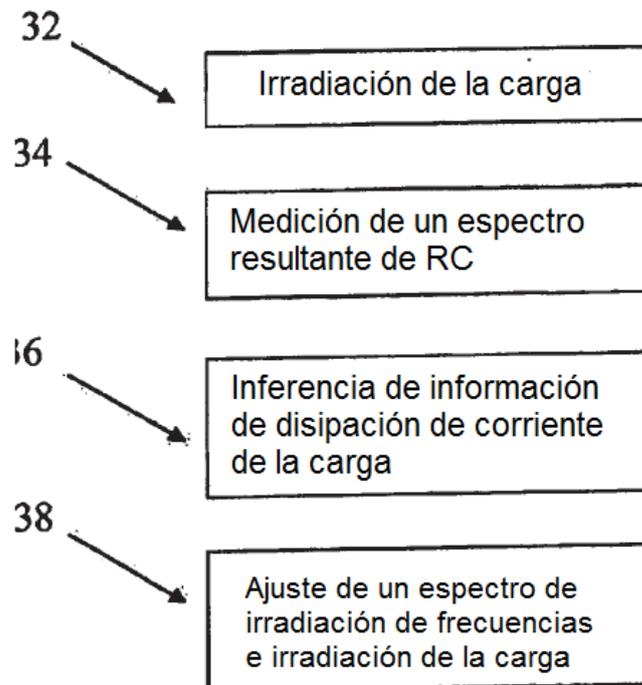


FIG. 1C

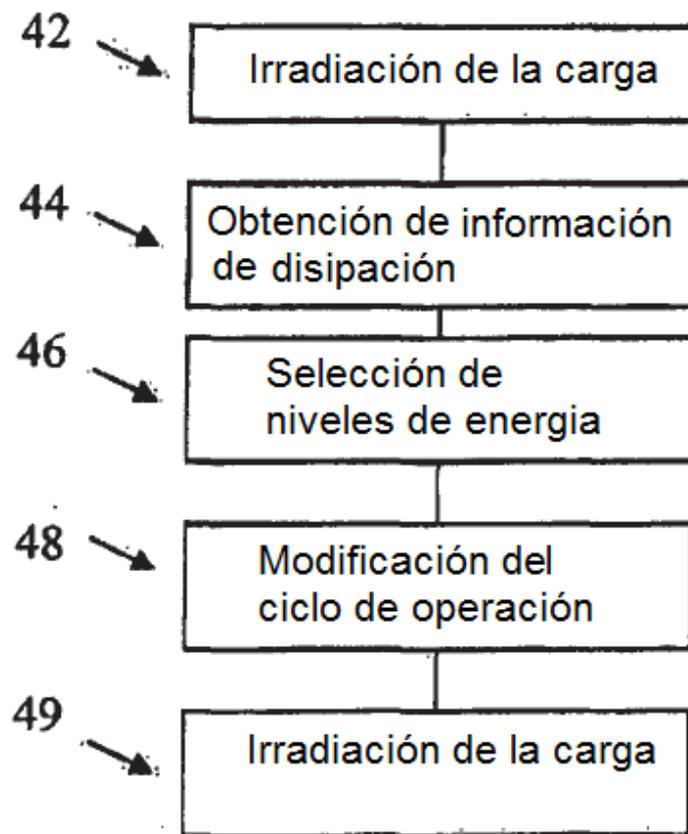


FIG. 2

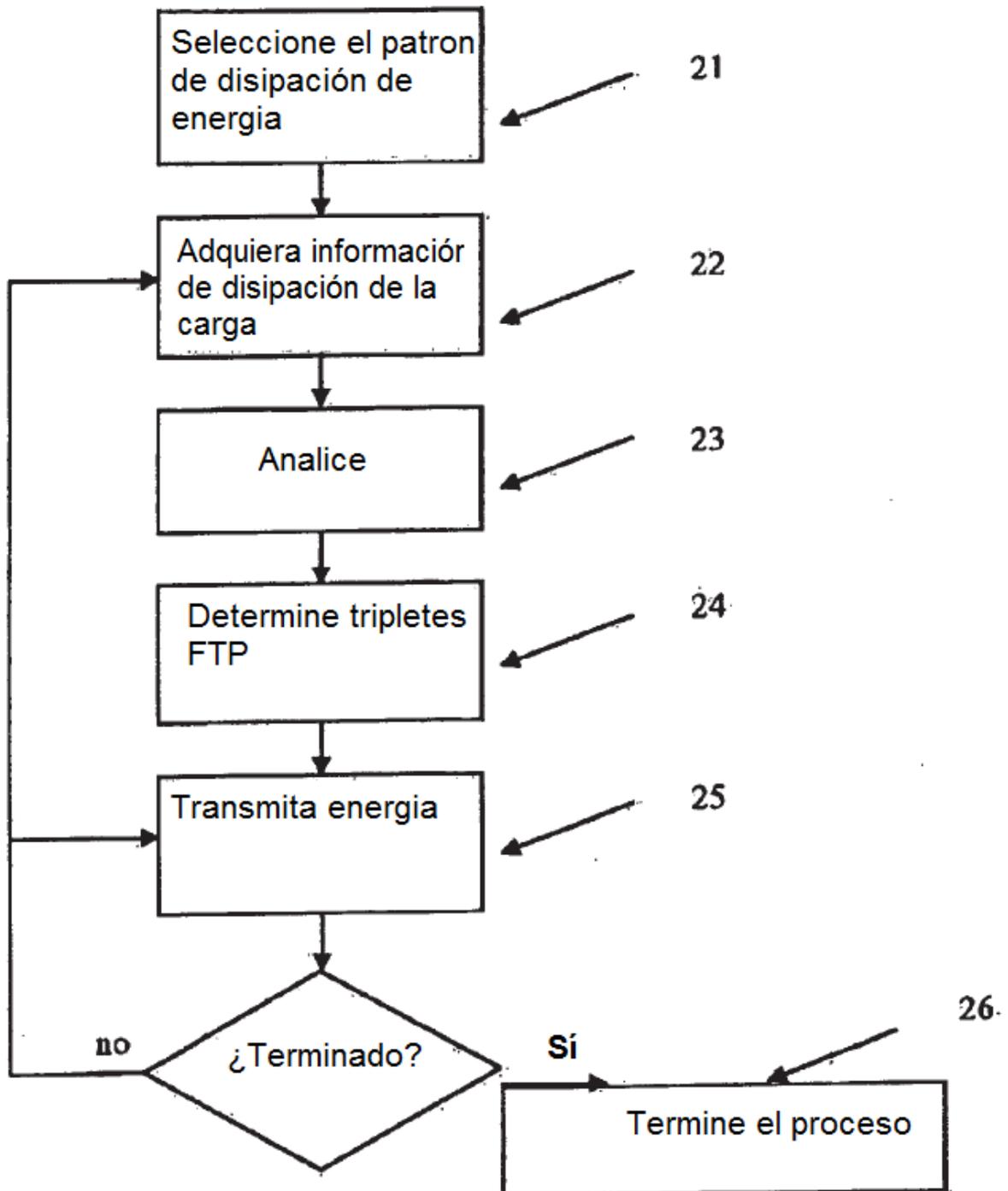


FIG. 3

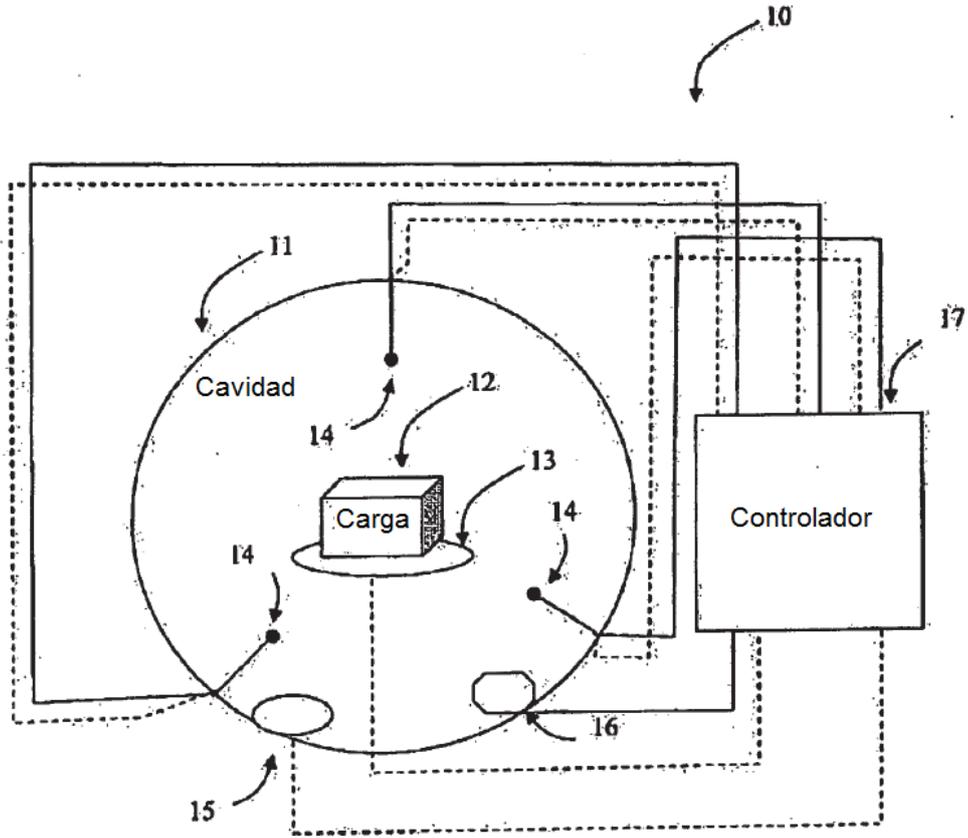


FIG. 4A

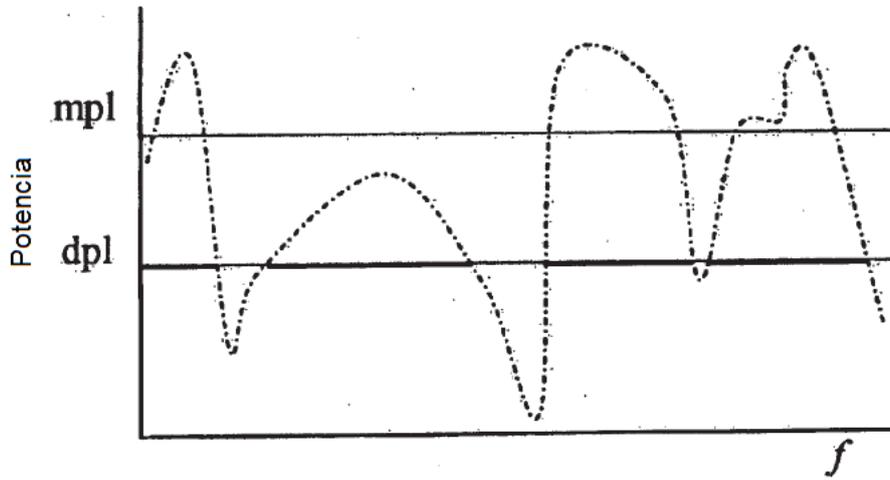


FIG. 4B

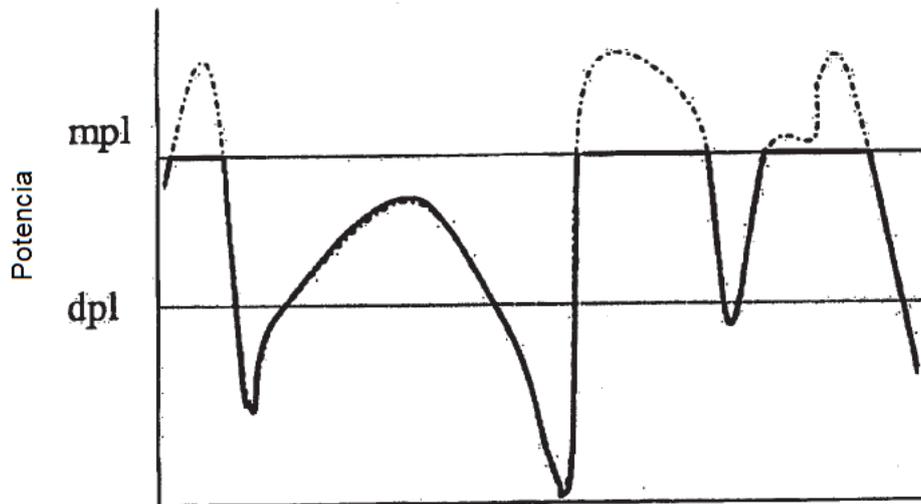
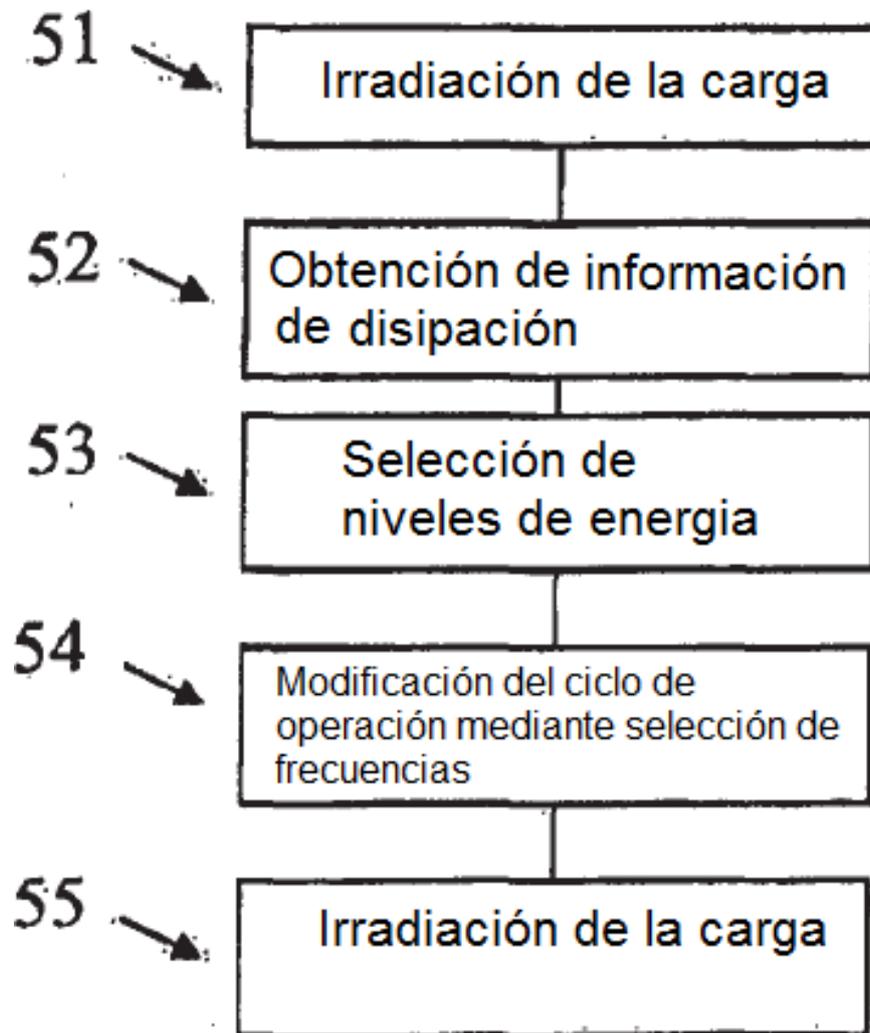


FIG. 5



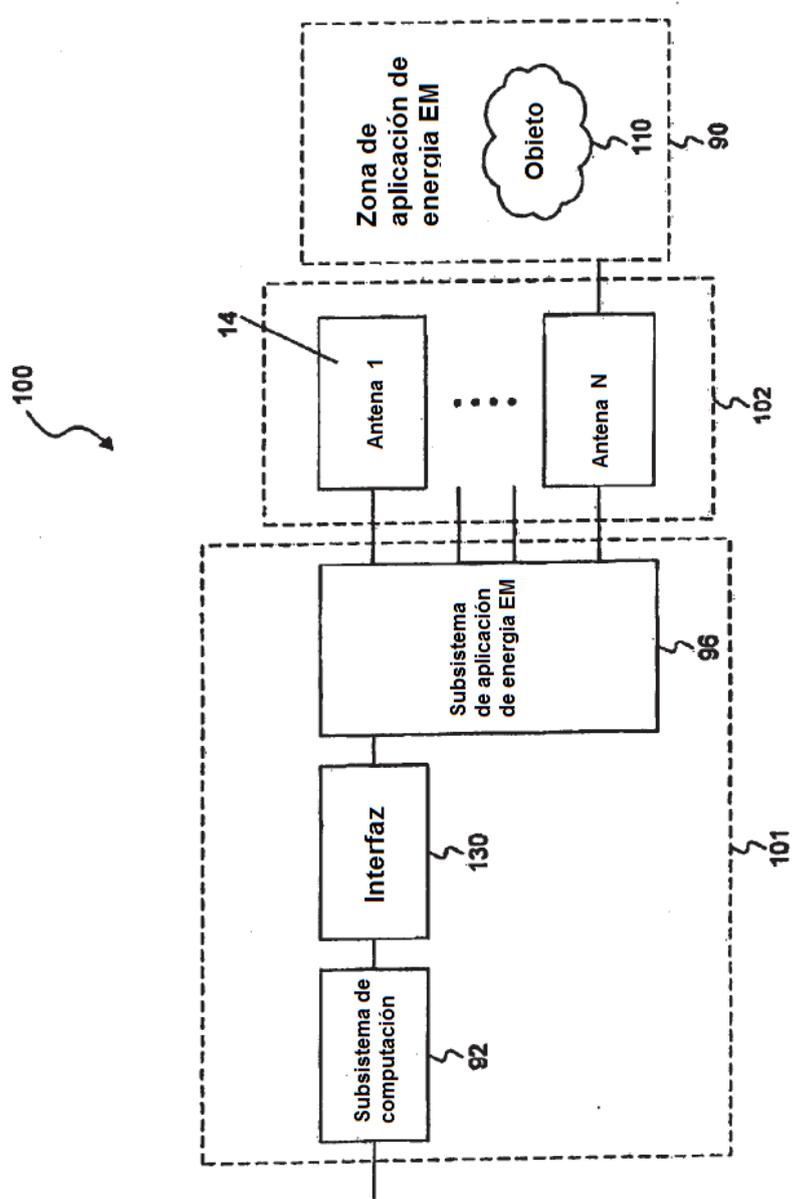


FIG. 6

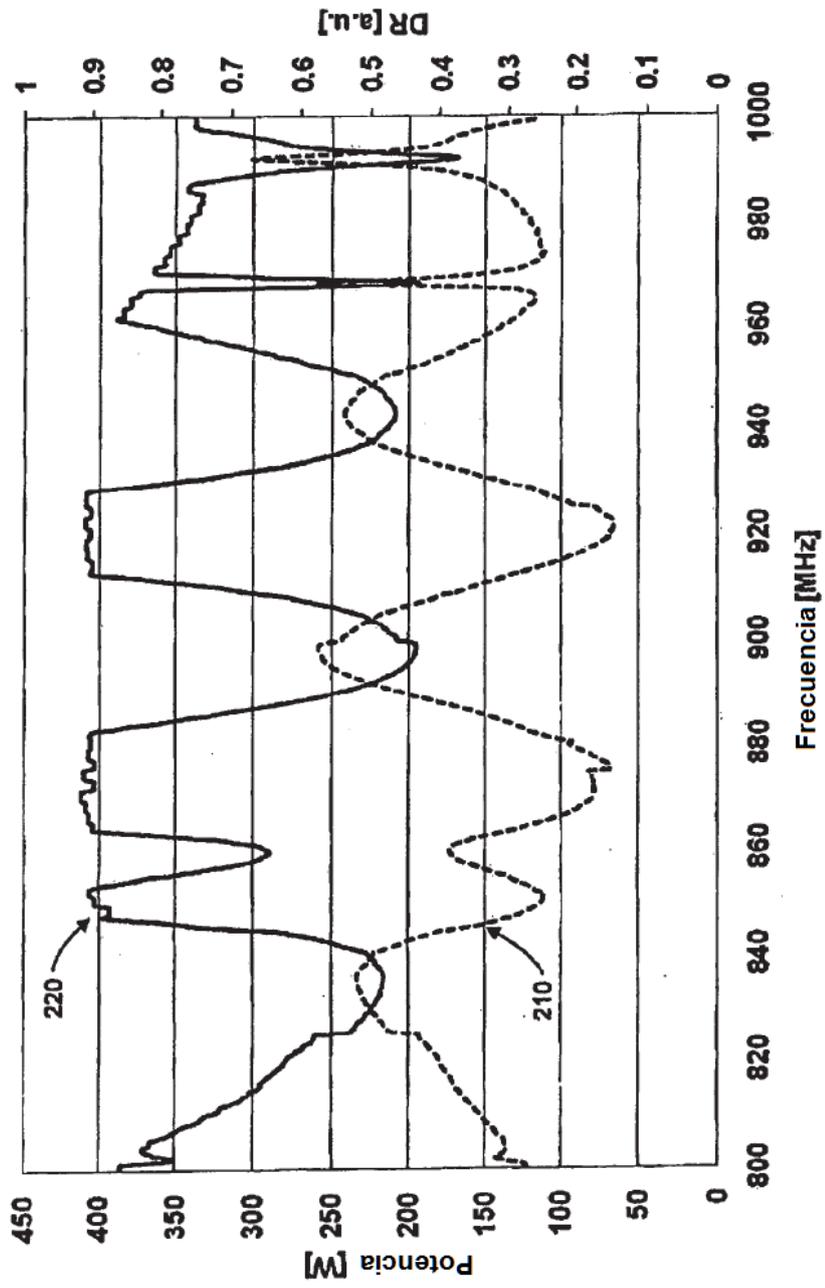


FIG. 7

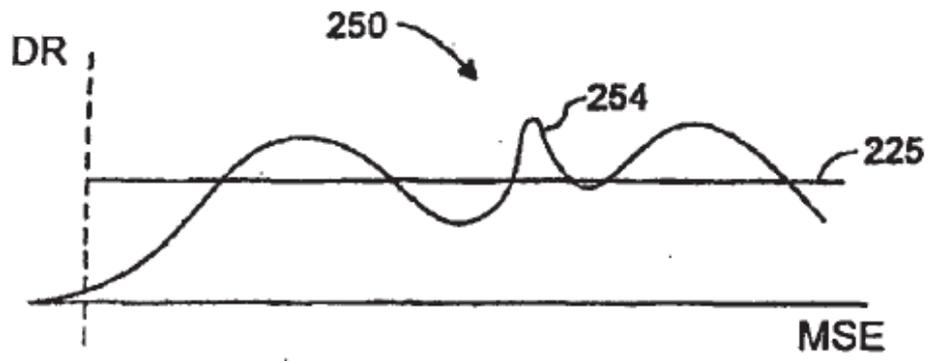


FIG. 8

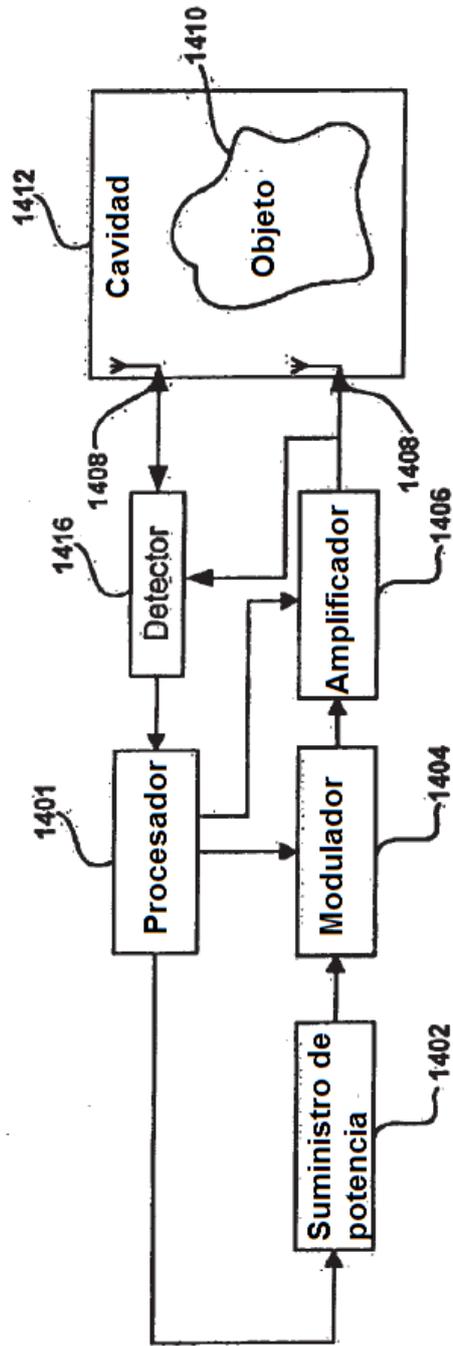


FIG. 9

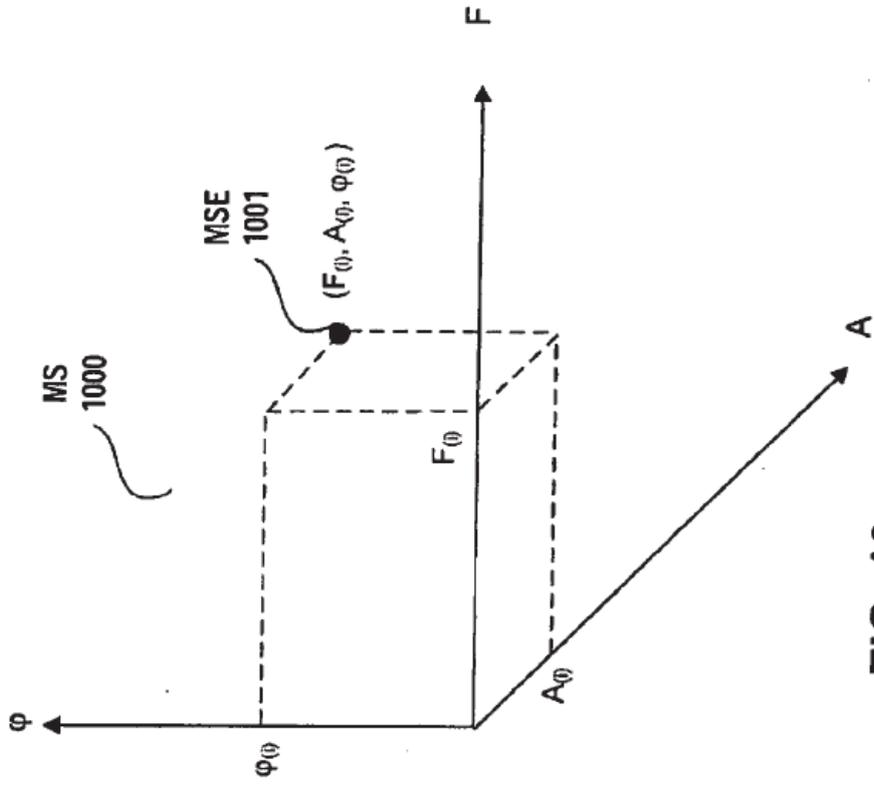


FIG. 10