

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 448 216**

51 Int. Cl.:

**H05B 6/70** (2006.01)

**H05B 6/68** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2009 E 09793620 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014 EP 2345304**

54 Título: **Dispositivo y método de calentamiento mediante el uso de energía de radiofrecuencia (RF)**

30 Prioridad:

**10.11.2008 US 193248 P**  
**22.10.2009 US 253893 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.03.2014**

73 Titular/es:

**GOJI LIMITED (100.0%)**  
**8 Par-La-Ville Road P.O. Box HM3399 HM PX**  
**Hamilton HM08, BM**

72 Inventor/es:

**BILCHINSKY, ALEXANDER;**  
**BEN-SHMUEL, ERAN y**  
**ATZMONY, DANIELLA**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

**ES 2 448 216 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 de calentamiento mediante el uso de energía de radiofrecuencia (RF)

5 Campo de la invención

La presente solicitud, en algunas modalidades de la misma, se refiere generalmente a la disipación de energía electromagnética (EM) en una carga, y específicamente con el uso de energía EM para descongelar, calentar y/o cocinar.

10 Antecedentes de la invención

15 El horno de microondas es un elemento omnipresente en la sociedad moderna. Sin embargo, son bien conocidas sus limitaciones. Estas incluyen, por ejemplo, el calentamiento desigual y la lenta absorción de calor, especialmente para descongelar. De hecho, los hornos de microondas normales, cuando se usan para descongelar e incluso calentar, resultan en alimentos en los que una parte puede estar generalmente tibia o incluso cocinarse parcialmente o mucho antes de que otra parte aún se descongele. El descongelado y el calentamiento de objetos mediante los hornos de microondas convencionales típicamente sufren de disipación desigual y típicamente sin control de la energía en la carga.

20 Un ejemplo de un método que se conoce para calentar una carga mediante diferentes frecuencias de RF se describe en la US 4 196 332 A.

25 En el documento WO 2008/007368 A2, se describe un método de calentamiento de una carga que tiene diferentes relaciones de disipación en diferentes porciones mediante RF de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Este documento se refiere a un método para el calentamiento desigual intencional por RF de alimentos mediante diferentes sub-bandas de frecuencia.

Es en este contexto, y las limitaciones y los problemas asociados con el mismo, en el que la presente invención se desarrolla.

30 En un aspecto de la invención, se proporciona un método como se establece en la reivindicación 1. En otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato como se establece en la reivindicación 13. Las características opcionales de modalidades de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

35 En el contexto de la presente solicitud, el término "*información espectral*" significa los datos de interacción de RF en la cámara a diferentes frecuencias y/o con la carga en la cámara, por ejemplo, al barrer las frecuencias a una potencia constante o al cambiar la potencia mediante una o más alimentaciones de la cavidad a la vez y medir la potencia que se refleja que reciben dichas alimentaciones de la cavidad, teniendo opcionalmente en cuenta la potencia transmitida realmente dentro de la cavidad en cada frecuencia. A veces una alimentación transmite mientras que una u otras alimentaciones más (o todas las otras alimentaciones) miden la potencia que se refleja. A veces, el proceso se repite para una o más de la pluralidad de alimentaciones. Un ejemplo no limitante es la obtención de una imagen espectral como se describe en la publicación PCT WO07/096878.

Breve descripción de los dibujos

45 Las modalidades no limitantes ilustrativas de la invención se describen a continuación con referencia a las figuras adjuntas. Los dibujos son ilustrativos y generalmente no están en una escala exacta. Se hace referencia a los elementos iguales o similares en las diferentes figuras mediante los mismos números de referencia.

50 La Fig. 1 representa esquemáticamente un dispositivo de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente invención; La Fig. 2 es un diagrama de flujo simplificado de un método de operación de un dispositivo de descongelado de acuerdo con una modalidad de la invención;

La Fig. 3 es un gráfico de la relación de disipación normalizada contra compensación relativa para una función de decisión ilustrativa.

55 La Fig. 4 es un diagrama de flujo simplificado de un método de funcionamiento de un dispositivo de acuerdo con otra modalidad de la invención;

La Fig. 5 es un diagrama que ilustra un método de selección de un valor del parámetro *hpl* en función de la disipación promedio.

La Fig. 6 es un gráfico que muestra las relaciones de disipación que se miden, en promedio y a varias frecuencias para carne bovina y carne de atún que tienen la misma masa;

La Fig. 7 es un gráfico que muestra relaciones de disipación que se miden, en promedio y a varias frecuencias para un pollo grande y para un pollo pequeño;

La Fig. 8 es un diagrama de flujo de un método de calentamiento diferencial de materiales con diferentes relaciones de disipación, de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la invención;

La Fig. 9 muestra una alternativa ilustrativa al ejemplo de la Fig. 3; y

La Fig. 10 muestra diferentes relaciones de disipación para una mezcla de arroz y pollo.

Descripción detallada de las modalidades ilustrativas

10 Descripción general

La presente solicitud describe una serie de avances en el campo del calentamiento por RF (por ejemplo microondas o UHF). Aunque, por conveniencia estos avances se describen conjuntamente en el contexto de diversos aparatos y métodos, cada uno de los avances es de manera general independiente y se pueden poner en práctica con métodos o aparatos de técnicas anteriores (según sea aplicable) o con una versión no óptima de los otros avances que se describen en la presente. Además, los avances descritos en el contexto de una modalidad de la invención se pueden utilizar en otras modalidades y se deben considerar cuando se incorporan como características opcionales en las descripciones de otras modalidades, en la medida de lo posible. Las modalidades se presentan en forma un tanto simplificadas para enfatizar ciertos elementos inventivos. Además, se debe notar que algunas características que son comunes a algunas o todas las modalidades de la invención se pueden describir en la sección titulada "Resumen de la invención" y se deben considerar además como parte de la descripción detallada de las diversas modalidades.

Un método y un dispositivo para proporcionar esencialmente igual disipación de la energía en una carga en general irregular, sigue la publicación PCT WO07/096878 de Ben-Shmuel y Bilchinsky ('878). En una modalidad ilustrativa, un dispositivo de acuerdo con '878 usa la información que se obtiene mediante la transmisión de una pluralidad de frecuencias de RF (todas dentro de una banda de frecuencias) dentro de una cavidad para obtener los parámetros S completos de la cavidad dentro de esa banda, siendo de esta manera capaz de determinar la información espectral de la cavidad (por ejemplo, la disipación de la energía en la cavidad) en función de la frecuencia. Esta información se usa para deducir a qué potencia (si la hay) cada una de las frecuencias de barrido se debe transmitir en el dispositivo con el fin de obtener el patrón de disipación que se desea dentro de la cavidad.

En una opción, la potencia se transmite sólo en bandas que disipan fundamentalmente en la carga (y no en corrientes de superficie o entre antenas). Esto puede realizarse por ejemplo de tal manera que el producto de la  $\eta$  eficiencia y la alimentación de potencia es sustancialmente constante para todas las frecuencias de transmisión, y permite una disipación esencialmente igual (en función de la frecuencia) de la energía en la carga o la cavidad, independientemente de la composición de la carga.

Durante el descongelado de un objeto, el hielo en el objeto se derrite en agua. El hielo y el agua tienen diferente absorción de energía de RF, lo que resulta en una pérdida de retorno y acoplamiento diferente en función de la frecuencia. Esto puede cambiar al adaptar, y después adaptar nuevamente mediante el ajuste de los elementos de adaptación, la frecuencia del pico de la eficiencia de absorción puede cambiar. Opcionalmente, mediante el control de la frecuencia que se elija para la entrada (sobre la base de la información adquirida) y, especialmente, su velocidad de cambio, el punto en el que todo el hielo se derrite en agua se puede determinar y terminar el calentamiento (si se desea sólo descongelar).

45 Sistema ilustrativo

La Fig. 1 representa esquemáticamente un dispositivo 10 de acuerdo con una modalidad de la presente invención. En una modalidad ilustrativa de la invención, el dispositivo se construye y opera como se describe en WO07/096878, con uno o más de los cambios que se detallan a continuación. En particular, en una modalidad ilustrativa de la invención, el controlador se configura de tal manera que se evita la transmisión de potencia a las porciones de alta absorción (por ejemplo correspondiente a las porciones descongeladas o porciones más polares o porciones que tienen un contenido inferior de grasa o mayor contenido de agua o sal) de modo que se reduce el peligro de sobrecalentamiento. Adicional o alternativamente, por ejemplo, se proporciona una potencia significativamente inferior a las porciones descongeladas, como la potencia necesaria para el cambio de temperatura y descongelado en áreas congeladas es mucho mayor que la necesaria para el calentamiento de las partes fluidas, proporcionar así un nivel de potencia similar podría provocar un calentamiento fuera de control de porciones descongeladas y sólo leves comienzos de descongelado de porciones congeladas.

El dispositivo 10, como se muestra, comprende una cavidad 11. La cavidad 11 como se muestra es una cavidad cilíndrica hecha de un conductor, por ejemplo, un metal tal como aluminio. Sin embargo, se debe entender que la metodología general

de la invención no se limita a cualquiera forma de la cavidad del resonador en particular. La cavidad 11, o cualquier otra cavidad hecha de un conductor, funciona como un resonador para las ondas electromagnéticas que tienen frecuencias que están por encima de una frecuencia de corte (por ejemplo, 500 MHz) que puede depender, entre otras cosas, de la geometría de la cavidad. Por ejemplo - . Una amplia banda de frecuencias de RF se puede utilizar, por ejemplo 800-1000 MHz. Los métodos para determinar una frecuencia de corte que se basan en la geometría se conocen bien en la técnica, y se pueden usar.

Una carga 12 se coloca dentro de la cavidad, opcionalmente en un elemento de soporte 13 (por ejemplo, un plato de horno microondas convencional). En una modalidad ilustrativa de la invención, la cavidad 11 comprende una o más alimentaciones 14 (por ejemplo, antenas) que pueden usarse para la transmisión de energía de RF dentro de la cavidad. La energía se transmite mediante cualquier método y medios que se conocen en la técnica, que incluyen, por ejemplo, el uso de un amplificador de estado sólido. Uno o más, y, a veces todas las alimentaciones 14 pueden además usarse una o más veces durante el proceso de calentamiento para la obtención de la información espectral de la cavidad dentro de una banda determinada de frecuencias de RF para determinar la información espectral de la cavidad (por ejemplo, la disipación de la energía en la cavidad) en función de la frecuencia en la banda de trabajo. Esta información se recoge y procesa por el controlador 17, como se detalla a continuación.

En una modalidad ilustrativa de la invención, la cavidad 11 además comprende uno o más sensores 15. Estos sensores pueden proporcionar información adicional al controlador 17, que incluye, por ejemplo, la temperatura (por ejemplo, por uno o más sensores de infrarrojos, fibras ópticas o sensores eléctricos), humedad, peso, etc. Otra opción es el uso de uno o más sensores internos que se integran o conectan a la carga (por ejemplo, una fibra óptica o un TTT como se describe en WO07/096878).

De manera alternativa o adicionalmente, la cavidad 11 puede comprender uno o más elementos de ajuste de campo (FAE) 16. Un FAE es cualquier elemento dentro de la cavidad que pueda afectar su información espectral o la información espectral derivable a partir de esta. En consecuencia, un FAE 16 puede ser por ejemplo, cualquier objeto dentro de la cavidad 11, que incluye uno o más de los componentes de metal dentro de la cavidad de alimentación 14, miembro de soporte 13 e incluso la carga 12. La posición, la orientación, forma y/o la temperatura de FAE 16 se controlan opcionalmente por el controlador 17. En algunas modalidades de la invención, el controlador 17 se configura para realizar varios barridos consecutivos. Cada barrido se realiza con una propiedad FAE diferente (por ejemplo, al cambiar la posición o la orientación de uno o más FAE) de tal manera que una información espectral diferente puede deducirse. El controlador 17 puede seleccionar entonces la propiedad FAE sobre la base de la información espectral que se obtiene. Tales barridos se pueden realizar antes de transmitir energía de RF en la cavidad, y el barrido se puede realizar varias veces durante el funcionamiento del dispositivo 10 con el fin de ajustar las potencias de transmisión y las frecuencias (y a veces además la propiedad FAE) a los cambios que se producen en la cavidad durante el funcionamiento.

En una modalidad ilustrativa de la invención, los FAE se controlan y/o la carga se hace rotar o mover, de modo que una información espectral más útil se adquiere para la irradiación selectiva y/o para el ajuste de parámetros de radiación tales como por ejemplo el *hpl*, como se describe a continuación. Opcionalmente o de manera alternativa, la carga y/o los FAE se manipulan periódicamente y/o en base a una calidad u otra propiedad de la información espectral que se adquiere. Opcionalmente, el ajuste se selecciona lo que permite seleccionar el *hpl* más alto.

Una transferencia de información al controlador ilustrativa se representa por líneas de puntos. Líneas lisas representan el control que ejerce el controlador 17 (por ejemplo, la potencia y las frecuencias que se transmiten por una alimentación 14 y/o dictar la propiedad de FAE 16). La información/control puede transmitirse por cualquier medio conocido en la técnica, que incluye la comunicación por cable e inalámbrica.

Descongelado ilustrativo

Con atención a la FIG. 2, que representa un diagrama de flujo 20 que muestra cómo el dispositivo 10 se puede operar para descongelar una carga congelada (por ejemplo, alimentos) de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la invención.

Después que la carga 12 se coloca en la cavidad 11, se lleva a cabo un barrido 21. El barrido 21 puede comprender uno o más barridos, lo que permite la obtención de un promedio de varios barridos, de esta manera se obtiene un resultado más exacto. Adicional o alternativamente, el barrido 21 puede repetirse con diferentes propiedades FAE o diferentes posiciones de carga/plato (opcionalmente el barrido se realiza varias veces en cada configuración) y/o el uso de diferentes antenas para transmitir/detectar.

Con el fin de mejorar la precisión del análisis de los resultados de barrido, en una modalidad ilustrativa, la cantidad de potencia que se transmite realmente (por ejemplo, si la potencia que se transmite a diferentes frecuencias no es idéntica) en

cada frecuencia se incluye en el cálculo, para deducir el porcentaje de energía transmitida que se disipa en la cavidad. Tales diferencias en la transmisión de potencia entre frecuencias puede, por ejemplo, ser una característica inherente del dispositivo y/o un componente del dispositivo, tales como el amplificador.

5 Una vez que se obtienen uno o más resultados de barrido, se realiza un análisis 22. En el análisis de 22 un algoritmo de descongelado se usa para definir las frecuencias de transmisión y la cantidad de energía que se transmite en cada frecuencia sobre la base de la información espectral que se obtuvo en el barrido 21 (opcionalmente junto con otros métodos de entrada, tales como una etiqueta legible por máquina, lecturas del sensor y/o la interfaz de usuario). En consecuencia, la energía 23 se transmite en la cavidad, opcionalmente según lo dicta el análisis 22. Opcionalmente, la potencia disipada que se desea está por debajo de la potencia esperada la cual está por debajo de la potencia máxima multiplicada por la relación de disipación.

15 En una modalidad ilustrativa de la invención, la carga se escanea 120 veces en un minuto. Velocidades superiores (por ejemplo, 200/min, 300/min) o inferiores (por ejemplo, 100/min, 20/min, 2/min, 10/tiempo de descongelado, 3/tiempo de descongelado) pueden usarse, así como también las frecuencias de muestreo desiguales. A veces, una secuencia de exploración (por ejemplo, una o más exploraciones) puede llevarse a cabo una vez cada 0.5 segundos o una vez cada 5 segundos o en cualquier otra velocidad, tal como superior, inferior o intermedia. Por otra parte, el período entre las exploraciones puede definirse por la cantidad de energía que se transmite en la cavidad y/o la cantidad de energía a disipar en la carga. Por ejemplo, después que una determinada cantidad de energía (por ejemplo, 10 kJ o menos, o 1 kJ o menos, o varios cientos de julios o incluso 100 J o menos se transmiten o disipan en la carga o en una porción determinada de una carga (por ejemplo, por peso, tal como 100 g o por porcentaje, como el 50% de la carga)), se realiza una nueva exploración. En algunos casos, se proporciona la información mediante el uso de otros medios, tales como una etiqueta de código de barras legible (por ejemplo, con información de una exploración anterior o preajustes de descongelado) o el uso de sensores de temperatura.

25 En una modalidad ilustrativa de la invención, la velocidad de barrido depende de la velocidad de cambio en la información espectral entre barridos, por ejemplo, un umbral de cambio en la disipación y/o frecuencias (por ejemplo, un cambio del 10% en suma integral) puede proporcionarse o diferentes velocidades de cambio asociados con diferentes velocidades de barrido, por ejemplo mediante una tabla. En otro ejemplo, lo que se determina es la velocidad de cambio entre barridos (por ejemplo, si el cambio promedio entre barridos fue menor que el cambio entre los dos últimos barridos). Tales cambios pueden usarse para ajustar el período entre las exploraciones una vez o más de una vez durante el calentamiento. Opcionalmente o de manera alternativa, los cambios en el sistema (por ejemplo, movimiento del plato) pueden afectar a la velocidad de barrido (típicamente grandes cambios aumentan la velocidad y menores o ningún cambio la disminuyen).

35 Este proceso se repite opcionalmente por un período de tiempo que se predetermina o hasta la terminación por un usuario. Alternativamente, el proceso de descongelado puede terminar automáticamente 24. En 24, que podrá realizarse después de cada barrido, antes de cada transmisión de energía y/o en cualquier otra fase del proceso, los resultados de barrido y/o la lectura del sensor se usan para decidir si procede o no que el descongelado se pueda o se deba detener. Por ejemplo, si se detecta una terminación de cambio de fase o si la temperatura del objeto se mide para estar por encima de una temperatura determinada (por ejemplo, temperatura exterior 5 °C o más), el descongelado se puede terminar. En otro ejemplo, si la energía total que se disipa en la carga alcanza una cantidad predeterminada de energía que se necesita para el descongelado hasta la temperatura final que se desea (por ejemplo, teniendo en cuenta la temperatura inicial de la carga y la composición), el descongelado se puede detener. Una modificación del diagrama de flujo se puede usar para cualquier otro proceso de calentamiento, incluyendo, por ejemplo calentamiento (con o sin elevación de la temperatura) y el secado. En tales casos, el punto de terminación se puede definir además por otros parámetros, que incluyen la temperatura medida, la cantidad total de energía deseada que se disipa en la carga, el nivel de humedad, la velocidad de cambio de temperatura, etc.

50 Los pares (frecuencia/energía) o (frecuencia/potencia) para el descongelado se seleccionan opcionalmente para aumentar (o incluso maximizar) la disipación de energía en las frecuencias que tienen relaciones de disipación bajas en la carga (por ejemplo, predominantemente sólido o porciones de hielo) y reducir (o incluso minimizar) la disipación de energía en las frecuencias que tienen una relación relativamente alta de disipación (por ejemplo predominantemente porción descongelada, tal como líquido o agua). Por ejemplo, en relaciones de disipación bajas, el dispositivo se puede configurar para producir la disipación eficiente de potencia (por ejemplo, como un factor de la posible disipación máxima posible), mientras que en las relaciones de disipación altas, el dispositivo se puede configurar para disipar mucha menos energía que la que puede disiparse. A veces, tal como cuando se fija el tiempo para transmitir cada frecuencia, los pares (frecuencia/energía) pueden ser pares (frecuencia/potencia real). Tal como se usa en la presente, la energía no es necesariamente una función directa del tiempo, pero puede ser una función indirecta del tiempo. Por ejemplo, si dentro de un período de tiempo dado, tal como un minuto se usa una potencia fija, pero la duración de la aplicación de potencia se cambia (por ejemplo, de 1 a 2 segundos), entonces el resultado neto es una diferencia en la energía que se aplica por cierta

unidad de tiempo, que es potencia. Así, los pares de frecuencia/potencia pueden incluir pares de frecuencia/energía con un protocolo de aplicación. Hay que señalar además que una vez que un protocolo se decide para un conjunto de valores  $dr$ , esto se puede implementar al proporcionar ajustes de frecuencia/potencia, que pueden variar con el tiempo para una misma frecuencia, a través del tiempo. Más aún, como se describe a continuación, un par de frecuencia/potencia se puede asociar directamente con un conjunto de frecuencias, con la asignación real de la energía a una frecuencia que se decide como parte del protocolo de aplicación.

Un algoritmo de descongelado ilustrativo transmite cero potencia (o energía) a frecuencias con relación disipación por encima de un umbral predeterminado (por ejemplo, 70% de disipación o 70% de disipación normalizada, como se explica más adelante)) de la relación de la máxima disipación en el intervalo de frecuencia de trabajo seleccionada [ $f_1$ ,  $f_2$ ] y potencias distintas de cero en otras frecuencias de ese intervalo. En algunos casos, se seleccionan las potencias de una manera binaria - ya sea máxima o mínima. En algunos casos, las diferentes cantidades de potencia (con relación a otras frecuencias, o absolutas) se transmiten al permitir un tiempo de transmisión diferente para diferentes frecuencias en un ciclo. Alternativamente, se proporcionan niveles de potencia intermedios (o cantidades de energía), por ejemplo, para porciones con niveles intermedios de disipación.

En una modalidad ilustrativa de la invención, cuando se proporciona potencia a una frecuencia o conjunto de frecuencias este nivel de potencia se selecciona para ser significativo. Por ejemplo, tal significación se puede medir en función de la potencia total al proporcionar un ciclo de exploración/transmisión (por ejemplo, 5%, 10%, 20% o más pequeño o más grande o valores intermedios). Opcionalmente o de manera alternativa, esta significación se puede medir como un efecto de la temperatura de una porción de al menos 5% de la carga en un ciclo, por ejemplo, ser por lo menos 0.1 °C, 0.2 °C, 0.5 °C o cambios de temperatura más pequeños o intermedios o más altos. Opcionalmente o de manera alternativa, la significación se puede medir sobre la base de la cantidad de cambio de fase que se provoca por la potencia que se disipa, por ejemplo, ser suficiente para cambiar una imagen espectral (RMSE) por al menos 1%, 3%, 5%, 10% o cantidades más pequeñas o más grandes o intermedias en un ciclo o por un período de tiempo tal como 30 segundos.

En una modalidad ilustrativa de la invención, el dispositivo incluye una memoria que almacena en la misma una pluralidad de valores de umbral, valores de  $hpl$ , relaciones de disipación/potencia, relaciones de disipación/energía y/o parámetros para diversas propiedades de carga. Opcionalmente, el dispositivo y/o el usuario selecciona entre estas opciones almacenadas como un ajuste inicial o como un ajuste final para el descongelado. Por ejemplo, un  $hpl$  fijo de 80% (de la potencia máxima del amplificador en cada frecuencia) se puede usar para la carne de bovino congelada de un cierto peso.

#### Algoritmo de descongelado alternativo

Un algoritmo de descongelado ilustrativo es el siguiente. En un intervalo de trabajo que se selecciona [ $f_1$ ,  $f_2$ ], el límite de potencia alto y bajo ( $hpl$ ,  $lpl$ ) se seleccionan y cualquier potencia aplicada se mantiene entre estos límites.

El nivel de baja potencia límite ( $lpl$ ) es el nivel mínimo de potencia donde la disipación de la carga es lo suficientemente alta como para ser útil. Por ejemplo, si el 15% se selecciona para ser la disipación útil mínima,  $lpl$  se establecerá para cada frecuencia a ser 15% de la potencia máxima que puede transmitirse. Alternativamente, puede fijarse a una baja potencia que se preselecciona para todas las frecuencias (por ejemplo, 60 Watts o menos) o cualquier combinación de lo anterior, si la disipación en la carga a una frecuencia dada está por debajo del  $lpl$ , la potencia que se transmite a esa frecuencia se fijará en cero.

El nivel de alta potencia límite ( $hpl$ ), determina la potencia disipada máxima que se permite. Esto significa que la mayor potencia emitida se limita para evitar efectos térmicos que no se desean. Adicionalmente, la potencia real emitida a una frecuencia dada puede seleccionarse de acuerdo a la información espectral, en particular, para atacar selectivamente áreas congeladas. Opcionalmente, los niveles de potencia son de manera general inversamente proporcionales a la disipación. Como se puede observar, la reducción de la potencia máxima del horno generalmente alarga los tiempos de descongelado. En algunos casos, los niveles de potencia que se aplican cumplen un criterio binario:  $hpl$  para porciones de disipación bajas y algún otro valor (tal como cero) para las áreas de alta disipación.

El uso excesivamente alto del  $hpl$  puede provocar una distribución irregular de la temperatura inaceptable en la carga y puede resultar en descontrol térmico. Cuanto más sensible es una carga a la potencia que se transmite (por ejemplo, en cierta banda de trabajo), inferior será la potencia de un  $hpl$  aceptable. Opcionalmente, la banda de trabajo se selecciona de acuerdo con la banda de trabajo que distingue mejor agua a partir de hielo.

Generalmente, para las cargas sensibles, un  $hpl$  bajo se establece, pero tal  $hpl$  se puede usar además para cargas menos sensibles, aunque a costa de aumentar el tiempo de descongelado. Sin embargo, a veces puede ser preferible establecer para cada carga el más alto  $hpl$  que proporciona una distribución de la temperatura aceptable en la carga tras el

- descongelado (por ejemplo,  $\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  o aún más uniforme). La distribución de la temperatura aceptable tras el descongelado puede depender, por ejemplo, en uno o más de la composición de la carga, su sensibilidad al sobrecalentamiento (por ejemplo, si el daño se provoca; su extensión y la reversibilidad; y en qué medida el daño es material) y la finalidad para la cual se destina la carga. Se observa que, a veces, se prefiere velocidad de descongelado sobre la calidad, en cuyo caso se puede usar un *hpl* alto, y la calidad tras el descongelado será subóptima. Opcionalmente, el dispositivo se provee con una solución de compromiso que el usuario puede seleccionar (por ejemplo, con un mando o entrada de datos) entre la uniformidad, la temperatura máxima y/o velocidad de descongelado.
- 5
- Se observa de acuerdo con algunas modalidades de la invención, que la prevención de puntos calientes se prefiere activamente sobre la uniformidad del descongelado, del calentamiento y/o de la disipación de energía.
- 10
- Opcionalmente, el *hpl* se establece lo suficientemente bajo de manera que una sección descongelada no se sobrecalentará, antes el calentamiento en sus respectivas frecuencias se detiene o reduce.
- 15
- Métodos ilustrativos de determinación del *hpl* (nivel de alta potencia)
- El hpl* se puede determinar de varias maneras, por ejemplo, por ensayo y error. En una modalidad ilustrativa de la invención, varios ajustes del *hpl* se prueban para determinar el máximo *hpl* que proporcionaría una distribución de temperatura aceptable en la carga, después del descongelado. Tales pruebas pueden continuar durante el descongelado, por ejemplo, realizarlos en cada exploración, cada segundo o cada minuto o en escalas de tiempo intermedios. En una modalidad ilustrativa de la invención, el *hpl* se inicia a valores bajos y se incrementa gradualmente. Opcionalmente, el *hpl* se ajusta según el tipo de elemento.
- 20
- En una modalidad ilustrativa de la invención, preajustes del valor *hpl* se proporcionan para diversas combinaciones de propiedades de carga, tales como una o dos o más forma, peso, temperatura, efecto que se desea y/o tipo de material. Opcionalmente, el usuario puede seleccionar estas propiedades y el dispositivo sugerir y/o utilizar un *hpl* en consecuencia.
- 25
- Opcionalmente, el *hpl* se actualiza periódicamente durante el descongelado.
- 30
- En una modalidad ilustrativa de la invención, el *hpl* se estima (inicialmente o de manera continua) con la asistencia de cambio de la carga y/o cavidad de manera que se adquiere más información espectral útil. En general, si la información espectral que se adquiere es mejor, un mejor corte entre el hielo y el agua puede identificarse, lo que permite usar un mayor *hpl* para las secciones de hielo y permite un calentamiento más rápido a la misma calidad (por ejemplo, uniformidad) y/o una calefacción de mayor calidad a la misma velocidad.
- 35
- Alternativamente, y mientras no se desea limitarse a la teoría, se propone que la sensibilidad de la carga se puede determinar sobre la base de la disipación relativa de la energía en las porciones descongeladas y congeladas de la carga. Cuando la disipación en la porción congelada y la porción descongelada es relativamente similar (por ejemplo, 10-15% diferencia de disipación, tal como entre el 40% y el 50% de relación de disipación) (por ejemplo a causa del bajo contenido de agua), la muestra se considera que es de alta sensibilidad (por ejemplo, la distinción entre el hielo y el agua requiere una determinación más sensible). A mayor disparidad entre disipaciones en partes descongeladas y congeladas, inferior es la sensibilidad de la carga. Por lo tanto, el *hpl* se puede determinar mediante la obtención de la información espectral de la carga y la comparación de la disipación máxima ( $d_{max}$ ) con la disipación mínima ( $d_{min}$ ) en una banda de frecuencia de trabajo. A mayor diferencia entre  $d_{min}$  y  $d_{max}$  menor la sensibilidad de la carga, y mayor el *hpl* que se debe utilizar opcionalmente.
- 40
- 45
- Se observa que el *hpl* puede permitirse ser más alto si se proporciona una mejor selección de potencia para frecuencias intermedias de disipación.
- 50
- Además alternativamente, y mientras no se desea limitarse a la teoría, se propone que el *hpl* pueda determinarse sobre la base de la potencia máxima que se puede disipar en la carga en cada frecuencia ( $ep(f)$ ) y  $ldl$ . El *hpl* puede ajustarse para que sea tal que la porción de las frecuencias que se usan por ejemplo todas las frecuencias dentro de una banda de trabajo (por ejemplo, la banda que abarca 800-1000 MHz) (u otro conjunto de frecuencias) que se consideran para disipar en la carga y para que  $hpl < ep(f) < hpl$  sea menor que un umbral predeterminado. Por ejemplo, este umbral puede seleccionarse para ser 10% o 20% o 30% o cualquier valor intermedio. Opcionalmente, este método se basa en una realización (y/o para los casos que) que el dispositivo se limita típicamente en potencia máxima y que prácticamente, mientras más cerca el *hpl* es a la potencia máxima, menos fácil puede ser proporcionar diferentes niveles de potencia a frecuencias cercanas diferentes. Opcionalmente, el porcentaje depende de una solución de compromiso que se desea entre la calidad y/o la velocidad.
- 55
- 60

En consecuencia, un protocolo de descongelado puede usar un único valor de *hpl* (por ejemplo, si se dedica a las cargas que tienen una sensibilidad similar, o un bajo *hpl* que sería adecuado para la mayoría de las cargas previstas). Alternativamente, el protocolo puede usar una selección entre varios posibles valores de *hpl* (por ejemplo, una selección entre un número de valores predeterminados o establecer opcionalmente el valor manualmente o de manera automática para corresponder a una carga dada y/o una aceptable distribución de la temperatura tras el descongelado). Por último, el protocolo puede usar cualquier valor (por ejemplo, que se calcula de manera automática o que se selecciona manualmente) dentro de la capacidad de potencia del dispositivo. Un ejemplo de *hpl* relativamente alto puede ser 300 Watt o 80% de la potencia máxima del amplificador a esa frecuencia. Un ejemplo de *hpl* relativamente bajo puede ser 120 Watts o 30% de la potencia máxima del amplificador a esa frecuencia. Los valores intermedios son posibles también.

Determinación ilustrativa de la función de disipación  $dr(f)$

$dr(f)$  indica la relación de disipación en función de la frecuencia, específicamente, el porcentaje de potencia que se transmite a través de cada alimentación (por ejemplo, la alimentación  $j$ ) que se disipa en la carga. Esta función tiene valores potenciales entre 0 y 1, y se calcula opcionalmente como se muestra en la Ecuación 1, basándose en la potencia que se mide y al usar la información espectral que se mide. Sin embargo, como se señala en la presente, una función binaria o no lineal y/o la función no monótona se pueden usar (por ejemplo, y determinase en una fábrica o durante la calibración).

$$dr_j(f) = \frac{P_{incidente,watt}^j(f) - \sum_i P_{retornada,watt}^i(f)}{P_{incidente,watt}^j(f)} = 1 - \frac{\sum_i P_{retornada,watt}^i(f)}{P_{incidente,watt}^j(f)} \quad \text{Ecuación 1}$$

La normalización de  $dr(f)$

La relación de disipación en porciones congeladas (por ejemplo, hielo) es relativamente inferior a la de las porciones descongeladas (por ejemplo, líquido/agua), pero una gran cantidad de hielo puede mostrar una considerable disipación. Con el fin de distinguir la disipación a frecuencias que tienen una baja relación de disipación (por ejemplo, hielo) a partir de la disipación a frecuencias que tienen una relación alta de disipación (por ejemplo, agua líquida), al tiempo que reduce el efecto de la masa relativa, la función  $dr(f)$  opcionalmente se normaliza a todo el intervalo entre 0 y 1. Esta normalización puede ser útil además en otros casos en los que la diferencia entre la disipación en porciones congeladas y porciones descongeladas es relativamente pequeña, independientemente de la causa (por ejemplo, bajo contenido de agua). La función que se normaliza -  $dr'(f)$  - puede usarse para calcular los factores de compensación, como se muestra a continuación.

$$drh = \min\{dr(f)\}_{f \in [f_1, f_2]}$$

$$drl = \max\{dr(f)\}_{f \in [f_1, f_2]}$$

$$dr'(f) = (dr(f) - drl) / (drh - drl) \quad \text{Ecuación 2}$$

En el caso de algunas cargas el uso de  $dr'(f)$  se evita opcionalmente, y el original  $dr(f)$  se usa en su lugar. Opcionalmente, un dispositivo se configura para tener ambos protocolos para uso alternativo. La elección entre los protocolos se puede basar en la entrada del usuario (por ejemplo, la interfaz de usuario de la máquina o etiquetas legibles) o en una lectura del sensor dentro del dispositivo (por ejemplo, un sensor de peso). Alternativamente,  $dr'(f)$  puede usarse para todas las cargas.

La potencia máxima que se puede disipar en la carga en cada frecuencia (que se representa como  $ep(f)$ ) opcionalmente se calcula como sigue, dado que  $P_{máximo, j, watt}$  es una potencia máxima disponible desde el amplificador en cada frecuencia.

$$ep_j(f) = dr_j(f) P_{máximo, j, watt}(f) \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Mediante lo anterior, la función de compensación ( $coef(f)$ ) se calcula opcionalmente. Esta función se usa opcionalmente para determinar la cantidad relativa de energía que debe disiparse en la carga en cada frecuencia, en función de  $dr'(f)$ , por ejemplo como se muestra en la Ecuación. 4A:

5 
$$coef(f) = F(dr'(f)) \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$F(dr(f)') = \begin{cases} dr' < 3 & 0 \\ dr' > 0.8 & 1 \\ \text{sino} & -2dr' + 1.6 \end{cases} \quad (\text{Ecuación 4A})$$

10 En una modalidad ilustrativa de la invención, las frecuencias se pueden clasificar como "hielo", "agua" y/o "mezcla de hielo/agua" de acuerdo con su relación de disipación. Opcionalmente, mayor potencia se proporciona para el hielo y mezcla de hielo/agua y para el agua corriente se proporciona baja potencia o ninguna.

15 Opcionalmente, se proporciona un umbral de disipación por debajo del cual la disipación en la carga es tan baja que no se transmite potencia, así como la porción de carga se supone que no sea hielo. En una modalidad ilustrativa de la invención, el dispositivo se diseña para tener una disipación intrínseca muy baja en cualquier frecuencia o una disipación que se conoce a sólo algunas frecuencias (en el que el umbral entonces puede elevarse).

20 Se observa que grandes trozos de hielo pueden tener una disipación relativamente alta. Opcionalmente, si no hay frecuencias de baja disipación (o hay unas pocas, por ejemplo, debajo de un umbral) y se sabe que la carga se congela, entonces se supone que las frecuencias de disipación más bajas son hielo y la potencia (a niveles regulares o algo reducidos) se proporciona en tales frecuencias, hasta que aparecen las frecuencias inferiores de disipación, lo que indica la formación de regiones más pequeñas congeladas.

25 Ejemplo  $dr(f)$

Un ejemplo para una función de acuerdo con la Ecuación 4 se representa en la Fig. 3. Como se puede ver, dos límites se establecen. A frecuencias que se disipan en la carga menor que un umbral preestablecido (por ejemplo,  $dr'(f) < 0.3$  en el ejemplo de la Fig. 3) la potencia máxima que se permite que es un mínimo entre el  $ep(f)/dr(f)$  y  $hpl(f)/dr(f)$  se transmitirá. A frecuencias que serán al disiparse en la carga más que un valor preestablecido (por ejemplo,  $dr'(f) > 0.8$  en el ejemplo de la Fig. 3) ninguna energía se transmitirá. En todas las otras frecuencias ( $0.3 < dr'(f) > 0.8$  en el ejemplo de la Fig. 3) la transmisión de energía se calcula mediante el uso la función que se selecciona. En el caso de la Fig. 3 esto es una función generalmente lineal, pero otras funciones, opcionalmente no lineales, pueden usarse lo que proporciona una correlación inversa entre  $dr'(f)$  y  $coef(f)$  (por ejemplo, exponencial, función de escalón, lineal por tramos, polinomial y/o tabla de correspondencia en general, opcionalmente con interpolación). Opcionalmente, la función prefiere la aplicación de potencia a zonas de baja disipación en un grado mayor que una función inversa simple. Opcionalmente, se selecciona la función sobre la base de la percepción del riesgo de daño a la carga.

Cálculo ilustrativo de la potencia real

40  $gl(f)$  es la potencia que se disipa en el objeto a calentar, teniendo en cuenta la potencia máxima que se puede disipar en la carga en cada frecuencia ( $ep(f)$ ) y  $hpl(f)$  y la función de compensación ( $coef(f)$ ), como sigue:

$$gl(f) = \begin{cases} hpl < ep(f) & hlp \cdot coef(f) \\ lpl < ep(f) < hpl & ep(f) \cdot coef(f) \\ \text{sino} & 0 \end{cases} \quad (\text{Ecuación 5})$$

45 Mediante  $gl(f)$  la potencia a transmitir desde el amplificador ( $nopw(f)$ ) con el fin de causar la disipación que se desea en la carga, en cada frecuencia, se calcula opcionalmente como sigue:

$$nopw(f) = gl(f)/dr(f) \quad (\text{Ecuación 6})$$

$nopw(f)$  siempre será menor que  $P_{m\acute{a}ximo\ j,\ watt(f)}$ , que es la potencia máxima extraible de un amplificador en cada frecuencia por el siguiente motivo:

$$gl(f) = \begin{cases} hpl < ep(f) & hlp \cdot coef(f) \\ lpl < ep(f) < hpl & ep(f) \cdot coef(f) \\ \text{sino} & 0 \end{cases}$$

$$\max\{gl(f)\} = ep(f)coef(f) = dr(f)P_{m\acute{a}ximo,j,watt}coef(f)$$

5  $\max\{nopw(f)\} = \max\{gl(f)\}/dr(f) = P_{m\acute{a}ximo,j,watt}coef(f)$  (Ecuaci3n 7)

Cálculo del  $hpl$  mediante la disipaci3n promedio

10 La Fig. 5 muestra el  $hpl$  que se calcula en funci3n de la relaci3n de disipaci3n promedio dentro de la banda de trabajo o dentro de las frecuencias que se seleccionan. Opcionalmente, esto se basa en la suposici3n de que una disipaci3n promedio baja significa una alta sensibilidad y viceversa. Otras funciones pueden usarse tambi3n, por ejemplo, la tabla de correspondencia del  $hpl$  a la disipaci3n promedio.

15 Como se observa en el gráfico, una relaci3n de disipaci3n promedio bajo indica una alta sensibilidad de la carga y en consecuencia dicta un  $hpl$  bajo. El bajo valor del  $hpl$  se selecciona opcionalmente para ser ligeramente superior a  $lpl$  (para proporcionar un intervalo de trabajo mínimo). Por ejemplo, el mínimo valor de  $hpl$  puede estar entre 70 y 120 Watts (por ejemplo, 80 Watts). El nivel máximo del  $hpl$  puede elegirse para ser tan alto como la potencia del amplificador máxima posible o ligeramente por debajo de eso. Como se ve en la Fig. 5, cuando la relaci3n de disipaci3n promedio está por debajo de un límite inferior que se preestablece, el  $hpl$  se selecciona para ser el más bajo  $hpl$  que se permite, y cuando la relaci3n disipaci3n promedio está por encima de un límite superior que se preestablece, el  $hpl$  se selecciona para ser el más alto  $hpl$  que se permite. El límite inferior para la relaci3n de disipaci3n promedio puede ser, por ejemplo, entre 0.1 y 0.3 (por ejemplo, 0.2), mientras que el límite superior puede ser, por ejemplo entre 0.5 y 0.9 (por ejemplo, 0.6).

25 De entre los valores de disipaci3n promedio opcionalmente se establece un valor intermedio de  $hpl$ . Es de apreciar que mientras que la Fig. 5 representa una correlaci3n generalmente lineal para los valores intermedios de relaci3n de disipaci3n promedio, otras funciones, opcionalmente no lineales, pueden usarse que proporcionan una correlaci3n positiva entre la relaci3n de disipaci3n promedio y el  $hpl$  (por ejemplo exponencial, funci3n de escal3n, polinomial, escalonada lineal).

30 En algunos casos, la distribuci3n de frecuencia es en bandas de frecuencia, de manera que una banda puede reconocerse que coincide con hielo (por ejemplo, baja disipaci3n) y otra que coincide con agua (por ejemplo, alta disipaci3n). Opcionalmente, en lugar o adicionalmente al calcular  $hpl$ ,  $gl(f)$  se establece para ser cero o  $lpl$  (o cualquier otro valor bajo que se preselecciona) para las bandas asociadas al agua y en cualquier valor alto que se preselecciona (por ejemplo, el  $hpl$  o una potencia máxima disponible u otro ajuste) para las bandas asociadas al hielo. Opcionalmente, la clasificaci3n de las bandas de agua/hielo se actualiza opcionalmente de manera peri3dica en base a la informaci3n espectral que se adquiere peri3dicamente.

40 Si bien las modalidades particulares de cálculo de  $hpl$  y  $gl(f)$  se describen anteriormente, los m3todos se pueden combinar, por ejemplo, de manera aritm3tica o l3gicamente, por ejemplo, mediante un valor promedio de varios m3todos o mediante un máximo o un mínimo o múltiples m3todos. Por ejemplo la funci3n Gaussiana de  $dr(f)$  (o de  $dr'(f)$ ) puede usarse para calcular  $gl(f)$ .

Operaci3n ilustrativa

45 Se llama ahora la atenci3n a la Fig. 4, que representa un diagrama de flujo 40 que muestra c3mo el dispositivo 10 puede operarse de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la invenci3n.

50 El barrido 41 es esencialmente el mismo que el barrido 21 en la Fig. 2. Una vez que se obtienen uno o más resultados de barrido, se efectúa la decisi3n 42. En la decisi3n 42 se decide, específicamente se realiza una selecci3n entre dos o más protocolos de transmisi3n de energía y (opcionalmente) la terminaci3n de la secuencia de operaci3n. Esta decisi3n puede comprender una o más de las siguientes decisi3nes:

- 5      Protocolo de descongelado - cuando se acciona el modo de descongelado, la decisión 42 comprende opcionalmente una selección de frecuencia/potencia o pares de la frecuencia/energía que se espera para disipar más energía en hielo que en agua (por ejemplo, como se describe anteriormente). En una modalidad ilustrativa de la invención, el descongelado se detecta mediante el seguimiento de una o más de las velocidades de cambios en la imagen espectral (por ejemplo, los cambios son más rápido a medida que cambian las fases); la velocidad de cambio de temperatura (por ejemplo, las temperaturas cambian más rápido a medida que cambian las fases) y/o la temperatura (por ejemplo, con un sensor).
- 10     Protocolo de calentamiento A - cuando se acciona este modo, la decisión 42 comprende opcionalmente una selección de frecuencia/potencia o pares de la frecuencia/energía que se espera para disipar un patrón de energía diferente por un grupo de frecuencias que se caracteriza por un intervalo de valores  $dr$  (o  $dr'$ ) absoluto o relativo que por al menos algún otro grupo. En una modalidad ilustrativa de la invención, de alta potencia o una mayor cantidad de energía por ciclo de calentamiento se disipa por un grupo de frecuencias (por ejemplo, los que tienen un  $dr$  o  $dr'$  relativamente alto que aquellos que tienen un  $dr$  o  $dr'$  inferior, mientras que en ambos grupos se disipa una cantidad distinta de cero de potencia y energía.
- 15     Protocolo de calentamiento B - En una modalidad ilustrativa, la decisión 42 comprende una selección de pares de frecuencia/potencia que se espera para disipar más energía en la carga que en otros lugares (por ejemplo, las corrientes de superficie, de adaptación de antena, etc.). Los ejemplos no limitantes de tales protocolos se describen en las publicaciones PCT WO07/096878 y WO08/007368.
- 20     Protocolo para mantener el calor - En una modalidad ilustrativa, la decisión 42 comprende una selección de los pares frecuencia/potencia o frecuencia/energía que se esperan para disipar una cantidad esencialmente igual de energía en todas las porciones de la carga en un ciclo. Opcionalmente, este calentamiento se controla de tal manera que la temperatura del objeto no se desviará significativamente de una temperatura pre-establecida (por ejemplo,  $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  o  $45\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ). Por ejemplo, esto se puede hacer mediante la retroalimentación de un sensor de temperatura o mediante la limitación de la energía que se permite para disipar en cualquier momento dado. Debe tenerse en cuenta que el calentamiento del agua puede causar que el agua hierva, de esta manera se utiliza la potencia que se disipa para la evaporación, mientras que otras porciones pueden no tener evaporación, lo que produce calentamiento.
- 25     Selección de protocolo - En una modalidad ilustrativa el protocolo es capaz de cambiar automáticamente los modos de operación (por ejemplo, poner fin al descongelado, una vez se haya completado el cambio de fase y/o iniciar un calentamiento en ese momento o seleccionar una fórmula de decisión de descongelado). Esto puede depender de la entrada de un sensor y/o de la información que se obtiene en un barrido de frecuencia, y/o basarse en instrucciones (por ejemplo, la cantidad de energía a disipar en la carga en un paso determinado). La decisión podría ser terminar la operación o cambiar a partir de un protocolo (por ejemplo, descongelado) a otro (por ejemplo, calentamiento).
- 30     Un ejemplo de una entrada de sensor incluye el sensor de temperatura. Una vez que la temperatura que se explora por uno o más de los sensores (o una temperatura que se calcula, por ejemplo, un promedio) o la temperatura a todos los sensores alcanza una temperatura que se predefine, el dispositivo puede decidir cambiar el protocolo de calentamiento. Por ejemplo, si la temperatura detectada indica que el descongelado se completa, el dispositivo puede cambiar el protocolo para detener el calentamiento o para comenzar a cocinar o para el mantenimiento de la temperatura que se detecta (por ejemplo, para garantizar la plena descongelado y/o prevenir la recristalización si una porción de la carga todavía está congelada o para mantener una carga a una temperatura lista para consumir).
- 35     A veces, la temperatura predeterminada que indica la terminación de descongelado está ligeramente por encima del punto de congelación (por ejemplo,  $2\text{-}15\text{ °C}$ ). Cuando la temperatura que se detecta es una temperatura externa de la carga (por ejemplo, mediante el uso de un sensor IR), la temperatura predeterminada puede a veces seleccionarse para que sea ligeramente más alta que cuando se usan sensores internos (por ejemplo,  $8\text{-}10\text{ °C}$ ), ya que a veces, la temperatura interior en el extremo de descongelado es inferior a la temperatura exterior (especialmente si el dispositivo proporciona un interior cálido). En otra alternativa, si el interior del dispositivo está frío, se puede esperar que la temperatura interior supere la del exterior, en cuyo caso la lectura del sensor para indicar la terminación de descongelado puede ser inferior (por ejemplo,  $4\text{-}8\text{ °C}$ ). A veces (por ejemplo, cuando se utiliza una pluralidad de sensores internos) podría ser preferible un intervalo de temperatura más pequeña (por ejemplo,  $4\text{ °C}\text{-}6\text{ °C}$ ).
- 45     La decisión 42 además puede basarse en alguna forma de entrada del usuario que puede proporcionarse antes o durante la operación. La entrada puede proporcionarse a través de uno o más de una interfaz de usuario, y el uso de una etiqueta legible por máquina, tal como un código de barras o RFID. La entrada de usuario puede comprender información con respecto a una secuencia de decisiones y/o los disparadores a las mismas, tales como uno o más de la cantidad de energía para disipar, un cambio de fase, un cambio de temperatura y/o una velocidad de cambio de temperatura.
- 50     La entrada de usuario puede comprender información con respecto a una secuencia de decisiones y/o los disparadores a las mismas, tales como uno o más de la cantidad de energía para disipar, un cambio de fase, un cambio de temperatura y/o una velocidad de cambio de temperatura.
- 55     La entrada de usuario puede comprender información con respecto a una secuencia de decisiones y/o los disparadores a las mismas, tales como uno o más de la cantidad de energía para disipar, un cambio de fase, un cambio de temperatura y/o una velocidad de cambio de temperatura.
- 60     La entrada de usuario puede comprender información con respecto a una secuencia de decisiones y/o los disparadores a las mismas, tales como uno o más de la cantidad de energía para disipar, un cambio de fase, un cambio de temperatura y/o una velocidad de cambio de temperatura.

Una vez que se concluye la decisión 42, una etapa de transmisión de energía 43 a los pares de frecuencia/potencia o pares de frecuencia/energía que se seleccionan puede transmitirse. Opcionalmente, la decisión es la de terminar la operación, en cuyo caso el dispositivo no transmitirá energía a la carga, y puede enviar un aviso (por ejemplo, reproducir un sonido, luz o cualquier forma de comunicación) a un usuario. En el momento en que el dispositivo puede terminar la operación automáticamente. Esto puede ir acompañado de notificación al usuario (por ejemplo, por luz, sonido o un mensaje en pantalla, o mediante la transmisión de un mensaje electrónico a un dispositivo remoto, por ejemplo, un teléfono celular o una computadora).

La transmisión de energía 43 puede continuar durante un período de tiempo (que se predefine o en base a una retroalimentación del sensor) y terminará automáticamente. Opcionalmente o como alternativa, la transmisión 43 va seguida de un barrido repetido 41, que permite ajustar el funcionamiento del dispositivo a los cambios que se producen durante el calentamiento (por ejemplo, cambio de fase o nueva información espectral). Opcionalmente o como alternativa, el funcionamiento del dispositivo en cada etapa se puede terminar manualmente por un usuario.

#### Operación ilustrativa adicional

Como se señaló anteriormente, un material puede incluir dos o más porciones (por ejemplo, 3 o más) que puede ser deseable calentar por diferentes cantidades de energía por unidad de masa (o volumen) y/o en diferentes relaciones de uniformidad/eficiencia y/o en el que se observan diferentes relaciones de disipación. Opcionalmente o de manera alternativa, es posible que la mayor parte o la totalidad de estas porciones no sean materiales congelados o materiales que cambian de fase durante el calentamiento. Por ejemplo, una porción de material relativamente alta en grasas se puede calentar junto con una porción de un material relativamente bajo en grasa y/o una porción de material relativamente elevado en contenido de agua, o una mezcla de los mismos.

En una modalidad ilustrativa de la invención, cuando se aplica energía a un objeto, las partes del objeto se clasifican de acuerdo con su relación de disipación y esto conduce el protocolo de aplicación de potencia (o energía) que se usa para cada una de dichas porciones clasificadas. Cabe señalar que las porciones pueden estar físicamente separadas o entremezcladas. En una modalidad ilustrativa de la invención, cuando se aplica energía a una carga, las frecuencias de transmisión se clasifican de acuerdo con su relación de disipación en la carga y esto conduce el protocolo de aplicación de potencia (o energía) que se usa para cada uno de dichos grupos clasificados de frecuencias. Cabe señalar que, a veces, al menos dos grupos diferentes de frecuencias se transmiten de manera diferente, de tal manera que una cantidad significativa de energía se disipa por todas las frecuencias de al menos dichos dos grupos.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo de un método de materiales de calentamiento diferencial con frecuencias que tienen diferentes relaciones de disipación en la carga, de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la invención.

En 802, la información espectral se adquiere opcionalmente. Opcionalmente o de manera alternativa, las propiedades electromagnéticas de porciones de un objeto a calentar se pueden introducir, por ejemplo, manualmente, mediante una cámara o el uso de una etiqueta portadora de información que se asocia al objeto. Alternativamente, por ejemplo, para algunos protocolos, tales como el descongelado, las frecuencias de agua y el hielo pueden proporcionarse antes de tiempo.

En 804, varias frecuencias de "trabajo" se identifican opcionalmente respecto a las que pueden ser útiles para el calentamiento previsto. Opcionalmente o de manera alternativa, se determina que las frecuencias a usar con el sistema, por ejemplo, que se basa en las habilidades del amplificador y/u otras consideraciones, tales como que no operan en un factor Q alto, o a relaciones de disipación excesivamente bajas (por ejemplo, 10% o menos).

En 806, los valores de la relación de disipación se normalizan opcionalmente, por ejemplo, de modo que la máxima disipación que se observa se le da un valor de 100% y la relación de disipación mínima que se observa se le da un valor de 0%. La normalización es lineal opcionalmente, por ejemplo como se explica en el ejemplo de descongelado anterior.

En 808, las frecuencias de trabajo se agrupan en función de su relación de disipación ( $dr$ ), o la relación de disipación normalizada ( $dr'$ ) y/o la velocidad de calentamiento. Opcionalmente, las frecuencias se agrupan de acuerdo con los umbrales. Opcionalmente, estos umbrales se proporcionan como se señala anteriormente en relación con la entrada de información. Opcionalmente o de manera alternativa, las frecuencias se agrupan de acuerdo con sus coeficientes de disipación. Opcionalmente, la distribución de relación de disipación se utiliza para identificar un objeto y/o proporcionar una indicación de su composición y/o fase del material. Opcionalmente, se usan entradas adicionales, tales como una cámara o una escala de peso y/o el sensor de humedad/temperatura y/o información que se proporciona manualmente o mediante una etiqueta legible a máquina (por ejemplo, RFID). Por ejemplo, puede haber 2, 3, 4, 5 o más conjuntos diferentes de relación de disipación que se identifican para asociar frecuencias con los mismos. Opcionalmente, la potencia en un conjunto es al menos un factor de 2, 3, 4, 7, 10, 20 o factores más pequeños o intermedios de un segundo conjunto con la

transmisión distinta de cero. En una modalidad ilustrativa de la invención, al menos un conjunto, u opcionalmente, todos los conjuntos tienen un ancho de banda de al menos 5%, 10%, 20% o porcentajes de ancho de banda más pequeño o intermedios de la anchura de banda total de trabajo. En una modalidad ilustrativa de la invención, al menos un conjunto y, opcionalmente, todos los conjuntos corresponden a los índices de disipación de un tramo de al menos 5%, 10%, 20% o tramos más pequeño o intermedios de valores de la relación de disipación de, por ejemplo, un conjunto correspondiente a un intervalo de entre 45% y 55% relaciones de disipación.

En algunos casos, hay una superposición entre los intervalos de relaciones de disipación que se asocian a los diferentes tipos o ubicaciones de las porciones. A veces, una frecuencia dada o grupo de frecuencias se disipa tanto en una porción(ones) de alta relación de disipación de una carga y una porción(ones) de baja relación de disipación de una carga, de tal manera que la frecuencia muestra una relación de disipación general intermedia. En algunas modalidades, frecuencias dentro de tales solapamientos simplemente no se usan. Opcionalmente o de manera alternativa, a tales frecuencias se les asigna una categoría separada. Cabe señalar que en algunas modalidades de la invención es de interés para aumentar la cantidad de potencia (o calentamiento) que se suministra a una porción particular y/o para reducir el número de frecuencias que se usan, mientras se reduce posiblemente la homogeneidad. Esta necesidad no interfiere con el objetivo principal de aplicar potencia o calor de manera diferente a diferentes porciones. Esto además puede afectar a los protocolos que se aplican a diferentes conjuntos. Por ejemplo, un protocolo puede definirse con respecto a la cantidad de potencia que se proporciona para un conjunto y este nivel de potencia puede distribuirse entre más o menos frecuencias, que se basa en, por ejemplo, la facilidad de cambio de frecuencia, la fiabilidad de la identificación de la frecuencia en cuestión de una porción en particular. Opcionalmente o de manera alternativa, un único conjunto de frecuencias de una sola porción puede dividirse en varios conjuntos (y/o en combinación con otro conjunto) con el fin de asignar diferentes protocolos. Esto puede ser útil para proporcionar los niveles que se desean de homogeneidad y/o velocidades de calentamiento. Opcionalmente o de manera alternativa, dos conjuntos se pueden combinar. Opcionalmente, conjuntos y asociación de frecuencias al mismo pueden cambiar durante el calentamiento. Opcionalmente, un protocolo de calentamiento de un objeto incluye momentos de reconsiderar la asociación de frecuencias en los conjuntos.

En algunas modalidades, el número de grupos de los conjuntos de frecuencias se fija de antemano, por ejemplo 2-10 o 2-4 grupos de frecuencias, en donde cada grupo se usa para transmitir energía a la carga en un protocolo de calentamiento diferente.

En 810, los diferentes protocolos de aplicación de potencia se asocian con cada conjunto. Los protocolos de aplicación de potencia pueden incluir, por ejemplo, uno o más de: potencia máxima, potencia mínima, potencia relativa a otros conjuntos o a otras frecuencias dentro de un conjunto, velocidad de calentamiento máxima, velocidad de calentamiento mínima, velocidad de calentamiento relativa (por ejemplo, entre los conjuntos o entre frecuencias dentro de los conjuntos), potencia por conjunto, potencia por cada frecuencia dentro de un conjunto, potencia a disiparse en la carga de un determinado conjunto o frecuencias dentro de un conjunto, perfil de tiempo de la aplicación de potencia, método de realización de potencia no máxima (por ejemplo, factor de amplificación, la duración en cada frecuencia, el número de repeticiones en un conjunto y/o la combinación de los mismos), homogeneidad de calentamiento contra intercambios de velocidad, perfil de tiempo de las pausas entre aplicaciones de potencia y/o ciclos de aplicación de potencia entre frecuencias. Un dispositivo puede incluir una memoria que almacena en la misma varios de dichos protocolos. Cabe señalar que los protocolos pueden ser marcadamente diferente, por ejemplo, una porción de alimento puede descongelarse, mientras que otra porción se cocina o se hornea.

En un ejemplo, hay poco o nada de transmisión de potencia (o energía) a relaciones de disipación mayores y opcionalmente transmisión homogénea a relaciones de disipación inferiores. Opcionalmente, para relaciones de disipación intermedias, existe una función decreciente discreta (opcionalmente una función de escalón a 30% o 50 de relación de disipación), por ejemplo, como se describe anteriormente para una aplicación de descongelado.

En otro ejemplo, una porción de alimento (por ejemplo, alimento que es menos sensible a un sobrecalentamiento) se calienta rápidamente, con potencia máxima, posiblemente resulta en más falta de homogeneidad, mientras que otra porción de comida con otras características de disipación se calienta más lento y/o a una temperatura inferior, y opcionalmente de manera más uniforme.

En 812, se aplica el protocolo de aplicación de potencia. El proceso puede entonces repetirse. En algunas modalidades, la adquisición de información espectral y/o asignación de perfiles no necesitan aplicarse en cada barrido de transmisión y/o a la misma frecuencia. La velocidad de barrido de frecuencias entre sesiones de calentamiento puede fijarse o puede cambiar durante el calentamiento, por ejemplo como se describe anteriormente en relación con un proceso de descongelado ilustrativo.

Cabe señalar que, si bien la descripción anterior describe la asociación de frecuencias en conjuntos, esto no tiene que hacerse en realidad, más bien el establecimiento de umbrales para diferentes protocolos de aplicación de potencia describe inherentemente tales conjuntos y permite la decisión de aplicar el protocolo de aplicación de potencia sobre la base de frecuencia por frecuencia. Además hay que señalar que en algunos casos, la determinación de la cantidad de energía a aplicar y en qué protocolo, se dirige a conjuntos, en lugar de las frecuencias individuales, con una decisión con respecto a pares de frecuencia/potencia que se decide después que se lleva a cabo la asignación de potencia a los conjuntos.

Como se ha señalado en la presente, cuando una potencia se asocia con una frecuencia, esto no significa que la potencia a la que la energía se transmite a la frecuencia debe cambiar. Más bien, la potencia es una potencia agregada y se puede afectar, por ejemplo, por un tiempo de transmisión más largo. Opcionalmente, la potencia de transmisión real se selecciona de acuerdo con una capacidad del amplificador del sistema, por ejemplo, de acuerdo con un punto de eficiencia alta del amplificador o de acuerdo a un tiempo que se necesita para cambiar la amplificación. Es posible que la energía real dependa de la potencia máxima en cualquier frecuencia. Opcionalmente o de manera alternativa, una selección de frecuencias de uso se hace en función de la amplificación disponible, con frecuencias con amplificaciones bajas que se evitan opcionalmente.

Ejemplo de experimento de calentamiento de múltiples alimentos.

Propiedades de disipación de algunos alimentos y tipos de alimentos son conocidas en diferentes condiciones y frecuencias. Véase, por ejemplo, Bengtsson, N.E. & Risman, P.O. 1971. "Dielectric properties of food at 3 GHz as determined by a cavity perturbation technique. II. Measurements on food materials." J. Microwave Power 6: 107-123. Tales valores conocidos (para los alimentos o cualquier otra carga), o el uso de diversas técnicas para estimar o medir la relación de disipación a diferentes frecuencias para una combinación de plato (o carga), se usan opcionalmente para proporcionar un calentamiento diferencial para diferentes objetos (por ejemplo, productos alimenticios), por ejemplo como se muestra en el siguiente ejemplo, que se dirige a controlar el calentamiento relativo de las diferentes cargas:

Ambos procesos de calentamiento se realizaron mediante un dispositivo de 900 Watt con una banda de trabajo en 800-1000 MHz, que se construye y se opera sustancialmente y de acuerdo con una modalidad de WO07/096878 ('878);

El arroz cocinado y el muslo de pollo crudo se colocaron juntos en un plato del hogar convencional y se calentaron de acuerdo con uno de los siguientes protocolos:

Protocolo 1: El calentamiento se limita a las frecuencias que tienen una relación relativamente alta de disipación, pero una transferencia de energía esencialmente uniforme se realiza en todas las frecuencias de transmisión. En este protocolo específico, como  $ep(f)$  normalmente se correlaciona con la relación de disipación, la transmisión de una cantidad homogénea de energía (o potencia) se realizó en el 30% de las frecuencias que tienen la más alta  $ep(f)$ . Adicionalmente, la transmisión se realizó en todas las frecuencias que tienen al menos 80% de los más bajos  $ep(f)$  de dicho 30% de las frecuencias. Cabe señalar que además en otros protocolos que se describen en la presente, la separación de frecuencias en conjuntos correspondientes a las porciones puede ser de acuerdo al porcentaje, en lugar de un umbral.

Protocolo 2: La transmisión máxima se lleva a cabo en las frecuencias que tienen aproximadamente 30% o la relación de disipación menos normalizada ( $dr'$ ) y ninguna transmisión a frecuencias que tienen 80% o la relación de disipación más normalizada, con una relación aproximadamente lineal entre ellas. Un gráfico que muestra la función exacta que se usa se adjunta a la presente como la Fig. 9.

La temperatura se midió antes ( $T_0$ ) y después del calentamiento ( $T_1$ ;  $\Delta T = T_1 - T_0$ ). En el pollo, se probaron varios lugares, y después de calentar una cierta variación de temperaturas se observó. En el arroz, la temperatura era la misma dondequiera que se probó. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Protocolo	Composición del plato	$T_0$ (°C)	$T_1$ (°C)	$\Delta T$
1	100 g de pollo	12	70-77	58-65
	160 g de arroz	11	47	36
2	105 g de pollo	14	66-70	52-56
	160 g de pollo	11	72	61

Como se observa anteriormente, en el Protocolo 1 el pollo se calienta a un grado mucho más alto que el arroz, mientras que en el Protocolo 2, el calentamiento era más uniforme entre los dos alimentos, con el arroz que se calienta ligeramente más que el pollo. Un resultado similar fue obtenido en experimentos repetidos. Cabe señalar que cualquiera de los resultados puede ser deseable, según las circunstancias (por ejemplo, preferencias del usuario).

La Fig. 10 es un gráfico que muestra la relación de disipación normalizada que se mide en la cavidad del dispositivo para el plato de arroz y pollo a diferentes frecuencias en el experimento de calentamiento que se muestra en Protocolo 2 anterior. A medida que el calentamiento progresa, y la posición y/o ubicación de la carga cambia durante el calentamiento, las relaciones de disipación que se miden pueden cambiar. Sin embargo, una primera aproximación es para las frecuencias más altas de relación de disipación, la mayor parte de la energía se disipa en la porción de la carga de alta relación de disipación (pollo en el presente ejemplo) y para las frecuencias de relación de disipación menores, la mayor parte de la energía se disipa en el porción de la carga de baja relación de disipación (en este ejemplo - arroz).

Por lo tanto, cuando se usó el protocolo 1, el calentamiento era principalmente en las frecuencias de alta relación de disipación, por lo que se calienta de esta manera principalmente el pollo; cuando se usó el Protocolo 2, el calentamiento era principalmente en las frecuencias de baja relación de disipación (pero con una cantidad variable además en frecuencias de relación de disipación intermedia) de esta manera se calienta el arroz ligeramente más que el pollo.

#### Variaciones ilustrativas

En una modalidad ilustrativa de la invención, los métodos anteriores pueden usarse no sólo para evitar llegar a una cierta temperatura, pero adicional o alternativamente, para reducir al mínimo el tiempo dentro de una ventana de temperatura. Por ejemplo, algunas temperaturas pueden estimular el crecimiento de bacterias o la degradación de alimentos si se mantienen. Por ejemplo, los métodos anteriores se pueden usar para asegurar que no se alcanza un límite inferior de la ventana de temperatura, pero se acerca, por toda la carga y después un calentamiento relativamente rápido se aplica hasta que se pasa un límite superior de la ventana de temperatura.

Mientras que lo anterior se describe como métodos de determinación de un perfil completo de la irradiación, los métodos anteriores además pueden usarse de cualquier otra manera. Por ejemplo, el cálculo del *hpl* anterior se puede usar como un límite que se aplica después que otros perfiles de irradiación se seleccionan, por ejemplo, como medida de seguridad para evitar el calentamiento fuera de control. En otro ejemplo, las bandas de frecuencia se pueden seleccionar para no tener ninguna potencia que se transmita en la misma para evitar la ebullición de agua, y esta selección que se aplica de otra manera a un método determinado de los conjuntos de frecuencia/potencia.

Opcionalmente, después de una porción alcanza el calor objetivo y/o se descongela, el suministro de energía no se detiene (o, en algunos casos, se fija al *lpl*), sino más bien se selecciona para asegurar que la porción no vuelve a cristalizar y/o se mantiene a la temperatura que se desea. Como se puede percibir, una vez se sabe que la porción se descongela, un nivel de potencia que tiene el efecto de la temperatura que se desea en esa porción puede calcularse a partir de la consideración física o mediante una tabla de correspondencia.

#### Ejemplos

Los siguientes ejemplos no limitativos ilustran la aplicación de algunas modalidades ilustrativa de la invención y no deben tomarse como necesariamente limitantes. En los siguientes experimentos, un único objeto congelado en un momento (tal como se detalla más adelante) se colocó para el descongelado en una cavidad de un horno que tiene tres antenas de entrada dentro de una cavidad en forma de cilindro, que trabaja a 0.9 kW., y se obtuvo información espectral.

La Fig. 6 es un gráfico que muestra la información espectral que se obtiene con un corte bovino de solomillo congelado (-20 °C) 790 gr (línea discontinua) y la información espectral obtenida con una porción de atún congelada (-20 °C) 790 gr (línea sólida). Además se muestran (línea de puntos y rayas) las disipaciones promedio que se calculan a partir de la información espectral, con la disipación promedio para la carne que aparece en aproximadamente 0.5 y el pescado en aproximadamente 0.17. Las líneas de puntos representan los valores máximo y mínimo que se permiten para el *hpl* (que está típicamente en función del dispositivo y no de la carga). Algunos ejemplos de lugares en los que la relación de disipación indica hielo, agua o hielo/agua se marcan.

La Fig.7 muestra la información espectral que se obtiene con pollo congelado (-20 °C) 1.250 gr (línea discontinua) y la información espectral obtenida con pollo congelado (-20 °C) 450 gr (línea continua). Además se muestran (línea de puntos y rayas) las disipaciones promedio que se calculan a partir de la información espectral, con la disipación promedio para el pollo más grande que aparece en alrededor de 0.55 y el pollo más pequeño en aproximadamente 0.29.

Como se ve en las gráficas, la disipación en cada frecuencia, así como disipación promedio, se afecta *entre otros* por la composición de la carga (por ejemplo, carne contra pescado, con diferentes relaciones de grasa/proteínas/agua) y su tamaño (con un pollo más grande que tiene más agua en estado líquido para absorber la energía de RF a frecuencias donde la absorción es relativamente baja).

5

General

A continuación se muestra una lista de solicitudes y publicaciones que describen los hornos de RF y los métodos que se pueden usar con los métodos y aparatos que se describen en la presente:

10

Título	País	Número de serie
APARATOS DE SECADO Y MÉTODOS Y ACCESORIOS PARA SU USO	PCT	IL2008/000231
CALENTAMIENTO ELECTROMAGNÉTICO	PCT	IL2007/000235
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	PCT	IL2007/000864
CONGELACIÓN RF CONTROLADA	PCT	IL2007/001073
UN MÉTODO Y UN SISTEMA PARA UN DISPOSITIVO MODULAR	Estados Unidos	61/064,201
ADAPTACIÓN DE IMPEDANCIA DINÁMICA EN UN RESONADOR DE CAVIDAD RF	Estados Unidos	12/230,431
CALENTAMIENTO ELECTROMAGNÉTICO	Estados Unidos	12/153,592

En la descripción anterior, diferentes frecuencias se describen como que tienen diferente potencia que se transmite. Esta diferenciación de potencia puede ser de varios tipos, lo que incluye uno o más de: diferente pico de potencia, ciclo de trabajo diferente y/o diferente velocidad (por ejemplo, la potencia se suministra a amplitudes fijas, pero a una velocidad diferente y/o demoras entre pulsos para frecuencias diferentes) y/o en diferentes eficiencias (por ejemplo, que se transmite en una configuración en la que más potencia se refleja de vuelta a la alimentación). En otro ejemplo, la alimentación se proporciona en barridos y para cada potencia de barrido se proporciona una frecuencia o no, dependiendo de la potencia total a entregarse a esa frecuencia. En otro ejemplo, la energía se proporciona en forma de pulsos de frecuencias múltiples, con cada pulso que incluye la potencia en una pluralidad de frecuencias; las frecuencias en cada pulso y/o la amplitud de la potencia para una frecuencia en un pulso se pueden seleccionar para aplicar un promedio de potencia que se desea.

15

20

En general, el término "potencia" se utiliza para describir la potencia que se proporciona como un promedio en el tiempo (por ejemplo, el tiempo entre barridos).

25

A menos que se defina de otra manera, todos los términos técnicos y/o científicos que se usan en la presente tienen el mismo significado que el que se conoce comúnmente por los expertos en la técnica a la que pertenece esta invención. Aunque los métodos y materiales similares o equivalentes a los que se describen en la presente invención se pueden usar en la práctica o ensayo de modalidades de la invención, los métodos y/o materiales a modo de ejemplo se describen a continuación. En caso de conflicto, la especificación de la patente, que incluye las definiciones, lo controla. Además, los materiales, métodos, y ejemplos son sólo ilustrativos y no se pretende que sean necesariamente limitantes.

30

La implementación del método y/o sistema de modalidades de la invención puede implicar realizar o completar manualmente tareas que se seleccionan, de manera automática, o una combinación de las mismas. Por otra parte, de acuerdo con la instrumentación y el equipo real de las modalidades del método y/o sistema de la invención, varias tareas que se seleccionan pueden implementarse por hardware, por software o por el firmware o por una combinación de los mismos mediante un sistema operativo.

35

Por ejemplo, el hardware para realizar tareas que se seleccionan de acuerdo con las modalidades de la invención podría implementarse como un chip o un circuito. Como software, las tareas que se seleccionan de acuerdo con modalidades de la invención podrían implementarse como una pluralidad de instrucciones de software que se ejecutan por un ordenador mediante cualquier sistema operativo conveniente. En una modalidad ilustrativa de la invención, una o más tareas de acuerdo con modalidades ilustrativas del método y/o sistema como se describe en la presente se realizan mediante un procesador de datos, tal como una plataforma informática para ejecutar una pluralidad de instrucciones. Opcionalmente, el

40

procesador de datos incluye una memoria volátil para almacenar instrucciones y/o datos y/o el almacenamiento no volátil, por ejemplo, un disco duro magnético y/o un medio extraíble, para almacenar instrucciones y/o datos. Opcionalmente, una conexión de red también se proporciona. Una pantalla y/o un dispositivo de entrada del usuario, como un teclado o un ratón opcionalmente también se proporcionan.

5

La palabra "ilustrativa" se usa en la presente para significar "que sirve como ejemplo, caso o ilustración". Cualquier modalidad que se describe como "ilustrativa" no necesariamente debe interpretarse como preferida o ventajosa sobre otras modalidades y/o para excluir la incorporación de características a partir de otras modalidades.

10

La palabra "opcionalmente" se usa en la presente para significar "se proporciona en algunas modalidades y no se proporciona en otras modalidades". Cualquier modalidad particular de la invención puede incluir una pluralidad de características "opcionales" a menos que tales características den lugar a conflicto.

15

Como se usa en la presente el término "aproximadamente" se refiere a  $\pm 10$ .

Los términos "comprende", "que comprende", "incluye", "que se incluye", "tener" y sus conjugaciones significa "incluyendo, pero no limitado a".

20

La expresión "que consiste en" significa "que incluye y limitado a".

El término "consiste esencialmente en" significa que la composición, método o estructura pueden incluir ingredientes adicionales, pasos y/o partes, pero sólo si los ingredientes adicionales, pasos y/o partes no alteran materialmente las características básicas y novedosas de la composición de la invención, método o estructura que se reivindica.

25

Como se usa en la presente, las formas singulares "uno", "una", "el" y "la" incluyen los referentes en plural a menos que el contexto claramente lo dicte de otra manera. Por ejemplo, el término "un compuesto" o "al menos un compuesto" puede incluir una pluralidad de compuestos, que incluye mezclas de los mismos.

30

A lo largo de esta solicitud, diversas modalidades de esta invención se pueden presentar en un intervalo de formatos. Se debe entender que la descripción en intervalo de formatos es meramente por conveniencia y brevedad, y no debe interpretarse como una limitación inflexible en el alcance de la invención. En consecuencia, la descripción de un intervalo debe considerarse describir específicamente todos los posibles subintervalos, así como también valores numéricos individuales dentro de ese intervalo. Por ejemplo, la descripción de un intervalo tal como de 1 a 6 se debe considerar describir específicamente subintervalos tales como de 1 a 3, de 1 a 4, de 1 a 5, de 2 a 4, de 2 a 6, de 3 a 6, etc., así como también los números individuales dentro de ese intervalo, por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5, y 6. Esto se aplica independientemente de la amplitud del intervalo.

35

Cada vez que un intervalo numérico se indica en la presente, se entiende que incluye cualquier número que se cite (fraccional o integral) dentro del intervalo que se indica. Las frases "que van/oscila entre" el primer número que se indica y el segundo número que se indica y "van/va desde" el primer número que se indica "a" el segundo número que se indica se usan en la presente de forma intercambiable y se entiende que incluye el primer y el segundo número que se indica y todos los números fraccionarios e integrales entre los mismos.

40

Como se usa en la presente el término "método" se refiere a maneras, medios, técnicas y procedimientos para llevar a cabo una tarea determinada, que incluye, pero no limita a, las maneras, los medios, técnicas y procedimientos que se conocen o se desarrollan fácilmente de maneras, medios, técnicas y procedimientos que se conocen por parte de los profesionales de las técnicas química, farmacológica, biológica, bioquímica y médica.

45

Como se usa en la presente, el término "tratar" incluye derogar, inhibir sustancialmente, ralentizar o revertir la progresión de una condición mejorar sustancialmente los síntomas clínicos o estéticos de una condición o prevenir sustancialmente la aparición de los síntomas clínicos o estéticos de una condición.

50

Se apreciará que ciertas características de la invención que son para claridad, descritas en el contexto de las modalidades separadas se pueden además proporcionar en conjunto con una modalidad única. A la inversa, diversas características de la invención, que por brevedad, se describen en el contexto de una única modalidad, además pueden proporcionarse por separado o en cualquier subcombinación conveniente o como conveniente en cualquier otra modalidad descrita de la invención. Ciertas características que se describen en el contexto de diversas modalidades no deben considerarse características esenciales de estas modalidades, a menos que la modalidad sea inoperante sin esos elementos.

55

Aunque la invención se describe junto con modalidades específicas de la misma, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. En consecuencia, se pretenden abarcar todas estas alternativas, modificaciones y variaciones como que caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5 Adicionalmente, la citación o identificación de cualquier referencia en esta solicitud no se interpretará como una admisión de que tal referencia está disponible como técnica anterior a la presente invención. En la medida en que se usan títulos de las secciones, no deben interpretarse como necesariamente limitantes.

10 La presente invención se ha descrito mediante descripciones detalladas de las modalidades de la misma que se proporcionan a modo de ejemplo y no pretenden limitar el alcance de la invención. Las modalidades descritas comprenden diferentes características, no todas las cuales son necesarias en todas las modalidades de la invención. Algunas modalidades de la presente invención utilizan solamente algunas de las características o combinaciones posibles de las características. Las variaciones de las modalidades de la presente invención que se describen y las modalidades de la presente invención que comprenden diferentes combinaciones de las características señaladas en las modalidades  
15 descritas se les ocurrirá a las personas de la técnica.

Aunque la presente invención se describe principalmente en el contexto del descongelado, los métodos de la presente invención, posiblemente a una frecuencia mayor, pueden usarse para hornear y cocinar o cualquier otra forma de calentamiento (no limitado a cocinas), áreas en las cuales hornos de microondas convencionales son notoriamente débiles.  
20 En un ejemplo, cuando se calienta un pastel de queso, el queso se calienta más rápido que el hojaldre que puede ser rico en aceites y los métodos que se describen anteriormente se pueden aplicar para garantizar un calentamiento uniforme. Otro ejemplo calentar un sándwich con un relleno de más de disipación (por ejemplo, carne, queso, verduras), de manera que calienta el bocadillo y no el relleno (o simplemente se descongela el relleno). Otros ejemplos incluyen un plato de pescado y ensalada (por ejemplo, calentar el pescado/carne pero no la verdura) o un plato de carne o pescado y arroz/pasta (por  
25 ejemplo, calentar el arroz más que el pescado, o viceversa, como se muestra arriba).

Reivindicaciones

- 5
1. Un método de calentamiento de una carga que tiene partes con diferentes relaciones disipación en una cavidad mediante microondas y/o energía UHF, el método que comprende:
- 10
- (a) a una pluralidad de frecuencias que determinan una relación de disipación para cada frecuencia sobre la base de una relación entre la entrada de energía y la energía que se disipa en la cavidad a la frecuencia correspondiente;
- (b) agrupar la pluralidad de frecuencias en conjuntos mediante la asociación de cada uno de la pluralidad de frecuencias en una de una pluralidad de conjuntos de acuerdo con la relación de disipación que se determina en cada uno de la pluralidad de frecuencias, de tal manera que cada conjunto se asocia con su intervalo respectivo de relaciones disipación y contiene frecuencias en las que las relaciones de disipación dentro del intervalo respectivo se han determinado;
- 15
- (c) establecer pares de frecuencia/energía mediante la asociación de una energía con cada frecuencia en base al conjunto con el que cada uno de la pluralidad de frecuencias se asocia;
- (d) aplicar energía a la cavidad de acuerdo con los pares de frecuencia/energía para calentar la carga; y
- (e) repetir las etapas (a) a (d) como el calentamiento avance.
- 20
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada conjunto de frecuencias se asocia con una porción de carga respectiva, y los pares de frecuencia/energía se seleccionan para obtener una diferencia entre las cantidades totales de energía a disiparse por la cantidad de carga en las porciones de carga respectivas.
- 25
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde las frecuencias se agrupan en tres conjuntos, y los pares de frecuencia/energía son tales que para el primer conjunto una energía máxima se asocia con cada frecuencia en el primer conjunto, para el segundo conjunto una mínima energía se asocia a cada frecuencia en el segundo conjunto, y para el tercer conjunto una energía que varía entre el máximo y el mínimo de energía en función de la relación de disipación respectivas se asocia con cada frecuencia en el tercer conjunto.
- 30
4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos un conjunto incluye frecuencias que forman una pluralidad de intervalos de frecuencias no continuas con al menos una frecuencia perteneciente a otro conjunto entre dichos intervalos.
- 35
5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la agrupación comprende la agrupación en al menos tres conjuntos.
- 40
6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la agrupación comprende agrupación en al menos dos conjuntos que tienen cada uno una cantidad significativa de energía que se disipa o potencia que se asigna a una pluralidad de frecuencias en el mismo, cantidad significativa que es al menos 7% de la energía total que se disipa en un ciclo de calentamiento que se asigna a un conjunto.
- 45
7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos dos de dichos conjuntos tienen una energía que se transmite distinta de cero.
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la energía promedio que se disipa de un conjunto es al menos dos veces la de otro conjunto.
- 50
9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde dicha carga comprende una combinación de al menos dos porciones de alimentos.
- 55
10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde dicha aplicación provoca un cambio de fase en dicha carga.
11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde dicha aplicación causa una descongelado de al menos una parte de dicha carga.
12. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en donde dicha carga tiene porciones con una velocidad diferente de calentamiento por energía aplicada (h/p) para diferentes porciones, y en donde dichos pares de frecuencia/energía se establecen de tal manera que en el calentamiento de la carga menos energía por unidad de volumen de la porción respectiva se transmite a frecuencias

que corresponden a porciones con una alta velocidad h/p que en las frecuencias correspondientes a las porciones con un bajo h/p.

- 5     **13.** Un aparato que comprende:
- una cavidad (11);
  - al menos una alimentación (14) que se configura para transmitir microondas y/o energía de UHF en la cavidad;
  - un controlador (17) que se configura para llevar a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1-12.
- 10    **14.** Aparato como el reivindicado en la reivindicación 13, que comprende una memoria que tiene una pluralidad de protocolos de aplicación de potencia que se almacenan en la misma para la aplicación de diferentes protocolos para diferentes conjuntos de frecuencias.

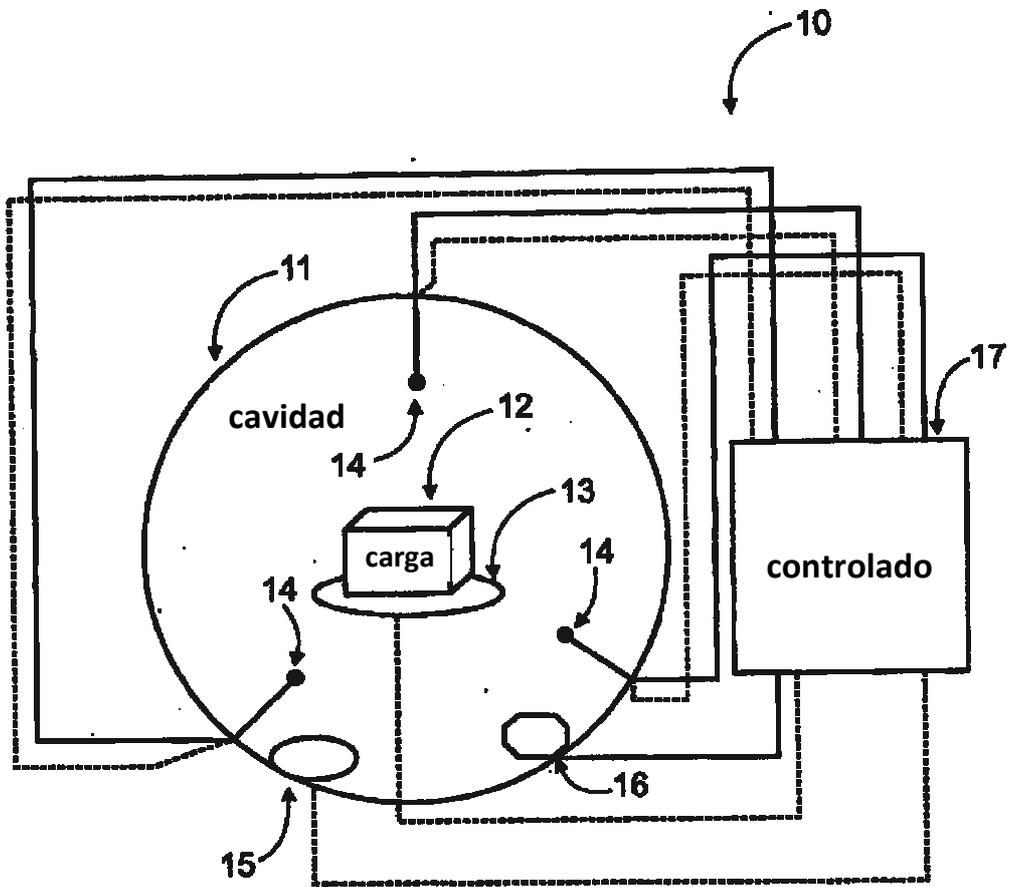


FIG. 1

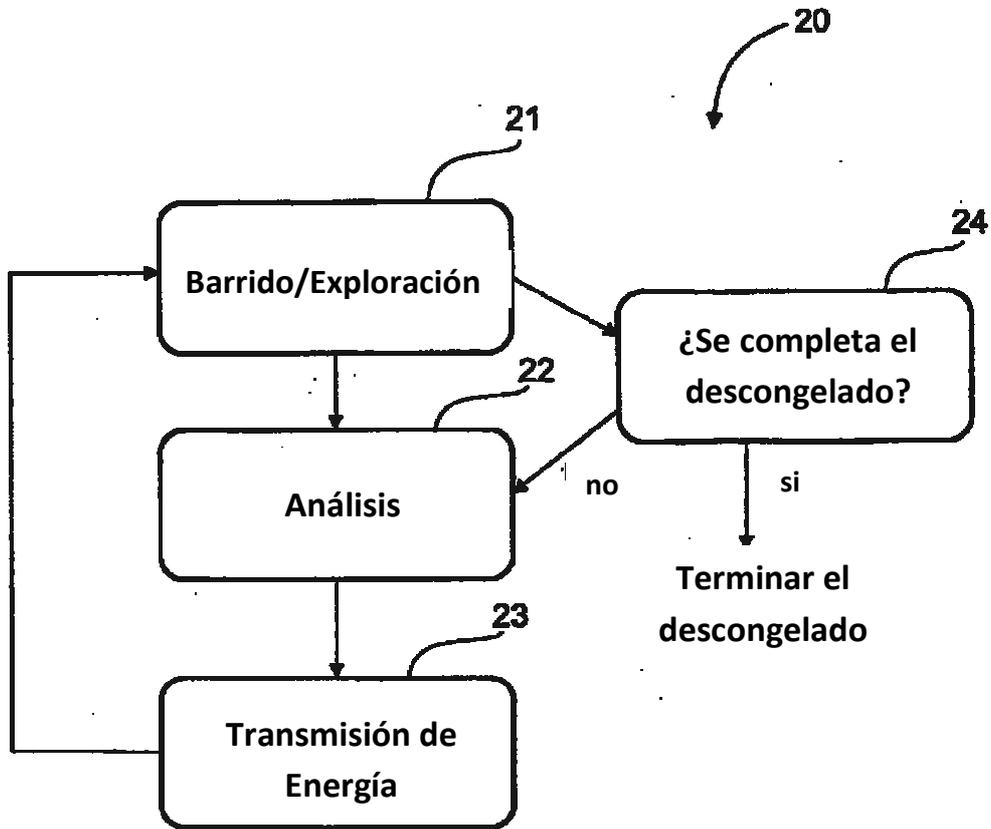


FIG. 2

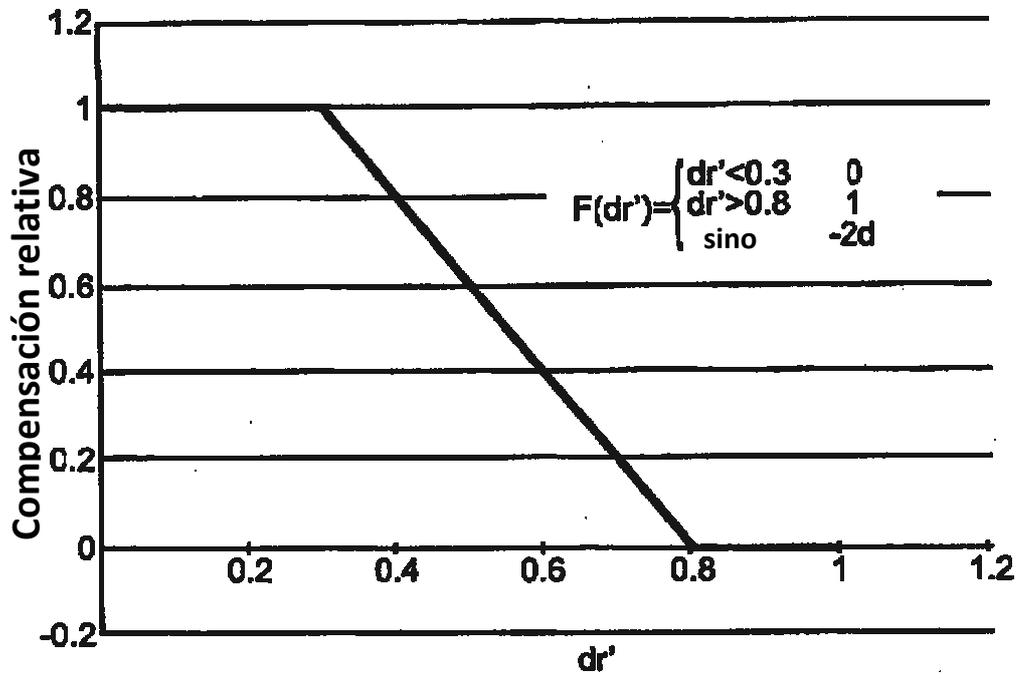


FIG. 3

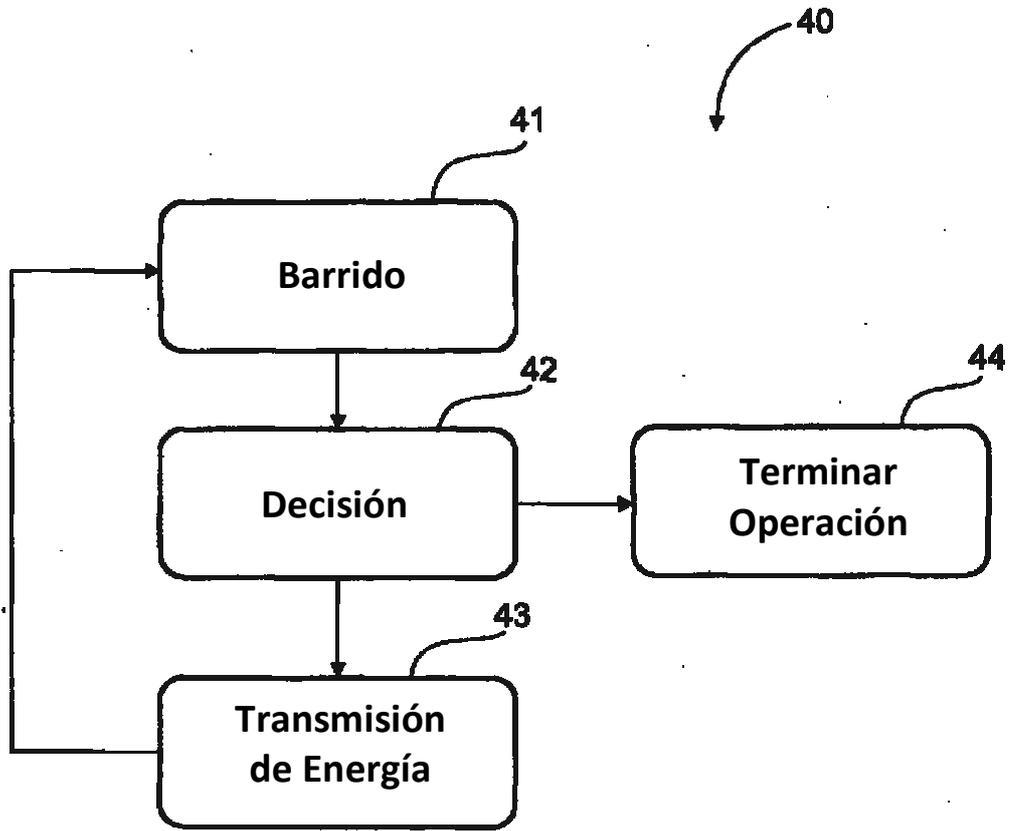
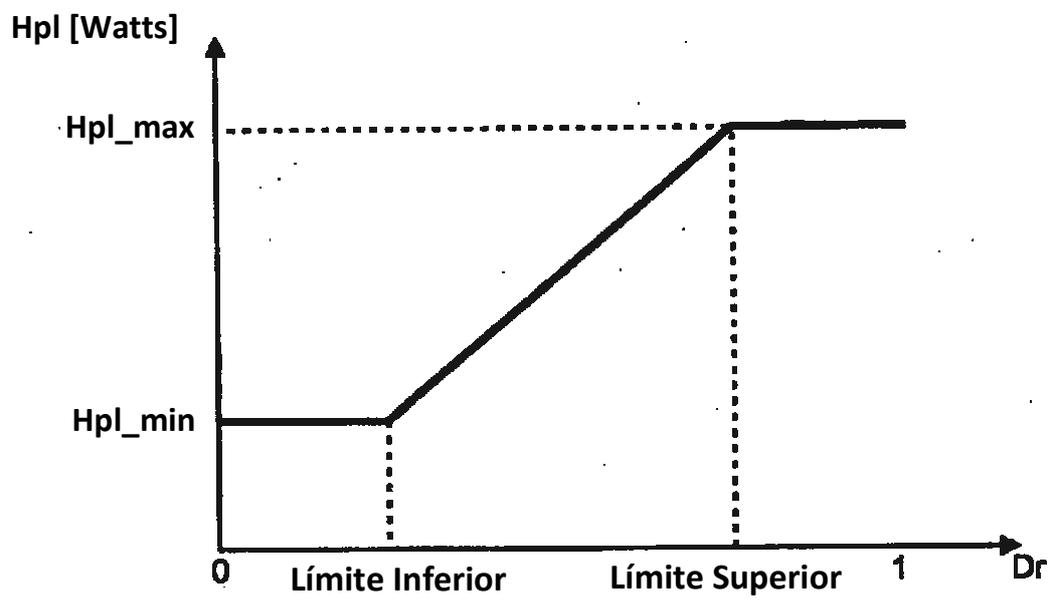


FIG. 4



**FIG. 5**

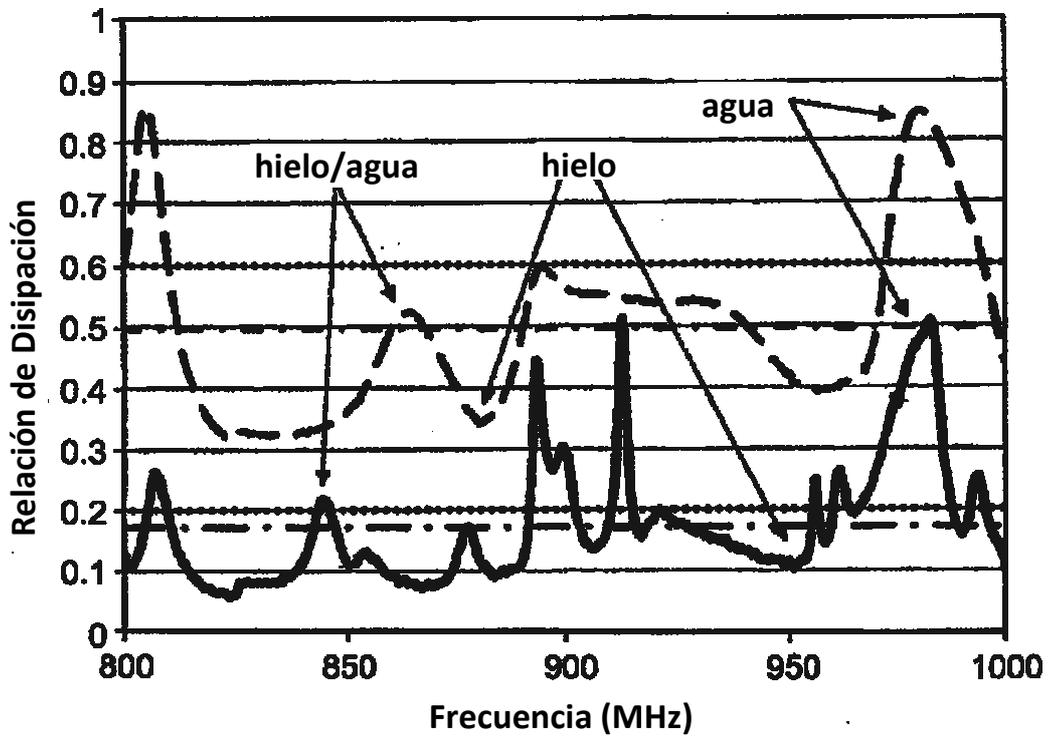


FIG. 6

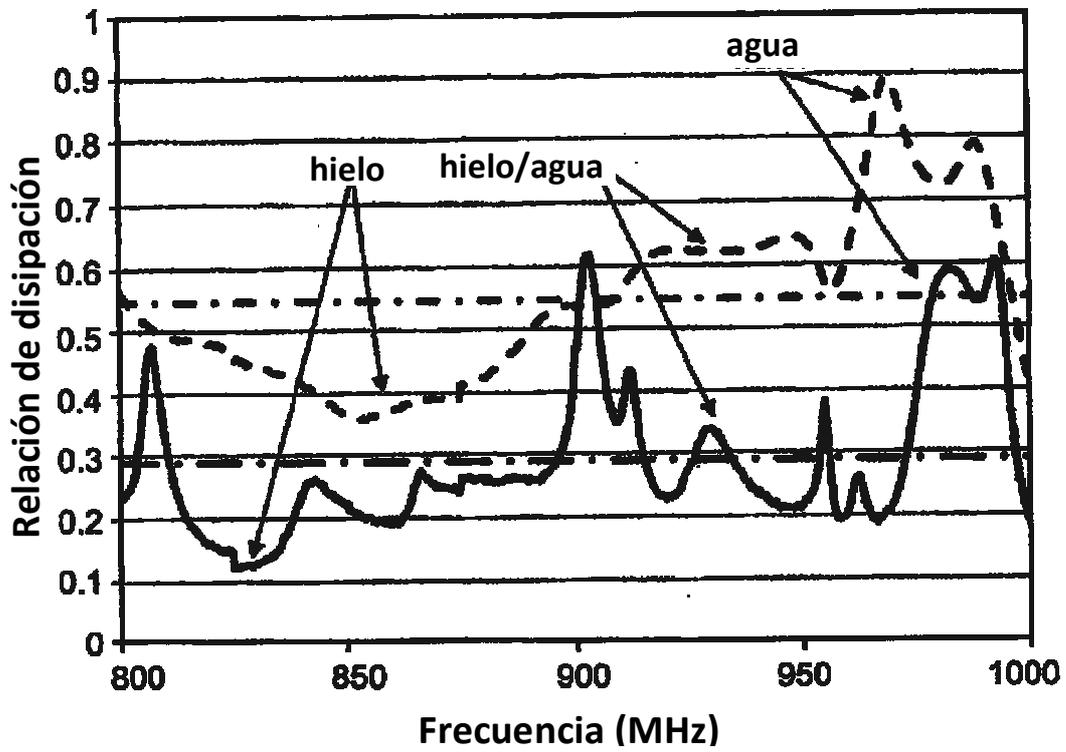


FIG. 7

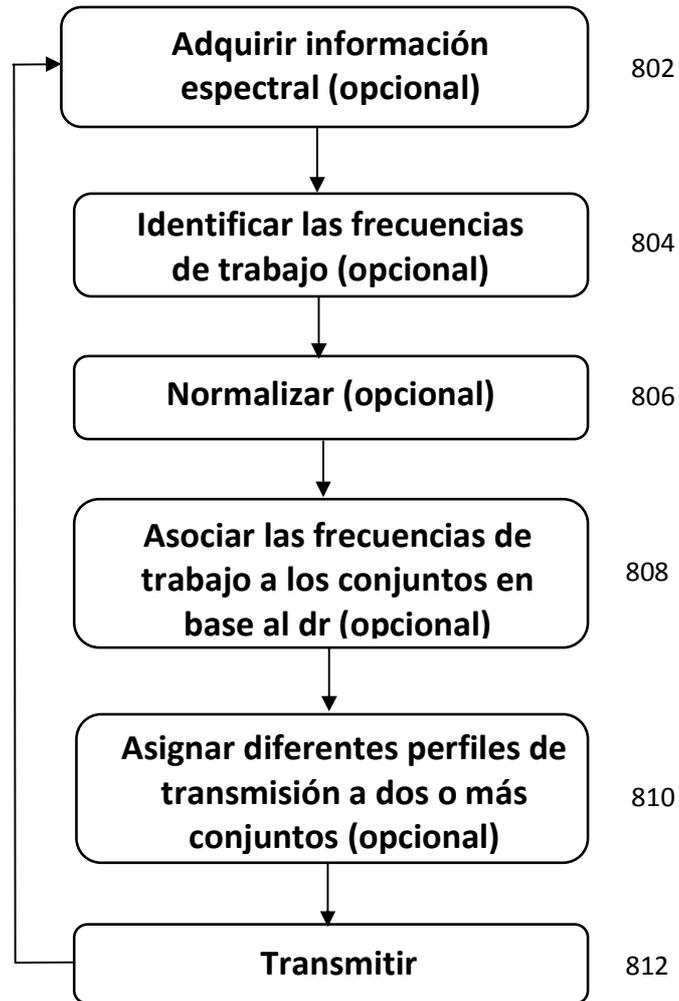


FIG. 8

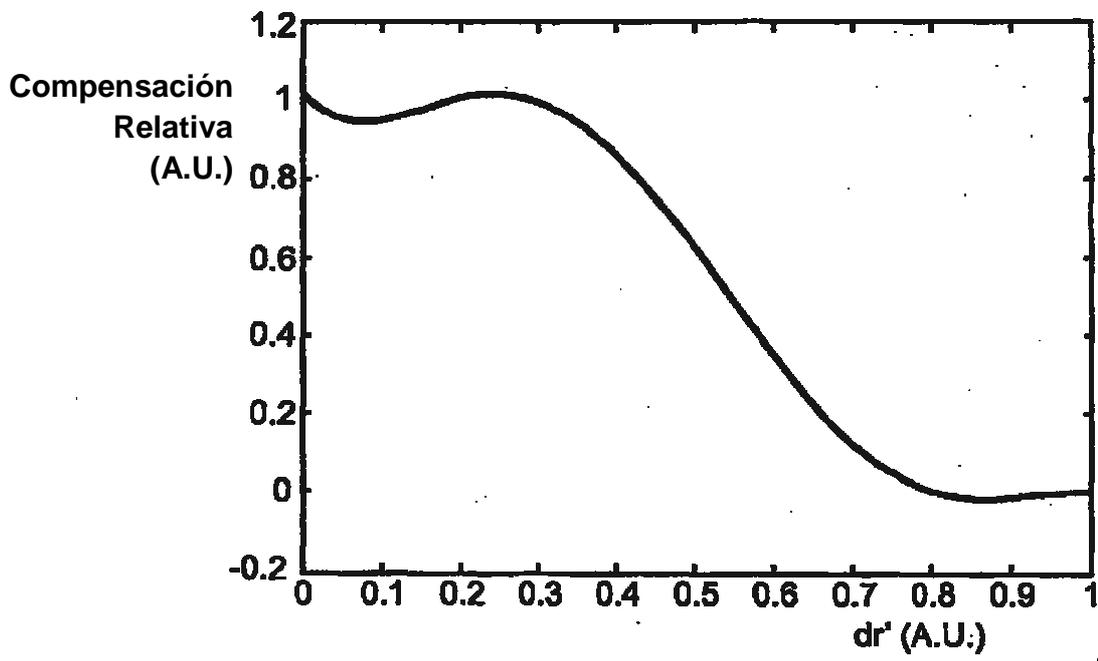


FIG. 9

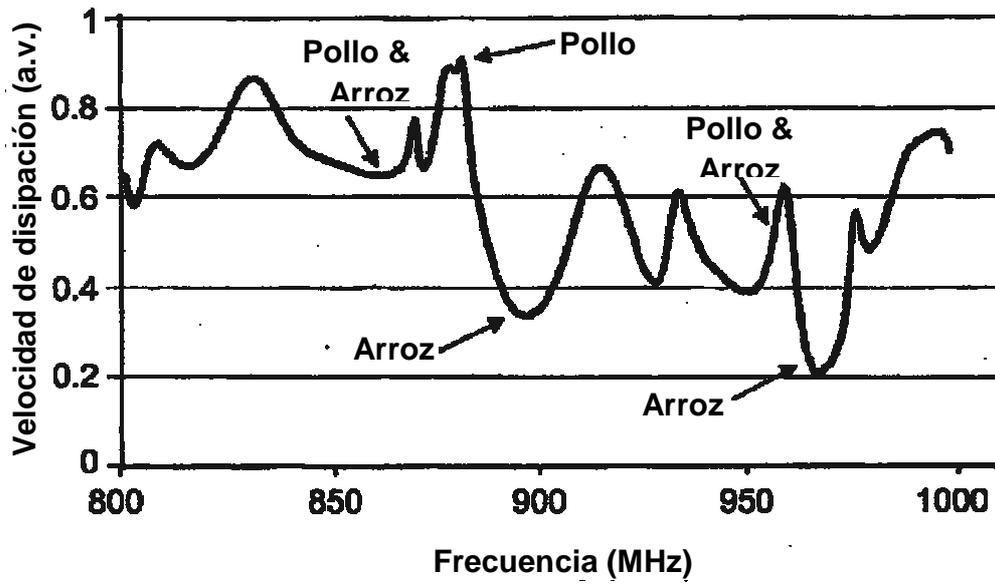


FIG. 10