



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 246 183**

② Número de solicitud: 200502214

⑤ Int. Cl.

**H05B 6/64** (2006.01)

**G05B 17/00** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **12.09.2005**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2006**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**01.02.2006**

⑦ Solicitante/s:  
**Universidad Politécnica de Cartagena**  
**Ed. "La Milagrosa"**  
**Plaza Cronista Isidoro Valverde, s/n**  
**30201 Cartagena, Murcia, ES**

⑦ Inventor/es: **Monzó Cabrera, Juan;**  
**Pedreño Molina, Juan Luis;**  
**Pinzolas Prado, Miguel y**  
**Requena Pérez, María Eugenia**

⑦ Agente: **Temíño Ceniceros, Ignacio**

⑤ Título: **Procedimiento para la optimización del rendimiento de hornos microondas multifuentes.**

⑤ Resumen:

Procedimiento para la optimización del rendimiento de hornos microondas multifuentes.

El proceso consiste en colocar una muestra (5) dentro del horno microondas multifuente (1) a una distancia de alguno de los magnetrones (2), (3) o (4) que se establece como magnetrón de referencia, y medir la eficiencia a través de sensores de microondas, radiando a baja potencia para no generar calentamiento sobre la muestra. El proceso continúa variando la distancia del material (5) respecto al magnetrón de referencia y estimando la eficiencia para cada una de las distancias, hasta encontrar el punto (13) en el que dicha eficiencia es máxima. Una vez determinada esa posición óptima, un sistema de accionamiento (manual o mecánico) irá colocando sucesivamente las muestras a calentar en dicho punto óptimo (13), para que sean sometidas a radiaciones de microondas con potencia suficiente para producir el calentamiento de las mismas con el menor consumo de energía y en el menor tiempo posible.

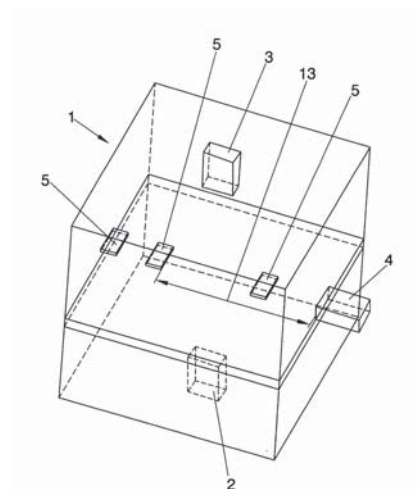


FIG. 2

ES 2 246 183 A1

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para la optimización del rendimiento de hornos microondas multifuentes.

**5 Objeto de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento para la optimización del rendimiento de hornos microondas, del tipo de los que incorporan varias fuentes o magnetrones, capaces de irradiar campos electromagnéticos de elevadas frecuencias y alta potencia en una cavidad para generar calor en una muestra o material alojado en su seno.

10

El objeto de la invención es determinar un procedimiento que permita establecer el punto óptimo en el que el microondas ofrezca el mayor rendimiento, de manera que proporcione un ahorro energético y consecuentemente económico, disminuyendo los tiempos de exposición de la muestra, sin añadir elementos externos costosos o de difícil implementación en el propio horno.

15

El ámbito de aplicación del método que la invención propone incluye tanto los hornos microondas multifuente de uso industrial como los de uso doméstico.

**Antecedentes de la invención**

20

Uno de los principales problemas, aún hoy sin resolver en el campo del calentamiento y/o secado por microondas, es decir, aquellos procesos consistentes en irradiar campos electromagnéticos de elevadas frecuencias y alta potencia en una cavidad para generar calor en una muestra de un material cualquiera, es el desconocimiento que se tiene a priori de la posición óptima en la que se ha de colocar la muestra a calentar. El calentamiento de cualquier material dentro de un horno microondas multifuente, ya sea de uso industrial o doméstico (actualmente orientados al entorno industrial), es en ocasiones costoso energéticamente. Este coste depende principalmente del tiempo de exposición a los campos electromagnéticos necesario para calentar o evaporar el agua de la muestra.

25

En un horno microondas multifuente convencional (también denominado horno multimodo) el objeto a calentar (en adelante muestra) se sitúa, bien en una posición fija arbitraria o bien sobre un plato giratorio que la hace rotar con el fin de uniformizar lo más posible su calentamiento.

30

Se puede definir el comportamiento energético de un horno microondas multifuente a través de un parámetro denominado eficiencia o rendimiento ( $\eta$ ). La eficiencia define la relación entre la potencia entregada al horno por todas las fuentes y la potencia realmente transmitida al interior de la muestra en términos de campos electromagnéticos a frecuencias de microondas (normalmente a 2,45 GHz). La potencia transmitida al horno multifuente se suele medir habitualmente como la potencia entregada por todas las fuentes menos la potencia reflejada hacia los generadores de microondas (en adelante magnetrones).

35

Los métodos tradicionales de adaptación en hornos de microondas son conocidos desde hace mucho tiempo y se basan en la modificación de la impedancia que presenta el horno a las fuentes de microondas mediante la colocación de materiales metálicos en guías de onda o a la salida de éstas.

40

Algunos de estos métodos están basados en la colocación de discontinuidades metálicas en la boca de las guías de onda que alimentan los magnetrones, también denominadas iris. Otros métodos se basan en la utilización de sintonizadores dobles, triples o cuádruples que, en ocasiones, se implementan como tornillos introducidos en las guías de onda con una determinada configuración. Todos estos métodos tienen el inconveniente de que son extremadamente sensibles a la variación de las propiedades dieléctricas, forma y tamaño de la muestra.

45

**50 Descripción de la invención**

El procedimiento objeto de la invención pretende solucionar los problemas derivados de los métodos tradicionales de adaptación que incluyen elementos externos a los hornos multifuentes de microondas, lo cual encarece su fabricación, así como la gran dependencia del diseño o configuración de estos métodos frente a las propiedades de la muestra. De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue a través de un procedimiento o método de posicionamiento de la muestra accionado por un sistema mecánico, o de otra índole, y controlando medidas de eficiencia en diferentes posiciones de la muestra dentro del horno microondas multifuente.

55

Para ello se introduce en el horno multifuente una muestra de un material homogéneo o compuesto por varios materiales dieléctricos o magnéticos, que no contengan partes metálicas, midiéndose la distancia de dicha muestra al magnetron de referencia. La muestra podrá ser de cualquier forma y tamaño. El horno se ha considerado como un volumen delimitado por paredes de un material metálico cuya superficie no permite la radiación de campos electromagnéticos al exterior por encima de los límites establecidos en la normativa vigente. Este horno recibe la energía de los campos electromagnéticos de alta frecuencia a través de varios magnetrones acoplados a la cavidad mediante orificios y/o estructuras metálicas suplementarias (guías de ondas, iris, ...).

65

Posteriormente, se irradia la muestra a baja potencia, obteniéndose una medida de la eficiencia mediante sensores de microondas de campo electromagnético. Esta misma operación se repite varias veces con la muestra situada en posi-

ciones diferentes a la original hasta obtener las medidas suficientes que permitan calcular con una buena aproximación la dependencia de la eficiencia con respecto a la distancia de la muestra al magnetron de referencia.

Así pues, experimentalmente se determinará un punto en el que la eficiencia será máxima, a una distancia determinada respecto al magnetron de referencia. Punto en el que posteriormente se situarán cada una de las muestras u objetos a calentar mediante la irradiación de los magnetrones.

Este procedimiento supone una mejora en la eficiencia de un 70% frente a otras configuraciones de la muestra en un horno multifuente.

Se debe tener en cuenta que este procedimiento de optimización debe realizarse a la frecuencia o frecuencias de operación para la que se diseñó el horno multifuente, las cuales vienen marcadas por la legislación vigente en España (2,45 GHz).

La ventaja de este procedimiento de optimización descrito y objeto de la invención es la de proporcionar un ahorro energético y económico mediante el aumento de la eficiencia del proceso de calentamiento y la disminución, en ese mismo porcentaje, de los tiempos de exposición de la muestra, sin añadir elementos externos costosos o de difícil implementación en un horno multifuente de uso industrial o doméstico ya fabricado.

## 20 Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra un diagrama de bloques del procedimiento para la optimización del rendimiento de hornos microondas multifuentes, desarrollado de acuerdo con el objeto de la presente invención.

La figura 2.- Muestra una representación esquemática en perspectiva de un horno microondas con tres fuentes, utilizado normalmente en procesos industriales, en la que se han representado la muestra en diferentes posiciones, correspondientes a diferentes ensayos realizados, hasta la determinación de la distancia óptima.

La figura 3.- Muestra una gráfica de un ejemplo de ensayo del procedimiento de la figura anterior, en el que se ha representado la eficiencia del horno multifuente en función de la distancia de la muestra al magnetron de referencia.

## Realización preferente de la invención

A la vista de las figuras reseñadas, y en especial de las figuras 1 y 2, puede observarse como el método que la invención propone, a partir de un ejemplo de ensayo de realización, en el que participa un horno microondas (1) dotado de tres fuentes o magnetrones (2), (3) y (4), a fin de conseguir patrones de calentamiento más uniformes sobre la muestra (5), y estableciéndose uno de ellos (4) como el magnetron de referencia, la primera fase (6), correspondiente al inicio (7) del método, consiste en introducir la muestra (5) de material homogéneo o compuesto por varios materiales dieléctricos o magnéticos, que no contengan partes metálicas en el interior del horno microondas (1), a una distancia de emplazamiento máxima con respecto al magnetron (4) tomado como referencia.

En esa posición, se procede (8) a irradiar la muestra a baja potencia durante un tiempo preestablecido, de manera que posteriormente se procede (9) a la medida del coeficiente de reflexión "S<sub>ii</sub>" a través de sensores de microondas adecuados, así como los coeficientes de acoplamiento entre fuentes, "S<sub>ij</sub>" (con i ≠ j), también denominados parámetros de dispersión y de acoplamiento respectivamente.

A partir de éstos valores, obtenidos de forma experimental, se procede al cálculo del rendimiento (10) a través de la siguiente fórmula:

$$\eta = \left( 1 - \sum_{i=1}^N |S_{ii}|^2 - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N |S_{ij}|^2_{i \neq j} \right) \text{ con } N > 1$$

Siendo N el número de fuentes o magnetrones empleados.

Una vez calculado el rendimiento para una posición concreta de la muestra (5), ésta se desplaza (11) sobre el eje imaginario que atraviesa la posición inicial de la muestra (5) y el magnetron de referencia (4), acercándolo una pequeña distancia preestablecida, bien sea mediante medios mecánicos, o de cualquier otra índole, tras lo que se procede a la comprobación (12) de que la nueva distancia existente entre la muestra (5) y el magnetron de referencia (4) corresponde con la menor distancia que pueda existir entre ellos.

## ES 2 246 183 A1

En caso negativo, se volverá a irradiar (8) la muestra (5) a baja potencia, tal y como se puede observar en la figura 1, volviéndose a medir (9) los parámetros de dispersión y acoplamiento para poder calcular (10) el nuevo rendimiento en función de la nueva distancia, volviéndose a desplazar (11) la muestra hasta la siguiente posición.

5 En el caso afirmativo en la comprobación (12) de que la distancia de la muestra (5) al magnetron de referencia (4) es la mínima, a partir de los resultados obtenidos se podrá determinar (13) la distancia óptima en la que el rendimiento del horno microondas (1) multifuente es máximo.

10 A partir de dichos resultados se podrá generar una gráfica, del tipo de la representada en la figura 3, en la que se puede observar tanto la distancia para la cual el rendimiento es máximo, así como calcular el incremento porcentual del rendimiento del horno microondas (1) de una muestra (5) a dicha distancia óptima, respecto de posiciones de mínima eficiencia.

15 Una vez determinada dicha distancia óptima, ésta se envía (14) al sistema de actuación, que puede ser un dispositivo mecánico acoplable al horno microondas, no representado en las figuras, accionando el proceso (15) de posicionamiento de la muestra (5), hasta situarla de forma automática (16) en el punto óptimo, dicho posicionamiento podrá hacerse opcionalmente, y a falta de medios, de forma manual.

20 Por último, los magnetrones (2), (3) y (4) iniciarán el proceso de calentamiento (17), irradiando cada muestra, con potencia de microondas suficiente para calentarla, consiguiéndose reducir el tiempo de exposición y, por tanto, el gasto energético en un elevado porcentaje, dándose por finalizado (18) el procedimiento.

25 A título de ejemplo, asumiendo un coste del kW/h de energía eléctrica igual a 3,473 céntimos de euros, una mejora de la eficiencia de un 70% para un horno microondas multifuente que se utilice durante 16 horas diarias supondría un ahorro anual entorno a 7.000 euros para una potencia nominal de 50 kW en el horno multifuente.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la optimización del rendimiento de hornos microondas multifuente, bien sean de uso industrial o doméstico, **caracterizado** porque consiste en situar una muestra (5) de un material homogéneo o compuesto de varios materiales dieléctricos o magnéticos que no tengan partes metálicas, dentro de un horno microondas multifuente (1) a una determinada distancia respecto de alguno de los magnetrones (2), (3) y (4) del horno, establecido como magnetrón de referencia, y medir la eficiencia del microondas (1), radiando dichas fuentes o magnetrones a baja potencia para no generar calentamiento sobre la muestra, empleando para tal fin sensores de microondas adecuados, mediante los cuales se permitan medir los parámetros de dispersión y acoplamiento, a través de los cuales y de forma empírica se puede calcular el rendimiento del aparato, repitiéndose éste proceso emplazando la muestra (5) a diferentes cotas del magnetrón de referencia (4) y estimando la eficiencia para cada una de dichas distancias, hasta encontrar el punto en el que dicha eficiencia es máxima, una vez determinada esa posición óptima (13), un sistema de accionamiento mecánico o de cualquier otro tipo, irá colocando sucesivamente las muestras a calentar en dicho punto óptimo (13), para que sean sometidas a radiaciones (17) de microondas con potencia suficiente para producir el calentamiento de las mismas con el menor consumo de energía y en el menor tiempo posible.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

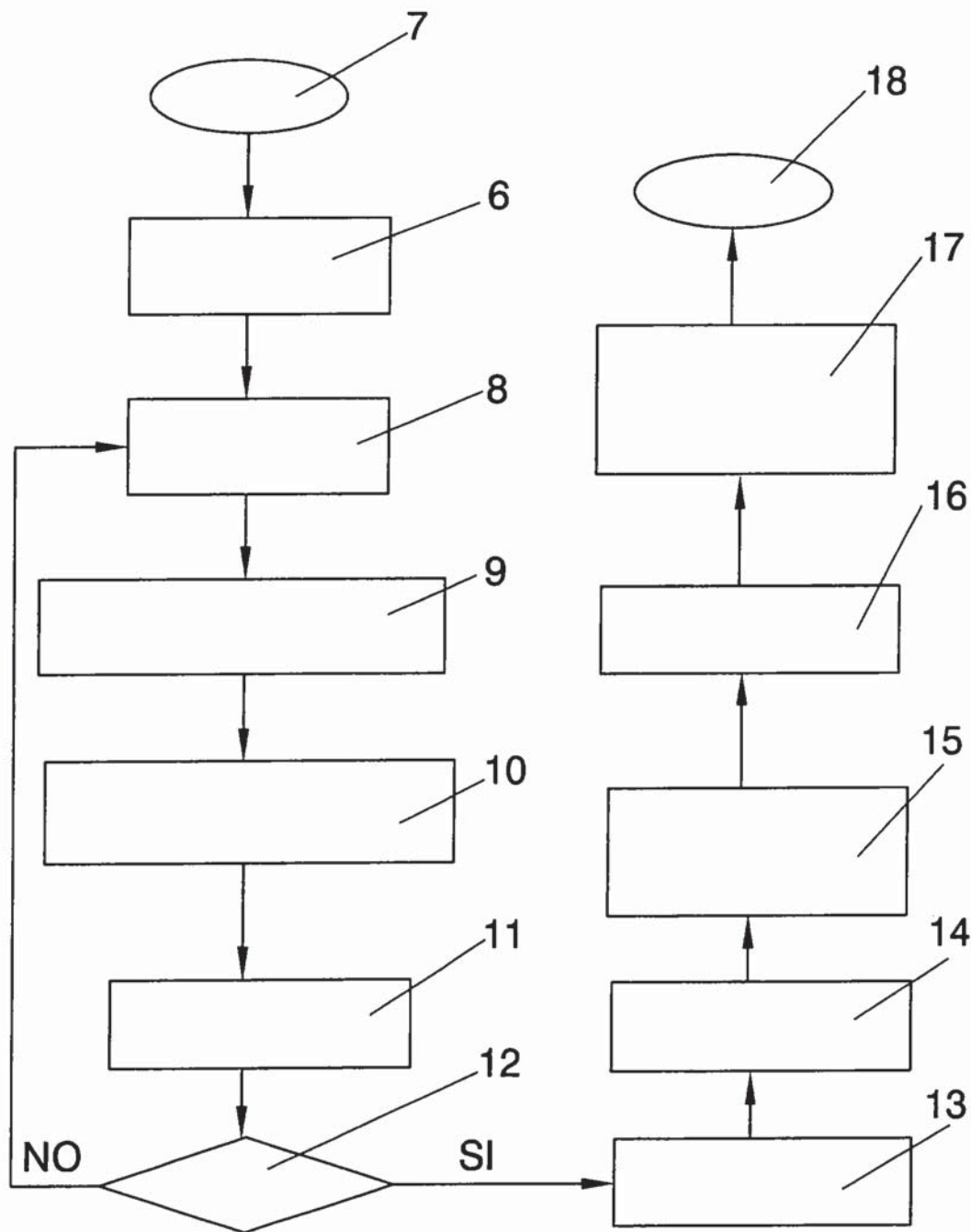
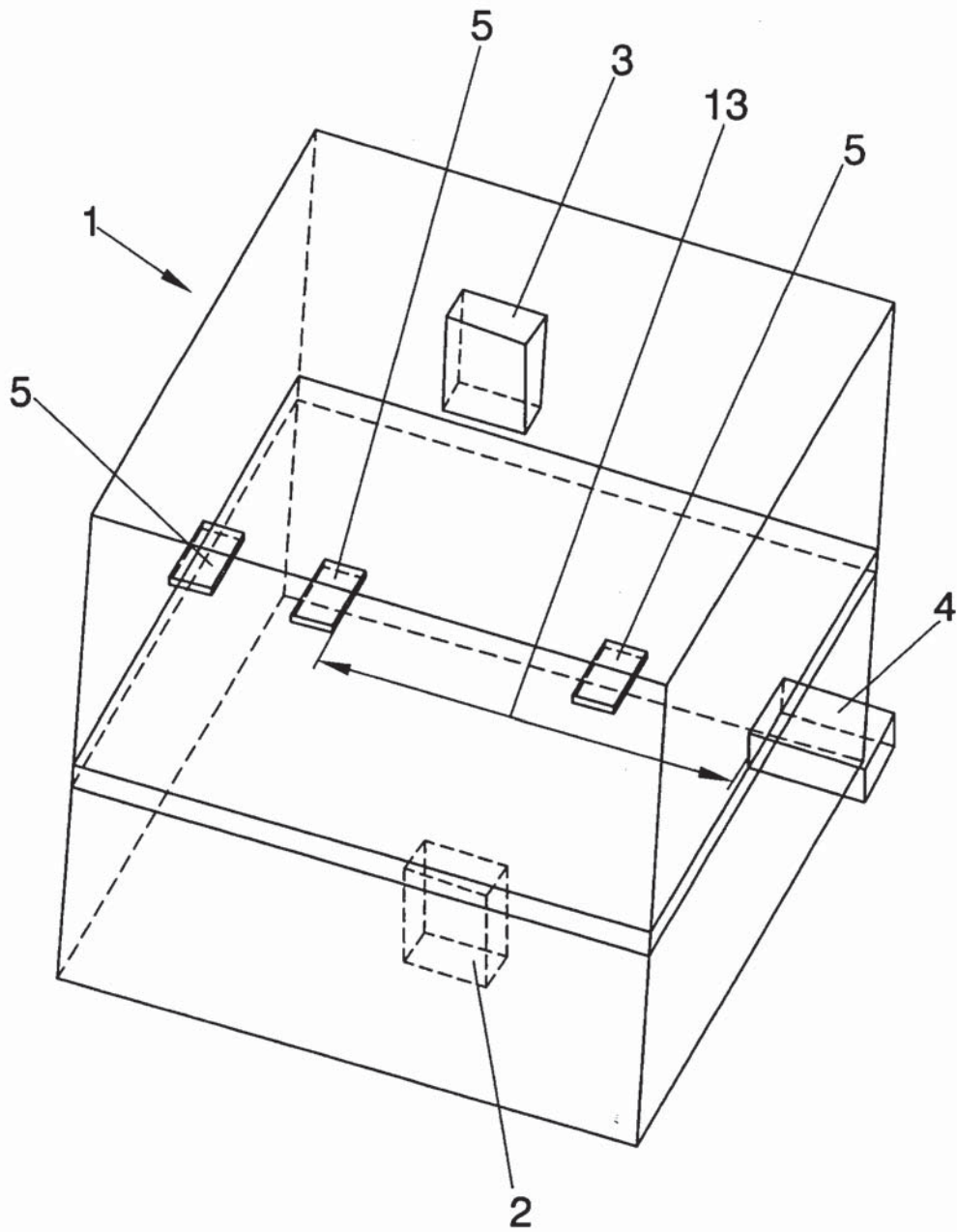
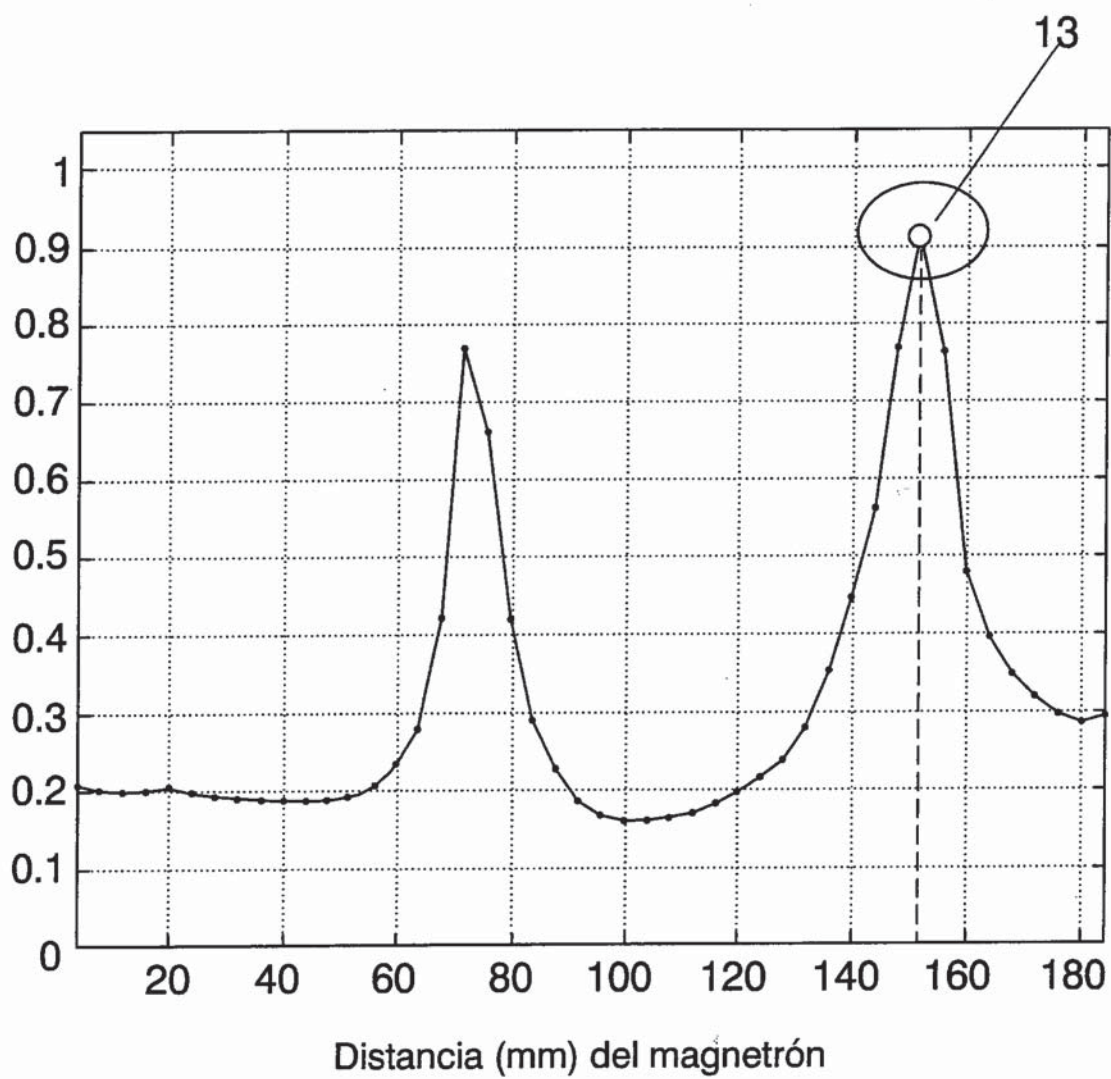


FIG. 1



**FIG. 2**



**FIG. 3**





OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 246 183

② Nº de solicitud: 200502214

③ Fecha de presentación de la solicitud: **12.09.2005**

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **H05B 6/64** (2006.01)  
G05B 17/00 (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 4816634 A (LENTZ et al.) 28.03.1989	
A	JP 2001304573 A (SHARP KK) 31.10.2001	
A	US 6034363 A (BARMATZ et al.) 07.03.2000	

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
27.12.2005

Examinador  
J. Botella Maldonado

Página  
1/1