

 <p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA</p>	 <p><b>OTRI</b></p> <p>Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación UPCT - Universidad Politécnica de Cartagena</p>
---	---

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA/TECHNOLOGY DESCRIPTION

Título / Title
Procedimiento para la optimización del rendimiento de hornos microondas multifuentes Procedure to optimize the performance of multi-source microwave cavities

Resumen / Abstract
<p>Patente española desarrollada en la Universidad, para aplicaciones en el área del calentamiento con hornos microondas en el ámbito industrial y/o doméstico, mediante la reducción de tiempos de calentamiento basado en la adaptación de hornos multifuente, dirigida a fabricantes de hornos microondas y a industrias dedicadas a procesos de calentamiento por microondas. Permite realizar procesos de calibración de hornos industriales, así como añadir este proceso en hornos de nuevo diseño y fabricación. Para su aplicación sólo se precisa un sencillo dispositivo de muy bajo coste.</p> <p>Spanish Patent developed in the Technical University of Cartagena, with application on the area of microwave-driven heating in industrial and/or domestic environments. It allows a significant reduction of the time employed in microwave-driven heating or drying processes, and it is based in the adaptation or calibration of the microwave cavity by means of the procedure protected by the Patent. It is mainly oriented to industrial manufacturers and users of microwave cavities. Also, it could be of interest to enterprises dedicated to the maintenance of industrial microwave cavities.</p>

Descripción y características fundamentales / Description and special features
<p>En un horno microondas multifuente convencional (también denominado horno multimodo) el objeto a calentar 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. El objeto de la invención que se presenta es un procedimiento que va a permitir a cualquier horno multifuente diseñado (bien de uso industrial y/o doméstico) trabajar en las condiciones óptimas en términos de eficiencia energética con independencia de las características dieléctricas, forma y tamaño del material de que se trate. También permite realizar procesos de calibración para mejorar el rendimiento de procesos de calentamiento en hornos fundamentalmente industriales que ya estén funcionando. Este procedimiento está basado en un sencillo proceso de calibración y medida a baja potencia, y un posterior accionamiento mecánico (o de otra índole) para posicionamiento de la muestra en la posición de máxima eficiencia para, posteriormente, irradiar desde todas las fuentes simultáneamente con potencia suficiente de microondas la muestra a calentar. El procedimiento objeto de la invención no añade prácticamente ningún dispositivo externo al horno de microondas multifuente más allá de un eje y una plataforma de transporte (todo ello de bajo coste), por lo que es de inmediata aplicación a hornos multifuentes ya fabricados y/o comerciales.</p> <p>A diferencia de los hornos convencionales con una sólo fuente, en un horno multifuente con <math>N</math> magnetrones (y <math>N &gt; 1</math>), caso usual de los hornos industriales, el proceso consiste en colocar una muestra dentro del horno a una distancia de alguno de los magnetrones (escogido como referencia espacial) y medir la eficiencia, radiando a baja potencia para no generar calentamiento sobre la muestra. El proceso continúa variando la distancia del material respecto al magnetrón de referencia y estimando la eficiencia para cada una de las distancias, hasta encontrar el punto 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, para que sean sometidas a radiaciones de microondas con potencia suficiente para producir el calentamiento. Este procedimiento es válido para cualquier horno microondas y para cualquier tipo de material que se esté empleando en las industrias para los procesos de calentamiento.</p> <p>In a conventional multisource microwave cavity (also called <i>multimode</i> cavity), the object to be heated (the <i>sample</i>) is usually placed either in an arbitrary fixed position or on a spinning platform that rotates the sample to make the heating as uniform as possible. The patented procedure allows to any industrial or</p>

**Descripción y características fundamentales / Description and special features**

domestic multimode microwave cavity working in optimal energetic-consumption conditions, independently of the dielectric characteristics, form and size of the sample that is to be heated. The same procedure can be used to develop protocols for in-situ calibration of microwave cavities, mainly oriented to industrial ones, with the aim of improving their performance.

The procedure is based on a simple iterative process of low-power irradiation and measurement, followed by a re-positioning of the sample in the cavity by means of either a mechanically or manually operated device. The objective of the procedure is to place the sample on a position where the efficiency of the heating is maximum. Once the sample is placed in the correct place, the heating process starts.

This procedure requires minimal intrusion in the microwave cavity, thus it is specially interesting for application in existing microwave ovens

As a difference with conventional monosource ovens, in a multisource one with N magnetrons (being  $N > 1$ ), a usual case in industrial ovens, the process consists on placing a sample inside the oven at a determined distance from one of the magnetron (reference magnetron). Then the efficiency is measured by irradiating the sample with low-power in order to not heating it. The process goes on by varying the distance of the sample with respect to the reference magnetron and estimating the efficiency at each one of the distances. This procedure ends when the point of maximum efficiency is reached. Once this optimum position has been determined, the samples are positioned at it, in order to be heated by means of microwave radiation. This process is applicable for any microwave oven and any material.

**Origen de la Tecnología: Fuente de financiación / Financial source of the technology**

X Proyecto nacional / National project

**Ventajas competitivas / Competitive advantages**

La ventaja es la de proporcionar un ahorro energético y económico mediante el aumento de la eficiencia del proceso de calentamiento y la disminución 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. Por 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.

The main advantage is that this process provides significant energetic (and therefore economic) savings, because it can greatly enhance the efficiency of the microwave heating, allowing better functioning with a fraction of the energy, and reduced operating times. Moreover, this is achieved without the need of adding costly or difficult-to-install external elements to the oven.

An example of the savings that could be achieved with the calibration procedure could be the following. Assuming a cost of 3,473 euro cents per kW/h of electrical power, an improvement of a 70% on the efficiency of a multisource oven used 16 hours per day would suppose yearly savings of €7.000 for a nominal power of 50kW.

**Aspectos innovadores / Innovative aspects**

Hasta ahora, los métodos tradicionales de optimización de hornos microondas no han utilizado un proceso de control automático del posicionamiento de la muestra dentro del horno, sino dispositivos mecánicos como agitadores o discos giratorios para intentar conseguir uniformidad en el calentamiento. Estos métodos son poco eficientes. Nuestras investigaciones demuestran que, con el procedimiento descrito en esta patente, variaciones de pocos centímetros en la posición de la muestra mejoran el rendimiento en torno al 70%

Traditional optimization methods for microwave ovens have not employed an automatic process to control the positioning of the simple in the oven. Instead, mechanical devices like stirrers and spinning discs have been used, in order to try to make the heating as uniform as possible. These methods are not efficient because, as our research shows, slight variations of a few centimetres on the sample positioning can cause efficiency fluctuations of as much as a 70%.

**Estado de la propiedad industrial e intelectual / Current state of intellectual property**

<b>X Patente solicitada / Patent applied</b>	
Comentarios: La patente que se presenta ha sido solicitada como patente de invención con cobertura nacional y ya ha aparecido inscrita en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial el 01/02/2006 con número de expediente 200502214(4).	
Comments: The described procedure is applying for a national patent. It has been inscribed in the Official Bulletin of the Industrial Property, date 01/02/2006, with reference 200502214(4).	

<b>Palabras clave / Keywords</b>	
Optimización Hornos Microondas, Hornos Multifuente, Procesos Industriales Calentamiento, Secado	
Microwave Oven Optimization, Multisource Ovens, Heating in Industrial Processes, Drying.	
<b>Disciplinas científicas en las que se encuadra la tecnología / Scientific domains</b>	
Tecnologías de la Información y de las Telecomunic. X <b>Fabric. industrial, tecnolog. de los materiales y el transporte</b> Otras tecnologías industriales Energía Ciencias físicas y exactas	Agricultura y recursos marinos Industria de la Agroalimentación Medidas y estándares Medioambiente y prevención de riesgos Socioeconomía Ciencias biológicas
Códigos UNESCO: 220210 (ver 3307.08 3307.11 y 12), 221201	
Códigos de Áreas Científicas: Radioondas y microondas, Campos electromagnéticos.	

<b>Grado de desarrollo de la tecnología / Current stage of development of the technology</b>
En fase de desarrollo / Development phase <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisa desarrollo externo: <b>NO</b></li> <li>• Precisa desarrollo interno con financiación externa: <b>SI</b></li> <li>• Tiempo requerido para su desarrollo: <b>&lt;6 meses</b></li> <li>• Etapa de desarrollo actual: Ensayo en planta piloto Prototipo</li> </ul>
<b>X Desarrollada, lista para demostración / Developed, available for demonstration</b>

<b>Tipo de colaboración solicitada / Type of collaboration sought</b>
Acuerdo comercial con asistencia técnica / Commercial agreement with technical assistance
Comentarios <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perfil de la empresa a la que le podría interesar incorporar la tecnología (sector, tamaño, país...): Empresas nacionales o extranjeras del sector de la producción en los que se incluyan procesos de calentamiento y/o secado de materiales. En estos casos la rentabilidad por la aplicación del invento patentado será mayor cuanto más energía destinen al año para alimentar los procesos de secado y /o calentamiento.  Otro tipo de perfil serían las empresas nacionales o extranjeras que directamente fabrican los hornos industriales (o domésticos) para suministrara a las empresas del perfil anterior. Como el coste de implementación del invento es reducida, la rentabilidad será mayor cuanto más sofisticados sean los hornos que se comercializan.</li> <li>▪ Actividad concreta que debe realizar la empresa: Fabricantes de hornos microondas industriales y/o domésticos Empresas que utilicen hornos microondas para secado y/o calentamiento de materiales</li> <li>▪ Coste, tanto de equipamiento como de personal, que le supondría a la empresa incorporar la tecnología</li> </ul>

**Tipo de colaboración solicitada / Type of collaboration sought**

El coste de los dispositivos que se deben incluir y del personal de fabricación, adaptación y calibración del sistema es aproximadamente unos 8.000€/horno cuando éstos son de tipo industrial, por lo que su amortización se puede realizar en aproximadamente un año, dependiendo de la actividad del mismo.

- Cite alguna empresa en la que encajaría claramente la tecnología:

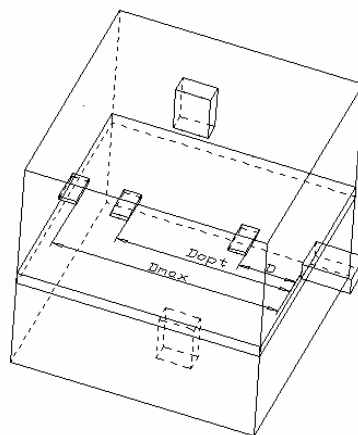
Empresas de producción de mármoles, siliconas y resinas y curtidos, entre otros. Como ejemplo de incorporación del proceso propuesto como nueva tecnología por parte de un fabricante de hornos industriales, se puede pensar incluir de fábrica un mecanismo automático que realice el proceso propuesto. De esta manera el horno podría disponer de un botón de autocalibración en función del material que se vaya a calentar o secar.

**Comments:**

- Type of partner sought (such as: industry, academy, research organization, size, nationality...):  
National or abroad enterprises including heating/drying processes as a part of their production processes.  
National or abroad manufacturers of domestic or industrial microwave ovens.
- Specific area of activity of the partner:  
Industries including heating/drying activities as a part of their production processes.  
Maintenance of industrial microwave ovens.  
Manufacturing of domestic/industrial microwave ovens.

**Sectores empresariales de los potenciales clientes de la tecnología / Industrial sectors of the potential users**

15.7 Fabricación de productos para la alimentación  
17.3 Acabado de Textiles  
19.1 Preparación, curtido y acabado del cuero  
25.2 Fabricación de productos de materias plásticas  
26.2 Fabricación de productos cerámicos  
26.7 Industria de la piedra  
29.1 Fabricación de máquinas, equipo y material  
29.7 Fabricación de aparatos domésticos

**Información adicional / Additional information****Breve Perfil del Grupo de Investigación**

El grupo de investigación fue creado en 1998 para investigar y desarrollar técnicas y procedimientos para

el entorno industrial de calentamiento por microondas, habiendo generado más de 40 artículos de investigación en revistas científicas en el área de electromagnetismo, calentamiento por microondas y control de procesos no lineales. Ha participado en varios proyectos de investigación nacionales y europeos en este campo y desarrollados trabajos de consultoría técnica y desarrollo para empresas del sector. Sus actuales campos de investigación abarcan los procesos de secado, diseño de dispositivos de microondas, técnicas de optimización en electromagnetismo y sensorización industrial.

The researching group was created in 1998, with the aim of studying and developing new techniques and procedures to be applied in the microwave-driven heating and drying field. The research results of the group have generated more than 40 works that have been published in relevant scientific journals on the areas of electromagnetism, microwave-driven heating and non-linear process control. The group has participated in numerous Spanish and European research consortiums and projects, and their members have worked in technical consulting and development for microwave-related enterprises. The scope of its research includes microwave-driven drying processes, design of microwave devices, optimization techniques applied to electromagnetism and industrial sensorization.

#### **Datos de Contacto**

Juan Monzó Cabrera  
Universidad Politécnica de Cartagena  
Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones  
Campus Muralla del Mar s/n 30.202 Cartagena (Murcia)  
e-mail: [Juan.Monzo@upct.es](mailto:Juan.Monzo@upct.es) Telf: +34 968326533