

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SECADOR CONTINUO DE ASERRÍN DE MADERA, UTILIZANDO TECNICAS MIXTAS DE SECADO <sup>1</sup>

Ricardo Andrés Korpyz <sup>2</sup>; Francisco Gabriel Timez <sup>3</sup>; Pablo Jonathan Scherf <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Proyecto final de Ingeniería Electrónica.

<sup>2</sup> Director de Proyecto, Ingeniero Electrónico, Ricardo Andrés Korpyz, [korpyz@fio.unam.edu.ar](mailto:korpyz@fio.unam.edu.ar)

<sup>3</sup> Autor del Proyecto, Estudiante de Ing. Electrónica, Francisco Gabriel Timez, [franciscotimez@gmail.com](mailto:franciscotimez@gmail.com)

<sup>4</sup> Autor del Proyecto, Estudiante de Ing. Electrónica, Pablo Jonathan Scherf, [scherfpablo@gmail.com](mailto:scherfpablo@gmail.com)

## Resumen

La industria local utiliza biomasa como combustible en gran cantidad de procesos. La mayoría de estas no realizan un tratamiento previo al material lo que resulta en un consumo poco eficiente del recurso.

En este proyecto busca la mejora en la utilización del aserrín de madera. Las técnicas de secado de aserrín de madera y otros componentes similares (materiales particulados con alto contenido de humedad) incluyen una rama muy amplia de métodos practicables, pero no igualmente eficientes.

En este proyecto se busca encausar dos métodos distintos, aprovechando las mejores características de cada uno de ellos.

En primer lugar, tenemos la utilización de microondas que tiene la particularidad de transmitir de manera eficiente la energía eléctrica a ondas electromagnéticas y luego a energía térmica, gracias a la gran cantidad de agua contenida en las partículas del material trabajado.

Por otro lado, una vez que el material particulado ha alcanzado una temperatura cercana a la de evaporación, se le aplica un flujo de aire caliente y seco para finalizar el proceso de extracción de humedad.

**Palabras Clave:** *Microondas – Aserrín de madera – Circulación forzada de aire – Secado*

## Introducción

Teniendo en cuenta una realidad regional, considerando el tamaño de la industria maderera y con ésta el volumen de desechos biomásicos generados en materia de aserrín y viruta, se parte de la necesidad de hacer el uso eficiente de este recurso energético ya que es ampliamente utilizado en hornos y secaderos, en las industrias del té, la yerba, el ladrillo y además como fuente de generación de energía eléctrica en calderas.

En base a una investigación anticipada se pudo determinar que el rendimiento del aserrín, a la hora de utilizarlo como combustible varía en gran medida respecto a la humedad contenida en el mismo, sabiendo esto, se indagó sobre distintas técnicas de secado.

El proyecto se basa en la aplicación del sistema en una industria cerámica, en la que particularmente se dispone de aire caliente y seco en grandes volúmenes provenientes del proceso de enfriado de los ladrillos, luego de la quema.

Partiendo de un abanico de sistemas de secado para materiales particulados, e investigando basándonos en criterios como costos, factibilidad, recursos tecnológicos disponibles, recursos energéticos disponibles, estado del arte, simplicidad del proceso, eficiencia y la posibilidad de diseñar un proceso continuo, llegamos a que la combinación del uso de microondas y ventilación forzada de aire podría representar una respuesta adecuada a las necesidades.

Cabe destacar que para alcanzar un porcentaje de humedad relativamente bajo es primordial que el sistema en su conjunto tenga manejo sobre variables, como el flujo y temperatura de aire, la humedad inicial y final del aserrín y la potencia entregada/consumida por el sistema de microondas.

### **Metodología**

Partiendo de la búsqueda de una mayor eficiencia del uso del combustible, básicamente se tienen las siguientes etapas: determinación de la base del problema, investigación sobre el estado del arte, análisis y selección de un sistema, construcción de un prototipo, ensayos, resultados y conclusiones.

A continuación se analizan cada una de estas etapas.

Determinación de la base del problema. Basados en la experiencia brindada por la industria local e investigando sobre los parámetros que influyen en el rendimiento y la eficiencia del uso de aserrín como combustible, se logró concluir que la humedad contenida en el material influye negativamente, dando rindes hasta 50% menores (comparando producto seco y producto húmedo). Por esta razón el trabajo se orienta al secado del aserrín.

Estado del arte. Existen gran cantidad de máquinas en el mercado que podrían ser destinadas al secado de aserrín, cada una de ellas con funcionamientos conceptualmente distintos. Los sistemas más extendidamente usados consisten en el uso de ciclones, tubos rotatorios, lecho fluidizado de partículas, sistemas centrífugos, microondas, prensado y otros no tan conocidos.

Análisis y selección de algún sistema disponible. Evaluando formas constructivas, conceptos en el funcionamiento y velocidad del proceso se optó por realizar una combinación de dos sistemas que son, primero microondas y segundo lecho fluidizado de partículas. Estas se suceden en dos etapas consecutivas. Primeramente la aplicación de microondas es llevada a cabo con el fin de aumentar la temperatura del aserrín. Si se tiene conocimiento del funcionamiento de un microondas comercial es muy sencillo entender que este sistema permite una rápida elevación de la temperatura, que es justamente lo que se busca. Luego, en el proceso de evaporación se recurre al sistema de lecho fluidizado<sup>1,2</sup>, este consiste en aplicar aire desde la base del colchón de aserrín, con una intensidad suficiente para hacer que el colchón de aserrín adquiera propiedades de fluido y se deslice por peso propio, en este punto no es tan significativo el hecho de que el aserrín adquiera la propiedad mencionada, sino que para que se adquiera esta propiedad debe haber un grado muy elevado de contacto entre el aire y el aserrín generando un flujo turbulento que mejora la velocidad del proceso de evaporación.

Construcción de un prototipo. Para la construcción de la cavidad donde se aplican las microondas se tuvo en cuenta, muy detalladamente, las dimensiones de la misma para que

no se presenten fugas de radiación electromagnética. En esta etapa, se realizó una profunda investigación en cuanto a dimensiones y luego, con el conocimiento adquirido, se buscó obtener los mejores resultados posibles a través de simulaciones por computadora.

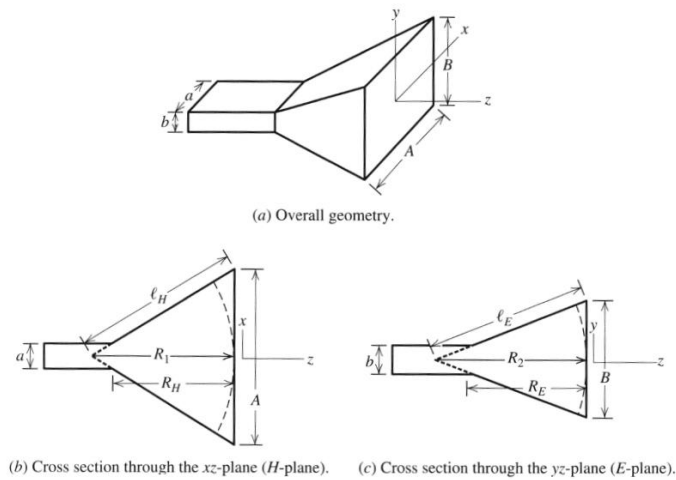


Figura 1. Parámetros de diseño de una guía de ondas utilizada en la etapa de aplicación de microondas.

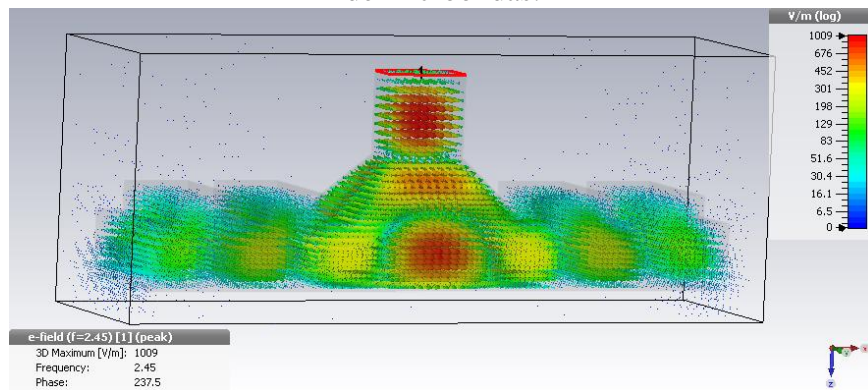


Figura 2. Simulación del prototipo a escala de la etapa de aplicación de microondas. Simulado en CST Studio. En la figura se aprecia la simulación del campo eléctrico.

Para la etapa de aplicación de ventilación forzada de aire se llegó a determinar que el proceso más eficiente en las condiciones establecidas de trabajo, consiste en generar un lecho fluidizado, este sistema aumenta el contacto directo del fluido (en este caso aire) con el material particulado que se desea secar (aserrín de madera).

Ensayos. Una vez que se cuenta con el prototipo los ensayos consisten en hacer circular aserrín en las condiciones normales (a las que llega a una industria) y evaluar parámetros como consumo energético, temperatura de trabajo, porcentaje de humedad extraída y aproximación de la mejora energética obtenida. Para esto se hará trabajar al prototipo variando velocidades, potencia aplicada en microondas, cantidad de aire suministrado y temperatura tanto del material particulado como del aire introducido en el proceso.

Resultados y Conclusiones. Por el momento no se poseen resultados, ya que el prototipo se encuentra en etapa de construcción.

## **Resultados y Discusión**

Hasta ahora se mencionó que el proceso seleccionado tiene una velocidad de ejecución alta. Sin embargo un aspecto muy fundamental es la eficiencia del proceso y la exigencia en recursos energéticos, con el prototipo además de evaluar la funcionalidad del sistema es importante evaluar su factibilidad, ya sea refiriéndonos a los componentes necesarios o a el consumo de energía eléctrica utilizada en el magnetrón (generador de microondas) y en el sistema de ventilación.

## **Conclusiones**

El sistema planteado busca lograr su objetivo con la aplicación de dos conceptos muy importantes a la hora de diseñar un sistema de secado, ya que la evaporación del agua está ligada a las condiciones en la que se encuentra el material a secar y el ambiente que lo rodea. Separando en etapas los procesos de elevación de la temperatura y de deshumidificación se busca mejorar la eficiencia de cada uno de dichos procesos. Por otro lado, a pesar de que el sistema aparenta ser complejo, tiene un funcionamiento sencillo que lo hace fácilmente aplicable.

## **Referencias**

<sup>1</sup> Moreno 1998; Moreno 1990

<sup>2</sup> Electrónica aplicada a los sistemas de comunicación. Frezel Luis E.