

## OFERTA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

### 1. Título para describir la oferta. CASTELLANO

**Caracterización de sustancias alimenticias mediante circuitos electrónicos fabricados con impresión 3D**

### 2. Título para describir la oferta. INGLÉS

Characterization of food substances by means of electronic circuits made with 3D printing with 3D printing

### 3. Subtítulo para explicar en brevemente la oferta. CASTELLANO

Estructuras que integran circuitos electrónicos fabricadas mediante técnicas de impresión 3D que permiten la caracterización de sustancias alimenticias para la obtención de datos a tiempo real in situ y a un precio competitivo.

Sustancias alimenticias como la molienda de oliva o el café en el interior de una cápsula tienen un contenido de agua que es posible determinar mediante circuitos electrónicos.

Los mismos principios y tecnologías podrían ser de aplicación en silos para almacenamiento de cereales o piensos, o en la industria del envasado de especias, por ejemplo.

### 4. Subtítulo para explicar en brevemente la oferta. INGLÉS

Structures integrating electronic circuits manufactured by 3D printing techniques that allow the characterization of food substances for obtaining real-time data in situ and at a competitive price.

Food substances such as olive milling or coffee inside a capsule have a water content that can be determined by electronic circuits.

The same principles and technologies could be applied in silos for grain or feed storage, or in the spice packaging industry for example.

## 5. Descripción de la Tecnología y/o Conocimiento a transferir

Modelo HF: consiste en un circuito cuya respuesta en alta frecuencia (en el rango de los gigahercios) se ve afectada por la presencia del contenido en agua de la sustancia que se desea caracterizar. En la figura se aprecia un prototipo del dispositivo de medida.

Consiste en una línea de transmisión con dos conectores de entrada y salida. La respuesta de la línea de transmisión se ve afectada por la sustancia con la que se rellena el pequeño depósito sobre la misma. Las propiedades dieléctricas del agua modifican sustancialmente el comportamiento de la línea de transmisión. Midiendo dicho comportamiento modificado es posible determinar el contenido en agua de la sustancia que rellena el prototipo.

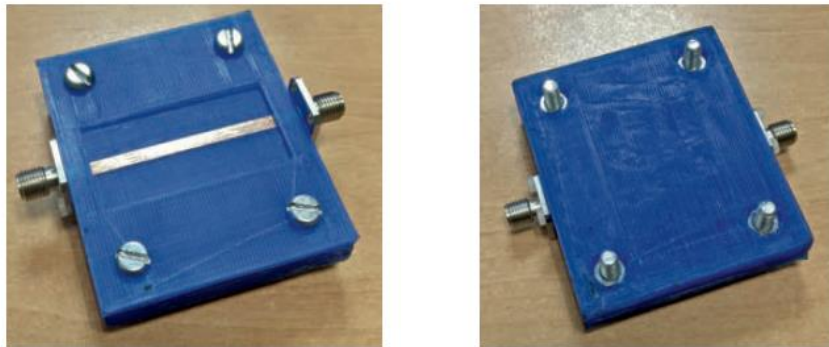


Figura 1. Vista superior no cubierta (izq.) e inferior (der.) del dispositivo de medida del rendimiento en aceite. La masa de molienda debe recubrir la línea microstrip y hacer de sustrato de la línea de transmisión.

Modelo LF: consiste en un condensador cuya respuesta en baja frecuencia (en el rango de los kilohercios) se ve afectada por la presencia del contenido en agua de la sustancia que se desea caracterizar. El condensador está formado por dos superficies conductoras (metálicas) entre las que se inserta la sustancia cuyo contenido en agua se desea medir. La capacidad del condensador es tanto mayor cuanto mayor es el contenido en agua en la sustancia. Midiendo electrónicamente el valor de la capacidad es posible determinar la cantidad de agua presente entre los dos conductores.



Figura 2. Vista superior (izq.) e inferior (der.) de un condensador (una cápsula de café) cuya capacidad puede medirse externamente por medios electrónicos para determinar el contenido en agua dentro de la misma

## 6. Grado de desarrollo de la Tecnología y/o conocimiento

Modelo HF:

**Grado de desarrollo:**

- Concepto
- Investigación
- Prototipo-Lab
- Prototipo Industrial
- Producción

Modelo LF:

**Grado de desarrollo:**

- Concepto
- Investigación
- Prototipo-Lab
- Prototipo Industrial
- Producción

## 7. Descripción de las posibles aplicaciones de la tecnología y/o conocimiento

Como sectores con una evidente aplicación comercial cabe citar fundamentalmente dos: la agricultura por un lado y dentro del sector industrial, empresas de envasado o procesado de alimentos.

En el caso de la agricultura, pequeños productores de oliva podrían obtener una medida del rendimiento en aceite de su explotación con anterioridad a que dicho rendimiento se determinara en la almazara.

En el caso de empresas dedicadas al envasado de alimentos, el dispositivo podría integrarse dentro de la propia línea de producción, proporcionando una medida continua del contenido en agua del alimento que se envasa.

La tecnología 3D permite adecuar las características del prototipo de sensor a las necesidades del usuario, en cuanto al tipo de sustancia o al continente de la misma.

## 8. Ventajas y aspectos innovadores de la tecnología

Las soluciones actuales para determinar el contenido en agua de una sustancia suelen pasar por el empleo de espectrometría en el infrarrojo cercano. Los equipos no son económicos y proporcionan información adicional al contenido en agua.

Se plantea como propuesta un dispositivo sencillo y económico, que emplea de base una tecnología de bajo coste para obtener la medida del contenido en agua de una sustancia, atendiendo a cómo el

agua cambia el comportamiento eléctrico de circuitos en los que la sustancia con agua forma parte de los mismos.

Este dispositivo podría ser adquirido por pequeños agricultores o integrado en una cadena de envasado de alimentos, y permitiría la medida in situ y en tiempo real del contenido en agua de la sustancia a caracterizar.

Las ventajas competitivas del dispositivo que se plantea son: sencillez, precio, diseño adaptable a cualquier necesidad, medida instantánea.

**9. Proyectos de investigación pública y/o contratos con empresas que han ayudado en el desarrollo de esa tecnología y/o conocimiento**

**10. Situación de los derechos de propiedad industrial o intelectual**

Por el momento la propuesta que se plantea no ha sido publicada ni protegida en forma alguna. Existen publicaciones relacionadas con el tema que se listan a continuación:

Relacionada con la implementación de circuitos de alta frecuencia mediante técnicas de impresión 3D (publicación del propio grupo de investigación):

[1] H. García-Martínez H., E. Ávila-Navarro, G. Torregrosa-Penalva, A. Rodríguez-Martínez, C. Blanco-Angulo, and M. A. de la Casa-Lillo. 2020. "Low-Cost Additive Manufacturing Techniques Applied to the Design of Planar Microwave Circuits by Fused Deposition Modeling." *Polymers* 12 (9). doi:10.3390/POLYM12091946.

Relacionada con medidas y caracterización de la permitividad dieléctrica de materiales mediante técnicas de radiofrecuencia:

[2] J. D. Gutierrez-Cano , P. Plaza-Gonzalez, A. J. Canos, B. Garcia-Banos, J. M. Catala-Civera, and F. L. Penaranda-Foix. 2020. "A New Stand-Alone Microwave Instrument for Measuring the Complex Permittivity of Materials at Microwave Frequencies." *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 69 (6): 3595-3605. doi:10.1109/TIM.2019.2941038.

Relacionada con la caracterización de sustancias alimenticias mediante técnicas de radiofrecuencia:

[3] S. Velasquez, N. Peña, J. C. Bohórquez, and N. Gutiérrez. 2018. "Determination of the Complex Permittivity of Cherry, Pulped, Green, and Roasted Coffee using a Planar Dielectric Platform and a Coaxial Probe between 0.3 and 6 GHz." *International Journal of Food Properties* 21 (1): 1332-1343. doi:10.1080/10942912.2018.1490320.

**11. Palabras Clave. CASTELLANO**

Caracterización sustancia alimenticia, contenido agua sustancia alimenticia, especias, cereales, pienso, oliva, café

**12. Palabras Clave. INGLÉS**

Characterization food substance, water content food substance, spices, cereals, animal feed, olive, coffee

**13. PDI con el que se haya colaborado en materia de transferencia**

- Ernesto Ávila Navarro
- Héctor García Martínez

**14. Área de conocimiento**

- Agricultura y Alimentación
- Arte y Patrimonio
- Ciencias de la Salud y Biotecnología
- Medio Ambiente y Desarrollo sostenible
- Ciencias Sociales y Humanidades
- Ciencias Jurídicas
- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
- Ingeniería y Tecnologías Industriales
- Tecnología de los materiales

**15. Contacto**

*Nombre persona de contacto:* Germán Torregrosa Penalva

*Cargo:* Profesor Titular de Universidad

*Grupo/centro/Instituto de investigación al que pertenece:* Grupo de investigación de Sistemas de Radiofrecuencia en la Escuela Politécnica Superior de Elche y Centro de Investigación en Ingeniería I3E – UMH

*Teléfono:* +34 966 65 88 68

*Mail:* [gtorregrosa@umh.es](mailto:gtorregrosa@umh.es)

*Web:*

<https://i3e.umh.es>

<https://i3e.umh.es/pagina-personal/?idp=gtorregrosa>