

DISPOSITIVO DE CÓDIGO ABIERTO PARA MEDICIÓN DE ENERGÍA SUPERFICIAL

W. Reiner ⁽¹⁾, R.A. Olivera ⁽²⁾

wreiner@inti.gob.ar aolivera@inti.gob.ar

⁽²⁾ Departamento de Gestión de Diseño, D.T. Diseño Industrial - INTI,

⁽¹⁾ Departamento de Celulosa y Papel - INTI,

Palabras Clave: Open Source; Energía superficial; Código abierto; Hardware libre

INTRODUCCIÓN

Desde el Departamento de Celulosa y Papel junto al Laboratorio de Prototipos de la Dirección Técnica de Diseño Industrial buscamos desarrollar un dispositivo de bajo costo y de código abierto, (de acuerdo con las normas de la Open Source Hardware Association [1]), para realizar la medición de la energía superficial en diferentes sustratos. Realizamos el primer prototipo para evaluar su desempeño y obtener la documentación para compartir. Como antecedente se puede citar el desarrollo de un sistema de bajo costo para medición de mojabilidad superficial de sustratos usados en envases [2] realizado junto a INTI Procesos Superficiales (Menéndez et.al., 2017).

OBJETIVOS

Con el desarrollo de este dispositivo se buscó no solo contar con una herramienta para realizar asistencias técnicas a empresas, sino también documentar y compartir en formato físico y online la información y datos para la reproducción del prototipo para la medición de la energía superficial sobre cualquier material no poroso, ya sea un laboratorio pequeño, un establecimiento educativo o un/a investigador/a independiente, a un costo accesible.

DESARROLLO

El desarrollo propuesto se basa en una técnica para la medición de la energía superficial que consiste en la deposición de una gota sobre un material no poroso al cual se le toma una fotografía para facilitar el análisis de los ángulos y así poder calcular la energía superficial. Para lograr un mejor contraste en la fotografía, se utiliza por detrás de la gota una fuente de iluminación difusa por medio de una pantalla y una linterna LED.

El dispensado mecánico de la gota es el resultado de un desarrollo anterior a este dispositivo, en el que diseñamos al porta pipeta

y el sistema mecánico de activación con una placa Arduino, un motor paso a paso e impresión

3D. Este desarrollo resultó ser un factor clave, ya que permitió la automatización de la pipeta, eliminando así las variaciones del operario y obteniendo una menor dispersión. Para conseguir resultados repetibles, controlables y predecibles se armó el dispositivo con dos velocidades de dispensado diferentes.



Figura 1: vista general del dispositivo

El funcionamiento del dispositivo es posible por medio de electrónica de hardware libre. Se optó por el uso de un Arduino nano que, gracias a su pequeño tamaño, esta placa electrónica utiliza un microcontrolador reprogramable mediante la IDE Arduino, y a través de sus pines de salida y entrada, es posible controlar los pasos del motor, el sensor de fin de carrera, el botón, el potenciómetro y la pantalla LCD.

Para que sea posible su acceso y alta replicabilidad, se decidió que además del uso de hardware y software libre, los componentes fueran accesibles, universales y económicos. Las partes del conjunto que no se podían conseguir o necesitaban un gran grado de personalización fueron modeladas y fabricadas por tecnología de manufactura aditiva, también

conocida como impresión 3D, en tecnología FDM [3].



Figura 2: Despiece de partes componentes del dispositivo.

RESULTADOS

Para la comprobación de la efectividad del dispositivo se realizó una evaluación con cinco operadores diferentes, las pruebas fueron realizadas sobre PP (polipropileno) y PTFE (politetrafluoroetileno) dado que poseemos información bibliográfica sobre las propiedades a evaluar (ángulos específicos con los líquidos que se emplearon, y sus componentes polares, no-polares y sus energías superficiales) [4][5]. Llevando a cabo ensayos con diferentes operarios obtuvimos resultados óptimos, ya que los mismos cumplieron con los criterios de reproducibilidad y repetitividad.

Tabla con ángulos de contacto

Op.	PP H ₂ O*	PTFE H ₂ O*	PP DII*	PTFE DII*
1	101,204	108,1	48,26	82,796
2	99,462	108,146	60,084	83,664
3	102,706	107,73	40,2	78,82
4	100,766	109,496	49,158	80,45
5	104,072	108,57	52,564	85,814

(*) Grados

Tabla de energías superficiales

Op		PTFE	PP
1	1	16,51 mN/m	35,26 mN/m
	2	15,29 mN/m	35,84 mN/m
2	1	16,14 mN/m	28,71 mN/m
	2	14,83 mN/m	27,92 mN/m
3	1	18,35 mN/m	39,83 mN/m
	2	17,49 mN/m	33,1 mN/m
4	1	17,44 mN/m	34,75 mN/m
	2	16,78 mN/m	35,19 mN/m
5	1	15,19 mN/m	32,9 mN/m
	2	13,74 mN/m	33,62 mN/m

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El primer prototipo del dispositivo funcionó correctamente y las pruebas que se realizaron dieron excelentes resultados, cabe aclarar que el dispositivo ya está operativo para brindar servicios a terceros. Consideramos que como primer intento es muy satisfactorio, queda a partir de ahora mejorar algunos aspectos menores del diseño, finalizar la producción de la documentación para compartir en el repositorio y esperar los comentarios o iteraciones con otros usuarios, para ir construyendo con estas mismas y encontrar mejoras que puedan hacer crecer el proyecto, colaborar con más científicos y la industria nacional.

AGRADECIMIENTOS

A Rodrigo Ramírez, Cecilia Dorado y Marcelo Novaresi por las revisiones, asesoramiento y consejos, a Ladislao Zorrilla, y Manuel Gogolino por la asistencia técnica en diseño e impresión 3D y a todos los que participaron en el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Open Source hardware Association, Definición en español, <https://www.oshwa.org/definicion/spanish>
- [2] Menéndez, D., Reiner, W., Gogolino, M, Sistema de bajo costo para medición de mojabilidad superficial de sustratos usados en envases, https://app.inti.gob.ar/greenstone3/sites/localsite/collect/nuevadc/index/assoc/TecnolINT/I2017-15/6_pdf.dir/doc.pdf
- [3] Hubs, What is FDM (Fused Deposition Modeling) 3D printing?, Hubs.com, <https://www.hubs.com/knowledge-base/what-is-fdm-3d-printing/>
- [4] D. P. Subedi, Contact Angle Measurement for The Surface Characterization of Solids
- [5] J. Schultz, K. Tsutsumi, J.B. Donnet, Surface Properties of High-Energy Solids