

## Determinación del ángulo de contacto de un líquido sobre un sólido mediante una técnica de digitalización de imagen

Menéndez, Diego; Miguez Marina; Niño Gomez Alicia

©INTI-Procesos superficiales

### Introducción

Los defectos superficiales en recubrimientos orgánicos tienen su origen entre otros motivos en la alta tensión superficial de los mismos en estado líquido.

Para que el recubrimiento presente un buen desempeño en estado líquido, debe tener una tensión superficial menor que la del sustrato, en ese caso se logra una buena humectación y adherencia al sustrato.

Para medir estas propiedades se puede determinar separadamente la tensión superficial del líquido y la del sustrato, pero también se pueden determinar a través del ángulo de contacto de una gota depositada sobre el mismo.

Existen equipos comerciales como los goniómetros que permiten esta medición.

Otra manera de obtener el ángulo de contacto, es procesando una imagen digital de una gota mediante el proceso de un algoritmo de segmentación de imagen.

### Metodología desarrollada

Para tal objetivo se desarrolló un software en Visual Basic aplicando el algoritmo de Jensen-Shannon [1] el cual determina la matriz divergencia de los niveles de gris de los píxeles que componen la imagen.

Esta matriz divergencia le asigna a cada píxel de la imagen dos valores, por un lado el máximo valor JS (Jensen-shannon) y por otro la orientación hacia la cual ese valor JS es máximo, pudiendo determinar con esta información los cambios de textura de la imagen con el fin de detectar el contorno de la gota.

Para el desarrollo del software se asumió que el contorno de una gota puede ser aproximado con el perímetro de un semicírculo.

Con tres puntos del contorno es posible obtener la ecuación de la circunferencia, a partir de ella se puede determinar el radio de la misma y la cuerda que une los extremos del perfil de la gota.

Con la obtención de ambos parámetros (radio y cuerda) y mediante el uso de relaciones trigonométricas se determina el ángulo de contacto.

Se eligió trabajar sobre una gota de barniz utilizado como recubrimiento interno en envases, sobre una superficie de hojalata simulando un caso práctico en la fabricación de envases, debido a la importancia del barniz en cumplir con requisitos específicos de mojabilidad.

Para la obtención de la imagen de la gota del barniz se adaptó un microscopio con cámara de video acoplada de modo de obtener una imagen con el mayor contraste posible. Ello se logró interponiendo la gota entre la lente de la cámara de video y la fuente de luz. Además se usó un difusor entre la fuente de luz y la gota, como indica el siguiente esquema:

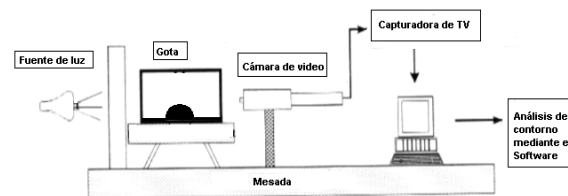


Fig. 1: Esquema de obtención de la imagen.

Se utilizó una lupa estereoscópica marca Olympus con una cámara de video SONY ExwaveHAD.

La cámara de video se conectó a una capturadora de TV.

Se filmó un video y se extrajeron del mismo los cuadros de imagen a intervalos de tiempo fijos, determinando el ángulo de contacto en cada uno de ellos y registrando su variación a medida que el secado de la gota de barniz se sucedía.

En la Fig. 2 se observa la imagen de una gota a un determinado tiempo.

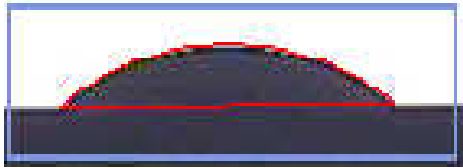


Fig. 2: Fotografía de la gota.

En la Fig. 3 se muestra la imagen de la interface de usuario desarrollada.

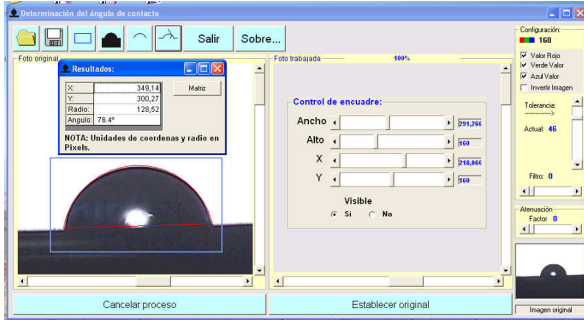
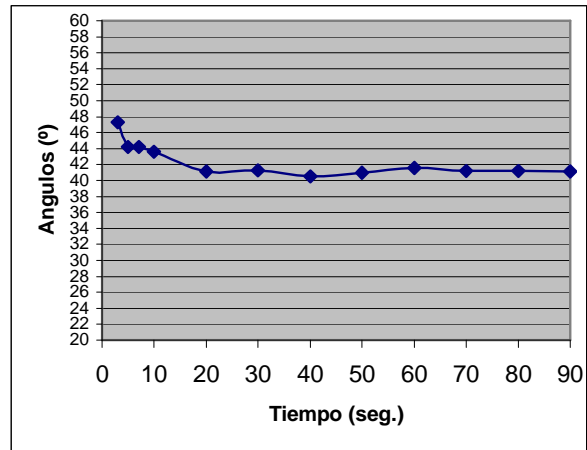


Fig. 3: Interfase de usuario.

## Resultados

Las mediciones del ángulo de contacto se muestran en la siguiente tabla.

| Barniz 2745A                       |           |
|------------------------------------|-----------|
| Volumen de gota:<br>(0,07 $\mu$ l) |           |
| tiempo (seg)                       | ángulo(°) |
| 3                                  | 47,3      |
| 5                                  | 44,2      |
| 7                                  | 44,2      |
| 10                                 | 43,6      |
| 20                                 | 41,1      |
| 30                                 | 41,3      |
| 40                                 | 40,5      |
| 50                                 | 41        |
| 60                                 | 41,6      |
| 70                                 | 41,2      |
| 80                                 | 41,2      |
| 90                                 | 41,1      |



## Conclusiones

La rapidez y precisión del método desarrollado frente a los métodos tradicionales permite su aplicación en una amplia variedad de sistemas.

## Referencias

- [1] C. Atae-Allah, M. Cabrerizo-Vilchez, J. F. Gómez-Lopera, J. A. Holgado-Terriza, R. Román-Roldán y P. L. Luque-Escamilla, "Measurement of surface tension and contact angle using entropic edge detection.  
nombre del autor de contacto – [maqui@inti.gov.ar](mailto:maqui@inti.gov.ar)