

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS EN ROBÓTICA CON SISTEMAS LÁSER Y ULTRASONIDO APLICADAS A LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

N. Alcalá Ochoa^a, G. Mendiola Anda, M. Mora González, L. Martínez Escobedo^a,
J. C. Solano^b.

^a. Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. Loma del Bosque 115. Lomas del
Campestre, León Guanajuato, México. alon@cio.mx

^b. CIDESI Playa Pie de la Cuesta No. 702. Desarrollo Habitacional San Pablo Querétaro

1. RESUMEN

Se ha detectado que los tanques de almacenamiento con más de 10 años de uso dinámico presentan en un alto porcentaje un serio agrietamiento en los cordones de soldadura, o bien adelgazamiento del espesor de pared, lo cual puede ocasionar riesgos de accidentes catastróficos. Por tal motivo éstos deben ser inspeccionados cumpliendo con los requisitos de seguridad e higiene trazadas por la normatividad existente. El Centro de Investigaciones en Óptica (CIO) y el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) plantearon la necesidad de desarrollar un proyecto conjunto que hiciera uso de las capacidades de ambas instituciones. Se acordó desarrollar un dispositivo basado en técnicas ESPI para medir los grosores e inspeccionar la posible existencia de grietas de superficies metálicas ferromagnéticas. Se ha desarrollado un sistema ESPI para inspeccionar fracturas *in-situ*, que no presenta decorrelación aún en posición vertical, montado sobre un vehículo con ruedas magnéticas.

2. ANTECEDENTES

Se ha detectado que los tanques de almacenamiento con más de 10 años de uso dinámico presentan en un alto porcentaje un serio agrietamiento en los cordones de soldadura, o bien adelgazamiento del espesor de pared, lo cual puede ocasionar riesgos de accidentes catastróficos. Por tal motivo éstos deben ser inspeccionados cumpliendo con los requisitos de seguridad e higiene trazadas por la normatividad existente. Bajo una determinada normatividad, procedimiento o especificación cada compañía nacional debe realizar inspecciones periódicas, de acuerdo a las exigencias de la *Secretaría del Trabajo y Previsión Social*, tales como pérdida de espesor por corrosión o detección de grietas en los tanques de almacenamiento que muy frecuentemente contienen fluidos a alta presión o sustancias peligrosas, con el fin de evitar accidentes catastróficos.



Fig. 1



Fig. 2

Por ejemplo, la inspección de *tanques de almacenamiento*, que se realiza generalmente utilizando métodos manuales, requiere de personal humano, andamios y escaleras para realizar las maniobras de medición. Claramente, el riesgo de sufrir accidentes, como resbalones o caídas, es muy alto (Fig. 1).

Otro caso de igual importancia es la *inspección de carros tanque* para el transporte terrestre de gas l.p. y amoníaco. El ambiente amargo causa adelgazamiento en las paredes metálicas, que aunado a combinación de parámetros como el tipo de material de fabricación, la edad del tanque o años de operación y si el autotanque ha sufrido reparaciones pueden ser causa de fisuras y por consiguiente de accidentes (Fig. 2).

3. ¿QUÉ SIGNIFICA ESPI?

La interferometría electrónica de patrones de moteado (ESPI) es un método óptico no destructivo basado en iluminación láser y sistemas optoelectrónicos de captura de datos cuyo diseño determina la sensibilidad a las diferentes componentes del desplazamiento; pudiendo hacerlo sensible a componentes fueran del plano, en el plano, e incluso a funciones de ellas mismas, como sus primeras y segundas derivadas (Fig. 3).

Así, ESPI permite la detección en campo completo de los desplazamientos de un objeto de prueba. Como los defectos internos y externos introducen anomalías en los desplazamientos, éstos son traducidos en anomalías del patrón de franjas observado; por ejemplo, la discontinuidad de las franjas en la Fig. 4 sugiere la existencia de una fractura.

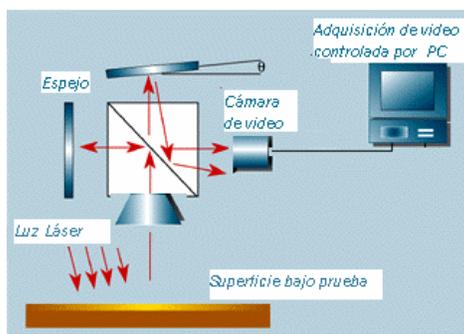


Fig 3. Ejemplo de un ESPI

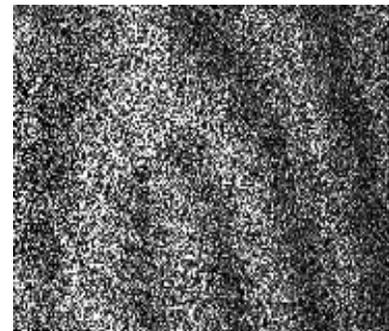


Fig. 4 Franjas obtenidas con el ESPI

4. INSPECCIÓN CON ESPI

La apariencia granular de un objeto cuando es iluminado por luz coherente es llamada efecto de moteado [1]. El principio detrás de ESPI [2] requiere que para pequeños desplazamientos o deformaciones de la superficie, la intensidad de esparcimiento en el área de observación permanezca constante. Esto implica que la posición de cada mota permanece substancialmente en el mismo lugar. Por consiguiente, la fase de cada mota en el plano de la imagen (la retina del ojo o la película en una cámara fotográfica o el fotosensor de una CCD) contiene información debido al movimiento de la superficie. Si un segundo frente de onda, mutuamente coherente, se suma al patrón de moteado, éste actúa como una referencia de fase. La intensidad de cada mota es entonces una función de la relación de la fase entre los dos frentes de onda que a su vez se relacionan con la deformación de la superficie. La deformación de la superficie puede verse entonces como una diferencia en intensidades de moteado, esto es, la diferencia entre dos patrones de moteado, uno registrado antes de la deformación y el segundo registrado después de la deformación. En regiones donde la superficie no se ha movido, las motas mantienen su intensidad original; en otra parte la intensidad de la mota

varía. Los dos patrones de moteado normalmente se comparan (o correlacionan) mediante la suma, sustracción o la multiplicación de intensidades. Las diferencias entre los patrones de moteado son reveladas mediante franjas claras y oscuras que corresponden a los sitios de diferencia de la fase igual entre los dos frentes de onda. Esta diferencia de fase se relaciona con la diferencia de camino óptico introducido por el movimiento de la superficie.

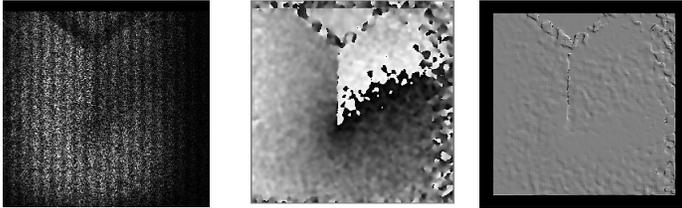


Fig. 5 Proceso automático de inspección de fracturas.



Fig. 6 Experimentos en campo

5. CONCLUSIONES.

Se ha desarrollado un sistema ESPI para inspeccionar fracturas *in-situ*, que no presenta decorrelación aún en posición vertical, montado sobre un vehículo de ruedas magnéticas.

6. REFERENCIAS

1. K.J. Gasvik, *Optical Metrology*, John Wiley & Sons, Chichester, 1987.
2. R. Jones and K. Wykes, *Speckle and Holographic Interferometry*, CUP, London, 1989.