

DIFRACCIÓN DE LA LUZ EN LIQUIDOS EN MOVIMIENTO : OBSERVACION DE LAS FIGURAS DE LISSAJOUS

*M. Lomer, J.C. Flores Varela, J. Echevarría, J.L. Arce, F.J. Magruda, J.M. López Higuera
Grupo de Ingeniería Fotónica, E.T.S.I.I. Telecomunicación
Universidad de Cantabria. Avda. Los Castros s/n 39005 Santander
Tfno. 942-201495 Fax 942-201873 E-mail: lomer@teisa.unican.es*

En general, los líquidos son materiales que se adaptan al recipiente que los contiene, pueden mantener su posición de reposo a pesar que el recipiente no mantenga el paralelismo. Si se aplica un movimiento vibratorio sostenido al recipiente, éste transmite el movimiento al líquido, generándose ondulaciones que se desplazan longitudinalmente al sentido de propagación inicial. Las ondas que llegan al límite del recipiente retornan por el choque con la pared, de sentido opuesto, por lo que se generan ondas estacionarias. Estas ondas pueden ser observadas a simple vista. En determinadas condiciones, también se pueden generar ondas estacionarias transversales.

Es muy conocido el fenómeno de difracción de la luz en el agua. En efecto, cuando se hace incidir un haz de luz coherente sobre su superficie, se observa con toda nitidez el efecto de la refracción. La luz pasa a un medio más refringente. Esto es caracterizado aplicando las leyes de Snell - Descartes, donde el ángulo de refracción es $r = \text{sen}^{-1}((1/n) \text{sen} i)$. El ángulo i varía entre $\pm \pi/2$. Para un líquido como el agua ($n = 1.33$), r estaría comprendido entre 0 y $\pm 48.75^\circ$.

Cuando el líquido está en movimiento, las ondas estacionarias del agua tienen una periodicidad que depende de la fuente que las genera, éstos pueden ser del orden del milímetro. Si se ilumina éstas ondas, los fenómenos de difracción están presentes, pero será diferente al estado de reposo. Si la cantidad de ondulaciones, que pueda iluminar el haz, es importante, esto se podría tratar como una red de difracción. La ecuación de la red, adaptada al líquido en movimiento, es :

$$n \text{ sen } r = \text{sen } i + \frac{\lambda}{\Lambda} p$$

donde λ es la longitud de onda de la luz, Λ el periodo de la ondulación en el líquido y p el orden de difracción.

El dispositivo experimental para la generación de ondas en el agua es el mostrado en la figura 1. Las ondas mecánicas en el agua son generadas a partir de la transducción de las ondas eléctricas por el altoparlante. El periodo de las ondas en el agua dependen de la frecuencia y la amplitud de la onda eléctrica. Una fuente de luz láser HeNe ($\lambda = 0.6328 \mu\text{m}$) ilumina en posición normal las ondas estacionaria del líquido. La forma de las ondulaciones generadas en el

líquido dependen de la geometría del recipiente. En nuestro estudio hemos considerado un paralelepípedo rectangular.

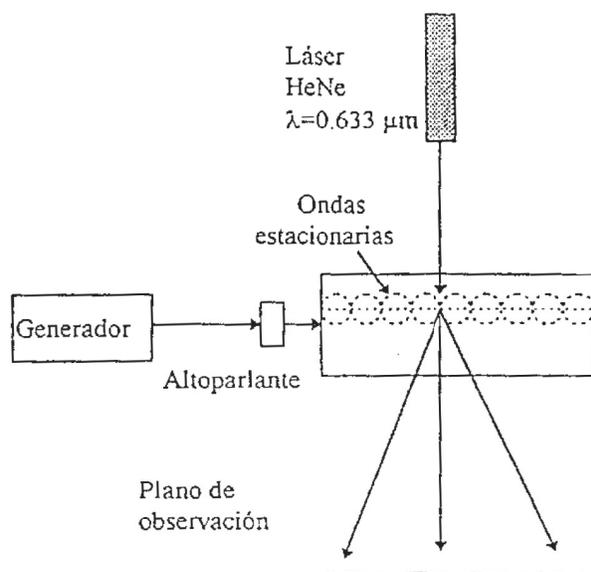


Figura 1.

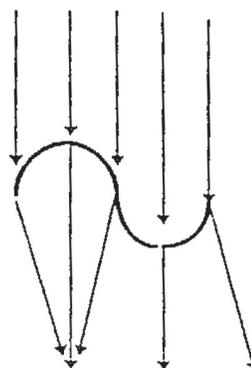


Figura 2.

A partir del montaje de la figura 1 se han realizado las medidas experimentales del periodo de las ondas estacionarias en función a la frecuencia eléctrica que las genera. En este caso se han considerado las ondas longitudinales. Debido a la transparencia del cubo que contiene el líquido, los fenómenos de difracción producidos pueden ser observados a simple vista, detrás del éste.

Como las ondas estacionarias, se mueven en su misma posición, en forma vertical, éstos delante el haz incidente, escriben una figura de difracción que corresponde al estado de la superficie del agua en movimiento. Variando la frecuencia o la amplitud de la onda del líquido, se pueden producir así mismo ondas estacionarias transversales a las anteriores. Iluminando estas dos ondulaciones en el líquido, se pueden observar las figuras de Lissajous. La interpretación de este fenómeno puede ser considerando a una ondulación estacionaria de agua como una onda sinusoidal perfecta, de semiperiodo positivo y negativo, iluminados por el haz láser. En el primer caso se tendría el caso similar a una lente convergente y en el segundo a una lente divergente (figura 2).

Las aplicaciones de esta experiencia pueden ser diversas. Dado la sensibilidad del sistema de medida, estos se de pueden adaptar fácilmente como un sensor óptico de vibración.

Este trabajo ha sido soportado por la CICYT, gracias al proyecto TIC95-631-C04-01, a la que los autores muestran su agradecimiento.