

LABORATORIO DE ONDAS Y FLUIDOS 2016-20
ONDAS MECÁNICAS EN LA SUPERFICIE DEL AGUA

Paula Ordóñez
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia
14 de octubre de 2016

Resumen

Se realizó un experimento en el que se analizó la propagación de las ondas en el agua variando su tensión superficial, la forma del objeto que las genera y los lentes que interfieren en su propagación; también se varió la frecuencia y la amplitud de las ondas a través del emisor. Se obtuvo que la tensión superficial sí afecta la propagación, al igual que la frecuencia; los distintos tipos de lentes tienen efecto diferente en la reflexión de las ondas.

1. Objetivos

- Observar y aplicar otra forma de generar ondas mecánicas.
- Estudiar la propagación y la reflexión de las ondas.
- Analizar la reflexión de ondas.
- Analizar el fenómeno de interferencia de las ondas generadas.
- Observar y analizar el comportamiento de distintos tipos de ondas generadas.

2. Marco Teórico

¿Las ondas en una cubeta se pueden considerar ondas superficiales capilares u ondas superficiales de gravedad?

Estas ondas se pueden considerar como ondas superficiales de gravedad ya que ésta fuerza es la que actúa como restauradora del equilibrio.

$$v = \sqrt{g \cdot \frac{\lambda}{2\pi} + \frac{\sigma}{\rho} \cdot \frac{2\pi}{\lambda}} \quad (1)$$

¿Es importante a tensión superficial?

La tensión superficial es importante porque dependiendo de ésta las ondas se pueden transmitir con facilidad o no.

3. Análisis Cualitativo

3.1. Primera parte

3.1.1. Frente de ondas circulares

Para esta parte se usó una frecuencia de $10,87Hz$. Se pudo observar que el tapón producía ondas circulares que iban transmitiendo en el medio, en este caso el agua, y al final de la cubeta se desvanecen.



Figura 1: Fotografía de la frente de ondas circulares

3.1.2. Reflexión de una onda circular en una pared lisa

Para esta parte se siguió usando la frecuencia de $10,87Hz$.

PARED LISA RECTA

Acá se observó que el tapón producía ondas circulares que se iba propagando y en uno de los lados chocaban contra una pared lisa, la cual hacía que estas ondas se reflejaran; las ondas reflejadas tienen una menor λ (Longitud de onda) que las emitidas por el tapón, además poseen una intensidad menor. También se pueden apreciar partes en que la interferencia es constructiva y en otras destructiva.



Figura 2: Reflexión de onda circular en pared lisa

PARED LISA A 45°

Acá se observó un patrón similar al anterior; en este caso las ondas se reflejan parcialmente porque sólo algunas alcanzan la pared lisa al estar a 45° respecto al generador de ondas. Acá también se puede observar interferencia constructiva y destructiva. En las partes más oscuras se observa interferencia destructiva ya que esa onda no se propaga más; mientras que las partes más claras son frentes de onda constructivos.



Figura 3: Reflexión de onda circular en pared lisa a 45°

3.1.3. Refracción de una onda circular sobre lentes

Acá se usó una frecuencia aproximada de 31Hz como se observa en la siguiente figura:

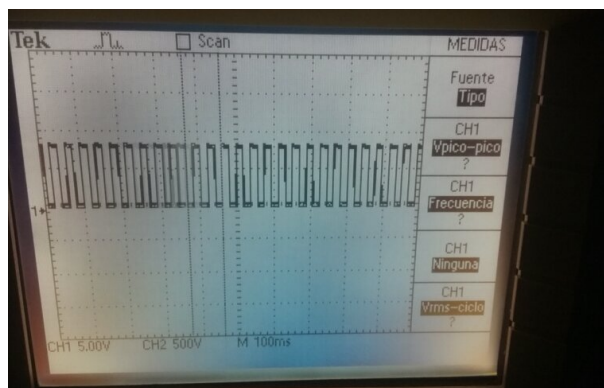


Figura 4: Frecuencia registrada por el osciloscopio

LENTE BICONVEXA

En este caso se puede observar que la onda choca contra el lente y se produce una reflexión casi completa, esto debido a que algunas partes que no chocan con el lente se transmiten. En esta reflexión las ondas reflejadas por el lente poseen un desfase respecto a la onda emitida y esto se debe al ángulo que posee el lente. También se observan fenómenos de interferencia constructiva y destructiva.



Figura 5: Reflexión de onda circular en lente biconvexo.

LENTE BICÓNCAVO

En este caso se producen ondas de distinta manera, en el lado cercano al generador de ondas, estas se reflejan creando una interferencia constructiva en todos los casos. Algunas ondas pasan encima y debajo de los bordes del lente, los cuales son rectos y afectan la onda generada, ya que en estos sitios se vuelve recta. Al otro lado del lente se puede observar que se forman nuevas ondas circulares que son más "débiles" respecto a las originalmente generadas; esto se puede deber a que sólo pasa una parte de las ondas generadas y estas se ven afectadas por el lente para tener

esta forma.



Figura 6: Reflexión de onda circular en lente bicóncavo

LENTE PIRAMIDAL

Acá se cambio de frecuencia a aproximadamente $9Hz$.

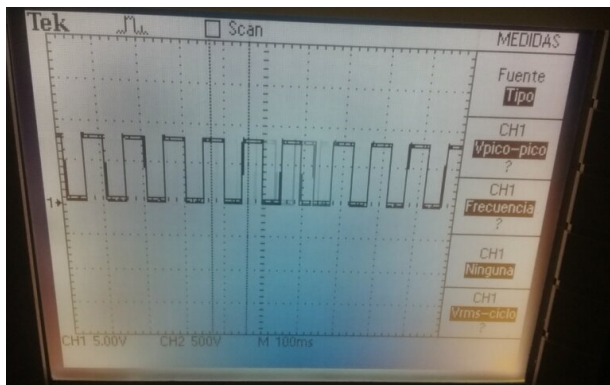


Figura 7: Frecuencia usada para el lente piramidal

En esta caso se observa que las ondas se reflejan en el lado plano del prisma; así que sucede lo mismo como si se tuviera la pared lisa: Se observan algunos fenómenos de interferencia constructiva.



Figura 8: Reflexión de ondas circulares en lente piramidal

COMBINACIÓN DE LENTE BICÓNCAVO Y BICONVEXO

Acá se uso la misma frecuencia que para el lente biconvexo, que es aproximadamente $31Hz$. En este caso se puso el lente bicóncavo delante del generador y luego se puso el lente biconvexo. Acá se puede observar que el lente bicóncavo refleja gran parte de la onda del generador; mientras que la fracción de la onda que pasa por los límites de este lente se convierten en rectas y al chocar con el lente biconvexo que hace que se reflejen en sus lados produciendo así; unas ondas tenues entre los lentes que se propagan hacia el lente bicóncavo y otro grupo de ondas que viaja hacia el borde la cubeta con el ángulo dado por el lente biconvexo.



Figura 9: Reflexión de ondas circulares con combinación de lentes

3.1.4. Superposición de dos ondas circulares

En este caso se usó la misma frecuencia que para el lente piramidal, es decir $9Hz$. Acá se pusieron dos tapones que generan las ondas circulares. Se pudo

observar que las ondas interfieren entre ellas creando diversos patrones; se puede observar que en la misma parte de una onda hay interferencia constructiva y destructiva haciendo que esta se asemeje a una forma senoidal. A medida que aumenta la distancia de los tapones se deja de observar interferencia porque las ondas actúan con las que están cerca suyo.

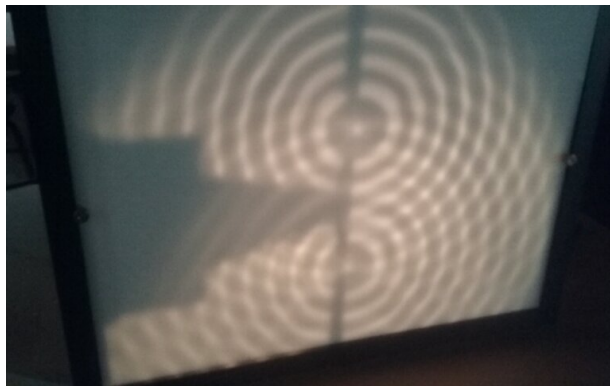


Figura 10: Superposición de dos ondas circulares

3.1.5. Efecto Doppler

Acá también se usó la frecuencia que inicialmente se había usado para el lente piramidal, es decir $9Hz$. En este caso se observó la longitud de onda se iba haciendo más pequeña en la dirección en que se movía el generador. Esto se da porque la longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia. Si esto se compara con sonido, donde la longitud de onda es más pequeña éste sería más agudo. En la siguiente secuencia de imágenes se puede observar el movimiento.



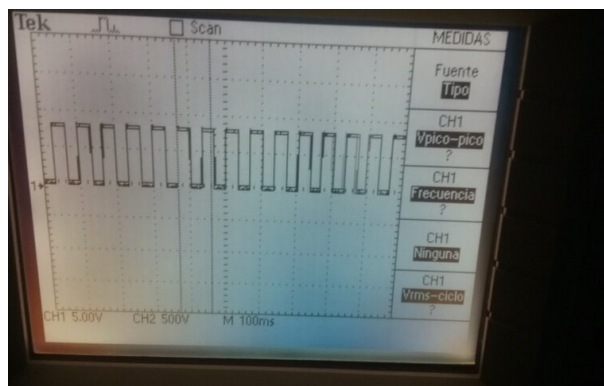


Figura 11: Frecuencia para las ondas rectilíneas



En este caso se observó que las ondas conservaban su forma a medida que se transmitían por el medio. Cuando llegaban al final de la cubeta chocaban con el borde de ésta y se reflejaban creando una interferencia leve con las demás ondas.



Figura 12: Frente de ondas rectilíneo

3.2. Segunda parte

3.2.1. Frente de ondas rectilíneo

Para esta parte se usó una frecuencia de aproximadamente $15,4\text{Hz}$ como se puede observar en la siguiente figura:

3.2.2. Reflexión de una onda rectilínea o lineal contra una pared lisa

Para esta parte, se usó una frecuencia de aproximadamente $27,5\text{Hz}$ como se puede observar en la siguiente figura:

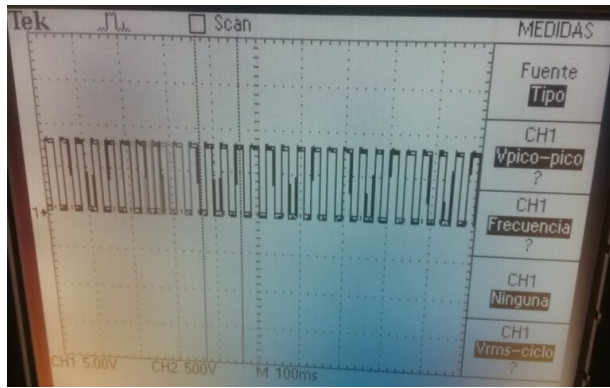


Figura 13: Frecuencia para la reflexión contra pared lisa

En este caso se ajustó la pared lisa a 45° respecto al generador y se observó que las ondas se reflejan de manera lineal al chocar con la pared pero adquieren el ángulo de ésta y crean interferencia con las ondas emitidas por el generador. En un mismo λ se pueden observar los fenómenos de interferencia constructiva y destructiva. En las partes en que se observa la sombra es donde la interferencia es destructiva y en las partes más iluminadas la interferencia es constructiva; se puede observar que en estas partes el resultado es una onda con mayor amplitud.



Figura 14: Ondas rectilíneas reflejadas en una pared lisa a 45°

3.2.3. Reflexión de una onda lineal en un espejo cóncavo

OBSTÁCULO CON RANURA

En esta sección se usó la misma frecuencia que en el numeral anterior, es decir, aproximadamente $27,5\text{Hz}$. Se usó el obstáculo con varias ranuras para este procedimiento. Se observó que una parte de las ondas pasa a través de las ranuras y otra parte se refleja.

La parte que se refleja adquiere forma circular que crea interferencia constructiva y destructiva en las ondas emitidas por el generador y estos fenómenos se pueden observar en un sólo λ ; las ondas que atraviesan las ranuras también toman forma circular y se observa que están unidas a medida que avanzan se observa que entre ellas hay interferencia constructiva y destructiva que va haciendo que estas ondas se fusionen hasta que al final (cerca al borde de la cubeta) se ve como una sola onda circular; cuando estas ondas se fusionan se ve que se son como montañas.



Figura 15: Onda a través del obstáculo con ranura

CUERPO BICÓNCAVO FRENTE A LA RANURA

Para esta parte se usó una frecuencia aproximada de $20,7\text{Hz}$ como se puede observar en la siguiente figura:

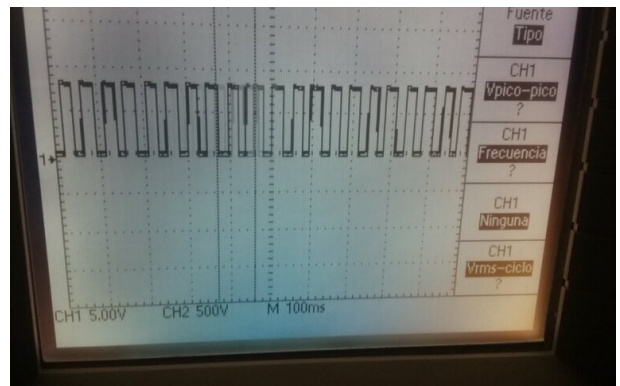


Figura 16: Frecuencia para objetos frente a ranura

En este caso se observó que la onda salía de igual manera de la ranura, sin embargo al llegar al objeto biconcavo se reflejaba y al chocar con las ondas que vienen del generador se crea una interferencia constructiva que hace que la luz se vea más brillante; esto

es porque la intensidad es proporcional al cuadrado de la amplitud y al haber interferencia constructiva, aumenta la amplitud de la onda resultante respecto a las que la construyeron. Algunas ondas alcanzan a pasar encima y debajo de los bordes del objeto y crean ondas circulares en el otro lado.

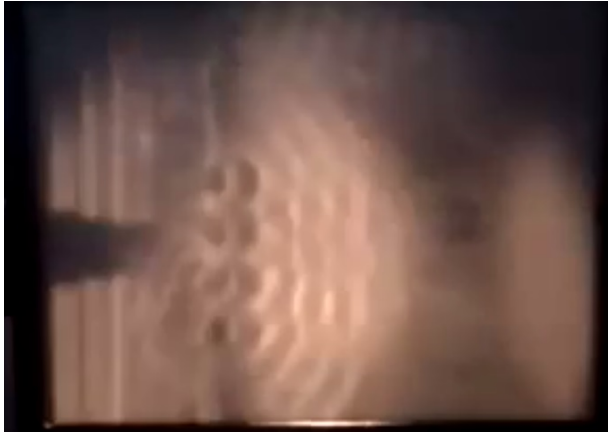


Figura 17: Ondas lineales a través de ranura y objeto biconcavo

OBJETO BICONVEXO

Para esta parte se usó la frecuencia anterior. En este caso se observó que las ondas se comportaban de igual manera que cuando sólo estaba ranura y al llegar al objeto biconvexo, éstas chocaban con las emitidas por el generador y se creaba una interferencia constructiva la cual hace que la luz se vea más intensa por la razón explicada anteriormente.



Figura 18: Ondas lineales a través de ranura y objeto biconvexo

3.2.4. Reflexión de una onda lineal a través de un prisma

Para esta parte se usó una frecuencia de aproximadamente $8,8Hz$ como se observa en la siguiente figura:

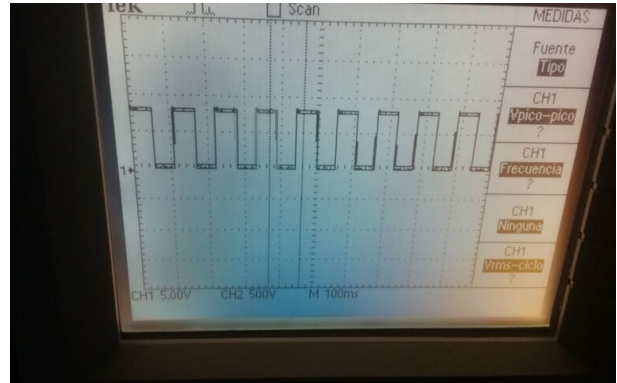


Figura 19: Frecuencia usada para ondas rectilíneas con prisma

En este caso se observó que el frente de onda se transmitió de manera normal, cuando las ondas chocan con el prisma y se reflejan, éstas cambian de dirección de propagación.



Figura 20: Ondas rectas contra un prisma



Figura 21: Reflexión de ondas rectilíneas en un prisma



Figura 23: Ondas con menor tensión superficial y placa plano paralela

3.3. Velocidades de propagación en aguas profundas y superficiales

Para este procedimiento se vertió agua con jabón en la cubeta hasta tapar los objetos que se iban a analizar. El objetivo de agregar jabón es disminuir la tensión superficial para que la onda se transmita más fácilmente. En este caso se usó una frecuencia de aproximadamente $41,3Hz$.

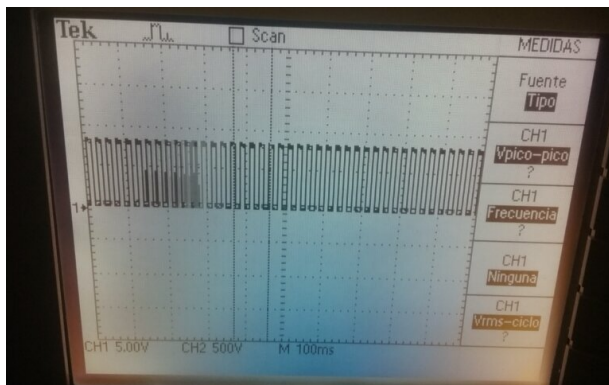


Figura 22: Frecuencia usada para analizar propagación en placa plano paralela.

En este caso se observó que las ondas al chocar con la placa se reflejaban y creaban un frente de onda destructivo. Una parte de las ondas pasó por el lado de la placa, éstas se transmitieron de forma rectilínea hasta chocar con el borde de la cubeta, allí se reflejaban y al volver a pasar por el espacio dejado se transmitían en forma circular creando así un frente de onda que en algunas partes era constructivo y en otras era destructivo.

3.4. Interferencia en múltiples ranuras

OBSTÁCULO CON VARIAS RANURAS

Para esta parte se usó una frecuencia de aproximadamente $21,6Hz$ como se observa a continuación.

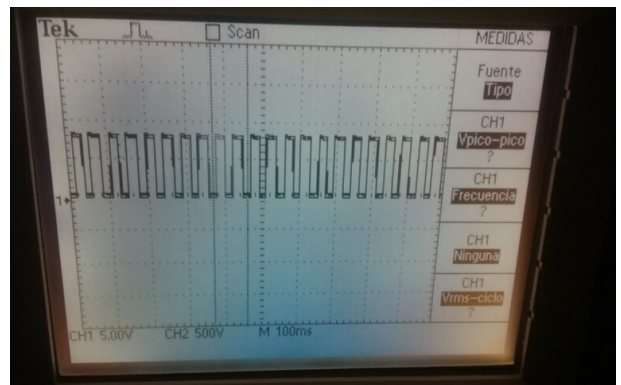


Figura 24: Frecuencia para experimento con el obstáculo de varias ranuras

En este caso se observó que las ondas se reflejaban de manera circular y que creaban frentes de onda constructivos y destructivos.



Figura 25: Ondas por varias ranuras



Figura 27: Ondas a través de orificio

PLACAS Y UN SOLO ORIFICIO

Para este caso se usó una frecuencia aproximada de $19,4\text{Hz}$.

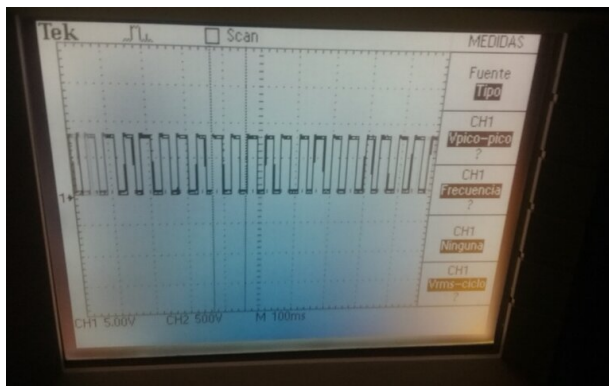


Figura 26: Frecuencia para las dos placas



Figura 28: Ondas a través de orificio

4. Conclusiones

- Las ondas se propagan con mayor facilidad en un medio con menor tensión superficial.
- La forma de las ondas depende del medio que las emita.
- La forma del lente afecta la reflexión de las ondas.
- El agua es un buen medio para estudiar las ondas.
- La frecuencia también afecta la propagación de las ondas.

Acá se observó que que a través del orificio algunas ondas pasaron al otro lado y se propagaron; mientras que la mayoría se reflejó en el orificio en forma circular creando frentes constructivos y destructivos.