

# TÉCNICAS EXPERIMENTALES DE ULTRASONIDO

## Laboratorio 2

### Ultrasonido de potencia

#### 1 Objetivo del laboratorio

El objetivo de este laboratorio es familiarizar al estudiante con los conceptos básicos asociados al uso de ultrasonido de potencia.

Con este fin se trabajará en dos experiencias:

- a) Observación de daños producidos por cavitación. Se realiza mediante evaluación en el tiempo de perforaciones en papel de aluminio
- b) Determinación del aumento de velocidad de extracción utilizando US de potencia
- c) Monitoreo y modelado del aumento de temperatura cuando se usa ultrasonido de potencia.

Llamamos ultrasonido a la propagación de ondas mecánicas a una frecuencia superior a 20 kHz. Podemos distinguir entre ultrasonido de baja intensidad y de alta intensidad (ultrasonido de potencia).

Ultrasonido de baja intensidad: consiste en ondas de baja intensidad ( $<1\text{W}/\text{cm}^2$ ) que no generan cambios en el material a través del que se propagan. Generalmente se trabaja en propagación en altas frecuencias ( $>1\text{MHz}$ ).

Ultrasonido de alta intensidad (Ultrasonido de potencia): consiste en ondas de mayor amplitud cuya propagación en un medio genera alteraciones en el mismo. Típicamente se utilizan frecuencias entre 20 y 500 kHz e intensidades  $>1\text{W}/\text{cm}^2$

El ultrasonido de potencia genera alteraciones en el medio que se propaga mediante distintos mecanismos. Cuando las ondas de ultrasonido se propagan por un medio líquido se generan regiones de baja y alta presión que se mueven a través de este. Estos rápidos cambios de presión generan movimiento dentro del fluido y su consecuente aumento de temperatura. Otra consecuencia de estos rápidos cambios de presión es el fenómeno de cavitación (figura 1), que consiste en la formación de pequeñas burbujas en el medio. El tamaño de las burbujas formadas está determinado por la frecuencia de ultrasonido. Una vez que estas burbujas se forman pueden romperse o fusionarse con otras (coalescencia) lo que aumenta el movimiento dentro del fluido. Las burbujas también pueden aumentar su tamaño y una vez que alcanzan un tamaño límite asociado a la frecuencia de resonancia colapsan violentamente. Este es el mecanismo principal por el que ultrasonido de potencia genera fuerzas de corte dentro del fluido.

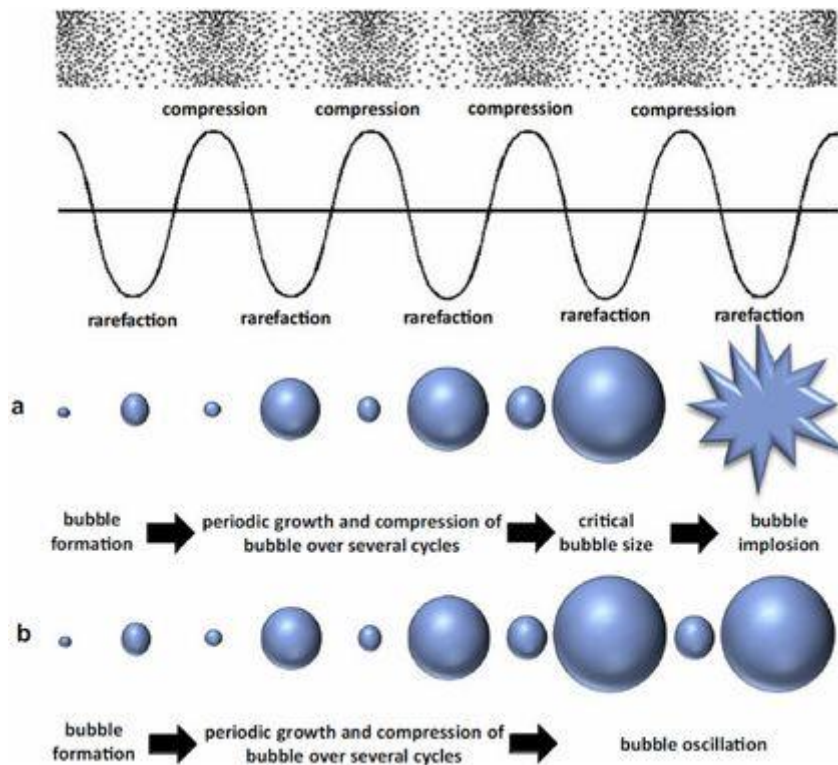


Figura 1. Esquema del fenómeno de cavitación. (<https://www.pmg.engineering/ultrasound-processing-technology-in-food-industry/>)

Es por estos mecanismos descritos que el ultrasonido de potencia puede ser utilizado para asistir distintos procesos como ser: desinfección, extracción, emulsificación, congelación y secado entre otros.

En el laboratorio se utilizan dos tipos de equipos de ultrasonido:

Sonificadores con bocina (sonotrodos):

Consisten en un único transductor colocado dentro de cilindro de titanio. Estos equipos generan un campo acústico de alta intensidad en la región situada directamente debajo del transductor pero esta intensidad disminuye significativamente al alejarnos de esta región (figura 2)

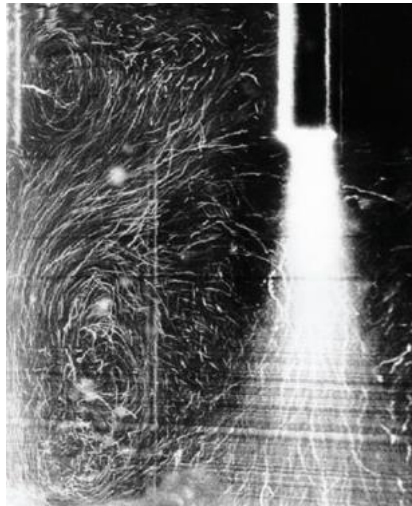


Figura 2. burbujas generadas por un sonificador con bocina (Dahlem et al. 1999)

Baños de ultrasonido:

Utilizan varios transductores para emitir ultrasonido a través de la base de un baño de agua. Generan un campo más uniforme, pero de menor intensidad que un sonificador con bocina. (Figura 3). De todas formas, el campo es mucho mas intenso en la sombra del transductor.

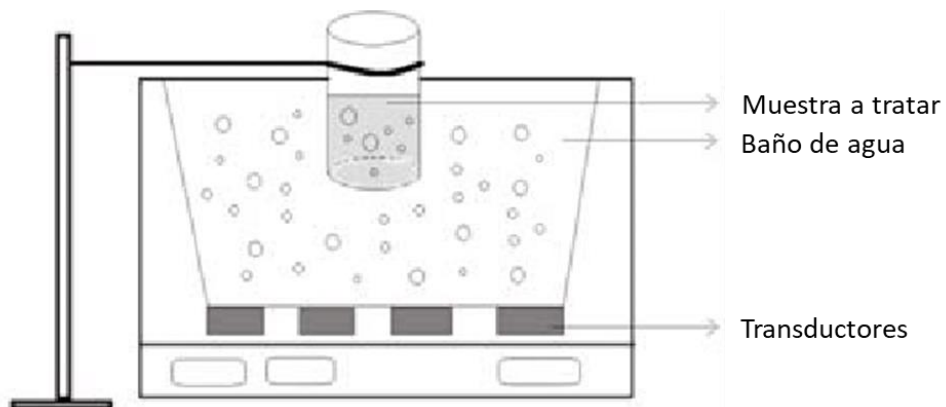


Figura 3. Esquema de baño de ultrasonido

## 2 Procedimiento experimental

- a) Observación de daños producidos por cavitación. Se realiza mediante evaluación en el tiempo de perforaciones en papel de aluminio

Se coloca una pieza de papel aluminio en un marco para evitar que se doble y/o flote. Se coloca dentro del baño de ultrasonido y se monitorea mediante fotografía el efecto de aplicar US de potencia. Se toman fotografías cada 10 segundos y luego se analizan estas fotografías cuantificando el área de los agujeros producidos por cavitación.

La potencia a utilizar se determina en ensayos preliminares.

- b) Determinación del aumento de velocidad de extracción utilizando US de potencia

Se colocan 2 m&m en un vaso de bohemia con agua cada uno. Uno de los vasos de bohemia se coloca dentro del baño de ultrasonido y se monitorea mediante fotografía el efecto de aplicar US de potencia. Se toman fotografías de ambos vasos cada 10 segundos y luego se analizan estas fotografías cuantificando el cambio de color en el agua. Se realiza una comparación entre la muestra control (sin aplicación de US) y la muestra tratada con US.

- c) Monitoreo y modelado del aumento de temperatura cuando se usa ultrasonido de potencia.

Se llena el baño con una cantidad de agua conocida. Se aplica US de potencia mientras se registra la variación de temperatura cada 1 minuto durante 20 minutos. Se construye una curva de Temperatura vs. Tiempo y se ajusta a un modelo de transferencia de calor (Ec. 1) con pérdidas al ambiente para obtener los parámetros del mismo.

$$Q - h(T - T_{amb}) = M * c_p * \frac{dT}{dt} \quad \text{Ec. 1}$$