



**UNAH**  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE HONDURAS

Universidad Nacional Autónoma de  
Honduras

Facultad de Ciencias

Escuela de Física



Elaborada por: Diego Amador

FS-210 Biofísica

---

## LABORATORIO #1

### Sonografía Doppler

---

Instructor (a): \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ # cuenta: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ # cuenta: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ # cuenta: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ # cuenta: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ # cuenta: \_\_\_\_\_

## 1. OBJETIVOS

1. Medir el cambio de frecuencia en función de la velocidad del flujo y el ángulo de incidencia.
2. Estudiar la relación entre el efecto Doppler y la velocidad del flujo o el ángulo Doppler.
3. Ver el comportamiento que presenta un modelo de flujo sanguíneo dentro de un brazo de modelo.

## 2. MARCO TEÓRICO

El efecto doppler es el cambio de frecuencia aparente de una onda producido por el movimiento relativo de la fuente respecto a su observador.

La razón del efecto Doppler es que cuando la fuente de las ondas se mueve hacia el observador, cada cresta de onda sucesiva se emite desde una posición más cercana a para el observador que la cresta de la ola anterior. Por lo tanto, cada onda tarda ligeramente menos tiempo para llegar al observador que la ola anterior.

Un método sencillo pero muy eficaz es medir la capacidad en litros. Durante este proceso, mida cuánto tiempo se necesita para llenar un recipiente de un volumen conocido (por ejemplo, una jarra medidora). Si luego divides este volumen por el tiempo necesario, obtendrá directamente el caudal en l/min o ml/s.

Los flotadores son un ejemplo de medidores de flujo mecánicos. En un tubo vertical y ahusado con la parte más ancha en la parte superior, Un flotador se levanta hacia arriba contra la fuerza gravitacional debido a la fricción con el líquido. La velocidad del flujo de el líquido disminuye hacia arriba a medida que aumenta la sección transversal del tubo. Si la fuerza de fricción y las fuerzas gravitacionales se equilibran entre sí, entonces el flotador flota

Los caudalímetros de paletas rotativas son otro ejemplo de caudalímetros mecánicos. En estos medidores de flujo, un La paleta hidrométrica gira debido al líquido entrante. Cuanto mayor sea la velocidad del flujo, más rápidamente la paleta gira. Esta rotación se puede medir muy bien como frecuencia con la ayuda de un generador de impulsos y, de este modo, proporciona una señal eléctrica que se puede evaluar muy fácilmente.

Ambos métodos dependen en gran medida de la viscosidad, por lo que deben recalibrarse para cada nuevo líquido. No sólo se aplican en combinación con líquidos sino también con gases.

## 3. MATERIALES Y EQUIPO

- Brazo modelo para la sonografía Doppler
- Ultrasonido de Doppler
- Transformador para conectar el ultrasonido
- Líquido de Doppler

## 4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Conectar los 2 tubos del brazo a la bomba, el tubo que no esta conectado por el tubo de arriba conectarlo en la parte superior de la bomba, el otro tubo en la conexión de en medio
2. Conectar la bomba ponerlo en Mo o M1 y ponerlo en maxima frecuencia.
3. Vertir el liquido de poco en poco hasta que empieze a fluir sin obstrucciones de aire.
4. Conectar el ultrasonido Doppler al transformador y conectar el transformador
5. Poner el ultrasonido en las maximas frecuencias (se puede modelar el Depth a gusto).
6. Conectar el ultrasonido a una computadora por medio del cable usb.
7. Abrir el programa Ultra flow, ponerlo en una escala de 10, y activar la opción de time course
8. Conectar cualquier se las 2 sondas al ultrasonido, y pasarlo por las venas del modelo del brazo.
9. Visualizar el comportamiento del flujo del liquido dentro del brazo por medio del software.

## 5. Tratamientos de datos experimentales

Primero, se transmite un pulso con el flujo y su tiempo de vuelo  $T_1$  Se mide. Entonces, el tiempo de vuelo  $T_2$  de un segundo pulso, que esta vez se transmite contra el se mide el flujo. La determinación de la diferencia. en tiempo de vuelo  $\Delta T$  permite el cálculo del flujo velocidad  $v$ . El flujo volumétrico resulta de un cálculo basado en la velocidad del flujo y la sección transversal del tubo.

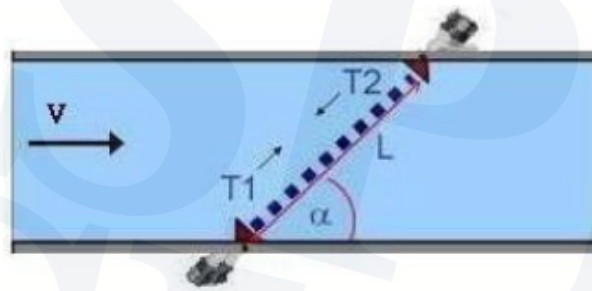


Figura 1: Señales del EEG de un paciente con EA (eyes-closed)

Con  $c$  siendo velocidad del sonido del medio, se aplica lo siguiente:

$$c_1 = c + \vec{v} \cos \alpha \quad (1)$$

$$c_2 = c - \vec{v} \cos \alpha \quad (2)$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{L \vec{v} \cos \alpha}{c^2 - v^2 \cos^2 \alpha} \approx \frac{L \vec{v} \cos \alpha}{c^2} \quad (3)$$

Si se aplica el método Doppler, el cambio de frecuencia que se produce cuando la onda sonora se dispersa en pequeñas partículas o impurezas. Si una onda de ultrasonido con esa frecuencia incide sobre un objeto en movimiento, esto provoca un cambio de frecuencia debido al efecto Doppler. Para una pequeña velocidad de movimiento  $v$  del objeto en comparación con la velocidad del sonido  $c$  en el medio se aplica lo siguiente:

$$\Delta f = f_0 \frac{v}{c} (\cos \alpha + \cos \beta) \quad (4)$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son los ángulos entre  $v$  y la onda normal. Para un sistema de pulso-eco con transmisor de ultrasonidos  $\alpha = \beta$  entonces:

$$\Delta f = 2f_0 \frac{v}{c} \cos \alpha \quad (5)$$

## 6. CUESTIONARIO

- ¿Qué es lo que mide la sonografía Doppler?
- Mencione 3 ejemplos de aparatos que utilizan sonido aplicados a la medicina
- ¿Cuál es la importancia de saber a qué frecuencia viaja el flujo sanguíneo y del ángulo de incidencia?

## 7. CONCLUSIONES

Redacte 2 conclusiones en base a sus resultados