

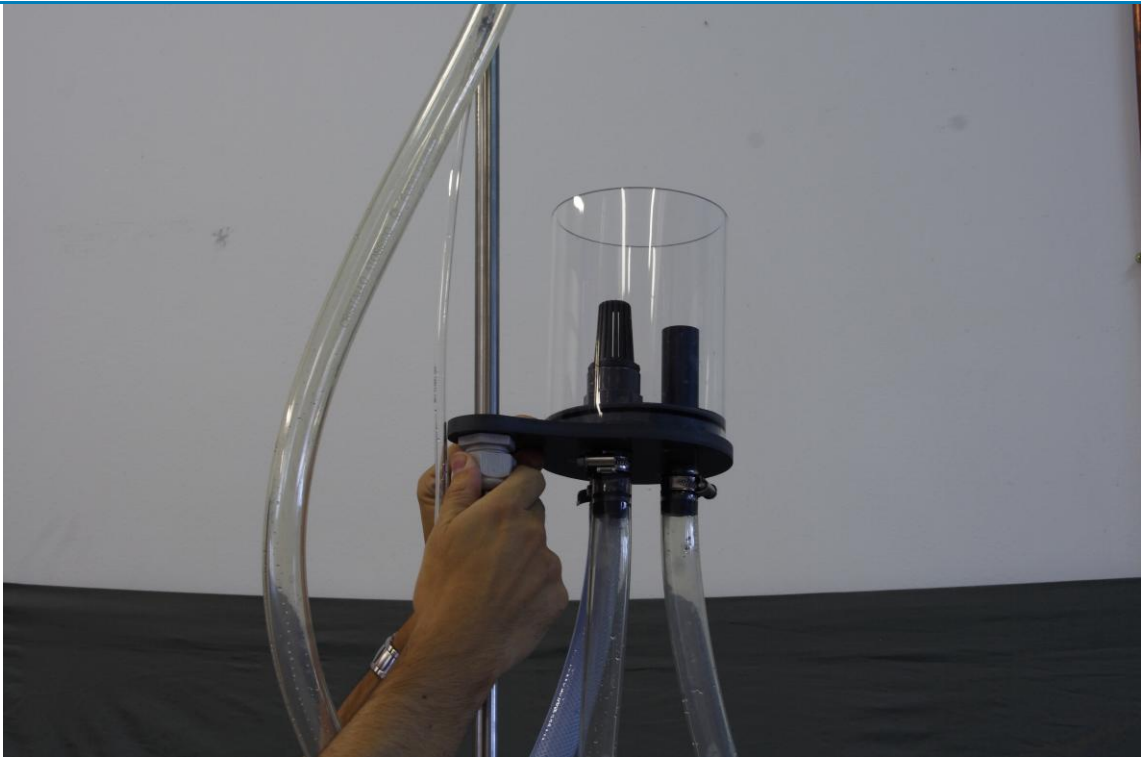


Con este equipo se pretende estudiar y demostrar el funcionamiento de un ariete hidráulico, sistema por el cual conseguimos elevar un líquido a una altura superior a la altura de suministro, sin aporte de energía exterior.

El Ariete utiliza mayor cantidad de agua en su proceso que la que impulsa, la proporción impulsada es entre el 10-15%. Pero debido a que opera todo el tiempo esta pequeña cantidad siempre será útil.

Las prácticas y experiencias que se van a realizar con este equipo son las siguientes:

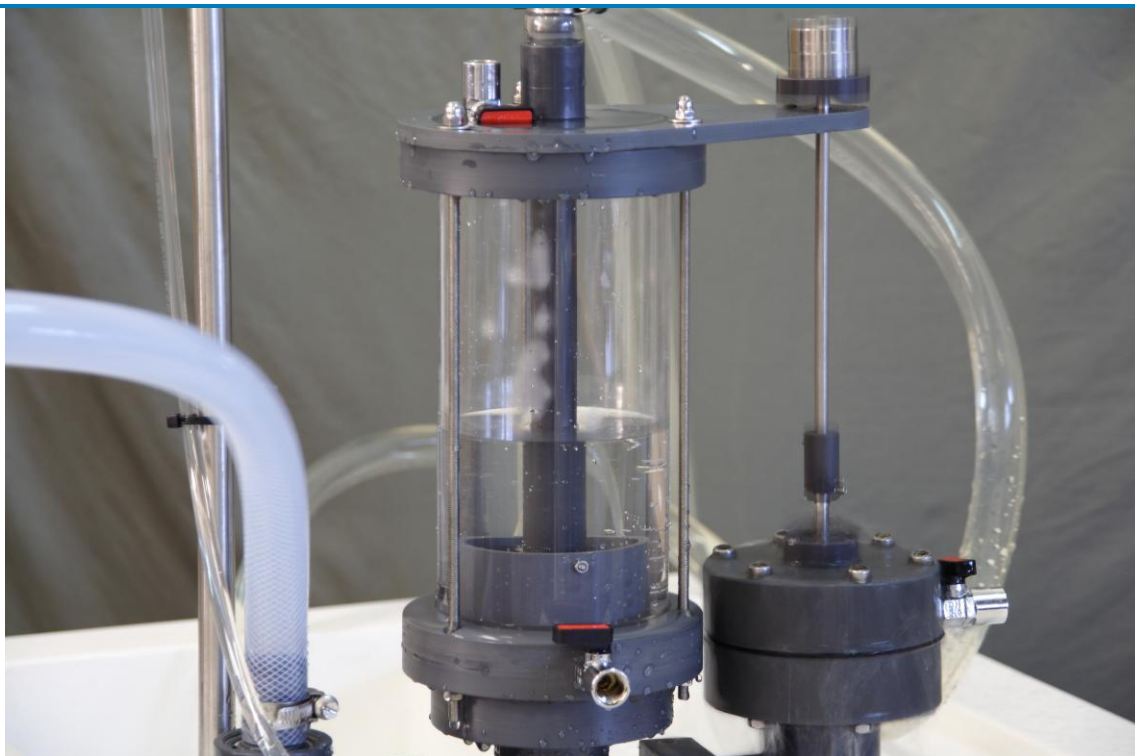
- Visualización y análisis del fenómeno de golpe de ariete producido por el cierre de una válvula.
- Estudio y comprensión del funcionamiento del ariete hidráulico.
- Obtención de la relación de caudales.
- Rendimiento del golpe de ariete.



Posibilidad de variar la altura de los depósitos.



Fácil conexión del equipo al banco hidráulico.



Depósitos transparentes para apreciar el funcionamiento del equipo

5. PRÁCTICAS REALIZABLES

5.1. VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL FENÓMENO DE GOLPE DE ARIETE PRODUCIDO POR EL CIERRE DE UNA VÁLVULA

5.1.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

Cuando en una conducción por la que circula un líquido con una velocidad determinada, cambiamos el régimen de flujo cerrando parcial o totalmente una válvula, se genera una sobrepresión brusca conocida como golpe de ariete.

El golpe de ariete puede ser tanto positivo como negativo. Llamamos golpe de ariete positivo cuando en la conducción lo primero que se genera es una sobrepresión y negativo cuando lo primero que se produce es una depresión.

Distinguiremos dos casos en función del tiempo de cierre de la válvula y de la longitud de la tubería.

• CIERRE RÁPIDO

Fórmula de Allievi. Utilizaremos esta expresión cuando la longitud de la tubería es mayor de la mitad del recorrido de la onda en el tiempo de cierre de la válvula, es decir:

$$\text{Si } L > \frac{c \cdot t}{2} \quad \Delta H = \frac{c \cdot v}{g}$$

Donde:

$$c: \text{celeridad de la onda. Si el líquido es agua } c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 1.67 \frac{v^2}{g}}}$$

t: tiempo de cierre de la válvula.

L: longitud de la tubería.

v: velocidad del líquido en la tubería.

• CIERRE LENTO

Si la longitud de la tubería es menor de la mitad del recorrido de la onda en el tiempo de cierre de la válvula, es decir:

$$\text{Si } L < \frac{c \cdot t}{2} \quad \Delta H = k \frac{L \cdot v}{g \cdot t} \quad \text{donde } 1 < k < 2$$

16

5.2. FUNCIONAMIENTO DEL ARIETE HIDRÁULICO

En 1796, Joseph Montgolfier inventó el ariete hidráulico, sistema que utiliza el fenómeno del golpe de ariete para con la única energía de la propia agua, elevar parte del caudal utilizado a una altura superior.

RELACIÓN DE CAUDALES TEÓRICA

Partiendo de un depósito a una altura h, la energía que tenemos en la superficie libre del mismo es energía potencial según la expresión:

$$E_{pot1} = m_1 \cdot g \cdot h_1$$

La energía del agua elevada al depósito superior, es también energía potencial según la expresión:

$$E_{pot2} = m_2 \cdot g \cdot H$$

Iguando ambas expresiones tenemos que:

$$m_1 \cdot h_1 = m_2 \cdot H$$

Si empleamos los caudales máscos o volumétricos, ya que consideramos el agua como un fluido incompresible, tenemos:

$$Q_1 \cdot h_1 = Q_2 \cdot H \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{H}{h_1}$$

Es decir, que la relación entre el caudal inicial y el caudal elevado es inversamente proporcional a la relación entre la altura elevada y la altura inicial. A mayor altura de elevación menor proporción de caudal elevado.

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO

El rendimiento volumétrico es la relación entre el caudal total que llega al ariete hidráulico y el caudal elevado o útil.

$$\eta_{volumetrico} = \frac{Q_{elevado}}{Q_{total}}$$

17

EFICIENCIA DEL ARIETE HIDRÁULICO

En ingeniería se define la eficiencia como la relación entre la potencia útil y la potencia entregada.

En nuestro caso la potencia entregada es la que tenemos en la entrada del ariete hidráulico que es el depósito inicial, $P_{entregada} = \rho \cdot Q_{entregada} \cdot g \cdot h_1$ y la potencia útil es la que obtenemos a la salida, en el depósito superior, $P_{util} = \rho \cdot Q_{elevado} \cdot g \cdot H$, es decir:

$$\eta = \frac{P_{util}}{P_{entregada}} = \frac{Q_{elevado} \cdot H}{Q_{entregada} \cdot h_1}$$

Algunos autores consideran la potencia útil como la potencia proporcionada por encima de la de partida, es decir el Qelevado por el salto proporcionado por el ariete hidráulico, siendo este último la diferencia entre la altura de salida H menos la de entrada h1. $P_{util} = \rho \cdot Q_{elevado} \cdot g \cdot (H - h_1)$, donde $H = h_2 + \Delta H$, con lo que $H - h_1 = \Delta H$.

$$\eta = \frac{P_{util}}{P_{entregada}} = \frac{Q_{elevado} \cdot \Delta H}{Q_{entregada} \cdot h_1}$$

18

El manual de prácticas muestra y explica todos los fundamentos teóricos, así como las fórmulas matemáticas utilizadas para la realización de toda la experimentación.

5.2.2. LECTURAS Y RESULTADOS

Altura suministro agua (h1)			0.8	Incremento de altura (Δh)				0.7
Tiempo (s)	Volumen (litros)	Caudal elevado (l/s)	Tiempo(s)	Volumen (litros)	Caudal perdido (l/s)	Relación caudales teórica (%)	Rend. Volumétrico (%)	Eficiencia
Sin pesas								
30.96	0.6854	0.02213	42.1	2.5	0.0593	52	27.2	52.5
Con 1 pesa								
30.75	0.5435	0.0176	53.78	4.5	0.0836	52	17.4	33.7
Con 2 pesas								
31.09	0.369	0.0118	35.69	4.5	0.126	52	8.6	16.6

22

4. MÉTODO GENERAL

- Colocamos el equipo sobre la parte más baja del depósito del banco, ya que debido a su gran altura, resulta más seguro trabajar con el equipo en esta posición.
- Conectamos la entrada de agua a la toma del banco hidráulico.



- Situamos el depósito elevado a una altura h.



7

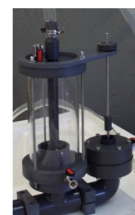
- Tanto el depósito de elevación de agua como el depósito de carga se pueden desplazar verticalmente por el mástil según el ensayo a realizar. Para ello basta con aflojar las tuercas de cada una de las fijaciones, desplazar el depósito y finalmente volver a apretar las tuercas.



- Conectamos mediante manguera flexible la cámara de aire con el depósito elevado.
- En el depósito de carga tenemos 3 conexiones.
 - La entrada de agua al depósito desde la toma del banco hidráulico y que se hace a través del filtro.
 - La alimentación a la válvula del ariete hidráulico, conectando ambas tomas con manguera semi-rígida.
 - El rebosadero del depósito de carga que es la toma con el tubo de PVC elevado. Esta conexión se hace con manguera flexible y va hasta el depósito inferior del banco hidráulico para que el agua se recircule pero evitando así que nos influya en las lecturas de caudal del tanque volumétrico.

8

- Al final de dicha tubería y en la cota cero, hay una válvula junto con la cámara de aire.



- Enchufamos el banco hidráulico a una toma de corriente y, con la válvula de regulación del banco hidráulico cerrada, accionamos el interruptor general.



9

El manual de usuario muestra claramente y con gran cantidad de imágenes, todo el proceso a seguir para el manejo del equipo.

PRACTICAS REALIZABLES

Las prácticas y experiencias que se van a realizar con este equipo son las siguientes:

- Visualización y análisis del fenómeno de golpe de ariete producido por el cierre de una válvula.
- Estudio y comprensión del funcionamiento del ariete hidráulico.
- Obtención de la relación de caudales.
- Rendimiento del golpe de ariete.

DATOS TECNICOS**Tubería:**

- Tubería de Øinterior 19 mm.
- Conexiones rápidas Ø32.

Ariete hidráulico:

- Altura de suministro 450 a 1200 mm.
- Altura de salida: 600 a 1500 mm.

Otros:

- Pesa 50 gr (x3).

REQUERIMIENTOS

- Banco Hidráulico FL 01.4, FL 01.5, FL 01.6.