

The FL09.2 is a equipment that aims to demonstrate and study the phenomenon known as water hammer, this phenomenon is the one that occurs due to the rapid closure of the passage of water through a pipe. The design of the equipment is made with special emphasis on the didactic field, so it is supplied with variable elements, to achieve a greater number of tests for a better understanding of the student.

The set has three different tanks which are located at different heights. One of them is used to make the water supply constant, for that we use a tank with pressurized air that homogenizes the water supply to the raised tank. In order that the fluid does not return to this tank this is supplied with a non-return valve. In the case of the other two tanks one has a fixed level overflow and the other an adjustable level overflow which is the tank which is situated at a higher height.

The equipment has a quick-closing valve which allows the flow generated by the overpressure to be cut in the pipe that causes the water hammer phenomenon.

In addition, the equipment has two lengths of pipes of different lengths (one section will be of a length of 1m and the other section will have a length of 3m), which allows to perform different tests , exchanging the hoses and performing a greater number of tests.

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRAULICO**

→ Conectamos la toma de salida de agua del depósito de entrada del ariete hidráulico al depósito de almacenamiento de agua del banco.



→ Con la válvula de regulación del banco hidráulico cerrada y la válvula de recirculación del banco hidráulico abierta, accionamos el interruptor de la bomba del banco.

→ Abrimos la válvula de entrada de agua al depósito de entrada del equipo y comenzamos a abrir poco a poco la válvula de regulación del banco hidráulico.



..... Salto de página

13

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRAULICO**

→ Cuando el nivel de agua alcance el rebosadero, ajustamos la válvula de regulación del banco hidráulico para que la altura de agua permanezca constante.



→ Abrimos la válvula de salida del depósito de entrada de agua.




..... Salto de página

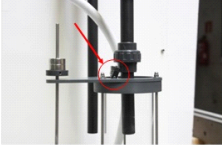
14

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRAULICO**

→ Abrimos las dos válvulas exteriores que hay en las tuberías de salida del depósito de entrada, tal y como está reflejado en el esquema de la derecha del panel.



→ Comienza a circular el agua. Con la válvula que tenemos en la parte superior del depósito de salida inferior, regulamos relación agua/aire que queremos en dicho depósito.



..... Salto de página

15

The manual shows clearly and with a lot of images, the hole process to operate the equipment.

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRAULICO**

→ Para evitar que el agua elevada al depósito superior retroceda, el equipo dispone de una válvula anti-retorno.

La longitud de la tubería influye en el tiempo del ciclo, a mayor longitud ciclos más largos.

4.1.1.3 Relación de caudal esteórica

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

$$E_{pot_1} = m_1 \cdot g \cdot h_1$$

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

$$E_{pot_2} = m_2 \cdot g \cdot H$$

Iguando ambas expresiones tenemos que:

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

Si empleamos los caudales másicos 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.

4.1.1.4 Rendimiento volumétrico

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

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

..... Salto de página

10

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRAULICO**

4.1.1.5 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, $P_{entregada} = \rho \cdot Q_{total} \cdot g \cdot h_1$ 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:

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

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

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

..... Salto de página

11

The instruction manual explains and shows all the theoretical foundations, as well as all the mathematic expressions used during the experimentation.

Instalación tramo corto

Lectura ¹	Tiempo ² (segundos)	Volumen ³ (litros)	Caudal ⁴ volumétrico	Caudal ⁵ medio
Caudal ⁶ elevado	260	22	42,55	42,70
	240	20,16	42,86	
Caudal ⁶ perdido	360	6,94	186,74	189,46
	450	8,43	192,17	

Caudal ⁷ elevado	Caudal ⁸ perdido	ΔH ⁹	Relación ¹⁰ caudales teórica	Rendimiento ¹¹ volumétrico	Eficiencia ¹²
42,70	189,46	143	82%	19%	4%

..... Salto de página

Instalación tramo largo

Lectura ¹	Tiempo ² (segundos)	Volumen ³ (litros)	Caudal ⁴ volumétrico (l/h)	Caudal ⁵ medio
Caudal ⁶ elevado	210	20,7	36,52	37,12
	220	21	37,71	
Caudal ⁶ perdido	375	5,81	232,36	232,31
	460	7,13	232,26	

Caudal ⁷ elevado	Caudal ⁸ perdido	ΔH ⁹	Relación ¹⁰ caudales teórica	Rendimiento ¹¹ volumétrico	Eficiencia ¹²
37,12	232,31	284	70%	14%	6%

..... Salto de página

Instalación tramo corto

Lectura ¹	Tiempo ² (segundos)	Volumen ³ (litros)	Caudal ⁴ volumétrico	Caudal ⁵ medio
Caudal ⁶ elevado	260	23,69	39,51	38,90
	235	22,09	38,30	
Caudal ⁶ perdido	370	7,09	187,87	189,19
	480	9,07	190,52	

Caudal ⁷ elevado	Caudal ⁸ perdido	ΔH ⁹	Relación ¹⁰ caudales teórica	Rendimiento ¹¹ volumétrico	Eficiencia ¹²
38,90	189,19	288	69%	17%	8%

..... Salto de página

LEARNING OBJECTIVES

- Visualization and analysis of the water hammer phenomenon caused by the closing of a valve.
- Hydraulic ram functioning.
- Air chamber functioning.
- Theoretical flow rate.
- Volumetric performance.
- Efficiency of the hydraulic ram.
- Study of the difference in the operation of the phenomenon in function of:
 - the length of the supply pipe
 - the volume of air in the chamber
 - the speed of the flow of supply

DATOS TÉCNICOS

Deposits:

- Transparent PVC tank with fixed level overflow.
- Transparent PVC tank with adjustable level overflow.

Pipe:

- Pipe of \varnothing inner 16 mm.

Sections:

- Short section: 1 meters
- Long section: 3 meters

Hydraulic ram:

- Flow rate: 240 l/h
- High flow: 40 l/h
- Maximum lift height: 250 mm

REQUIREMENTS

- Hydraulic bench FL 01.4.