



The FL 06.2 equipment is a simple equipment in which to study in depth the Bernoulli equation and its proof.

The equipment has a multitube manometer in which we can simultaneously read the different pressures along the duct.

The connection to the hydraulic bench (not included) is made with a threaded connection that is placed without the need for tools, and those of the pressure gauge are self-sealing quick connections, which do not let the water escape when disconnected.

DIKOIN FL 06.2 BERNOULLI

4. METODO GENERAL

4.1. PASOS PREVIOS. INSTRUCCIONES DE USO

4.1.1. CONEXIÓN, DESCONEXIÓN DE LOS TUBOS DE MUESTREO

Para conectar los tubos a las tomas manométricas, simplemente empujar los tubos dentro de las resmas hasta que hagan tope.

Para su desconexión, utilizar ambos muelles, con una presionar hacia adentro la anilla negra de la toma manométrica que rodea al tubo de conexión, y con la otra tirar de éste último.

CONECTAR



DESCONECTAR



DIKOIN FL 06.2 BERNOULLI

4.1.2. CONEXIÓN, DESCONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS BARRIOS

Para conectar los enchufes dados introducir el enchufe macho en los enchufes hembra.



Para desconectarlos simplemente presionar la pestaña metálica que hay en la parte superior del enchufe.



The user manual clearly shows and with a large number of images, the entire process to be followed to operate the equipment.

DIKOIN FL 06.2 BERNOULLI

5. PRACTICAS REALIZABLES

5.1. EXAMEN DE BERNOULLI

5.1.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

Si planteamos la ecuación de Bernoulli, para el caso ideal de un flujo sin pérdidas de carga, entre dos puntos de una conducción, obtenemos la expresión:

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + C_0 \quad (1)$$

De la expresión anterior, observamos que la suma de los tres términos anteriores, debe de ser constante. Esta significa que si uno de ellos, varía, aumenta o disminuye, en la misma medida de los otros términos.

En nuestro caso particular, el tubo de Venturi, que es donde vamos a estudiar este fenómeno, está en posición horizontal, por lo que en la ecuación (1) tenemos que $z_1 = z_2$; por lo que la expresión queda de la forma:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + C_0 \quad (2)$$

En la ecuación (2), se observa claramente que si aumenta la energía cinética (que es decir, si el punto 2, la presión estática en dicho punto debe de disminuir en la misma proporción para que su suma siga siendo constante.

Por otra parte, tenemos la ecuación de continuidad, según la cual el caudal en los diferentes secciones de una conducción, una vez alcanzado el régimen permanente, va a permanecer constante.

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q \quad (3)$$

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 \quad (4)$$

En nuestro caso particular, tenemos que:

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 = Q \quad (5)$$

DIKOIN FL 06.2 BERNOULLI

En definitiva, observamos como sigue la ecuación de continuidad, a medida que se estrecha la sección de paso, la velocidad debe de aumentar para que el caudal permanezca constante. Esto origina a su vez un incremento del término $\frac{v^2}{2g}$, lo que implica una disminución del otro término de la ecuación de Bernoulli, $\frac{p}{\rho g}$, para que la suma de ambos permanezca estrictamente constante. De forma esquemática:

- Ecuación de continuidad $Q_1 = Q_2 = Q = Q_3$
 $S_1 v_1 = S_2 v_2 = S_3 v_3 = Q = C_0$
- Derivamos la ecuación $S_1 v_1 = S_2 v_2$ para que $Q = C_0$
 $S_1 v_1 > S_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_1^2}{2g} > \frac{v_2^2}{2g}$
- Ecuación de Bernoulli $\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + C_0$
 $S_1 \frac{v_1^2}{2g} > S_2 \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow \frac{p_1}{\rho g} > \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + C_0$

Según el razonamiento seguido hasta ahora, en dos secciones con igual área de paso, la velocidad debe de ser la misma y por lo tanto sus términos de energía cinética $\frac{v^2}{2g}$, lo que a su vez implica que sus términos de presión estática $\frac{p}{\rho g}$, sean iguales. Sin embargo, si medimos las presiones estáticas entre dos puntos de igual sección aguas arriba e igual abajo del tubo de Venturi, observamos que sus lecturas estáticas no concuerdan. Esto es debido a que para el caso de un fluido real, a la Ecuación de Bernoulli hay que añadirle un nuevo término debido a la pérdida de carga producida. Con lo que la ecuación queda de la siguiente forma:

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + M_{p1} = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + M_{p2} \quad (6)$$

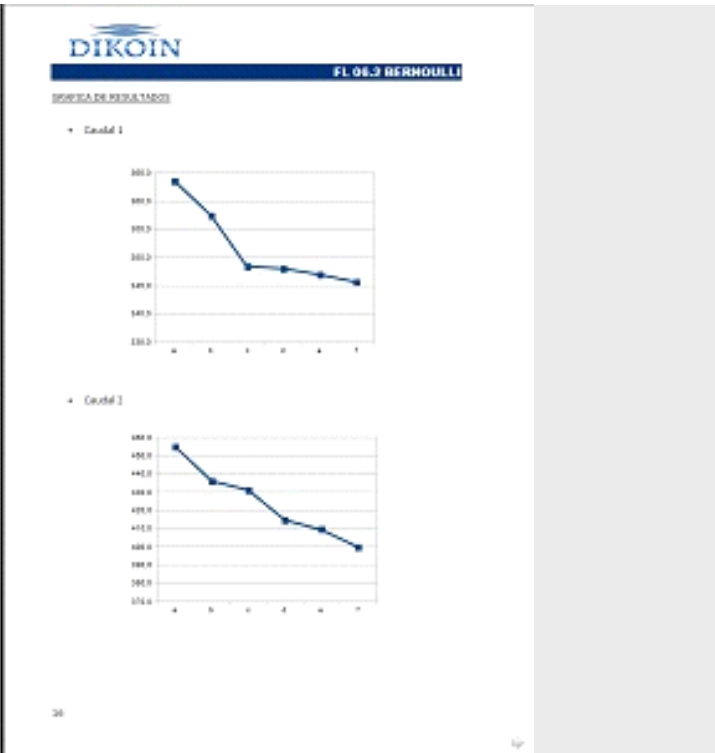
The practical manual shows and explains all the theoretical foundations, as well as the mathematical formulas used for the realization of all the experimentation.

DIKOIN
FL 06.2 BERNOULLI

DATOS FUNDAMENTALES

CARDA 3 Posición	Diámetro [cm] nominal	Área sección [mm ²]	Velocidad media [m/s]	Altura cónica [m] (h ₁ + h ₂)	Área geométrica [m ²] (D ₁ + D ₂)	Altura total [m] + h ₃ (D ₁ + D ₂)
a	26,2	675	8,63	8,61	338	346,6
b	21,5	363	6,7	25,49	330	357,5
c	35,5	214	1,2	72,49	275	348,5
d	20	314	8,63	34,64	314	348,6
e	23,8	445	8,37	26,87	338	347,0
f	29,2	525	8,41	8,01	337	345,0

CARDA 3 Posición	Diámetro [cm] nominal	Área sección [mm ²]	Velocidad media [m/s]	Área cónica [m ²] (D ₁ + D ₂)	Área geométrica [m ²] (D ₁ + D ₂)	Altura total [m] + h ₃ (D ₁ + D ₂)
a	26,2	675	8,00	42,42	412	454,92
b	21,5	363	1,37	117,64	309	438,65
c	16,5	214	2,68	366,75	48	414,75
d	18	314	1,92	399,69	145	414,67
e	23,8	445	1,28	84,80	323	409,61
f	26,2	675	8,00	42,42	387	399,63



Together with the user manual, a completely resolved manual is given with the data to be obtained during the practice with the equipment. In this way, the teacher can easily check if the students are doing the job correctly.



For the study of the static, dynamic and total pressures, the equipment has a pitot tube, whose position within the venturi can be varied.

LEARNING OBJECTIVES

Some of the learning objectives of this equipment are the following:

- Demonstration of the equation of Bernoulli in a Venturi nozzle.
- Calculation of the losses in a Venturi nozzle.
- Study of the static, dynamic and total pressures.
- Study of the Venturi nozzle as a flow measurer and calculation of the unloading coefficient.

TECHNICAL DATA**Bores:**

- Main pipe:
 - \varnothing internal = 28,2 mm.
 - \varnothing external = 32 mm.

Gauges:

- Multimanometer 7 columns of water, measuring range 600 water drop.

REQUIREMENTS

- DIKOIN hydraulic bench.