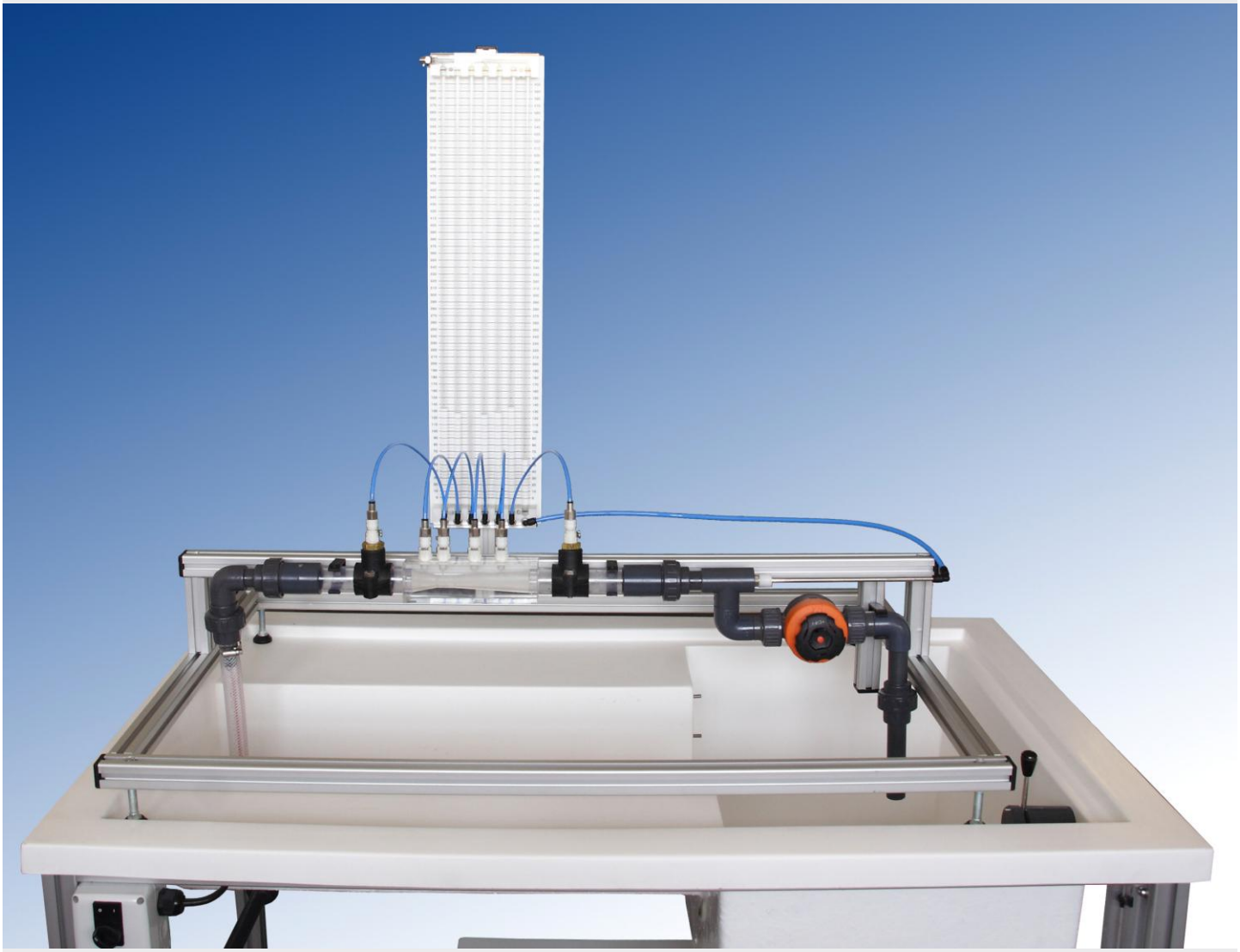
FL 06.2 - BERNOULLI



The equipment FL 06.2 is a simple equipment that further explore the Bernoulli equation and its proof.

The machine has a multi-tube manometer in which we can read simultaneously the different pressures along the canal.

The connection to hydraulics bench (not included) is performed with a threaded link standing without tools, and the conexions are self-sealants, fast connections that keep the water out when you disconnect.

DIKOIN

FL 06.2 BERNOULLI

4. METODO GENERAL

4.1. PASOS PREVIOS. INSTRUCCIONES DE USO

4.1.1. CONEXIÓN, DESCONEXIÓN DE LOS RACORES INSTANTÁNEOS

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

Para su desconexión, utilizar ambas manos. Con una presionar hacia adentro la anilla negra de la toma manométrica que rodea al tubo de conexión, y con la otra tirar de este último.

CONECTAR

DESCONECTAR

7

DIKOIN

FL 06.2 BERNOULLI

4.1.2. CONEXIÓN, DESCONEXIÓN DE LOS ENCHUFES RÁPIDOS

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

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

8

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. ECUACION DE BERNOULLI

5.1.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

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

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} = Cte \qquad (1)$$

De la expresión anterior, observamos que la suma de los tres términos anteriores, debe de ser constante. Esto significa que si uno de ellos, varía, aumenta o disminuye, en a cuenta 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 $z_1 = z_2$ con lo que la expresión queda de la forma:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} = Cte \qquad (2)$$

En la ecuación (2), se observa claramente que si aumenta la energía cinética aguas abajo, es decir, en 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 las diferentes secciones de una conducción, una vez alcanzado el régimen permanente, va a permanecer constante.

$$Q_1 = Q_2 = Cte = Q \qquad (3)$$

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = Cte \qquad (4)$$

En nuestro caso particular, tenemos que:

$$a_1 \cdot b_1 \cdot v_1 = a_2 \cdot b_2 \cdot v_2 = Q \qquad (5)$$

11

DIKOIN

FL 06.2 BERNOULLI

En definitiva, observamos como según 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 asimismo constante. De forma esquemática:

- Ecuación de continuidad $Q_1 = Q_2 = Q = Cte$

  $S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = Q = Cte$.

- Disminuye la sección $S_1 < S_2$ ó $v_1 > v_2$, para que $Q = Cte$
- Si $v_1 > v_2 \Rightarrow \frac{v_1^2}{2g} > \frac{v_2^2}{2g}$
- Ecuación de Bernoulli $\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$
- Si $\frac{v_1^2}{2g} > \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow \frac{P_1}{\rho g} > \frac{P_2}{\rho g}$ para que $\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} = Cte$

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 y aguas abajo del tubo de Venturi, observamos que sus presiones estáticas no coinciden. 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:

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Hb_{1-2} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \qquad (6)$$

12

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

FL 06.2 - BERNOULLI

DIKOIN

FL 06.2 BERNOULLI

TOMAS PIEZOMETRICAS

CAUDAL 1 Posición	Diametro "d" mm.	Area sección (m²)	Velocidad media (m/s)	Altura cinética H2 (mm c.a.)	Altura piezometrica Hp (mm c.a.)	Altura total H2 + Hp (mm c.a.)
a	28,2	625	0,41	8,61	335	343,6
b	21,5	363	0,7	25,49	332	357,5
c	16,5	214	1,2	72,49	276	348,5
d	20	314	0,81	34,64	314	348,6
e	23,8	445	0,37	16,87	330	347,0
f	28,2	625	0,41	8,61	337	345,6

CAUDAL 2 Posición	Diametro "d" mm.	Area sección (m²)	Velocidad media (m/s)	Altura cinética H2 (mm c.a.)	Altura piezometrica Hp (mm c.a.)	Altura total H2 + Hp (mm c.a.)
a	28,2	625	0,92	43,43	411	454,43
b	21,5	363	1,37	137,64	299	436,64
c	16,5	214	2,68	366,15	65	431,15
d	20	314	1,82	169,66	245	414,67
e	23,8	445	1,28	84,80	325	409,81
f	28,2	625	0,91	42,43	357	399,43

15

DIKOIN

FL 06.2 BERNOULLI

GRAFICA DE RESULTADOS

- Caudal 1

- Caudal 2

16

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.

We reserve the right to make modifications without any previous advise.

FL 06.2 - BERNOULLI

The DIKOIN gauge construction system, made of transparent glass and methacrylate machined and polished, makes it possible to clearly visualize if there are any bubbles in the system that can divert the measurement.

DIKOIN Ingeniería S.L.
+034 946 55 15 35 / www.dikoin.com / info@dikoin.com
We reserve the right to make modifications without any previous advise.

FL 06.2 - BERNOULLI

LEARNING OBJECTIVES

- Demostration of Bernoulli´s equation along a venturi.
- Calculating the pressure drop of a venturi.
- Study of static, dynamic and full pressure.

TECHNICAL DATA

Bores:

- Main pipe:
  - Øinternal = 28,2 mm.
  - Øexternal = 32 mm.

Gauges:

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

REQUIREMENTS

- Hydraulic Bench FL 01.4.