

Laboratorio de Mecánica de Fluidos

Manometría

INTRODUCCIÓN

Existen en la actualidad distintas formas y métodos de medir la presión, como también artefactos especializados en la materia como lo son los manómetros (instrumentos que miden la presión superior a la presión atmosférica).

Entre los distintos manómetros existentes en el mercado existe uno, el cual fue motivo de estudio en el Laboratorio de Termo fluidos, como lo fue el Manómetro Bourdon, conformado internamente por un tubo delgado lleno de un fluido con un forma circular a 270°. Al recibir este una presión P el tubo tendera a enderezarse lo cual provocara un efecto sobre el dial, marcando así la presión manométrica.

Este manómetro Bourdon, para garantizar su exactitud y precisión, es necesario realizar procesos de calibración y evaluación continua del instrumento.

Es por ello que se plantea en esta experiencia determinar el error de lectura de un manómetro Bourdon. Para ello se realizaran diversas técnicas y procedimientos destinadas a comprobar dicha exactitud y precisión, los cuales se mencionaran a continuación.

RESUMEN

En esta experiencia se determina el error de lectura de un manómetro Bourdon, haciendo uso de un probador de peso muerto utilizando tres tipos de carga. La experiencia se realizo colocando en la plataforma del probador, distintas masas en forma creciente, decreciente y con vibración, revisando el valor que indique el dial del manómetro. Para determinar la eficacia de cada método se toman los valores medidos en el manómetro y se comparan con la presión real (W/A). El método que tenga el menor error es el método más exacto. Para comprobar la precisión del método se utiliza el procedimiento de regresión lineal o coeficiente de correlación. Se obtuvo como resultados de exactitud un error porcentual de 3,40% para los métodos descendientes y de vibración y un 7,95% para el método ascendente. En los resultados de precisión se obtuvo un coeficiente de correlación de 1 para los métodos descendientes y de vibración y de 0,996 para el

método ascendente. Se concluyo que el método más preciso y exacto es el método de vibración C.

OBJETIVOS

- Determinar el error de lectura de un manómetro Bourdon, haciendo uso de un probador de peso muerto con tres tipos de carga
- Nombrar y explicar diversos tipos de manómetros

FUNDAMENTO TEÓRICO

Presión en un punto:

La presión en un punto de un fluido puede definirse como el cociente entre la fuerza actuante normalmente sobre un elemento de área, y el área misma. Al hablar de un punto, esta área debe tender a cero o al espacio intermolecular e si consideramos un medio continuo, es decir:

$$P = \lim(\partial A \rightarrow e^2) \frac{\partial F}{\partial A}$$

La presión puede expresarse con referencia a un origen arbitrario. Los orígenes más visuales son el vacío y la presión atmosférica. Cuando se toma como origen el vacío absoluto, la presión se llama **presión absoluta** y cuando se toma como origen la presión atmosférica local; se llama **presión manométrica**.

La escala del manómetro, normalmente, indica cero cuando el medidor esta abierto a la presión atmosférica y, por arriba de cero, está calibrado en pascales o en otras unidades de presión.

Aplicando la definición de presión a la base del pistón y considerando que esta se encuentra en estado estático se debe cumplir que:

$$P = W/A.$$

Donde:

W = peso del pistón y la carga añadida.

A = área del pistón.

Este cociente nos determina la presión real. El valor de la presión leída se obtiene directamente del manómetro de bourdon.

La comparación entre los valores de presión real y leída, nos da una idea de la exactitud de la lectura del aparato.

Error porcentual:

$$E\% = \left| \frac{Pt - Pe}{Pt} \right| * 100;$$

Donde:

Pt: Presión teórica calculada mediante la ecuación (1).

Pe: Presión experimental tomada directamente del manómetro.

Regresión lineal:

$$Y = cX + d;$$

Donde:

Y: Presión experimental.

X: Presión teórica.

c: Representa el punto de intersección de la recta de regresión con el eje vertical.

d: representa el coeficiente de regresión (pendiente de la recta de regresión).

Los valores a y b se determina mediante las siguientes ecuaciones.

$$d = \frac{\sum Y - c \sum X}{n};$$

$$c = \frac{n \sum (X.Y) - \sum X . \sum Y}{n \sum X^2 . (\sum X)^2};$$

Donde n representa el número de datos de presión.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Inicialmente la plataforma al estar descargada, se tomó la lectura de la presión en el dial del manómetro. A continuación, se añade un peso conocido, se toma la lectura correspondiente. En la misma forma, se añaden pesos hasta completar los 3Kg de masa en la plataforma. Posteriormente se

retiran las pesas colocadas, tomándose la lectura correspondiente del manómetro en cada paso.

Al terminar de descargar las pesas, se empiezan a añadir una a una, pero esta vez golpeando la mesa donde de halla el medidor, antes de leer en el manómetro el dial que mide la presión se espera que este tienda a estabilizarse.

Se obtendrá valores de presión real calculada, y de presión leída directamente del manómetro.

En base a estos resultados, se construye una gráfica con las tres curvas de presión leída vs presión calculada o real. De esta forma se puede saber o deducir con cual de las tres formas de carga, el manómetro da mejores lecturas.

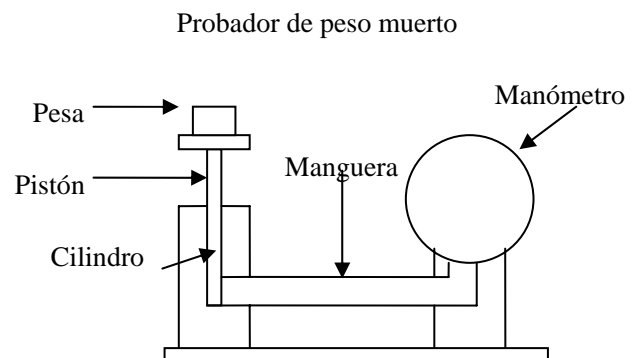
DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

Pesas de Hierro:

Cantidad	Masa (g)
2	1000
5	200

Un probador de peso muerto:

Dispositivo utilizado para comprobar la efectividad de medición del Manómetro Bourdon. Esta formado por un cilindro vertical, un pistón cilíndrico con libertad de movimiento vertical, una plataforma para colocar pesos, una manguera flexible que comunica la presión al manómetro.





Un **manómetro tipo Bourdon**: Consiste en un tubo de paredes delgadas, de forma oval, formando un aro circular de aproximadamente 270°. Este tubo está rígidamente unido a la estructura metálica en el extremo donde la presión es admitida al tubo y se puede mover libremente en el otro extremo, el cual está sellado.

CALCULOS Y RESULTADOS

$$P = \frac{W}{A};$$

Donde:

W: Es el peso del pistón más el de la carga añadida.

A: Es el área de la base del pistón.

Donde n representa el número de datos de presión.

Para la pesa de 1000g del método A:

$$\text{peso(libras)} = 1000g \cdot \frac{1Kg}{1000g} \cdot \frac{2,205lb}{1Kg} = 2,205lb$$

$$\text{Area}(in^2) = 294,37mm^2 \cdot \frac{0,002in^2}{1mm^2} = 0,456in^2$$

$$\text{Presion}(PSI) = \frac{\text{Peso}}{\text{Area}} = \frac{2,205lb}{0,456in^2} = 4,8357456psi$$

$$\text{Presion}(manometro) = 5psi$$

$$\text{Error_relat_ \%} = \left| \frac{4,8357456 - 5}{4,8357456} \right| = 3,39667\%$$

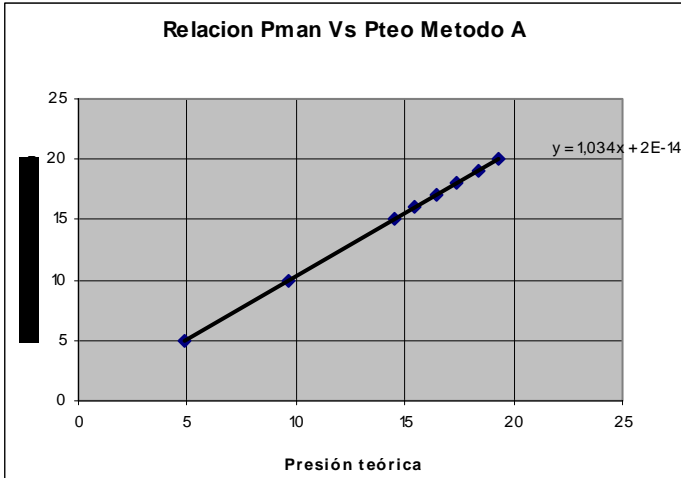
Método A					
n	pesa (g)	pesa (lb)	Pman (PSI)	Pteo (PSI)	Error relat %
1	0	0	5	4,8357456	3,39667
2	1000	2,205	10	9,6714912	3,39667
3	2000	4,41	15	14,507237	3,39667
4	2200	4,851	16	15,474386	3,39667
5	2400	5,292	17	16,441535	3,39667
6	2600	5,733	18	17,408684	3,39667
7	2800	6,174	19	18,375833	3,39667
8	3000	6,615	20	19,342982	3,39667
Promedio error					3,39667
Coeficiente de correlación (Apéndice A.1)					1

Método B					
n	pesa (g)	pesa (lb)	Pman (PSI)	Pteo (PSI)	Error relat %
0	3000	6,615	20	19,3429825	3,3966714
1	2800	6,174	20	18,3758333	8,8386014
2	2600	5,733	18	17,4086842	3,3966714
3	2400	5,292	17	16,4415351	3,3966714
4	2200	4,851	16	15,474386	3,3966714
5	2000	4,41	15	14,5072368	3,3966714
6	1000	2,205	11	9,67149123	13,736338
7	0	0	6	4,83574561	24,076006
Promedio error					7,9542878
Coeficiente de correlación (Apéndice A.2)					0,996

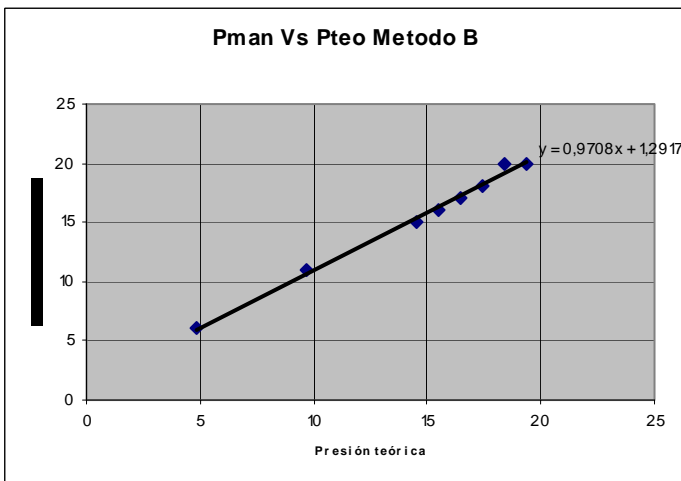
Método C					
n	pesa (g)	pesa (lb)	Pman (PSI)	Pteo (PSI)	Error relat %
0	0	0	5	4,8357456	3,39667
1	1000	2,205	10	9,6714912	3,39667
2	2000	4,41	15	14,507237	3,39667
3	2200	4,851	16	15,474386	3,39667
4	2400	5,292	17	16,441535	3,39667
5	2600	5,733	18	17,408684	3,39667
6	2800	6,174	19	18,375833	3,39667
7	3000	6,615	20	19,342982	3,39667
Promedio error					3,39667
Coeficiente de correlación (Apéndice A.1)					1

Presiones teóricas		
total (g)	total (lb)	Pteo (PSI)
1000	2,2051	4,83574561
2000	4,4102	9,67149123
3000	6,6153	14,5072368
3200	7,05632	15,474386
3400	7,49734	16,4415351
3600	7,93836	17,4086842
3800	8,37938	18,3758333
4000	8,8204	19,3429825

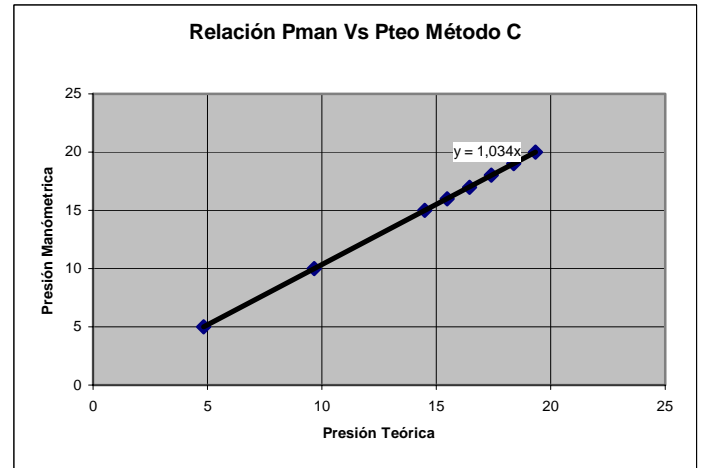
Resultados Método A:



Resultados Método B:



Resultados Método C:



ANÁLISIS DE RESULTADOS

El procedimiento 1 y 3 dio como resultado un error porcentual promedio de 3.39667 y un coeficiente de correlación igual a 1 que significan que dicho procedimiento es preciso y los valores tomados ofrecen la misma tendencia en cada una de las mediciones.

El procedimiento 2 dio como resultado un error porcentual promedio de 7.9542878 y un coeficiente de correlación de 0.998 que significan que dicho procedimiento es un poco menos preciso que los anteriores pero de igual manera ofrece en los valores tomados una misma tendencia excepto en las últimas mediciones, lo que ocasiona una discontinuidad en la uniformidad de la curva.

Por los valores de error obtenidos en la sección de cálculos, se concluye que el método C, junto con el A son los más efectivos para determinar la presión en un manómetro Bourdon. En el método C se hace de importancia el uso de vibración mediante los golpes a la mesa como un método para garantizar que el dial del manómetro tienda a oscilar en el valor estimado hasta equilibrarse a diferencia del método A en el cual el dial toma un valor y no tiene la opción de ajustarse mediante oscilaciones cortas como lo tiene en el método C.

El método B no resultó conveniente, pues cuando se van retirando las pesas, la plataforma va a ascender, pero van a existir muchos factores que se opondrán a ese movimiento como lo es el esfuerzo cortante causado por el fluido y el roce con la superficie del tubo por donde se desplaza.

CONCLUSIONES

El método C considerando los resultados obtenidos durante la experiencia se puede considerar el más efectivo para calcular el error de medición del manómetro Bourdon.

El método B no resulto ser el más idóneo para calcular el error de medición del manómetro Bourdon, debido a que el efecto de recuperación es afectado por el esfuerzo cortante originado por la viscosidad del fluido.

FUENTES CONSULTADAS

Manómetro tipo Bourdon con diafragma MAN-R

<http://www.koboldmessring.com/spanish/t307.html>

Regresión Lineal

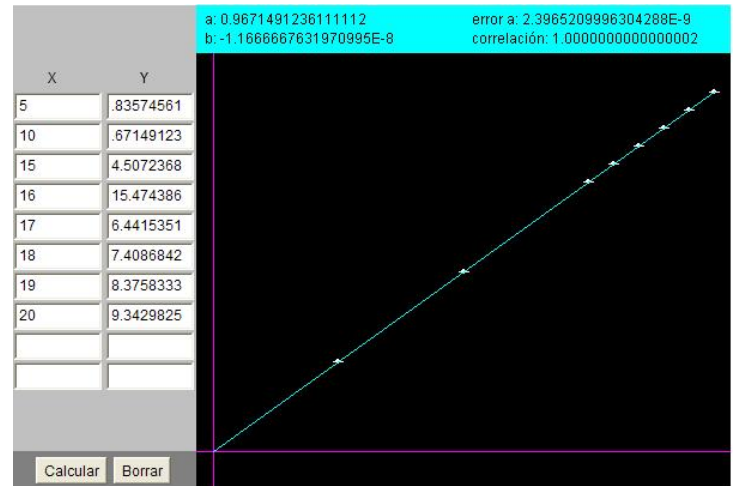
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cursoJava/numerico/regresion/regresion.htm>

STREETER, Victor L. Mecanica de Fluidos. McGraw Hill. Novena Edición

ZARATE. Laboratorio de Mecanica de Fluidos. Ciudad Guayana. 1989.

APENDICES Y ANEXOS

Calculo de correlación – MÉTODO A y C (A.1)



Calculo de correlación, Método B: (A.2)

