Nombre:_____ C.I.:_____

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA. Mérida 5 de marzo de 2012
ESCUELA DE MECANICA
INSTRUMENTACION

3do EXAMEN PARCIAL. Teoría.

A. Para los dos instrumentos de la lista **marcados con un círculo**. Explique el principio de funcionamiento del instrumento, diga cómo está configurado del instrumento, menciones la variaciones existentes y criterios de instalación en la tubería. Utilice ilustraciones y expresiones matemáticas para las explicaciones, sea lo más explicito y amplio posible. Escriba con letra clara y legible. (6 puntos cada una) (30 minutos).

1. Placa orificio
2. Medidor de turbina
3. Medidor Ultrasónico de Tiempo de Transito
4. Tobera de Flujo
5. Medidor magnético de corriente alterna
6. Medidor ultrasónico de efecto Doppler
7. Tobera Vénturi
8. Medidor magnético de corriente directa pulsada
9. Medidor calorimétrico de tubo calentado
10. Tubo Vénturi
11. Medidor de disco oscilante
12. Medidor calorimétrico de inserción
13. Tubo de Pitot
14. Medidor de pisto reciprocarte
15. Anemómetro de hilo caliente
16. Rotámetro
17. Medidor de paletas
18. Medidor de Coriolis

Nombre:_____ C.I.:_____

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA. Mérida 5 de marzo de 2012
ESCUELA DE MECANICA
INSTRUMENTACION

3do EXAMEN PARCIAL. Teoría.

A. Para los dos instrumentos de la lista **marcados con un círculo**. Explique el principio de funcionamiento del instrumento, diga cómo está configurado del instrumento, menciones la variaciones existentes y criterios de instalación en la tubería. Utilice ilustraciones y expresiones matemáticas para las explicaciones, sea lo más explicito y amplio posible. Escriba con letra clara y legible. (6 puntos cada una) (30 minutos).

1. Placa orificio
2. Medidor de turbina
3. Medidor Ultrasónico de Tiempo de Transito
4. Tobera de Flujo
5. Medidor magnético de corriente alterna
6. Medidor ultrasónico de efecto Doppler
7. Tobera Vénturi
8. Medidor magnético de corriente directa pulsada
9. Medidor calorimétrico de tubo calentado
10. Tubo Vénturi
11. Medidor de disco oscilante
12. Medidor calorimétrico de inserción
13. Tubo de Pitot
14. Medidor de pisto reciprocarte
15. Anemómetro de hilo caliente
16. Rotámetro
17. Medidor de paletas
18. Medidor de Coriolis

Nombre:_____ C.I.:_____

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA. Mérida 5 de marzo de 2012
ESCUELA DE MECANICA
INSTRUMENTACION

3er EXAMEN PARCIAL. Problemas.

Se quiere instalar una tobera de tipo ISA 1932 en un tubo por donde circula un flujo de agua a una temperatura de 20 ºC y una presión manométrica de 100 psi.
Se dispone para la medición de la caída de presión de un manómetro de presión diferencial de diafragma con un rango de 0 a 50 psi. Tomando en cuenta que la presión mínima del sistema debe ser superior en al menos 10 KPa a la presión de vapor para garantizar que el agua no se evapore y se presente cavitación y considerando que:
Flujo de agua en litros por segundo es de:

$Q = 6$	$Q = 8$	$Q = 10$	$Q = 12$	$Q = 14$

El diámetro interno de la tubería en pulgadas es de:

$D = 4$	$D = 5$	$D = 6$	$D = 8$	$D = 10$

Propiedades del agua a 20 ºC: Densidad = 998,2 Kg/m^3, Viscosidad = 1,005x10^{-3} N - s/m^2, Presión de vapor = 2,34 KPa.

1. Diferencia de presión en pascales que debe producir el instrumento
2. Velocidad del fluido en la tubería.
3. Número de Reynolds del fluido en la tubería
4. Coeficiente de descarga C de la tobera
5. La relación de diámetros β de la tobera
6. El diámetro de la garganta d de la tobera

Duración 90 minutos

Nombre:_____ C.I.:_____

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA. Mérida 5 de marzo de 2012
ESCUELA DE MECANICA
INSTRUMENTACION

3er EXAMEN PARCIAL. Problemas.

Se quiere instalar una tobera de tipo ISA 1932 en un tubo por donde circula un flujo de agua a una temperatura de 20 ºC y una presión manométrica de 100 psi.
Se dispone para la medición de la caída de presión de un manómetro de presión diferencial de diafragma con un rango de 0 a 50 psi. Tomando en cuenta que la presión mínima del sistema debe ser superior en al menos 10 KPa a la presión de vapor para garantizar que el agua no se evapore y se presente cavitación y considerando que:
Flujo de agua en litros por segundo es de:

$Q = 6$	$Q = 8$	$Q = 10$	$Q = 12$	$Q = 14$

El diámetro interno de la tubería en pulgadas es de:

$D = 4$	$D = 5$	$D = 6$	$D = 8$	$D = 10$

Propiedades del agua a 20 ºC: Densidad = 998,2 Kg/m^3, Viscosidad = 1,005x10^{-3} N - s/m^2, Presión de vapor = 2,34 KPa.

1. Diferencia de presión en pascales que debe producir el instrumento
2. Velocidad del fluido en la tubería.
3. Número de Reynolds del fluido en la tubería
4. Coeficiente de descarga C de la tobera
5. La relación de diámetros β de la tobera
6. El diámetro de la garganta d de la tobera

Duración 90 minutos

Nombre:_____ C.I.:_____

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA. Mérida 5 de marzo de 2012
ESCUELA DE MECANICA
INSTRUMENTACION

3er EXAMEN PARCIAL. Problemas.
SOLUCION

Se quiere instalar una tobera de tipo ISA 1932 en un tubo por donde circula un flujo de agua a una temperatura de 20 ºC y una presión manométrica de 100 psi.
Se dispone para la medición de la caída de presión de un manómetro de presión diferencial de diafragma con un rango de 0 a 50 psi. Tomando en cuenta que la presión mínima del sistema debe ser superior en al menos 10 KPa a la presión de vapor para garantizar que el agua no se evapore y se presente cavitación y considerando que:
Flujo de agua en litros por segundo es de:

$Q = 6$	$Q = 8$	$Q = 10$	$Q = 12$	$Q = 14$

El diámetro interno de la tubería en pulgadas es de:

$D = 4$	$D = 5$	$D = 6$	$D = 8$	$D = 10$

Propiedades del agua a 20 ºC: Densidad = 998,2 Kg/m^3, Viscosidad = 1,005x10^{-3} N - s/m^2, Presión de vapor = 2,34 KPa.

1. Diferencia de presión en pascales que debe producir el instrumento
2. Velocidad del fluido en la tubería.
3. Número de Reynolds del fluido en la tubería
4. Coeficiente de descarga C de la tobera
5. La relación de diámetros β de la tobera
6. El diámetro de la garganta d de la tobera

Duración 90 minutos

SOLUCION Caso Q = 6 l/s, D = 4".
Datos:
$D = 4" \left(\frac{2.54}{100}\right) = 1.0160 \times 10^{-1}\ m$
$Q = 6 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$
$\rho = 998.2 \frac{Kg}{m^3}$;
$\mu = 1.005 \times 10^{-3}\ \frac{Ns}{m^2}$;

1. Presiones de trabajo:

$P = 100\ psig * 6896.5 + 100 \times 10^3 = 789650\ Pa$
$P_{vap} = 2.34 \times 10^3\ Pa$;
$P_{min} = 10 \times 10^3 + Pvap = 12.34 \times 10^3\ Pa$;

Presión que mide el manómetro:
$P_{manom} = 50 * 6896.5 = 344825\ Pa$

Diferencia de presión que deberá producir el instrumento será el valor más pequeño entre: la diferencia de presión máxima y mínima (un valor mayor produciría cavitación), comparado con la que es capaz ce medir el manómetro (un valor mayor no podría ser medido por el manómetro).

$$\Delta P = \min\big((P - Pmin), Pmanom\big) = \min\big((789650 - 12340), 344825\big)$$
$$\Delta P = 344825\ Pa$$

2. Velocidad

$$A = \pi \frac{D^2}{4} = 8.1073 \times 10^{-3}\ m^2$$
$$V = \frac{Q}{A} = 0.74007 \frac{m}{s}$$

3. Reynolds

$$Re = \frac{\rho\, VD}{\mu} = 7.4683 \times 10^{4}$$

4. Coeficiente de descarga y
5. Relación de diámetros

$$A2 = \frac{\mu}{\sqrt{2\Delta P\rho}}\frac{Re}{D} = 2.8156 \times 10^{-2}$$

Lazo de cálculo iterativo para determinación del diámetro:

Se comienza con los valores iniciales para el coeficiente de descarga $C = 1$

Calculamos los valores iniciales de (1era iteración):

$$X2 = \frac{A2}{C} = 2.8156 \times 10^{-2}$$

$$\beta = \left(\frac{X2}{1 + X2}\right)^{\frac{1}{4}} = 0.4068$$

$$C = 0.9900 - 0.2262 * \beta^{4.1} - (0.00175\beta^{2} - 0.0033\beta^{4.15})\left(\frac{1 \times 10^{6}}{Re}\right)^{1.15} = 0.98018$$

Definimos como criterio de convergencia $Crit < 10^{-3}$

$$Crit = \left|\frac{A2 - X2C}{A2}\right| = 1.9824 \times 10^{-2} > 10^{-3}$$

Como no se cumple el criterio calculamos de nuevo los valores anteriores (2da iteración):

$$X2 = \frac{A2}{C} = 2.8725 \times 10^{-2}$$

$$\beta = \left(\frac{X2}{1 + X2}\right)^{\frac{1}{4}} = 0.40878$$

$$C = 0.9900 - 0.2262 * \beta^{4.1} - (0.00175\beta^{2} - 0.0033\beta^{4.15})\left(\frac{1 \times 10^{6}}{Re}\right)^{1.15}$$

$$C = 0.98004$$

$$Crit = \left|\frac{A2 - X2C}{A2}\right| = 1.4105 \times 10^{-4} < 10^{-3}$$

6. Diámetro de la garganta. Como ahora si se cumple el criterio utilizamos el último valor calculado de β para calcular el diámetro de la garganta:

$$d = \beta D = 0.40878 \times 1.0160 \times 10^{-1} = 4.1532 \times 10^{2}\ m$$

$$d = 4.1532 \times 10^{2}\left(\frac{100}{2.54}\right) = 1.6351\ pulg$$

Valores Numéricos para otros modelos de examen:

$D\ (Pulgadas)$	4	5	6	8	10
$D\ (m)$	1.0160e-001	1.2700e-001	1.5240e-001	2.0320e-001	2.5400e-001
$A\ (m)$	8.1073e-003	1.2668e-002	1.8241e-002	3.2429e-002	5.0671e-002

P = 789650, Pvap = 2340, Pmin = 12340, Pmanom = 344825, DP = 344825

$Q\ (m^3/s\ )$	6.0000e-003	8.0000e-003	1.0000e-002	1.2000e-002	1.4000e-002

$V\ (m/s)$ =

$D\downarrow\ \ Q\rightarrow$	6.0000e-003	8.0000e-003	1.0000e-002	1.2000e-002	1.4000e-002
4	7.4007e-001	9.8676e-001	1.2335e+000	1.4801e+000	1.7268e+000
5	4.7365e-001	6.3153e-001	7.8941e-001	9.4729e-001	1.1052e+000
6	3.2892e-001	4.3856e-001	5.4820e-001	6.5784e-001	7.6748e-001
8	1.8502e-001	2.4669e-001	3.0836e-001	3.7004e-001	4.3171e-001
10	1.1841e-001	1.5788e-001	1.9735e-001	2.3682e-001	2.7629e-001

Re =

$D\downarrow\ \ Q\rightarrow$	6.0000e-003	8.0000e-003	1.0000e-002	1.2000e-002	1.4000e-002
4	7.4683e+004	9.9577e+004	1.2447e+005	1.4937e+005	1.7426e+005
5	5.9746e+004	7.9661e+004	9.9577e+004	1.1949e+005	1.3941e+005
6	4.9788e+004	6.6384e+004	8.2981e+004	9.9577e+004	1.1617e+005
8	3.7341e+004	4.9788e+004	6.2235e+004	7.4683e+004	8.7130e+004
10	2.9873e+004	3.9831e+004	4.9788e+004	5.9746e+004	6.9704e+004

A2 =

$D\downarrow\ \ Q\rightarrow$	6.0000e-003	8.0000e-003	1.0000e-002	1.2000e-002	1.4000e-002
4	2.8156e-002	3.7541e-002	4.6926e-002	5.6312e-002	6.5697e-002
5	1.8020e-002	2.4026e-002	3.0033e-002	3.6039e-002	4.2046e-002
6	1.2514e-002	1.6685e-002	2.0856e-002	2.5027e-002	2.9199e-002
8	7.0390e-003	9.3853e-003	1.1732e-002	1.4078e-002	1.6424e-002
10	4.5049e-003	6.0066e-003	7.5082e-003	9.0099e-003	1.0512e-002

C =

$D\downarrow\ \ Q\rightarrow$	6.0000e-003	8.0000e-003	1.0000e-002	1.2000e-002	1.4000e-002
4	9.8890e-001	9.8883e-001	9.8872e-001	9.8856e-001	9.8835e-001
5	9.8915e-001	9.8914e-001	9.8910e-001	9.8905e-001	9.8898e-001
6	9.8929e-001	9.8930e-001	9.8929e-001	9.8927e-001	9.8925e-001
8	9.8945e-001	9.8947e-001	9.8948e-001	9.8948e-001	9.8948e-001
10	9.8955e-001	9.8956e-001	9.8958e-001	9.8958e-001	9.8959e-001

β=

$D\downarrow\ \ Q\rightarrow$	6.0000e-003	8.0000e-003	1.0000e-002	1.2000e-002	1.4000e-002
4	1.6870e-001	1.9477e-001	2.1773e-001	2.3847e-001	2.5753e-001
5	1.3496e-001	1.5583e-001	1.7421e-001	1.9082e-001	2.0610e-001
6	1.1246e-001	1.2986e-001	1.4518e-001	1.5903e-001	1.7176e-001
8	8.4343e-002	9.7389e-002	1.0888e-001	1.1927e-001	1.2883e-001
10	6.7472e-002	7.7909e-002	8.7104e-002	9.5416e-002	1.0306e-001

$d\ (m)$ =

$D\downarrow\ \ Q\rightarrow$	6.0000e-003	8.0000e-003	1.0000e-002	1.2000e-002	1.4000e-002
4	1.7140e-002	1.9789e-002	2.2122e-002	2.4229e-002	2.6165e-002
5	1.7140e-002	1.9790e-002	2.2125e-002	2.4235e-002	2.6174e-002
6	1.7139e-002	1.9790e-002	2.2125e-002	2.4236e-002	2.6177e-002
8	1.7139e-002	1.9790e-002	2.2125e-002	2.4236e-002	2.6178e-002
10	1.7138e-002	1.9789e-002	2.2124e-002	2.4236e-002	2.6177e-002

$d\ (pulg)$ =

$D\downarrow\ \ Q\rightarrow$	6.0000e-003	8.0000e-003	1.0000e-002	1.2000e-002	1.4000e-002
4	6.7480e-001	7.7910e-001	8.7093e-001	9.5390e-001	1.0301e+000
5	6.7480e-001	7.7915e-001	8.7105e-001	9.5412e-001	1.0305e+000
6	6.7478e-001	7.7914e-001	8.7108e-001	9.5418e-001	1.0306e+000
8	6.7475e-001	7.7912e-001	8.7106e-001	9.5418e-001	1.0306e+000
10	6.7472e-001	7.7909e-001	8.7104e-001	9.5416e-001	1.0306e+000