MEDIDOR DE FLUJO TIPO VORTEX

PRINCIPIO DE MEDICIÓN

Debe su nombre al ingeniero y estudioso de la dinámica de los fluidos, Theodore von Kármán. Este principio de medición se basa en el hecho de que corriente abajo de un obstáculo se forman vórtices (vórtices) en el fluido y cambia la distribución de la presión. Cuando se trata de rangos elevados de Re (47<Re<107 para cilindros circulares), se producen remolinos en cada lado del cuerpo, formando dos filas de vórtices en su estela, cuyos centros se alternan, situados en cada fila en una posición intermedia con respecto a los de la otra. Por último, la energía se consume por la viscosidad y el patrón se dispersa en función de la distancia de la fuente.

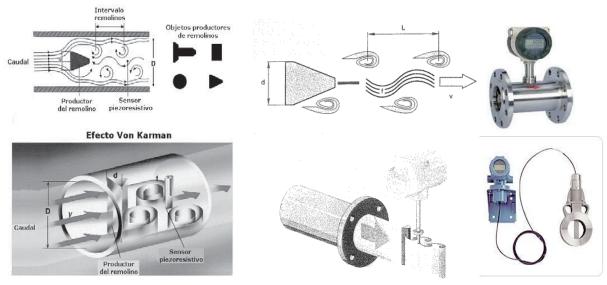
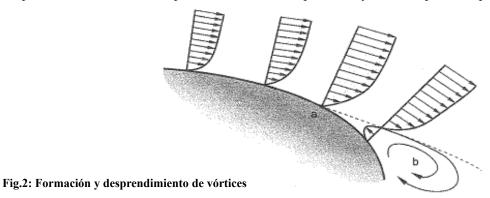


Figura 1

Formación de vórtices y geometría del cuerpo sólido: El fluido alcanza su velocidad máxima en la parte más ancha del cuerpo sólido; a partir de ese punto pierde parte de su velocidad. El flujo intenta desprenderse del contorno del cuerpo (a), en lugar de bordearlo. Más allá del punto (a) la presión disminuye y se producen reflujos, y en última instancia, vórtices (b). Estos vórtices se desprenden alternativamente por cada lado del cuerpo sólido y son transportados por el fluido



Los obstáculos sólidos de los caudalímetros Vortex varían según el fabricante. Los hay de forma **rectangular, triangular, esférica, en delta o en formas más específicas,** correspondientes a los diversos modelos patentados. En cada modelo, el número de Strouhal se debe mantener constante para todo el campo de valores de medida cuyo Reynolds este en [10.000 –1.000.000]; en otras palabras, para todo este campo de valores de medida, la frecuencia de desprendimiento de vórtices ha de ser independiente de la presión, la temperatura y la densidad. El número de Strouhal empleado en este contexto describe la relación entre la frecuencia de desprendimiento de vórtices, la velocidad del fluido y el diámetro del cuerpo sólido. Figura 3.

Los ingenieros de la NASA han sometido este modelo en forma de delta de cuerpo sólido a estudios exhaustivos. La exactitud de la medición con esta geometría puede llegar a ser de $\pm 1\%$ al $\pm 1.5\%$ y su reproducibilidad se sitúa en torno al 0,2%.Las características de los caudalímetros Vortex se suelen definir en términos del "parámetro K". Este parámetro representa el número de vórtices que se detectan por unidad de tiempo (impulsos por unidad de volumen). El fabricante obtiene dicho parámetro K durante el proceso de calibración del aparato e incluye esta información en la placa de características del instrumento. Este parámetro depende de la geometría del cuerpo sólido y del tamaño de la tubería.

Ejemplo: En un caudalímetro Vortex (DN 50/2") cuyo parámetro K es 10 impulsos por litro, cada impulso corresponde a un volumen de 0,1 litros, independientemente de que el fluido sea agua, vapor o cualquier otro fluido.

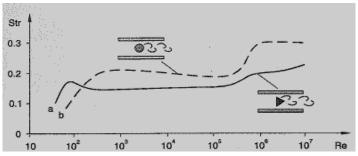
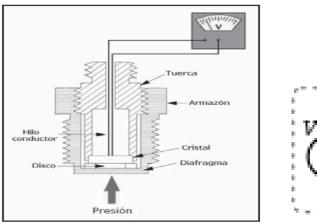


Fig. 3: Número de Strouhal (Str) para diversos obstáculos sólidos en función del número de Reynolds (Re), a = Cuerpo sólido en forma de delta, b = Cuerpo sólido en forma de esfera.

La medición cosiste entonces, en colocar sensores de presión o velocidad que transformen estos campos oscilantes en una señal eléctrica a partir de la cual se determine la frecuencia de los vórtices. Esto se logra con sensores de presión de cristales piezoeléctricos, o con una termistancia de muy baja inercia térmica que aproveche los efectos de refrigeración dado el aumento de la velocidad del torbellino en la región de cola, o bien mediante un condensador de capacidad variable, función de la deformaciónde un diafragma (placa), o bien mediante la aplicación de un haz de ultrasonidos perpendicularmente al remolino, midiendo el tiempo de tránsito del haz desde el transmisor al receptor.

Símbolo esquemático y modelo electrónico de un sensor piezoeléctrico



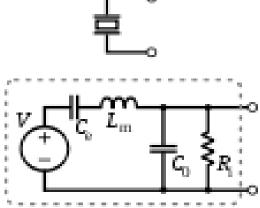


Figura 3.13 Elemento piezoeléctrico

MODELO MATEMATICO

Las calles de vórtices de von Kárman ocurren sólo cuando el número de Reynolds (Re) registra ciertos valores, por lo general superiores a 90. El rango de valores de Re oscilará según el tamaño y la forma del cuerpo a partir del cual se producen los vórtices así como de sus corrientes contrarias, es decir sus remolinos, lo mismo que en función de la viscosidad cinemática del fluido.

Cuando se considera un largo cilindro circular, la **frecuencia** de la producción de vórtices se determina según la siguiente relación empírica:

 $\frac{fd}{V} = 0.198 \left(1 - \frac{19.7}{Re} \right)$

Donde f= Frecuencia de producción de vórtices. d= Diámetro del obstáculo V= Velocidad del fluido. AL parámetro a dimensional fd/V se le conoce como número de Strouhal. Esta fórmula es en general correcta para rangos de 250 < Re < 2 \times 10 5 .

Y el caudal mediante la ecuación: $\mathbf{Q} = \mathbf{f}^*\mathbf{d}^*\mathbf{A}/\mathbf{S}\mathbf{t}$, donde A es el área transversal de la tubería. El parámetro $\mathbf{d}^*\mathbf{A}/\mathbf{S}\mathbf{t}$, es la constante K del vortex. Es decir $\mathbf{Q} = \mathbf{K}^*\mathbf{f}$.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL INSTRUMENTO.

Ventajas:

- Buena exactitud y repetitividad. exactitud es del \pm 0,75% para líquidos y del \pm 1% para gases.
- Mantenimiento mínimo.
- Amplio rango de flujo (50:1)
- Sin partes móviles, confiable y de bajo mantenimiento.
- Independiente de la densidad y viscosidad del fluido (gases, vapores y líquidos).

Desventajas:

- Menor precisión a caudales bajos.
- Es afectado por fluidos abrasivos que puedan deformar el generador de torbellinos.
- Es afectado por los fluidos capaces de generar depósitos y obstrucción.
- Su costo es relativamente alto.
- Las vibraciones pueden interferir con la medición.

INSTALACIÓN

Generalmente deben instalarse en tubería recta con longitudes mínimas de 15 diámetros aguas arriba y de 5 diámetros aguas abajo, perfectamente alineado con la tubería para asegurar la formación correcta de remolinos. Para asegurar una correcta medición, la tubería debe estar libre de obstrucciones cerca de la entrada y verificar que el sensor esté siempre lleno de líquido.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

	9		9	6 0 6	9	3	
	Mod. embridados Conv. sencillo	Mod. embridados Conv. sencillo	Mod. embridados Conv. sencillo	Mod. embridados Doble conv.	Mod. tipo sándwich Conv. sencillo	Mod. tipo sándwich Conv. sencillo	Mod. tipo sándwich Conv. sencillo
MÉTODO DE MEDICIÓN	Conv. sencino	Conv. Sencino	Conv. sencino	Doble Conv.	Conv. Sencino	Conv. Sencino	Conv. Sencino
Volumétrico	•	•	•	•	•	•	•
Caudal másico	•	•	•	•	•	•	•
ESPECIFICACIONES							
Pantalla	2 líneas, 10 caracteres por línea						
Teclado	•	•	•	•	•	•	•
Conexión	DN15 - 300 (½" - 12") EN 1092-1; ASME DN15 - 100 (½" - 4") EN 1092-1; ASME						
Presión	PN 10 - PN 100 Clase 150 - 600				PN 16 - PN 100 Clase 150 - 600		
Material del sensor	Acero inoxidable 1.4404 (316L) / 1.4435 (316L) / FPM o FFKM: Hastelloy C22 (por encargo)						
Material del transmisor	Aluminio						
Caudal de líquido	0.45 - 1600 m³/h 0.45 - 186 m³/h						
Caudal de aire	6,8 - 18370 m³/h				6,8 - 2125 m³/h		
Caudal de vapor	5,25 - 126775 kg/h				5,25 - 16665 kg/h		
Precisión	Vapor y gases: + <i>l</i> - 1% Liquidos: + <i>l</i> - 0,75%						
Temperatura del medio	-40 °C - 240 °C (-40 °F - 464 °F)						
Clasificación de la cápsula	IP 66 / 67						
Sensor de temperatura	•	•	•	•	•	•	•
Sensor de presión		•	•			•	•
Válvula de cierre			•				•
Compensación de la temperatura	Incluido de serie para vapor saturado						
Compensación de temperatura y presión	Para vapor, gases, gases húme- dos y mezclas de gases				Para vapor, gases, gases húme- dos y mezclas de gases		
Salida de corriente	420 mA						
Salida de impulsos	Frecuencia máxima de impulsos 0,5 Hz						
Salida digital	HART®						
Homologaciones	ATEX II 2G EEx d ia [ia] IIC T6 y FM Clase I, II, III Div. 1 & 2						
Alimentación eléctrica, versión no Ex	1436 V DC						
Alimentación eléctrica, versión Ex	1428 V DC						