

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 ($47 < Re < 10^7$ 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.

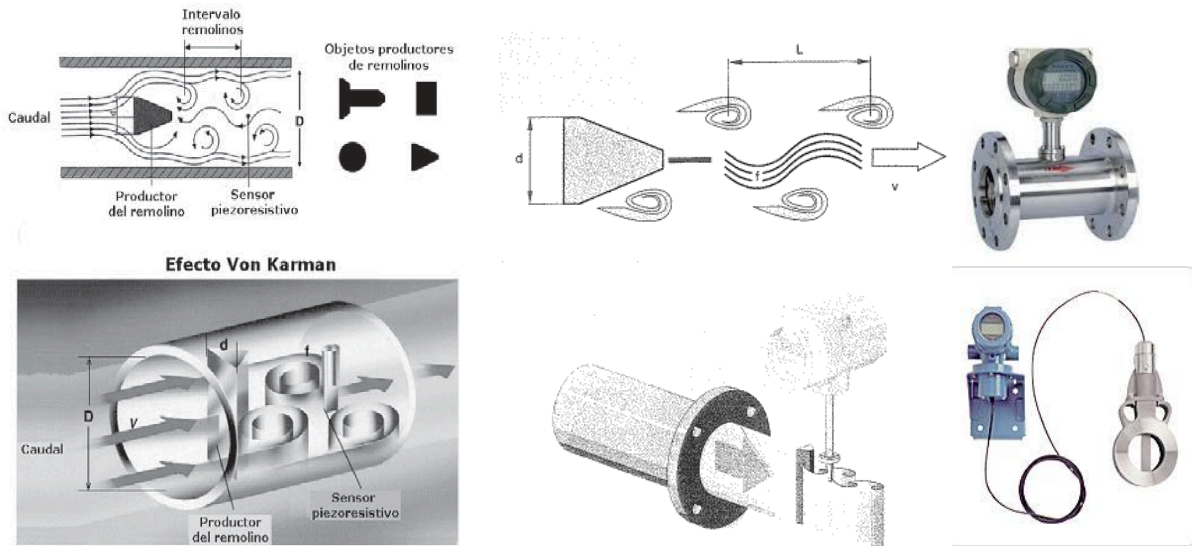


Figura 1

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

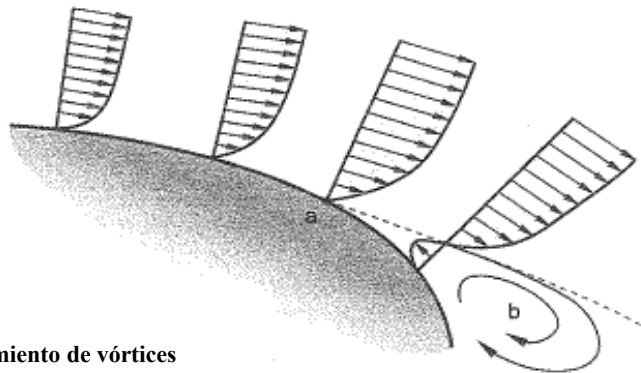


Fig.2: Formación y desprendimiento de vórtices

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.

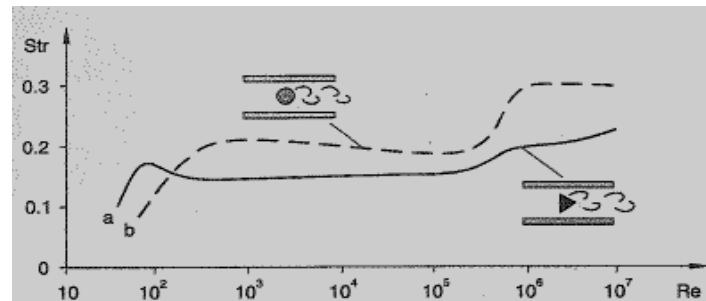


Fig. 3: Número de Strouhal (Str) para diversos obstáculos sólidos en función del número de Reynolds (Re), a = Cuerpo sólido en forma de delta, b = Cuerpo sólido en forma de esfera.

La medición consiste 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 deformación de 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

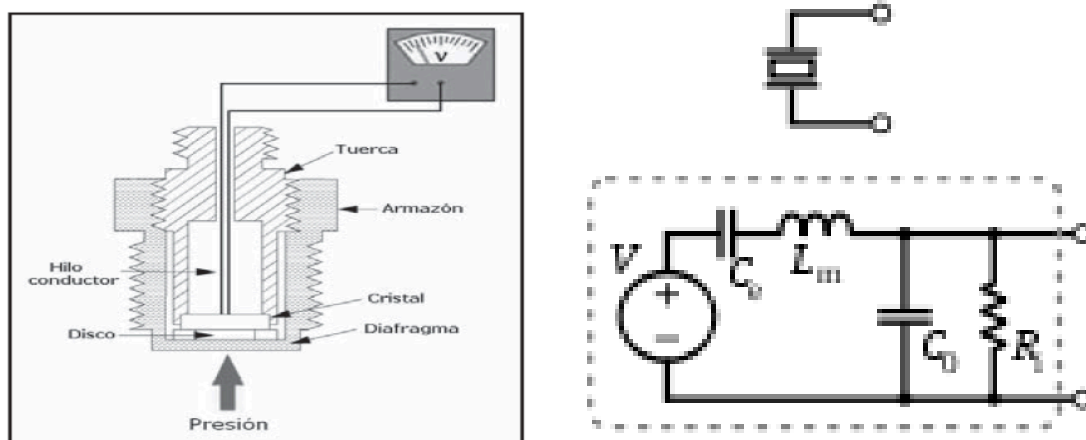


Figura 3.13 Elemento piezoeléctrico

MODELO MATEMATICO

Las calles de vórtices de von Kármán 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.

