

MEDICION DE GAS NATURAL CON TECNOLOGIA ULTRASONICA EN APLICACIONES FISCALES (AGA Rep. No 9) – DIAGNOSTICOS AVANZADOS

**K. Solange Fornabaio
Emerson Argentina**

Sinopsis

Durante la última década, el uso de la tecnología ultrasónica para la medición de gas natural en aplicaciones fiscales ha crecido considerablemente.

La publicación de AGA Rep No 9, “Measurement of Gas by Multipath Ultrasonic Meters”, en junio de 1998 y su posterior revisión en abril de 2007 ha acelerado notablemente la instalación de medidores ultrasónicos para esta aplicación.

En este trabajo se revisará el principio de funcionamiento de esta clase de medidores que servirá para entender las herramientas de diagnóstico, que brindan información sobre “el estado de salud” del medidor.

También se estudiarán los parámetros de diagnósticos avanzados que notifican sobre el estado del proceso, tales como suciedad en el sistema de medición, presencia de líquido en el fluido, estratificación de temperatura a bajos caudales y cambios en los perfiles de flujo debido a posibles obstrucciones repentinas en la línea. Un parámetro sumamente relevante es el seguimiento de la velocidad del sonido y su chequeo cruzado con AGA Rep No. 10; que valida el sistema completo de medición

Introducción

Antes de comenzar la discusión sobre el principio de funcionamiento de los medidores ultrasónicos y su capacidad de diagnósticos debemos revisar los distintos diseños que son utilizados hoy. En la figura 1, se muestran cinco técnicas de integración de velocidades. Claramente se observa que estos métodos difieren entre sí y esto lleva a que las respuestas a diferentes perfiles de velocidad pueden también diferir, por tal motivo todos requieren análisis diferentes. El análisis en este trabajo técnico se enfocará específicamente en la configuración D.

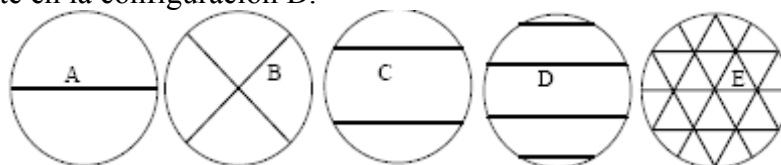


Figura 1 – Diseños típicos de Medidores Ultrasónicos

Definiremos como A al haz superior y en forma sucesivamente descendente llamaremos B, C y D al haz inferior.

Principio de Funcionamiento

Esta tecnología está basada en la medición del tiempo de tránsito de la onda ultrasónica desde un transductor_u hasta un transductor_d, a través del flujo de Gas Natural que fluye en el medidor.

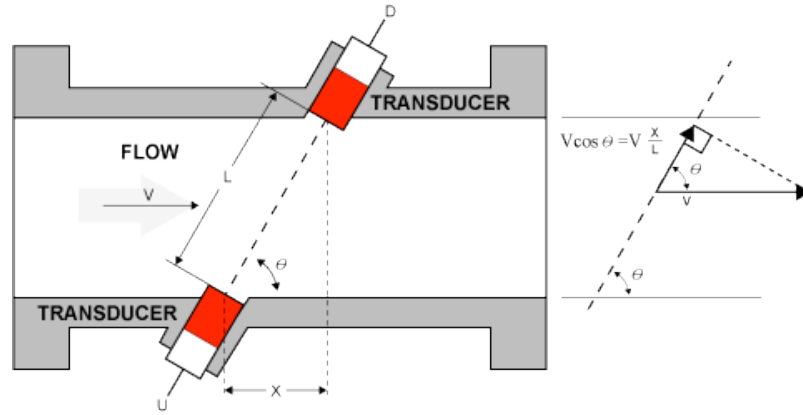


Figura 2 – Medidor Ultrasónico

Partiendo de la definición de velocidad (espacio / tiempo) y expresándola en función de los parámetros mostrados en la Figura 2, llegamos a las siguientes ecuaciones que se aplican a cada transductor:

$$T_u = \frac{L}{C + V \frac{X}{L}} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$T_d = \frac{L}{C - V \frac{X}{L}} \quad \text{Ec. (2)}$$

Dado que los tiempos T_u y T_d son medidos por el medidor y que los parámetros físicos L y X son parámetros que provienen de fábrica, despejamos de ambas ecuaciones V y C , que son las incógnitas que tenemos y así llegamos a:

$$V = \frac{L^2}{2X} \left[\frac{T_d - T_u}{T_d * T_u} \right] \quad \text{Ec. (3)}$$

$$C = \frac{L}{2} \left[\frac{T_d + T_u}{T_d * T_u} \right] \quad \text{Ec. (4)}$$

Tal como lo mencionamos anteriormente, estas ecuaciones son válidas para cada haz (par de transductores) con lo cual, la velocidad promedio del gas será la sumatoria de las velocidades para cada haz afectado por el factor de ponderación geométrica.

Si decimos esto en lenguaje aritmético:

$$\bar{V} = \sum_{i=1}^4 V_i * W_i \quad \text{Ec. (5)}$$

Llegando así a la ecuación final:

$$Q = \bar{V} * A \quad \text{Ec. (6)}$$

Analizando las ecuaciones anteriormente mostradas, podemos concluir en los siguientes puntos:

- Los medidores ultrasónicos son naturalmente medidores de velocidad, basados en la medición de tiempos de tránsito. La electrónica de los mismos es la encargada de dicha medición.
- V y C son funciones independientes una de otra y C no depende del parámetro físico X.
- Dado que la electrónica del medidor puede determinar qué tiempo es mayor (T_u ó T_d), puede establecer la dirección del flujo.

La presencia de accesorios, válvulas y configuraciones no rectas aguas arriba del medidor pueden ocasionar una distorsión en el perfil de flujo y esta distorsión puede llevar a un error en la medición. Es por esto que adyacente al medidor se consideran tramos rectos cuya longitud dependerá de la recomendación de cada fabricante, o en su defecto la recomendación técnica AGA Rep. No.9 establece que se tomen 20DN aguas arriba del medidor con acondicionador de flujo ubicado a los 10DN y 5DN aguas abajo como mínimo, dependiendo la cantidad de cuplas a instalar.

Parámetros de diagnósticos del medidor ultrasónico

La mayor fortaleza de esta tecnología es la capacidad de generación de diagnósticos a través de la electrónica.

Los cinco parámetros de diagnósticos básicos de la tecnología son:

- Velocidad del gas para cada haz
- Relación Señal-Ruido para cada transductor
- Velocidad del sonido para cada haz
- La ganancia de cada transductor
- La cantidad de pulsos aceptados, en %, para cada haz

Perfil de velocidades

Este es uno de los parámetros de diagnósticos requeridos por AGA Rep No. 9. La forma de leerlo es directamente las velocidades en unidades de ingeniería (m/s ó ft/s) o bien la relación de velocidad de cada haz con la velocidad promedio.

El hecho de poder medir el perfil de flujo nos permite alertarnos de forma casi inmediata de algún cambio en las condiciones de proceso como así también del medidor.

En la siguiente figura se muestra la relación de velocidades en condiciones normales para un medidor de 12 pulgadas (0,30 mts).

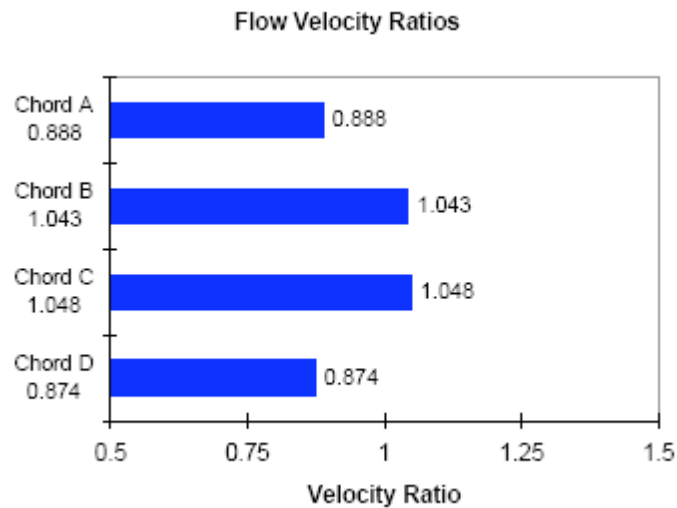


Figura 3 – Perfil normal de velocidades en medidor de 12”

Se ensayó la obstrucción en el acondicionador de flujo instalado aguas arriba del medidor de 12 pulgadas, tal como se muestra en la figura 4.



Figura 4 - Acondicionador Bloqueado

Luego se contrastó el perfil de flujo anterior (Figura 3) con el observado luego del bloqueo (Figura 4) obteniendo como resultado la figura 5.

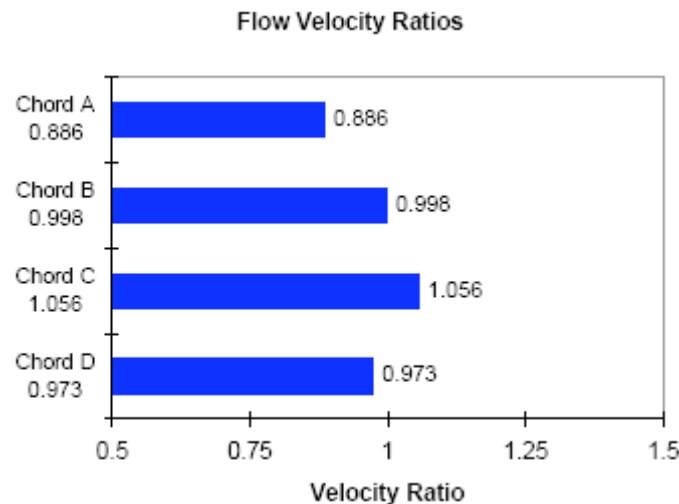


Figura 5 – Perfil de velocidades en medidor de 12” con acondicionador bloqueado

El perfil distorsionado, con valores mayores a los normales en los haces inferiores se debe a que el flujo pasa por los orificios descubiertos y esto produce una zona de baja presión aguas abajo del bloqueo, causando una aceleración del fluido. Esto es lo que produce la aceleración en los haces inferiores del medidor.

Mediante este ejemplo se demuestra la importancia del análisis de la tendencia de los parámetros de diagnóstico. Esto es, vamos observando si hay cambios en el tiempo y analizamos el origen de dichos cambios.

Otro ejemplo de análisis de perfil de flujo se da en los casos en que se depositan contaminantes o suciedad en las paredes del cuerpo del medidor. Este fenómeno genera un cambio en el perfil de flujo debido al cambio de rugosidad de la pared y esto hace disminuir las velocidades adyacentes a la pared y como consecuencia las velocidades de los haces centrales aumentan. Así visualizamos un perfil de flujo “más puntiagudo”.

El factor que nos permite observar este fenómeno es el factor de perfil (PF), ver ecuación 7. El depósito de suciedad del medidor se produce con el tiempo, con lo cual es útil revisar la tendencia del factor de perfil, el cual se define como:

$$PF = \frac{V_B + V_C}{V_A + V_D} \quad \text{Ec. (7)}$$

Graficamos la tendencia del Factor de Perfil de un medidor de 10 pulgadas (0,254 mts) bajo condiciones normales de operación.

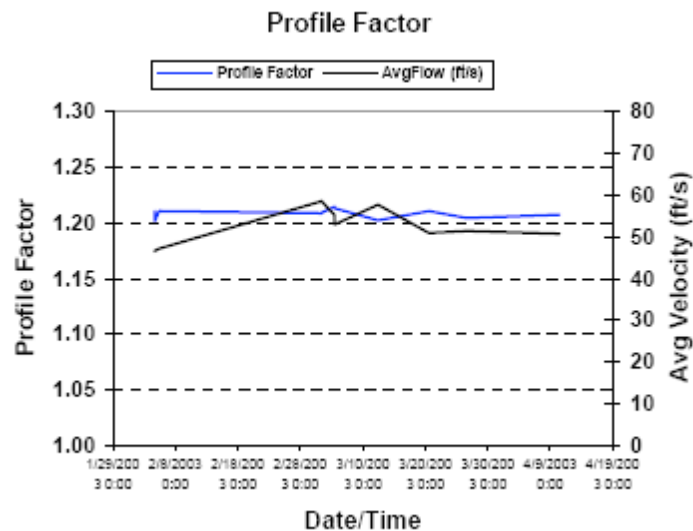


Figura 6 –Tendencia del Factor de perfil en condiciones normales

El factor de perfil, que es la curva en azul, es aproximadamente 1,208 para este período de tiempo (aproximadamente dos meses).

La siguiente figura muestra como el medidor cambia el Factor de Perfil en el tiempo, comenzando con un valor de 1,198 y gradualmente va aumentando hasta llegar a un valor de 1,270 después de nueve meses.

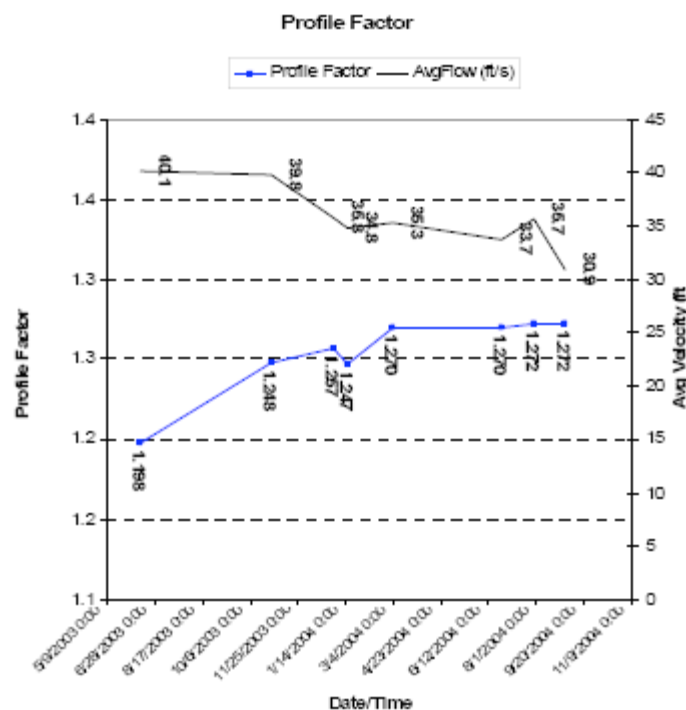


Figura 7 – Tendencia del Factor de Perfil del medidor sucio

Es interesante observar que después del noveno mes el factor de perfil se observa constante, con lo cual se desprende que acumulación adicional de suciedad probablemente no esté ocurriendo.

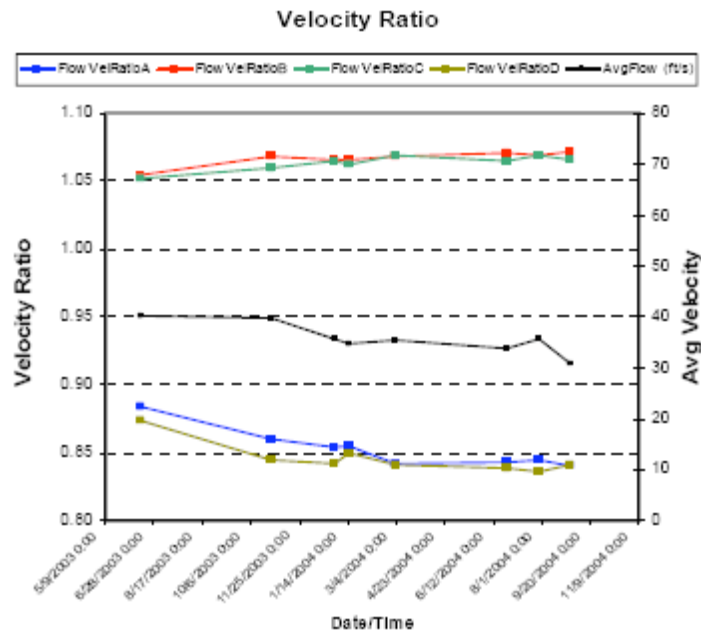


Figura 8 – Velocidades de las cuerdas de cada haz y promedio del medidor sucio

Tal lo esperado, la figura 8 muestra que por el efecto de la suciedad, en el tiempo, los valores de la velocidad de los haces internos (B y C) aumentan, mientras que las velocidades de los haces externos (A y D) disminuyen.

Relación Señal-Ruido

La presencia de ruido acústico en el rango de frecuencia coincidente con la frecuencia de operación del medidor ultrasónico puede interferir con la detección de pulsos. Si el medidor ultrasónico no puede detectar pulsos, los tiempos de tránsito entre los transductores no puede ser medido y la medición del flujo cesa.

Como primer paso se debe anticipar este efecto mediante la evaluación de la configuración aguas arriba y abajo del sistema de medición durante la etapa de diseño de la misma tratando de alejar la fuente de ruido del medidor ultrasónico lo más posible o bien colocar fuentes silenciadoras de ruido como tees ciegas, por ejemplo.

El ruido acústico puede ser generado por diversas fuentes relacionadas a la turbulencia del flujo, tales como altas velocidades del gas a través de la línea y / o accesorios como acondicionadores de flujo, válvulas de control, etc.

Dada la potencial amenaza de presencia de ruido que interfiera en la performance del medidor, existen parámetros de diagnósticos como la relación Señal-Ruido, cuya disminución numérica en el tiempo indica un aumento de la presencia de ruido en el sistema.

El filtrado digital de la señal se basa en acotar el ancho de banda para un mejor y más rápido reconocimiento de pulsos, es una herramienta de la electrónica frente a una situación de presencia de ruido.

Velocidad del Sonido

La herramienta de diagnóstico más utilizada es la velocidad del sonido (SOS, de la sigla en inglés speed of sound), que está dada por la ecuación (4).

Hay dos maneras de mirar SOS de cada haz, (a) comparar la SOS de cada haz con la SOS promedio, y (b) comparar SOS de cada haz con el otro.

De acuerdo a AGA Rep No. 9 la dispersión máxima debe ser de 1,5 pies por segundo (0,457 m/seg) entre cada haz.

La comparación de la SOS medida por el ultrasónico con aquella calculada por el algoritmo expresado en AGA Rep No10, provee la información básica para un chequeo global de la performance del sistema de medición (medidor + transmisor de presión + transmisor de temperatura + cromatógrafo).

$$SOS = \left[kRT \left(\frac{g_c}{M_r} \right) \left(Z + d \left(\frac{dz}{dd} \right)_T \right) \right]^{1/2} \quad \text{Ec. (8)}$$

Esta es la ecuación genérica de estado expresada en el reporte técnico de AGA 10. Aquí observamos que si la presión, temperatura y composición (densidad) del medio (gas natural) son obtenidas del sistema, entonces estamos verificando de manera cruzada e independiente el sistema completo de medición ya que la composición del gas natural se toma de la cromatografía en línea y los valores de presión y temperatura se toman de las variables vivas de proceso y por otro lado, el medidor obtiene la SOS mediante la ecuación (4).

Esta herramienta de diagnóstico avanzado es fundamental ya que nos permite verificar el sistema completo y AGA Rep No. 9 la toma como referencia para realizar la verificación en campo del medidor, requiriendo la comparación de SOS reportada por el medidor (ecuación 4) con la calculada mediante AGA Rep No 10 (ecuación 8).

Como requerimiento general de performance del medidor, AGA Rep No. 9 especifica que dicha desviación no debe exceder +/- 0,2%.

Previamente a este chequeo, durante la fabricación de los medidores, AGA Rep No9 requiere la práctica de la verificación a caudal cero. El procedimiento se realiza a alta presión con un gas puro de referencia (típicamente N₂), cegando el medidor y una vez que el sistema estabilizó la presión y temperatura se procede a comparar las SOS medidas con los valores teóricos, utilizando la composición del gas de referencia, presión y temperatura en la ecuación de estado utilizada en AGA Rep No. 10 (ecuación 8). Mediante este procedimiento se verifica el correcto funcionamiento de la electrónica y de los transductores.

Transductores sucios

A modo de ejemplo, la figura 9 muestra un gráfico de tendencia de cada haz de SOS relativa a la SOS promedio del medidor en un período de varios meses. Este gráfico fue colectado de un medidor usando información durante varios meses de operación.

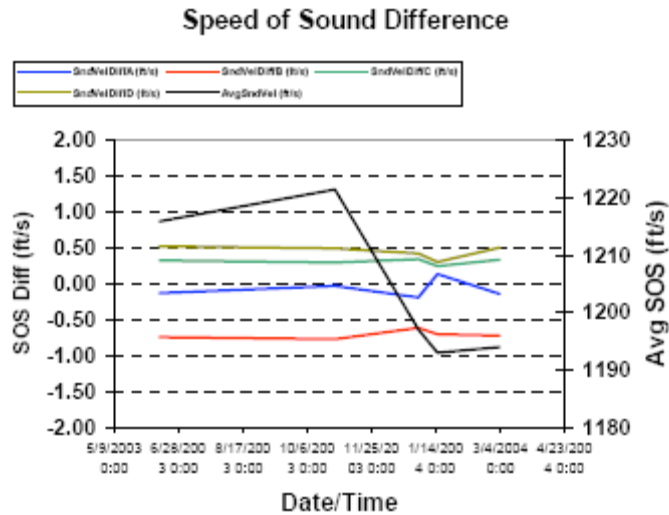


Figura 9 – Tendencia de la SOS de cada haz y promedio

Unos de los aspectos más importantes del seguimiento de la SOS en el tiempo es la identificación de una potencial acumulación de suciedad en la cara de los transductores; esto generará un aumento en la SOS del haz cuya cara de transductores están sucios ya que la onda ultrasónica debe cruzar un medio distinto al gas natural y más denso, con lo cual la velocidad puede verse modificada en dicho haz por este motivo, tal como vemos en la figura 10.

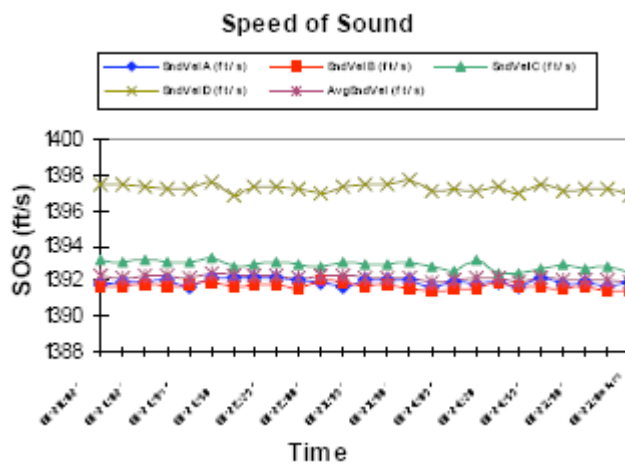


Figura 10 – Presencia de suciedad en la cara de los transductores del haz D

Bajo caudal y estratificación térmica

Cuando un medidor opera a bajas velocidades, típicamente menores a 3 pies por segundo (0,914 m/seg) y hay una diferencia significativa entre la temperatura del gas natural y la atmosférica, ocurre una transferencia de calor. Esta transferencia genera gradientes de temperatura en el medidor. Cuando esto ocurre, el gas más caliente sube y esto genera una diferencia de la SOS entre las cuerdas ya que ésta es muy sensible a la temperatura. Este fenómeno es conocido como estratificación térmica.

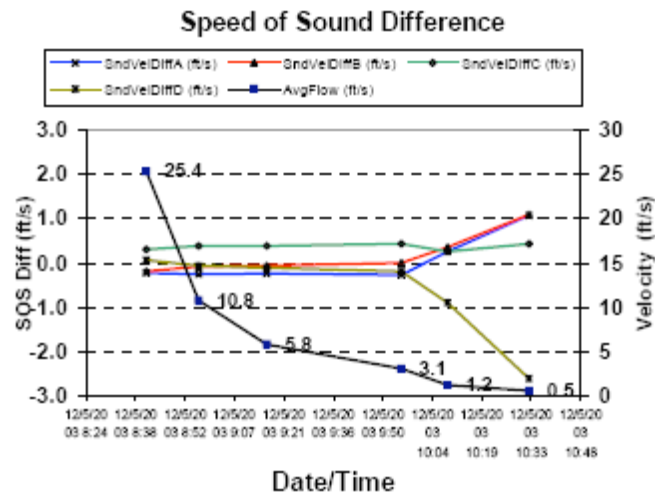


Figura 11- Estratificación térmica

La figura 11 muestra un ejemplo del fenómeno de estratificación térmica observado en un medidor de 16" (0,406 mts.) a lo largo del avance del día.

Esto ocasionará un incremento en la incertidumbre de la medición porque el sensor de temperatura no tomará una muestra representativa de temperatura promedio del flujo ya que existe un perfil térmico en el medidor y esto llevara a errores al calcular el valor de caudal corregido.

Ganancia

Uno de los indicadores más simples de la salud del medidor es la presencia de la potencia de la señal en todos los haces. Hoy los medidores ultrasónicos multihaces tienen una salida de control automática de ganancia en todos los canales receptores. Ganancia se define a la amplificación de la señal para que la señal de salida sea constante.

Lo dicho anteriormente quiere decir que cualquier aumento en la ganancia significa una debilitación en la señal, quizás debido al deterioro de los transmisores, fallas en las tomas de los transductores, o líquido en la línea. Sin embargo se debe tener en cuenta otros factores que afectan la potencia de la señal, tales como la presión y la velocidad de flujo.

Los valores de ganancia varían de fabricante a fabricante, sin embargo, más allá del diseño o metodología para reportar la ganancia, es importante obtener lecturas de todos los haces en condiciones similares de presión y velocidad de flujo para descartar así el efecto de estas variables de proceso.

Los valores de ganancia son inversamente proporcionales a la presión de medición, esto significa que cuando la presión aumenta, el valor de la ganancia (amplificación) requerida disminuye.

Asumiendo que los valores de ganancia son lineales, un aumento en la presión de 600psig a 900psig (41368hPa a 62052hPa), se esperaría que la ganancia decrezca en relación a la presión (600/900). El hecho de entender esta relación de la ganancia con la presión ayuda a evitar asunciones erróneas frente a variaciones de la ganancia.

La velocidad del gas también impacta en el nivel de ganancia de cada haz. A medida que la velocidad incrementa, la turbulencia del gas genera un aumento en la atenuación de la señal, y esto se traslada inmediatamente en un aumento en la ganancia. Típicamente los aumentos deberían ser del orden del 10 al 50%, dependiendo del tamaño y diseño del medidor. Por tal motivo, es una muy buena práctica tomar las

lecturas de ganancia en condiciones “bases” cuando las velocidades están por debajo de los 100 ft/s (aproximadamente 30 m/s). Usando altas velocidades puede que provean buenos resultados, pero es mas seguro asumir que a bajas velocidades los resultados son mas consistentes y repetitivos.

Este efecto de la velocidad con la ganancia se ve claramente en el gráfico de abajo, donde este medidor es calibrado desde 85 a 0,5 ft/seg (aproximadamente 26 a 0,15 m/s), aquí se ve la atenuación de la señal provocado por las altas velocidades.

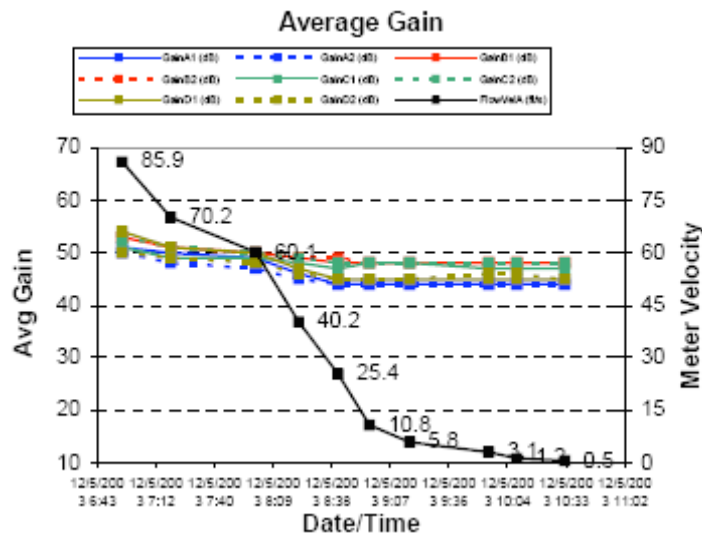


Figura 12- Cambios en la Ganancia con la Velocidad de flujo

Tal como lo comentamos al principio, hay causas que generan aumento en la ganancia, como por ejemplo la acumulación de suciedad en la cara de los transductores, esta suciedad provocará una atenuación de la señal que se traducirá en un aumento de ganancia. Conjuntamente con el aumento de ganancia, en este caso se podrá ver un aumento en las SOS de dichos transductores, tal como lo mostramos en la figura 10.

De la misma forma, una falla en los transductores, cualquiera sea el motivo, revelará un aumento en la ganancia conjuntamente con alguna alarma independiente que el medidor genere en forma paralela al valor de ganancia.

Calidad de la señal – Performance de los transductores

Cualquiera sea el diseño y la marca del medidor ultrasónico, el principio básico de funcionamiento está dado por la emisión y recepción de pulsos entre cada par de transductores. Se realizan múltiples pulsos antes de cada actualización de la medición, idealmente, todos los pulsos emitidos se utilizarán para el cálculo de la medición. Sin embargo, en ciertas ocasiones la señal está distorsionada, demasiado débil o bien los pulsos recibidos no reúnen ciertos criterios especificados por los fabricantes y estos pulsos son rechazados pues su inclusión en el cálculo del caudal volumétrico puede llevar a distorsiones en el resultado.

El nivel de aceptación de pulsos es lo que se denomina Performance de los transductores, referido habitualmente a la calidad de la señal. En condiciones normales de operación, la performance deber ser 100%.

Existen varias razones por las que los pulsos pueden ser rechazados, algunas son ruido ultrasónico, distorsiones de la forma de onda causado por una excesiva velocidad del gas y en igual medida, suciedad en la cara de los transductores.

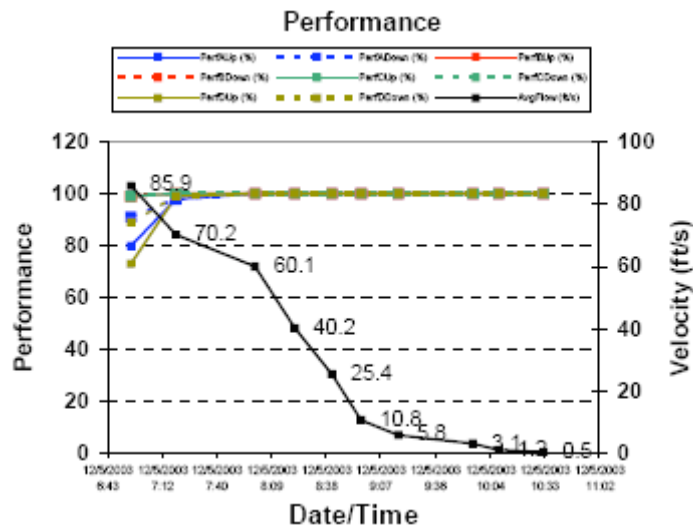


Figura 13 – Performance vs. Velocidad

En la figura 13, observamos durante la calibración del medidor anteriormente mencionado, cómo afecta la alta velocidad en la Performance de todos los haces. A medida que la velocidad disminuye, la turbulencia del flujo desaparece y la Performance de los transductores se estabiliza en 100%.

Diagnósticos avanzados del medidor ultrasónico

Los diagnósticos avanzados que el medidor ultrasónico proporciona son aquellos que nos permiten tener mayor información sobre cambios en el proceso conjuntamente con una evaluación global del sistema de medición como es el chequeo cruzado del AGA Rep No. 10 (explicado anteriormente).

Estos son:

- Chequeo cruzado de la SOS, AGA Rep 10 vs SOS reportada por el medidor
- Torbellino (Angulo de swirl)
- Flujo cruzado (crossflow)
- Simetría
- Turbulencia

Chequeo cruzado de la SOS, AGA Rep No10 vs SOS reportada por el medidor

Ver “Velocidad del Sonido”

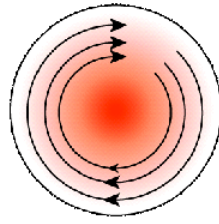
Torbellino (en inglés Swirl)

El efecto torbellino se da cuando hay velocidades del flujo transversales y se evalúa en función de la relación de factor de perfil (ecuación 7), el grado o ángulo de torbellino está calculado en forma totalmente empírica mediante el polinomio siguiente:

$Y = -8,703X^3 + 56,211X^2 - 136,45X + 96,674$, donde X es el factor de perfil.

La figura 14, muestra los distintos perfiles de flujo según tengan o no torbellino, de acuerdo a la experiencia de tests realizados en laboratorios, ángulos de swirl mayores a 2° adicionan errores en la medición.

Un factor de perfil de 1,17 es equivalente a 0 grados de swirl.



Perfil aparente con Swirl

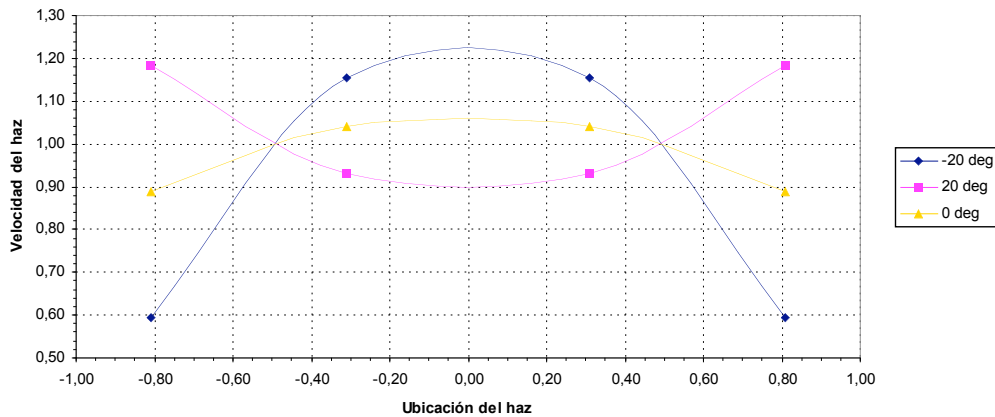


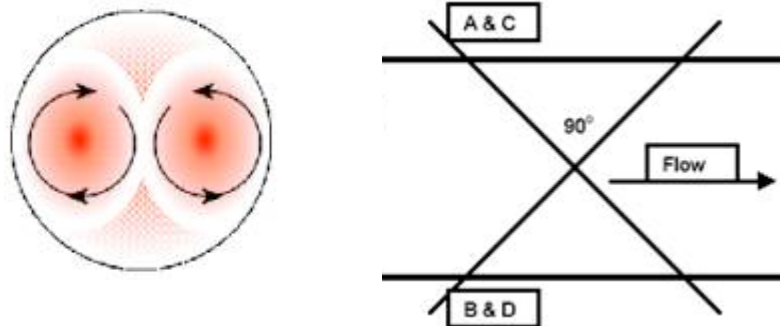
Figura 14 – Perfiles de flujo con distintos grados de swirl

Flujo cruzado (crossflow)

El flujo cruzado se verifica mediante la relación

$$CrossFlow = \left(\frac{V_A + V_C}{V_B + V_D} \right) \quad \text{Ec. (9)}$$

Y gráficamente se observa el siguiente fenómeno:



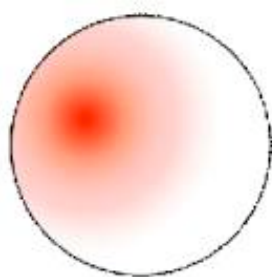
De la ecuación 9 observamos que compara los haces ubicados en un plano (ver figura anterior, que muestra una vista superior de los haces) con los del plano perpendicular. En buenas condiciones de operación este factor está cercano a 1.

Simetría

Este parámetro evalúa la simetría con respecto al eje axial del medidor, es decir que compara el flujo superior (los dos haces superiores) con el flujo inferior (los dos haces inferiores), con lo cual estará dado por la siguiente ecuación:

$$Simetría = \left(\frac{V_A + V_B}{V_C + V_D} \right) \quad \text{Ec. (10)}$$

Gráficamente, vemos lo siguiente:



En condiciones normales debe estar cercano a 1 el valor.

Turbulencia

La turbulencia es la medida de la variabilidad de la velocidad de cada haz durante el tiempo que el medidor realiza el muestreo, y este valor se actualiza cada vez que la medición de velocidad es actualizada. Esto da al usuario idea de la regularidad del flujo. Típicamente el nivel de turbulencia en este tipo de medidores en las cuerdas extremas (A&D) es de 2-4%, mientras que en las interiores (B&C) es de la mitad aproximadamente, 1-2 %. Esta diferencia se debe a la proximidad de la pared del medidor en las cuerdas exteriores.

Los porcentajes son basados en la experiencia de varios medidores bajo tests.

A modo de ejemplo, en la figura siguiente mostramos los valores de turbulencia que se obtenían del medidor de 12 pulgadas, cuyo perfil de velocidades en condiciones normales corresponde a la figura 3.

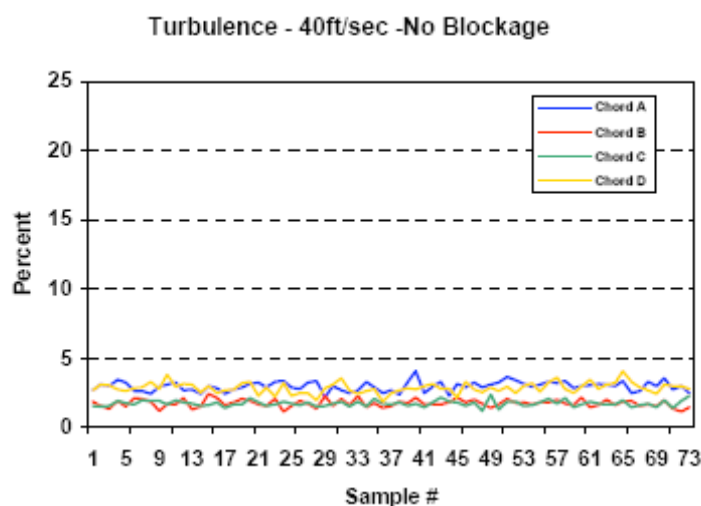


Figura 15 - Turbulencia durante la operación normal del medidor

A continuación se muestran los niveles de turbulencia para los distintos haces cuando el acondicionador de flujo esta bloqueado, de acuerdo a la foto de la figura 4.

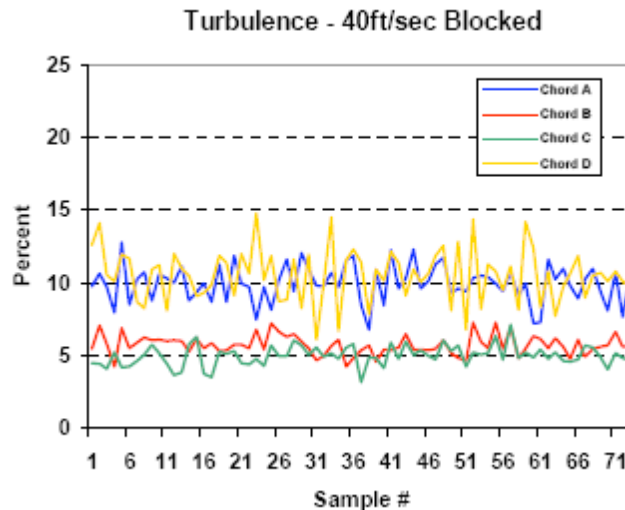


Figura 16 - Alta turbulencia en el medidor cuyo acondicionador esta bloqueado

De la figura anterior observamos que los niveles de turbulencia son tres veces mayor aproximadamente de los valores en condiciones normales.

Conclusiones

Durante los últimos años se ha desarrollado mucho la capacidad electrónica de la tecnología ultrasónica. En principio, los tradicionales cinco parámetros de diagnóstico como Ganancia, relación Señal-Ruido, SOS, Velocidad del Flujo y Performance han ayudado al monitoreo de los medidores ultrasónicos, ya que dan mucha información sobre el estado del medidor. Contando con la información de estos parámetros al momento de la instalación del medidor y luego monitoreándolos en forma rutinaria permite identificar problemas antes de una falla.

Un mayor beneficio proporciona el chequeo cruzado con el algoritmo de AGA Rep No. 10 versus el valor reportado por el medidor en tiempo real, el cual diagnostica el sistema completo de medición. Aquí, potenciales problemas con la cromatografía, los valores de presión, temperatura e inclusive el mismo medidor, son identificados.

Los parámetros de diagnósticos básicos y los avanzados tales como Factor de perfil, Turbulencia, Flujo cruzado, Simetría le da a la tecnología ultrasónica la inteligencia y poder suficiente como para identificar un problema del sistema de medición en tiempo real.

La tecnología en sí es joven, y se está recabando información y desarrollando herramientas de diagnóstico que probablemente en un futuro cercano permitirá predecir los problemas de manera tal de evitar los impactos en los cálculos de medición.

Terminología

T_u	tiempo de tránsito aguas arriba
T_d	tiempo de tránsito aguas abajo
L	longitud entre caras de transductores
X	proyección longitudinal de la distancia entre transductores
V	velocidad del Gas Natural
C	velocidad del sonido en el Gas Natural (SOS de la sigla en ingles, speed of sound)
W_i	factor de ponderación geométrica del haz i
$\bar{V}$	velocidad del Gas Natural promedio
Q	caudal volumétrico del Gas Natural
A	área efectiva del medidor
PF	factor de perfil (del inglés profile factor)
V_A	velocidad del gas en el haz A
V_B	velocidad del gas en el haz B
V_C	velocidad del gas en el haz C
V_D	velocidad del gas en el haz D
k	C_p/C_v
g_c	constante de conversión
M_r	masa molar
d	densidad molar
Z	factor de compresibilidad
T	temperatura

Bibliografía

- 1.- AGA Reporte No. 9, Measurement of Gas by Multipath Ultrasonic Meters, April 2007, American Gas Association, 400 North Capitol Street, NW Washington, DC.
- 2.- AGA Reporte No. 10, Speed of Sound in Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Gases, July 2002, American Gas Association.
- 3.- Daniel Measurement and Control, INC. Emerson. Ultrasonic Meters Installation, Maintenance and Diagnostics Manual. Dec 2005.

AUTORA: ING. SOLANGE FORNABAIO

EMPRESA: EMERSON ARGENTINA

DATOS DE LA AUTORA: GERENTE DE VENTAS DE LAS DIVISIONES DANIEL Y RAS DE EMERSON ARGENTINA

DIRECCION: AV. MAIPU 660 – FLORIDA – BUENOS AIRES

TELEFONO: 011-4837-7000 INT: 7013

FAX: 011-4796-7444

EMAIL: SOLANGE.FORNABAIO@EMERSON.COM

PUNTO DEL TEMARIO EN QUE SE ENCUADRA EL TRABAJO:

6.- ENTREGA DE VENTA DE LOS PRODUCTOS

CV DE LA AUTORA:

SOLANGE FORNABAIO ES INGENIERA QUÍMICA, EGRESADA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA. ACTUALMENTE SE DESEMPEÑA COMO GERENTE DE VENTAS DE LAS DIVISIONES DANIEL Y RAS DE EMERSON ARGENTINA.

COMENZO A TRABAJAR EN EMERSON EN MARZO DEL 2003 COMO INSIDE SALES DE LA DIVISION DANIEL Y EN EL 2004 FUÉ PROMOVIDA A EJECUTIVA DE CUENTAS SR. DE LA MISMA DIVISION.

PREVIAMENTE, DESDE 1996 HASTA 2003 SE DESARROLLO COMO INSIDE SALES DE DANIEL INC. A TRAVÉS DE LA EMPRESA REPRESENTANTE AQUÍ EN ARGENTINA, IMCO S.A.

DURANTE 1996 REALIZO UNA BECA EN ESSO SAPA REFINERIA CAMPANA.