



# Concepto revolucionario en la medición de caudal en la industria farmacéutica

La tecnología de medición de caudal para líquidos está diseñada para mejorar la productividad y facilitar una información crucial para los procesos de fabricación. En la industria farmacéutica este dato es necesario para alcanzar los más altos estándares relacionados con higiene, pureza y precisión, que permiten alcanzar tanto los requisitos de producción como los reglamentarios. Los caudalímetros para líquidos se usan en los procesos de fabricación farmacéuticos y en la producción de los principios activos (API) cumpliendo con los más altos niveles de especificación. Todos estos caudalímetros tienen limitaciones que hacen que los ingenieros de diseño tomen decisiones comprometidas en muchas ocasiones.

Este reportaje trata de la medición de caudal en líquidos, no sobre la medida de caudal de vapor u otros gases.

---

### Luis Terés

Field Segment Manager, división Pharma. BÜRKERT

La necesidad de mejorar esta situación nos ha llevado al desarrollo y uso de una tecnología (Surface Acoustic Wave) existente para ofrecer una solución que cumpla con los más altos requisitos de la industria farmacéutica.

### TECNOLOGÍA EXISTENTE

Los equipos de medición de caudal, desde el sistema más básico de paletas al avanzado sistema de Coriolis, tienen alguna restricción que puede limitar la aplicación en la que son usados. Muchos utilizan partes móviles, que están en contacto con el fluido, que pueden provocar una restric-

ción del caudal con lo que comportaría una reducción de la eficacia del proceso de limpieza higiénica. La demanda de una tecnología más avanzada, sin partes en contacto con el fluido, ha llevado al aumento del uso de la tecnología ultrasónica y Coriolis, teniendo cada una de estas su lugar. Sin embargo, incluso estos dispositivos tienen limitaciones, como la medición de líquidos no conductores o los que contienen burbujas o escombros. En última instancia, puede ser la ubicación, el espacio o la orientación la que determine el diseño más adecuado para una aplicación particular.

Los dispositivos ultrasónicos utilizan el efecto Doppler o el diferencial de tiempo de tránsito para determinar el flujo de gases y líquidos. Sin embargo, a pesar del alto coste inicial de estos diseños, las versiones de efecto Doppler no se pueden emplear con fluidos puros ya que requieren partículas o burbujas para reflejar la señal; por el contrario, los dispositivos diferenciales de tiempo de tránsito sólo se pueden usar con fluidos puros. Es posible utilizar unidades combinadas que evalúan las condiciones del fluido y luego seleccionan el principio de operación de medición según sea necesario; sin embargo, el coste de estos equipos es muy importante. Además, la exactitud de los caudalímetros ultrasónicos puede disminuir en situaciones con bajo flujo.

El principio de operación de los caudalímetros electromagnéticos se basa en la ley de Faraday o inducción electromagnética, donde el voltaje medido es proporcional a la velocidad de fluido. Esto provoca una pérdida de resolución para caudales con baja velocidad. Los caudalímetros magnéticos necesitan que el fluido tenga conductividad en mayor o menor grado en función de su diseño; por lo que aplicaciones con hidrocarburos o agua desionizada no son viables. Otra complicación es la necesidad de puestas a tierras con procesos específicos, que pueden aumentar la complejidad de la instalación. El no realizar esto correctamente puede dar lugar a la fluctuación de señales. Además, los caudalímetros magnéticos también necesitan que el fluido esté libre de burbujas con el fin de proporcionar lecturas fiables y consistentes del caudal.

Los caudalímetros Coriolis están considerados como el equipo con mayores prestaciones debido a sus capacidades versátiles para líquidos y gases. Sin embargo, el coste inicial de estos dispositivos puede ser muy alto y tienen algunas limitaciones. El diseño del caudalímetro Coriolis causa una pérdida de carga a través de la tubería de medición y esto puede afectar el límite superior del rango de medición. La pérdida de carga se ve incrementada con el caudal y la velocidad de fluido en el conductímetro.

Además, el tamaño y el peso del caudalímetro Coriolis requiere estar cuidadosamente soportado en de la tubería de proceso. El espacio necesario para caudalímetros Coriolis es mayor que los diseños anteriores, con soportes adicionales y un mayor tiempo de instalación. En términos de medición de caudal de un líquido, podemos decir que es un dispositivo con capacidad de suministrar una solución sin contacto con el fluido que se precisa, independientemente de las características, la dirección del flujo y las condiciones del fluido.

## EXPLICACIÓN DE LA NUEVA TECNOLOGÍA

Las ondas acústicas de superficie (SAW) fueron descubiertas por primera vez en 1885 y sus propiedades se han examinado durante muchos años, con una gran cantidad de nuevos equipos tecnológicos utilizando este principio. Parte de esa investigación ha llevado al desarrollo de un sensor de medición de caudal de líquido, por Bürkert Fluid

Control Systems, que tiene como objetivo ofrecer todas las necesidades de un caudalímetro higiénico, preciso y fiable, eliminando las limitaciones que afectan a los caudalímetros tradicionales, incluido el coste.

## El principio fundamental de este sistema de medición de caudal se basa en las formas de propagación de ondas similares a las ondas sísmicas

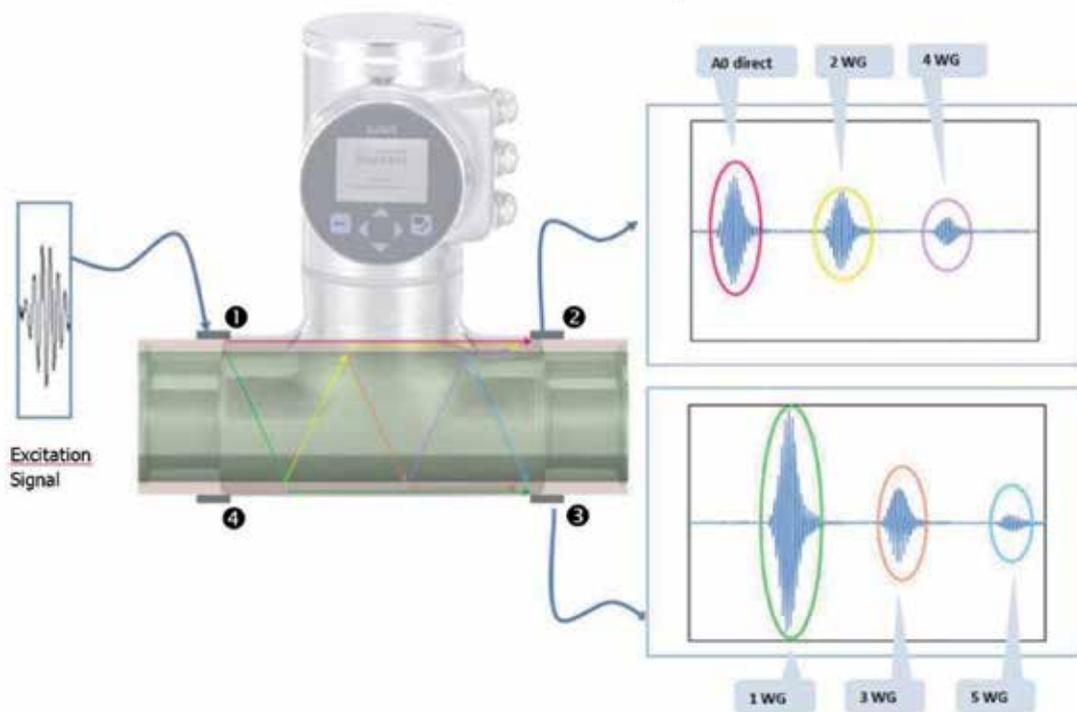
El principio fundamental de este sistema de medición de caudal se basa en las formas de propagación de ondas similares a las ondas sísmicas, que se emiten desde un punto inicial, excitación, y se extienden a lo largo de la superficie de un material sólido. Transductores interdigitales, que se encuentran en el exterior del tubo de medición, se utilizan, a la vez, como emisores y receptores de las ondas. El diseño físico de este revolucionario sistema de medición de caudal garantiza que el sensor de medida no está en contacto directo con el fluido, la primera de muchas ventajas.

La Figura 1 muestra el transductor (1) que emite la onda, parte de la cual viaja directamente al primer receptor (2). La señal también viaja a través del líquido y se propaga hacia el lado opuesto del tubo, donde choca nuevamente en el tubo y se propagan por la superficie al siguiente receptor (3). De nuevo, como antes, la señal rebota por el fluido hacia el lado opuesto del tubo donde el proceso se repite. Por lo tanto, una única excitación conduce a una secuencia de señales recibidas por los otros dos transductores.

El tiempo absoluto del viaje de la onda desde el emisor al receptor depende principalmente del diámetro del tubo y el tipo de líquido. La diferencia entre el tiempo de propagación en la dirección de avance y retroceso es proporcional al caudal. El análisis de todas las señales y las comparaciones basadas en diferentes criterios, tales como amplitud, frecuencia y tiempos, permiten la evaluación de la calidad de la medición, así como el tipo de líquido y sus propiedades.

El ángulo con el que impacta la onda del líquido depende de la velocidad de la onda en la superficie del tubo y la velocidad de la onda en el líquido. Combinando esto con las características de la señal de recepción, se crea una "huella acústica" del fluido, que depende de si las señales han pasado a través del fluido de forma simple o múltiple. A partir de esto, el caudal volumétrico, densidad y temperatura y el caudal másico pueden ser determinados, así como información adicional sobre el propio fluido. Dado que la tecnología no requiere de elementos intrusivos en la tubería, el diámetro, y, por lo tanto, la resistencia al fluido permanecerá sin cambios.

FIGURA 1.



### DESARROLLO TECNOLÓGICO

Bürkert se asoció con una empresa, que ya había desarrollado la tecnología SAW en la medición de concentración para uso en laboratorios, principalmente, en el trabajo de investigación de verificar SAW para la medición de caudal en línea. Además de eso, Bürkert industrializó el resultado en un producto comercialmente diseñado para uso industrial. Por tanto, Bürkert ha llevado a cabo el desarrollo de esta tecnología de vanguardia en un caudalímetro para líquidos, y el resultado final es un caudalímetro llamado FLOWave.

FLOWave también resuelve muchos de los problemas asociados con algunos caudalímetros de gama alta, tales como la vibración del sistema en la planta, efectos magnéticos y eléctricos, así como la no conductividad del líquido -ninguno de estos factores tiene ningún efecto sobre la exactitud o fiabilidad de las mediciones de caudal-.

Además, la tecnología SAW también tiene la capacidad de distinguir entre flujo laminar y turbulento sin tecnología de detección secundaria. También es altamente eficiente en el ahorro de energía, un aspecto que se está convirtiendo cada vez más importante en la actualidad para cualquier producto.

### SAW, VENTAJAS DE MEDICIÓN DE CAUDAL

En común con varios otros diseños, los caudalímetros en línea basados en tecnología SAW no tienen contacto directo con el fluido, lo que significa que no hay pérdida de carga ni ninguna restricción en el caudal, pero los princi-

pios de medición SAW permiten superar las deficiencias de otros caudalímetros similares. Los principios usados en este diseño permiten que el caudalímetro trabaje con un líquido estancado e incluso con valores muy fiables para volúmenes de caudal muy bajos. La tecnología también permite reconocer los cambios de velocidad de un modo rápido y seguro, lo que también lo hace adecuado para procesos de llenado rápido.

La tecnología no depende de la conductividad del fluido, lo que le permite trabajar de un modo preciso en una amplia gama de fluidos en comparación con los caudalímetros magnéticos. Tampoco se ve afectado ni requiere burbujas o escombros para tener valores de lectura de caudal repetitivos y consistentes, que puede ser el caso en otros dispositivos de medición de caudal más tradicionales. FLOWave está diseñado para ofrecer un dispositivo modular, que se puede adaptar a los requisitos de un proceso particular, con excelente flexibilidad para permitir futuras ampliaciones. Debido a la amplia gama de aplicaciones para las que el uso de FLOWave es adecuado, y la simplicidad de su diseño, la selección del dispositivo correcto para una aplicación particular es muy sencilla.

El proceso de instalación real es significativamente menos complicado cuando se utiliza un dispositivo de FLOWave, ya que se puede montar en cualquier orientación y requiere mucho menos espacio que los dispositivos similares utilizando técnicas de medición más tradicionales. FLOWave también se puede especificar con o sin display, por su adaptación a la orientación de la tubería.

Además, una vez instalado, FLOWave ofrece muchas ventajas, incluyendo un indicador de estado del equipo que facilita información de diagnóstico y estado para el operador, como indica la norma NAMUR NE107. Además, esta tecnología requiere mucha menos energía para su funcionamiento; aproximadamente un tercio de la requerida por un caudalímetro Coriolis estándar.

En situaciones en las que la elección entre minimizar la contaminación y la maximización de la precisión no es aceptable, la selección de la última innovación en medición de caudal de líquidos, puede ser la mejor opción para obtener los beneficios de ambos criterios.

## BENEFICIOS PARA LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

La medición de caudal se utiliza en la producción de principios activos (API), con la obligación de ofrecer alta precisión, facilidad de limpieza y fiabilidad. Muchos de los dispositivos que se utilizan actualmente son con diseño Coriolis. Sin embargo, se puede obtener una gran reducción en costes mediante el estudio de los beneficios de FLOWave sin comprometer las especificaciones de las líneas de producción farmacéuticas. El activo más importante de FLOWave es que no hay sensores dentro del tubo de medición ni en la superficie interna del tubo. Además, puede ser fabricado con el mismo acabado superficial que el resto de la tubería, lo que significa que, en términos de las condiciones de higiene, limpieza y caudal, no hay diferencia con cualquier tramo recto de tubo en la instalación. El diseño del equipo ofrece los beneficios de higiene que tienen los caudalímetros de alta gama, sólo que sin un gran coste adicional.

Este revolucionario diseño, no ofrece únicamente un diseño compacto y simple, sino que también, este caudalímetro se puede instalar en horizontal y vertical sin afectar el rendimiento. Cuando hablamos de producción o uso de agua para la producción de producto farmacéutico o para inyectables, la medición de caudal no se puede hacer mediante caudalímetros electromagnéticos debido a la baja conductividad de agua pura o ultrapura. Por ejemplo, esta se usa en la producción de fármacos, anestesia, cardiología, intravenosa, diálisis renal y otras áreas de la medicina.

Este sector es muy exigente a la hora de hacer la especificación de la instrumentación, por lo que la alta precisión del caudalímetro SAW resulta muy aconsejable. Las aplicaciones típicas incluyen la medición del consumo de agua pura / ultrapura, inyectables, fluidos para sistemas de dosificación y producción de medicamentos, además, de utilizarse en aplicaciones de monitoreo de caudal y temperatura para procesos CIP y SIP.

## ESPECIFICACIONES FLOWAVE

Como uno de los principales fabricantes de equipos y soluciones para el control de procesos y medición, Bürkert ha incluido los más altos niveles de precisión y fiabilidad,

junto con las características habituales de calidad y conectividad. Con alimentación a 24VDC, el dispositivo FLOWave puede proporcionar tanto salidas analógicas como digitales, con una excelente precisión en la medición de la temperatura y el caudal.

El sensor SAW está conectado al transmisor que dispone del interfaz de usuario y las señales de comunicación necesarias. El transmisor se basa en la nueva plataforma electrónica de Bürkert llamada EDIP, que es totalmente modular y utiliza la comunicación digital entre los subconjuntos del equipo. Este diseño utiliza comunicación CAN open con extensiones, estableciendo una red de comunicaciones que permite a Bürkert ofrecer a los clientes soluciones prefabricadas con una flexibilidad total y personalizada a sus necesidades.

El diseño inicial de FLOWave, tipo 8098, se fabrica totalmente en acero inoxidable para diámetros de tubería de DN15 (1/2"), DN25 (1"), DN40 (1 1/2") y DN50 (2"), con conexiones a proceso clamp, según norma ASME, ISO y SMS, con acabado superficial interior de hasta 0,4µm para cubrir los estándares higiénicos. El equipo se puede usar con y sin display. El display, como módulo separado, se puede instalar en el frontal o en la parte superior del transmisor y rotar en pasos de 90°.

## CONCLUSIÓN

La medición de caudal en una variedad de condiciones de fluido puede mejorar la calidad general del producto, la consistencia y la eficacia del proceso, así como la reducción de pérdidas de ingredientes caros. Las tecnologías de medición de flujo sin contacto más avanzadas, tales como sensores ultrasónicos, electromagnéticos y de Coriolis, todavía tienen limitaciones. Las características del fluido, pureza del fluido y el espacio de la mayoría de los caudalímetros pueden ser factores determinantes en la selección de la mejor opción para cada aplicación.

Bürkert ha tratado de abordar todas estas cuestiones en la creación de un diseño de caudalímetro innovador que tiene el potencial de transformar el mercado en términos de medición de caudal de líquidos. A través del desarrollo de la tecnología existente y el uso de electrónica avanzada, Bürkert ha lanzado un revolucionario método de medición de caudal de líquidos que permite su uso en una amplia gama de aplicaciones. La gama FLOWave tiene gran diversidad de aplicación sin dejar de ofrecer los más altos estándares en la tecnología de los materiales y las aprobaciones higiénicas. Próximos desarrollos del producto mejorarán sus capacidades ofreciendo la opción para medir la densidad y caudal másico.

Para los ingenieros de proceso ahora será más fácil seleccionar un caudalímetro, especialmente cuando quieran mantener los más altos estándares higiénicos, mejorar la eficiencia de la instalación y reducir el consumo energético. 