

rocas y minerales

Año XLV
Número 546
Octubre 2017



Técnicas y Procesos de Minas y Canteras

HJM

Hispano Japonesa
de Maquinaria®

HITACHI

Reliable solutions



Patrocinadores gold

Patrocinadores silver

Patrocinadores copper

matsa
A MUBADALA & TRAFIGURA COMPANY



MAXAM



Atlas Copco

ATLANTIC COPPER
Una compañía del grupo Freeport-McMoRan

MINERA LOS FRAILES

IDEMINA

aminer
Asociación de Empresas Investigadoras, Extractoras,
Transformadoras Minerio-Metalúrgicas, Auxiliares y de Servicios

FIBES SEVILLA
Pabellón de Exposiciones y Congresos

Catálogo Oficial

Sevilla, 17-19 octubre 2017

MMH

Metallic Mining Hall



Flujómetros de sonar pasivos instalados en una planta de procesamiento mineral.

SONAR, EL PODER DE LA TECNOLOGÍA PASIVA EN EL SECTOR DEL PROCESAMIENTO MINERAL

John Viega, vicepresidente de Ventas y Servicios Global, CiDRA

Durante el inicio de los años cincuenta, las armadas británicas y estadounidenses empezaron a investigar el uso de sonar pasivo, en donde un conjunto de sensores podía detectar sonidos que surgían del submarino enemigo. Antes de desarrollar esta nueva forma de detección, las armadas usaban el sonar activo donde un submarino emitía una señal que se reflejaba en el submarino enemigo. Lamentablemente, esto también avisaba al enemigo que alguien lo estaba monitoreando. El sistema de sonar pasivo permite

que el submarino se vuelve "furtivo", escuchando los sonidos emitidos por el submarino enemigo por medio del uso de un cable arrastrado, con los sensores localizados en el submarino, se pueden recibir las señales del enemigo de forma pasiva. Por medio de un potente algoritmo las señales (campo de presión) se convierten en información para que el submarino tome las acciones necesarias.

Fue en el año 1998 cuando Cidra Corporation, una empresa privada ubicada en el centro de la industria

de defensa, patentó el concepto de utilizar las técnicas de sonar pasivo para escuchar e interpretar desde fuera los distintos campos de presión que ocurren naturalmente en los flujos dentro de las tuberías.

La tecnología de sonar pasivo para medir flujos de SONARtrac, utilizada durante más de 17 años en algunos de los ambientes más extremos y aplicaciones más desafiantes, es la tecnología más novedosa para medir fluidos desde la introducción de los flujómetros vortex, Coriolis y de ultrasonido al

La capacidad de la tecnología sonar pasiva para medir flujos permite un rendimiento sin precedentes en la medición y fiabilidad de la medida cuando se mide en pulpas y fluidos agresivos, de ahí que se minimicen al máximo los costes de mantenimiento y las paradas asociadas con las otras tecnologías que se utilizan en la medición de pulpas, como son los flujómetros electromagnéticos y ultrasónicos

mercado en los años sesenta y principios de los años setenta. La tecnología de sonar pasivo ha sido diseñada para medir una amplia gama de flujos de múltiples fases, especialmente para flujos de pulpa corrosiva o abrasivas. Flujos como los que se encuentran en la industria del procesamiento de minerales, donde el flujómetro se instala y se opera desde fuera de la tubería, y no tiene contacto con el fluido, por lo que puede operar sin problemas.

La capacidad de la tecnología sonar pasiva para medir flujos permite un rendimiento sin precedentes en la medición y fiabilidad de la medida cuando se mide en pulpas y fluidos agresivos, de ahí que se minimicen al máximo los costes de mantenimiento y las paradas asociadas con las otras tecnologías que se utilizan en la medición de pulpas, como son los flujómetros electromagnéticos y ultrasónicos.

TECNOLOGÍA SONARTRAC EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

La tecnología de sonar pasivo entrega dos mediciones distintas, flujo



La instalación de los flujómetros de sonar pasivos se instalan siempre en el exterior y nunca entran en contacto con los líquidos.

volumétrico y aire arrastrado (porcentaje por volumen), lo que permite que los ingenieros de procesos, metalurgistas y profesionales del sector tengan una poderosa combinación de herramientas, con medición en tiempo real, que les permite reducir la variabilidad y así optimizar el proceso. En la operación eficiente de cada proceso es clave tener información precisa de cada variable para tener un balance correcto de la producción. Muchas veces una medición de flujo incorrecta causa problemas de fiabilidad los cuales pueden ser comunes con instrumentación convencional, como los flujómetros electromagnéticos, donde el equipo está en contacto con el material, bien por la abrasión del material o por sus características magnéticas. La medición es afectada y, como tal, la fiabilidad de la operación del proceso, pues no hay forma de saber qué variable está siendo afectada o está influyendo negativamente en el balance. Ahora, si se considera también la presencia de burbujas de aire (aire arrastrado) en la pulpa o fluidos, se tiene un mayor impacto negativo en las mediciones, lo cual hace aún más difícil el trabajo del operario, pues no puede identificar exactamente la causa de los problemas.

A diferencia del medidor electromagnético, el sistema SONARtrac

para flujo y aire arrastrado se monta en la parte exterior del tubo y no entra en contacto con el material del proceso, lo cual la hace la herramienta ideal para monitorear y controlar procesos, eliminando dos de las variables que los ingenieros de procesos tienen que manejar a diario: el flujo y el aire arrastrado.

Utilizando la correlación entre estas dos medidas para controlar los niveles del estanque, salida de bomba, densidad y otras mediciones del proceso, los ingenieros de proceso y metalurgistas están en mejor posición para determinar la causa raíz de estos problemas y pueden estar seguros de la precisión del flujo para el mejor control y optimización de procesos.

Los flujómetros SONARtrac han estado en servicio sin problemas durante 14 años sin necesidad de mantenimiento y sin necesidad de recalibrar. Aparte de medir el flujo desde la parte exterior del tubo, la tecnología de sonar pasiva puede medir el porcentaje de aire por volumen en las pulpas o flujos. El aire arrastrado en los flujos y pulpa puede causar desplazamientos significativos en los cálculos de balance másico y hacer que sea difícil optimizar el proceso para conseguir un aumento en la eficiencia de la producción.

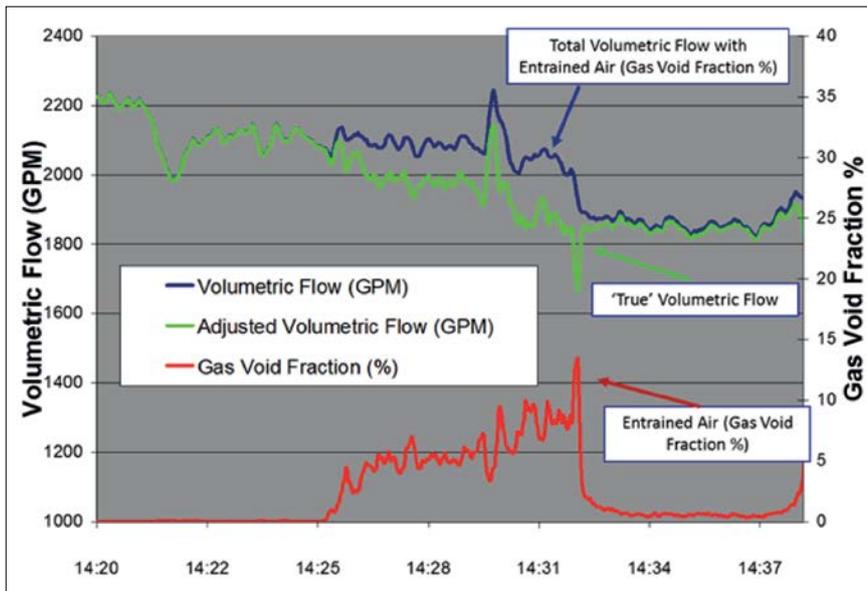


Figura 3: Medición de volumen de aire y corrección de flujo volumétrico.

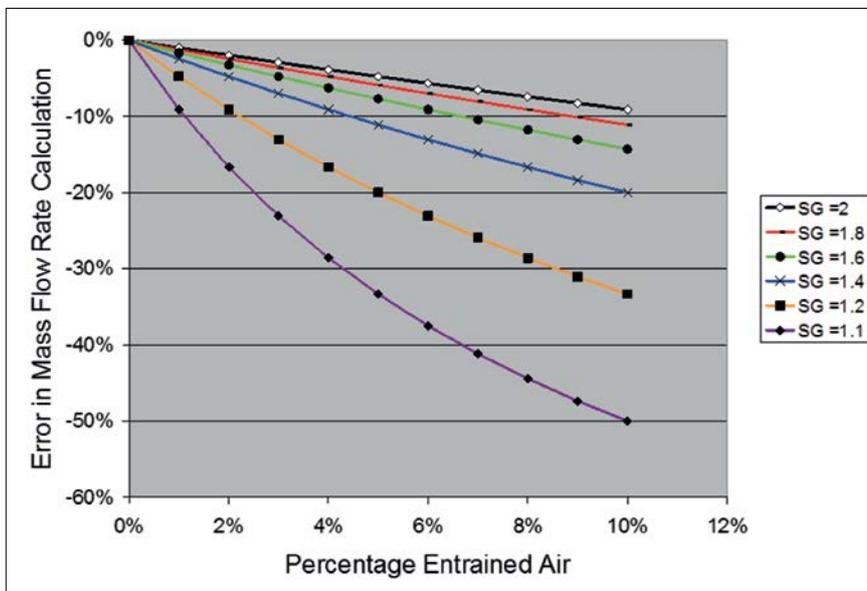


Figura 4: Medición de aire arrastrado corrige errores en densidad causado por la presencia de aire arrastrado.

TECNOLOGÍA SONARTRAC

Como un submarino que arrastra un cable con sensores en el mar para medir los campos de presión y longitud de frecuencias asociados con las señales con idea de determinar la distancia, velocidad y características físicas de su objetivo a través de técnicas de procesamiento de estas señales, la tecnología SONARtrac realiza el mismo proceso para la medición del flujo y el aire arrastrado.

El procesamiento de la medición de flujo por medio del sonar pasivo emplea dos técnicas distintas para la medición. La primera técnica mide el flujo volumétrico a través de un mo-

nitoreo de "remolinos" en el flujo del proceso. La tecnología de flujo sonar pasivo proporciona una medición directa de la velocidad promedio de la masa, al igual que otros flujómetros basadas en velocidad. Conociendo el diámetro interior de la tubería, se obtiene el flujo volumétrico.

La segunda técnica mide la velocidad en la que el sonido se propaga a través del líquido para entregar información de la composición. La medición de la velocidad del sonido se realiza también en tiempo real; se trata de una medición directa de donde el aire arrastrado por el volumen se de-

Como un submarino que arrastra un cable con sensores en el mar para medir los campos de presión y longitud de frecuencias asociados con las señales con idea de determinar la distancia, velocidad y características físicas de su objetivo a través de técnicas de procesamiento de estas señales, la tecnología SONARtrac realiza el mismo proceso para la medición del flujo y el aire arrastrado

riva. El flujo volumétrico, al igual que el aire arrastrado, se pueden entregar como salidas diferentes al DCS. La medida del aire arrastrado es especialmente sinérgica con el flujo volumétrico de SONARtrac, ya que la medición de la velocidad de sonido puede ser usada para determinar la fracción volumétrica de la mezcla doble componente, donde el volumen total del flujo puede ser ajustado a una medición de "flujo real" de la pulpa o líquido, como se muestra en la Figura 3.

Industrias de procesos en todo el mundo se han percatado del valor que entrega una medición de aire arrastrado en tiempo real para la optimización de los procesos y el aumento de la eficiencia. La medición pasiva del aire arrastrado se usa en varias industrias para corregir la medición del cálculo de la densidad desde un medidor nuclear de densidad cuando el aire arrastrado está presente, lo que posibilita un cálculo correcto del flujo másico. Dependiendo de la gravedad específica del material del proceso, hasta la presencia más pequeña de aire arrastrado en un líquido o

pulpa, éste puede causar grandes errores en la medición de densidad, como se aprecia en la Figura 4. Tal como se trató anteriormente, los ingenieros de procesos, metalurgistas y profesionales de operaciones combaten diariamente con una gama de variables que convierten la previsibilidad y el control de los procesos en aspectos desafiantes. Con la utilización de la tecnología de flujo de SONARtrac, dos de estas variables, flujo y aire arrastrado, ya pueden ser usadas con la máxima fiabilidad cuando uno está calculando el balance de masas en el monitoreo diario y en el control de procesos.

INSTALACIÓN EN UNA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE HIDROCICLÓN

Medir la tasa de flujo volumétrico en una línea de alimentación de un hidrociclón en un concentrador de cobre es una tarea bien desafiante para un flujómetro convencional. Hacerlo con una pulpa altamente abrasiva que contiene aire arrastrado, y en algunos casos magnetita, agrega desafíos adicionales al rendimiento y mantenimiento del medidor electromagnético.

INSTALACIÓN EN LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE HIDROCICLÓN

Ejemplos de instalaciones del flujómetro sonar pasivo (Figura 5) y un medidor electromagnético (Figura 6) se aprecian en las figuras. A pesar de ser una configuración de tubería complicada, el flujómetro sonar pasivo funciona excepcionalmente bien y como está instalado en la parte exterior del tubo, hay cero posibilidades de filtración.

Como se señaló anteriormente, la medición de densidad nuclear está sujeta a errores producidos por el aire arrastrado en la pulpa, que típicamente están causados por los bajos niveles del pozo que atrae aire a la pulpa, o también por filtración en la bomba de alimentación, entre muchas otras opciones. Es extremadamente importante que el aire arrastrado sea eliminado de



Figura 5: Medidor de flujo y aire arrastrado sonar pasivo.



Figura 6: Medidor electromagnético.

La tecnología sonar pasiva es el único instrumento en procesos que puede entregar una medición en tiempo real que se puede usar para monitorear y medir la cantidad de aire arrastrado en una pulpa. Esta capacidad puede permitir que un operador tome acciones preventivas para una mejor recuperación en el ciclón y que corrija los errores en los datos de densidad para una medición más precisa del balance de masas

la pulpa en el hidrociclón por las siguientes razones: primero, si aire arrastrado está presente, la tasa de desgaste aumentará y el rendimiento del ciclón bajará, y, segundo, aún más relevante para la recuperación del mineral y rendimiento de la planta, el aire arrastrado puede causar que partículas gruesas lleguen al overflow.

La tecnología sonar pasiva es el único instrumento en procesos que puede entregar una medición en tiempo real que se puede usar para monitorear y medir la cantidad de aire arrastrado en una pulpa. Esta capacidad puede permitir que un operador tome acciones preventivas para una mejor recuperación en el ciclón y que corrija los errores en los datos de densidad para una medición más precisa del balance de masas.

Al tener una indicación más precisa del flujo, se tendrá un mejor control de la carga que está circulando en el molino, por ejemplo, un control sólo un 1% mejor en la carga del molino se suma a otro 1% de aumento en el rendimiento de la planta. Este aumento se traduce a una cantidad de US \$2.000.000 al año (100.000 toneladas diarias, ley de cobre de 0,5%, 85% recuperación, 28% con ley, \$2,50/libra). Adicionalmente, el mejor control de la densidad de alimentación de la pulpa hacia la batería del hidrociclón permite una mejor distribución del tamaño de las partículas hacia la flotación. La sensibilidad de la recuperación de productos para la distribución del tamaño de partículas es altamente dependiente de los parámetros específicos de la operación. Por lo tanto, asumiendo que un 1% de aumento en la recuperación puede ser



La mejora con los flujómetros de sonar pasivos de Sonartrac es muy importante en las instalaciones de beneficio mineral.

logrado a través de un control de la densidad de la alimentación, se podría sumar US \$2.000.000 al año.

Los flujómetros de sonar pasivos también garantizan un ahorro importante en cuanto a los gastos de mantenimiento y tiempos de parada. Típicamente, un flujómetro electromagnético puede durar entre seis meses a 5 años y requiere una recalibración periódicamente, según el tipo de material y la velocidad de la pulpa. Por lo tanto, el mantenimiento de estos instrumentos es muy costoso considerando todos los factores. Estos factores incluyen: la inversión inicial, coste de instalación, seguridad, rendimiento del flujóme-

tro, mantenimiento, requerimientos de repuestos, tiempo de espera de equipos y tiempos de parada cuando el flujómetro tiene que ser sacado para ser reparado, recalibrado y reemplazado.

Los flujómetros de sonar pasivos permiten una medición más precisa, fiable y repetible del flujo volumétrico sin ningún requerimiento de mantenimiento, y por esto son los más rentable en esta aplicación. Como el flujómetro de sonar pasivo no requiere tomar contacto con el material, tiene una vida útil muy larga. Los flujómetros SONARtrac han estado en servicio el año 2003 y no requieren ningún mantenimiento ni reca-

libración. Adicionalmente, mejoras significativas en el rendimiento de la planta pueden ser logradas utilizando la medición de aire arrastrado para corregir la medición de densidad y monitoreo, descartando interrupciones del proceso, para tomar acciones correctivas que derivan en mejoras en la recuperación basadas en una mejor distribución del tamaño de partículas hacia la flotación.

CONCLUSIONES

La tasa de flujo volumétrico en una línea de alimentación de un hidrociclón es una medición importante cuando se procesan minerales en una operación de molienda en circuito cerrado. Para optimizar cualquier circuito, instrumentos fiables son una necesidad. Los sistemas de control dependen de medidas precisas y repetibles para reducir la variabilidad del sistema y, también, para ajustar el punto de operación al más eficiente. La medición de flujo es una parte integral de cualquier estrategia de control de circuitos de flotación. Una medición de aire arrastrado entrega valor de las siguientes formas:

- El flujómetro de sonar pasivo no está sujeto al bajo rendimiento por el aire arrastrado cuando hay material magnético presente en el material, como magnetita, arsenopirita o pirrotina (como medidores electromagnéticos).
- Los cálculos de las cargas circulantes mejoran cuando sacan aire del cálculo.
- La precisión de balance de masa aumenta cuando se elimina aire del cálculo.
- La tasa de adición de espuma puede ser ajustada usando el flujo volumétrico de alimentación vs. toneladas de material en el molino.

La precisión adicional que se puede adquirir cuando una planta usa correctamente estas mediciones entregadas por el sonar pasivo puede aumentar su producción y mejorar la tasa de recuperación del mineral. 🌱