

IOT Y YACIMIENTO DIGITAL

Medidor de nivel de fluido en pozo en tiempo real

Por **Mariano Andrés Hunkeler** y **Simón Franco** (RF Industrial)

En este trabajo se describe cómo se obtiene un aparato detector de nivel que pueda determinar, en pozos productores de petróleo, el nivel del fluido pozo abajo, que sea económico, que repita las mediciones abreviando tiempos y que no requiera de la presencia de un operador.

La técnica de medición mediante ondas acústicas reflejadas por una superficie del objeto que se desea medir es conocida como ecometría.

Conocer la profundidad a la cual se encuentra el fluido en el pozo permite determinar la sumergencia de la bomba y monitorear la eficiencia a la que está operando. A su vez, la sumergencia de la bomba está relacionada con índices predeterminados que permiten conocer la presión del líquido aspirado a fin de regular la velocidad de extracción de la bomba y mantener los parámetros operativos de esta, como energía mecánica disipada dentro de límites de seguridad; y prevenir otros inconvenientes.

nientes, como cavitación, cuidando la vida útil de toda la instalación.

Si la columna de fluido por arriba de la bomba es mayor al óptimo, significa que el pozo está subexplotado y conviene aumentar la velocidad de bombeo; por el contrario, si la columna es menor, hay riesgo de rotura y se procede a reducir la velocidad.

Los niveles de líquido pozo abajo pueden variar impredeciblemente durante operaciones de extracción del crudo. Durante estas operaciones es conveniente que la bomba esté sumergida a una presión de líquido que optimice tanto su funcionamiento como el caudal bombeado hacia arriba. Controlar los niveles cada intervalos prolongados presume el riesgo que pueda operar ineficientemente durante un tiempo considerable, con riesgos de estropear la bomba y perder producción.

Los equipos encontrados en el mercado además de ser costosos no son autónomos, requieren de personal calificado para ser operados. Necesitan mantenimiento y deben ser trasladados de pozo en pozo. Debido a su elevado costo las operadoras de yacimientos no disponen de un equipo por pozo. Actualmente, existen operadoras que no realizan mediciones de nivel en todos sus pozos.

Los equipos usados actualmente para medir niveles de petróleo en pozos productores poseen un cañón o pistola de gas inerte comprimido que dispara un potente pulso de presión en la boca del pozo y un detector que recibe una señal acústica reflejada por discontinuidades y singularidades en las superficies alcanzadas por la onda acústica incidente. Además de la reflexión en la interfase aire-líquido pozo abajo, el detector recibe otras reflexiones provenientes de cuplas y otras irregularidades superficiales en la columna que debe discriminar. La señal reflejada detectada es procesada luego para determinar el tiempo transcurrido entre los eventos de disparo y recepción con el cual determinan el nivel buscado. La pistola necesita conexión a una fuente de gas a presión, como un cilindro de gas presurizado. Estos equipos requieren traslado de equipo y personal al sitio del yacimiento y son operados una sola vez para hacer cada medición. Los equipos convencionales necesitan la concurrencia de una operador para activar la fuente de gas a presión.

El hecho de tener constancia del nivel de fluido periódicamente es fundamental para aumentar la productividad del pozo.

Desarrollo técnico del trabajo

El objetivo que se planteó fue obtener un aparato detector de nivel utilizable en pozos de producción de petróleo para determinar el nivel del fluido pozo abajo, mediante un equipo autónomo que no requiera la presencia de un operador *in situ*, económico y que permita repetir las mediciones a intervalos de tiempo más breves, diariamente e incluso más de una vez al día o, más aún, monitorear el nivel continuamente, para determinar la sumergencia de una bomba utilizada pozo abajo para la extracción de petróleo, para eventualmente regular la velocidad de bombeo. Se diseñó y validó en campo un equipo compuesto por una carcasa contenedora de un transductor electroacústico que envía una señal que viaja

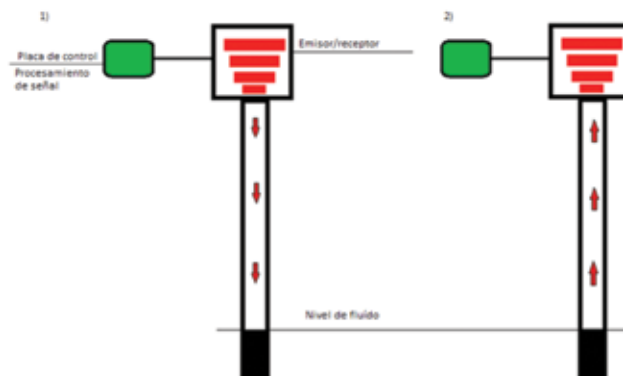


Figura 1. Representación gráfica del método de adquisición.

por el pozo y recibe el eco.

El procedimiento de medición consiste en los siguientes pasos (Figura 1):

- 1) Emitir una señal acústica característica como ráfaga en la boca del pozo por medio de un transductor electroacústico.
- 2) Detectar una onda acústica con reflexiones de la ráfaga que vuelve a la boca del pozo.
- 3) Relevar la curva de variación de la intensidad de la onda acústica detectada en función del tiempo.
- 4) Medir el intervalo de tiempo entre la emisión de la ráfaga y la reflexión que genera el nivel del fluido.

La curva resultante es filtrada para detectar la presencia de la ráfaga emitida en la curva obtenida y computar el instante exacto en el que fue generado el eco. De esta manera, es posible determinar a partir de la curva relevada un intervalo entre la emisión de la ráfaga y la detección de una onda acústica reflejada.

Además, se mide la velocidad de propagación de la onda acústica en el medio imperante en el pozo utilizando las reflexiones adicionales surgidas de la presencia de



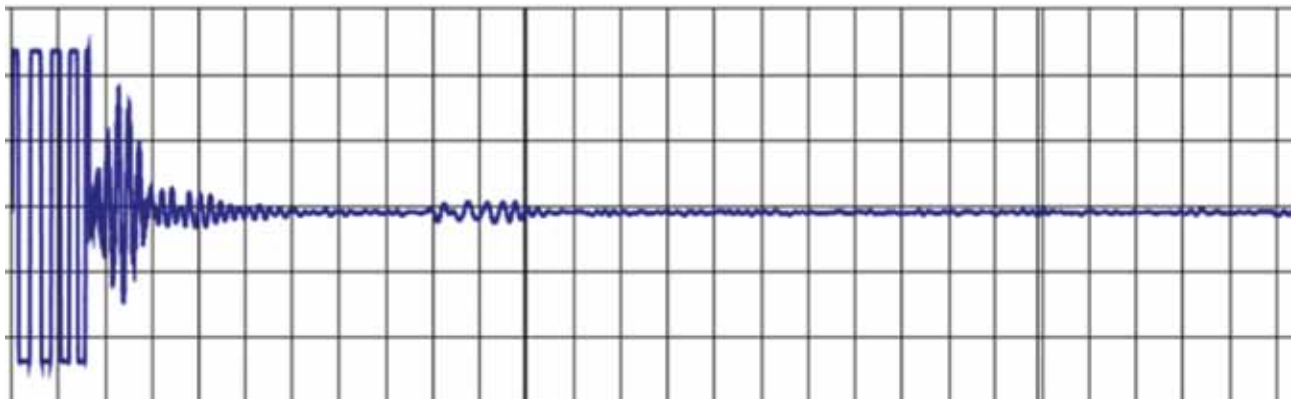


Figura 2. Ecometría.

cuplas en la columna dentro del pozo, cuyas profundidades son conocidas de antemano.

Finalmente, se determina la distancia transitada por la onda acústica reflejada en el pozo en base al intervalo de tiempo medido y la velocidad de propagación acústica dentro del pozo para obtener una determinación precisa del nivel de fluido en el pozo.

Resultados obtenidos

Luego de la prueba de los prototipos en campo, se han obtenido medidas de nivel en distintos pozos de un mismo yacimiento. En la figura 2 se relaciona la variación de la intensidad de la onda en función del tiempo y



puede apreciarse el disparo de la señal (al inicio) y luego el eco resultante proveniente de la reflexión de la ráfaga en la superficie del fluido.

Para validar el aparato y el método se han comparado los resultados obtenidos utilizando este equipo, con las ecometrías realizadas por personal calificado y el empleo de equipamiento como el que se menciona en el apartado "Planteo del problema". Para eliminar incertidumbres por posibles variaciones de nivel, se ha verificado inmediatamente antes de tomar una medición con el equipo propuesto, el nivel del fluido en pozo utilizando los equipos con pistola de gas.

Los resultados que dieron las mediciones de nivel obtenidas son satisfactorias y confiables.

El equipo cuenta además con un software de interfaz gráfica adaptable donde pueden observarse las ecometrías.

Conclusiones

El objetivo planteado fue alcanzado con éxito, se ha logrado obtener un aparato autónomo y económico para determinar el nivel de fluido en pozo.

Las ventajas principales de este aparato detector de nivel respecto de otros que se encuentran en el mercado es su autonomía, su capacidad para enviar varias medidas de nivel diarias y que no necesita personal calificado para operarlo ni requiere mantenimiento. El aparato está fijo al lado del pozo e informa periódica o continuamente el nivel del fluido por telemetría. De esta manera, no solo se reducen significativamente los costos operativos, sino que se dispone de información actualizada permanentemente.

Se puede determinar la sumergencia de la bomba dentro del líquido en base a la diferencia entre la profundidad de la bomba en el pozo y el nivel del líquido detectado.

El equipo y el método de adquisición se encuentran en trámite de patentamiento. La solicitud ya se encuentra ingresada en el sistema para proteger la propiedad intelectual.

Actualmente, se han instalado más equipos en el mismo yacimiento para aumentar la flota de equipos en funcionamiento y obtener una validación masiva de la tecnología, la metodología y los detalles constructivos.