



Your partner in reliability

*José Pedro Rayo Peinado  
Director Área de Fiabilidad  
Preditec/IRM*

## DETECCIÓN DE ULTRASONIDOS EN EL AIRE

Beneficios económicos obtenidos por la aplicación de esta técnica básica de PdM

El Mantenimiento Preventivo Basado en Condición (Predictivo o PdM) ha demostrado ser de utilización imprescindible dentro de la metodología RCM (Mantenimiento centrado en fiabilidad).

De una encuesta llevada a cabo por Preditec-IRM durante el Primer Foro Español sobre Mantenimiento Preventivo/Predictivo y Fiabilidad sobre una muestra de 200 empresas usuarias de Mantenimiento Predictivo se deduce que de las cinco técnicas más difundidas que se deben utilizar en un correcto programa de PdM (Vibración, Ultrasonidos, Termografía, Análisis de Aceites, MCA, e inspección sensorial) se utiliza sólo la vibración en un amplio porcentaje de casos, ocupando las otras técnicas un escaso porcentaje.

Las mejores prácticas determinan que para detectar todos los posibles modos de fallo que un activo pueda producir y anticiparse así al fallo total, es necesario utilizar todas las técnicas hoy disponibles entre las cuales son las citadas más arriba, las de mayor aplicación en PdM.

Una de las razones con que muchos justifican la no utilización de otras técnicas es porque “la empresa no me autoriza a invertir en equipamiento para el departamento de predictivo”.

El fallo está en que, en la mayor parte de los casos no hemos sido capaces de demostrar el beneficio obtenido por la aplicación de una determinada técnica.

La detección de ultrasonidos en el aire “airborne ultrasound” (que no debemos confundir con la aplicación del ultrasonido pulso-eco utilizado en NDT) se lleva a cabo con instrumentos que permiten al oído humano “escuchar” sonidos que se producen en frecuencias muy altas (a partir de 20 KHz.) que sin ayuda de estos instrumentos sería imposible oír. Al mismo tiempo, el instrumento es capaz de cuantificar la intensidad del sonido expresado en dB, mostrando su valor en un display de forma que haciendo mediciones periódicas podamos estudiar la evolución de un problema y su tendencia en el tiempo.



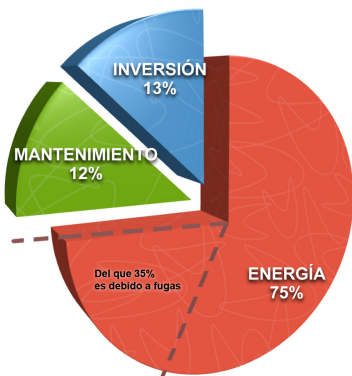
Entre los problemas detectables con esta tecnología podemos destacar los siguientes:

- Fugas
- Falta de Estanqueidad en depósitos, condensadores, intercambiadores, etc.
- Estado de rodamientos
- Problemas de lubricación.
- Determinación de la cantidad exacta de grasa a inyectar en rodamientos,...
- Trampas de vapor defectuosas
- Fallos en válvulas e hidráulica
- Cavitación en bombas
- Problemas en compresores alternativos
- Problemas eléctricos tales como: efecto corona, arcos incipientes, etc.

Nos vamos a centrar para este estudio en una de las aplicaciones más inmediatas: La detección de fugas de fluidos en líneas bajo presión y dentro de estas, en las instalaciones de aire comprimido.

El aire que respiramos es gratis. Pero al aumentar su presión por medios mecánicos, se convierte en uno de los fluidos más caros de entre los que se utilizan en las plantas industriales.

Por otro lado este fluido es seguramente el de mayor utilización industrial de forma que el costo energético para generarlo es verdaderamente alto lo cual es preocupante sobre todo en momentos en que todos luchamos por reducir el consumo de energía.



Los costos generados en una instalación de aire comprimido se distribuyen de la forma que se muestra en el gráfico adjunto:

Así vemos que un 13% del costo es originado por la inversión inicial requerida: compresor, canalizaciones, instalación, montaje, etc. Un 12% es el costo del mantenimiento de la instalación y un 75% es el costo de la energía requerida para generar el necesario caudal de aire comprimido.

Por otro lado vemos como la pérdida por diferentes fugas que se suelen presentar en el circuito de aire puede llegar a suponer un 35% de la energía consumida.

Sabemos que el costo anual de la energía es:

$$\text{Costo anual de energía} = \frac{[\text{Potencia en Kw}] \times [\text{Costo Kw/h}] \times [\text{N}^\circ \text{ de Horas}]}{[\text{Rendimiento del motor}]}$$

Si consideramos un motor de 200 Kw, y un precio de 0,09 / Kw./h, el costo anual de la energía para mantenerlo en funcionamiento continuo sería:

$$\frac{[200 \text{ Kw}] \times [0,09 \text{ €/ Kw/h}] \times [8.760 \text{ horas/año}]}{[0,98]} = \frac{157.680}{0,98} = 160.898 \text{ €}$$

Por otro lado sabemos que con un motor de 200 Kw. produciremos alrededor de 40 m<sup>3</sup>/min. de forma que consumiremos 8 Kw. para producir un sólo m<sup>3</sup>.

De donde:

$$[8 \text{ Kw}] \times [0,09 \text{ €/Kw/h}] / 60 = 0,012 \text{ € / m}^3$$

Es decir, el coste por m<sup>3</sup> generado con un motor de 200 Kw. será de 0,012 €.

O lo que es lo mismo 1000 m<sup>3</sup> de aire comprimido costarán 12 €.

Basado en todo lo anterior podemos ver en la tabla siguiente que para el supuesto considerado, el costo anual que supondría una fuga a través de un agujero de diámetros entre 1 y 3 mm. y para unas presiones de servicio de 7 ó 12 Bar.

**Costos anuales por fugas de aire comprimido**

Diámetro agujero en mm.	Presión (Bar)	Pérdida de aire m <sup>3</sup> /min	Pérdida de aire litros/hora	Precio costo aire (€/1000 m <sup>3</sup> )	Costo/año €
1	7	0,061	3646	12	383
1	12	0,101	6034	12	634
1,5	7	0,137	8203	12	862
1,5	12	0,226	13576	12	1427
2	7	0,243	14582	12	1533
2	12	0,402	24134	12	2537
2,5	7	0,380	22785	12	2395
2,5	12	0,629	37710	12	3964
3	7	0,547	32810	12	3449
3	12	0,905	54302	12	5708

La experiencia determina que en cualquier circuito de aire comprimido existen no una sino varias fugas no detectables por otro medio ni procedimiento que no sea una inspección del circuito llevada a cabo con un equipo de captación de ultrasonidos.

Sólo diez fugas a través de orificios de 2 mm. de diámetro en una línea de 12 bares de presión darían lugar por tanto a un costo anual por pérdida de energía de 25.370 €. que si somos capaces de detectar y corregir, conducirían a la misma cantidad ahorrada en el período de un año.

Evidentemente, de este ahorro habrá que deducir el costo del equipo de medida necesario y de la mano de obra del técnico dedicado a las inspecciones.

Si el costo del equipo es de 6.000 € y consideramos un plazo de amortización de 4 años implicará un costo anual a imputar, de 1.500 €/año.

La hora de un técnico que tuviera unos ingresos de 30.000 €/año tendría un costo de 26 €/hora.

Para las inspecciones no serán necesarias (para una planta de tamaño medio) más de 16 horas/mes.

En nuestro supuesto, el costo de la mano de obra para la inspección sería por tanto:

$$16 \text{ horas} \times 12 \text{ meses} \times 26 \text{ €/hora} = 4.992 \text{ €/año}$$

$$\text{Así, el costo/año total de utilización de la técnica sería } 1.500 + 4.992 = 6.492 \text{ €/año}$$

Deduciendo este costo (6.492 €) del ahorro bruto obtenido (25.370 €) tendremos un beneficio neto anual de 18.878

**Beneficio neto anual = 18.878 €**

Presentamos a continuación un caso real de una empresa del sector alimentario de nuestro entorno en la que se han analizado las fugas en tres compresores ubicados en las que denominaremos áreas A y B de la planta. En este caso se analiza el costo/año que supone para esta planta la pérdida de aire comprimido. La empresa tiene externalizado el servicio de inspección de ésta y otras técnicas predictivas.

$$\text{Costo unitario Kw anual} = (0,08\text{€} / \text{Kw/h}) * (365 \text{ días/año}) * (24 \text{ horas/día}) = 700,80 \text{ €} / \text{Kw} / \text{año}$$

$$\text{Ratio Kw/caudal compresor 1} = (5,5 \text{ Kw} / 820 \text{ l/min}) = 0,0067 \text{ Kw} / \text{l/min}$$

$$\text{Ratio Kw/caudal compresores 2a y 2b} = (18 \text{ Kw} / 2350 \text{ l/min}) = 0,0076 \text{ Kw} / \text{l/min}$$

$$\text{Costo unitario caudal compresor 1} = 700,80 \text{ €} / \text{Kw/año} * 0,0067 \text{ Kw} / \text{l/min} = 4,69 \text{ €} / \text{l/min/año}$$

Costo total para esta planta por fugas de aire comprimido = 19.151,59 €/año.

Si repetimos el párrafo del inicio de este artículo sobre la dificultad que los técnicos de predictivo, o el jefe de mantenimiento de muchas plantas expresan:

“la empresa no me autoriza a invertir en nuevo equipamiento o nuevas técnicas departamento de predictivo”.

no cabe duda de que hay algo que no estamos haciendo bien.

¿Se negaría alguien a invertir 6.492 € en un activo que, en el período de un año, nos reporta un beneficio neto de 18.878 €; es decir una rentabilidad del 290,79 %?

## Experiencia



Madrid - 20 de Agosto de 2011  
José P. Rayo Peinado  
[jprayo@irm.es](mailto:jprayo@irm.es)  
Preditec/IRM

Ingeniero Consultor en Predictivo y Fiabilidad, fundador de IRM, S.A. es hoy Director de Proyectos de Fiabilidad de Preditec/IRM. Su experiencia en Mantenimiento con un enfoque hacia el mantenimiento predictivo es ya de 33 años. Ha participado como responsable en el diseño e implantación de mantenimiento predictivo y seguimiento de resultados en numerosas empresas del sector Eléctrico, Alimentario, Petroquímico, Papelero, Cementero, etc. tanto en España como en el extranjero. En la faceta docente ha formado a varios cientos de técnicos en la metodología del mantenimiento predictivo así como en sus técnicas asociadas. Partícipe activo como ponente en diferentes congresos y seminarios nacionales e internacionales.