

Principios de la medición de fugas en equipos de aire comprimido

Detector de fugas LD 500 / LD 510

Encontrar, cuantificar y eliminar las fugas de aire comprimido

El LD 500 cumple los requisitos de los instrumentos de la normativa „Standard Test Method for Leaks using Ultrasonic“ (ASTM Int. - E1002-05)



"Todas las fábricas lo necesitan, pero casi nadie sabe que el aire comprimido es uno de los tipos de energía más caros. El uso racional del aire comprimido oculta, por ende, un posible ahorro muy alto. A menudo los esfuerzos por ahorrar se concentran en la generación del aire comprimido, es decir en los compresores y a la recuperación de calor."

Aplicaciones del aire comprimido:

- aire de proceso
- aire de transporte
- producción de botellas de PET
- telares
- pintado
- etc.

El aire comprimido se genera mediante un compresor que comprime el aire ambiental. Si la contaminación del aire comprimido entra en contacto con el producto final puede conllevar un mayor descarte. A menudo una solución que aparenta ser barata se convierte en un tipo de generación de aire comprimido muy caro."

Por eso es imprescindible para el usuario tratar el aire comprimido después de generarlo, pues ese aire contiene agua, aceite, partículas de polvo y otra contaminación. En función de la calidad necesaria de aire comprimido esos ingredientes pueden generar problemas en la producción y aumentar los costes operativos.

Además del compresor existen otros componentes adicionales indispensables durante el proceso de producción, como por ejemplo los tanques y sistemas de tuberías.

El aire se seca con ayuda de un secador, que expulsa más o menos humedad, en función del tipo de secador, y garantiza un punto de rocío más bajo, en función de la aplicación.

Adicionalmente, el aire comprimido debería ser limpiado eliminando el aceite y las partículas con filtros. En la fig. 1 se muestra un ejemplo de estructura de un equipo de aire comprimido.

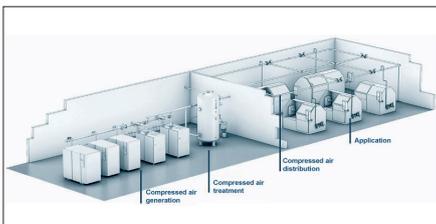


Fig. 1 Componentes de un sistema de aire comprimido

Las clases de calidad del aire comprimido están especificadas en la norma ISO 8573-1. Cumpliendo los estándares de calidad se reducen las posibles

paradas de máquina, bajan los costes de mantenimiento y se prolonga la vida útil de los componentes de aire comprimido. En la fig. 2 se especifican las diferentes clases de calidad.

CS Instruments ofrece para la medición de la calidad del aire comprimido conforme a ISO 8573-1 instrumentos de medición móviles y fijos para:

- la medición de aceite residual, el medidor de aceite residual Oil Check 400
- las partículas de sólidos el medidor de partículas PC 400
- y para la medición del punto de rocío el sensor de punto de rocío FA 510

compatibles con los video registradores DS 500 fijos y móviles



Fig. 2: Video registrador DS 500 con PC 400, Oilcheck 400, sensor de punto de rocío FA 510

Druckluftqualitätsklassen nach ISO 8573-1 (Version 2010)					
Class	Compressed air quality classes according to ISO 8573-1			Residual water	Residual oil
	Dirt (solid particles) Max. Particle number per m ³				
	0,1 < d ≤ 0,5 µm	0,5 < d ≤ 1,0 µm	1,0 < d ≤ 5,0 µm	DTP	mg/m ³
0	specified according to application and better than class 1				
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10	-70 °C	0,01
2	≤ 400 000	≤ 6 000	≤ 100	-40 °C	0,1
3	not specified	≤ 90 000	≤ 1 000	-20 °C	1,0
4	not specified	not specified	≤ 10 000	+3 °C	5,0
5	not specified	not specified	≤ 100 000	+7 °C	25

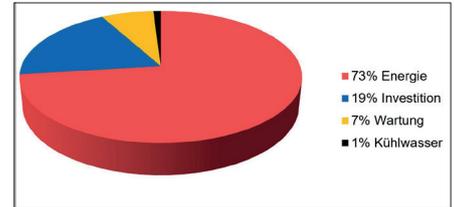
Example: Compressed air of quality class 2.2.2 according to ISO 8573-1					
Particle:	max. 400 000	Particle	0,01 < d < 0,5 µm		
	max. 6 000	Particle	0,5 < d < 1,0 µm		
	max. 100	Particle	1,0 < d < 5,0 µm		
Residual water:	min. Compressed air dew point -40 °C				
Residual oil content:	max. 0,1 mg/m ³				

Fig. 3: Clases de calidad del aire comprimido

Cuando el aire comprimido escapa por fugas se generan costes adicionales, pues ese aire debe ser generado de nuevo.

En la fig. 4 se muestra la distribución de costes general de un sistema de aire comprimido. Los costes de energía son con un 73% la parte más grande de los costes totales.

El equipo de aire comprimido está diseñado, de forma que la cantidad y la calidad del aire comprimido corresponde a la especificación y el equipo consigue la efectividad máxima alcanzable.



En la fig. 5 se enumeran los diversos ahorros potenciales según un estudio del instituto Fraunhofer para el sector de aire comprimido. El máximo ahorro posible está detrás de la reducción de la tasa de fugas.

Con la localización y eliminación de las fugas se puede usar el 42 % del posible ahorro total del sistema de aire comprimido.

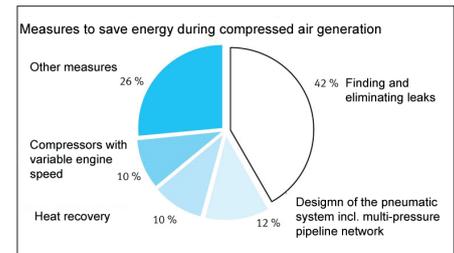


Fig. 5: Posible ahorro en un equipo de aire comprimido

Según investigaciones de la Energieagentur NRW una tasa de fugas del 30 % no es nada raro y conlleva una pérdida de presión de hasta 2 bar y un 50 % de energía no utilizada.

Algo que se confirma con un estudio del Fraunhofer-Institut, que se realizó por encargo de Energie-Schweiz, cuyo resultado dice que la tasa de fugas de las empresas de producción está entre el 15 % y el 70 %.

Cuando sale agua de un conducto se puede ver bien. Con el aire comprimido no se puede reconocer tan bien, pues el típico "silbido" solo se puede oír en fugas grandes en un entorno silencioso.

Debido al nivel sonoro tan alto que hay normalmente en las naves de producción el silbido no se suele oír y no se percibe la pérdida de aire. A menudo tampoco se conocen los costes que ocasionan realmente las fugas de aire comprimido.

Por ese se recomienda realizar con regularidad una localización de fugas, para encontrar y solucionar las fugas grandes.

La normativa de gestión de energía ISO 50001 define un ciclo de PDCA para reducir los costes de energía de las empresas. Ese ciclo también se puede aplicar en el sistema de aire comprimido.

El ciclo PDCA conlleva una mejora continua de una magnitud observada.

El ciclo comienza con un análisis de la situación de partida y una planificación (Plan) de vías de solución, para implementar medidas concretas (Do).

La revisión (Check) se ejecuta con una valoración del grado de resultados del estado que se debe mejorar. Adicionalmente también se valoran las medidas individuales efectuadas.

Ese reconocimiento se usa para definir nuevas medidas de mejora (Act), si no se consigue el objetivo.

La localización de fugas actúa como herramienta de la revisión (Phase Check) del sistema de aire comprimido vigilado, para garantizar que funciona correctamente.

Si se detectan defectos (fugas encontradas) deben ser solventadas a continuación (Phase Act).



Fig. 6: Ciclo de ahorro de energía ISO 50001

Para calcular la tasa total de fugas exacta en el análisis de la situación de partida (P) se puede usar p. ej. un caudalímetro portátil PI 500 con sensor volumétrico VA 500.

Durante una parada de la producción se mide y graba la fuga o la pérdida de presión.

pueden analizar con precisión las fugas o los datos de consumo de aire comprimido.



Fig. 7: Caudalímetro portátil PI 500 con sensor volumétrico VA 500

Otra posibilidad de medición es la medición de la caída de presión en la inactividad de producción durante un tiempo definido. Para ello también hay que determinar también el volumen del equipo de aire comprimido, algo que es casi imposible. Por eso ese método no se usa con frecuencia.

Ese tipo de medición está anticuado e incluye grandes fluctuaciones en la medición, pues la caída de presión y la temperatura deben medirse con gran precisión.

Una bajada de presión siempre ocasiona una caída de la temperatura. Para poder volver al volumen correctamente hay que medir con precisión en el sensor de presión además del tiempo de la presión absoluta también la temperatura.

Si se conoce la tasa de fuga total se puede usar para calcular el posible ahorro anual de los costes de energía. Para ello además del cálculo de los costes de energía también hacen falta los costes de presión y la duración operativa del sistema del compresor.

Costes fijos anuales de un equipo de aire comprimido:

- pagos de intereses
- amortización
- costes útiles del recinto

Costes variables de un equipo de aire comprimido:

- costes de energía sobre tiempo de carga plena y de inactividad,
- costes de medios auxiliares tales como aceite, agua refrigerante, etc. p. a.,
- costes de mantenimiento y reparación de los compresores

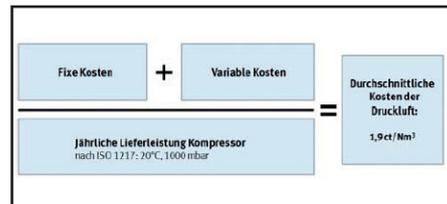


Fig. 8: Costes medios del aire comprimido

Si se divide ahora la potencia anual entregada [m³] del sistema del compresor por los costes totales [€], se obtienen los costes por metro cúbico generado.

La generación de un metro cúbico normalizado de aire comprimido cuesta, por cada equipo, desde aprox. 1,5 € céntimos/Nm³ hasta 2,7 € céntimos/Nm³.

Posible ahorro de costes de energía [€ / año] =

Tasa total de fugas [Nm³/hora] * costes de aire comprimido [€/1 Nm³] * horas operativas [horas/año]

Como el aire comprimido emergente no se puede ver a simple vista, es casi imposible localizar las fugas en los equipos de producción sin el equipo correspondiente.

Una solución es la localización de fugas con ultrasonido, pues los gases emergentes proceden de una fuente de ultrasonido. Los detectores de ultrasonido se pueden usar para localizar fugas.

Como las frecuencias de ultrasonido no son percibidas por el oído humano, hay que transformarlas en una señal acústica que sea audible para las personas.

Eso ocurre con una mezcla de frecuencias que desplaza las frecuencias a un rango que pueda percibir el oído humano.

CS Instruments ha desarrollado para ello el sucesor del LD 400 el LD 500.

Con el detector de fugas LD 500 no solo puede encontrar fugas de aire comprimido, sino que también puede calcular y documentar la cantidad de aire comprimido emergente en l/min y los costes del aire comprimido en €.

Además, se han desarrollado también sensores externos (cuello cisne y espejo parabólico) que le facilitan a los usuarios la búsqueda de fugas en diferentes condiciones del entorno.

Para el usuario es importante saber cuánto aire comprimido sale por cada fuga, para poder decidir qué fugas de aire comprimido se deben eliminar, para que los costes de la reparación no excedan los costes de la fuga.

Tabla 1: Se muestran las diversas tasas de fugas en litros normativizados por minuto en función del diámetro de fuga en mm y de la presión en bar.

p (rel.)	0,5 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm
3 bar	9 l/min	36 l/min	81 l/min	145 l/min	226 l/min	325 l/min
4 bar	11 l/min	45 l/min	102 l/min	181 l/min	282 l/min	407 l/min
5 bar	14 l/min	54 l/min	122 l/min	217 l/min	339 l/min	488 l/min
6 bar	16 l/min	63 l/min	142 l/min	253 l/min	395 l/min	569 l/min
7 bar	18 l/min	72 l/min	163 l/min	289 l/min	452 l/min	651 l/min
8 bar	20 l/min	81 l/min	183 l/min	325 l/min	508 l/min	732 l/min

Tabla 1: Tasas de fugas dependiendo del diámetro y de la presión

En la tabla 2 se calculan los costes ocasionados por fugas en un ejercicio (365 días y 24 h) con un precio de 1,9 € céntimos/Nm³.

p (rel.)	0,5 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm
3 bar	90 €	361 €	812 €	1.444 €	2.256 €	3.248 €
4 bar	113 €	451 €	1.015 €	1.805 €	2.820 €	4.061 €
5 bar	135 €	541 €	1.218 €	2.166 €	3.384 €	4.873 €
6 bar	158 €	632 €	1.421 €	2.527 €	3.948 €	5.685 €
7 bar	180 €	722 €	1.624 €	2.888 €	4.512 €	6.497 €
8 bar	203 €	812 €	1.827 €	3.248 €	5.076 €	7.309 €

Tabla 2: Costes ocasionados por fugas

Los altos costes permiten amortizar con rapidez el detector de fugas LD 500, con un precio entre 2000 – 3000 €. El requisito previo es, por supuesto, que se eliminen las fugas detectadas.

1.1 ¿Qué es el ultrasonido? Y, ¿cómo se puede utilizar la medición de ultrasonido para detectar fugas?

“Con base en la definición de la luz ultravioleta, la palabra “ultrasonido” denomina el ámbito de apariciones acústicas que debido a su frecuencia no es percibido por los sentidos humanos.”

En la fig. 9 se muestran los diversos rangos de frecuencia del sonido. El ultrasonido incluye no solo la propagación de las ondas sonoras de gases o fluidos, sino también de sólidos. Como la frontera superior de las frecuencias auditivas varía de una persona a otra, no hay límites fijos entre el sonido audible y el ultrasonido. A partir de frecuencias sonoras de 20 kHz se suele hablar de ultrasonido.

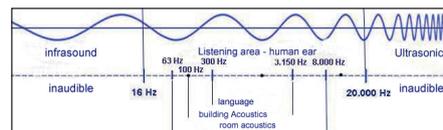


Fig. 9: Ultrasonido como parte de la acústica

Físicamente no hay ninguna diferencia entre el sonido audible y el ultrasonido, pues las leyes de la generación y la propagación del sonido no dependen de la frecuencia. El motivo de la diferenciación de las dos formas de sonido es la diferente construcción del inversos que genera o recibe el sonido.

1.2 Propagación del ultrasonido

Se consideran ondas sonoras las oscilaciones mecánicas de las partículas en un medio concreto. Eso significa que las partículas de las que se compone el medio oscilan alrededor de su posición de reposo.

En la fig. 10 se muestra esquematizada la propagación de una onda amortiguada a la partícula contigua. En el momento t₀ la primera partícula está en la posición de reposo, a continuación se excita. Entre las partículas está la distancia constante Δx. La duración hasta que la excitación llega a la partícula contigua corresponde a Δt.

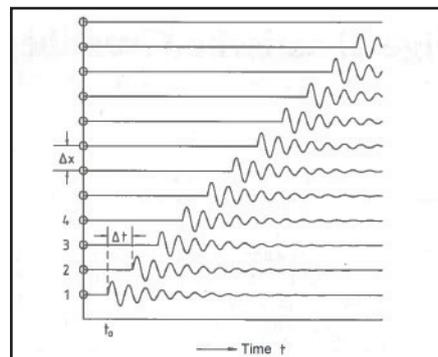


Fig. 10: Diagrama recorrido-tiempo de la propagación de una onda

La relación de Δx / Δt corresponde a la velocidad de propagación; y depende del medio en el que se propaga la onda sin pérdidas.

El ultrasonido se propaga en gases y líquidos, en función de la excitación, en forma de ondas longitudinales (a) o transversales (b).

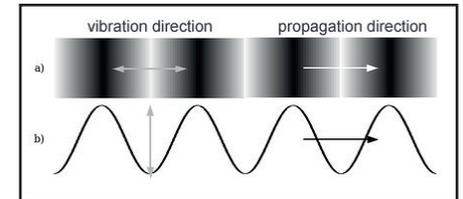


Fig. 11: Tipo de onda en líquidos y gases

1.3 Tamaños del campo de sonido

Un recinto donde se propagan ondas sonoras se denomina campo de sonido.

La presión sonora o la presión acústica cuantifica la sobrepresión y la presión negativa que se genera cuando p. ej. las moléculas de aire se mueven desde la posición de reposo. Ese desplazamiento espacial ocasiona una densidad temporal (kg/m³) y un cambio de la presión (N/m²).

La velocidad de transmisión (m/s) describe la velocidad de cambio con la que oscilan las moléculas alrededor de su posición de reposo. Se define como factor sonoro por unidad temporal.

La velocidad de propagación del sonido en el aire asciende a 343 m/s con 20 °C. En líquidos y sólidos el sonido se propaga a mayor velocidad.

La fig. 12 muestra un esquema del recorrido del sonido generado en el campo sonoro de un emisor de ultrasonido plano.

Las líneas unen los puntos con la misma presión sonora, los tonos amarillos/gris claro muestran una alta presión sonora, los tonos azules/gris oscuro una presión sonora baja.

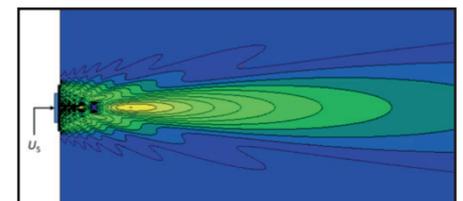


Fig. 12: Campo de ultrasonido de una fuente esférica

1.4 Reflexión y ruptura

Cuando una onda sonora plana toca con una superficie límite plana en un medio gaseoso o líquido, en función del material de la superficie se parte o refleja.

Ese elemento se muestra en la fig. 13. La onda entrante en el medio 1 choca con la superficie límite y se devuelve con el mismo ángulo (ángulo de entrada = ángulo de salida) de nuevo al medio 1.

En función de la consistencia de la superficie límite la onda también se parte y una parte de la energía deriva hacia el medio 2.

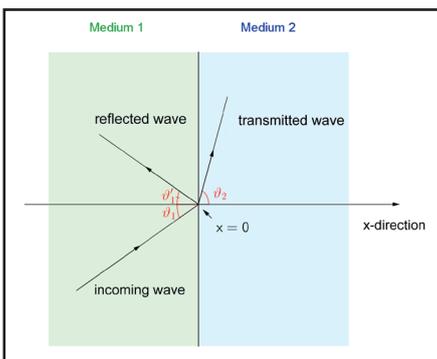


Fig. 13: Reflexión y ruptura del ultrasonido

2. Métodos de medición de la detección de fugas

Las fugas son puntos no estancos en la red de aire comprimido por donde sale el aire sin ser usado y se expande en la presión del entorno. Para el análisis del consumo de aire comprimido se tratan como un consumidor adicional que debe ser alimentado por el compresor para poner a disposición la presión de sistema necesaria.

Las fugas suelen surgir donde hay uniones entre diversos elementos. Las fugas suelen surgir por una instalación inadecuada o por el uso de componentes dañados o desgastados.

Posibles causas de las fugas:

- acoplamientos y arandelas no estancos
- uniones de rosca y brida no estancas
- mangueras porosas/defectuosas
- juntas porosas/defectuosas de las herramientas y las máquinas
- purgador defectuoso
- unidades de secador, filtración, mantenimiento no estancas o mal instaladas
- etc.

En el siguiente capítulo se explican dos métodos de la detección de fugas con sus ventajas y sus desventajas.

2.1 Aerosol para la búsqueda de fugas

En la detección de fugas con un aerosol se rocía el punto a revisar con un líquido bajo presión.

Si se forman burbujas en el líquido es el indicio de que sale aire y se ha encontrado una fuga. Ese elemento se muestra en la fig. 5.

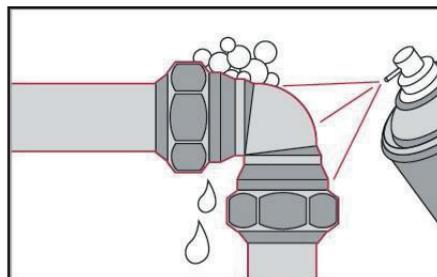


Fig. 14: Funcionamiento del aerosol para la búsqueda de fugas

En la fig. 14 se muestra un aerosol para la búsqueda de fugas ejemplar.

Ventajas del aerosol para la búsqueda de fugas:

- Con el aerosol para la búsqueda de fugas se pueden detectar incluso las fugas más pequeñas.
- La localización es muy precisa, pues se ve con las burbujas dónde sale el aire.
- El aerosol para la búsqueda de fugas es muy económico. Una lata cuesta unos 5 €

Desventajas del aerosol para la búsqueda de fugas:

En las empresas que deben mantener unas altas exigencias de higiene puede estar prohibido usar un aerosol para la búsqueda de fugas, pues podría contaminar el producto elaborado.

- Con el aerosol para la búsqueda de fugas se puede comprobar con precisión puntual si hay una fuga o no. La cuantificación de la tasa de fugas no es posible. En caso de una fuga con un alto caudal de pérdida no se debe usar el aerosol para la búsqueda de fugas, pues podría generar burbujas. Esas fugas se localizan también tocando el conducto con la mano.
- Revisar todos los conductos con el aerosol para la búsqueda de fugas llevaría mucho tiempo y, a menudo, mucho trabajo, pues los conductos de aire comprimido suelen estar en las paredes o los techos.

2.2 Detector de fugas LD 500/LD 5010 ultrasonido

Si el aire comprimido fluye por un tubo se genera fricción en el interior del conducto.

Esa fricción depende de la rugosidad de las superficies de la tubería. La fricción también se genera cuando el aire bajo presión sale por el orificio de una fuga.

Esa fricción con aire comprimido emergente con una presión de aprox. 0,3 bar relativos a la presión atmosférica, genera un ultrasonido que puede ser recibido por un convertidor de ultrasonido.

Para ello se generó una fuga y se examinó el porcentaje de frecuencia contenido del sonido. El resultado del análisis espectral es que el convertidor empleado muestra la máxima sensibilidad a 40 kHz.

Para medir el ultrasonido de la fuga se usa, por eso, un convertidor de 40 kHz cuya tensión de salida cambia proporcional a la presión sonora.

Ventajas de la detección de fugas con el LD 500 ultrasonido:

- El ultrasonido no oído por las personas es evaluado por el detector de fugas LD 500.
- La fuga corresponde a una fuente de ultrasonido, el sonido emergente se propaga por el recinto. Eso significa que se pueden detectar conductos relativamente alejados en el recinto.
- Comparando los niveles de presión sonora se puede calcular la potencia de emisión de la fuente. Las fugas por donde sale mucho aire generan un nivel de presión sonora mayor que las fugas de donde sale, en proporción, menos aire. Eso permite comparar las fugas con base en los decibelios medidos. Ese valor se forma con la relación logarítmica entre el valor efectivo momentáneo para la presión sonora y el valor efectivo de la presión de entrada. Purgador defectuoso
- Las fugas se pueden cuantificar con la distancia hasta la fuga, la presión del sistema y el nivel de ultrasonido

Desventajas de la detección de fugas con el ultrasonido:

- El ultrasonido no solo es generado por fugas. Puede haber interferencias de ultrasonido. Los motores eléctricos, por ejemplo, emiten ultrasonido en un rango de frecuencia similar al de las fugas. Pero el ruido generado se diferencia del ruido de las fugas. Algo que pueden causar inseguridad al usuario.

Posible solución: Uso del espejo parabólico

Usando el espejo parabólico se pueden detectar incluso fugas ínfimas <math><0,8 \text{ l/min}</math> (aprox. 8 € p.a.) a una distancia de bis 10..15 m con precisión puntual (+-15 cm). Así se garantiza que solo se evalúan las ondas de ultrasonido del equipo de aire comprimido buscado. El usuario puede así encontrar las fugas más pequeñas.

- Los cilindros neumáticos purgan con regularidad aire comprimido. Eso genera también ultrasonido y puede confundir al usuario.

Posible solución: Búsqueda de fugas durante la inactividad de la producción

Cuando los cilindros neumáticos, las válvulas, etc. emiten ellos mismos presión también se genera ultrasonido, que dificulta la detección de las fugas. La posible solución es presurizar el sistema de aire comprimido, pero apagando todas las funciones que pueden emitir presión.

- La reflexión del ultrasonido en las paredes puede inquietar al usuario. El usuario escucha el ruido de una fuga aunque en ese lugar no hay ningún conducto y por eso no puede salir ningún aire.

Posible solución: Aislamiento de las fugas

Aquí el usuario puede aislar el aire emergente con ayuda de una placa o lámina.



Las fugas de aire comprimido generan un potente campo de ultrasonido que, en determinadas circunstancias, puede generar una señal de ultrasonido en todo el recinto.

Por eso se recomienda de nuevo reducir la sensibilidad (salto en nivel manual). Si la reducción no fuese suficiente se pueden detectar las fugas con la diferencia del tono.

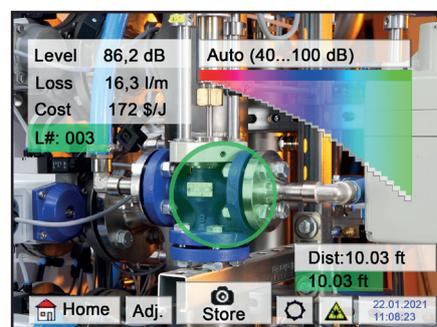
2.3 Detección de fugas de aire comprimido, medición de la tasa de fugas con el detector de fugas LD 500/LD 510

Para la revisión recurrente de fugas en el sistema de aire comprimido se recomiendan encarecidamente los detectores de fugas LD 500, pues se pueden usar en todos los lugares y necesitan poco tiempo para la medición.

Hasta ahora los detectores de fugas solo se empleaban para encontrar las fugas. La cuantificación de la tasa de fugas en litros/min. era muy difícil. Con el nuevo detector de fugas LD 500 el usuario puede ver la tasa de fugas en litros/min (o en dfm para EE.UU.) directamente en la pantalla.

Además, el equipo también calcula los costes de la fuga por año (moneda configurable) y los muestra en la pantalla. Eso le permite al usuario decidir in situ qué fugas deben ser eliminadas inmediatamente, debido a su alto coste, y cuáles se pueden eliminar más tarde.

La cámara integrada muestra la foto de la fuga detectada directamente en la pantalla del LD 500. Para documentarla se almacenan en el LD 500 la foto, la tasa de fugas en litros/min., los costes en euros, el nombre de la empresa, el departamento, el lugar de medición con fecha y hora.



Los datos guardados se puede exportar a una memoria USB convencional y con el software de evaluación para PC opcional "CS Leak Reporter" se pueden evaluar.

El software genera automáticamente un informe claro sobre todas las fugas encontradas en la empresa con foto, litros/min., costes y los demás detalles. El informe se puede editar para toda la empresa o para cada departamento y se puede guardar en formato PDF.

Con la suma al final del informe se puede ver con claridad la cantidad total de fugas en litros/min y los costes totales por fugas por año.

El detector de fugas LD 500 se vende como set completo en el robusto maletín de servicio. Los accesorios útiles, como el tubo de enderezamiento con punta de referencia para la detección puntual de las fugas en recintos estrechos y la bocina para detectar las fugas más pequeñas también a 6 m están incluidos en el set.

Para exigencias especiales, como la búsqueda hasta a 20 metros disponemos de un espejo parabólico como accesorio opcional, para los lugares con acceso difícil un cuello cisne maleable.

Los mejores resultados se logran con la detección de fugas LD 500 cuando se detiene la producción y la red de aire comprimido se mantiene bajo presión. Si esto no es posible, la búsqueda de fugas se puede hacer mucho más fácil debilitando la sensibilidad y seleccionando el accesorio correcto.

Con esas condiciones es cuello cisne es ideal, pues localiza las fugas a corta distancia y por eso no tienen tantas interferencias con el ruido ambiental.

Para usar el equipo durante la producción se usan auriculares insonorizantes con el LD 500 / LD 510.

Otras aplicaciones del detector de fugas LD 500/LD510

- detección del desgaste de cojinetes y la escasez de lubricante
- ensayo de estanqueidad del expulsor de condensado y las válvulas
- detección de descargas parciales
- ensayo de estanqueidad
- fugas de vacío
- fugas de vapor

2.4 Ventajas en la práctica del uso del detector de fugas LD 500/LD510

Ajuste manual y automático de la sensibilidad

Con su alta sensibilidad, que se puede ajustar a mano o automáticamente, se pueden localizar tanto fugas grandes como pequeñas y medir su presión sonora.

La adaptación de la sensibilidad es una ventaja en caso de que haya varias fuentes de ultrasonido espacialmente cercanas o si hay interferencias en ultrasonido.

La regulación automática de la sensibilidad le permite al usuario encontrar fugas muy pequeñas $< 0,1$ l/min. a gran distancia, hasta 20 m, y también fugas muy grandes de aprox. 100 l/min.

La regulación automática de la sensibilidad cambia automáticamente en el rango de sensibilidad óptimo para el tamaño de cada fuga.

Localización de la fuga, cálculo de la tasa de fuga en l/min y cálculo de los costes en € con el LD 500

Con los detectores de fugas disponibles hasta ahora solo se podían localizar fugas. Los datos sobre la tasa de fugas en l/min o el cálculo de los costes no eran posible.

Con el LD 500 se pueden realizar ahora ambos, detectar las fugas más pequeñas de aire comprimido $< 0,1$ l a más de 20 m de distancia y el cálculo de los costes ocasionados por la fuga de aire comprimido en €.

Con base en los costes calculados de la fuga se decide qué fugas deben eliminarse y cuáles no. Como la reparación de fugas genera costes, el cálculo de los costes de la fuga debe ser lo más preciso posible. Si los costes de fuga reales fuesen inferiores a los costes de la reparación el usuario tiene una pérdida económica.

Otra ventaja del LD 500 comparado con otros detectores de fugas convencionales es la medición de fugas con diversos cabezales desde 5 cm hasta aprox. 20 m.

Accesorios útiles para la localización de fugas para LD 500/LD510

Otro punto importante para la localización y el cálculo de la fuga son los accesorios para el detector de fugas LD 500, que le facilitan el trabajo al usuario.

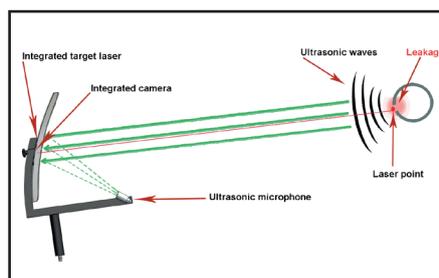
2.4.1 Bocina



La bocina agrupa las ondas sonoras de las fugas más pequeñas y refuerza así el ruido perceptible. Al mismo tiempo evita que las ondas sonoras laterales toquen al convertidor de ultrasonido, facilitándole al usuario la localización de la fuga.

El uso de la bocina es ideal para distancias medias hasta las fugas (de 20 cm a 5 m), cuando "oye" una fuga el usuario debe acercarse a ella para localizarla con precisión puntual. Si no fuese posible se recomienda usar el cuello cisne, que debido a su sensibilidad puede detectar las fugas con precisión puntual.

2.4.2 Espejo parabólico



LD 500 con espejo parabólico

Como el ultrasonido se refleja en superficie se puede aprovechar esa propiedad para agruparlo con una superficie parabólica en un punto fijo. Eso amplifica la señal y permite un mayor alcance del LD500.

Con la agrupación de las ondas de ultrasonido en el espejo parabólico se pueden detectar incluso Fugas mínimas de $< 0,8$ l/min. (aprox. 8 € p.a.) a una distancia de 10.. 15 m con precisión puntual (\pm -15 cm).

La forma del espejo parabólico garantiza que solo se evalúan las ondas de ultrasonido de la fuga de aire comprimido en cuestión.

Así el usuario puede detectar y localizar con precisión puntual incluso las fugas más pequeñas, p. ej. en los conductos de aire comprimido debajo del techo en las naves de producción.

La localización puntual y la medición de la fuga con láser pointer y cámara en el espejo parabólico es algo exclusivo del LD 500, como único equipo en el mercado.

2.4.3 Cuello cisne

• LD 500 con cuello cisne

El cuello cisne permite una ubicación precisa de la fuga de aire comprimido en lugares de difícil acceso, p. ej. máquinas, plantas.



Como los conductos de aire comprimido pueden estar en lugares con difícil acceso, se puede usar un cuello cisne flexible. Ese cuello se usa como prolongación del brazo para las fugas más alejadas y en lugares de difícil acceso.

La sensibilidad del cuello cisne es menor que la de la bocina y la del espejo parabólico pues se mide más cerca de la fuga.

Con esa menor sensibilidad se amplifican y perciben menos sonidos ambientales, una enorme ventaja del cuello cisne. El cuello cisne es, por eso, el cabezal perfecto para aplicaciones muy resistentes.

La longitud del cuello cisne asciende a 0,6 m o 1,5 m.

2.4.3 Tubo de enderezamiento con punta de referencia



El tubo de enderezamiento permite una localización puntual de las fugas de aire comprimido de varias fugas muy pequeñas en recintos pequeños, p. ej. en el armario distribuidor del aire comprimido con grupos de válvulas y varias mangueras de aire comprimido.

2.5 Documentación, evaluación, edición de informes del mismo equipo con el LD 500

En el LD 500 se pueden indicar y guardar los datos relevantes para cada fuga. Para la evaluación, la documentación y la edición del informe de la fuga tiene a disposición el programa CS Leak Reporter. Los datos relevantes para cada fuga se guardan en el LD 500:

- imagen de la fuga
- Fecha y hora
- nombre de la empresa / departamento / máquina etc.
- tamaño de la fuga en litros/min
- costes de la fuga por año en €
- número de etiqueta de la fuga

Además de los datos guardados en el LD 500 se pueden guardar las etiquetas de fuga con todos los datos de fuga en la documentación en papel local.

Así el encargado de la reparación puede encontrar con facilidad la fuga de aire comprimido y decidir in situ qué fugas se debe eliminar inmediatamente.

CS Leak Reporter



Los datos de fuga guardados en LD 500/510 se exportan en una memoria USB para editar el informe con el programa informático.

Si se detecta y guarda una fuga, se almacenan también los siguientes datos en el LD 500/510, que están disponibles de nuevo tras la exportación para editar el informe en el CS Leak Reporter.



- imagen del lugar de la fuga
- Fecha y hora
- nombre de la empresa / departamento / máquina
- tamaño de la fuga en litros/min. (ajuste parametrizable)
- costes de la fuga por año en € (moneda ajustable)

Con el programa informático CS Leak Reporter se pueden editar informes exhaustivos que se pueden poner a disposición del operador del equipo de aire comprimido o al responsable del departamento.

El informe se puede editar para toda la empresa o para cada departamento y documenta sencillamente y con claridad todas las fugas detectadas.

Con la suma al final del informe se puede ver con claridad la cantidad total de fugas en litros/min. y los costes totales por fugas por año.

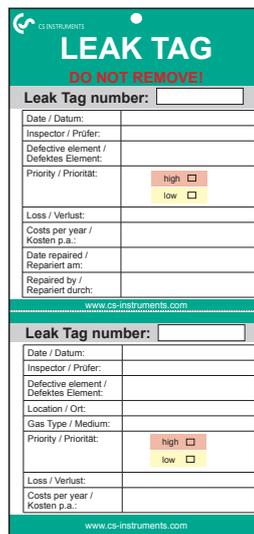
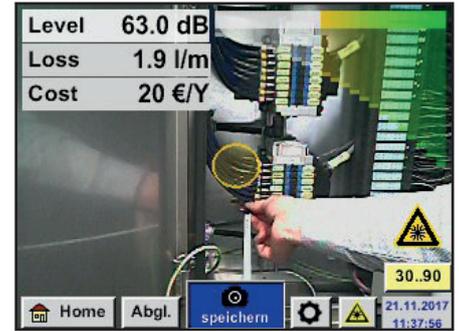


Fig. 15: Etiqueta de fuga para documentar una fuga

2.6 Mediciones en la práctica con el LD 500 en el armario de distribución de aire comprimido

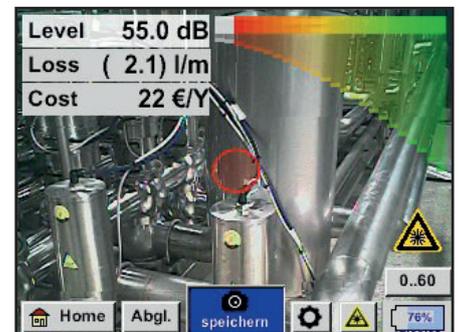
Lo problemático es que las mangueras están muy cerca unas de otras y el ultrasonido se refleja en la pared del armario.

Para localizar la fuga con precisión hay que usar el tubo de enderezamiento con la punta o el cuello cisne, pues la fuga de aire comprimido es muy pequeña.



Conector insertable no estanco

Las fugas típicas en conectores insertables se pueden encontrar con rapidez y facilidad con la bocina o el espejo parabólico a gran distancia (3-10 m), también con pérdidas pequeñas.



Conector insertable no estanco