

Fondamenti per la misurazione di perdite in impianti aria compressa

Dispositivo di ricerca perdite - LD 500/LD 510

Trovare, quantificare ed eliminare le perdite di aria compressa

LD 500
risponde ai
requisiti
della classe I
Strumenti della norma
"Standard Test Method for
Leaks using Ultrasonic"
(ASTM Int. - E1002-05)



“Ogni impianto ne ha bisogno. Tuttavia pochi sanno che l'aria compressa è una delle forme di energia più costose. L'uso razionale di aria compressa porta grandi potenziali di risparmio. Spesso si cerca di risparmiare sulla produzione di aria compressa, ovvero sui compressori e il recupero di calore.”

Applicazioni dell'aria compressa:

- Aria di processo
- Aria di trasporto
- Produzione di bottiglie PET
- Telai
- Rivestimenti
- ecc.

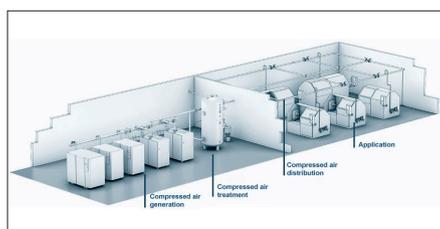
L'aria compressa viene prodotta con la compressione dell'aria circostante da parte di un compressore. Il contatto di impurità dell'aria compressa con il prodotto finale potrebbe portare a scarti elevati. Talvolta, da una soluzione che sembrerebbe conveniente ne scaturisce una con costi elevati di produzione dell'aria compressa.”

Per l'utilizzatore è perciò necessario trattare l'aria compressa dopo la produzione, dato che questa contiene aria, acqua, olio, particelle di polvere e altre impurità. A seconda della qualità dell'aria compressa tali componenti possono causare problemi e aumentare i costi di gestione.

E' necessario disporre pertanto oltre al compressore, anche del serbatoio e la rete di tubazioni.

L'aria viene essiccata tramite essiccatore che, a seconda del tipo, espelle più o meno umidità e assicura, a seconda dell'applicazione, un punto di rugiada inferiore.

L'aria compressa non dovrà contenere oli o grassi. Il montaggio di un buon impianto ad aria compressa viene mostrato nell'imm. 1



Imm. 1 Componenti di un sistema ad aria compressa

Le classi di qualità dell'aria compressa vengono specificate dalla norma ISO 8573-1. Mantenendo lo standard di qualità si riduce il rischio di un guasto dei macchinari, diminuendo i costi di manutenzione e aumentando la vita dei componenti.

Nell'imm. 3 sono specificate le diverse classi di qualità.

CS Instruments offre dispositivi di misurazione portatili e stazionari per la misura della qualità dell'aria compressa secondo ISO 8573-1:

- Oil Check 400 dispositivo di misura olio residuo
- PC 400 dispositivo di misura particelle solide
- e FA 510 dispositivo di misura punto di rugiada

interfacciabili al registratore videografico DS 500 portatile e stazionario.



Imm. 2: DS 500 Registratore videografico con PC 400, Oilcheck 400, FA 510 sensore punto di rugiada

Druckluftqualitätsklassen nach ISO 8573-1 (Version 2010)					
Class	Compressed air quality classes according to ISO 8573-1 (version 2010)				
	Dirt (solid particles) Max. Particle number per m ³			Residual water	Residual oil
	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	≤ 800	≤ 10	-20 °C	0,01
2	≤ 400 000	≤ 6 000	≤ 100	-20 °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

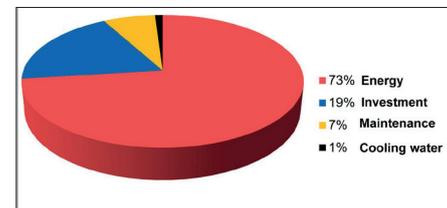
Example:		Compressed air of quality class 2.2.2 according to ISO 8573-1			
Particle:	max. 400 000 Particle	0,01 < Ø < 0,5 µm			
	max. 6 000 Particle	0,5 < Ø < 1,0 µm			
	max. 100 Particle	1,0 < Ø < 5,0 µm			
Residual water:	min. Compressed air dew point -40 °C				
Residual oil content:	max. 0,1 mg/m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

Imm. 3: Classi di qualità dell'aria compressa

Quando l'aria compressa si disperde a causa di perdite nell'impianto, insorgono costi aggiuntivi, dato che questa dovrà essere nuovamente prodotta.

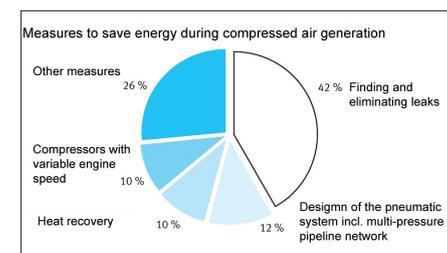
Nell'imm. 4 viene mostrata la ripartizione dei costi di un sistema aria compressa. I costi energetici corrispondono al 73% della quota più alta dei costi totali.

L'impianto aria compressa deve essere progettato pertanto in modo che la quantità prodotta e la qualità dell'aria compressa rispetti le specifiche, e l'impianto raggiunga il massimo rendimento possibile.



Nell'imm. 5 vengono elencati i diversi potenziali di risparmio indicati dall'istituto Fraunhofer nell'ambito dell'aria compressa. Il risparmio maggiore si ottiene con una riduzione delle perdite.

Con la localizzazione e la risoluzione delle perdite può essere utilizzato il 42% del risparmio totale del sistema aria compressa.



Imm. 5: Potenziale di risparmio di un impianto aria compressa

In seguito a controlli effettuati dall'agenzia NRW un tasso di perdita del 30% non rappresenta un'eccezione e implica una caduta di pressione fino a 2 bar e un 50% di energia inutilizzata.

La conferma viene da uno studio dell'istituto Fraunhofer, condotto per conto di Energie-Schweiz, secondo il quale il tasso di perdita di imprese di produzione rientra tra il 15% e il 70%.

È facile vedere una perdita di acqua. Per l'aria compressa non è così semplice, dato che il tipico "sibilo" è udibile solo in caso di grosse perdite e in un ambiente silenzioso.

Con elevati disturbi e rumori nei capannoni di produzione è possibile non udire nulla senza poter notare pertanto la presenza di una perdita. Talvolta non si ha conoscenza dei costi effettivi che una perdita d'aria compressa potrebbe comportare.

Si raccomanda quindi di eseguire periodicamente una localizzazione delle perdite per poter trovare le perdite più grandi e quindi ripararle.

La norma ISO 50001 sulla gestione energetica definisce un ciclo di PDCA per poter ridurre i costi energetici delle aziende. Questo ciclo può essere applicato anche agli impianti aria compressa.

Il ciclo di PDCA porta a un miglioramento costante delle quantità considerate.

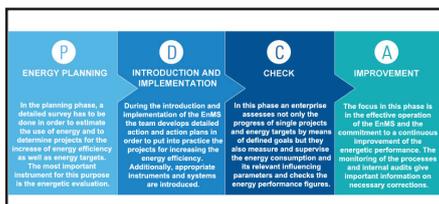
Il ciclo inizia con un'analisi della situazione iniziale e pianificazione (piano) di soluzioni per l'applicazione di misure concrete (Do).

Il controllo (Check) avviene tramite valutazione del grado di conseguimento degli obiettivi dello stato delle migliorie. Viene eseguita anche una valutazione delle singole misure eseguite.

Tali conoscenze vengono utilizzate per definire nuove misure di miglioramento (Act) quando l'obiettivo non è stato raggiunto.

La localizzazione delle perdite funge da strumento di controllo (fase Check) dell'impianto aria compressa interessato per assicurarsi che lavori in modo efficace.

Qualora vengano scoperti dei difetti (perdite) bisognerà eliminarli (fase Act).



Imm. 6: Ciclo di risparmio energetico ISO 50001

Per determinare il tasso totale esatto di perdita durante l'analisi della situazione iniziale (P) è possibile utilizzare un dispositivo di flusso portatile PI 500 con sensore di portata volumetrica VA 500.

Si misurerà la perdita di aria compressa causata dalla perdita e registrata durante un fermo della produzione.

Con il software di valutazione CS Basic è

possibile analizzare esattamente le perdite e quindi i dati di consumo dell'aria compressa.



Imm. 7: Dispositivo di misura flusso portatile PI 500 con sensore di portata volumetrica VA 500

Un'altra possibilità di misura consiste nel misurare il decadimento di pressione durante un fermo della produzione per un tempo definito. A questo proposito sarà necessario definire in modo comunque dispendioso il volume dell'impianto aria compressa, un'operazione pressoché impossibile. Per questo motivo spesso tale metodo viene escluso.

Questo tipo di misurazione è antiquato e presenta grandi imprecisioni di misurazione; la caduta di pressione e la temperatura devono essere misurate con esattezza.

Una riduzione della pressione implica sempre una riduzione della temperatura. Per ritornare al volume standard, oltre alla misura esatta della pressione assoluta, è necessario misurare con esattezza la temperatura (temperatura di riferimento) al sensore di pressione.

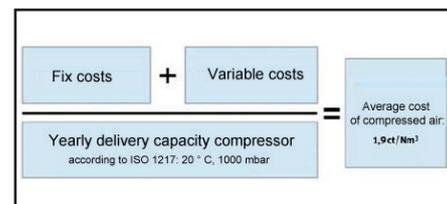
Quando si conosce il tasso di perdita totale è possibile utilizzarlo per calcolare il potenziale di risparmio annuo per i costi energetici. A questo scopo saranno necessari, oltre al calcolo dei costi energetici, i costi dell'aria compressa e il ciclo di vita del sistema di compressione.

Costi fissi annuali di un impianto aria compressa:

- Interessi
- Ammortamento
- Costi di utilizzo dello spazio

Costi variabili di un impianto ad aria compressa:

- Costi energetici su tempi a pieno carico e al minimo,
- Costi dei mezzi come olio, acqua fresca, ecc. p. a.
- Costi di manutenzione e riparazione dei compressori



Imm. 8: Costi variabili in sistema aria compressa

Dividendo la prestazione annuale [m³] del sistema di compressione con i costi totali [€] si ottengono i costi per metro cubo di aria prodotta.

La produzione di un metro cubo di aria compressa costa, a seconda dell'impianto, da 1,5 € Cent/Nm³ a 2,7 € Cent/Nm³.

Potenziale di risparmio sui costi energetici [€ / anno] =

Tasso totale fuoriuscita [Nm³/ora] * Costi aria compressa [€/1 Nm³] * Ore operative [Ore /1 anno]

È quasi impossibile localizzare le perdite nell'impianto di produzione senza adeguata apparecchiatura, dato che l'aria compressa non è visibile.

Una soluzione al problema è la localizzazione delle perdite tramite ultrasuono, di modo che alla perdita di corrisponda una sorgente di ultrasuono. I trasduttori di ultrasuoni vengono quindi utilizzati per localizzare le perdite.

Le frequenze dell'ultrasuono, non udibili all'orecchio umano, devono essere trasformate in segnale acustico, udibile all'orecchio umano.

Ciò avviene tramite miscela di frequenze che sposta le frequenze in un ambito udibile all'orecchio umano.

CS Instruments ha sviluppato in questo campo il modello LD 500, come successore del dispositivo di ricerca perdite LD 400.

Con il dispositivo di ricerca perdite LD 500 non solo è possibile localizzare la perdita di aria compressa, ma anche calcolare e documentare la quantità di aria compressa persa in l/min, e i costi in €.

In aggiunta, sono stati sviluppati sensori esterni (accessorio a collo d'oca e specchio parabolico) che facilitano all'operatore la ricerca di fuoriuscita in diverse condizioni ambientali.

Per l'operatore è importante sapere quanta aria compressa fuoriesce per poter decidere quali sono le fuoriuscite da eliminare e per fare in modo che i costi di riparazione non superino i costi della perdita.

Tabella 1: vengono illustrati i diversi tassi di perdita in standard litri minuto in funzione del diametro di fuoriuscita in mm e della pressione in 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

Tabella 1: Tassi di fuoriuscita in linea con il diametro e la pressione

Nella tabella 2 vengono calcolati i costi causati dalle perdite per un anno di esercizio (365 giorni e 24 ore) con un prezzo di 1,9 € Cent/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 €

Tabella 2: Costi derivati dalle fuoriuscite

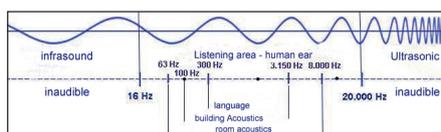
A causa dei costi elevati il dispositivo di ricerca perdite LD 500 si ammortizza molto velocemente in una fascia di prezzo di 2000 – 3000 €. Si presuppone ovviamente che le perdite siano poi state eliminate.

1.1 Che cosa è l'ultrasuono?

E come si può utilizzare la misura con ultrasuono per la rilevazione di perdite?

“Con la parola ultrasuono” si intende, in linea con la definizione della luce ultravioletta, quell'ambito dei fenomeni acustici non percepibili all'uomo per la loro elevata frequenza.

Nell'imm. 9 vengono rappresentati i diversi campi di frequenza del suono. L'ultrasuono si riferisce in questo caso non solo alla propagazione delle onde sonore nei gas o nei liquidi, ma anche nei solidi. Dato che il limite superiore delle frequenze udibili varia da persona a persona, non ci sono limiti fissi tra suono e ultrasuono. Si parla generalmente di ultrasuono con frequenze sonore a partire da 20 kHz.



Imm. 9: Ultrasuono come parte dell'acustica

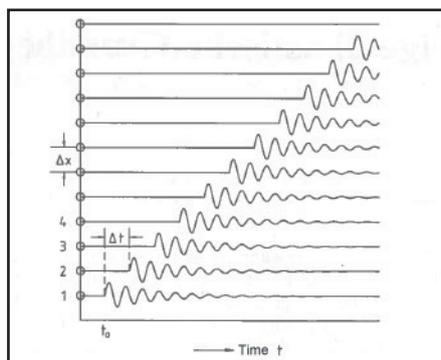
Dal punto di vista fisico non esiste alcuna differenza tra suono e ultrasuono, dato che le leggi di produzione e propagazione del suono dipendono dalla frequenza. Il motivo della differenza delle forme sonore sta nella diversa struttura del trasformatore che produce o riceve il suono.

1.2 Propagazione dell'ultrasuono

Per onde acustiche si intendono le vibrazioni meccaniche delle parti in un determinato mezzo. Ciò significa che le parti di cui è composto il mezzo vibrano nella posizione di riposo.

Nell'imm. 10 viene rappresentata in modo schematico la propagazione di un'onda di vapore su una particella limitrofa.

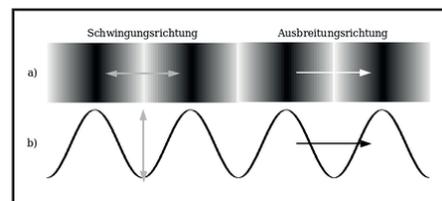
Al punto t₀ si trovano le prime particelle in posizione di riposo, dopodiché vengono agitate. Tra le parti c'è una distanza costante Δx. Il tempo necessario affinché la particella venga agitata corrisponde a Δt.



Imm. 10: Grafico movimento-tempo di propagazione di un'onda

Il rapporto Δx / Δt corrisponde alla velocità di propagazione. Tale velocità dipende dal mezzo in cui l'onda senza perdita si propaga.

L'ultrasuono si propaga, a seconda dello stimolo, sottoforma di (a) onde longitudinali o (b) di onde trasversali in liquidi e gas.



Imm. 11: Tipi di onde in liquidi e gas

1.3 Dimensioni del campo

Uno spazio in cui le onde sonore si propagano viene denominato campo.

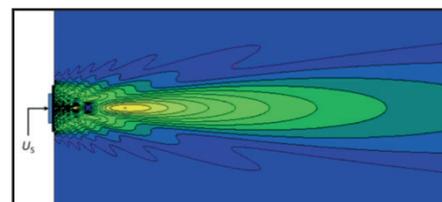
La pressione sonora e la pressione di cambio sonoro quantifica la pressione inferiore e superiore che si crea quando ad es. le molecole d'aria vengono spostate dalla loro posizione di riposo. Questo spostamento di spazio porta a una rapida variazione di densità (kg/m³) e di pressione (N/m²).

La **velocità sonora** (m/s) descrive la velocità con la quale le molecole oscillano dalla loro posizione di riposo. Viene definita come spostamento delle particelle sonore.

La **velocità di propagazione** del suono nell'aria ammonta a 343 m/s a 20 °C. Nei liquidi e nei solidi si propaga più velocemente.

L'imm. 12 mostra in modo schematico il percorso di pressione sonora prodotta nel campo di un trasmettitore di ultrasuono piatto.

Le linee collegano i punti con la stessa pressione sonora, tonalità di grigio chiaro/giallastro indicano una pressione elevata, tonalità di grigio scure/bluastre indicano una pressione inferiore.



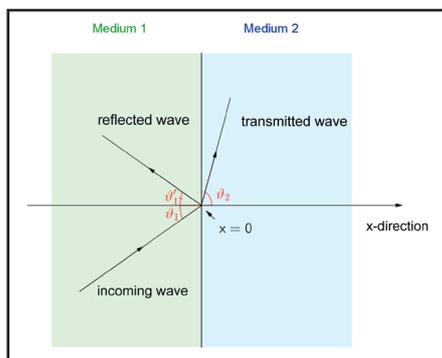
Imm. 12: Campo ultrasuono di un'onda sferica

1.4 Riflessione e rifrazione

Quando un'onda sonora piatta incontra un'interfaccia piana in un mezzo gassoso o liquido viene spezzata o riflessa a seconda del materiale dell'interfaccia.

Questa situazione viene illustrata nell'imm. 13. L'onda in arrivo nel mezzo 1 incontra l'interfaccia e viene riflessa con lo stesso angolo (angolo di ingresso = angolo di uscita) di nuovo nel mezzo 1.

A seconda della composizione dell'interfaccia, l'onda viene rifratta ulteriormente e una parte dell'energia viene rilasciata nel mezzo 2.



Imm. 13: Riflessione e rifrazione dell'ultrasuono

2. Procedura di misurazione della localizzazione perdite

Le perdite sono fughe nella rete di aria compressa dalle quali l'aria compressa fuoriesce inutilizzata e si espande a pressione ambiente. Per l'analisi di consumo dell'aria compressa tali fuoriuscite vengono considerate come ulteriore consumo da parte del compressore per poter rifornire la necessaria pressione di sistema.

Le perdite appaiono normalmente tra le giunzioni degli elementi. Le fuoriuscite si creano normalmente per una scorretta installazione o l'utilizzo di componenti danneggiati o usurati.

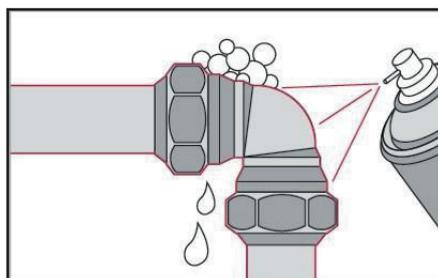
Possibili cause delle fuoriuscite:

- Giunti e fascette non stretti
- Guarnizioni di viti e flange non serrate
- Porosità/tubi difettosi
- Porosità/guarnizioni difettose degli attrezzi e dei macchinari
- Canali di condensazione difettoso
- Unità di essiccazione, filtraggio, manutenzione installati in modo scorretto
- ecc.

Nel seguente capitolo verranno illustrate due procedure di localizzazione delle perdite con pro e contro.

2.1 Spray di ricerca perdita Per la localizzazione di perdite con spray il liquido sotto pressione viene spruzzato nella zona da esaminare.

Se compaiono delle bollicine d'aria all'interno del liquido significa che c'è una fuoriuscita d'aria. Questa situazione viene illustrata nell'imm. 5.



Imm. 14: Modalità d'uso dello spray di ricerca perdita

Nell'imm. 14 appare un esempio di spray di ricerca perdita

Pro dello spray di ricerca perdita:

- Con lo spray è possibile rilevare anche le fuoriuscite più piccole.
- La localizzazione è molto precisa dato che grazie alle bollicine d'aria è possibile vedere da dove esce l'aria.
- Lo spray di ricerca fuoriuscite è molto economico. Una lattina costa circa 5 €

Contro dello spray di ricerca perdite :

Nelle aziende in cui vigono severe norme igieniche è vietato fare uso di spray di ricerca perdita dato che questo potrebbe contaminare il prodotto.

- Con lo spray è possibile esaminare in modo preciso la presenza di una fuoriuscita. Una quantificazione della fuoriuscita non è possibile. Per una fuoriuscita con perdita elevata di portata di volume lo spray viene scaricato quando si formano le bollicine. Le fuoriuscite più grandi sono rintracciabili anche passando una mano sulle condutture.
- Controllare tutte le condutture con uno spray richiederebbe molto tempo ed energia

dato che spesso le condutture sono attaccate alle pareti o ai soffitti.

2.2 Dispositivo di ricerca delle perdite LD 500/LD 510 a ultrasuoni

Quando passa aria compressa in un tubo si crea un attrito all'interno della conduttura aria compressa.

Questo attrito dipende dalla rugosità della superficie del tubo. L'attrito si crea anche quando l'aria sotto pressione fuoriesce da un'apertura.

Con aria compressa in uscita con una pressione a partire da circa 0,3 bar relativa alla pressione atmosferica, l'attrito produce un ultrasuono che viene rilevato da un trasformatore di ultrasuoni.

È stata creata una fuoriuscita che viene esaminata alla percentuale di frequenza del suono contenuta. Il risultato dell'analisi spettrale rivela che il trasformatore utilizzato mostra a 40 kHz la maggiore sensibilità.

Per misurare l'ultrasuono della perdita viene quindi utilizzato un trasformatore ultrasuono a 40 kHz la cui tensione di uscita cambia in modo proporzionale alla pressione sonora.

Pro della localizzazione perdita utilizzando il rilevatore a ultrasuoni LD 500:

- L'ultrasuono non udibile all'uomo viene valutato dal dispositivo di ricerca perdite LD 500
- La perdita corrisponde a una sorgente di ultrasuono; il suono in uscita si propaga nello spazio. Questo significa che è possibile localizzare anche condutture relativamente lontane .
- Tramite confronto del livello di pressione sonora si può giungere alla potenza della sorgente. Aperture con fuoriuscita d'aria producono livelli più elevati di pressione sonora rispetto a fuoriuscite da cui esce proporzionalmente meno aria. Ciò consente il confronto di fuoriuscite sottoforma di valori decimali misurati. Tale valore viene stabilito tramite rapporto logaritmico tra il valore effettivo momentaneo della pressione sonora e il valore effettivo della pressione di riferimento.
- Le fuoriuscite possono essere quantificate tramite distanza dalla fuoriuscita, dalla pressione di sistema e livello ultrasuono

Contro della localizzazione perdite con ultrasuoni :

- L'ultrasuono non viene solo prodotto dalla fuoriuscite. Si possono creare ultrasuoni anche da suoni circostanti. I motori elettrici ad es. generano ultrasuoni in un campo di frequenze simile a quello delle perdite. Il rumore prodotto tuttavia è diverso dal rumore delle perdite. Ciò può però provocare confusione nell'operatore.

Rimedi possibili: Utilizzo di specchio parabolico

Con uno specchio parabolico è possibile localizzare in modo molto preciso anche le perdite più piccole <0,8 l/min (ca. 8 € p.a.) a una distanza fino a 10-15 m (+-15 cm). In questo modo viene assicurato che solo le onde ultrasuone delle perdite di aria compressa vengono visualizzate. L'operatore potrà quindi rilevare anche le perdite più piccole.

- Con cilindri pneumatici viene normalmente scaricata aria compressa. Questa produce ovviamente anche un ultrasuono e ciò può confondere l'operatore.

Rimedi possibili: Ricerca di perdite durante l'arresto della produzione

Quando i cilindri pneumatici, le valvole, ecc. scaricano regolarmente aria, viene anche prodotto l'ultrasuono che ostacola la ricerca della fuoriuscita. Un possibile rimedio sarebbe lasciare l'impianto aria compressa sotto pressione disattivando tutte le funzioni che potrebbero portare a uno scaricamento.

- La riflessione dell'ultrasuono sulle pareti potrebbe confondere l'operatore. L'operatore sente il rumore di una fuoriuscita sebbene non ci siano condutture in quel punto da cui potrebbe uscire l'aria.

Rimedi possibili: Isolamento della perdita

In questo caso l'operatore può isolare l'aria in uscita con un pannello o una pellicola.



Le perdite di aria compressa producono un forte campo ultrasonico che potrebbe produrre un segnale nell'intero ambiente

Si raccomanda nuovamente di ridurre la sensibilità (passaggio al livello manuale). Nel caso l'attenuazione non basti, è possibile riconoscere le perdite anche tramite differenze di volume.

2.3 Trovare le perdite e misurare il tasso di perdita con il dispositivo LD 500/LD 510

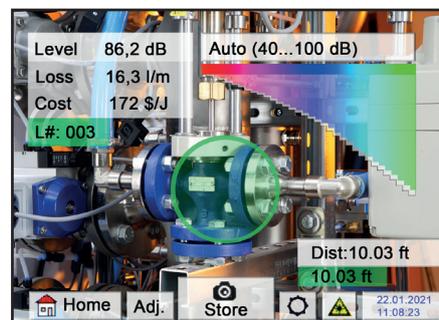
Per il controllo regolare del sistema aria compressa in relazione alle perdite si raccomanda l'uso del dispositivo ad ultrasuoni LD 500, utilizzabile ovunque con ridotto dispendio di tempo per la localizzazione delle perdite.

Fino ad ora i dispositivi di ricerca delle perdite sono stati utilizzati esclusivamente per la ricerca di perdite. Una quantificazione del tasso di perdita in litri/min era fino ad ora difficile.

Con il dispositivo LD 500 l'operatore può visualizzare il tasso di fuoriuscita in litri/min (cfm per unità USA) direttamente sul display.

Il dispositivo calcola inoltre i costi derivanti dalla perdita in Euro per anno (valuta a impostazione libera) visualizzandoli sul display. Ciò consente all'operatore di decidere in loco quali fuoriuscite dovranno essere eliminate più velocemente a causa delle perdite elevate e quali a medio termine.

La fotocamera integrata mostra la foto della perdita rilevata direttamente sullo schermo dell'LD 500. Per la documentazione vengono memorizzati nel LD 500 la foto, il tasso di perdita in litri / min, i costi in Euro, il nome dell'azienda, il reparto, il luogo di misurazione con data e ora.



I dati memorizzati possono essere esportati su qualsiasi chiave USB comune e valutati al PC tramite software di valutazione opzionale "CS Leak Reporter".

Il software crea automaticamente un rapporto riepilogativo di tutte le perdite trovate in azienda con foto, litri / min e tutti gli altri dettagli. Il protocollo può essere creato per l'intera azienda o per dipartimento e memorizzato come file PDF.

Con la somma degli arrotondamenti alla fine del protocollo viene data una panoramica semplice della quantità totale delle fuoriuscite in litri/min e dei costi totali per anno.

Il dispositivo di ricerca perdite LD 500 viene offerto in kit completo con resistente valigetta di assistenza. Nel kit sono contenuti anche degli accessori utili quali tubo di direzione con punta per la localizzazione esatta della fuoriuscita in spazi ristretti e l'imbutto acustico per il rilevamento delle perdite più piccole anche a una distanza fino a 6 m.

Per esigenze particolari con le ricerche di perdite a una distanza fino a 20 metri viene messo in dotazione uno specchio parabolico come accessorio opzionale, e un collo d'oca pieghevole per le zone difficili da raggiungere.

I risultati migliori nella localizzazione di perdite vengono raggiunti con LD 500, quando si arresta la produzione e la rete di aria compressa viene tenuta sotto pressione. Nel caso questo non fosse possibile si può procedere con un'attenuazione della Sensibilità e scelta dell'adattatore giusto che facilita enormemente la ricerca della perdita.

In queste condizioni è ideale il collo d'oca, dato che localizza le fuoriuscite a piccole distanze con ridotta influenza dei rumori circostanti.

Per l'utilizzo del dispositivo durante la produzione, con LD 500/LD 510 vengono utilizzate delle cuffie particolarmente insonorizzate.

Altre applicazioni del dispositivo di ricerca fuoriuscita LD 500/LD510

- Riconoscere l'usura del cuscinetto e la mancanza di lubrificante
- Prova di tenuta di separatori di condensa, compressori e valvole
- Rilevamento di scarichi parziali
- Prove di tenuta
- perdite sistemi vuoto
- Perdite vapore

2.4 Vantaggi pratici dell'impiego di dispositivi di ricerca perdite LD 500/LD510

Regolazione di sensibilità automatica e manuale

Con una sensibilità elevata, impostabile manualmente o automaticamente, è possibile localizzare perdite molto grandi e molto piccole e misurare le loro pressioni sonore.

L'adattamento della sensibilità è vantaggioso nel caso in cui una o più sorgenti di ultrasuono si trovino vicine o nel caso di disturbi circostanti.

La regolazione automatica di sensibilità consente all'operatore di individuare e misurare piccole perdite $< 0,1$ l/min a grandi distanze fino a 20 m ma anche perdite più grandi circa 100 l/min

La regolazione automatica di sensibilità si attiva automaticamente nel campo di sensibilità ottimale per ogni dimensione della perdita .

Localizzazione delle perdite Calcolo delle perdite in l/min e calcolo dei costi in € con LD 500

Fino ad ora con i dispositivi di ricerca perdita era solo possibile localizzare le perdite. Non era possibile avere un'indicazione del tasso di perdita in l/min o il calcolo dei costi.

Con LD 500 entrambe le procedure sono possibili, ovvero la localizzazione di piccole perdite di aria compressa $< 0,1$ l/min a una distanza di 20 m e il calcolo dei costi della perdite di aria compressa in €.

Con LD 500 entrambe le procedure sono possibili, ovvero la localizzazione di piccole fuoriuscite di aria compressa $< 0,1$ l/min a una distanza di 20 m e il calcolo dei costi della fuoriuscite di aria compressa in €.

Sulla base dei costi della fuoriuscita calcolati si decide quale perdita riparare e quale no. Dato che la riparazione delle fuoriuscite è legata ai costi, il calcolo dei costi di perdita dovrà essere più preciso possibile. Nel caso in cui i costi effettivi derivanti dalla perdita siano inferiori ai costi di riparazione, l'operatore dovrà effettuare una perdita economica.

Un altro vantaggio di LD 500 rispetto agli altri dispositivi di ricerca perdite comuni è la misura della perdita con diversi adattatori da 5 cm fino a circa 20 m.

Accessorio utile per la misurazione della perdita per LD 500/LD510

Un altro punto importante per la localizzazione e il calcolo della perdita è l'accessorio per il dispositivo LD 500, che potrebbe facilitare il lavoro dell'operatore.

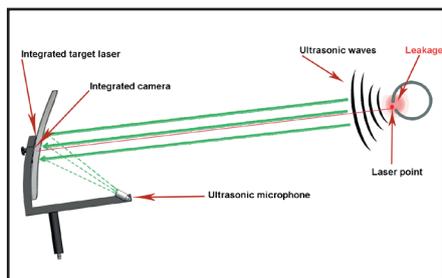
2.4.1 Imbuto acustico



L'imbuto acustico incanala le onde sonore di piccolissime perdite rendendo quindi più forte il segnale acustico. Allo stesso tempo fa in modo che le onde sonore laterali non incontrino il trasformatore di ultrasuoni, una procedura che facilita all'operatore la localizzazione della perdita .

L'utilizzo dell'imbuto acustico è ideale per distanze medie al raggiungimento della perdita (da 20 cm a 5 m). Quando si "sente" una perdita, l'operatore potrà avvicinarsi e quindi localizzarla esattamente. Nel caso questo non fosse possibile, si consiglia l'uso del collo d'oca che, grazie alla sua ridotta sensibilità, trova esattamente le perdite.

2.4.2 Specchio parabolico



LD 500 con specchio parabolico

Dato che l'ultrasuono riflette sul target è possibile utilizzare questa capacità per unire l'ultrasuono nel punto focale su una superficie più grande a forma di parabola. Ciò porta a un potenziamento e quindi un raggio d'azione più elevato del LD 500.

Con la concentrazione delle onde ultrasonore nello specchio parabolico è possibile localizzare in modo esatto (± 15 cm) anche le perdite più piccole $< 0,8$ l/min (ca. 8 € p.a.) a grandi distanze fino a 10-15 cm.

La forma dello specchio parabolico garantisce che vengano valutate solo le onde ultrasonore delle perdite visualizzate.

In questo modo l'operatore può misurare e localizzare esattamente le perdite più piccole ad es. in condutture sotto il soffitto ad altezza elevata in capannoni di produzione.

La localizzazione esatta e la misura della perdita con puntatore laser e fotocamera nello specchio parabolico sono ora possibili con LD 500, al momento unico sul mercato.

2.4.3 Collo d'oca

• LD 500 con collo d'oca

Il collo d'oca consente la localizzazione esatta della fuoriuscita di aria compressa in luoghi difficili da raggiungere, ad es. in macchinari, impianti.



Il collo d'oca flessibile può essere utilizzato per condutture aria compressa difficilmente accessibili. Il collo d'oca funge da prolungamento del braccio per perdite lontane e difficilmente accessibili.

La sensibilità del collo d'oca è inferiore rispetto a quella dell'imbuto e dello specchio parabolico, dato che è possibile avvicinarsi comunque alla perdita quindi alla fonte dell'ultrasuono.

Con questa sensibilità ridotta i rumori circostanti diminuiscono e quindi vengono meno recepiti. Per questo il collo d'oca rappresenta un grande vantaggio. È anche l'adattatore giusto per applicazioni Heavy Duty.

La lunghezza del collo d'oca è pari a 0,6 m-1,5 m.

2.4.3 Tubo di direzione con punta



Il tubo di direzione consente una localizzazione esatta della perdita di aria compressa da fuoriuscite piccole in uno spazio ristretto, ad es. pannello di distribuzione dell'aria compressa con gruppo valvole e concentrazione di tubi aria compressa.

2.5 Documentazione, valutazione, creazione report dalla stessa fonte con il LD 500

Nel LD 500 è possibile inserire e memorizzare tutti i dati rilevanti per ogni perdita. Per la valutazione, documentazione e creazione di report della perdita è a disposizione il software CS Leak Reporter. I dati rilevanti vengono memorizzati nel LD 500:

- Immagine della perdita
- Data e ora
- Norme azienda / reparto /macchinario ecc.
- Dimensione della perdita in litri / minuto
- Costi della perdita per anno in €
- Nr. Leak Tag

Oltre ai dati memorizzati nel LD 500, i Leak Tag possono essere conservati in loco come documentazione insieme ai dati della perdita in formato cartaceo.

Il manutentore può rilevare facilmente la perdita di aria compressa e decidere in loco quali perdite eliminare.

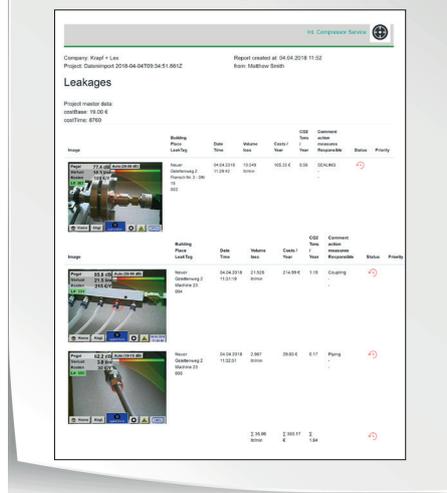
CS Leak Reporter



I dati relativi alle perdite memorizzati sul LD 500/510 vengono esportati su una chiave USB per la creazione del report tramite software.

Una volta trovata la perdita e memorizzata, i dati seguenti vengono memorizzati sul LD 500/510 e rimangono a disposizione dopo l'esportazione nel software CS Leak Reporter per la creazione del protocollo.

Fuoriuscita - Protocollo per ISO 50001 Audits



- Immagine della zona di fuoriuscita
- Data e ora
- Norme azienda / reparto /macchinario
- Grandezza della perdita in litri/min (unità impostabile)
- Costi della perdita per anno in € (valuta impostabile)

Con il Software CS Leak Reporter è possibile creare protocolli al PC che possono essere messi a disposizione dell'operatore dell'impianto aria compressa e del responsabile di dipartimento

Il report può essere creato e documentato in modo semplice e chiaro per tutta l'azienda o per report con panoramica di tutte le perdite individuate.

I totali alla fine del report forniscono una panoramica semplice della quantità totale delle perdite in litri/min e dei costi totali stimati per anno.

Imm. 15: Leak Tag per la documentazione di una perdita

2.6 Misure su quadro elettrico aria compressa con LD 500

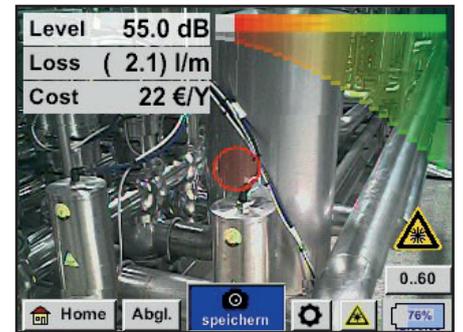
Il problema sta nel fatto che i tubi sono quasi attaccati tra di loro e l'ultrasuono viene riflesso dalla parete del pannello.

In questo caso si dovrà utilizzare il tubo di direzione con punta o il collo d'oca per poter localizzare esattamente la fuoriuscita essendo questa molto piccola



Perdita da connessioni

Le tipiche perdite nelle connessioni possono essere rilevate in modo rapido e semplice grazie all'imbuto o allo specchio parabolico a grandi distanze (3-10 m), anche quando il valore di perdita è piccolo.



Connessione con perdita