

Usura macchine: evoluzione dell'analisi delle vibrazioni per aumentare i tempi di attività

La maggior parte delle macchine sono caratterizzate da parti rotanti soggette a vibrazione. Misurare in che modo vibrano queste parti può fornire numerose informazioni sulle condizioni di una macchina. Che si tratti del rimbombo o dell'usura dei cuscinetti oppure di vibrazioni, oscillazioni o picchietto di componenti sbilanciati, la macchina sta segnalando qualcosa a chi vuole e sa ascoltare.



Conoscere l'analisi delle vibrazioni può cambiare un sistema "run to failure" in un programma di manutenzione proattivo basato sulle condizioni.

L'arte e la scienza di misurare e interpretare rimbombi e vibrazioni spia — l'analisi delle vibrazioni è in circolazione da decenni. Sebbene storicamente sia stata utilizzata da specialisti che adoperavano strumenti specifici per società e agenzie governative con apparecchiature di importanza critica, anche i meccanici si sono avvalsi dell'analisi delle vibrazioni utilizzando stetoscopi o strumenti simili. Da oltre quarant'anni l'analisi delle vibrazioni su macchinari rotanti ha guadagnato in popolarità perché offre la possibilità di identificare migliaia di guasti senza fermare o smantellare la macchina. Comunque, sviluppi recenti in termini di sensori di vibrazione, acquisizione dati e tecnologie di analisi stanno rendendo l'analisi delle vibrazioni meno costosa, più facile e maggiormente utilizzabile.

L'analisi delle vibrazioni è una componente fondamentale di un sistema di manutenzione basato sulle condizioni. Come alternativa alla strategia "run to failure", ossia operare fino al malfunzionamento, la manutenzione basata sulle condizioni della macchina consente di misurare queste condizioni senza che sia necessario smantellare la macchina. Quando si rileva una condizione di guasto nella macchina, viene pianificata una riparazione nel momento esatto in cui è necessaria, non prima e non troppo tardi.

Come procedere: analizzando i modelli e le ampiezze dei picchi di vibrazioni a frequenze specifiche, sono stati sviluppate procedure e algoritmi per diagnosticare eventuali problemi con le macchine. L'analisi viene effettuata automaticamente fissando un sensore (in genere un accelerometro) ai cuscinetti della macchina e misurando le frequenze delle vibrazioni trasmesse dalla rotazione dell'albero attraverso i cuscinetti alla superficie metallica esterna della macchina e quindi al sensore.

Tra i più importanti guasti meccanici che l'analisi delle vibrazioni può rivelare sono inclusi:

1. **Sbilanciamento** — Un "elemento difettoso" in un componente rotante causa delle vibrazioni quando il peso sbilanciato ruota attorno all'asse della macchina, creando una forza centrifuga che provoca l'usura avanzata di cuscinetti e guarnizioni e sprechi di energia.
2. **Disallineamento** — Le forze elevate possono dipendere dal disallineamento degli alberi del macchinario. Le forze di disallineamento sugli alberi (ad esempio) di un motore e di una pompa possono provocare l'usura avanzata di cuscinetti e guarnizioni e sprechi di energia.
3. **Usura** — L'usura di componenti quali cuscinetti, cinghie di trasmissione o ingranaggi possono causare vibrazioni. Ad esempio, quando la pista di un cuscinetto a rulli diventa bucherellata, i rulli dei cuscinetti generano una vibrazione ad ogni passaggio sull'area danneggiata. Anche un dente d'ingranaggio gravemente scheggiato o usurato o una cinghia di trasmissione che si sta rompendo possono produrre vibrazioni.
4. **Allentamento** — Le vibrazioni che inizialmente potrebbero non essere avvertite possono diventare evidenti e distruttive se il componente che vibra ha cuscinetti allentati o non è fissato correttamente ai supporti. Tale effetto potrebbe anche non essere causato dalle vibrazioni alla base.

I QUATTRO

guasti meccanici più comuni che possono essere rivelati dall'analisi delle vibrazioni

1. Sbilanciamento
2. Disallineamento
3. Usura
4. Allentamento

Gli strumenti per la misurazione delle vibrazioni vengono in nostro soccorso

Nel corso degli ultimi 30 anni, la scelta si limitava a solo due strumenti per l'analisi delle vibrazioni – l'analizzatore di fascia alta e il misuratore di vibrazioni a penna. Di recente, due nuove categorie di strumenti per i test delle vibrazioni hanno guadagnato in popolarità, aiutando i tecnici tradizionali a colmare il vuoto tra i complessi analizzatori di vibrazioni e le semplicistiche penne. Questi nuovi strumenti sono il tester di vibrazioni e il misuratore di vibrazioni.

Dispositivo per test delle vibrazioni	Vantaggi/svantaggi
Analizzatore di vibrazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Essenziale per macchine per la produzione complesse e critiche • Richiede un operatore esperto con livello di preparazione elevato • Produce grandi quantità di dati complessi, che richiedono l'analisi • Notevoli investimenti iniziali che potrebbero includere diritti di licenza continui
Tester di vibrazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Particolarmente adatto per la maggior parte dei macchinari dello stabilimento • Risposte sulle condizioni di macchine completamente automatiche senza analisi manuale • Costi iniziali, risorse e formazione minimi • Facilità d'uso
Misuratore di vibrazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Più misure da un unico strumento – analisi per vibrazioni globali, impatto sui cuscinetti, temperatura IR, condizioni dei cuscinetti e delle macchine
Misuratore di vibrazioni a penna	<ul style="list-style-type: none"> • Singola funzione; solo il numero delle vibrazioni • Si basa sull'esperienza dell'operatore per fornire qualsiasi tipo di risultato.

Sono disponibili diversi tipi di strumenti per l'analisi delle vibrazioni, da analizzatori estremamente sofisticati a misuratori a penna. Ogni strumento ha i suoi punti di forza e rileva problemi di vibrazioni differenti.

Analizzatore di vibrazioni

Gli analizzatori di vibrazioni eseguono un'analisi sofisticata delle condizioni della macchina. Analizzando lo spettro di vibrazione (ossia, l'ampiezza delle vibrazioni rispetto alla frequenza), creano una linea di riferimento per le attrezzature sottoposte a test e mostrano l'andamento dei risultati ottenuti nel tempo. Questa analisi sofisticata non solo fornisce informazioni su eventuali problemi incombenti ma consente anche agli utenti di individuare la causa alla radice e fare una previsione dei tempi che precedono il guasto. Tuttavia, questo tipo tradizionale di ricerca guasti mediante le vibrazioni richiede una formazione avanzata e una capacità di analisi dello spettro e della storia dell'attrezzatura estremamente elevata.

Quando usarlo:

- Per macchine grandi e complesse con molte variabili, ad esempio macchine continue, macchine multiasse, turbine, ecc.
- Per la ricerca guasti con analisi in tempo reale, test di risposta, fase a canali incrociati e test di risonanza per guasti diversi dai 4 guasti comuni descritti sopra.

Tester di vibrazioni

Il test delle vibrazioni fornisce la diagnosi automatica dei guasti più comuni sulla maggior parte delle macchine rotanti – guasto specifico, gravità e consigli per la riparazione. Il tester era stato concepito inizialmente come un raccogliitore di dati sulle vibrazioni a 4 canali, ma in seguito il produttore ha modificato molte caratteristiche e funzioni per semplificarne l'uso da parte di tecnici con esperienza e formazione minime. Un analista delle vibrazioni esperto potrebbe ritenere necessarie queste funzioni, tuttavia un vasto team di esperti nel monitoraggio delle vibrazioni con esperienza trentennale ha dimostrato l'inutilità di tecniche di ricerca guasti complesse e avanzate per diagnosticare i guasti più comuni sulla maggior parte delle macchine rotanti. In altre

parole, se si ha il raffreddore o l'influenza, non si va da un chirurgo – si consulta il medico di base. Lasciate che il tester vi aiuti a trovare i guasti più comuni e delegate all'analizzatore la ricerca guasti avanzata.

Quando usarlo:

- Per la maggior parte delle macchine con poche variabili: motori, pompe, ventole, compressori, ventilatori, cinghie, ingranaggi
- Per diagnosticare i guasti macchina comuni (90 %): sbilanciamento, disallineamento, cuscinetti e allentamenti
- Per i tecnici con molte altre attività da eseguire (che non hanno tempo per analizzare grafici complessi)



Misuratore di vibrazioni

Quando si utilizza un misuratore di vibrazioni, si ha la capacità di misurare e confrontare le vibrazioni globali con un database di valori macchina reali per offrire all'utente risultati di facile comprensione. Il **misuratore di vibrazioni Fluke 805** dispone di una punta del sensore che rileva una combinazione di vibrazioni e forza che compensa la varianza dell'utente (forza o angolazione) — restituendo letture precise e ripetibili. Questo strumento è dotato di una scala di gravità a quattro livelli e di un processore integrato che indica sia le condizioni dei cuscinetti che quelle complessive della macchina, utilizzando allarmi testuali di facile comprensione. In un paio di secondi, è in grado di misurare un'ampia gamma di frequenze (da 10 a 1.000 Hz e da 4.000 a 20.000 Hz), risultando quindi adatto alla maggior parte dei tipi di macchina e di componenti. L'interfaccia utente chiara del modello Fluke 805 riduce al minimo gli input dell'utente per intervallo di RPM e tipo di apparecchiatura. In questo modo gli operatori e il personale addetto alla manutenzione che lavorano in prima linea potranno usufruire di uno strumento di analisi per determinare quali apparecchiature sono in buone condizioni e quali richiedono ulteriori test.



Quando usarlo:

- Per controllare tutte le macchine — centinaia di macchine superflue nonché controlli rapidi quotidiani di macchine critiche negli intervalli tra i vari test dell'analista.
- Per l'analisi di tutte le macchine (100 %): utilizzare le vibrazioni globali, gli impatti e la temperatura dei cuscinetti per determinare se la macchina è in buone o cattive condizioni. Il misuratore di vibrazioni riunisce cinque strumenti in uno — e non solo uno come il misuratore di vibrazioni a penna.

Misuratore di vibrazioni a penna

Un misuratore di vibrazioni a penna è uno strumento che misura soltanto le vibrazioni causate da rotazione o da problemi strutturali ed è utile per identificare alcuni problemi con cuscinetti di elementi rotanti o con gli ingranaggi.

I misuratori di vibrazioni a penna sono facili da usare e visualizzano un valore numerico semplice delle vibrazioni globali provenienti dalla macchina. Tuttavia, il valore numerico richiede la conoscenza della macchina per determinarne il significato. Questo valore numerico è dannoso per questa macchina, qual è la gravità del guasto, qual è il guasto e quali azioni occorre intraprendere?

Quando usarlo:

- Per diagnosi semplici di macchine meno complesse.

Principi del test delle vibrazioni

Le misurazioni delle vibrazioni non sono come quelle per la temperatura o la tensione. Con l'uso di strumenti di test elettrici, ci si potrebbe aspettare di leggere un numero che si ripete di continuo.

Utilizzare un accelerometro piezoelettrico per misurare le vibrazioni di un treno di macchine dinamiche è tutta un'altra storia. Non si misurano le vibrazioni all'origine (dall'albero rotante) bensì dall'alloggiamento cuscinetto della macchina. Questo significa che si sta misurando a tutti gli effetti la risposta della struttura della macchina alla vibrazione causata dalla rotazione dell'albero all'interno, dai componenti sull'albero, dai cuscinetti, dai coperchi e dalla base. Esistono molte vibrazioni casuali mescolate alle vibrazioni provenienti dall'albero rotante. Anche la vibrazione ripetibile proveniente dall'albero rotante ha molte variabili — risonanze, velocità e carico, posizione, montaggio di sensori, ambiente, funzionamento, rumore, eccitazione e influenze di altre macchine.

Come ridurre la vibrazione casuale, il rumore e le variabili

- Assicurarsi che la macchina si trovi alla stessa velocità e carico ogni volta che si procede alla misurazione.
- Assicurarsi che la macchina sia in funzione alle stesse condizioni operative.
- Assicurarsi che le stesse macchine nell'area siano in funzione alle stesse condizioni operative.

Si può fare del proprio meglio per ridurre al minimo la vibrazione casuale e le variabili, ma lo spettro delle vibrazioni non sarà mai esattamente lo stesso. L'unico modo in cui si potrebbe visualizzare questo tipo di ripetibilità sarebbe in un ambiente di laboratorio nello spazio. Quando la vibrazione proveniente dall'albero rotante viene trasmessa attraverso il cuscinetto, all'esterno dell'alloggiamento del cuscinetto e al sensore fissato con un magnete e si meschia alle risonanze e al rumore della macchina, della base, della struttura circostante e delle macchine adiacenti, le variabili diventano troppe per aspettarsi una ripetibilità esatta e per questo motivo è fondamentale utilizzare lo strumento giusto.

Dopo decenni di analisi delle vibrazioni costose e primitive o estremamente inefficienti, i recenti sviluppi nel campo hanno permesso una più ampia applicazione di questa pratica. Attualmente l'analisi delle vibrazioni costituisce una componente fondamentale dei programmi di monitoraggio basati sulle condizioni e continua ad evolversi con strumenti più facilmente accessibili e alla portata dell'utente medio.

Lo strumento che ha salvato il caseificio

Il responsabile della manutenzione Eric Trummel del caseificio Alpenrose Dairy di Portland, Oregon rammenta un incidente in cui un appaltatore per l'analisi delle vibrazioni, che si occupava del controllo semestrale, segnalò il deterioramento di un cuscinetto di un importante compressore aria. Uno dei cuscinetti si era deteriorato e il team aveva necessità di occuparsene per alcuni mesi. "La settimana dopo il compressore aria si è guastato, compromettendo le prestazioni dell'intero impianto" racconta Trummel. "Per questo motivo", aggiunge Trummel, "il Fluke 810 è uno strumento indispensabile al nostro lavoro". "È una risorsa utilissima che ci consente di eseguire delle verifiche sui macchinari ogni due settimane, mantenendo un controllo completo dell'impianto".

"Il dispositivo Fluke ci permette letture settimanali o mensili" spiega Trummel. "Se notiamo variazioni nei valori, possiamo effettuare un'analisi delle tendenze con i dati disponibili. Qualsiasi variazione nelle nostre frequenze, segnala la necessità di un intervento. Naturalmente non abbiamo la possibilità di monitorare mensilmente ogni singolo componente dell'impianto, diamo quindi priorità ad attrezzature specifiche che desideriamo sottoporre a controllo mensile o trimestrale, formulando diagnosi basate sulle misure di base".



Alla Alpenrose Dairy, la regolare analisi delle vibrazioni fornisce i dati per l'analisi degli andamenti utilizzati nella manutenzione proattiva.

John Bernet è uno specialista di Fluke in applicazioni meccaniche e di prodotto. Negli oltre 30 anni di esperienza nell'ambito della manutenzione e del funzionamento delle centrali nucleari e dei macchinari di altri impianti, John ha lavorato con i clienti in tutte le industrie con programmi sull'affidabilità. John è un analista delle vibrazioni con Certificazione di Categoria 2 e oltre 20 anni di esperienza nella diagnostica dei problemi ai macchinari. John ha prestato servizio nella Marina statunitense come elettricista per 12 anni. John ha la qualifica di CMRP (Certified Maintenance Reliability Professional).

Fluke. *Keeping your world up and running.®*

PRÜFTECHNIK Condition Monitoring GmbH
Oskar-Messter-Str. 19-21
85737 Ismaning
Germany
T + 49 8999616 420
salessupport@pruftechnik.com

©2016 Fluke Corporation. Tutti i diritti riservati.
Dati passibili di modifiche senza preavviso. 4/2016
6007639a-it

Non sono ammesse modifiche al presente documento senza autorizzazione scritta da parte di Fluke Corporation.