

M

TECNICA E MANAGEMENT

Manutenzione

 A.I.MAN. Associazione Italiana Manutenzione



Manutenzione Preventiva

E inoltre...

- Speciale Diagnostica
- Nuova strategia web
- Un'indagine termografica

Thomas Industrial Media srl - PIAZZA ITALIANA SPA - SPED. ABB. POSTALE - DL. 352/2003 (CONV. IN L. 27/02/2004 N. 46) - ART. 1 COMMA 1 LGOM

Intervista


a pag. 26

■ Ricerca scadenze di intervento

■ Politiche preventive per polverino di legno

■ Tecniche di manutenzione predittive

■ Analisi delle vibrazioni di un motoventilatore

■ Qualifica del personale di manutenzione

...E molto, molto altro ancora!

Marco Macchiarola,
SIMAV

Mauro Tortorelli,
SIMAV

Analisi delle vibrazioni di un motoventilatore per autoclave

Come migliorare gli indici di performance
ed ottimizzare i costi di manutenzione

Una più moderna visione delle problematiche manutentive ha condotto, negli ultimi anni, all'utilizzo di strumenti e tecniche predittive per il monitoraggio dei parametri funzionali di sistemi e apparati, allo scopo di identificare, con anticipo, la presenza di anomalie o segnali deboli, così da programmare per tempo gli interventi di manutenzione.

Questo approccio, spesso chiamato *Predictive Maintenance*, comporta numerosi vantaggi, di cui molti di natura economica: si pensi ai costi onerosi scaturiti dalle immobilizzazioni dei ricambi a magazzino, o dalla mancata produzione di un intero reparto, o, ancor di più, dal costo elevato degli scarti di produzione.

Ingegnere la manutenzione degli impianti industriali, facendone un'attività economica e, quindi, un business, è stata l'idea che ha dato origine a S.I.M.A.V. S.p.A., nata nel 1987 per lo sviluppo dell'ingegneria e della logistica di manutenzione in *Global Service* in ambito industriale. Con un giro di affari di circa 80 milioni di euro e un organico di 600 unità, S.I.M.A.V. si propone dunque quale provider per la gestione del perimetro infrastrutturale del cliente, attraverso progetti di miglioramento funzionale, gestionale e tecnico. Il principale cliente è rappresentato da Finmeccanica, per le cui società S.I.M.A.V. svolge la manutenzione degli impianti. In tale quadro si configura la collaborazione con Alenia Aeronautica S.p.A., in particolare con lo stabilimento di Foggia, centro di eccellenza per la lavorazione della fibra di carbonio, attualmente impegnato nella produzione di diversi velivoli. In tale stabilimento S.I.M.A.V. gestisce tutto il parco impiantistico composto da impianti di processo (autoclavi per la polimerizzazione della fibra di carbonio, impianti automatici per controlli non distruttivi, impianti di verniciatura, macchine a CNC per la stratificazione, il taglio e la fresatura di materiali compositi, ecc.) ed infrastrutturali (fabbricati, centrali tecnologiche e cabine elettriche).

Il *condition monitoring* parte dal concetto che un componente raramente giunge improvvisamente al guasto e, quindi, alla fine della sua vita operativa; nella maggior parte dei casi, soprattutto per i sistemi meccanici, idraulici e pneumatici, il guasto costituisce il punto di arrivo di un deterioramento progressivo. Pertanto, osservando il comportamento nel tempo (e.g. vibrazioni, temperature, dimensioni, ecc.) è possibile evidenziare dei "segnali deboli" che rivelino lo stato di degrado di un componente e permettano così di stimare la sua vita utile residua con un buon livello di confidenza. Le tecniche di analisi predittiva che S.I.M.A.V. utilizza sono generalmente:

- analisi termografiche atte ad evidenziare la presenza di surriscaldamenti anomali su parti e apparati elettrici;
- analisi chimico-fisiche degli oli dielettrici volte ad identificare il deterioramento dovuto a fenomeni di cracking e ossidazioni;

- analisi tribologiche dei lubrificanti, per l'individuazione dei contaminanti e delle particelle metalliche derivanti dall'usura dei componenti meccanici;
- analisi vibrazionali, al fine di conoscere il reale stato di usura di cuscinetti, ingranaggi e dei componenti rotanti;
- monitoraggio, mediante analisi statica (MCA) e dinamica (ESA), delle condizioni operative degli avvolgimenti e delle barre rotoriche relativi ai motori elettrici.

Di seguito viene approfondito un esempio nel quale si è sfruttata l'analisi vibrazionale.

Esempio: motoventilatore per autoclave

Lo studio delle vibrazioni si basa sull'osservazione nel tempo delle vibrazioni di una macchina (rotante) operante in condizioni di esercizio immutate; una variazione dello stato vibrazionale potrebbe rivelare un sintomo non visibile che prelude all'insorgere di possibili guasti.

Affinchè l'analisi vibrazionale sia efficace, deve essere strutturata secondo le seguenti fasi:

- identificazione delle macchine critiche da sottoporre all'analisi e scelta della frequenza di campionamento;
- per ciascuna macchina, scelta dei punti di acquisizione del profilo vibrazionale in corrispondenza dei quali applicare i trasduttori;
- analisi e monitoraggio dei risultati sul campo e determinazione delle conseguenti azioni correttive e migliorative.

In questo case study sono state identificate come critiche, e quindi oggetto dell'analisi vibrazionale, le macchine che nel processo produttivo vengono impiegate nelle operazioni che vanno dallo scongelamento della fibra di carbonio, passando per le lavorazioni di stratificazione e terminano con la polimerizzazione in autoclave. Nella seconda fase di implementazione sono stati identificati i punti di misura delle singole macchine incluse nel programma tramite un'attenta analisi dei parametri funzionali peculiari di ciascuna macchina e dei componenti meccanici ed elettrici principali.

Per l'individuazione dei punti di misura si è fatto riferimento alla norma ISO 13373-1: 2001.

Occorre sottolineare che il limite principale dell'analisi vibrazionale risiede nella difficoltà di determinare un limite di accettabilità dei dati vibrazionali acquisiti oltre il quale è necessario procedere ad un fermo per un intervento manutentivo preventivo. Infatti tutti gli studi scientifici in questo senso e le corrispondenti evidenze sperimentali ad oggi disponibili si scontrano con la complessità dei sistemi che rendono impossibile la determinazione di semplici legami di causa-effetto. Un aiuto per affrontare questo problema può essere trovato

in alcune norme tecniche (e.g. ISO 10816-3 e ISO 2372). Esse fanno riferimento a macchine rotanti con frequenze comprese tra i 10 e 1000 Hz e caratterizzate da rotori sia rigidi che flessibili.

Una volta indicata la classe di appartenenza del macchinario stesso, forniscono dei valori limite che permettono di individuare tre zone di operatività del macchinario: zona di funzionamento regolare, zona di attenzione e zona di pericolo. In ogni caso la classificazione mediante le norme presenta diversi profili di arbitrarietà (e.g. tipo di servizio, effetti sugli operatori, ecc.) Nel caso presentato il macchinario analizzato è stato il motoventilatore dell'autoclave, di potenza elettrica pari a 90 kW (Fig. 1).



Fig. 1 Individuazione dei due punti di misura sul motoventilatore

punto di misura *Cuscinetto Lato Posteriore*, sia in direzione orizzontale che verticale, armoniche ad una distanza, l'una dall'altra, pari a 0,5 ordini. Ad esempio, se si fa riferimento alla direzione verticale (Fig. 2), si notano le armoniche 1X (750 cpm), 1,5X (1125 cpm), 2X (1500 cpm), 2,5X (1875 cpm) e così via fino alla 6,5X (4875 cpm). Tali armoniche sono caratteristiche di un possibile allentamento meccanico di componenti interni e possono ad esempio essere generate dalla presenza di giochi meccanici tra cuscinetto e supporto oppure essere indice di un possibile sfregamento della parte rotoria. L'analisi ispettiva effettuata durante le operazioni di smontaggio preventivo del motoventilatore, ha permesso di riscontrare evidenti segni di sfregamento sia sul ventilatore (Fig.3) sia sul convogliatore di flusso montato a valle del ventilatore stesso (Fig.4). Ciò ha quindi confermato la tesi ipotizzata in fase di analisi, attribuendo le armoniche rilevate agli urti ripetuti del ventilatore rispetto al convogliatore di flusso.

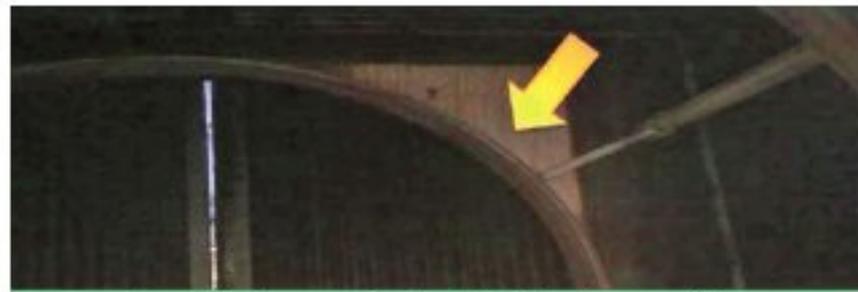


Fig. 4 Segni di sfregamento localizzati sul convogliatore di flusso (parte fissa)

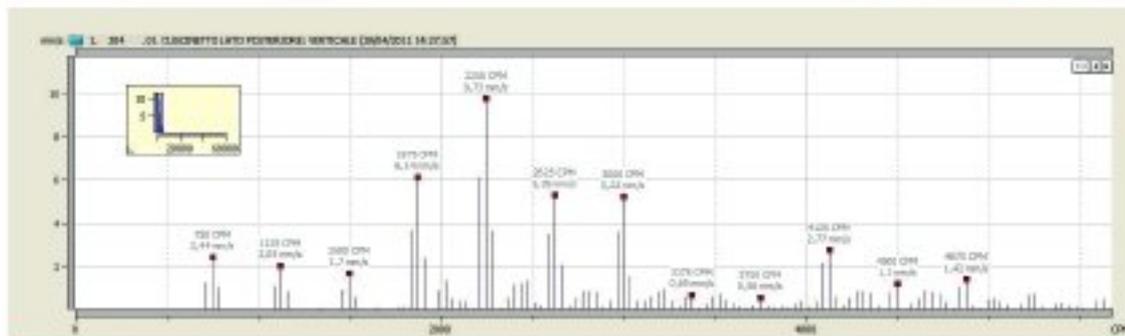


Fig. 2 Analisi di spettro: Cuscinetto Lato Posteriore - Direzione Verticale

Si tratta di una macchina di grossa taglia, caratterizzata da una velocità di rotazione medio-bassa (740 giri/min), dotata di una considerevole inerzia, attribuibile alla massa del ventilatore, e formata da una struttura esterna massiccia. La scelta di concentrare l'analisi sul motoventilatore è nata dall'elevata rumorosità che esso presentava durante il funzionamento normale. I dati sperimentali RMS rilevati in corrispondenza dei due punti di misura individuati, mostrano valori di velocità effettiva pari a 1,8 mm/s nel punto *Cuscinetto Lato Posteriore* e di 0,3 mm/s nel punto *Cuscinetto Lato Ventilatore*, quindi al di sotto del valore di attenzione di 2,8 mm/s indicato dalla norma ISO 2372. Peraltro la delicatezza dell'installazione ha consigliato di approfondire l'analisi mediante lo studio dello spettro vibrazionale. Analizzando i dati ottenuti con questa metodologia si notano, in corrispondenza del



Fig. 3 Segni di sfregamento distribuiti uniformemente sulla ventola (parte mobile)

Conclusioni

SI.M.AV. ha da tempo intrapreso la politica della continua ottimizzazione degli interventi di manutenzione degli impianti e degli asset di produzione dei propri clienti. Tra le varie politiche viene considerata strategica l'analisi di "segnali deboli" inerenti allo stato di salute dei componenti, in modo da intervenire senza attendere il guasto evitando peraltro costosi interventi "pre-maturi".

Nel presente articolo è presentato un caso di analisi vibrazionale applicata ad un motoventilatore, per il quale lo studio dello spettro vibrazionale ha permesso l'individuazione di un suo legame sufficientemente consistente con il suo stato di funzionamento. Attraverso questo legame ed il monitoraggio continuo della macchina ora è possibile intervenire con una politica preventiva efficiente accompagnata da una riduzione molto consistente del costo complessivo di mantenimento.

Marco Macchiarola è nato a Lucera (FG) il 12/03/1982. Conclude gli studi in "Ingegneria della manutenzione e della logistica" organizzati dalla Scuola di Formazione Superiore ELIS di Roma nel biennio 2001-2003. Dopo una esperienza in Api Sol Service, passa nel 2005 in SI.M.AV. dove



cura l'ingegnerizzazione del servizio di manutenzione per le linee produttive dello stabilimento Alenia Aeronautica di Foggia. Attualmente ricopre, presso lo stesso stabilimento, l'incarico di responsabile di manutenzione del programma produttivo del velivolo B787 dreamliner.

Mauro Tortorelli nasce a San Giovanni Rotondo (FG) il 29/12/86. Ha conseguito la laurea specialistica in Ingegneria Gestionale presso l'Università di



Bologna discutendo una tesi dal titolo tesi "L'analisi vibrazionale nella manutenzione predittiva: il caso SI.M.AV. - Alenia Aeronautica".

gli Autori