

AUMENTARE LA VITA DELLE MACCHINE CON IL CONDITION MONITORING

CBM, la manutenzione che predice il futuro

La CBM (Condition Based Maintenance) è un metodo di manutenzione con il quale viene monitorato il deterioramento progressivo di macchine e impianti, misurando e analizzando uno o più fattori correlati (temperatura, vibrazione, attrito ecc.) di parti e componenti. La CBM consente una diagnosi precoce dei guasti e quindi la prevenzione di fermate e danni indiretti non previsti.

Armando Martin

Il processo di manutenzione nell'industria tiene traccia dei dati dei macchinari con lo scopo di mettere al sicuro i livelli di produttività, sicurezza, qualità e time-to-market. Un miglioramento della produttività può essere raggiunto attraverso un allargamento della finestra di disponibilità dei macchinari produttivi. Per questa ragione le strategie e le politiche manutentive si perfezionano e si rinnovano di continuo. La maggioranza delle azioni di manutenzione è di tipo correttivo o preventivo-programmato. L'**approccio preventivo-predeterminato** definisce intervalli fissi di manutenzione in modo da prevenire guasti di componenti, sottosistemi e sistemi e per impedire il loro degrado. La **manutenzione correttiva** è invece attuata quando un guasto o una rottura si sono verificati. In molte applicazioni entrambi gli approcci sono piuttosto costosi a causa di perdite di capacità produttiva, del costo di inventario parti separate e delle mancanze di qualità.

Da quando alcuni decenni fa alcune industrie hanno iniziato ad attuare le politiche di manutenzione in maniera predittiva, dove la condizione del bene è il parametro chiave per impostare l'intervallo di manutenzione e gli opportuni processi, si è iniziato a parlare concretamente di CBM.

La **manutenzione su condizione**, Condition Based Maintenance, è una forma di manutenzione predittiva che utilizza principalmente test non distruttivi, ispezioni visive e analisi dei dati per conoscere lo stato di salute delle macchine, permettendo così di **predire il verificarsi dei guasti** e aumentare la vita dei componenti, con i conseguenti vantaggi sui costi di manutenzione. In conformità alla norma UNI 10147, la manutenzione secondo condizione individua la ne-

cessità dell'azione manutentiva sulla base dello stato di salute attuale di un componente.

Lo stato di salute del componente è valutato **correlando una o più grandezze fisiche o chimiche allo stato del componente** e individuando un valore di soglia, oltre il quale (o al di sotto del quale) il componente ha un'elevata probabilità di guasto. Peraltro l'applicazione delle moderne strategie di **Asset Management** ha inciso notevolmente sulle politiche di manutenzione dei componenti. Oggi infatti si assiste all'introduzione graduale della manutenzione su condizione, a fianco della manutenzione programmata, in quanto si sta percependo l'importanza di poter stimare, tramite opportuni indicatori diagnostici, le condizioni e la vita residua del componente e prevedere di conseguenza l'intervento di manutenzione.

Negli ultimi anni sono state sviluppate diverse tecnologie diagnostiche che, grazie alla possibilità di valutare lo stato dei componenti (in particolare le condizioni dell'isolamento interno, causa principale dei guasti dovuti all'invecchiamento del componente), sono oggi di fondamentale importanza per la corretta implementazione della CBM. Una possibilità interessante è data dall'**analisi delle vibrazioni**, grazie alla quale è possibile riconoscere con sufficiente anticipo eventuali scostamenti dal normale stato di funzionamento. Il controllo dello stato di macchine e impianti può avvenire anche tramite accesso remoto, senza che sia necessaria la presenza di un tecnico in campo. Il concetto di CBM si applica soprattutto nell'industria del cemento e dell'acciaio, ma anche negli impianti a energia eolica, nell'industria navale e nelle macchine continue per converting, stampa e imballaggio.



La CBM nel dettaglio

La CBM è un tipo di manutenzione effettuata in base alla conoscenza delle effettive condizioni del sistema, maturata grazie a un'attività di **Condition Monitoring**. La CBM rappresenta però una notevole evoluzione rispetto alla manutenzione preventiva in senso stretto, benché possa essere considerata come una sua derivazione, in quanto mira ad anticipare i guasti, utilizzando i dati forniti da un sistema di monitoraggio invece dei dati affidabilistici. A sua volta la CBM si interseca con due ulteriori orientamenti gestionali: la manutenzione predittiva e la manutenzione proattiva, in relazione al tipo di guasto che si vuole scongiurare e rispetto al quale viene tarato il sistema manutentivo.

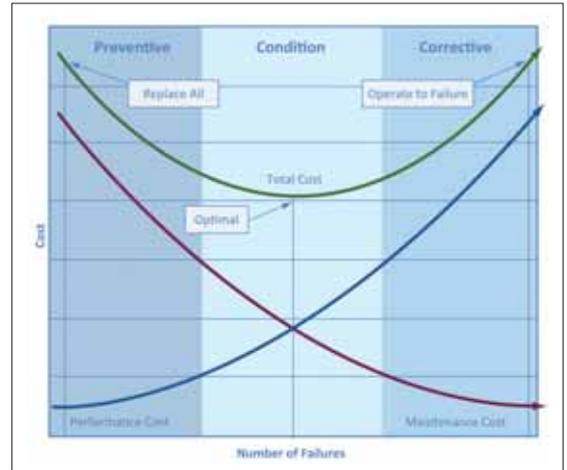
Alla base della CBM vi è dunque il monitoraggio delle condizioni, cioè la raccolta e il calcolo delle variazioni dei parametri quando le condizioni della macchina iniziano a degradare. Lo scopo è di identificare i cambiamenti che indicano i potenziali guasti. Le caratteristiche fisiche vengono identificate per stabilire le condizioni correnti della macchina. Ogni caratteristica viene misurata, analizzata e registrata al fine di calcolare il trend di tali condizioni.

Le **tecnologie di monitoraggio** su condizione comprendono, tipicamente, analisi delle vibrazioni, analisi olio e particolato, analisi corrente motori elettrici, termografia a infrarossi, ultrasuoni, monitoraggio di pressione e volume, monitoraggio rotore-statore nei motori elettrici. Obiettivi fondamentali come la disponibilità delle macchine, l'affidabilità, la riduzione dei costi (di fermo macchina e manutenzione), i livelli di qualità e sicurezza possono essere archiviati e documentati, per implementare una manutenzione basata sulle reali condizioni delle macchine.

Nella CBM la decisione di effettuare un intervento di manutenzione è presa a partire dalle condizioni del sistema oggetto della manutenzione. Per la valutazione dello stato di salute di un macchinario, la CBM si basa anche sulle tecniche di **Condition Assessment** (per analizzare i dati in tempo reale) e sulla prognostica (per stimare la vita utile residua del macchinario). La **prognostica**, il cui fine ultimo è la manutenzione predittiva di un bene, rappresenta l'ultima fase di un approccio CBM volto alla predizione del guasto prima che esso si verifichi.

La manutenzione su condizione assume la circostanza che la maggioranza dei guasti non accadono istantaneamente ma si sviluppano lungo un certo periodo di tempo. Le variazioni di temperatura, la presenza di particelle di usura negli ambienti operativi, le anomalie negli spettri di vibrazione, possono essere misurati e quindi prevedere una potenziale anomalia. Successive ispezioni e analisi

possono poi portare alla corretta identificazione del problema. La CBM, quindi, attraverso l'applicazione di molteplici e appropriate tecniche di Condition Monitoring, permette di rilevare e misurare alcuni parametri in grado di fornire indicazioni sulle condizioni delle macchine (incremento di temperatura di una superficie, aumento delle vibrazioni sull'alloggiamento di un cuscinetto, formazione di depositi, corrosioni, cricche ecc). A fronte di questa prima fase di rilevazione si sviluppano in seguito le attività di analisi e pianificazione delle azioni idonee ad aumentare la vita utile di ogni componente, ri-



Ottimizzazione dei costi tra le diverse strategie di manutenzione (Machinery Oil Analysis: Methods, Automation and Benefits)

La CBM in campo navale

Una gestione proattiva di guasti e anomalie permette di contenere i costi di riparazione e manutenzione, ridurre i mancati ricavi per interruzione del servizio, aumentare la disponibilità complessiva dell'impianto. Del resto le attività di sostituzione di un pezzo usurato o di riparazione di un macchinario prima della rottura assicurano risparmi decisivi. Questo approccio si sposa ottimamente al settore navale dove le tecniche CBM e di analisi delle condizioni sono in rapida diffusione e si integrano facilmente nei sistemi di controllo e nei software di supervisione. I registri navali tra cui RINA (Registro Italiano Navale) hanno recentemente rilasciato le cosiddette Notazioni di Classe, ovvero standard di riferimento relativi gli apparati propulsivi, agli impianti di condizionamento e carico, agli impianti elettrici e antincendio. Tra i componenti critici oggetto di interesse per le applicazioni CBM in campo navale vi sono i cuscinetti rotanti, che troviamo nei motori diesel, nei riduttori ad ingranaggi, nelle turbine a gas e a vapore, nei propulsori elettrici azimutali. In sostanza le tecniche CBM sono sufficientemente sensibili per rilevare il danno nella fase iniziale, fornire la percezione dell'entità del danno e offrire un'indicazione del periodo di vita residuo del componente. L'approccio previsionale della CBM permette quindi di prevenire le avarie in alto mare e di garantire la sicurezza delle persone, dell'ambiente, della nave e del carico.



Monitoraggio delle condizioni a bordo delle navi (SKF)

cercando il giusto compromesso fra prestazioni (costi) ed efficacia (benefici). Questo tipo di attività promette i migliori margini di miglioramento in termini di disponibilità di impianto e riduzione dei costi totali di manutenzione e di mancata produzione.

CBM, pro e contro

I principali benefici apportati dalla CBM sono di carattere **finanziario**. La manutenzione predittiva in genere non supera il 5% dei costi totali di manutenzione. Principalmente la CBM contribuisce ad aumentare il **tempo di utilizzo** dei componenti e dei macchinari. Inoltre, grazie alla grande quantità di dati raccolti e al coinvolgimento del personale di ogni livello, la CBM porta un significativo **aumento delle conoscenze** della propria componentistica e dei propri macchinari garantendo una base solida per una manutenzione più efficiente. Le tecniche CBM permettono al team di manutenzione di concentrare efficacemente le energie sugli interventi alle macchine per garan-

tirne il funzionamento secondo i criteri di progettazione.

Tutto ciò porta ad una serie di **profitti nascosti** dovuti essenzialmente all'aumento dell'efficienza generale nel lavoro e al contenimento dei costi di manutenzione. La CBM contribuisce infatti a minimizzare sia i costi diretti di riparazione sia la probabilità di rotture improvvise. Queste ultime provocano solitamente costi elevati e influenzano anche la vita utile degli altri componenti.

La CMB permette in definitiva di **massimizzare la disponibilità di impianto**, di analizzare le cause di guasto e di fermare gli impianti prima di un blocco, scongiurando problemi di sicurezza. Non si può tuttavia negare anche **qualche svantaggio** legato alla CBM, in particolare la presenza di **molti dati da gestire**. Inoltre alcune analisi specialistiche condotte con la CBM (analisi delle vibrazioni, termografia, analisi degli oli, controlli a ultrasuoni) richiedono **attrezzature e training piuttosto costosi**. Di solito poi è necessario un periodo di tempo non trascurabile per sviluppare trend, valutare le condizioni delle macchine e individuare le relative soglie d'allarme. Nell'insieme comunque la CBM è più di un semplice sistema di monitoraggio di parametri, in quanto fornisce informazioni utili per una maggiore conoscenza delle apparecchiature, un continuo miglioramento dell'organizzazione e della sua efficienza. ■

■

Foto: Di Pietro Group



Monitoraggio delle vibrazioni per la manutenzione predittiva