

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Application paper: Inverter VLT® con funzionalità
Condition Based Monitoring (CBM)

Incrementa la produttività della tua applicazione con la **manutenzione predittiva**

24/7/365

Massimizza i tempi
di attività





Massimizza i tempi di attività

Sai che i drives intelligenti Danfoss monitorano le condizioni di funzionamento per garantire il massimo tempo di attività? Che monitorano continuamente il funzionamento dell'applicazione e inviano una notifica quando il comportamento devia verso una direzione indesiderata?

Questa attività di «edge computing», viene eseguita dal drive stesso sulla base dei dati in tempo reale dell'applicazione. Non sono necessari né una connessione internet, né costosi contratti di servizio cloud.

Il convertitore di frequenza intelligente con funzionalità Condition-based monitoring (CBM) integrata, gestisce queste operazioni in un unico pacchetto software.



Indice

Massimizza i tempi di attività e produttività.....	5
Monitoraggio dei dati effettivi dell'applicazione	7
Baseline online: registrazione delle effettive performance dell'applicazione	7
Baseline forzata in fase di avviamento.....	7
Ecco come il CBM monitora la tua applicazione	9
Monitoraggio isolamento degli avvolgimenti statorici.....	9
Controllo della curva di carico.....	9
Monitoraggio dell'applicazione tramite sensori esterni	9
Monitoraggio delle vibrazioni e dei cuscinetti a sfera	9
Funzionamento del Condition-based monitoring in 3 semplici passaggi.....	11
Caratteristiche e vantaggi del Condition-based monitoring	13
Specifiche.....	14

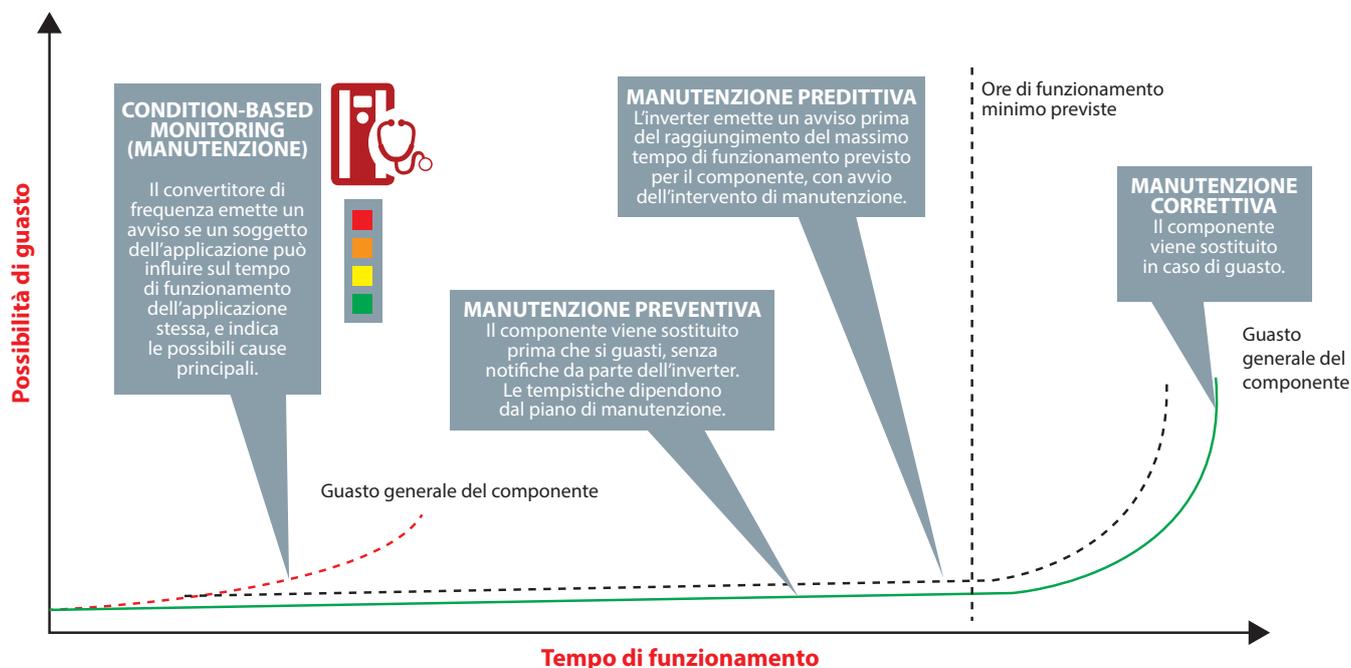


HEAT

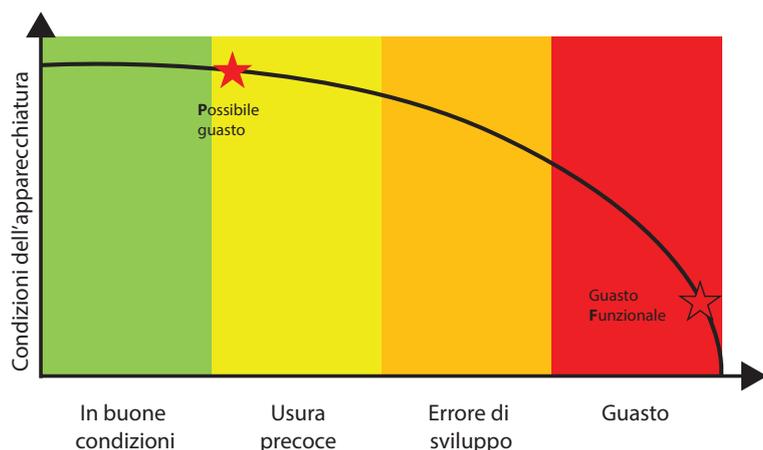
K 40802
K 605802
Line BB
EPL4
POSITION 4

Massimizzare tempi di attività e produttività

La funzionalità CBM è spesso il modo migliore per massimizzare il tempo di funzionamento delle applicazioni. Il convertitore di frequenza intelligente valuta continuamente le condizioni di funzionamento al fine di evidenziare un problema imminente, che potrebbe influire sulle prestazioni dell'applicazione. Ciò avviene mediante l'analisi dei segnali provenienti dal collegamento del motore e dai sensori esterni. Il CBM segue la specifica VDMA 24582 in cui 4 «semafori» illustrano le condizioni dell'applicazione.



Diverse strategie di manutenzione a sostegno dell'applicazione per massimizzare il funzionamento.



Verde: indica che il sistema è in buone condizioni e funziona in modo efficiente.

Giallo: indica il livello di Avviso 1 e il superamento del primo livello. Un intervento di manutenzione può essere pianificato dal personale addetto alla manutenzione.

Arancione: indica l'Avviso 2 o il livello critico e il superamento del secondo livello. Gli interventi di manutenzione devono essere effettuati immediatamente dal personale addetto alla manutenzione.

Rosso: indica un allarme, il macchinario si arresterà ed è necessaria una manutenzione correttiva.

Scopo del monitoraggio

Condition-based monitoring è la prima indicazione di un problema imminente e di possibili tempi di fermo. Il convertitore di frequenza intelligente Danfoss monitora:

- Isolamento dell'avvolgimento motore così da sostituire il motore in tempo utile prima di un danno generale
- Condizioni di carico, in cui un consumo di energia troppo elevato o troppo ridotto indicano condizioni di funzionamento anomale
- Vibrazione, portata e pressione, mediante sensori esterni collegati all'applicazione



Monitoraggio dei dati effettivi dell'applicazione

La funzione CBM monitora i dati effettivi dell'applicazione, dove un riferimento registra il comportamento di funzionamento dell'applicazione e definisce le soglie per l'invio di notifiche, che avvisano che il funzionamento sta deviando verso una direzione indesiderata.

Baseline online: registrazione delle effettive performance dell'applicazione

Un monitoraggio efficace dell'applicazione si basa su una misurazione reale delle prestazioni e del funzionamento dell'applicazione effettiva, dalla velocità minima a quella massima e dal controllo manuale a quello completamente automatico.

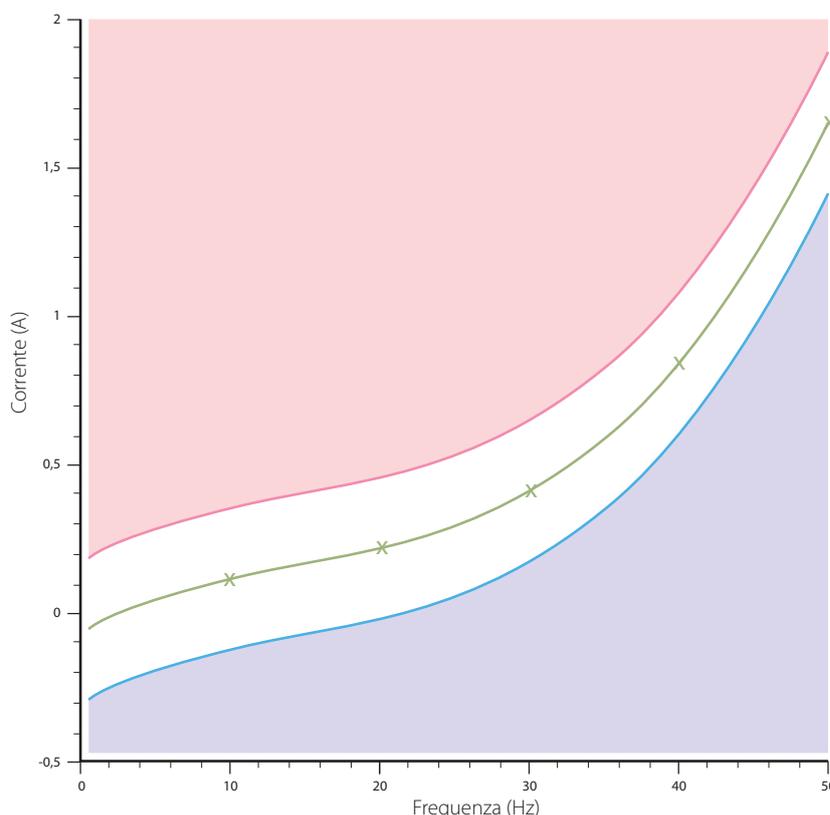
Questo valore è chiamato «baseline» ed è la prima indicazione della stabilità e delle prestazioni di funzionamento dell'applicazione.

Baseline forzata in fase di avviamento

Il baseline dell'applicazione documenta il funzionamento effettivo dell'applicazione. Attesta la stabilità e le prestazioni dell'applicazione e può essere la prima documentazione al momento della consegna della soluzione all'utente finale, a testimonianza di un avvio del funzionamento senza problemi.

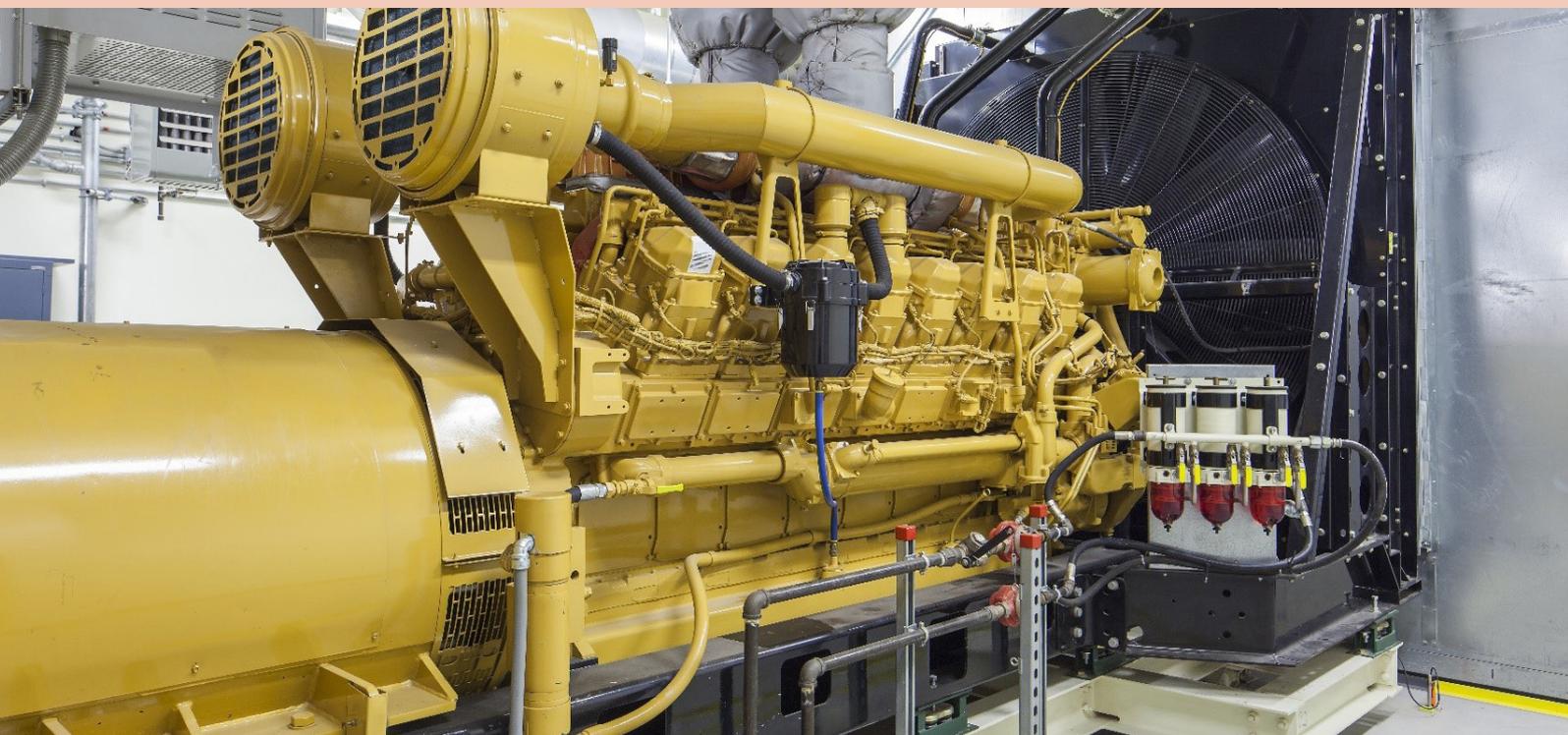
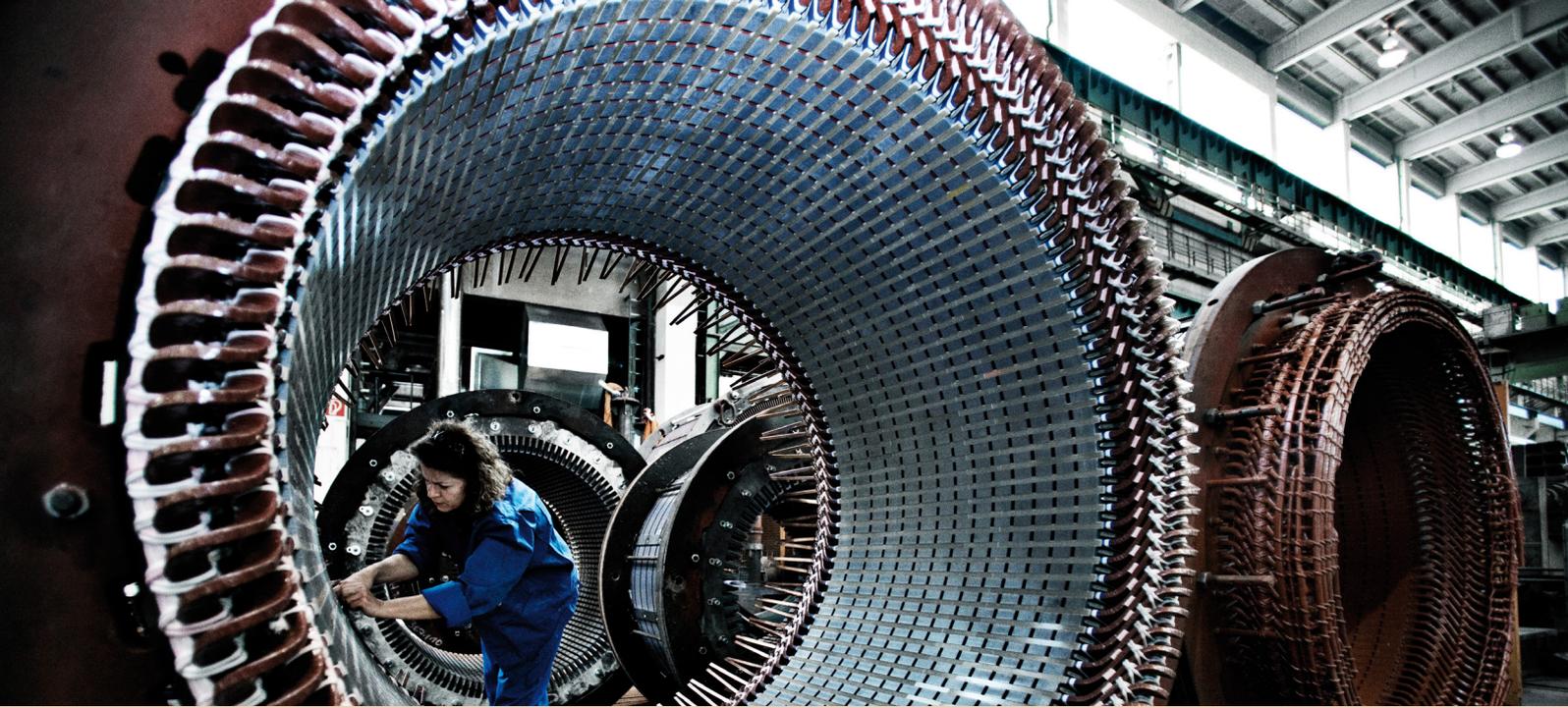
Il convertitore di frequenza dispone di due riferimenti che nel tempo possono documentare il cambiamento effettivo nell'applicazione e, quindi, supportare l'analisi e gli interventi di modifica al fine di garantire i tempi di attività massimi dell'applicazione.

Il riferimento può anche essere utilizzato come strumento di «benchmark» per convalidare le prestazioni di applicazioni equivalenti in diverse sedi.



Baseline - Controllo evolutivo del carico del consumo di corrente a diverse velocità.

-  Consumo energetico superiore al limite soglia
-  Riferimento registrato
-  Consumo energetico inferiore al limite soglia



Ecco come il CBM monitora la tua applicazione

Monitoraggio isolamento degli avvolgimenti statorici

Analizzando il segnale della corrente motore, il convertitore di frequenza può rilevare tempestivamente i danni all'avvolgimento motore. Il drive attiva un avviso tempestivo che consente di passare da una manutenzione correttiva dei motori difettosi a una rilevazione proattiva dei guasti dell'isolamento del motore in fase iniziale. In questo modo, è possibile affrontare il problema in occasione della manutenzione programmata ed evitare tempi di inattività imprevisti. Potrebbe anche ridurre la necessità di scorte di ricambi.

Controllo della curva di carico

Il riferimento definisce le condizioni di carico previste dell'applicazione a diverse velocità, e la funzione CBM informa non appena queste condizioni di carico minimo e massimo vengono messe alla prova durante il funzionamento. Potrebbe trattarsi di una perdita o un'ostruzione che cambia improvvisamente il carico previsto nel sistema. Potrebbe trattarsi di parti usurate che modificano la curva di carico. Le modifiche alla curva di carico attivano un avviso di manutenzione che consente di risolvere il problema in modo rapido ed efficace.

Il controllo evolutivo del carico può anche contribuire al risparmio energetico, poiché garantisce che l'apparecchiatura funzioni sempre in condizioni ottimali e che l'applicazione del sistema sia ottimizzata per la domanda effettiva. La baseline può essere utilizzata come strumento di «benchmark» per convalidare le prestazioni di diverse applicazioni.

Il controllo evolutivo del carico fornisce anche informazioni importanti per garantire sia il processo di funzionamento sia la movimentazione dei materiali, poiché questi processi possono presentare riferimenti diversi e, quindi, livelli di attivazione differenti.

Monitoraggio dell'applicazione tramite sensori esterni

Ogni applicazione dispone di un sensore proprio, importante per monitorare le condizioni di funzionamento; il concetto del CBM può gestire contemporaneamente fino a 4 segnali dei sensori. Ogni segnale dei sensori viene gestito singolarmente ed è correlato alla velocità dell'applicazione.

Il riferimento dell'applicazione e il segnale dei sensori sono le prime indicazioni di stabilità. Queste misurazioni mostrano se il sistema è stabile o se sono necessari miglioramenti per garantire la stabilità dalla prima accensione.

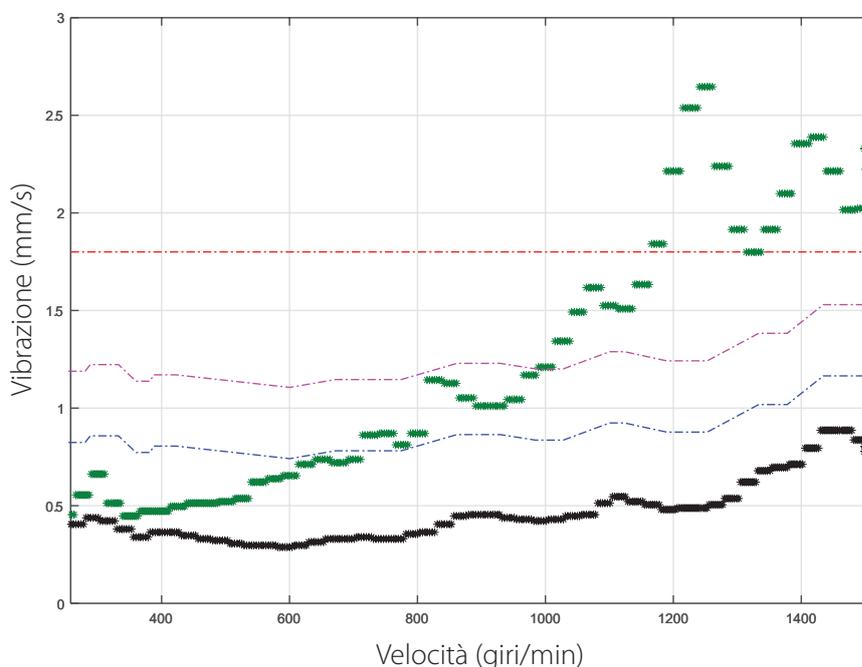
Il CBM è predisposto per ricevere segnali da sensori di pressione, portata e vibrazioni, compresi i segnali relativi alla velocità dell'applicazione.

Monitoraggio delle vibrazioni e dei cuscinetti a sfera

La CBM misura continuamente le vibrazioni e confronta i valori ottenuti con le soglie definite per i diversi intervalli di velocità. I sensori di vibrazione sono suddivisi in due categorie in base alla tecnologia di rilevamento.

- monitoraggio di sbilanciamento ed eccentricità, allentamento, disallineamento e risonanza meccanica
- monitoraggio dei cambiamenti nei cuscinetti a sfera

Il monitoraggio delle vibrazioni avviene in conformità a norme quali ISO13373: Monitoraggio delle condizioni e diagnostica delle macchine o ISO10816/20816: Misurazione e classificazione delle vibrazioni meccaniche.

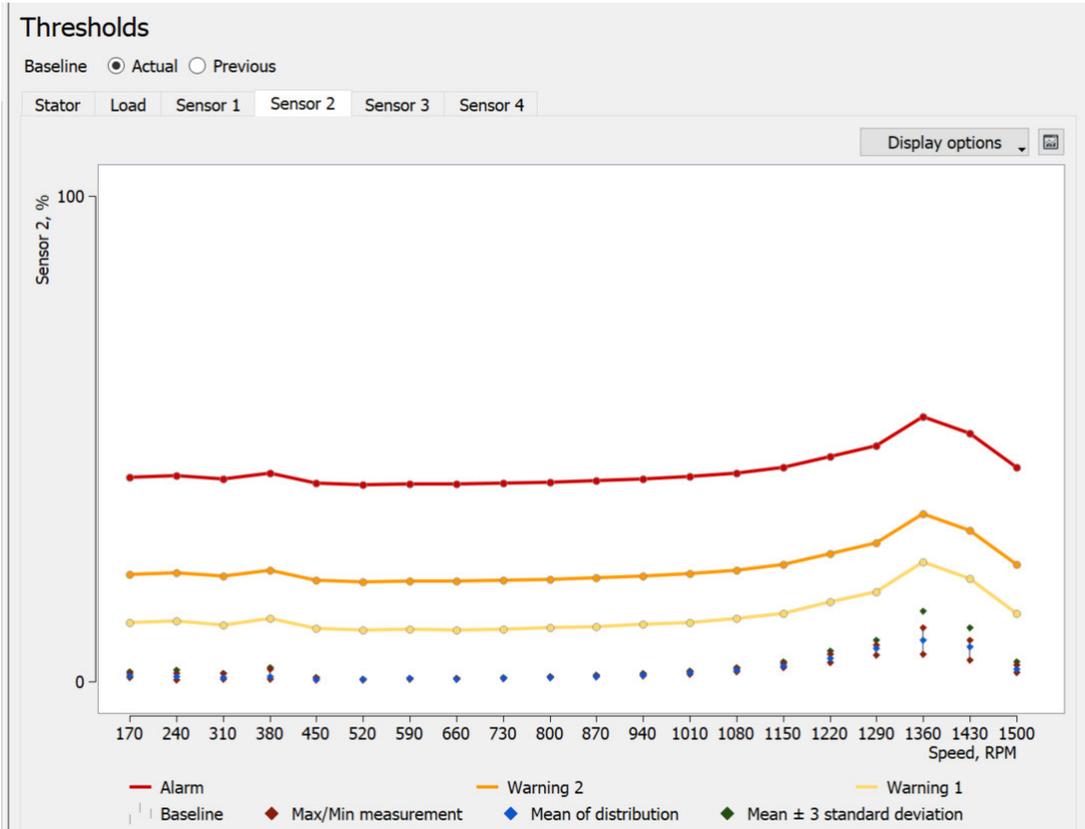


Esempio applicativo che mostra i cambiamenti nel segnale delle vibrazioni

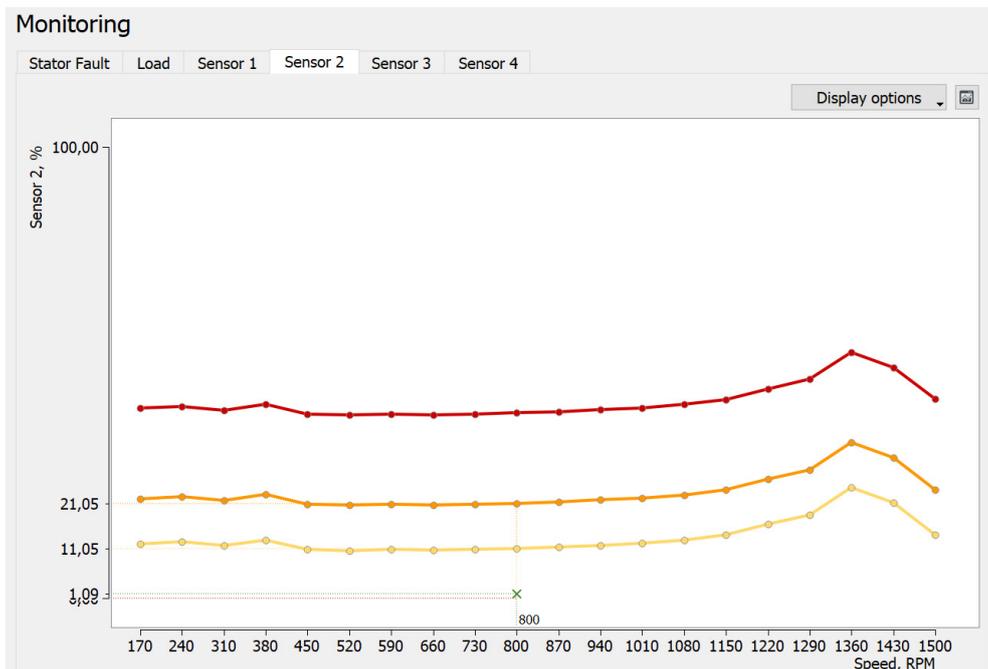
- Baseline dati
- Dati errati
- - - Livello di allarme
- - - Avviso livello 2
- - - Avviso livello 1



Funzionamento locale quando si abilita il CBM.



Esempio di curve di monitoraggio del CBM per la vibrazione rispetto alla velocità, compresa la variazione nei valori di riferimento dell'applicazione registrati.



Esempio di monitoraggio del CBM effettivo del segnale delle vibrazioni rispetto ai livelli soglia definiti.

Funzionamento del Condition-based monitoring in 3 semplici passaggi

L'intelligenza presente nel convertitore di frequenza e gli strumenti di supporto fanno sì che il primo utilizzo della CBM sia semplice.

Occorrono solo 3 semplici passaggi:

1. Generare una baseline per l'applicazione
2. Definire le soglie in base ai singoli riferimenti (inclusi i valori predefiniti)
3. Abilitazione del monitoraggio e notifiche

Per abilitare il CBM scegliere tra diversi flussi di lavoro, dalla semplice configurazione «Easy CBM» tramite display locale, a una soluzione più avanzata mediante lo strumento di programmazione VLT® Motion Control Tool MCT 10, che fornisce un feedback sui valori effettivi del CBM e sulla stabilità dell'applicazione.

Passaggio 1 - Generare una baseline per l'applicazione

La generazione della baseline del CBM raccoglie in un unico passaggio i dati rilevanti dell'applicazione per ciascuna delle funzioni selezionate. Il display visualizza le informazioni raccolte per fornire una prima indicazione della stabilità dell'applicazione, come i valori minimi, massimi e medi, oltre al funzionamento dell'applicazione nei diversi intervalli di velocità.

Passaggio 2 - Generare i valori di monitoraggio del CBM

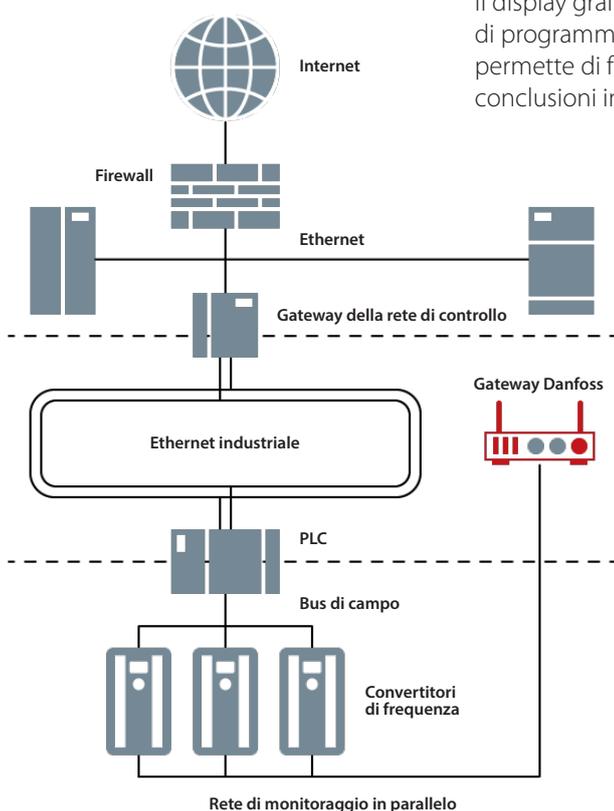
Dopo aver generato un riferimento per l'applicazione, la CBM genera un grafico di monitoraggio per confrontare i valori soglia con questo riferimento registrato. Nella maggior parte delle applicazioni il processo di autogenerazione è perfetto per consentire il monitoraggio del CBM. Poiché le applicazioni sono diverse, una valutazione finale del grafico di monitoraggio è utile per ottenere impostazioni ottimali per il CBM. Il display grafico dello strumento di programmazione MCT10 permette di fare valutazioni e trarre conclusioni in modo semplice.

Passaggio 3 - Abilitazione del monitoraggio e notifiche

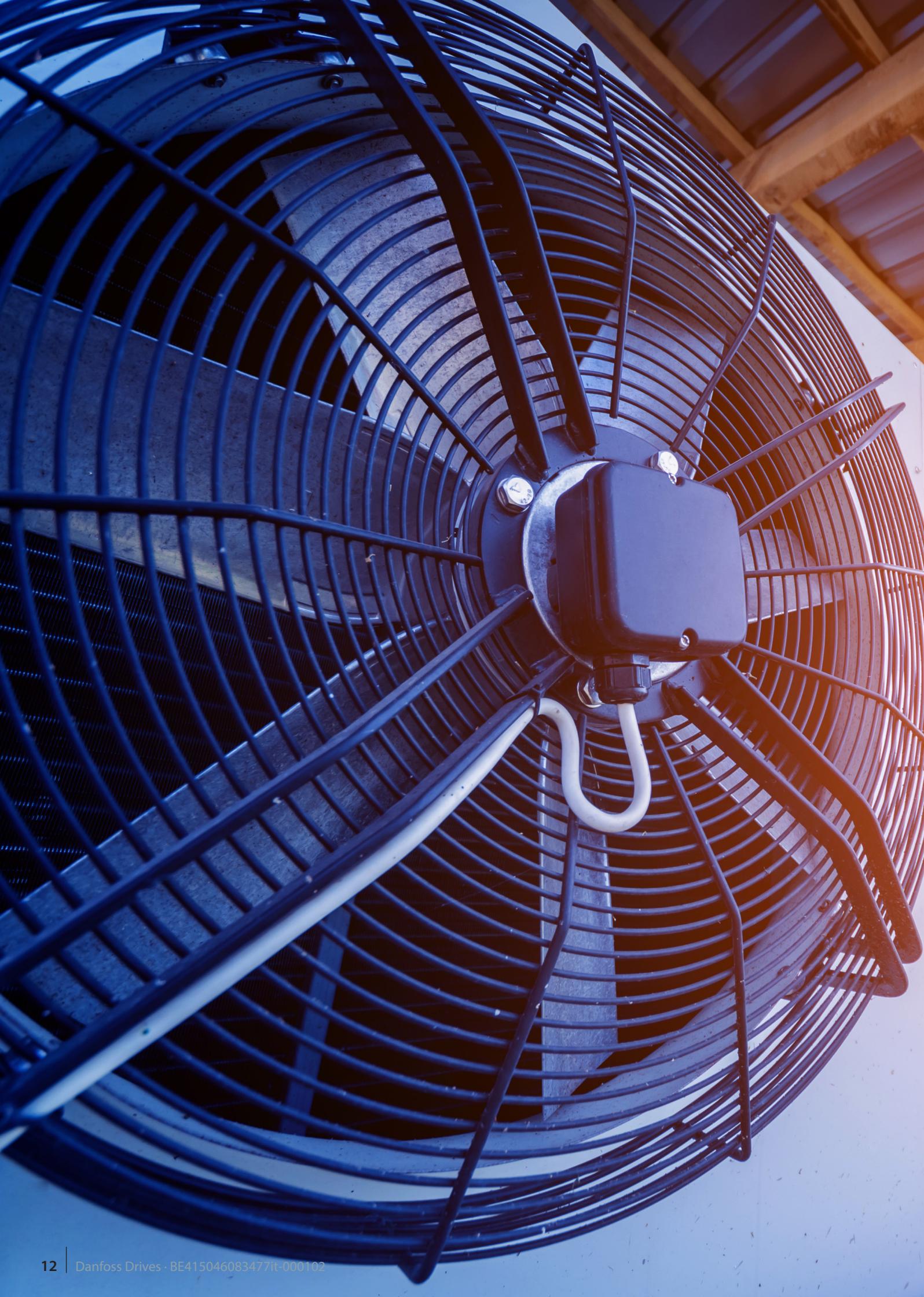
Il CBM è selezionato singolarmente per ciascuna delle funzioni, come il livello per il monitoraggio di avvisi e allarmi.

Il convertitore di frequenza intelligente garantisce il monitoraggio continuo dei valori del CBM in tutti i modi operativi e dalla velocità minima a quella massima.

Il monitoraggio è efficace solo quando le notifiche arrivano al personale, che può così intervenire per mantenere i tempi di attività massimi. La soluzione CBM di Danfoss comprende le notifiche, dall'indicazione locale di un problema alla comunicazione tramite diversi sistemi bus di campo, e la connessione del server web ai sistemi di automazione e gestione di edifici, al fine di raggiungere il personale addetto all'assistenza e alla manutenzione che può così intervenire. Danfoss fornisce anche connessioni cloud per l'accesso remoto ai valori CBM in tempo reale. Il CBM attiva un avviso e-mail quando vengono superati i valori di monitoraggio definiti.



Canali di comunicazione al personale di assistenza e manutenzione destinatario delle notifiche.



Caratteristiche e vantaggi del Condition-based monitoring

Caratteristiche	Vantaggi
Condition-based monitoring	<ul style="list-style-type: none"> ■ Incremento dei tempi di attività dell'applicazione ■ Rilevazione dei guasti in fase iniziale ■ Valutazione dei dati di baseline effettivi dell'applicazione ■ Documentazione sulla stabilità del sistema ■ Ottimizzazione dell'uso delle risorse e garanzia di una pianificazione preventiva ■ Riduzione dei costi sui tempi di fermo imprevisti ■ Riduzione delle scorte di ricambi ■ Strumento di riferimento per un funzionamento ottimale
Funzione Condition-based monitoring integrata nel convertitore di frequenza	<ul style="list-style-type: none"> ■ Monitoraggio costante che evita i controlli periodici ■ Monitoraggio a tutte le velocità e condizioni di funzionamento ■ Soluzione economica con inverter già installato ■ Nessuna connessione cloud richiesta, per un elevato livello di sicurezza senza alcun canone di abbonamento ■ Costi di installazione ridotti, <ul style="list-style-type: none"> ■ Nessun controllore esterno per generare l'osservazione e la notifica dell'applicazione ■ Installazione di cavi ridotta poiché i sensori sono spesso installati in prossimità del convertitore di frequenza ■ Il monitoraggio è correlato alla velocità effettiva dell'applicazione
Isolamento dell'avvolgimento statorico del motore	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rilevamento preventivo e intervento sui guasti dell'avvolgimento dello statore del motore, prima che il guasto si trasformi in un'avarìa imprevista e in un arresto operativo non programmato ■ Riduzione delle scorte di ricambi di motori dal costo elevato
Controllo della curva di carico	<ul style="list-style-type: none"> ■ Condizioni di funzionamento sicure nell'ambito delle condizioni di carico previste, al fine di garantire che il carico non sia né troppo elevato né troppo ridotto ■ Monitoraggio dell'applicazione come qualifica del processo produttivo e della qualità del prodotto.
Monitoraggio sensore dell'applicazione (esterno)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Può essere collegato qualsiasi sensore per monitorare una condizione specifica nell'applicazione correlata alla velocità nel monitoraggio ■ Garantisce che i livelli delle vibrazioni rientrino nei limiti definiti. Rilevamento del cambiamento delle condizioni nei cuscinetti a sfera e verifica di sbilanciamento ed eccentricità, allentamento, disallineamento e risonanza meccanica ■ I sensori di portata e pressione sono importanti anche in alcune applicazioni, con lo stesso vantaggio del rilevamento preventivo dei cambiamenti nell'applicazione ■ Maggiore precisione nel rilevamento dei guasti, poiché il monitoraggio del sensore si riferisce alla velocità del motore
Baseline dell'applicazione	<ul style="list-style-type: none"> ■ Valori di funzionamento reali per la generazione di valori soglia per il monitoraggio ■ Due riferimenti per confrontare lo sviluppo nell'applicazione nel tempo o in caso di manutenzione ■ Ottimizzazione del funzionamento, compresi gli elementi collegati ■ Strumento di benchmarking per confrontare diverse installazioni, ottimizzare le condizioni di funzionamento e ridurre il consumo energetico ■ Baseline dell'applicazione reale come documentazione che l'installatore consegna all'utente finale.
Notifiche	<ul style="list-style-type: none"> ■ Informazioni dedicate per le persone interessate: dall'indicazione locale alle soluzioni da remoto, e notifiche che permettono alla persona di intervenire

Specifiche

Integrazione nel sistema

Codice d'ordine del CBM ¹⁾	<p>Scelta del software LX1X nel configuratore del convertitore di frequenza, attivato in fabbrica o aggiornamento sul campo tramite</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 130S0001 per convertitori di frequenza 0-7,5 kW ■ 130S0002 per convertitori di frequenza 11-90 kW ■ 130S0003 per convertitori di frequenza > 90 kW
Monitoraggio delle applicazioni	<p>Il monitoraggio viene normalmente generato sulla base delle prestazioni di riferimento effettive dell'applicazione, dalla velocità minima a quella massima con valori predefiniti per la generazione della soglia. La funzionalità CBM può gestire due baseline e comprende valori minimi e massimi, medi e 3 valori di deviazione standard, poiché il funzionamento conta all'interno di ciascuno dei 20 intervalli di velocità. Spesso gli OEM programmano le impostazioni in fabbrica sulla base della loro conoscenza del corretto comportamento di riferimento nell'applicazione definita.</p>
La funzione CBM è conforme alle normative e alle linee guida pertinenti	<ul style="list-style-type: none"> ■ Normativa ISO 13373 per il Condition based monitoring e la diagnostica delle macchine ■ Linee guida VDMA 24582 per il monitoraggio delle condizioni ■ Normativa ISO 10816/20186 per la misurazione e la valutazione delle vibrazioni meccaniche.
Avvolgimento dello statore	<p>Monitoraggio dell'isolamento dell'avvolgimento dei motori IM e PM, con il controllo motore VCC+. Questa funzione è deselezionata in Flusso e altre tecnologie del motore.</p>
Controllo della curva di carico	<p>Monitoraggio del consumo eccessivo e/o insufficiente della coppia.</p>
Monitoraggio del sensore (sensori esterni)	<p>4 ingressi sensore tramite ingressi analogici 0/4-20 mA e/o 0-10 V.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ I sensori delle vibrazioni sono i più utilizzati per il rilevamento precoce dei problemi nell'applicazione: <ul style="list-style-type: none"> ■ Il sensore RMS di velocità monitora sbilanciamento ed eccentricità, allentamento, disallineamento e risonanza meccanica. ■ Il sensore G-Peak dell'acceleratore rileva il cambiamento di condizione in motore, ventilatore e cuscinetti a sfera della trasmissione, oltre all'eventuale carenza di lubrificazione. ■ Altri ingressi del sensore: flusso, pressione o altri sensori correlati alla velocità dell'applicazione <p>Numeri d'ordine dei sensori</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Sensore RMS di velocità 0-25 mm/s / 4-20 mA (134B8493) ■ Sensore G-Peak di velocità 0-10 G / 4-20 mA (134B8492) ■ Cavo del sensore 10 m con connettore femmina M16 dritto (134B8496)
Moduli I/O opzionali	<p>Il convertitore di frequenza dispone di 2 ingressi analogici standard per sensori e altri ingressi tramite moduli opzionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ VLT® I/O generali MCB 101 (130B1125) + 2 ingressi * 0-10 V ■ VLT® I/O analogici MCB 109 (130B1143) + 3 ingressi * 0-10 V ■ VLT® I/O programmabili MCB 115 (130B1266) + 3 ingressi * 0-10 V o 0/4-20 mA
Integrazione nel sistema	<p>I valori, gli avvisi e gli allarmi del CBM sono disponibili sul bus di campo – per ulteriori informazioni vedere la guida alla programmazione del CBM.</p>
Compatibilità software ¹⁾	<p>Il CBM viene costantemente ottimizzato per garantire un livello superiore di funzionalità e facilità d'uso. Si consiglia pertanto di eseguire l'aggiornamento al software più recente, sia per il convertitore di frequenza sia per il VLT® Motion Control Tool MCT 10. CBM è disponibile per un'ampia gamma di convertitori di frequenza. Scopri la gamma qui</p>

¹⁾ Per l'aggiornamento del software o l'upgrade dei convertitori di frequenza installati **contattare Danfoss Drives.**