

MISURA E SEVERITÀ

Come si legge una vibrazione, quando quel numero dice qualcosa

La ISO 20816-3 non dice se una macchina è guasta. Dice dove cade il suo livello di vibrazione su una scala che cambia con il tipo di macchina e con il suo supporto. Questa guida serve a leggerla.

01 La grandezza giusta, e la banda giusta

mm/s RMS

la grandezza di severità sulle parti fisse

10 - 1000 Hz

banda di calcolo, 2 Hz sotto i 600 giri/min

2 + 2

due gruppi di macchina, due classi di supporto

Su una macchina rotante puoi misurare accelerazione, velocità o spostamento: è la stessa vibrazione raccontata in tre modi. L'accelerazione pesa le frequenze alte, lo spostamento quelle basse. La velocità sta nel mezzo: su un arco ampio di frequenze un livello costante corrisponde a una sollecitazione confrontabile. **Il criterio della norma è questo: si legge sui cuscinetti, o subito accanto, e si tiene come indice di severità la più alta fra le velocità efficaci a banda larga rilevate.** Che si scelga proprio la velocità è pratica ingegneristica consolidata prima che una prescrizione. Efficace, o RMS, vuol dire mediato in energia. A banda larga vuol dire che nel numero finisce tutto quello che cade dentro la banda, senza distinguere le righe dello spettro. Ne esce un valore solo: ti dice quanto vibra, non che cosa ha.

Banda larga non vuol dire tutta la banda

Il valore va calcolato fra 10 Hz e 1000 Hz. Sotto i 600 giri al minuto la banda parte da 2 Hz, altrimenti la prima armonica di rotazione resta fuori dal conto. Sotto i 120 giri al minuto la scala in velocità non si applica più. Se lo strumento integra fino a 3 kHz invece che fino a 1000 Hz, il numero in mm/s viene uguale o più alto: somma energia che la scala non considera. Con un accelerometro su parte fissa il segnale va integrato in velocità, e la risposta dello strumento deve essere piatta almeno su quella banda.

02 Le quattro zone, e perché i confini non sono uguali per tutti

La norma non dà un limite unico. Dà quattro zone di valutazione, A, B, C e D, separate da tre confini. **I valori dei confini cambiano con il gruppo della macchina e con il tipo di supporto.** Le descrizioni qui sotto sono riformulate con parole nostre: il testo integrale è nella norma, consultabile presso UNI.

- Zona A. Fascia in cui di norma si colloca una macchina appena messa in servizio.
- Zona B. Compatibile con l'esercizio prolungato, senza limitazioni di impiego.
- Zona C. Non adatta all'esercizio continuo prolungato: si tira avanti il tempo che serve a organizzare l'intervento.
- Zona D. Livello abbastanza alto da poter danneggiare la macchina.

C'è un secondo criterio, e nel lavoro di tutti i giorni è il più utile. Un aumento oppure una diminuzione del valore a banda larga che superi il **25% del confine B/C** va considerato significativo, soprattutto se improvviso, e apre un'indagine. Attenzione al riferimento: è il 25% del confine B/C, non del valore di partenza. Il 25% la norma lo dà come linea guida: su una macchina che conosci bene l'esperienza può suggerire un valore diverso.

Zona B non vuol dire "a norma"

I confini di zona non sono specifiche di accettazione, e la norma lo dice espressamente: l'accettazione di una macchina nuova è sempre oggetto di accordo fra costruttore e cliente. Non sono nemmeno i livelli di allarme e di blocco, che la norma tratta a parte. La frase corretta è "ricade in zona B secondo i criteri della ISO 20816-3". Non esiste una certificazione ISO 20816-3: è una norma di valutazione, non uno schema di certificazione.

03 Due gruppi soli, e come ci si finisce dentro

Prima di guardare qualsiasi numero devi assegnare la macchina a un gruppo. I gruppi sono due. Se da qualche parte ne hai visti quattro, era l'edizione del 1998: i gruppi 3 e 4 erano le pompe, eliminati nel 2009.

GRUPPO	COME SI RICONOSCE	COSTRUZIONE TIPICA
Gruppo 1	Oltre 300 kW nominali. Macchine elettriche con altezza d'asse H da 315 mm in su	Di norma cuscinetti a strisciamento
Gruppo 2	Oltre 15 kW e fino a 300 kW inclusi. Macchine elettriche con H da 160 a meno di 315 mm	Di norma cuscinetti volventi, oltre 600 giri/min

L'altezza d'asse H è la quota fra asse di rotazione e piano di appoggio, secondo la ISO 496 richiamata dalla norma, e su un motore normalizzato la leggi dalla designazione. Su una macchina elettrica non usare mai la sola potenza come criterio. Conta la potenza nominale della macchina rotante, non la resa termica o di processo dell'impianto. Una macchina da 50 kW di resa può avere un motore ben sotto i 15 kW, e in quel caso è fuori campo.

04 Supporto rigido o flessibile, non si decide a occhio

Rigido e flessibile non descrivono quanto è massiccio il basamento. Confrontano due frequenze: quella con cui la macchina scuote il proprio supporto, di norma la frequenza di rotazione, e la più bassa frequenza propria dell'insieme macchina più supporto, **nella direzione in cui stai misurando**. Se la seconda sta sopra la prima con un margine dell'ordine di un quarto, in quella direzione il supporto è rigido. Altrimenti flessibile.

Se la classe non si ricava da disegni e calcolo, si determina per prova. Casi tipici indicati dalla norma: motori elettrici medi e grandi, soprattutto lenti, rigidi; gruppi verticali e macchine oltre 10 MW, flessibili.

La stessa macchina, due classi diverse

Un supporto può essere rigido in verticale e flessibile in orizzontale: è comune, non un'eccezione. Ogni misura si confronta con la classe della propria direzione. Una sola colonna per tutte le direzioni porta a classificare male.

05 I confini di zona per il gruppo 2, le macchine medie

CONFINI DI ZONA	SUPPORTO RIGIDO	SUPPORTO FLESSIBILE
A / B	1,4 mm/s	2,3 mm/s
B / C	2,8 mm/s	4,5 mm/s
C / D	4,5 mm/s	7,1 mm/s

Valori efficaci, banda da 10 Hz a 1000 Hz, misura radiale su cuscinetti, supporti e alloggiamenti, assiale sui reggispinta, in regime stazionario. Per il gruppo 1 i confini sono più alti: 4,5 mm/s è il limite superiore della zona C per una macchina di gruppo 2 su supporto rigido, ed è il confine fra B e C per una di gruppo 1 nella stessa condizione. Stesso numero, giudizio opposto.

Onestà sui numeri

Qui ci sono i confini in velocità del solo gruppo 2. La tabella della norma è più ampia, comprende il gruppo 1 e i valori di spostamento, e non è riprodotta perché protetta da copyright: si consulta presso UNI. Se questi valori devono finire in un capitolato o in una soglia di allarme, riscontrali sulla copia ufficiale e verifica l'edizione.

06 Che cosa questa scala non copre

Il campo di applicazione è preciso: macchine industriali accoppiate, oltre 15 kW nominali, fra 120 e 30 000 giri al minuto, misurate in situ. Dentro ci sono, fra le altre, turbine a vapore e generatori fino a 40 MW, compressori rotativi dinamici e motori elettrici con giunto flessibile. Fuori resta parecchia della roba che trovi in un capannone. E c'è una cosa che questa scala non fa mai: dire che cosa si è rotto.

- Pompe rotodinamiche: ISO 10816-7:2009, sopra 1 kW. Uscite da questa parte della norma nel 2009.
- Compressori volumetrici rotativi, a vite per esempio, e motopompe sommerse: fuori campo. Compressori alternativi: ISO 20816-8.
- Macchine alternative, e macchine accoppiate rigidamente a una alternativa: ISO 10816-6. Turbine eoliche: ISO 10816-21.
- Turbine a gas sopra 3 MW: ISO 20816-4. Turbine a vapore e generatori sopra 40 MW a 1500, 1800, 3000 o 3600 giri/min: ISO 20816-2; ad altre velocità restano qui. Centrali idroelettriche e di pompaggio: ISO 20816-5.
- Ventilatori: criteri applicabili in genere solo sopra 300 kW, o se non su supporti flessibili. Per gli altri valgono l'accordo fra costruttore e cliente e la ISO 14694.

Il caso che si sbaglia più spesso: la pompa

Su un gruppo pompa più motore separato con giunto flessibile i due lati si valutano con norme diverse: i cuscinetti del motore con la ISO 20816-3, il corpo pompa con la ISO 10816-7, che ha soglie proprie. Applicare al corpo pompa i confini del gruppo 2 è tecnicamente scorretto, anche se lo fanno in tanti.

07 Perché il confronto con la scala sia valido

Da controllare prima di dare un giudizio

- 1 Misura sul cuscinetto, sull'alloggiamento del supporto o su una parte strutturale che risponde alle forze dinamiche. Mai su carter di ventole, lamiere sottili o coperture.
- 2 Due direzioni radiali ortogonali per ogni supporto di cuscinetto. Il trasduttore singolo è ammesso con cautela: può non dare il massimo su quel piano. Su macchine verticali o inclinate aggiungi la posizione con la lettura più alta.
- 3 Macchina in regime: rotore e cuscinetti a temperatura di esercizio, velocità, tensione, carico, portata e pressione nominali. In avviamento, in arresto e nel passaggio per una risonanza questi confini non si applicano.
- 4 Velocità o carico variabili: misura in tutte le condizioni in cui la macchina resta a lungo, e prendi il valore più alto.
- 5 Confronti nel tempo: stessa posizione, stesso orientamento, condizioni equivalenti. Se sospetti vibrazione trasmessa da fuori, misura anche a macchina ferma: intervieni sull'ambiente quando quella lettura supera il minore fra il 25% del valore misurato in marcia e il 25% del confine B/C.

Vuoi capire da quali macchine partire?

Guardiamo insieme il tuo parco macchine e ti diciamo dove il monitoraggio si ripaga e dove no. Senza impegno, e con il metodo di queste pagine.



gravion.sintropy.ai

WhatsApp +39 392 423 1638

sintropy-team@sintropy.ai