

Norma ISO 10816

Establece las condiciones y procedimientos generales para la medición y evaluación de la vibración, utilizando mediciones realizadas sobre partes no rotativas de las máquinas. El criterio general de evaluación se basa tanto en la monitorización operacional como en pruebas de validación que han sido establecidas fundamentalmente con objeto de garantizar un funcionamiento fiable de la máquina a largo plazo. Esta norma reemplaza a las ISO 2372 e ISO 3945, que han sido objeto de revisión técnica. Este estándar consta de cinco partes:

- **Parte 1:** Indicaciones generales.
- **Parte 2:** Turbinas de vapor y generadores que superen los 50 MW con velocidades típicas de trabajo de 1500, 1800, 3000 y 3600 RPM.
- **Parte 3:** Maquinaria industrial con potencia nominal por encima de 15 kW y velocidades entre 120 y 15000 RPM.
- **Parte 4:** Conjuntos movidos por turbinas de gas excluyendo las empleadas en aeronáutica.
- **Parte 5:** Conjuntos de máquinas en plantas de hidrogenación y bombeo (únicamente disponible en inglés).

Este nuevo estándar evalúa la severidad de la vibración de maquinaria rotativa a través de mediciones efectuadas en planta en partes no giratorias de las mismas. Engloba y amplía los estándares citados anteriormente.

Los criterios de vibración de este estándar se aplican a un conjunto de máquinas con potencia superior a 15 kW y velocidad entre 120 RPM y 15.000 RPM. Los criterios son sólo aplicables para vibraciones producidas por la propia máquina y no para vibraciones que son transmitidas a la máquina desde fuentes externas. El valor eficaz (RMS) de la velocidad de la vibración se utiliza para determinar la condición de la máquina. Este valor se puede determinar con casi todos los instrumentos convencionales para la medición de vibración.

Se debe prestar especial atención para asegurar que los sensores estén montados correctamente y que tales montajes no degraden la precisión de la medición. Los puntos de medida típicamente son tres, dos puntos ortogonales en la dirección radial en cada caja de descanso y un punto en la medición axial.



Las mediciones deben realizarse cuando el rotor y los descansos principales han alcanzado sus temperaturas estacionarias de trabajo y con la máquina funcionando bajo condiciones nominales o específicas (por ejemplo de velocidad, voltaje, flujo, presión y carga).

En máquinas con velocidad o carga variable, las velocidades deben realizarse bajo todas las condiciones a las que se espera que la máquina trabaje durante períodos prolongados de tiempo. Los valores máximos medidos, bajo estas condiciones, serán considerados representativos de la vibración. Si la vibración es superior a lo que el criterio permite y se sospecha de excesiva vibración de fondo, las mediciones se deben realizar con la máquina detenida para determinar el grado de influencia de la vibración externa. Si con la máquina detenida excede el 25% de la vibración medida con la máquina operando, son necesarias acciones correctivas para reducir el efecto de la vibración de fondo. En algunos casos el efecto de la vibración de fondo se puede anular por análisis espectral o eliminando las fuentes externas que provocan las vibraciones de fondo.

La severidad de la vibración se clasifica conforme a los siguientes parámetros:

- Tipo de máquina.
- Potencia o altura de eje.
- Flexibilidad del soporte.

Clasificación de acuerdo al tipo de máquina, potencia o altura de eje

Las significativas diferencias en el diseño, tipos de descanso y estructuras soporte de la máquina, requieren una división en grupos. Las máquinas de estos grupos pueden tener eje horizontal, vertical o inclinado y además pueden estar montados en soportes rígidos o flexibles.

- **Grupo 1:** Máquinas rotatorias grandes con potencia superior 300 kW.
Máquinas eléctricas con altura de eje $H \geq 315$ mm.
- **Grupo 2:** Máquinas rotatorias medianas con potencia entre 15 y 300 kW.
Máquinas eléctricas con altura de eje $160 \leq H \leq 315$ mm.
- **Grupo 3:** Bombas con impulsor de múltiples álabes y con motor separado (flujo centrífugo, axial o mixto) con potencia superior a 15 kW.
- **Grupo 4:** Bombas con impulsor de múltiples álabes y con motor integrado (flujo centrífugo, axial o mixto) con potencia superior a 15 kW.



NOTA: La altura del eje H de una máquina está definida como la distancia medida entre la línea de centro del eje y el plano basal de la máquina misma. La altura del eje H de una máquina sin patas o de una máquina con pies levantados o cualquier máquina vertical, se debe tomar como la altura de eje H de una máquina horizontal en el mismo marco básico. Cuando el soporte es desconocido, la mitad del diámetro de máquina puede ser utilizada.

Velocidad	in/s rms mm/s rms											
			Base	Rígida	Flexible	Rígida	Flexible	Rígida	Flexible	Rígida	Flexible	
10-1000 Hz $r > 600$ rpm 2-1000 Hz $r > 120$ rpm			D									
	0,43	11										
	0,28	7,1				C						
	0,18	4,5				B						
	0,14	3,5										
Velocidad	0,11	2,8										
	0,09	2,3										
	0,06	1,4										
	0,03	0,71	A									
Tipo de máquina			Bombas > 15 kW flujo radial, axial o mixto				Tamaño medio 15 kW < P ≤ 300 kW		Grandes máquinas 300 kW < P < 50 MW			
			Motor integrado		Motor separado		Motores 160 mm ≤ H < 315 mm		Motores 315 mm ≤ H			
Grupo			Grupo 4		Grupo 3		Grupo 2		Grupo 1			

A Máquina nueva o reacondicionada

C La máquina no puede operar un tiempo prolongado

B La máquina puede operar indefinidamente

D La vibración está provocando daños

Clasificación según la flexibilidad del soporte

Si la primera frecuencia natural del sistema máquina-soporte en la dirección de la medición es mayor que su frecuencia principal de excitación (en la mayoría de los casos es la frecuencia de rotación) en al menos un 25%, entonces el sistema soporte puede ser considerado rígido en esa dirección. Todos los otros sistemas soportes pueden ser considerados flexibles. En algunos casos el sistema máquina-soporte puede ser considerado rígido en una dirección de medición y flexible en la otra dirección. Por ejemplo, la primera frecuencia natural en la dirección vertical puede estar sobre la frecuencia principal de excitación mientras que la frecuencia natural horizontal puede ser considerablemente menor. Tales sistemas serían rígidos en el plano vertical y flexibles en el plano horizontal. En estos casos, la vibración debe ser evaluada de acuerdo a la clasificación del soporte que corresponda en la dirección de la medición.

Evaluación

- **Zona A:** Valores de vibración de máquinas recién puestas en funcionamiento o reacondicionadas.
- **Zona B:** Máquinas que pueden funcionar indefinidamente sin restricciones.
- **Zona C:** La condición de la máquina no es adecuada para una operación continua, sino solamente para un período de tiempo limitado. Se deberían llevar a cabo medidas correctivas en la siguiente parada programada.
- **Zona D:** Los valores de vibración son peligrosos, la máquina puede sufrir daños.

