

2 108

NORME INTERNATIONALE

ISO
2373

Deuxième édition
1987-06-01



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

**Vibrations mécaniques de certaines machines
électriques tournantes, de hauteur d'axe comprise entre
80 et 400 mm — Mesurage et évaluation de l'intensité
vibratoire**

*Mechanical vibration of certain rotating electrical machinery with shaft heights between 80 and
400 mm — Measurement and evaluation of the vibration severity*

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 2373 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, en collaboration avec CEI/TC 2, *Machines tournantes*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 2373 : 1974), dont le paragraphe 7.1 a fait l'objet d'une révision technique.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

Vibrations mécaniques de certaines machines électriques tournantes, de hauteur d'axe comprise entre 80 et 400 mm — Mesurage et évaluation de l'intensité vibratoire

0 Introduction

Les vibrations des machines électriques tournantes proviennent

- d'un défaut d'équilibrage des masses tournantes;
- de légères déformations de la carcasse ou du bâti de la machine, causées par certaines attractions magnétiques entre stator et rotor;
- des roulements à billes;
- d'efforts aérodynamiques et de certains effets secondaires, tels que instabilité de l'arbre dans les paliers, résistances passives, dilatations dissymétriques, etc.

Malgré la précision d'équilibrage obtenue avec les machines à équilibrer dynamiquement, le balourd résiduel des masses en rotation (défaut d'équilibrage) s'avère généralement comme la cause principale des vibrations constatées à chaque tour sur une machine.

Le mesurage des vibrations est étroitement lié au montage même de la machine, et c'est généralement dans les conditions réelles d'installation et de fonctionnement qu'il convient d'effectuer le mesurage des vibrations. Toutefois, la qualité au point de vue équilibrage et vibrations des machines électriques tournantes doit être appréciée sur la machine seule, placée dans des conditions d'essai bien déterminées, permettant de rendre les essais reproductibles et les mesures comparables.

L'annexe est donnée à titre indicatif seulement et ne fait pas partie intégrante de la présente Norme internationale.

1 Objet

La présente Norme internationale spécifie les conditions d'essai et de mesurage, et constitue un guide pour fixer le niveau limite de l'intensité vibratoire permettant d'apprécier la qualité d'une machine au point de vue vibrations.

2 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux machines à courant alternatif triphasé et aux machines à courant continu, de hauteur d'axe comprise entre 80 et 400 mm.

Elle ne s'applique pas aux convertisseurs en cascade, aux machines monophasées et aux machines triphasées qui fonctionnent sur une seule phase.

3 Référence

ISO 2954, *Vibrations mécaniques des machines tournantes ou alternatives — Spécifications des appareils de mesurage de l'intensité vibratoire.*

4 Grandeur de mesurage

La grandeur caractéristique adoptée pour l'intensité vibratoire est la valeur efficace de la vitesse de vibration, en millimètres par seconde. La plus grande des valeurs, relevée aux points de mesurage prescrits (voir 7.3) caractérise l'intensité vibratoire de la machine.

NOTE — Les limites maximales de l'intensité vibratoire recommandées sont données dans l'annexe, à titre indicatif.

5 Appareillage de mesure¹⁾

L'appareillage utilisé doit comprendre un appareil électrique à caractéristiques de redressement quadratique, permettant la lecture de la valeur efficace de la vitesse de vibration. La chaîne de mesurage doit avoir une gamme de fréquences allant de 10 à 1 000 Hz, une caractéristique globale en fréquence de la forme indiquée à la figure 1 et une précision de mesure d'au moins $\pm 10\%$ de la valeur indiquée.

1) Voir ISO 2954.

La sensibilité transverse du capteur de vibration doit être inférieure à 10 % de la sensibilité dans la direction normale de mesurage.

NOTE — Il existe un certain nombre d'autres appareils permettant d'apprécier l'intensité vibratoire d'une machine; ce sont principalement des appareils à dispositifs mécaniques :

- pour le mesurage du déplacement,
- pour le mesurage de l'accélération de la vibration.

La correspondance entre déplacement, accélération et vitesse de vibration ne peut cependant être établie exactement que dans le cas d'une vibration de caractère sinusoïdal.

En vue d'éviter les différences d'appréciation et de permettre une comparaison effective et suffisamment exacte des mesures, seuls devraient être utilisés les appareils de mesurage conformes aux spécifications de ce chapitre.

6 Montage de la machine

En vue de rendre les essais reproductibles et les mesures comparables, la machine doit être placée en état de suspension libre. Cet état est obtenu par suspension de la machine à un ressort ou par montage sur support élastique (ressorts, caoutchouc, etc.).

La fréquence d'oscillation naturelle du système de suspension et du moteur dans les six degrés de liberté possible doit être inférieure au quart de la fréquence correspondant à la plus faible vitesse de rotation de la machine à essayer.

La masse effective du support élastique ne doit pas être supérieure à 1/10 de celle du moteur, afin d'éviter une incidence importante de la masse et des moments d'inertie de ces éléments sur le niveau de vibration.

7 Conditions de mesurage

7.1 Clavette

Si l'on utilise une rainure de clavette, une demi-clavette profilée doit y être logée, lors de l'équilibrage du rotor, afin d'assurer la

conformité avec la ligne de séparation entre l'élément de montage et l'arbre.

NOTE — Une clavette entière rectangulaire de mi-hauteur ou une demi-clavette de hauteur entière, qui devraient être centrées à l'axe de la rainure de clavette, sont acceptables en tant qu'alternatives pratiques, à condition que leur variance de balourd par rapport à la clavette profilée spécifiée reste négligeable.

7.2 Capteur de vibrations

Vérifier que le contact du capteur et du palier de la machine soit assuré dans les conditions prévues par le constructeur dudit capteur et ne perturbe pas l'état vibratoire de la machine à essayer. Il convient en particulier de s'assurer que la pression et la masse du capteur n'influencent pas notablement l'état de vibration de la machine. Dans tous les cas, la masse totale couplée du capteur monté doit être inférieure à 1/50 de la masse de la machine.

7.3 Points de mesurage

Le mesurage doit être effectué sur les paliers, au voisinage de l'arbre, suivant trois directions perpendiculaires, la machine ne fonctionnant que dans la position qu'elle occupe en service normal (avec arbre horizontal ou vertical), comme l'indique la figure 2.

7.4 Conditions de fonctionnement

Les moteurs doivent être alimentés sous leur tension nominale et à leur fréquence nominale (en courant alternatif), et le mesurage des vibrations doit être effectué à la vitesse nominale. Pour les machines à plusieurs vitesses ou à vitesse variable, l'essai doit être effectué aux différentes vitesses de fonctionnement.

Sauf stipulation contraire, le mesurage de l'intensité vibratoire doit être effectué en marche à vide à la température atteinte par le moteur après un certain temps de fonctionnement à vide.

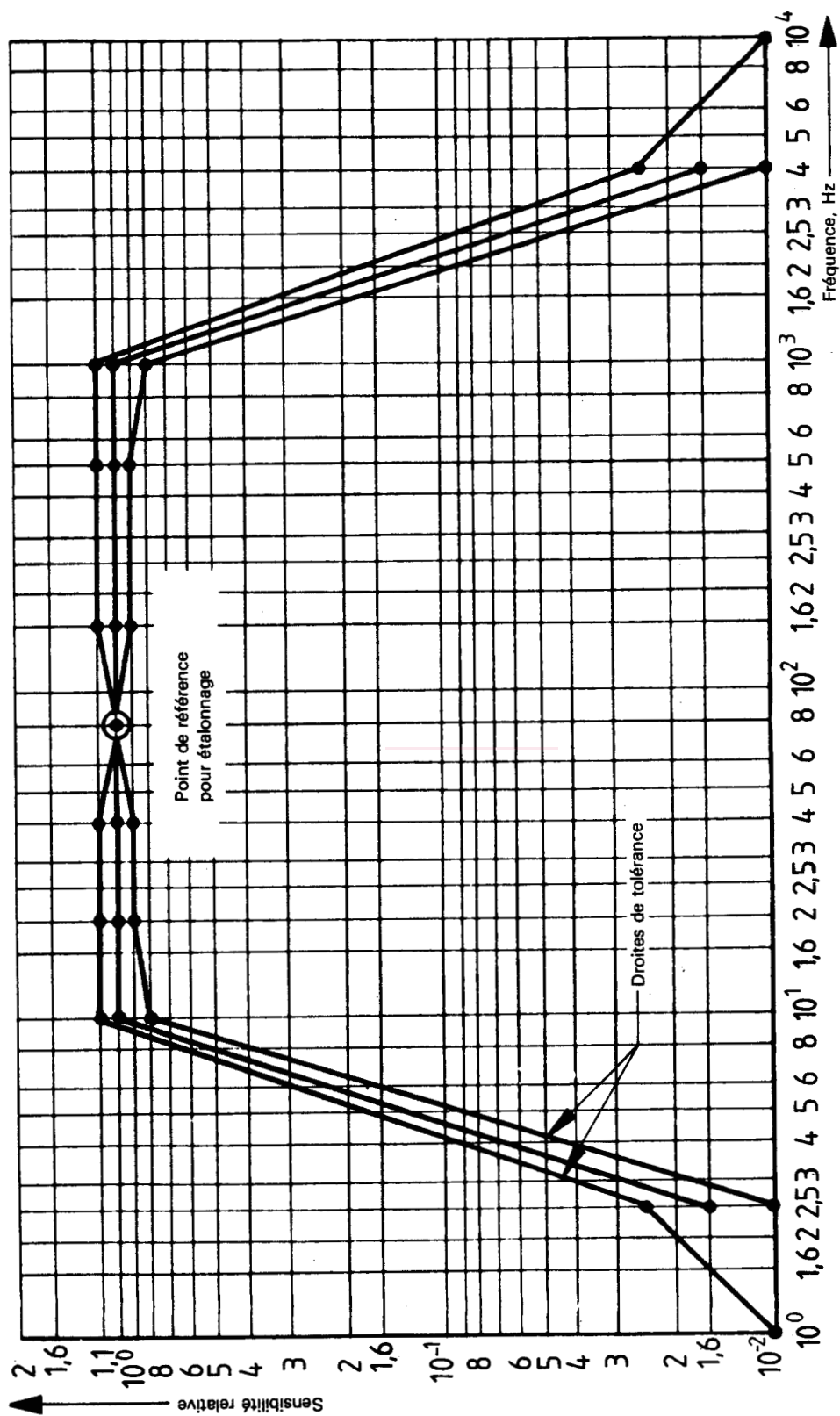


Figure 1 — Caractéristique sensibilité-fréquence du système de mesurage des vibrations

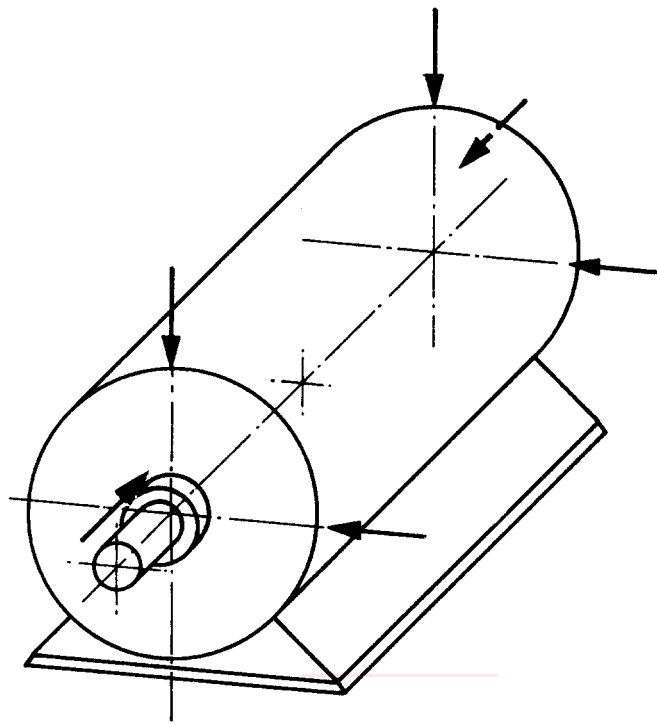


Figure 2 — Points de mesurage

Annexe

Limites maximales de l'intensité vibratoire recommandées

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

Le tableau indique les limites de l'intensité vibratoire recommandées, exprimées en millimètres par seconde et en inches par seconde, pour les différentes hauteurs d'axe normalisées, et pour trois classes de qualité vibratoire, que l'on désigne par «N» (normale), «R» (réduite) et «S» (spéciale).

NOTES

- 1 Le fabricant et l'acquéreur devraient prendre en considération le fait que les valeurs mesurées peuvent s'écarter des valeurs vraies dans les limites de $\pm 10\%$.
- 2 Sauf accord contraire, les limites recommandées qui s'appliquent aux machines électriques courantes sont les limites de la classe N.
- 3 Pour des machines qui requièrent des classes de qualité supérieures à celles du tableau, on devrait définir des classes de qualité dont les limites seraient des sous-multiples de celles de la classe S dans le rapport 1,6 ou un multiple de ce rapport. Ces machines étant spéciales, les dispositions à prendre pour leur installation devraient faire l'objet d'un accord préalable entre le fabricant et l'utilisateur.
- 4 Une machine, par elle-même bien équilibrée et de qualité conforme au tableau, peut présenter en service normal des vibrations importantes provenant de causes variées, telles que assise mal adaptée, réaction de la machine entraînée, etc. Des vibrations peuvent également être occasionnées par l'entraînement de pièces présentant une fréquence d'oscillation naturelle très voisine de celle due au faible balourd résiduel de la partie tournante de la machine. Dans de pareils cas, il importe de procéder à des vérifications non seulement sur la machine seule, mais également sur chacun des éléments de l'installation.

Tableau — Limites de l'intensité vibratoire recommandées

| Classe de qualité | Vitesse n | Valeurs efficaces* maximales de la vitesse de vibration pour une hauteur d'axe, H , en mm | | | | | |
|------------------------|-----------------------|---|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | | $80 < H < 132$ | | $132 < H < 225$ | | $225 < H < 400$ | |
| | tr/min | mm/s | in/s | mm/s | in/s | mm/s | in/s |
| N (normale) | $600 < n < 3\,600$ | 1,8 | 0,071 | 2,8 | 0,110 | 4,5 | 0,177 |
| R (réduite) | $600 < n < 1\,800$ | 0,71 | 0,028 | 1,12 | 0,044 | 1,8 | 0,071 |
| | $1\,800 < n < 3\,600$ | 1,12 | 0,044 | 1,8 | 0,071 | 2,8 | 0,110 |
| S (spéciale) | $600 < n < 1\,800$ | 0,45 | 0,018 | 0,71 | 0,028 | 1,12 | 0,044 |
| | $1\,800 < n < 3\,600$ | 0,71 | 0,028 | 1,12 | 0,044 | 1,8 | 0,071 |

* Si l'expérience l'exige, une seule série de valeurs peut être utilisée, telles celles qui s'appliquent aux hauteurs d'axe de 132 à 225 mm.