NORME INTERNATIONALE

ISO 10816-2

Première édition
1996-02-15

Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes —

iTeh STANDARD PREVIEW
(Standards.iteh.ai)

Partie 2:
Turboalternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW

ISO 10816-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f9bcede1-437e-4136-b5ad-10f2d642d7e6/iso-10816-2-1996

Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts —

Part 2: Large land-based steam turbine generator sets in excess of 50 MW

Numéro de référence
ISO 10816-2:1996(F)

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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 10816-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 2, *Mesure et évaluation des vibrations et chocs mécaniques intéressant les machines, les véhicules et les structures*.

ISO 10816-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f9bcede1-437e-4136-b5ad-10f2d642d7e6/iso-10816-2-1996

L'ISO 10816 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes*:

— *Partie 1: Directives générales*

— *Partie 2: Turboalternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW*

— *Partie 3: Machines industrielles de puissance nominale supérieure à 15 kW et de vitesse nominale entre 120 tr/min et 15000 tr/min, lorsqu'elles sont mesurées in situ*

— *Partie 4: Ensembles de turbines à gaz, à l'exception des turbines dérivées de celles utilisées en aéronautique*

— *Partie 5: Groupes générateurs de puissance et installations de pompage hydrauliques*

© ISO 1996
Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

— *Partie 6: Machines alternatives de puissance nominale supérieure à 100 kW*

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 10816. Les annexes B et C sont données uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 10816-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f9bcede1-437e-4136-b5ad-10f2d642d7e6/iso-10816-2-1996

Introduction

L'ISO 10816-1 est le document de référence qui décrit les exigences générales pour l'évaluation des vibrations de divers types de machines lorsque les mesurages des vibrations sont effectués sur des parties non tournantes. Les mesurages effectués sur les éléments spécifiés déterminent de manière raisonnablement acceptable l'état vibratoire général des turboalternateurs. La présente partie de l'ISO 10816 s'applique aux grands turboalternateurs.

Deux critères sont proposés pour évaluer les vibrations de machines. Le premier tient compte de l'amplitude des vibrations observées alors que le second tient compte des variations d'amplitude. Il faut toutefois admettre que ces critères ne constituent pas l'unique référence d'évaluation de la sévérité vibratoire. Pour les turboalternateurs, il est également courant d'évaluer les vibrations en fonction des mesurages effectués sur les arbres tournants. Les exigences et critères applicables au mesurage des vibrations des arbres font l'objet de documents distincts, ISO 7919-1 et ISO 7919-2.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 10816-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f9bcede1-437e-4136-b5ad-10f2d642d7e6/iso-10816-2-1996

Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes —

Partie 2:
Turboalternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW

1 Domaine d'application

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 10816-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7fcedc1f-97e-4f3e-b5ad-10f2d642d7e6/iso-10816-2-1996

La présente partie de l'ISO 10816 donne des directives spéciales concernant l'évaluation de la sévérité vibratoire mesurée sur les paliers des turboalternateurs.

Elle s'applique aux turboalternateurs de plus de 50 MW dont la vitesse normale de fonctionnement est égale à 1 500 tr/min, 1 800 tr/min, 3 000 tr/min ou 3 600 tr/min. Elle inclut les turbines à vapeur et les alternateurs qui sont couplés directement à une turbine à gaz pour des cycles d'applications combinés, mais dans de tels cas les critères de la présente partie de l'ISO 10816 s'appliquent uniquement aux turbines à vapeur et aux alternateurs.

NOTE 1 L'évaluation des vibrations de la turbine à gaz devrait être faite conformément à l'ISO 10816-4.

Ces critères sont applicables aux mesurages in situ des vibrations à large bande, les mesurages étant effectués dans le sens radial sur les paliers et dans des conditions de régime stabilisé à la vitesse normale de fonctionnement. Ils s'appliquent également aux vibrations axiales mesurées sur des paliers de butée.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 10816. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 10816 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7919-2:—[1], *Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation — Partie 2: Turboalternateurs installés sur fondation radier.*

ISO 10816-1:1995, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes — Partie 1: Directives générales.*

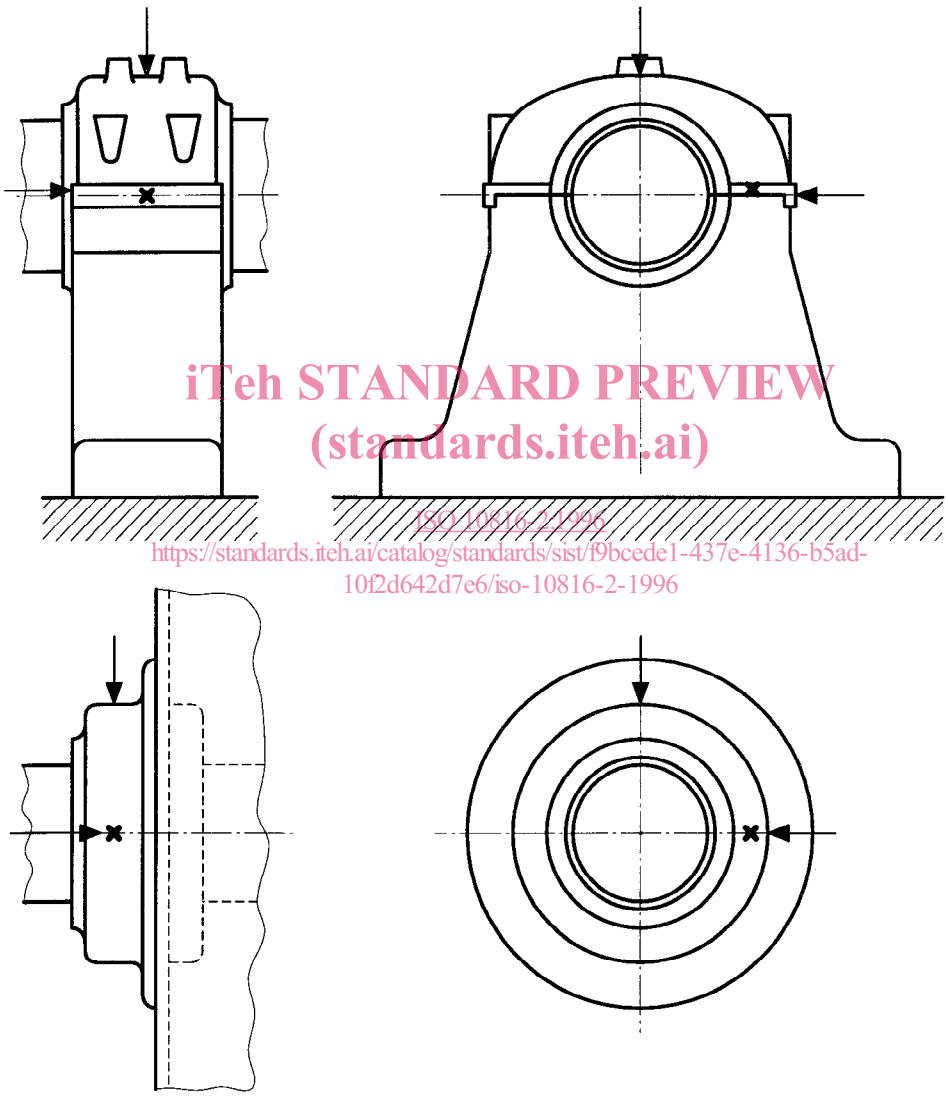
3 Procédures de mesurage

Les procédures de mesurage et l'instrumentation à utiliser sont ceux décrits dans l'ISO 10816-1. Le système de mesurage doit être capable de mesurer des vibrations à large bande sur une gamme de fréquences de 10 Hz à au moins 500 Hz. Toutefois, si l'instrumentation doit également servir aux fins de diagnostic ou de surveillance pendant la montée en vitesse, le ralentissement ou la survitesse de la ma-

1) À publier.

chine, il pourra être nécessaire d'utiliser une gamme de fréquences plus large. En outre, dans des cas particuliers où d'importantes vibrations à basses fréquences risquent d'être transmises à la machine (par exemple, dans les régions exposées aux séismes), il pourra être nécessaire d'atténuer la réponse de l'instrumentation aux basses fréquences).

Les mesurages des vibrations doivent être effectués à des endroits offrant une sensibilité suffisante aux forces dynamiques de la machine. D'une manière générale, il faudra effectuer les mesurages dans deux sens radiaux orthogonaux sur chaque palier, comme illustré à la figure 1. Bien qu'il soit possible de placer les transducteurs dans n'importe quelle position angulaire sur les paliers, il est généralement préférable de les placer en positions horizontale et verticale.



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 10816-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f9bcede1-437e-4136-b5ad-10f2d642d7e6/iso-10816-2-1996

NOTE — Les mesurages axiaux ne concernent que les paliers de butée.

Figure 1 — Emplacements recommandés pour mesurer les vibrations sur le logement de palier

On pourra utiliser un seul transducteur sur un palier à la place de la paire de transducteurs orthogonaux généralement utilisée, dans la mesure où on saura que ce transducteur fournit des informations suffisantes sur l'amplitude des vibrations de la machine. Il est généralement nécessaire de prendre des précautions lorsqu'on évalue les vibrations avec un seul transducteur au niveau d'un plan de mesurage dans la mesure où le transducteur risque de ne pas être orienté de manière à donner une approximation suffisante de la valeur maximale au niveau de ce plan.

Il n'est pas habituel de mesurer les vibrations axiales au niveau des paliers supportant la charge radiale principale des turboalternateurs pour assurer une surveillance continue pendant le fonctionnement. Ce type de mesurage axial est essentiellement utilisé pour effectuer des contrôles périodiques des vibrations ou aux fins de diagnostic. La présente partie de l'ISO 10816 ne fournit aucun critère concernant les vibrations axiales. Toutefois, lorsque les vibrations axiales sont mesurées au niveau des paliers de butée, la sévérité vibratoire pourra être évaluée au moyen des critères applicables aux vibrations radiales.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4 Évaluation

L'ISO10816-1 donne une description générale des deux critères utilisés pour évaluer la sévérité vibratoire sur diverses catégories de machines. Un critère tient compte de l'amplitude des vibrations à large bande observées alors que l'autre tient compte des variations d'amplitude, qu'il s'agisse d'augmentations d'amplitude ou de réductions d'amplitude.

ISO 10816-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8b1a1d35-c4a4-436d-b5ab-102d6042d7e0/iso-10816-2-1996

4.1 Critère I: Amplitude des vibrations

Ce critère sert à définir les limites de l'amplitude absolue des vibrations en fonction des charges dynamiques acceptables sur les paliers et du niveau acceptable de transmission des vibrations au radier et à la fondation. L'amplitude maximale des vibrations observées au niveau de chaque palier ou support de palier est évaluée en fonction de quatre zones d'évaluation déterminées à partir de l'expérience internationale. L'amplitude maximale des vibrations mesurées constitue ce qu'on appelle la sévérité vibratoire.

4.1.1 Zones d'évaluation

Les zones d'évaluation suivantes ont été définies pour permettre d'effectuer une évaluation qualitative des vibrations d'une machine donnée et pour donner des directives quant aux éventuelles mesures à prendre.

Zone A: Les vibrations des machines récemment mises en service doivent normalement se situer dans cette zone.

Zone B: Les machines dont les vibrations se situent dans cette zone sont normalement considérées comme acceptables pour un service de longue durée sans la moindre restriction.

Zone C: Les machines dont les vibrations se situent dans cette zone sont normalement considérées comme non satisfaisantes pour un service de longue durée en continu. En général, la machine peut fonctionner dans ces conditions pendant une durée limitée, jusqu'à ce que l'occasion se présente pour prendre les mesures correctrices qui s'imposent.

Zone D: Les valeurs de vibrations constatées dans cette zone sont normalement considérées comme suffisamment importantes pour endommager la machine.

Les valeurs numériques affectées aux limites des zones ne sont pas destinées à servir de spécifications de «réception», ces dernières devant faire l'objet d'un accord entre le fabricant de la machine et le client. Toutefois, ces valeurs constituent des indications générales permettant d'éviter de graves anomalies ou l'application d'exigences excessives. Dans certains cas, des caractéristiques particulières peuvent être associées à une machine donnée et peuvent, de ce fait, nécessiter l'utilisation de valeurs différentes (supérieures ou inférieures) pour les limites de zones. Dans de telles circonstances, le fabricant devrait normalement en expliquer les raisons et devrait notamment confirmer que le fonctionnement de la machine à des valeurs de vibrations plus élevées ne présente aucun risque pour la machine.

4.1.2 Limites des zones d'évaluation

Les valeurs des limites de zones sont données dans le tableau A.1. Les valeurs limites de vibrations ont été déterminées à partir de données représentatives fournies par les constructeurs et les utilisateurs. Étant donné la dispersion considérable des données, les valeurs des limites de zones ne constituent que des recommandations. Si l'on a pu constater que le bon fonctionnement de la machine n'est pas menacé, il est admis d'appliquer des limites de zones plus élevées que celles qui sont indiquées dans le tableau A.1. Les valeurs indiquées dans le tableau A.1 s'appliquent au mesurage de vibrations radiales sur tous les paliers et au mesurage de vibrations axiales sur les paliers de butée, dans des conditions de fonctionnement à régime permanent, à la vitesse nominale.

La présente partie de l'ISO 10816 ne fournit aucune valeur de zone d'évaluation différente pour les turboalternateurs montés sur fondations rigides et fondations souples. Ceci est en accord avec l'ISO 7919-2 applicable aux vibrations des arbres pour la même catégorie de machine. Toutefois, l'ISO 7919-2 pourra être révisé de manière à donner des critères différents pour les turboalternateurs montés sur des radiers de béton et pour ceux montés sur des fondations plus légères en acier si une analyse plus poussée des données d'évaluation est justifiée pour de telles machines.

Le paramètre de mesurage commun pour l'évaluation de la sévérité vibratoire des machines est la vitesse de vibration. Le tableau A.1 donne les limites des zones d'évaluation en fonction de la vitesse efficace mesurée. Dans bien des cas, toutefois, il peut être courant de mesurer les vibrations avec des instruments qui sont gradués pour donner des vitesses de crête plutôt que des vitesses efficaces de vibrations. Si la forme d'onde des vibrations est essentiellement sinusoïdale, il existe une relation simple entre les valeurs de crête et les valeurs efficaces et les limites de zones du tableau A.1 peuvent alors simplement être exprimées en valeurs de crête.

Pour les grands turboalternateurs, il est courant que la fréquence des vibrations corresponde essentiellement à la fréquence de rotation de la machine. Dans ce cas, et lorsque l'on mesure les valeurs de crête plutôt que les valeurs efficaces des vibrations, il est possible de préparer un tableau équivalent au tableau A.1. Les limites de zones du tableau A.1 sont multipliées par un facteur égal à $\sqrt{2}$ pour obtenir ce tableau équivalent permettant d'évaluer la sévérité vibratoire de crête. À défaut, les valeurs de crête des vibrations mesurées peuvent être divisées par $\sqrt{2}$ et comparées aux critères en valeurs efficaces du tableau A.1.

4.2 Critère II: Variations d'amplitude des vibrations

Ce critère donne une estimation des variations d'amplitude des vibrations par rapport à une valeur de référence préalablement établie. Il peut se produire une variation considérable de l'amplitude des vibrations à large bande et cette variation peut nécessiter l'application de certaines mesures même lorsque la zone C du Critère I n'a pas été atteinte. Ces variations peuvent être instantanées ou progressives et peuvent être révélatrices d'un début d'endommagement ou d'une anomalie quelconque. Le critère II est spécifié en fonction de la variation d'amplitude des vibrations à large bande dans des conditions de fonctionnement à régime permanent. Ces conditions permettent de faibles variations de puissance de l'alternateur à la vitesse de fonctionnement normale.

Lorsque le Critère II est appliqué, il est indispensable que les mesurages de vibrations à comparer soient effectués au même endroit, selon une même orientation du capteur et approximativement dans les mêmes conditions de fonctionnement de la machine. Les variations considérables par rapport aux amplitudes de vibrations normales doivent être analysées de manière à éviter toute situation dangereuse. Lorsque la variation d'amplitude des vibrations (en plus ou en moins) est supérieure à 25 % de la valeur maximale de la zone B, cette variation doit être considérée comme significative. Il importe alors d'effectuer une analyse diagnostic visant à déterminer la raison de cette variation et les éventuelles mesures à prendre.

NOTE 2 La limite de 25 % est fournie à titre indicatif pour déterminer une variation considérable de l'amplitude des vibrations mais d'autres valeurs peuvent être utilisées en fonction de l'expérience accumulée avec une machine donnée.

4.3 Limites de fonctionnement

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 10816-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f9bcede1-437e-4136-b5ad-10f3d642d7e6/iso-10816-2-1996

Pour un service de longue durée, il est d'usage de déterminer des limites de vibration en service. Ces limites prennent la forme d'ALARMES et de DÉCLENCHEMENTS.

ALARMES: Pour avertir qu'une valeur définie de vibration a été atteinte ou qu'un changement significatif est intervenu et qu'il peut être nécessaire de prendre des mesures correctives. En cas de situation d'ALARME, la machine peut généralement continuer de fonctionner pendant qu'on effectue une analyse pour identifier la raison de la variation constatée au niveau des vibrations et pour définir les mesures correctives à prendre.

DÉCLENCHEMENTS: Pour spécifier l'amplitude des vibrations au-delà de laquelle la poursuite du fonctionnement de la machine peut provoquer une avarie. Lorsque la valeur DÉCLENCHEMENT est dépassée, il convient d'intervenir immédiatement pour réduire les vibrations ou d'arrêter la machine.

Différentes limites de fonctionnement reflétant les différences de charge dynamique et la rigidité des supports peuvent être spécifiées pour différents points et différentes orientations de mesurage.

4.3.1 Positionnement des ALARMES

Pour différentes machines, les valeurs d'ALARME peuvent varier considérablement vers le haut ou vers le bas. Normalement, les valeurs choisies doivent être

déterminées par rapport à une valeur de référence fixée par expérience, pour le point ou l'orientation du mesurage sur la machine concernée.

Il est conseillé de fixer la valeur d'ALARME au-dessus de la valeur de référence, cette augmentation par rapport au niveau de référence correspond à 25 % de la limite supérieure de la zone B. Si la valeur de référence est faible, la valeur d'ALARME peut être inférieure à la zone C.

Dans le cas où aucune valeur de référence n'a été définie (par exemple pour une machine neuve), le positionnement initial de l'ALARME doit être fonction de l'expérience accumulée avec d'autres machines similaires ou de valeurs de réception convenues. Au bout d'un certain temps, la valeur de référence en régime permanent doit être fixée et le positionnement de l'ALARME modifié en conséquence.

Lorsque le signal correspondant à la valeur de référence est irrégulier et non répétable, il convient d'adopter une méthode de calcul de la moyenne temporelle du signal. Pour cela on pourra avoir recours à un ordinateur.

Il est conseillé de ne pas donner à la limite d'ALARME une valeur supérieure à 1,25 fois la limite supérieure de la zone B.

Si la valeur de référence en régime permanent change (après réparation de la machine, par exemple), le positionnement de l'ALARME peut être revu en conséquence. Différents positionnements de l'alarme en service peuvent alors exister pour différents paliers de la machine de manière à refléter les différences de charge dynamique et de rigidité des supports de paliers.

Un exemple de détermination des valeurs d'ALARME est donné dans l'annexe B.

4.3.2 Positionnement des DÉCLENCHEMENTS

Les valeurs des DÉCLENCHEMENTS seront généralement liées à l'intégrité mécanique de la machine et dépendront des caractéristiques spécifiques de conception introduites pour permettre à la machine de résister à des efforts dynamiques anormaux. Les valeurs utilisées doivent donc généralement être les mêmes pour toutes les machines de conception similaire et ne doivent normalement pas dépendre de la valeur de référence en régime permanent utilisée pour le positionnement des ALARMES.

Il peut toutefois y avoir des différences entre machines de conception différente et il n'est pas possible de donner des lignes directrices concernant les valeurs de DÉCLENCHEMENT absolues. En général, la valeur du déclenchement doit se situer dans la zone C ou D mais il est recommandé de ne pas donner au DÉCLENCHEMENT une valeur supérieure à 1,25 fois la limite supérieure de la zone C.

4.4 Procédures/critères supplémentaires

Le mesurage et l'évaluation des vibrations proposés dans la présente partie de l'ISO 10816 peuvent être complétés, voire remplacés, par le mesurage des vibrations des arbres et par les critères applicables donnés dans l'ISO 7919-2. Il importe toutefois de reconnaître qu'il n'est pas facile d'établir une relation entre les vibrations de palier et les vibrations de l'arbre, ou vice versa. La différence entre les mesurages absolus et relatifs de l'arbre dépend des vibrations du palier, mais elle peut ne pas lui être numériquement égale en raison des différences angulaires de phase. Par conséquent, lorsqu'on applique à la fois les critères de la présente partie de l'ISO 10816 et ceux de l'ISO 7919-2 pour évaluer les vibrations de la machine, il importe d'effectuer des mesurages indépendants des vibrations de l'arbre et du palier. Si l'application des différents critères conduit à différentes évaluations de la sévérité vibratoire, c'est généralement la classification la plus restrictive qui est appliquée.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 10816-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f9bcede1-437e-4136-b5ad-10f2d642d7e6/iso-10816-2-1996

4.5 Évaluation basée sur les informations relatives au vecteur de vibration

L'évaluation envisagée dans la présente partie de l'ISO 10816 est limitée aux vibrations à large bande sans qu'il soit tenu compte de la fréquence ou de la phase. Dans la plupart des cas, cela suffira pour les essais de réception et pour les besoins de la surveillance en fonctionnement. Toutefois, pour le contrôle de l'état à long terme et pour les diagnostics, l'utilisation des informations relatives aux vecteurs de vibrations est particulièrement utile pour détecter et définir les fluctuations de l'état dynamique de la machine. Dans certains cas, ces fluctuations passeraient inaperçues si on se contentait de mesurages des vibrations à large bande (voir, par exemple, l'ISO 10816-1).

On utilise de plus en plus les informations fréquentielles et de phase pour la surveillance et le diagnostic. Toutefois, la spécification des critères applicables dans ce cas n'entre pas dans le cadre de la présente partie de l'ISO 10816.