

INTERNATIONAL STANDARD

**ISO
2041**

NORME INTERNATIONALE

Second edition
Deuxième édition
1990-08-01

Vibration and shock — Vocabulary

Vibrations et chocs — Vocabulaire



Reference number
Numéro de référence
ISO 2041 : 1990 (E/F)

Contents

	Page
Foreword	iii
Scope	1
1 General	1
2 Vibration	13
3 Mechanical shock	26
4 Transducers for shock and vibration measurement	29
5 Data processing	31
Annexes	
A Mathematical terms	38
B Auxiliary terminology	46
C Schema for arranging vibration terms	51
Alphabetical indexes	
English	52
French	57

Sommaire

	Page
Avant-propos	iii
Domaine d'application	1
1 Généralités	1
2 Vibrations	13
3 Chocs mécaniques	26
4 Transducteurs pour le mesurage des chocs et des vibrations	29
5 Traitement des données	31
Annexes	
A Termes mathématiques	38
B Terminologie annexe	46
C Schéma de présentation des termes s'appliquant aux vibrations	51
Index alphabétiques	
Anglais	52
Français	57

© ISO 1990

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher./Droits de reproduction réservés. 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.

International Organization for Standardization

Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland

Printed in Switzerland/Imprimé en Suisse

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

International Standard ISO 2041 was prepared by Technical Committee ISO/TC 108, *Mechanical vibration and shock*.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 2041 : 1975), of which it constitutes a technical revision.

Annexes A to C of this International Standard are for information only.

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.

La Norme internationale ISO 2041 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 2041 : 1975), dont elle constitue une révision technique.

Les annexes A à C de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

This page intentionally left blank

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 2041:1990

Vibration and shock — Vocabulary

Scope

This International Standard defines terms, in English and French, relating to vibration and shock. An alphabetical index is provided for each of the two languages.

1 General

1.1 displacement; relative displacement: A vector quantity that specifies the change of position of a body, or particle, with respect to a reference frame.

NOTES

- 1 The reference frame is usually a set of axes at a mean position or a position of rest. In general, the displacement can be represented by a rotation vector, a translation vector, or both.
- 2 A displacement is designated as **relative displacement** if it is measured with respect to a reference frame other than the primary reference frame designated in the given case. The **relative displacement** between two points is the vector difference between the displacements of the two points.

1.2 velocity; relative velocity: A vector that specifies the time-derivative of displacement.

NOTES

- 1 The reference frame is usually a set of axes at a mean position or a position of rest. In general, the velocity can be represented by a rotation vector, a translation vector, or both.
- 2 A velocity is designated as **relative velocity** if it is measured with respect to a reference frame other than the primary reference frame designated in a given case. The **relative velocity** between two points is the vector difference between the velocities of the two points.

1.3 acceleration: A vector that specifies the time-derivative of velocity.

NOTES

- 1 The reference frame is usually a set of axes at a mean position or a position of rest. In general, the acceleration can be represented by a rotation vector, a translation vector, or both.
- 2 An acceleration is designated as **relative acceleration** if it is measured with respect to a reference frame other than the inertial reference frame designated in a given case. The **relative acceleration** between two points is the vector difference between the accelerations of the two points.

Vibrations et chocs — Vocabulaire

Domaine d'application

La présente Norme internationale définit, en anglais et en français, les termes relatifs aux vibrations et aux chocs. Un index alphabétique est donné dans les deux langues.

1 Généralités

1.1 déplacement; déplacement relatif: Grandeur vectorielle qui définit le changement de position d'un corps ou d'un point matériel par rapport à un système de référence.

NOTES

- 1 Le système de référence est habituellement un système d'axes se rapportant à une position moyenne ou à une position de repos. En général, le déplacement peut être représenté par un vecteur rotation, un vecteur translation ou les deux.
- 2 Un déplacement est dit **déplacement relatif** s'il est mesuré par rapport à un système de référence autre que le système de référence absolu que l'on a choisi. Le **déplacement relatif** entre deux points est la différence vectorielle entre les déplacements de ces deux points.

1.2 vitesse; vitesse relative: Vecteur qui représente la dérivée du déplacement par rapport au temps.

NOTES

- 1 Le système de référence est habituellement un système d'axes se rapportant à une position moyenne ou à une position de repos. En général, la vitesse peut être représentée par un vecteur rotation, un vecteur translation ou les deux.
- 2 Une vitesse est dite **vitesse relative**, si elle est mesurée dans un système de référence autre que le système de référence absolu que l'on a choisi. La **vitesse relative** entre deux points est la différence vectorielle entre les vitesses de ces deux points.

1.3 accélération: Vecteur qui représente la dérivée d'une vitesse par rapport au temps.

NOTES

- 1 Le système de référence est habituellement un système d'axes se rapportant à une position moyenne ou à une position de repos. En général, l'accélération peut être représentée par un vecteur rotation, un vecteur translation ou les deux.
- 2 Une accélération est dite **accélération relative** si elle est mesurée par rapport à un système de référence autre que le système de référence d'inertie que l'on a choisi. L'**accélération relative** entre deux points est la différence vectorielle entre les accélérations de ces deux points.

3 Various self-explanatory modifiers, such as peak, average, and r.m.s. (root-mean-square), are often used. The time intervals over which the average or root-mean-square values are taken should be indicated or implied.

4 Acceleration may be oscillatory, in which case simple harmonic components can be defined by the acceleration amplitude (and frequency), or random, in which case the r.m.s. acceleration (and bandwidth and probability density distribution) can be used to define the probability that the acceleration will have values within any given range. Accelerations of short time duration are defined as transient accelerations. Non-oscillatory accelerations are defined as sustained accelerations, if of long duration, or as acceleration pulses, if of short duration.

1.4 acceleration of gravity, g : The acceleration produced by the force of gravity at the surface of the Earth. It varies with the latitude and elevation of the point of observation.

NOTES

1 By international agreement, the value $9,806\,65\text{ m/s}^2$ ($= 980,665\text{ cm/s}^2 = 386,089\text{ in/s}^2 = 32,174\,0\text{ ft/s}^2$) has been chosen as the standard acceleration due to gravity (g).

2 Acceleration magnitude is frequently expressed as a multiple of g .

1.5 jerk: A vector that specifies the time-derivative of acceleration.

1.6 inertial reference system; inertial reference frame: A coordinate system in which the laws of inertia (classical mechanics) are valid.

NOTE — An inertial reference system signifies a coordinate system which is fixed in space and, thus, not accelerating.

1.7 inertia force; inertial force: The reaction force exerted by a mass when it is being accelerated.

1.8 oscillation: The variation, usually with time, of the magnitude of a quantity with respect to a specified reference when the magnitude is alternately greater and smaller than some mean value.

1.9 sound:

(1) The sensation of hearing excited by an acoustic oscillation.

(2) Acoustic oscillation of such a character as to be capable of exciting the sensation of hearing.

(3) An oscillation in pressure, stress, particle velocity, etc., in a medium with internal forces.

1.10 acoustics: The science and technology of sound, including its production, transmission and effects.

1.11 environment: The aggregate, at a given moment, of all external conditions and influences to which a system is subjected. [See *induced environment* (1.12) and *natural environment* (1.13).]

3 On utilise souvent des qualificatifs qui se comprennent d'eux-mêmes tels que crête, moyenne, valeur efficace (valeur moyenne quadratique). Les intervalles de temps pendant lesquels on prend les valeurs moyennes ou les valeurs quadratiques devraient être indiqués ou implicitement connus.

4 L'accélération peut être périodique, auquel cas on peut définir les harmoniques par des amplitudes d'accélération (et des fréquences), ou bien aléatoire, auquel cas on peut utiliser la valeur efficace de l'accélération (ainsi que la largeur de bande et la distribution statistique de la densité spectrale) afin de définir quelle probabilité il y a pour que les valeurs de l'accélération se situent dans une gamme donnée. Les accélérations de courte durée sont définies comme accélérations transitoires. Les accélérations non périodiques, si elles sont de courte durée, se définissent de la même manière que des accélérations d'impulsion et, si elles sont de longue durée, de la même manière que des accélérations entretenues.

1.4 accélération due à la pesanteur, g : Accélération due à la force de gravité à la surface de la terre. Elle varie avec la latitude et la hauteur du point d'observation.

NOTES

1 Par accord international, la valeur $9,806\,65\text{ m/s}^2$ ($= 980,665\text{ cm/s}^2 = 386,089\text{ in/s}^2 = 32,174\,0\text{ ft/s}^2$) a été choisie pour l'accélération normale due à la pesanteur (g).

2 L'intensité d'une accélération est souvent exprimée par un multiple de g .

1.5 saccade; jerk: Vecteur qui représente la dérivée par rapport au temps de l'accélération.

1.6 trièdre de référence d'inertie; système de référence d'inertie: Système de coordonnées dans lequel les lois de l'inertie sont applicables (mécanique classique).

NOTE — Un trièdre de référence d'inertie est un système de coordonnées qui est fixé dans l'espace et, par conséquent, ne subit pas d'accélération.

1.7 force d'inertie: Force de réaction d'une masse lorsqu'elle est soumise à une accélération.

1.8 oscillation: Variation, habituellement en fonction du temps, de l'intensité par rapport à une valeur de référence prescrite, lorsque l'intensité varie autour d'une certaine valeur moyenne.

1.9 son:

(1) Sensation auditive engendrée par une onde acoustique.

(2) Vibration acoustique capable d'éveiller une sensation auditive.

(3) Une oscillation de pression, de contrainte, de vitesse de particule, etc. dans un milieu, champ de forces internes.

1.10 acoustique: Partie de la science et de la technique relative à l'étude des sons et concernant leur production, leur propagation et leurs effets.

1.11 environnement: Ensemble, à un moment donné, de toutes les conditions et influences extérieures auxquelles un système est soumis. [Voir *environnement induit* (1.12) et *environnement naturel* (1.13).]

1.12 induced environment: Those conditions external to a system generated as a result of the operation of the system.

1.13 natural environment: Those conditions generated by the forces of nature and the effects of which are experienced by a system when it is at rest as well as when it is in operation.

1.14 preconditioning: The climatic and/or mechanical and/or electrical treatment procedure which may be specified for a particular system so that it attains a defined state.

1.15 conditioning: The climatic and/or mechanical and/or electrical conditions to which a system is subjected in order to determine the effect of such conditions upon it.

1.16 excitation; stimulus: An external force (or other input) applied to a system that causes the system to respond in some way.

1.17 response (of a system): A quantitative expression of the output of the system.

1.18 transmissibility: The non-dimensional ratio of the response amplitude of a system in steady-state forced vibration to the excitation amplitude. The ratio may be one of forces, displacements, velocities or accelerations.

1.19 overshoot (undershoot): If the output of a system is changed from a steady value A to a steady value B by varying the input, such that value B is greater (less) than A , then the response is said to overshoot (undershoot) when the maximum (minimum) transient response exceeds (is less than) value B .

NOTE — The difference between the maximum (minimum) transient response and the value B is the value of the overshoot (undershoot).

1.20 system: An aggregate of the relevant and/or constituent parts of a device.

1.21 linear system: A system in which the response is proportional to the magnitude of the excitation.

NOTE — This definition implies that the dynamic properties of each element in the system can be represented by a set of linear differential equations with constant coefficients, and that the principle of superposition can be applied to the system.

1.22 mechanical system: An aggregate of matter comprising a defined configuration of mass, stiffness and damping.

1.23 foundation: A structure that supports a mechanical system. It may be fixed in a specified reference frame or it may undergo a motion that provides excitation for the supported system.

1.12 environnement induit: Conditions externes à un système et engendrées par son fonctionnement.

1.13 environnement naturel: Conditions engendrées par les phénomènes naturels et dont les effets sont ressentis par le système, qu'il soit au repos ou en fonctionnement.

1.14 préconditionnement: Procédé de traitement climatique et/ou mécanique et/ou électrique qui peut être spécifié pour un certain système afin qu'il atteigne un certain état défini.

1.15 conditionnement: Conditions climatiques et/ou mécaniques et/ou électriques auxquelles un système est soumis dans le but de déterminer l'effet produit.

1.16 excitation: Sollicitation extérieure (ou autre impulsion) appliquée à un système qui amène celui-ci à répondre d'une certaine façon.

1.17 réponse (d'un système): Expression quantitative de la sortie d'un système.

1.18 facteur de transmission: Rapport sans dimension du module de la réponse d'un système en régime stabilisé de vibration forcée au module d'excitation. Ce peut être un rapport de forces, de déplacements, de vitesses ou d'accéléérations.

1.19 sur-dépassement (sous-dépassement): Si, pour une variation de l'entrée, la sortie d'un système est modifiée, après stabilisation, d'une valeur A à une valeur B , la valeur B étant plus grande (petite) que la valeur A , on dit que la réponse sur-dépasse (sous-dépasse) lorsque la réponse transitoire maximale (minimale) est plus grande (petite) que la valeur B .

NOTE — La différence entre la réponse maximale (minimale) transitoire et la valeur B est la valeur du sur-dépassement (sous-dépassement).

1.20 système: Ensemble des éléments pertinents et/ou constitutifs d'un même dispositif.

1.21 système linéaire: Système pour lequel la réponse est proportionnelle à la valeur de l'excitation.

NOTE — Cette définition implique que le comportement dynamique de chaque élément du système peut être représenté par un ensemble d'équations différentielles linéaires à coefficients constants, et que l'on peut appliquer le principe de superposition à ce système.

1.22 système mécanique: Ensemble matériel défini par une configuration de masse, de raideur et d'amortissement.

1.23 fondation; assise: Structure qui supporte un système mécanique. Elle peut être fixe par rapport à un système de référence prescrit ou en mouvement et de ce fait imposer une excitation au système supporté.

1.24 seismic system: A system consisting of a mass attached to a reference base by one or more flexible elements. Damping is normally included.

NOTES

- 1 Seismic systems are usually idealized as single degree-of-freedom systems with viscous damping.
- 2 The natural frequencies of the mass as supported by the flexible elements are relatively low for seismic systems associated with displacement or velocity pick-ups, and are relatively high for acceleration pick-ups, as compared with the range of frequencies to be measured.
- 3 When the natural frequency of the seismic system is low relative to the frequency range of interest, the mass of the seismic system may be considered to be at rest over this range of frequencies.

1.25 equivalent system: A system that may be substituted for another system for the purpose of analysis.

NOTE — Many types of equivalence are common in vibration and shock technology:

- a) equivalent stiffness;
- b) equivalent damping;
- c) torsional system equivalent to a translational system;
- d) electrical or acoustical system equivalent to a mechanical system, etc.

1.26 degrees of freedom: The number of degrees of freedom of a mechanical system is equal to the minimum number of independent generalized coordinates required to define completely the configuration of the system at any instant of time.

1.27 single degree-of-freedom system: A system requiring but one coordinate to define completely its configuration at any instant.

1.28 multi-degree-of-freedom system: A system for which two or more coordinates are required to define completely the configuration of the system at any instant.

1.29 continuous system; distributed system: A system having an infinite number of possible independent configurations.

NOTE — The configuration of a continuous system is specified by a function of a continuous spatial variable, or variables, in contrast to a discrete or lumped parameter system which requires only a finite number of coordinates to specify its configuration.

1.30 centre of gravity: That point through which passes the resultant of the weights of its component particles for all orientations of the body with respect to a gravitational field.

NOTE — If the field is uniform, the centre of gravity coincides with the *centre of mass* (1.31).

1.31 centre of mass: That point associated with a body which has the property that an imaginary particle placed at this point with a mass equal to the mass of a given material system has a first moment with respect to any plane equal to the corresponding first moment of the system.

1.24 système sismique: Système constitué par une masse reliée à une base de référence par un ou plusieurs éléments flexibles. L'amortissement est généralement compris.

NOTES

- 1 Habituellement, on schématise un système sismique en l'assimilant à un système à un degré de liberté avec un amortissement visqueux.
- 2 Les fréquences propres des systèmes sismiques associés aux capteurs de déplacement ou de vitesse sont relativement basses en comparaison des fréquences à mesurer; elles sont relativement élevées pour les capteurs d'accélération.
- 3 Lorsque la fréquence propre du système sismique est basse par rapport au domaine de fréquences représentatif, la masse du système sismique peut être considérée comme étant en repos dans ce domaine de fréquences.

1.25 système équivalent: Système qui peut être substitué à un autre dans un but d'analyse.

NOTE — On rencontre un grand nombre d'équivalences dans la technologie des vibrations et dans celle des chocs:

- a) raideur équivalente;
- b) amortissement équivalent;
- c) système de torsion équivalent à un système de translation;
- d) système électrique ou acoustique équivalent à un système mécanique, etc.

1.26 degrés de liberté: Le nombre de degrés de liberté d'un système mécanique est égal au nombre minimal de coordonnées généralisées indépendantes qui sont nécessaires pour définir complètement et à tout instant l'état du système.

1.27 système à un seul degré de liberté: Système n'exigeant qu'une coordonnée pour définir complètement son état à un instant donné quelconque.

1.28 système à plusieurs degrés de liberté: Système exigeant deux coordonnées ou davantage pour définir complètement son état à un instant donné quelconque.

1.29 système continu; système à constantes réparties: Système ayant un nombre infini de configurations indépendantes possibles.

NOTE — L'état d'un système continu est déterminé par une fonction d'une ou de plusieurs variables spatiales continues contrairement à un système à paramètres discrets ou localisés qui n'exige qu'un nombre limité de coordonnées pour déterminer son état.

1.30 centre de gravité: Point par lequel passe la résultante des forces de gravité de ses composantes particulières pour toute orientation du corps dans un champ de gravité.

NOTE — Si le champ est uniforme, le centre de gravité coïncide avec le *centre de masse* (1.31).

1.31 centre de masse: Point d'un système tel que le moment par rapport à un plan quelconque d'une particule imaginaire, située en ce point, de masse égale à la masse du système, soit égal au moment du premier ordre correspondant du système.

1.32 principal axes of inertia: For each set of Cartesian coordinates at a given point, the values of the six moments of inertia of a body $I_{x_i x_j}$ ($i, j = 1, 2, 3$) are in general unequal; for one such coordinate system, the products of inertia $I_{x_i x_j}$ ($i \neq j$) vanish. The values of $I_{x_i x_j}$ ($i = j$) for this particular coordinate system are called the **principal moments of inertia** and the corresponding coordinate directions are called the **principal axes of inertia**.

NOTES

$$1 \quad I_{x_i x_j} = \int x_i x_j \, dm \text{ for } i \neq j$$

$$I_{x_i x_j} = \int (r^2 - x_i^2) \, dm \text{ for } i = j$$

where $r^2 = \sum_{i=1}^3 x_i^2$ and x_i and x_j are Cartesian coordinates.

2 If the point is the centre of mass of the body, the axes and moments are called **central principal axes** and **central principal moments of inertia**.

3 In balancing, the term "principal inertia axis" is used to designate the one central principal axis (of the three such axes) most nearly coincident with the shaft axis of the rotor and is sometimes referred to as the "balance axis" or the "mass axis".

1.33 stiffness, k : The ratio of change of force (or torque) to the corresponding change in translational (or rotational) displacement of an elastic element.

1.34 compliance: The reciprocal of stiffness.

1.35 neutral surface (of a beam in simple flexure): That surface in which there is no longitudinal stress.

NOTE — It should be stated whether or not the neutral surface is a result of the flexure alone, or whether it is a result of the flexure and other superimposed loads.

1.36 neutral axis (of a beam in simple flexure): The trace of the neutral surface on any cross-section of the beam.

1.37 transfer function (of a system): A mathematical relation between the output (or response) and the input (or excitation) of the system.

NOTE — It is usually given as a function of frequency, and is usually a complex function. [See *response* (1.17), *transmissibility* (1.18), *transfer impedance* (1.44) and *frequency response* (B.13).]

1.38 complex excitation: An excitation having real and imaginary parts.

NOTES

1 The concepts of complex excitations and responses were evolved historically in order to simplify calculations. The actual excitation and response are the real parts of the complex excitation and response. If the system is linear, the concept is valid because superposition holds in such a situation.

2 This term should not be confused with excitation by a **complex vibration**, or vibration of **complex waveform**. The use of the term "complex vibration" in this sense is deprecated.

1.32 axes principaux d'inertie: À chaque repère de coordonnées cartésiennes, d'origine donnée quelconque, correspondent six moments d'inertie d'un corps $I_{x_i x_j}$ ($i, j = 1, 2, 3$) dont les valeurs sont généralement inégales; pour un certain repère de coordonnées, les produits d'inertie $I_{x_i x_j}$ ($i \neq j$) s'annulent. Les moments $I_{x_i x_j}$ ($i = j$) avec ce repère de coordonnées particulier sont les **moments principaux d'inertie** et les axes de ce repère sont appelés **axes principaux d'inertie**.

NOTES

$$1 \quad I_{x_i x_j} = \int x_i x_j \, dm \text{ pour } i \neq j$$

$$I_{x_i x_j} = \int (r^2 - x_i^2) \, dm \text{ pour } i = j$$

où $r^2 = \sum_{i=1}^3 x_i^2$ et x_i, x_j sont des coordonnées cartésiennes.

2 Si l'origine est le centre de masse du corps, les axes et les moments s'appellent **axes principaux centraux** et **moments principaux centraux d'inertie**.

3 En équilibrage, l'expression « axe d'inertie principal » est utilisée pour désigner l'un des trois axes principaux centraux, proche de l'axe du rotor et que l'on désigne parfois par « axe d'équilibrage » ou « axe de masse ».

1.33 raideur, k : Rapport entre une variation de force (ou de couple) et la variation correspondante du déplacement en translation (ou en rotation) d'un élément élastique.

1.34 souplesse: Inverse de la raideur.

1.35 surface neutre (d'une poutre en flexion simple): Surface au niveau de laquelle il n'y a pas de contrainte longitudinale.

NOTE — On devrait indiquer si la surface neutre résulte de la flexion seule ou de la flexion et d'autres charges superposées.

1.36 fibre neutre (d'une poutre en flexion simple): Trace sur la surface neutre de toute section transversale de la poutre.

1.37 fonction de transfert (d'un système): Relation mathématique entre la grandeur de sortie (ou réponse) et la grandeur d'entrée (ou excitation) du système.

NOTE — Elle est généralement donnée en fonction de la fréquence et c'est habituellement une fonction complexe. [Voir *réponse* (1.17), *facteur de transmission* (1.18), *impédance de transfert* (1.44) et *réponse en fréquence* (B.13).]

1.38 excitation complexe: Excitation comportant une partie réelle et une partie imaginaire.

NOTES

1 Les concepts de réponses et d'excitations complexes proviennent à l'origine de la simplification des méthodes de calcul. Les excitations et réponses réelles sont les parties réelles des excitations et des réponses complexes. Si le système est linéaire, la validité de ce concept tient au principe de superposition.

2 Ce terme ne devrait pas être confondu avec l'excitation par une **vibration complexe** ou **vibration de forme complexe**. L'usage du terme « vibration complexe » dans cette acception est déconseillé.

1.39 complex response: The response of a linear system to a complex excitation. [See the notes under *complex excitation* (1.38).]

1.40 complex system parameter: A complex quantity that is, or is derived from, the ratio of complex excitation to complex response.

NOTE — Electrical and mechanical impedances are examples of complex system parameters.

1.41 impedance: The ratio of a harmonic excitation of a system to its response (in consistent units), both of which are complex quantities and both of whose arguments increase linearly with time at the same rate. The term generally applies only to linear systems. [See *mechanical impedance* (1.42).]

NOTES

1 The concept is extended to non-linear systems where the term **incremental impedance** is used to describe a similar quantity.

2 The terms and definitions relating to impedance apply to systems undergoing sinusoidal vibrations only.

1.42 mechanical impedance: At a point in a mechanical system, the complex ratio of force to velocity where the force and velocity may be taken at the same or different points in the same system during simple harmonic motion.

NOTE — For the case of torsional mechanical impedance, the words “force” and “velocity” should be replaced by “torque” and “angular velocity”.

1.43 direct impedance; driving-point impedance: In a mechanical sense, the complex ratio of the force to velocity taken at the same point in a mechanical system during simple harmonic motion. [See the notes under *impedance* (1.41) and *mechanical impedance* (1.42).]

1.44 transfer impedance: In a mechanical sense, the complex ratio of the force taken at one point in a mechanical system to the velocity taken at another point in the same system during simple harmonic motions. [See the notes under *impedance* (1.41) and *mechanical impedance* (1.42).]

1.45 free impedance: The ratio of the applied excitation force phasor to the resulting velocity phasor with all other connection points of the system free, i.e. having zero restraining forces. Free impedance is the arithmetic reciprocal of a single element of the mobility matrix.

NOTES

1 Historically, often no distinction has been made between blocked impedance and free impedance. Caution should, therefore, be exercised in interpreting published data.

2 While experimentally determined free impedances could be assembled into a matrix, this matrix would be quite different from the blocked impedance matrix resulting from mathematical modelling of the structure and, therefore, would not conform to the requirements for using mechanical impedance in an overall theoretical analysis of the system.

1.39 réponse complexe: Réponse d'un système linéaire à une excitation complexe. [Voir les notes sous *excitation complexe* (1.38).]

1.40 paramètre complexe d'un système: Grandeur complexe qui est le rapport d'une excitation complexe à une réponse complexe ou qui en est dérivé.

NOTE — Des impédances électriques et mécaniques sont des exemples de paramètres complexes d'un système.

1.41 impédance: Rapport d'une excitation harmonique d'un système à sa réponse (en unités cohérentes), les deux étant des grandeurs complexes dont les arguments sont des fonctions linéaires croissantes du temps, de même pente. En général ce terme est utilisé uniquement dans les systèmes linéaires. [Voir *impédance mécanique* (1.42).]

NOTES

1 Ce concept s'étend aux systèmes non linéaires pour lesquels l'expression **impédance incrémentale** est utilisée pour décrire une grandeur similaire.

2 Les termes et définitions relatifs à l'impédance ne s'appliquent que dans le cas de systèmes soumis à des vibrations sinusoïdales.

1.42 impédance mécanique: En un point d'un système mécanique, rapport complexe de la force à la vitesse, la force et la vitesse pouvant être mesurées au même point ou dans des points différents du même système animé d'un mouvement harmonique simple.

NOTE — Dans le cas d'une impédance mécanique en torsion, les mots « force » et « vitesse » devraient être remplacés par « couple » et « vitesse angulaire ».

1.43 impédance directe; impédance au point d'application: En mécanique, rapport complexe de la force à la vitesse mesurées au même point dans un système mécanique animé d'un mouvement harmonique simple. [Voir les notes sous *impédance* (1.41) et *impédance mécanique* (1.42).]

1.44 impédance de transfert: En mécanique, rapport complexe de la force mesurée en un point d'un système mécanique à la vitesse prise en un autre point dans le même système animé de mouvements harmoniques simples. [Voir les notes sous *impédance* (1.41) et *impédance mécanique* (1.42).]

1.45 impédance libre: Rapport du vecteur tournant de la force d'excitation au vecteur tournant de la vitesse résultante, tous les autres points de connexion du système étant libres, c'est-à-dire ayant des forces de contrainte nulle. L'impédance libre est l'inverse arithmétique d'un élément unique de la matrice de mobilité.

NOTES

1 Par le passé, on a rarement fait la distinction entre impédance bloquée et impédance libre. Il faudrait donc faire attention lorsqu'on interprète les données publiées.

2 Alors que les impédances libres déterminées expérimentalement pourraient être regroupées en une matrice, celle-ci serait tout à fait différente de la matrice d'impédance bloquée résultant de la modélisation mathématique de la structure et ne serait donc pas conforme aux exigences portant sur l'utilisation de l'impédance mécanique dans une analyse théorique globale du système.

1.46 loaded impedance: The loaded electrical impedance of a transducer, or the loaded driving-point mechanical impedance of a structure, is the impedance at the input when the output is connected to its normal load or structure.

1.47 blocked impedance, Z_{ij} : The blocked electrical impedance of a transducer, or the blocked driving-point mechanical impedance of a structure, is the impedance at the input when the output is connected to a load of infinite mechanical impedance.

NOTES

1 Blocked impedance is the frequency-response function formed by the ratio of the phasor of the blocking or driving-point force response at point i to the phasor of the applied excitation velocity at point j , with all other measurement points on the structure "blocked", i.e. constrained to have zero velocity. All forces and moments required to constrain fully all points of interest on the structure have to be measured in order to obtain a valid blocked impedance matrix.

2 Any changes in the number of measurement points or their location will change the blocked impedances at all measurement points.

3 The primary usefulness of blocked impedance is in the mathematical modelling of a structure using lumped mass, stiffness and damping elements or finite element techniques. When combining or comparing such mathematical models with experimental mobility data, it is necessary to convert the analytical blocked impedance matrix into a mobility matrix or *vice versa*.

1.48 frequency-response function: The frequency-dependent ratio of the motion-response phasor to the phasor of the excitation force.

NOTES

1 Frequency-response functions are properties of linear dynamic systems which do not depend on the type of excitation function. Excitation can be harmonic, random, or transient functions of time. The test results obtained with one type of excitation can thus be used for predicting the response of the system to any other type of excitation.

2 Linearity of the system is a condition which, in practice, will be met only approximately, depending on the type of system and on the magnitude of the input. Care has to be taken to avoid non-linear effects, particularly when applying impulse excitation. Structures which are known to be non-linear (for example certain riveted structures) should not be tested with impulse excitation and great care is required when using random excitation for testing such structures.

3 Motion may be expressed in terms of either velocity, acceleration or displacement; the corresponding frequency-response function designations are *mobility*, *accelerance* and *dynamic compliance* or *impedance*, *effective mass* and *dynamic stiffness*, respectively (see table 1).

1.49 frequency range of interest: Span, in hertz, from the lowest frequency to the highest frequency at which, say, mobility data are to be obtained in a given test series.

1.46 impédance de charge: L'impédance de charge électrique d'un transducteur ou l'impédance de charge mécanique d'un point d'application d'une structure est l'impédance d'entrée lorsqu'on relie la sortie à sa charge normale ou à sa structure.

1.47 impédance bloquée, Z_{ij} : L'impédance bloquée électrique d'un transducteur ou l'impédance bloquée mécanique d'un point d'application d'une structure est l'impédance d'entrée, lorsque l'on relie la sortie à une charge d'impédance mécanique infinie.

NOTES

1 L'impédance bloquée est la fonction de réponse en fréquence constituée par le rapport du vecteur tournant de la réponse en force au point d'application ou de blocage au point i , au vecteur tournant de la vitesse d'excitation appliquée au point j , tous les autres points de mesurage sur la structure étant « bloqués », c'est-à-dire contraints d'avoir une vitesse nulle. Toutes les forces et moments requis pour contraindre entièrement tous les points concernés de la structure devraient être mesurés afin d'obtenir une matrice d'impédance bloquée valable.

2 Toute modification du nombre de points de mesurage ou de leur emplacement modifiera les impédances bloquées de tous les points de mesurage.

3 Une impédance bloquée est principalement utile dans la modélisation mathématique utilisant des éléments de masse ponctuelle, de rigidité et d'amortissement ou des techniques d'éléments finis. Lorsque l'on combine ou que l'on compare ces modèles mathématiques avec des données expérimentales de mobilité, il est nécessaire de convertir la matrice analytique d'impédance bloquée en une matrice de mobilité, ou *vice versa*.

1.48 fonction de réponse en fréquence: Rapport sélectif entre le vecteur tournant de réponse au mouvement et le vecteur tournant de la force d'excitation.

NOTES

1 Les fonctions de réponse en fréquence sont des propriétés des systèmes dynamiques linéaires qui ne dépendent pas du type de fonction d'excitation. L'excitation peut être une fonction du temps harmonique, aléatoire ou transitoire. Les résultats d'essai obtenus avec un type d'excitation peuvent donc être utilisés pour prévoir la réponse du système à tout autre type d'excitation.

2 La linéarité du système est une condition qui, dans la pratique, n'est respectée que de façon approximative selon le type de système et l'amplitude de l'entrée. Il faudrait prendre soin d'éviter les effets non linéaires, surtout lorsqu'on applique une excitation impulsionnelle. Les structures qui sont reconnues comme non linéaires (par exemple certaines structures rivetées) ne devraient pas être soumises à des essais avec une excitation impulsionnelle et il convient de faire très attention lorsqu'on utilise une excitation aléatoire pour essayer ces structures.

3 Le mouvement peut s'exprimer en termes de vitesse, d'accélération ou de déplacement. Les désignations correspondantes de la fonction de réponse en fréquence sont respectivement la *mobilité*, l'*accéléranse* et la *souplesse dynamique* ou l'*impédance*, la *masse effective* et la *raideur dynamique* (voir tableau 1).

1.49 domaine de fréquence représentatif: Intervalle en hertz partant de la fréquence la plus basse pour aller à la fréquence la plus haute auxquelles, par exemple, on doit obtenir les données de mobilité dans une série d'essais donnée.

Table 1 — Equivalent definitions to be used for various kinds of measured output/input ratios
Tableau 1 — Définitions équivalentes à utiliser pour différentes sortes de rapports entrée/sortie mesurés

	Motion expressed as displacement Mouvement exprimé sous forme de déplacement	Motion expressed as velocity Mouvement exprimé sous forme de vitesse	Motion expressed as acceleration Mouvement exprimé sous forme d'accélération
Term Terme	Dynamic compliance ¹⁾ Souplesse dynamique ¹⁾	Mobility ²⁾ Mobilité ²⁾	Accelerance ³⁾ Accélération ³⁾
Symbol Symbole	x_i/F_j	$Y_{ij} = v_i/F_j$	a_i/F_j
Unit Unité	m/N	m/(N·s)	m/(N·s ²) = kg ⁻¹
Boundary conditions Conditions aux limites	$F_k = 0 ; k \neq j$	$F_k = 0 ; k \neq j$	$F_k = 0 ; k \neq j$
See figure Figure de référence	3	1	2
Comment Commentaire	Boundary conditions are easy to achieve experimentally. Il est facile d'atteindre les conditions aux limites expérimentalement.		
Term Terme	Dynamic stiffness Raideur dynamique	Blocked impedance Impédance bloquée	Blocked effective mass Masse effective bloquée
Symbol Symbole	F_i/x_j	$Z_{ij} = F_i/v_j$	F_i/a_j
Unit Unité	N/m	(N·s)/m	(N·s ²)/m = kg
Boundary conditions Conditions aux limites	$x_k = 0 ; k \neq j$	$v_k = 0 ; k \neq j$	$a_k = 0 ; k \neq j$
Comment Commentaire	Boundary conditions are very difficult or impossible to achieve experimentally. Il est très difficile ou impossible d'atteindre les conditions aux limites expérimentalement.		
Term Terme	Free dynamic stiffness Raideur dynamique libre	Free impedance Impédance libre	Effective mass (free effective mass) Masse effective (masse effective libre)
Symbol Symbole	F_j/x_i	$F_j/v_i = \frac{1}{Y_{ij}}$	F_j/a_i
Unit Unité	N/m	(N·s)/m	(N·s ²)/m = kg
Boundary conditions Conditions aux limites	$F_k = 0 ; k \neq j$	$F_k = 0 ; k \neq j$	$F_k = 0 ; k \neq j$
Comment Commentaire	Boundary conditions are easy to achieve, but results shall be used with great caution in system modelling. Il est facile d'atteindre les conditions aux limites mais il faut utiliser les résultats avec beaucoup de précaution dans la modélisation du système.		

1) "Dynamic compliance" is called "receptance" by several authors.
La «souplesse dynamique» est appelée «réceptance» par plusieurs auteurs.

2) "Mobility" is sometimes called "mechanical admittance". A typical plot is given in figure 1.
La «mobilité» est parfois appelée «admittance mécanique». La figure 1 donne un graphique type.

3) "Accelerance" has unfortunately been called "inertance" in some publications. Inertance is not a standard term and is not acceptable because it is in conflict with the common definition of acoustic inertance and also contrary to the implication carried by the word "inertance".
L'«accélération» a malheureusement été appelée «inertance» dans certaines publications. L'inertance n'est pas un terme normalisé et n'est pas acceptable car il va à l'encontre de la définition générale de l'inertance acoustique et est généralement contraire à ce qu'implique le mot «inertance».

1.50 (mechanical) mobility, Y_{ij} : The complex ratio of the velocity, taken at a point in a mechanical system, to the force, taken at the same or another point in the system, during simple harmonic motion.

NOTES

- 1 Mechanical mobility is the inverse of mechanical impedance.
- 2 Mobility is the frequency-response function formed by the ratio of the velocity-response phasor at point i to the excitation force phasor at point j with all other measurement points on the structure allowed to respond freely without any constraints other than those constraints which represent the normal support of the structure in its intended application. A typical plot is given in figure 1.
- 3 The velocity response can be either translational or rotational, and the excitation force can be either a rectilinear force or a moment.
- 4 If the velocity response measured is a translational one and if the excitation force applied is a rectilinear one, the units of the mobility term will be $\text{m}/(\text{N} \cdot \text{s})$ in the SI system.

1.50 mobilité (mécanique), Y_{ij} : Rapport complexe de la vitesse, mesurée en un point d'un système mécanique, à la force mesurée en ce même point ou en un autre point du système pendant un mouvement harmonique simple.

NOTES

- 1 La mobilité mécanique est l'inverse de l'impédance mécanique.
- 2 La mobilité est la fonction de réponse en fréquence constituée par le rapport du vecteur tournant de la réponse en vitesse au point i , au vecteur tournant de l'excitation au point j , tous les autres points de mesure de la structure pouvant répondre librement sans aucune autre contrainte que celle que représente le support normal de la structure dans l'application prévue pour cette structure. La figure 1 représente un graphique type.
- 3 La réponse en vitesse peut être soit une réponse en translation, soit une réponse en rotation, et la force d'excitation peut être soit une force rectiligne, soit un moment.
- 4 Si la réponse en vitesse mesurée est une réponse en translation et si la force d'excitation appliquée est rectiligne, les unités du terme de mobilité seront des mètres par newton seconde dans le système SI.

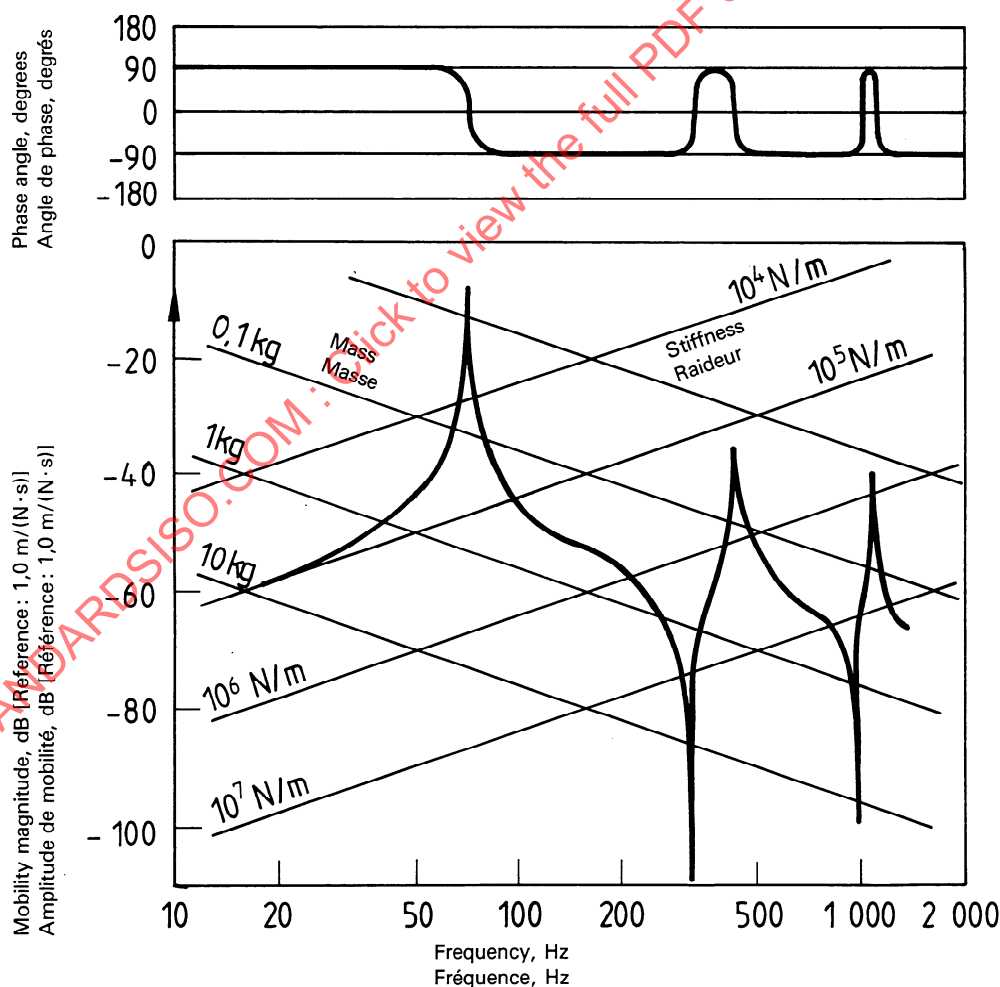


Figure 1 — Mobility plot
Figure 1 — Graphique de mobilité

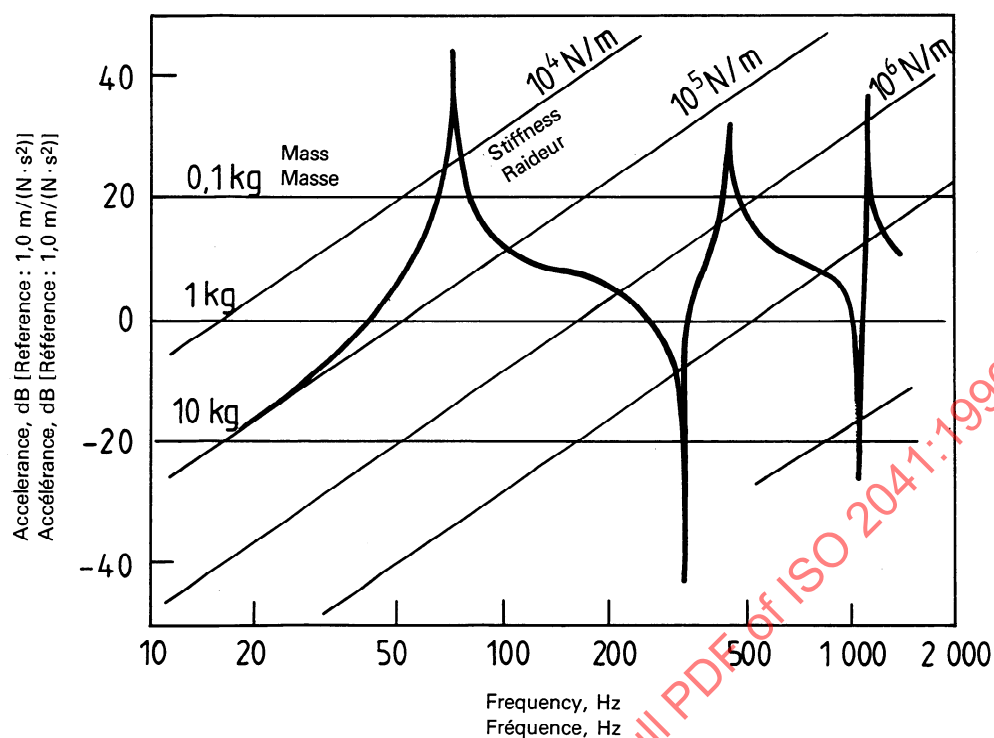


Figure 2 — Accelerance magnitude plot corresponding to the mobility graph plotted in figure 1
Figure 2 — Graphique de l'amplitude d'accélération correspondant au graphique de mobilité de la figure 1

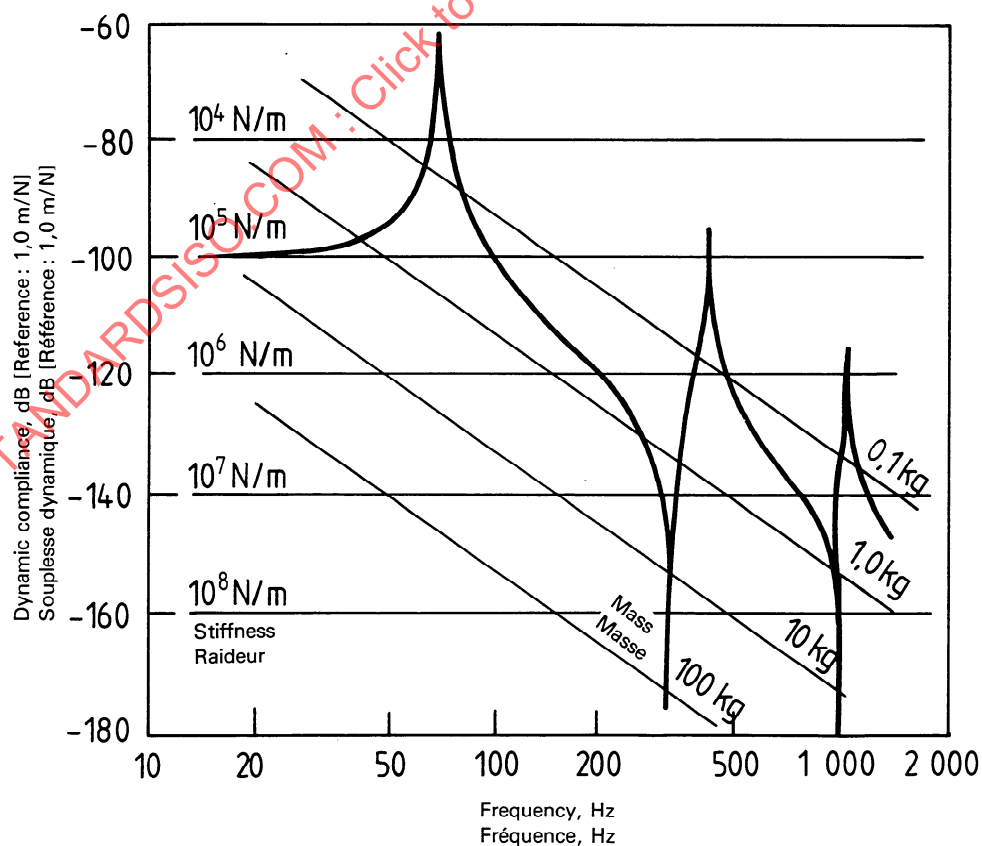


Figure 3 — Dynamic compliance magnitude plot corresponding to the mobility graph plotted in figure 1
Figure 3 — Graphique de l'amplitude de souplesse dynamique correspondant au graphique de mobilité de la figure 1

1.51 direct (mechanical) mobility; driving-point (mechanical) mobility, Y_{jj} : The complex ratio of velocity and force taken at the same point in a mechanical system during simple harmonic motion.

NOTES

1 Driving-point mobility is the frequency-response function formed by the ratio, in metres per newton second, of the velocity-response phasor at point j to the excitation force phasor applied at the same point with all other measurement points on the structure allowed to respond freely without any constraints other than those constraints which represent the normal support of the structure in its intended application.

2 The term "point" designates a location and a direction. The term "coordinate" has also been used with the same meaning as "point".

1.52 frequency-averaged mobility magnitude: The r.m.s. value of the ratio, in metres per newton second, of the magnitude of the velocity response at point i to the magnitude of the exciting force at the same point, averaged over specified frequency bands.

1.53 transfer (mechanical) mobility: The complex ratio of the velocity, taken at one point in a mechanical system, to the force, taken at another point in the same system, during simple harmonic motion.

NOTE — Transfer mobility is the frequency-response function formed by the ratio, in metres per newton second, of the velocity-response phasor at point i to the excitation force phasor applied at point j with all points other than j allowed to respond freely without any constraints other than those constraints which represent the normal support of the structure in its intended application.

1.54 dynamic stiffness; dynamic elastic constant; dynamic spring constant, k_* :

(1) The ratio of change of force to change of displacement under dynamic conditions.

(2) The complex ratio of force to displacement during simple harmonic motion.

NOTES

1 The dynamic stiffness may be dependent upon strain (amplitude and/or spectrum), strain-rate, temperature or other conditions.

2 The dynamic stiffness, k_* , of a linear translational single-degree-of-freedom system characterized by the equation

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = F$$

where $F = F_0 e^{i\omega t}$, is equal to

$$k_* = \frac{F_0}{x_0} = k - m\omega^2 + i\omega c$$

In these equations,

- m is the mass;
- x is the displacement;
- t is the time;

1.51 mobilité (mécanique) directe; mobilité (mécanique) au point d'application, Y_{jj} : Rapport complexe d'une vitesse et d'une force mesurées au même point dans un système mécanique pendant un mouvement harmonique simple.

NOTES

1 La mobilité du point d'application est la fonction de réponse en fréquence constituée par le rapport, en mètres par newton seconde, du vecteur tournant de la réponse en vitesse au point j , au vecteur tournant de la force d'excitation appliquée au même point, tous les autres points de mesure de la structure pouvant répondre librement sans aucune autre contrainte que celle que représente le support normal de la structure dans l'application prévue pour cette structure.

2 Le terme «point» désigne un emplacement et une direction. Le terme «coordonnée» a également été utilisé avec la même signification que «point».

1.52 amplitude de la mobilité moyenne en fréquence: Valeur quadratique moyenne du rapport, en mètres par newton seconde, de l'amplitude de la réponse en vitesse au point i , à l'amplitude de la force d'excitation au même point, moyennée sur des bandes de fréquences spécifiées.

1.53 mobilité (mécanique) de transfert: Rapport complexe de la vitesse prise en un point d'un système mécanique à la force mesurée en un autre point dans le même système pendant un mouvement harmonique simple.

NOTE — La mobilité de transfert est la fonction de réponse en fréquence constituée par le rapport, exprimé en mètres par newton seconde, du vecteur tournant de la réponse en vitesse au point i , au vecteur tournant de la force d'excitation appliquée au point j , tous les points autres que j pouvant répondre librement sans autre contrainte que celle que représente le support normal de la structure dans l'application prévue pour cette structure.

1.54 raideur dynamique; constante dynamique d'élasticité; constante dynamique du ressort, k_* :

(1) Rapport de la variation de force à la variation de déplacement dans des conditions dynamiques.

(2) Rapport complexe de la force au déplacement dans un mouvement harmonique.

NOTES

1 La raideur dynamique peut dépendre de l'effort exercé (amplitude et/ou spectre), du taux de contrainte, de la température et d'autres conditions.

2 La raideur dynamique, k_* , d'un mouvement linéaire en translation à un seul degré de liberté dont l'équation de mouvement est

où $F = F_0 e^{i\omega t}$, est égale à

Dans ces équations,

- m est la masse;
- x est le déplacement;
- t est le temps;

c is the linear (viscous) damping coefficient;
 k is the elastic (spring) constant;
 F_0 is the force amplitude;
 e is the base of natural logarithms;
 $i = \sqrt{-1}$;
 ω is the angular frequency;
 ω_0 is the undamped natural frequency;
 x_0 is the displacement amplitude.

1.55 apparent mass; effective mass: The complex ratio of force to acceleration during simple harmonic motion.

NOTE — The ratio of force to acceleration, when the acceleration is given in terms of g , is sometimes called **effective weight** or **effective load**.

1.56 spectrum: A description of a quantity as a function of frequency or wavelength.

NOTE — The term "spectrum" may be used to signify a continuous range of components, usually wide in extent, which have some common characteristics, for example audio-frequency spectrum.

1.57 level (of a quantity): The logarithm of the ratio of the quantity to a reference of the same kind. The base of the logarithm, the reference quantity and the kind of level shall be specified.

NOTES

- 1 Examples of kinds of levels in common use are electric-power level, sound-pressure level, voltage-squared level.
- 2 The level as defined in this International Standard is measured in units of the logarithm of a reference ratio that is equal to the base of the logarithms.
- 3 The definition is expressed symbolically as

$$L = \log_r \left(\frac{q}{q_0} \right)$$

where

- L is the level of the kind determined by the kind of quantity under consideration, measured in units of $\log_r$;
 r is the base of the logarithms and the reference ratio;
 q is the quantity under consideration;
 q_0 is the reference quantity of the same kind.
- 4 A difference in the levels of two like quantities q_1 and q_2 is described by the same formula because, by the rules of logarithms, the reference quantity is automatically divided out as follows:

$$\log_r \left(\frac{q_1}{q_0} \right) - \log_r \left(\frac{q_2}{q_0} \right) = \log_r \left(\frac{q_1}{q_2} \right)$$

- 5 In vibration terminology, the term "level" may sometimes be used to denote amplitude, average value, root-mean-square value, or ratios of these values. These uses are deprecated.

1.58 bel: A unit of level when the base of the logarithm is 10. Use of the bel is restricted to levels of quantities proportional to power. [See the notes under *level* (1.57) and *decibel* (1.59).]

c est le coefficient d'amortissement visqueux linéaire;
 k est la raideur statique;
 F_0 est l'amplitude de la force;
 e est la base des logarithmes naturels;
 $i = \sqrt{-1}$;
 ω est la pulsation;
 ω_0 est la pulsation propre;
 x_0 est l'amplitude du déplacement.

1.55 masse apparente; masse effective: Rapport complexe de la force à l'accélération pour un mouvement harmonique.

NOTE — Lorsque l'accélération est donnée en nombre de g , le rapport de la force à l'accélération est appelé **masse effective** ou **charge effective**.

1.56 spectre: Description d'une grandeur en fonction de la fréquence ou de la longueur d'onde.

NOTE — Le terme «spectre» peut être employé pour désigner une gamme continue d'éléments généralement assez étendus qui ont certaines caractéristiques communes, par exemple spectre de fréquences audibles.

1.57 niveau (d'une grandeur): Logarithme du rapport d'une grandeur à la grandeur de même espèce prise comme référence. La base du logarithme, la valeur de référence et la nature du niveau doivent être spécifiées.

NOTES

- 1 Le niveau de puissance électrique, le niveau du carré de la pression acoustique, le niveau du carré de la tension électrique sont différents exemples de niveaux utilisés couramment.
- 2 Le niveau tel qu'il est défini dans la présente Norme internationale est mesuré en unités du logarithme d'un rapport de référence, égal à la base des logarithmes.
- 3 À l'aide de symboles, la définition s'exprime comme suit:

L est le niveau de la grandeur étudiée, mesuré en nombre de $\log_r$;
 r est la base des logarithmes et le rapport de référence;
 q est la grandeur étudiée;
 q_0 est la valeur de référence de cette même nature.

- 4 La différence des niveaux de deux grandeurs semblables comme q_1 et q_2 est donnée dans une seule formule, car l'utilisation des logarithmes élimine la valeur de référence comme suit:

- 5 Dans la terminologie des vibrations, on utilise quelquefois le terme «niveau» pour signifier une amplitude, une valeur moyenne quadratique, ou des rapports de ces valeurs, etc. Cet usage est déconseillé.

1.58 bel: Unité de niveau lorsque la base des logarithmes est 10. L'usage du bel est limité à des niveaux de grandeurs proportionnelles à la puissance. [Voir les notes sous *niveau* (1.57) et *decibel* (1.59).]

1.59 decibel (dB) : One tenth of a bel.

NOTES

1 The magnitude of a level in decibels is ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of power-like quantities, i.e.

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{X^2}{X_0^2} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{X}{X_0} \right)$$

2 Examples of quantities that qualify as power-like quantities are sound-pressure squared, particle-velocity squared, sound intensity, sound-energy density, voltage squared. Thus the bel is a unit of sound-pressure-squared level; it is common practice, however, to shorten this to sound-pressure level because ordinarily no ambiguity results from so doing.

2 Vibration

2.1 vibration : The variation with time of the magnitude of a quantity which is descriptive of the motion or position of a mechanical system, when the magnitude is alternately greater and smaller than some average value or reference. [See *oscillation* (1.8).]

2.2 periodic vibration : A periodic quantity the values of which recur for certain equal increments of the independent variable.

NOTES

1 A **periodic quantity**, y , which is a function of time, t , can be expressed as

$$y = f(t) = f(t \pm n\tau)$$

where

n is a whole number;

τ is a constant;

t is an independent variable.

2 A **quasi-periodic vibration** is a vibration which deviates only slightly from a periodic vibration.

2.3 simple harmonic vibration; sinusoidal vibration : A periodic vibration that is a sinusoidal function of the independent variable. Thus

$$y = A \sin(\omega t + \Phi)$$

where

y is the simple harmonic vibration;

A is the amplitude;

ω is the angular frequency;

t is the independent variable;

Φ is the phase angle of the vibration.

NOTES

1 The maximum value of the simple harmonic vibration is the amplitude A .

2 A periodic vibration consisting of the sum of more than one sinusoid, each having a frequency which is a multiple of the fundamental frequency, is often referred to as a **complex vibration** or **multisinusoidal vibration**. The use of the term "complex vibration" in this context is deprecated.

3 A **quasi-sinusoidal vibration** has the appearance of a sinusoid, but varies relatively slowly in frequency and/or in amplitude.

1.59 décibel (dB) : Le dixième d'un bel.

NOTES

1 La grandeur d'un niveau en décibels est dix fois le logarithme de base 10 du rapport des grandeurs homogènes à des puissances, c'est-à-dire :

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{X^2}{X_0^2} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{X}{X_0} \right)$$

2 Des exemples de grandeurs considérées comme des puissances sont le carré de la pression acoustique, le carré de la vitesse de particules, l'intensité acoustique, la densité de l'énergie acoustique, le carré de la tension. Ainsi, le bel est une unité de niveau du carré de la pression acoustique; cependant, dans la pratique, on parle de niveau de pression acoustique car il n'en résulte pas d'ambiguïté.

2 Vibrations

2.1 vibration : Variation avec le temps de l'intensité d'une grandeur caractéristique du mouvement ou de la position d'un système mécanique, lorsque l'intensité est alternativement plus grande et plus petite qu'une certaine valeur moyenne ou de référence. [Voir *oscillation* (1.8).]

2.2 vibration périodique : Grandeur périodique prenant les mêmes valeurs à intervalles de variation égaux de la variable indépendante.

NOTES

1 Une **grandeur périodique** y , fonction du temps t , peut s'exprimer comme suit :

$$y = f(t) = f(t \pm n\tau)$$

où

n est un nombre entier;

τ une constante;

t une variable indépendante.

2 Une **vibration quasi-périodique** est une vibration qui ne s'écarte que légèrement d'une vibration périodique.

2.3 vibration harmonique simple; vibration sinusoïdale : Vibration périodique qui est une fonction sinusoïdale de la variable indépendante. D'où :

$$y = A \sin(\omega t + \Phi)$$

où

y est la vibration harmonique simple;

A est l'amplitude;

ω est la pulsation (fréquence angulaire);

t est la variable indépendante;

Φ est l'angle de phase de la vibration.

NOTES

1 La valeur maximale de la vibration harmonique simple est l'amplitude A .

2 Une vibration périodique constituée de la somme de plusieurs sinusoïdes, dont chacune a une fréquence qui est un multiple de la fréquence fondamentale, est souvent appelée **vibration complexe** ou **vibration multisinusoïdale**. L'utilisation du terme « vibration complexe » dans ce contexte est à déconseiller.

3 Une **vibration quasi sinusoïdale** a l'apparence d'une sinusoïde, mais varie relativement lentement en fréquence et/ou en amplitude.

2.4 random vibration: A vibration the magnitude of which cannot be precisely predicted for any given instant of time. [See *random noise* (2.7).]

NOTE — The probability that the magnitude of a random vibration is within a given range can be specified by a probability distribution function.

2.5 non-stationary vibration: A random vibration that is not stationary.

2.6 noise:

- (1) Any disagreeable or undesired sound.
- (2) Sound, generally of a random nature, the spectrum of which does not exhibit clearly defined frequency components.

NOTE — By extension of the above definitions, noise may consist of electrical oscillations of an undesired or random nature. If ambiguity exists as to the nature of the noise, a term such as **acoustic noise** or **electrical noise** should be used.

2.7 random noise: A noise the magnitude of which cannot be precisely predicted for any given instant of time. [See *random vibration* (2.4) and the accompanying note.]

2.8 Gaussian random noise: A random noise whose instantaneous magnitudes have a Gaussian distribution. [See *Gaussian distribution* (A.32).]

2.9 white noise; white random vibration: White noise has equal energy for any frequency band of constant width (or per unit bandwidth) over the spectrum of interest.

NOTE — White random vibration has a constant mean-square acceleration spectral density over the frequency spectrum of interest. [See *power spectral density* (5.1).]

2.10 pink noise; pink random vibration: A noise which has a constant energy within a bandwidth proportional to the centre frequency of the band.

NOTE — The energy spectrum of pink noise as determined by an octave bandwidth (or any fractional part of an octave bandwidth) filter will have a constant value.

2.11 narrow-band random vibration: Random vibration having its frequency components within a narrow band only. [See *random vibration* (2.4).]

NOTES

- 1 The defining of what is meant by "narrow" is a relative matter depending upon the problem involved. It is usually equal to or less than 1/3 octave.
- 2 The waveform of a narrow-band random vibration has the appearance of a sine wave the amplitude and phase of which vary in an unpredictable manner.

2.4 vibration aléatoire: Vibration dont l'amplitude ne peut être prévue à tout instant donné. [Voir *bruit aléatoire* (2.7).]

NOTE — La probabilité pour que l'amplitude d'une vibration aléatoire soit comprise dans un intervalle donné peut être précisée par une fonction de distribution des probabilités.

2.5 vibration non stationnaire: Vibration aléatoire qui n'est pas stationnaire.

2.6 bruit:

- (1) Tout son désagréable ou parasite.
- (2) Son, généralement de nature aléatoire, dont le spectre ne présente pas de fréquences remarquables.

NOTE — Par extension de ces deux définitions, le terme bruit peut s'appliquer à des oscillations électriques parasites ou aléatoires. S'il y a une ambiguïté sur la nature du bruit, des expressions telles que **bruit acoustique** ou **bruit électrique** devraient être utilisées.

2.7 bruit aléatoire: Bruit dont l'intensité à tout instant donné ne peut être prévue avec précision. [Voir *vibration aléatoire* (2.4) ainsi que la note s'y rapportant.]

2.8 bruit gaussien: Bruit aléatoire dont les amplitudes instantanées se répartissent suivant une distribution de Gauss. [Voir *distribution de Gauss* (A.32).]

2.9 bruit blanc; vibration aléatoire à spectre de bruit blanc: Un bruit blanc a la même énergie dans toute bande de fréquences de largeur constante (ou par unité de largeur de bande) à l'intérieur du spectre représentatif.

NOTE — Une vibration aléatoire à spectre de bruit blanc conserve une même valeur moyenne de densité spectrale d'accélération moyenne quadratique dans tout le spectre de fréquences étudié. [Voir *densité spectrale de puissance* (5.1).]

2.10 bruit rose; vibration aléatoire à spectre de bruit rose: Bruit dont l'énergie est constante dans toute bande de largeur proportionnelle à sa fréquence centrale.

NOTE — Le spectre d'énergie d'un bruit rose, lorsqu'il est déterminé avec un filtre d'octave (ou de fraction d'octave), aura une valeur constante.

2.11 vibration aléatoire en bande étroite: Vibration aléatoire dont le spectre de fréquences n'intéresse qu'une bande étroite. [Voir *vibration aléatoire* (2.4).]

NOTES

- 1 Ce que l'on entend par «étroite» est relatif au problème considéré. Elle est généralement égale ou inférieure à un tiers d'octave.
- 2 La forme d'onde d'une vibration aléatoire en bande étroite ressemble à une vibration sinusoïdale dont l'amplitude et la phase varient de façon imprévisible.

2.12 broad-band random vibration: Random vibration having its frequency components distributed over a broad frequency band. [See *random vibration* (2.4).]

NOTE — The definition of what is meant by “broad” is a relative matter depending upon the problem involved. It is usually one octave or greater.

2.13 dominant frequency: A frequency at which a maximum value occurs in a spectral density curve.

2.14 steady-state vibration: A steady-state vibration exists if the vibration is a continuing periodic vibration.

2.15 transient vibration: The vibratory motion of a system other than steady-state or random.

NOTE — This term is basically associated with *mechanical shock* (3.1).

2.16 forced vibration [oscillation]: The steady-state vibration [oscillation] caused by a steady-state excitation.

NOTES

1 The vibration (for linear systems) has the same frequencies as the excitation.

2 Transient vibrations [oscillations] are not considered.

2.17 free vibration; free oscillation: Vibration that occurs after the removal of excitation or restraint.

NOTE — The system vibrates at natural frequencies of the system.

2.18 self-induced vibration; self-excited vibration: Vibration of a mechanical system resulting from conversion, within the system, of non-oscillatory energy to oscillatory excitation.

2.19 ambient vibration: The all-encompassing vibration associated with a given environment, being usually a composite of vibration from many sources near and far.

2.20 extraneous vibration: The total vibration other than the vibration of principal interest.

NOTE — Ambient vibration contributes to the magnitude of extraneous vibration.

2.21 aperiodic motion: A vibration that is not periodic.

2.22 cycle (noun): The complete range of states or values through which a periodic phenomenon or function passes before repeating itself identically. [See *cycle* (verb) (2.101).]

2.23 fundamental period; period: The smallest increment of the independent variable of a periodic quantity for which the function repeats itself. [See *periodic vibration* (2.2).]

NOTE — If no ambiguity is likely, the fundamental period is called the period.

2.12 vibration aléatoire en bande large: Vibration aléatoire dont le spectre de fréquences recouvre une large bande de fréquences. [Voir *vibration aléatoire* (2.4).]

NOTE — Ce que l'on entend par « large » est relatif au problème considéré. Elle est généralement d'une octave ou plus.

2.13 fréquence dominante: Fréquence pour laquelle la courbe de densité spectrale présente un maximum.

2.14 vibration entretenue: Il y a vibration entretenue si la vibration est une vibration périodique continue.

2.15 vibration transitoire: Mouvement vibratoire d'un système autre qu'entretenu ou aléatoire.

NOTE — Ce terme est en général associé au terme *choc mécanique* (3.1).

2.16 vibration [oscillation] forcée: Vibration entretenue causée par une excitation extérieure.

NOTES

1 La vibration (pour un système linéaire) est aux mêmes fréquences que l'excitation.

2 Les vibrations (oscillations) transitoires ne sont pas prises en considération.

2.17 vibration [oscillation] libre: Vibration se produisant après arrêt de l'excitation ou de la contrainte.

NOTE — Le système vibre sur ses fréquences propres.

2.18 vibration auto-induite; vibration auto-excitée: Vibration d'un système mécanique résultant de la conversion d'une énergie interne non oscillatoire en une excitation oscillatoire.

2.19 ambiance vibratoire: Vibration globale associée à un environnement donné; c'est habituellement une vibration composite résultant de nombreuses sources proches et lointaines.

2.20 vibrations parasites: Ensemble des vibrations autres que les vibrations de caractère essentiel.

NOTE — L'ambiance vibratoire contribue à l'intensité des vibrations parasites.

2.21 mouvement aperiodique: Mouvement vibratoire qui n'est pas périodique.

2.22 cycle: Ensemble des états ou des valeurs par lesquels passe un phénomène ou une fonction périodique, avant de se reproduire identiquement. [Voir *cycler* (2.101).]

2.23 période fondamentale; période: Accroissement le plus faible de la variable indépendante d'une grandeur périodique pour lequel la fonction reprend les mêmes valeurs. [Voir *vibration périodique* (2.2).]

NOTE — Si aucune ambiguïté n'est à craindre, la période fondamentale est simplement appelée la période.

2.24 (cyclic) frequency: The reciprocal of the fundamental period.

NOTE — The unit of frequency is the **hertz** (Hz), which corresponds to one cycle per second.

2.25 fundamental frequency:

(1) Of a periodic quantity, the reciprocal of the fundamental period.

(2) Of an oscillating system, the lowest natural frequency. The normal mode of vibration associated with this frequency is known as the fundamental mode.

2.26 harmonic (of a periodic quantity): A sinusoid the frequency of which is an integral multiple of the fundamental frequency.

NOTES

1 The term **overtone** has frequently been used in place of harmonic, the n^{th} harmonic being called the $(n - 1)^{\text{th}}$ overtone.

2 In English, the first overtone and the second harmonic are each twice the frequency of the fundamental. In French, the distinction between harmonic and overtone does not exist, and the second harmonic is twice the frequency of the fundamental. The term "overtone" is now deprecated to reduce ambiguity in the numbering of the components of a periodic quantity.

2.27 subharmonic: A sinusoidal quantity the period of which is an integral submultiple of the fundamental period of the quantity to which it is related.

2.28 beats: Periodic variations in the amplitude of an oscillation resulting from the combination of two oscillations of slightly different frequencies. The beats occur at the difference frequency.

2.29 beat frequency: The absolute value of the difference in frequency of two oscillations of slightly different frequencies.

2.30 angular frequency; circular frequency: The product of the frequency of a sinusoidal quantity and the factor 2π .

NOTE — The unit of angular frequency is the radian per unit of time.

2.31 phase angle; phase (of a sinusoidal vibration): The fractional part of a period through which a sinusoidal vibration has advanced as measured from a value of the independent variable as a reference.

2.32 phase difference; phase angle difference: Between two periodic vibrations of the same frequency, the difference between their respective phases or, in the case of sinusoidal vibrations, between their phase angles measured from the same origin.

2.24 fréquence: Inverse de la période fondamentale.

NOTE — L'unité de fréquence est le **hertz** (Hz), qui correspond à un cycle par seconde.

2.25 fréquence fondamentale:

(1) Pour une grandeur périodique, inverse de la période fondamentale.

(2) Pour un système oscillant, fréquence propre la plus basse. Le mode normal de vibration associé à cette fréquence est désigné sous le nom de mode fondamental.

2.26 harmonique (d'un phénomène périodique): Composante sinusoïdale dont la fréquence est un multiple entier de la fréquence fondamentale.

NOTES

1 On a fréquemment utilisé en anglais le terme **overtone** à la place du terme **harmonic**, le $n^{\text{ième}}$ «harmonic» étant appelé le $(n - 1)^{\text{ième}}$ «overtone».

2 En anglais, le premier «overtone» et le second harmonique sont chacun égal au double de la fréquence du fondamental. En français, la distinction entre «harmonic» et «overtone» n'existe pas et le second harmonique est égal au double de la fréquence du fondamental. Le terme anglais «overtone» est aujourd'hui à déconseiller afin de réduire l'ambiguïté dans la numérotation des composantes d'une grandeur périodique.

2.27 sous-harmonique: Composante sinusoïdale dont la période est un sous-multiple entier de la période fondamentale d'une fonction périodique à laquelle elle se rapporte.

2.28 battement: Variation périodique de l'amplitude d'une oscillation résultant de la combinaison de deux oscillations de fréquences légèrement différentes. La fréquence des battements est égale à la différence des fréquences des oscillations.

2.29 fréquence de battement: Valeur absolue de la différence de fréquence de deux oscillations de fréquences légèrement différentes.

2.30 pulsation; fréquence angulaire: Produit de la fréquence d'une grandeur sinusoïdale par le facteur 2π .

NOTE — La pulsation s'exprime en radians par unité de temps.

2.31 angle de phase; phase (d'une vibration sinusoïdale): Fraction de période dont une vibration sinusoïdale a avancé, mesurée à partir de la valeur d'origine de la variable indépendante.

2.32 déphasage; différence de phase: Entre deux vibrations périodiques de même fréquence, différence entre leurs phases respectives ou, dans le cas de vibrations sinusoïdales, entre leurs angles de phase mesurés avec la même origine.

2.33 amplitude: The maximum value of a sinusoidal vibration.

NOTES

1 This is sometimes called **vector amplitude** to distinguish it from other senses of the term "amplitude", and it is sometimes called **single amplitude**, or **peak amplitude**, to distinguish it from **double amplitude**, which for a simple harmonic vibration is the same as the total excursion (a displacement concept) or peak-to-peak value. The use of the terms "double amplitude" and "single amplitude" is deprecated.

2 In the vibration theory, the use of "amplitude", for purposes other than to describe the maximum value of a sinusoid, is deprecated.

2.34 peak value; peak magnitude; positive (negative) peak value: The maximum value of a vibration during a given interval. [See also *maximum value* (2.40).]

NOTE — A peak value vibration is usually taken as the maximum deviation of that vibration from the mean value. A positive peak value is the maximum positive deviation and a negative peak value is the maximum negative deviation.

2.35 peak-to-peak value (of a vibration): The algebraic difference between the extreme values of the vibration.

2.36 excursion; total excursion (of a vibration): The peak-to-peak displacement.

2.37 crest factor (of a vibration); **peak-to-r.m.s. ratio:** The ratio of the peak value to the r.m.s. value.

NOTE — The value of the crest factor of a sine wave is $\sqrt{2}$.

2.38 form factor (of a vibration): The ratio of the r.m.s. value to the mean value for one-half cycle between two successive zero crossings.

NOTE — The form factor for a sinusoid is $\pi/2 \cdot \sqrt{2} = 1,111$.

2.39 instantaneous value; value: The value of a variable quantity at a given instant.

2.40 maximum value: The value of a function when any small change in the independent variable causes a decrease in the value of the function.

2.41 maximax: The maximum value that is of greatest magnitude when a function contains more than one maximum value within a given interval of the independent variable.

2.42 vibration severity: A generic term that designates a value, or set of values, such as a maximum value, average or r.m.s. value, or other parameter that is descriptive of the vibration. It may refer to instantaneous values or to average values.

NOTES

1 The vibration severity of a machine is defined by the maximum r.m.s. value of the vibration velocities measured at significant points of a machine, such as bearings or mountings.

2 The duration of a vibration is sometimes included as a parameter descriptive of vibration severity. This usage is deprecated.

2.33 amplitude: Valeur maximale d'une vibration sinusoïdale.

NOTES

1 On l'appelle quelquefois **amplitude vectorielle** pour la distinguer des autres sens du terme amplitude et on l'appelle quelquefois **amplitude simple** ou **amplitude de crête** pour la distinguer de l'**amplitude double** qui, pour une vibration harmonique simple, est la même que la course totale (idée de déplacement) ou la valeur de crête à crête. L'utilisation des termes « amplitude double » et « amplitude simple » est déconseillée.

2 Dans la théorie des vibrations, l'usage du terme « amplitude » pour désigner autre chose que le maximum de la valeur de la sinusoïde est déconseillé.

2.34 valeur de crête; intensité de crête; valeur de crête positive (négative): Valeur maximale d'une vibration dans un certain intervalle. [Voir également *maximum* (2.40).]

NOTE — On prend habituellement comme valeur de crête d'une vibration, le maximum de l'écart de cette vibration par rapport à la valeur moyenne. Une valeur de crête positive est le maximum de l'écart positif et la valeur de crête négative est le maximum de l'écart négatif.

2.35 valeur de crête à crête (d'une vibration): Différence algébrique entre les valeurs extrêmes de la vibration.

2.36 course; course totale (d'une vibration): Déplacement de crête à crête.

2.37 facteur de crête (d'une vibration): Rapport de la valeur de crête à la valeur efficace (moyenne quadratique).

NOTE — La valeur du facteur de crête d'une onde sinusoïdale est $\sqrt{2}$.

2.38 facteur de forme (d'une vibration): Rapport de la valeur quadratique moyenne à la valeur moyenne sur une demi-période entre deux passages successifs à la valeur nulle.

NOTE — La valeur du facteur de forme d'une grandeur sinusoïdale est $\pi/2 \cdot \sqrt{2} = 1,111$.

2.39 valeur instantanée; valeur: Valeur d'une grandeur variable à un instant donné.

2.40 maximum (d'une fonction): Valeur d'une fonction lorsque l'incidence de toute petite variation de la variable indépendante entraîne une diminution de la valeur de cette fonction.

2.41 maximax: Le maximum qui a la plus grande valeur quand une fonction présente plusieurs maximums dans un intervalle donné de la variable indépendante.

2.42 sévérité vibratoire: Terme général qui désigne une valeur ou un ensemble de valeurs, tels que valeur maximale, valeur moyenne ou moyenne quadratique, ou d'autres paramètres descriptifs de la vibration. La sévérité vibratoire peut se rapporter à des valeurs instantanées ou des valeurs moyennes.

NOTES

1 La sévérité vibratoire d'une machine est définie par la valeur moyenne quadratique des vitesses vibratoires mesurées en des emplacements représentatifs du fonctionnement de la machine, tels que les paliers ou les fixations.

2 La durée de la vibration est parfois considérée comme paramètre descriptif de la sévérité vibratoire. Cet usage est déconseillé.

2.43 elliptical vibration : A vibration in which the locus of a vibrating point is elliptical in form.

2.44 rectilinear vibration; linear vibration : A vibration in which the locus of a vibration point is a straight line.

2.45 circular vibration : A vibration in which the locus of a vibrating point is circular in form. This is a special case of elliptical vibration.

2.46 node : A point, line or surface in a standing wave where some characteristic of the wave field has essentially zero amplitude.

NOTE — If the nature of the node is not apparent, an appropriate modifier should be used, for example displacement node, pressure node, etc.

2.47 antinode; loop : A point, line or surface in a standing wave where some characteristic of the wave field has a maximum value.

NOTE — If the nature of the antinode is not apparent, an appropriate modifier should be used, for example displacement antinode, pressure antinode, etc.

2.48 mode of vibration : In a system undergoing vibration, a mode of vibration designates the characteristic pattern of nodes and antinodes assumed by the system in which the motion of every particle, for a particular frequency, is simple harmonic (for linear systems) or has corresponding decay patterns.

NOTE — Two or more modes may exist concurrently in a multi-degree-of-freedom system.

2.49 natural mode of vibration : A mode of vibration assumed by a system when vibrating freely.

NOTES

1 If the system has zero damping, the natural modes are the same as the normal modes. [See *normal mode* (2.55).]

2 A natural mode of vibration exists for each degree of freedom of the system.

2.50 fundamental natural mode of vibration : The mode of vibration of a system having the lowest natural frequency. [See *fundamental frequency* (2.25).]

2.51 mode shape : The mode shape of a given mode of vibration of a mechanical system is given by the maximum change in position, usually normalized to a specified deflection magnitude at a specified point, of its neutral surface (or neutral axis) from its mean value. The mean value is the mean for the given mode of vibration only.

2.52 modal numbers : When the normal modes of a system are identified by sets of integers, these integers are called modal numbers.

2.43 vibration elliptique : Vibration selon laquelle le lieu de déplacement d'un point en vibration est une ellipse.

2.44 vibration rectiligne; vibration linéaire : Vibration selon laquelle le lieu de déplacement d'un point en vibration est une ligne droite.

2.45 vibration circulaire : Vibration selon laquelle le lieu de déplacement d'un point en vibration est un cercle. C'est un cas particulier de vibration elliptique.

2.46 nœud; point nodal; ligne nodale; surface nodale : Point, ligne ou surface d'un système d'ondes stationnaires où une grandeur caractéristique du champ a une amplitude nulle.

NOTE — Si la nature du nœud n'est pas évidente, on devrait utiliser un qualificatif, par exemple nœud de déplacement, nœud de pression, etc.

2.47 antinœud; ventre : Point, ligne ou surface d'un système d'ondes stationnaires où une grandeur caractéristique du champ a sa valeur maximale.

NOTE — Si la nature de l'antinœud n'est pas évidente, on devrait utiliser un qualificatif, par exemple antinœud de déplacement, antinœud de pression, etc.

2.48 mode de vibration : Dans un système en vibration, un mode de vibration indique la disposition caractéristique des nœuds et des ventres accusée par le système lorsque les mouvements de chacune de ses parties élémentaires, pour une fréquence donnée, sont harmoniques (cas des systèmes linéaires) ou présentent des types de décroissance correspondants.

NOTE — Dans un système à plusieurs degrés de liberté, il peut exister simultanément deux ou plusieurs modes de vibration.

2.49 mode naturel de vibration : Mode de vibration d'un système lorsqu'il vibre librement.

NOTES

1 Si le système a un amortissement nul, les modes naturels sont les mêmes que les modes propres. [Voir *mode propre* (2.55).]

2 Il existe un mode de vibration naturel pour chaque degré de liberté du système.

2.50 mode fondamental propre de vibration : Mode de vibration d'un système qui a la plus petite fréquence propre. [Voir *fréquence fondamentale* (2.25).]

2.51 forme d'un mode : La forme d'un mode donné de vibration d'un système mécanique est donnée par la variation maximale de position, habilement normalisée par rapport à une intensité de déflexion spécifiée en un point donné, de sa surface neutre (ou de son axe neutre). La valeur moyenne est la moyenne correspondant au mode de vibration considéré.

2.52 rangs des modes : Quand les modes normaux d'un système sont identifiés par des séries de nombres entiers, ces nombres entiers sont les rangs des modes.

2.53 coupled modes: Modes of vibration that are not independent but which influence one another because of energy transfer from one mode to another.

2.54 uncoupled modes: Modes of vibration that can exist in a system concurrently with and independently of other modes, no energy being transferred from one mode to another.

2.55 normal mode: A natural mode of an undamped mechanical system.

NOTES

- 1 The motion of a system consists of the summation of the contribution of each of the participating normal modes.
- 2 The terms **natural mode**, **characteristic mode** and **eigen mode** are synonymous with normal mode for undamped systems.

2.56 wave: A modification of the physical state of a medium, which is propagated through the medium by virtue of the physical characteristics of the medium.

NOTE — At any point in the medium the quantity serving as a measure of the disturbances is a function of time and at any instant the quantity is a function of position.

2.57 wave train: A succession of a limited number of waves, usually nearly periodic, travelling at the same (or nearly the same) velocity.

2.58 wavelength (of a periodic wave): The distance measured perpendicular to the wave front in the direction of propagation, between two successive points on the wave, which are separated by one period.

2.59 compressional wave: A wave of compressive or tensile stresses propagated in an elastic medium.

NOTE — A compressional wave is normally a longitudinal wave. [See *longitudinal wave* (2.60).]

2.60 longitudinal wave: A wave in which the direction of displacement caused by the wave motion is parallel to the direction of propagation.

2.61 shear wave: A wave of shear stresses propagated in an elastic medium.

NOTES

- 1 A shear wave is normally a transverse wave. [See *transverse wave* (2.62).]
- 2 A shear wave causes no changes in volume.

2.62 transverse wave: A wave of displacement of elements of the medium propagated perpendicular to the wave front.

2.53 modes couplés: Modes de vibration qui ne sont pas indépendants mais se caractérisent par des interactions produisant des transferts d'énergie d'un mode à l'autre.

2.54 modes non couplés: Modes de vibration qui peuvent exister dans un système concurremment avec d'autres modes et indépendamment d'eux, sans transfert d'énergie de l'un à l'autre.

2.55 mode propre; mode normal: Mode naturel d'un système mécanique non amorti.

NOTES

- 1 Le mouvement d'un système est donné par la superposition de la contribution de chacun des modes normaux y participant.
- 2 Les expressions **mode naturel**, **mode caractéristique** et **mode propre**, sont synonymes dans le cas des systèmes non amortis.

2.56 onde: Modification de l'état physique d'un milieu, laquelle se propage à travers ce milieu en vertu des caractéristiques physiques de celui-ci.

NOTE — En chaque point du milieu, la grandeur servant à mesurer les perturbations est une fonction du temps et, à chaque instant, cette grandeur est une fonction de la position.

2.57 train d'onde: Succession d'un nombre limité d'ondes généralement presque périodiques, se déplaçant à la même (ou sensiblement la même) vitesse.

2.58 longueur d'onde (d'une onde périodique): Dans la direction de propagation, distance mesurée perpendiculairement à la surface d'onde entre deux points successifs sur l'onde séparés par une période.

2.59 onde de compression: Onde d'efforts de compression ou d'extension se propageant dans un milieu élastique.

NOTE — Une onde de compression est normalement une onde longitudinale. [Voir *onde longitudinale* (2.60).]

2.60 onde longitudinale: Onde pour laquelle la direction de déplacement causée par le mouvement de l'onde est parallèle à sa direction de propagation.

2.61 onde de cisaillement: Onde d'efforts de cisaillement se propageant dans un milieu élastique.

NOTES

- 1 Une onde de cisaillement est généralement une onde transversale. [Voir *onde transversale* (2.62).]
- 2 Une onde de cisaillement n'occasionne pas de variations volumiques.

2.62 onde transversale: Onde pour laquelle la direction de déplacement des éléments du milieu est perpendiculaire à la surface d'onde.

2.63 wave front:

(1) Of a progressive wave in space, the continuous surface which is a locus of points where the phase is the same at a given instant.

(2) Of a progressive surface wave, the continuous line which is a locus of points where the phase is the same at a given instant.

2.64 plane wave: A wave in which the wave fronts are parallel planes.

2.65 spherical wave: A wave in which the wave fronts are concentric spheres.

2.66 standing wave: A periodic wave having a fixed amplitude distribution in space, i.e. the result of interference of progressive waves of the same frequency and kind.

NOTES

1 A standing wave can be considered to be the result of superposition of opposing progressive waves of the same frequency and kind.

2 Standing waves are characterized by nodes and antinodes that are fixed in position.

2.67 audio frequency: Any frequency of a normally audible sound wave.

NOTE — Audio frequencies generally lie between 20 Hz and 20 000 Hz.

2.68 ultrasonic frequency; ultrasonic: A frequency lying above the audio frequency range.

NOTE — The term "ultrasonic" may be used as a modifier to indicate a device intended to operate in association with ultrasonic vibrations.

2.69 infrasonic frequency; infrasonic: A frequency lying below the audio frequency range.

NOTE — The term "infrasonic" may be used as a modifier to indicate a device intended to operate in association with infrasonic vibrations.

2.70 reverberation: The sound that persists in an enclosed space, as a result of repeated reflection or scattering, after the source of the sound has stopped.

2.71 echo: A wave that has been reflected or returned with sufficient magnitude and delay to be detected as a wave distinct from that directly transmitted and distinguishable as a repetition of it.

2.72 resonance: Resonance of a system in forced oscillation exists when any change, however small, in the frequency of excitation causes a decrease in a response of the system.

2.63 surface d'onde:

(1) Dans le cas d'une onde progressive dans l'espace, la surface continue qui est le lieu des points d'égale phase à un instant donné.

(2) Dans le cas d'une onde de surface se déplaçant, la ligne continue qui est le lieu des points où la phase est la même à un instant donné.

2.64 onde plane: Onde pour laquelle les fronts d'onde sont des plans parallèles.

2.65 onde sphérique: Onde pour laquelle les fronts d'onde sont des sphères concentriques.

2.66 onde stationnaire: Onde périodique ayant une répartition d'amplitude fixe dans l'espace, c'est-à-dire résultant de l'interférence d'ondes progressives, de même fréquence et de même nature.

NOTES

1 Une onde stationnaire peut être considérée comme le résultat de la superposition d'ondes progressives opposées, de même fréquence et de même nature.

2 Les ondes stationnaires sont caractérisées par des nœuds et des ventres de position fixe.

2.67 fréquence audible: Toute fréquence d'une onde sonore normalement audible.

NOTE — Les fréquences audibles sont généralement comprises entre 20 Hz et 20 000 Hz.

2.68 fréquence ultrasonore; ultrason: Fréquence située au-delà du domaine des fréquences audibles.

NOTE — Le terme « ultrasonore » peut être employé pour indiquer qu'un dispositif est prévu pour fonctionner avec des vibrations ultrasonores.

2.69 fréquence infrasonore; infrason: Fréquence située en deçà du domaine des fréquences audibles.

NOTE — Le terme « infrasonore » peut être employé pour indiquer qu'un dispositif est prévu pour fonctionner avec des vibrations infrasonores.

2.70 réverbération: Persistance du son dans un espace clos à la suite de réflexions ou de dispersions répétées après arrêt de la source sonore.

2.71 écho: Onde qui a été réfléchiée ou renvoyée, avec une intensité et un retard suffisants pour être détectée comme une onde distincte de l'onde directe et qui est perçue comme la répétition de l'onde directe.

2.72 résonance: Un système en oscillations forcées est en résonance lorsque toute variation, si petite soit-elle, de la fréquence d'excitation provoque une diminution de la réponse du système.

2.73 resonance frequency: A frequency at which resonance exists.

NOTES

- 1 Resonance frequencies may depend upon the measured variables, for example velocity resonance may occur at a different frequency from that of displacement resonance. (See table 2.)
- 2 In case of possible confusion, the type of resonance shall be indicated, for example velocity resonance frequency. (See table 2).

2.73 fréquence de résonance: Fréquence à laquelle une résonance se produit.

NOTES

- 1 Les fréquences de résonance peuvent dépendre des variables mesurées, par exemple une résonance de vitesse peut se produire à une fréquence différente de celle d'une résonance de déplacement. (Voir tableau 2.)
- 2 Dans le cas où une confusion serait possible, on doit indiquer le type de résonance, par exemple : fréquence de résonance de vitesse. (Voir tableau 2.)

Table 2 — Resonance relations
Tableau 2 — Relations de résonance

Characteristic Caractéristique	Displacement resonance Résonance de déplacement	Velocity resonance Résonance de vitesse	Damped natural frequency Fréquence propre amortie
Frequency, Hz Fréquence, Hz	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{2m^2}}$	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}$
Amplitude of displacement Amplitude du déplacement	$\frac{A}{c \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}}$	$\frac{A}{c \sqrt{\frac{k}{m}}}$	$\frac{A}{c \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{3c^2}{16m^2}}}$
Amplitude of velocity Amplitude de la vitesse	$\frac{A}{c \sqrt{1 + \frac{c^2}{4mk} - \frac{2c^2}{c^2}}}$	$\frac{A}{c}$	$\frac{A}{c \sqrt{1 + \frac{c^2}{16mk} - \frac{4c^2}{4c^2}}}$
Phase of displacement with reference to applied force Déphasage du déplacement par rapport à la force appliquée	$\tan^{-1} \sqrt{\frac{4mk}{c^2} - 2}$	$\frac{\pi}{2}$	$\tan^{-1} \sqrt{\frac{16mk}{c^2} - 4}$
NOTES 1 In the case of a linear single degree-of-freedom system, the motion of which can be described by the equation $m \frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = A \cos \omega t$ where x is a displacement; ω is the angular frequency; m , c and k are constants; the characteristics of the different kinds of resonance in terms of the constants of the above equation are as given in the table. 2 For values of c which are small compared with $\sqrt{mk}$, there is little difference between the three cases. The frequency at velocity resonance is equal to the undamped natural frequency of the system. Other symbols are employed for electrical resonance.		NOTES 1 Dans le cas d'un système linéaire à un seul degré de liberté dont le mouvement peut être représenté par l'équation $m \frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = A \cos \omega t$ où x est un déplacement; ω est la pulsation; m , c et k sont des constantes; les caractéristiques des différentes espèces de résonance en fonction des constantes de l'équation ci-dessus sont données au tableau 2. 2 Pour des valeurs de c petites par rapport à $\sqrt{mk}$, il y a peu d'écart entre les trois colonnes du tableau. La fréquence de résonance de la vitesse est égale à la fréquence propre non amortie du système. D'autres symboles sont utilisés pour la résonance électrique.	

2.74 antiresonance: Antiresonance of a system in forced oscillation exists at a point when any change, however small, in the frequency of excitation causes an increase in a response at this point.

2.74 antirésonance: Un système en oscillation forcée est en antirésonance en un point lorsque toute variation, si petite soit-elle, de la fréquence d'excitation provoque une augmentation de la réponse en ce point.

2.75 antiresonance frequency: A frequency at which antiresonance occurs.

NOTES

1 Antiresonance frequencies may depend upon the measured variable, for example velocity antiresonance may occur at a different frequency from that of displacement antiresonance.

2 In cases of possible confusion, the type of antiresonance shall be indicated, for example velocity antiresonance frequency.

2.76 fixed-base natural frequency: A natural frequency that a system would have if the foundation to which the equipment is attached were rigid and of infinite mass.

NOTE — The equation given in table 2 and the natural frequencies shown are for fixed-base conditions.

2.77 critical speed: A characteristic speed at which resonances of a system are excited.

NOTES

1 Critical speed of a rotating system is a speed of the rotating system that corresponds to a resonance frequency (it may also include multiples and submultiples of the resonance frequency) of the system, for example speed in revolutions per unit time equals the resonance frequency in cycles per unit time.

2 Where there are several rotating systems, there will be several corresponding sets of critical speeds, one for each mode of the overall system.

2.78 subharmonic response; subharmonic resonance response: A response of a mechanical system exhibiting some of the characteristics of resonance at a frequency having a period which is an integral multiple of the period of excitation.

2.79 damping: The dissipation of energy with time or distance.

NOTE — In the context of vibration and shock, damping is the progressive reduction of the amplitude with time.

2.80 undamped natural frequency (of a mechanical system): A frequency of free vibration resulting from only elastic and inertial forces of the system.

NOTE — For the equation of motion given in table 2, the undamped natural frequency is $(1/2\pi)\sqrt{k/m}$ Hz.

2.81 damped natural frequency: The frequency of free vibration of a damped linear system. (See table 2.)

2.82 viscous damping; linear viscous damping: The dissipation of energy that occurs when an element or a part of a vibration system is resisted by a force the magnitude of which is proportional to the velocity of the element and the direction of which is opposite to the direction of the velocity.

2.75 fréquence d'antirésonance: Fréquence à laquelle une antirésonance se produit.

NOTES

1 Les fréquences d'antirésonance peuvent dépendre des variables mesurées, par exemple une antirésonance de vitesse peut se produire à une fréquence différente de celle d'une antirésonance de déplacement.

2 Dans le cas où une confusion serait possible, on devrait indiquer le type d'antirésonance, par exemple fréquence d'antirésonance du déplacement.

2.76 fréquence propre avec encastrement parfait fixe: Fréquence propre d'un système lorsque la fondation à laquelle le montage est fixé est parfaitement rigide et de masse infinie.

NOTE — Les équations données au tableau 2 et les fréquences propres indiquées correspondent à des conditions d'encastrement parfait fixe.

2.77 vitesse critique: Vitesse caractéristique à laquelle sont excitées les résonances du système.

NOTES

1 Une vitesse critique de rotor est une vitesse de rotation du rotor qui correspond à une de ses fréquences de résonance (elle peut également correspondre à des multiples ou des sous-multiples de la fréquence de résonance), par exemple une vitesse en nombre de tours par unité de temps est égale à la fréquence de résonance en cycles par unité de temps.

2 Dans le cas de plusieurs rotors, il y aura plusieurs séries correspondantes de vitesses critiques pour chaque mode du système global.

2.78 réponse sous-harmonique; réponse de résonance sous-harmonique: Réponse d'un système mécanique, présentant certaines des caractéristiques de la résonance, dont la période est un multiple entier de la période d'excitation.

2.79 amortissement: Dissipation de l'énergie dans le temps ou suivant la distance.

NOTE — Dans le contexte des vibrations et des chocs, l'amortissement est la réduction progressive de l'amplitude dans le temps.

2.80 fréquence propre non amortie (d'un système mécanique): Fréquence de vibration libre résultant seulement des forces élastiques et des forces d'inertie du système.

NOTE — Pour l'équation du mouvement donnée dans le tableau, la fréquence propre non amortie est $(1/2\pi)\sqrt{k/m}$ Hz.

2.81 fréquence propre amortie: Fréquence de vibration libre d'un système linéaire amorti. (Voir tableau 2.)

2.82 amortissement visqueux; amortissement visqueux linéaire: Dissipation d'énergie qui se produit lorsqu'un élément ou une partie d'un système en vibration est soumis à une force résistive dont l'intensité est proportionnelle à la vitesse de l'élément et la direction est opposée à la direction de la vitesse.

2.83 equivalent viscous damping: A value of linear viscous damping, assumed for the purpose of analysis of a vibratory motion, such that the dissipation of energy per cycle at resonance is the same for the assumed as well as for the actual damping force.

2.84 linear viscous damping coefficient; viscous damping coefficient: For linear viscous damping, the ratio of damping force to velocity. [See *linear viscous damping* (2.82).]

2.85 critical damping; critical viscous damping: For a single degree-of-freedom system, the amount of viscous damping which corresponds to the limiting condition between an oscillatory and a non-oscillatory transient state of free vibration.

NOTE — The critical linear viscous damping coefficient, c_c , is equal to

$$c_c = 2\sqrt{mk} = 2m\omega_0$$

for the single degree-of-freedom system represented by the equation given in table 2, where ω_0 is the undamped natural frequency (angular). [See *undamped natural frequency* (2.80).]

2.86 damping ratio; fraction of critical damping: For a system with linear viscous damping, the ratio of the actual damping coefficient to the critical damping coefficient. [See *linear viscous damping coefficient* (2.84) and *critical damping* (2.85).]

NOTE — The fraction of critical damping may also be expressed in terms of per cent of critical damping.

2.87 logarithmic decrement: The natural logarithm of the ratio of any two successive amplitudes of like sign in the decay of a single-frequency oscillation.

2.88 non-linear damping: Phenomenon associated with the energy loss of a system whereby the motion of the system cannot be characterized by a linear differential, integral or integro-differential equation with constant coefficients.

2.89 Q ; Q factor: A quantity which is a measure of the sharpness of resonance, or frequency selectivity, of a resonant oscillatory system having a single degree of freedom, either mechanical or electrical.

NOTE — The quantity Q is equal to one-half the reciprocal of the damping ratio:

$$Q = \frac{1}{2c/c_c}$$

2.90 vibration generator; vibration machine: A machine that is specifically designed for and is capable of generating vibrations and of imparting these vibrations to other structures or devices.

NOTE — Equipment to be tested may be attached to a table on the generator or the generator may be used to excite equipment by means of studs without the use of a table.

2.91 vibration generator system: The vibration generator and associated equipment necessary for its operation.

2.83 amortissement visqueux équivalent: Valeur d'amortissement visqueux linéaire considérée pour l'analyse d'un mouvement vibratoire, telle que la dissipation d'énergie par cycle à la résonance soit la même pour les forces d'amortissement supposées que celle correspondant aux forces d'amortissement réelles.

2.84 coefficient d'amortissement visqueux linéaire; coefficient d'amortissement visqueux: Pour les amortissements visqueux linéaires, rapport de la force d'amortissement à la vitesse. [Voir *amortissement visqueux linéaire* (2.82).]

2.85 amortissement critique; amortissement visqueux critique: Pour un système à un seul degré de liberté, valeur de l'amortissement visqueux qui correspond à la condition limite entre un état oscillant et un état aperiodique transitoire d'une vibration libre.

NOTE — Le coefficient d'amortissement visqueux critique, c_c , dans un mouvement linéaire, est égal à

pour un système à un seul degré de liberté, représenté par l'équation donnée au tableau 2 où ω_0 est la pulsation propre non amortie. [Voir *fréquence propre non amortie* (2.80).]

2.86 taux d'amortissement; facteur d'amortissement: Dans un système linéaire à amortissement visqueux, rapport du coefficient d'amortissement réel au coefficient d'amortissement critique. [Voir *coefficient d'amortissement visqueux linéaire* (2.84) et *amortissement critique* (2.85).]

NOTE — Le facteur d'amortissement peut également être exprimé en pourcentage de l'amortissement critique.

2.87 décrement logarithmique: Logarithme népérien du rapport de deux amplitudes successives quelconques de même signe, dans la décroissance d'une oscillation à fréquence unique.

2.88 amortissement non linéaire: Phénomène associé à la perte d'énergie d'un système et où le mouvement du système ne peut être caractérisé par une équation différentielle, intégrale ou intégrale-différentielle non linéaire, avec des coefficients constants.

2.89 facteur d'amplification dynamique, Q : Grandeur qui est une mesure de l'acuité d'une résonance ou de la sélectivité en fréquence d'un système vibratoire résonant (mécanique ou électrique) à un seul degré de liberté.

NOTE — La grandeur Q est égale à la moitié de l'inverse du facteur d'amortissement:

2.90 générateur de vibrations; machine à vibrations: Machine spécialement conçue pour créer des vibrations et communiquer ces vibrations à d'autres structures ou dispositifs.

NOTE — Le matériel à soumettre aux essais peut être fixé sur la table d'un générateur de vibrations ou bien être attelé à un excitateur (sans table) par ses prises de forces.

2.91 ensemble générateur de vibrations: Générateur de vibrations avec le matériel associé nécessaire pour assurer son fonctionnement.

2.92 electrodynamic vibration generator; electrodynamic vibration machine: A vibration generator which derives its vibratory force from the interaction of a magnetic field of constant value, and a coil of wire contained in it which is excited by a suitable alternating current.

NOTE — The **moving element** of an electrodynamic vibration generator includes the vibration table, the moving coil, and all the parts of the generator that are intended to participate in the vibration.

2.93 electromagnetic vibration generator: A vibration generator which derives its vibratory force from the interaction of electromagnets and magnetic materials.

2.94 mechanical direct-drive vibration generator; direct-drive vibration generator: A vibration machine in which the vibration table is forced, by a positive linkage, to undergo a displacement amplitude of vibration that remains essentially constant regardless of the load or frequency of operation.

2.95 hydraulic vibration generator: A vibration generator which derives its vibratory force from the application of a liquid pressure through a suitable drive arrangement.

2.96 mechanical reaction type vibration generator; unbalanced mass vibration generator: A vibration machine in which the forces exciting the vibration are generated by rotating or reciprocating unbalanced masses.

2.97 resonance vibration generator: A vibration generator which contains a vibration system which is excited at its resonance frequency.

2.98 piezoelectric vibration generator: A vibration generator which has a piezoelectric transducer as its force-generating element.

2.99 magnetostrictive vibration generator: A vibration generator which has a magnetostrictive transducer as its force-generating element.

2.100 deadweight; pure mass; lumped mass: A mass having the characteristics of a perfectly rigid mass over the frequency region of concern.

2.101 cycle (verb): A device is said to be cycled if it is operated repetitively through a range of a controlled variable such as frequency. [See *cycle* (noun) (2.22).]

2.102 cycle period: The time required to cycle a device through all the controlled variables in the control range.

2.103 cycle range: Cycle range is defined by the minimum and maximum values of the controlled variable, such as frequency, between which the device is cycled.

2.92 générateur électrodynamique de vibrations; machine électrodynamique de vibrations: Générateur de vibrations dont la force vibratoire résulte de l'interaction d'un champ magnétique de valeur constante et d'une bobine excitée par un courant alternatif convenable.

NOTE — La **partie mobile** d'un générateur électrodynamique de vibrations comprend sa table vibrante, l'induit et tous les éléments du générateur qui suivent le mouvement de vibrations ou peuvent être considérés comme tels.

2.93 générateur électromagnétique de vibrations: Générateur de vibrations dont la force vibratoire résulte de l'interaction d'éléments électromagnétiques et magnétiques.

2.94 générateur de vibrations à action mécanique directe; générateur de vibrations à action directe: Machine à vibrations dont la table vibrante, par un accouplement direct, engendre un déplacement vibratoire d'amplitude sensiblement constante en fonction de la charge ou de la fréquence de fonctionnement.

2.95 générateur hydraulique de vibrations: Générateur de vibrations dont la force vibratoire résulte de l'action de la pression d'un liquide par l'intermédiaire d'un dispositif de commande approprié.

2.96 générateur de vibrations du type à force centrifuge; générateur de vibrations à balourd: Machine dont les forces excitatrices de vibrations sont engendrées par des rotors non équilibrés en rotation uniforme ou alternative.

2.97 générateur de vibrations à résonance: Générateur de vibrations qui comporte un dispositif vibrant excité à sa fréquence de résonance.

2.98 générateur piézo-électrique de vibrations: Générateur de vibrations qui comporte un transducteur piézo-électrique pour dispositif générateur de force.

2.99 générateur magnétostrictif de vibrations: Générateur de vibrations qui comporte un transducteur magnétostrictif pour dispositif générateur de force.

2.100 masse pure: Masse ayant les caractéristiques d'une masse parfaitement rigide dans une gamme de fréquences donnée.

2.101 cycler (verbe): Lorsque l'on fait effectuer des cycles répétitifs d'opérations à un dispositif pour différentes gammes de variables commandées, la fréquence par exemple, on dit que l'appareil est commandé pour fonctionner en cycles. [Voir *cycle* (2.22).]

2.102 durée de cycle: Temps nécessaire au déroulement d'un cycle d'opération pour toutes les variables commandées dans la gamme d'exploration.

2.103 gamme d'exploration d'un cycle: La gamme d'exploration d'un cycle est définie par les valeurs minimale et maximale de la variable commandée telle que la fréquence à laquelle se déroule le cycle.

2.104 sweep (as applied to the operation of a vibration generator): The process of traversing continuously through a range of values of an independent variable, usually frequency.

2.105 sweep rate: The rate of change of the independent variable, usually frequency, for example df/dt where f is frequency and t is time.

2.106 uniform sweep rate; linear sweep rate: A sweep rate for which the rate of change of the independent variable for a sweep, usually frequency, is constant, i.e. $df/dt = \text{constant}$. [See *sweep rate* (2.105).]

2.107 logarithmic frequency sweep rate: A sweep rate for which the rate of change of frequency per unit of frequency is constant, i.e. $(df/f)/dt = \text{constant}$. [See *sweep rate* (2.105).]

NOTES

- 1 For a logarithmic sweep rate, the time to sweep between any two frequencies of fixed ratio is constant.
- 2 It is recommended that logarithmic sweep rate be expressed in octaves per minute.

2.108 cross-over frequency (in vibration environmental testing): That frequency at which a characteristic of a vibration changes from one relationship to another.

NOTE — For example, a cross-over frequency may be that frequency at which the vibration amplitude, or r.m.s. value, changes from a constant displacement value versus frequency to a constant acceleration value versus frequency.

2.109 isolator: A support, usually resilient, the function of which is to attenuate the transmission of shock and/or vibration.

NOTE — An isolator may include collapsible parts, servo-mechanisms or other devices in lieu of, or in addition to, the resilient member.

2.110 vibration isolator: An isolator designed to attenuate the transmission of vibration in a frequency range.

2.111 shock isolator: An isolator designed to protect a system from a range of shock motions or forces.

2.112 centre-of-gravity mounting system: A centre-of-gravity mounting system exists if, when the mounted equipment is displaced by translation from its neutral position, there is no resultant moment about any axis through the centre of mass.

NOTE — In an ideal case, if an equipment is supported by a centre-of-gravity mounting system, then all natural (rigid-body) modes of vibration of the equipment on its mounts are decoupled. Translational motions of excitation will not excite rotational modes of vibration and *vice versa*. In practice, this is very difficult to achieve.

2.104 balayage (dans le cas de fonctionnement des générateurs de vibrations): Processus d'exploration continue d'un domaine de valeurs d'une variable indépendante, généralement la fréquence.

2.105 vitesse de balayage: Taux de variation de la variable indépendante, habituellement la fréquence, par exemple df/dt où f est la fréquence et t le temps.

2.106 vitesse de balayage uniforme: Vitesse de balayage dont le taux de variation de la variable indépendante pour un balayage, habituellement la fréquence, est constant, c'est-à-dire $df/dt = \text{constante}$. [Voir *vitesse de balayage* (2.105).]

2.107 vitesse de balayage logarithmique en fréquence: Vitesse de balayage dont le taux de variation de la fréquence par unité de fréquence demeure constant, c'est-à-dire $(df/f)/dt = \text{constante}$. [Voir *vitesse de balayage* (2.105).]

NOTES

- 1 Pour une vitesse de balayage en progression logarithmique, le temps de balayage entre deux fréquences de rapport donné est constant.
- 2 Il est recommandé d'exprimer la vitesse de balayage logarithmique en octaves par minute.

2.108 fréquence de transfert (dans les essais d'environnement vibratoire): Fréquence à laquelle la caractéristique d'une vibration passe d'une relation à une autre.

NOTE — Par exemple, une fréquence de transfert peut être la fréquence à laquelle la valeur de l'amplitude d'une vibration ou de sa valeur moyenne quadratique passe d'une valeur de déplacement constante en fonction de la fréquence, à une valeur d'accélération constante en fonction de la fréquence.

2.109 isolateur: Support, habituellement élastique, qui a pour rôle d'atténuer la transmission des chocs ou des vibrations.

NOTE — Un isolateur peut se composer d'éléments démontables, de servo-mécanismes ou d'autres dispositifs à la place ou en plus de l'élément élastique.

2.110 isolateur de vibrations: Isolateur conçu pour atténuer la transmission des vibrations dans une certaine gamme de fréquences.

2.111 isolateur de chocs: Isolateur conçu pour protéger un appareil d'une certaine catégorie d'impulsions ou de forces.

2.112 dispositif de montage astatique: On dit qu'un dispositif de montage est astatique si, lorsqu'on déplace en translation ce montage de sa position de repos, il n'y a aucun moment résultant par rapport aux axes passant par le centre de masse.

NOTE — Dans l'absolu, si un appareil est monté de façon astatique, il en résulte que tous les modes de vibration propres (corps rigide) de l'appareil avec ce dispositif de montage sont isolés. Des mouvements d'excitation en translation ne peuvent engendrer des modes de vibration en rotation et vice versa. En pratique, cela est très difficile à réaliser.

2.113 shock absorber: A device for the dissipation of energy in order to reduce the response of a mechanical system to applied shock.

2.114 damper; absorber: In vibration applications, a device used for reducing the magnitude of a shock or vibration by energy dissipation methods.

2.115 snubber: A device used to restrict the relative displacement of a mechanical system by increasing the stiffness of an elastic element in the system (usually abruptly and by a large factor) whenever the displacement becomes larger than a specified amount.

2.116 dynamic vibration absorber: A device for reducing vibrations of a primary system over a desired frequency range by the transfer of energy to an auxiliary system in resonance so tuned that the force exerted by the auxiliary system is opposite in phase to the force acting on the primary system.

NOTE — Dynamic vibration absorbers may be damped or undamped, but damping is not the primary purpose.

2.117 detuner: An auxiliary vibratory system with an amplitude-dependent frequency characteristic which modifies the vibration characteristics of the main system to which it is attached.

NOTE — An example is an auxiliary mass controlled by a non-linear spring.

3 Mechanical shock

3.1 mechanical shock; shock: A sudden change of force, position, velocity or acceleration that excites transient disturbances in a system.

NOTE — The change is normally considered sudden if it takes place in a time that is short compared with the fundamental periods of concern.

3.2 shock pulse: A form of shock excitation characterized by a sudden rise and/or sudden decay of a time-dependent parameter (such as motion, force or velocity).

NOTE — A descriptive mechanical term should be used, for example acceleration shock pulse.

3.3 applied shock; shock excitation: An excitation, applied to a system, that produces a mechanical shock.

3.4 shock motion: A transient motion causing, or resulting from, a shock excitation.

3.5 impact: A single collision of one mass with a second mass.

2.113 absorbeur d'énergie: Dispositif de dissipation d'énergie pour réduire la réponse d'un système mécanique à un choc.

2.114 amortisseur: Dans le domaine des vibrations, dispositif utilisé pour réduire l'ampleur d'un choc ou des vibrations par des méthodes de dissipation d'énergie.

2.115 limiteur de débattement: Élément utilisé pour limiter le déplacement relatif d'un système mécanique par accroissement de la raideur d'un dispositif élastique (habituellement de façon soudaine et importante) chaque fois que le déplacement devient supérieur à une valeur spécifiée.

2.116 absorbeur dynamique de vibrations: Dispositif qui réduit les vibrations d'un système primaire dans une gamme de fréquences désirée en transférant de l'énergie à un système auxiliaire en résonance qui est accordé de façon que la force exercée par le système auxiliaire soit en opposition de phase avec la force agissant sur le système primaire.

NOTE — L'absorbeur dynamique de vibrations peut être amorti ou non, mais l'amortissement n'est pas l'objet principal.

2.117 désaccordeur: Système vibrant auxiliaire dont la fonction de variation de l'amplitude en fonction de la fréquence modifie les caractéristiques de la vibration du système principal auquel il est relié.

NOTE — Un exemple de désaccordeur est une masse auxiliaire reliée à un ressort non linéaire.

3 Chocs mécaniques

3.1 choc mécanique; choc: Variation brusque d'une force, d'une position, d'une vitesse ou d'une accélération qui crée des perturbations transitoires dans le système considéré.

NOTE — La modification est normalement considérée comme brusque si elle se produit en un temps qui est court vis-à-vis de la période fondamentale concernée.

3.2 signal de choc: Type d'excitation de choc caractérisé par une brusque augmentation et/ou une brusque diminution d'un paramètre fonction du temps (tel que le mouvement, la force ou la vitesse).

NOTE — Un terme mécanique descriptif (par exemple signal de choc d'accélération) devrait être utilisé.

3.3 choc appliqué; excitation par choc: Excitation qui, appliquée à un système, produit un choc mécanique.

3.4 mouvement de choc: Mouvement transitoire causé par un choc ou produisant un choc.

3.5 impact: Collision unique de deux masses entre elles.

3.6 impulse:

- (1) The integral with respect to time of a force taken over the time during which the force is applied.
- (2) For a constant force, the product of the force and the time during which the force is applied.

NOTE — In shock usage, the time interval is relatively short.

3.7 bump: A form of shock which is repeated many times for test purposes.

3.8 ideal shock pulse: A shock pulse that is described by a simple time function, for example those defined in 3.9 to 3.15.

3.9 half-sine shock pulse: An ideal shock pulse for which the time-history curve has the shape of the positive (or negative) section of one cycle of a sine wave.

3.10 final peak sawtooth shock pulse; terminal peak sawtooth shock pulse: An ideal shock pulse for which the time-history curve has a triangular shape for which the motion increases linearly to a maximum value and then drops instantaneously to zero.

3.11 initial peak sawtooth shock pulse: An ideal shock pulse for which the motion rises instantaneously to a maximum value, after which it decreases linearly to zero.

3.12 symmetrical triangular shock pulse: An ideal shock pulse for which the time-history curve has the shape of an isosceles triangle.

3.13 versine shock pulse; haversine shock pulse: An ideal shock pulse for which the time-history curve has the shape of one full cycle of a versine curve beginning at zero (sine-squared curve).

3.14 rectangular shock pulse: An ideal shock pulse for which the motion rises instantaneously to a given value, remains constant for the duration of the pulse, then instantaneously drops to zero.

3.15 trapezoidal shock pulse: An ideal shock pulse for which the motion rises linearly to a given value, which then remains constant for a period of time after which it decreases to zero in a linear manner.

3.16 nominal shock pulse; nominal pulse: A specified shock pulse that is given with specified tolerances.

NOTES

- 1 "Nominal shock pulse" is a generic term. It requires an additional modifier to make its meaning specific, for example nominal half-sine shock pulse, or nominal sawtooth shock pulse.
- 2 The tolerances of the nominal pulse from the ideal may be expressed in terms of pulse shapes (including area), or corresponding spectra.

3.17 nominal value of a shock pulse: A specified value (for example peak value or duration) given with specified tolerances.

3.6 impulsion:

- (1) Intégrale d'une force par rapport au temps pendant la durée d'application.
- (2) Pour une force constante, produit de la force par sa durée d'application.

NOTE — Dans le cas de choc, l'intervalle de temps est relativement court (percussion.)

3.7 secousse: Type de choc répété de nombreuses fois pour des essais.

3.8 choc parfait: Choc qui est décrit par une fonction de temps simple, par exemple celles définies de 3.9 à 3.15.

3.9 choc héli-sinusoidal: Choc parfait pour lequel la courbe de variation temporelle a la forme de la partie positive (ou négative) d'un cycle d'une onde sinusoïdale.

3.10 choc en dent de scie à front lent: Choc parfait pour lequel la courbe de variation temporelle a la forme d'un triangle où le mouvement croît linéairement jusqu'à une valeur maximale et retombe à zéro de façon instantanée.

3.11 choc en dent de scie à front raide: Choc parfait pour lequel le mouvement croît instantanément jusqu'à une valeur maximale puis décroît linéairement jusqu'à zéro.

3.12 choc en triangle isocèle: Choc parfait pour lequel la courbe de variation temporelle a la forme d'un triangle isocèle.

3.13 choc en sinus carré: Choc parfait pour lequel la courbe de variation temporelle a la forme d'une période de la courbe en sinus carré commençant à la valeur zéro.

3.14 choc en rectangle: Choc parfait pour lequel le mouvement croît de façon instantanée jusqu'à une valeur donnée, reste constant pendant la durée du signal puis retombe de façon instantanée à zéro.

3.15 choc en trapèze: Choc parfait pour lequel le mouvement croît linéairement jusqu'à une valeur donnée, reste constant pendant un certain temps après lequel il décroît linéairement jusqu'à zéro.

3.16 choc nominal: Choc spécifié donné avec des tolérances spécifiées.

NOTES

- 1 « Choc nominal » est un terme générique. Il nécessite un qualificatif pour avoir un sens, par exemple choc nominal héli-sinusoidal ou choc nominal en dent de scie.
- 2 Les tolérances d'un choc nominal par rapport à un choc parfait peuvent être exprimées par des enveloppes de signaux de choc (y compris leur surface) ou par les spectres correspondants.

3.17 valeur nominale d'un signal de choc (d'un choc): Valeur prescrite (par exemple valeur crête ou durée) donnée avec des tolérances prescrites.

3.18 duration of shock pulse: The time-interval between the instant the motion rises above some stated fraction of the maximum value and the instant it decays to this fraction.

NOTES

- 1 This definition is limited to pulses of simple shape.
- 2 For measured pulses, the "stated fraction" is usually taken as 1/10. For ideal pulses, it is taken as zero.

3.19 rise time; pulse rise time: The interval of time required for the value of the pulse to rise from some specified small fraction of the maximum value to some specified large fraction of the maximum value.

NOTE — For measured pulses, the "specified small fraction" is usually taken as 1/10 and the "specified large fraction" as 9/10. For ideal pulses, the fractions are taken as 0 and 1,0.

3.20 pulse drop-off time; pulse decay time: The interval of time required for the value of the pulse to drop from some specified large fraction of the maximum value to some specified small fraction of the maximum value.

NOTE — See the note to 3.19.

3.21 blast; air blast; underwater blast: The pressure pulse and associated air or water motion resulting from an explosion or other sudden change of pressure in the atmosphere or water.

3.22 shock wave: A shock time history (displacement, pressure or other variable) associated with the propagation of the shock through a medium or structure.

NOTE — In liquids and gases, a shock wave is usually characterized by a wave front in which the pressure rises suddenly to a relatively large value.

3.23 shock testing machine; shock machine: A device for subjecting a system to controlled and reproducible mechanical shock.

3.24 shock response spectrum:

(1) The description of the responses to an applied shock of a series of systems of a specified type as a function of their natural frequencies.

(2) As used in the field of mechanical shock, an expression that approximates the maximum responses (displacement, velocity or acceleration) to an applied shock of an assembly of linear single degree-of-freedom systems, as a function of their natural frequencies.

NOTES

- 1 "Shock response spectrum" is a generic term. It requires an additional modifier to make its measuring specific, for example acceleration or velocity or displacement shock response spectrum.

3.18 durée d'un signal de choc: Intervalle de temps compris entre l'instant où le mouvement dépasse une fraction prescrite de sa valeur maximale, et celui où il revient à cette fraction.

NOTES

- 1 Cette définition ne s'applique qu'à des signaux de choc de forme simple.
- 2 Pour des chocs mesurés, la fraction prescrite usuelle est de 1/10. Pour des chocs parfaits, elle est choisie égale à zéro.

3.19 temps de montée du signal de choc; temps de montée: Intervalle de temps nécessaire à la montée du signal de choc depuis une fraction prescrite (faible) jusqu'à une fraction prescrite (forte) de sa valeur maximale.

NOTE — Pour les chocs mesurés, on prend généralement 1/10 pour la « fraction prescrite faible » et 9/10 pour la « fraction prescrite forte ». Pour les chocs parfaits, les fractions sont 0 et 1,0.

3.20 temps de descente du signal de choc; temps de descente: Intervalle de temps nécessaire à la descente du signal de choc depuis une fraction prescrite (forte) jusqu'à une fraction prescrite (faible) de sa valeur maximale.

NOTE — Voir la note en 3.19.

3.21 déflagration; déflagration aérienne; déflagration subaquatique: Déplacement d'air ou d'eau associé à l'onde de pression produite par une explosion ou toute autre variation brusque de pression atmosphérique ou aquatique.

3.22 onde de choc: Variation temporelle du choc (déplacement, pression ou autre variable), associée à la propagation du choc à travers un milieu ou une structure.

NOTE — Dans les liquides ou les gaz, une onde de choc est généralement caractérisée par un front d'onde dans lequel la pression croît brusquement jusqu'à une valeur relativement importante.

3.23 machine d'essai au choc; machine à chocs: Dispositif pour soumettre un système à des chocs mécaniques commandés et reproductibles.

3.24 spectre de réponses au choc:

(1) Description des réponses, à un choc appliqué, d'une série de systèmes de type prescrit en fonction de leurs fréquences naturelles.

(2) Telle qu'elle est utilisée dans le domaine des chocs mécaniques, expression approchée des réponses maximales (déplacement, vitesse ou accélération) à un choc appliqué sur un ensemble de systèmes linéaires à un seul degré de liberté, en fonction de leurs fréquences naturelles.

NOTES

- 1 « Spectre de réponse au choc » est un terme générique. Pour que sa signification soit spécifique, il est nécessaire d'ajouter un qualificatif, par exemple spectre de réponse au choc en accélération, en vitesse ou en déplacement.

2 If the amount and type of damping of the systems are not given, they are assumed to be zero. Unless otherwise indicated, the responses are maximum absolute values irrespective of sign and the time at which the maximum occurs. This is often referred to as maximum shock response spectrum. If reference is made to other types of shock response spectra, this shall be stated.

3 It should be noted that the concept of a shock response spectrum is not fully consistent with the definition of spectrum (see 1.56).

4 Transducers for shock and vibration measurement

4.1 transducer: A device designed to receive energy from one system and supply energy, of either the same or of a different kind, to another in such a manner that the desired characteristics of the input energy appear at the output.

4.2 electromechanical pick-up: A transducer which is actuated by energy from a mechanical system (strain, force, motion, etc.), and supplies energy to an electrical system, or *vice versa*.

NOTE — The principal types of transducers used in vibration and shock are

- a) piezoelectric accelerometer;
- b) piezoresistive accelerometer;
- c) strain-gauge type accelerometer;
- d) variable-resistance transducer;
- e) electrostatic (capacitor) (condenser) transducer;
- f) bonded-wire (foil) strain-gauge;
- g) variable-reluctance transducer;
- h) magnetostriction transducer;
- i) moving-conductor transducer;
- j) moving-coil transducer;
- k) induction transducer;
- l) electronic transducer.

4.3 seismic pick-up: A transducer consisting of a seismic system in which the differential movement between the mass and the base of the system produces an electrical output.

NOTE — Acceleration pick-ups operate in a frequency range below the significant natural frequency of the seismic system. Velocity and displacement pick-ups operate in a frequency range above the natural frequency of the seismic system.

4.4 linear transducer: A transducer for which the output quantity and the input quantity are linearly related within a specified frequency and amplitude range.

4.5 unilateral transducer: A transducer that cannot be actuated by signals at its outputs in such a manner as to supply related signals at its inputs.

2 Si la valeur et le type d'amortissement des systèmes ne sont pas donnés, on suppose qu'ils sont égaux à zéro. Sauf spécification contraire, les réponses sont des valeurs absolues maximales sans tenir compte du signe ni de la position temporelle du maximum. Cela est souvent appelé « spectre de réponse au choc maximax ». Si l'on fait référence à d'autres types de spectres de réponse au choc, il convient de l'indiquer.

3 Il y a lieu de noter que le concept de spectre de réponse au choc n'est pas entièrement compatible avec la définition d'un spectre (voir 1.56).

4 Transducteurs pour le mesurage des chocs et des vibrations

4.1 transducteur: Dispositif conçu pour recevoir de l'énergie de la part d'un système et en fournir, soit sous la même forme, soit sous une forme différente, à un autre système de telle façon que les caractéristiques recherchées de l'énergie reçue apparaissent à la sortie.

4.2 capteur électromécanique; transducteur électromagnétique: Transducteur qui fonctionne sous l'effet de l'énergie mécanique d'un système (contrainte, force, déplacement, etc.) et qui fournit de l'énergie à un système électrique, ou *vice versa*.

NOTE — Les principaux types de transducteurs utilisés dans les vibrations et les chocs sont les suivants :

- a) accéléromètre piézo-électrique;
- b) accéléromètre piézo-résistif;
- c) accéléromètre du type à extensomètre;
- d) capteur à résistance variable;
- e) capteur électrostatique (à capacité) (à condensateur);
- f) extensomètre à fil attaché (lame);
- g) capteur à reluctance variable;
- h) capteur à magnétostriction;
- i) capteur à conducteur mobile;
- j) capteur à bobine mobile;
- k) capteur à induction;
- l) capteur électronique.

4.3 capteur sismique: Transducteur comportant un système sismique dans lequel le déplacement relatif entre la masse et la base du système produit un signal électrique.

NOTE — Les capteurs d'accélération fonctionnent dans une gamme de fréquences située au-dessous des fréquences propres remarquables du système sismique. Les capteurs de vitesse et de déplacement fonctionnent dans des gammes de fréquences situées au-dessus des fréquences propres du système sismique.

4.4 transducteur linéaire: Transducteur pour lequel les signaux d'entrée et de sortie sont reliés linéairement dans une gamme de fréquences et d'amplitudes prescrite.

4.5 transducteur non réversible: Capteur qui ne peut pas être actionné par des signaux à ses bornes de sortie de telle manière qu'il puisse fournir des signaux correspondants à ses bornes d'entrée.

4.6 bilateral transducer: A transducer capable of transmission in either direction between its terminations.

NOTE — A bilateral transducer usually satisfies the principle of reciprocity.

4.7 sensing element: That part of a transducer that is activated by the input excitation and supplies the output signal.

4.8 rectilinear transducer: A transducer designed to be sensitive to some characteristic of a translational motion.

NOTE — The modifier "rectilinear" is used only when it is necessary to distinguish this type of transducer from those sensitive to rotational motions.

4.9 angular transducer: A transducer designed to measure some characteristic of rotational motion.

4.10 accelerometer; acceleration pick-up: A pick-up which converts an input acceleration to an output (usually electrical) that is proportional to the input acceleration.

4.11 velocity pick-up: A pick-up that converts an input velocity to an output (usually electrical) that is proportional to the input velocity.

4.12 displacement pick-up: A pick-up that converts an input displacement to an output (usually electrical) that is proportional to the input displacement.

4.13 vibrograph: An instrument, usually self-contained and mechanical in operation, that can present an oscillographic recording of a vibration waveform.

4.14 vibrometer: An instrument capable of indicating on a scale some measure of the magnitude of a vibration, such as peak velocity, r.m.s. acceleration, etc.

4.15 sensitivity (of a transducer): The ratio of a specified output quantity to a specified input quantity.

NOTE — The sensitivity of a transducer is usually determined for sinusoidal excitation.

4.16 calibration factor (of a transducer): The average sensitivity within a specified frequency range. [See *sensitivity* (4.15).]

4.17 sensitive axis (of a rectilinear transducer): The nominal direction for which a rectilinear transducer has the greatest sensitivity.

4.18 transverse axis (of a transducer): Any nominal direction perpendicular to the sensitive axis.

4.6 transducteur réversible: Transducteur qui peut transmettre des signaux dans l'un ou l'autre sens.

NOTE — Un transducteur réversible satisfait habituellement au principe de réversibilité.

4.7 élément sensible: Partie d'un transducteur sur laquelle agit l'excitation d'entrée et qui produit le signal de sortie.

4.8 transducteur de translation rectiligne: Transducteur conçu pour être sensible à une certaine caractéristique d'un mouvement de translation.

NOTE — Le qualificatif « rectiligne » est employé seulement quand il est nécessaire de distinguer ce type de transducteur de ceux qui sont sensibles aux rotations.

4.9 transducteur d'angle: Transducteur conçu pour mesurer une caractéristique quelconque d'un mouvement de rotation.

4.10 accéléromètre; capteur d'accélération: Capteur qui transforme des accélérations d'entrée en signaux de sortie (en général électriques) proportionnels aux valeurs des accélérations des signaux d'entrée.

4.11 capteur de vitesse: Capteur qui transforme des vitesses d'entrée en signaux de sortie (en général électriques) proportionnels aux valeurs des vitesses des signaux d'entrée.

4.12 capteur de déplacement: Capteur qui transforme des déplacements d'entrée en signaux de sortie (en général électriques) proportionnels aux valeurs des déplacements des signaux d'entrée.

4.13 vibrographe: Instrument en général constitué d'une chaîne complète de mesure et fonctionnant mécaniquement, qui peut donner un enregistrement oscillographique de la forme d'une onde vibratoire.

4.14 vibromètre: Instrument capable d'indiquer, sur une échelle, certaines mesures d'une grandeur vibratoire telles que vitesse de crête, valeur moyenne quadratique de l'accélération, etc.

4.15 sensibilité (d'un transducteur): Quotient d'une grandeur de sortie prescrite par une grandeur d'entrée prescrite.

NOTE — On détermine habituellement la sensibilité d'un capteur pour des excitations de forme sinusoïdale.

4.16 constante d'étalonnage (d'un transducteur): Sensibilité moyenne dans une gamme de fréquences prescrite. [Voir *sensibilité* (4.15).]

4.17 axe de sensibilité maximale (d'un transducteur de translation rectiligne): Direction nominale dans laquelle le capteur a la plus grande sensibilité maximale.

4.18 axe transverse de sensibilité (d'un transducteur): Toute direction perpendiculaire à l'axe de sensibilité maximale.

4.19 transverse sensitivity (of a rectilinear transducer); **cross-sensitivity**: The sensitivity of a transducer to excitation in a nominal direction perpendicular to its sensitive axis.

NOTE — The transverse sensitivity is usually a function of the nominal direction of the axis chosen.

4.20 transverse sensitivity ratio (of a rectilinear transducer); **cross-sensitivity ratio**: The ratio of the transverse sensitivity of a transducer to its sensitivity along its sensitive axis.

4.21 transducer phase shift: The phase angle between the transducer output and input for sinusoidal excitation.

4.22 transducer distortion: Distortion which occurs when the output of the transducer is not proportional to the input.

4.23 amplitude distortion (of a transducer): Distortion occurring when the ratio of the output of a transducer to its input at a given frequency varies with the input amplitude.

4.24 frequency distortion; frequency response: Distortion or response occurring within a given frequency range when the amplitude sensitivity of the transducer for a given amplitude of excitation is not constant over that range.

4.25 phase distortion: Distortion occurring when the phase angle between the output of a transducer and its input is not a linear function of frequency.

5 Data processing

5.1 power spectral density; auto-spectral density; auto-spectrum: The power spectral density $G(f)$ of a quantity $\xi(t)$ is the mean-square value of that part of the quantity passed by a narrow-band filter of centre frequency f , per unit bandwidth, in the limit as the bandwidth approaches zero and the averaging time approaches infinity.

NOTES

1 Power spectral density can be expressed as

$$G(f) = \lim_{\substack{B \rightarrow 0 \\ T \rightarrow \infty}} \frac{1}{BT} \int_0^T \xi^2(f, t, B) dt$$

where

$\xi^2(f, t, B)$ is the result of passing $\xi(t)$ through a narrow-band-pass filter of bandwidth B centred at f , and then squaring the output;

T is the averaging time.

In terms of Fourier transforms, $G(f)$ can be expressed as

$$G(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{2}{T} \left| F(f, T) \right|^2$$

where

$f > 0$;

$$F(f, T) = \int_0^T \xi(t) e^{-i2\pi ft} dt$$

4.19 sensibilité transverse rectiligne (d'un transducteur rectiligne): Sensibilité pour une excitation dans une direction perpendiculaire à l'axe de sensibilité maximale du transducteur.

NOTE — La sensibilité transverse est habituellement fonction de la direction nominale de l'axe choisi.

4.20 rapport transverse de sensibilité (d'un transducteur linéaire): Rapport de la sensibilité transverse du transducteur à sa sensibilité suivant son axe de sensibilité maximale.

4.21 déphasage du capteur: Différence entre les phases de signaux de sortie et d'entrée pour une excitation sinusoïdale.

4.22 distorsion du transducteur: Distorsion produite lorsque le signal de sortie du transducteur n'est pas proportionnel au signal d'entrée.

4.23 distorsion d'amplitude (d'un transducteur): Distorsion produite lorsque le rapport du signal de sortie d'un transducteur à son signal d'entrée dépend, pour une fréquence donnée, de l'amplitude du signal d'entrée.

4.24 distorsion de fréquence; réponse en fréquence: Distorsion ou réponse produite, dans une gamme de fréquences donnée, lorsque la sensibilité en amplitude d'un transducteur pour une amplitude donnée d'entrée n'est pas constante dans cette gamme.

4.25 distorsion de phase (d'un transducteur): Distorsion produite lorsque le déphasage entre les signaux d'entrée et de sortie d'un transducteur n'est pas une fonction linéaire de la fréquence.

5 Traitement des données

5.1 densité spectrale de puissance; densité auto-spectrale; auto-spectre: La densité spectrale de puissance $G(f)$ d'une grandeur $\xi(t)$ est la valeur limite de la valeur moyenne quadratique de la fraction de la grandeur résultant du passage au travers d'un filtre à bande étroite, lorsque la largeur de bande tend vers zéro et que la durée d'intégration tend vers l'infini.

NOTES

1 La densité spectrale de puissance peut s'exprimer comme suit :

où

$\xi^2(f, t, B)$ est le résultat du passage de $\xi(t)$ au travers d'un filtre à bande étroite, de largeur de bande B centrée sur f , suivi d'une élévation au carré à la sortie;

T est la durée d'intégration.

En terme de transformées de Fourier, $G(f)$ peut s'exprimer comme suit :

où

$f > 0$;

$$F(f, T) = \int_0^T \xi(t) e^{-i2\pi ft} dt$$

2 Power spectral density is a generic term used regardless of the physical process represented by the time-history. The physical process involved is indicated in referring to particular data.

For example, the term **acceleration power spectral density** or **acceleration spectral density** is used instead of power spectral density when the acceleration spectrum is to be described.

3 For stationary processes, the power spectral density is twice the Fourier transform [see *Fourier spectrum* (A.21)] of the autocorrelation function, and may be expressed as

$$G(f) = 2 \int_{-\infty}^{\infty} R(t) e^{-i2\pi ft} dt$$

$$= 4 \int_0^{\infty} R(t) \cos(2\pi ft) dt \quad (f > 0)$$

5.2 power spectrum: A spectrum of mean-squared spectral density values.

5.3 cross-spectral density; cross-spectrum: Complex-valued function of frequency f , of two quantities $\xi_1(t)$ and $\xi_2(t)$ defined by

$$G_{1,2}(f) = C_{1,2}(f) - iQ_{1,2}(f)$$

where

the real part $C_{1,2}(f)$, called the coincident spectral density function (or co-spectrum), is the average product of $\xi_1(t)$ and $\xi_2(t)$ at frequency f per unit bandwidth, for an appropriate bandwidth B and averaging time T . The real part, $C_{1,2}(f)$, is thus given by the following equation:

$$C_{1,2}(f) = \lim_{\substack{B \rightarrow 0 \\ T \rightarrow \infty}} \frac{1}{BT} \int_0^T \xi_1(f, t, B) \xi_2(f, t, B) dt$$

where

$\xi_1(f, t, B)$ and $\xi_2(f, t, B)$ are the results of passing $\xi_1(t)$ and $\xi_2(t)$, respectively, through identical narrow-band-pass filters of bandwidth B centred at f ;

the imaginary part $Q_{1,2}(f)$, called the quadrature spectral density function (or quad-spectrum), is also an average product of $\xi_1(t)$ and $\xi_2(t)$ at frequency f per unit bandwidth, except that $\xi_2(t)$ is shifted in phase to produce a 90° phase lag. The imaginary part, $Q_{1,2}(f)$, is thus given by the following equation:

$$Q_{1,2}(f) = \lim_{\substack{B \rightarrow 0 \\ T \rightarrow \infty}} \frac{1}{BT} \int_0^T \xi_1(f, t, B) \xi_2^0(f, t, B) dt$$

where

$\xi_1(f, t, B)$ is the result of passing $\xi_1(t)$ through a narrow-band-pass filter of bandwidth B centred at f ;

2 La densité spectrale de puissance est un terme générique utilisé quel que soit le processus physique que représente la variation temporelle. Le processus physique concerné est indiqué par référence aux données pertinentes.

Par exemple, le terme de **densité spectrale de puissance d'accélération** ou de **densité spectrale d'accélération** est utilisé à la place de densité spectrale de puissance lorsqu'on doit décrire le spectre d'accélération.

3 Pour des régimes stationnaires, la densité spectrale de puissance est égale à deux fois la transformée de Fourier [voir *spectre de Fourier* (A.21)] de la fonction d'autocorrélation et peut être exprimée comme suit:

5.2 puissance spectrale: Spectre des valeurs moyennes quadratiques de la densité spectrale.

5.3 densité spectrale croisée; spectre croisé: Fonction de valeur complexe de la fréquence f , de deux quantités $\xi_1(t)$ et $\xi_2(t)$ définies par:

où

la partie réelle $C_{1,2}(f)$, appelée fonction de densité spectrale de coïncidence (ou co-spectre), est le produit moyen, par unité de largeur de bande, de $\xi_1(t)$ et de $\xi_2(t)$ à la fréquence f , pour une largeur de bande B appropriée et une durée d'intégration T . La partie réelle, $C_{1,2}(f)$, est ainsi donnée par l'équation suivante:

où

$\xi_1(f, t, B)$ et $\xi_2(f, t, B)$ sont les résultats du passage de $\xi_1(t)$ et de $\xi_2(t)$ respectivement au travers des filtres identiques à bande étroite, de largeur de bande B centrée sur f ;

la partie imaginaire $Q_{1,2}(f)$, appelée fonction de densité spectrale de quadrature (ou spectre de quadrature), est également un produit moyen, par unité de largeur de bande, de $\xi_1(t)$ et $\xi_2(t)$ à la fréquence f , mais dans lequel $\xi_2(t)$ est déphasé pour un retard de phase de 90°. La partie imaginaire, $Q_{1,2}(f)$, est ainsi donnée par l'équation suivante:

où

$\xi_1(f, t, B)$ est le résultat du passage de $\xi_1(t)$ au travers d'un filtre à bande étroite, de largeur de bande B centrée sur f ;

$\xi_2^0(f, t, B)$ denotes a 90° phase lag from $\xi_2(f, t, B)$ which is the result of passing $\xi_2(t)$ through a narrow-band-pass filter of bandwidth B centred at f .

$\xi_2^0(f, t, B)$ désigne la quantité en retard de phase de 90° par rapport à $\xi_2(f, t, B)$, qui est le résultat du passage $\xi_2(t)$ au travers d'un filtre à bande étroite, de largeur de bande B centrée sur f .

NOTES

- 1 For the definitions of the function $G(f)$, see the notes under *power spectral density* (5.1).
- 2 The functions $C_{1,2}(f)$ and $Q_{1,2}(f)$ can be expressed in terms of Fourier transforms as follows:

$$C_{1,2}(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{2}{T} \operatorname{Re} [F_1^*(f, T) \cdot F_2(f, T)]$$

$$Q_{1,2}(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{2}{T} \operatorname{Im} [F_1^*(f, T) \cdot F_2(f, T)]$$

where

$$f > 0;$$

$$F_1^*(f, T) = \int_0^T \xi_1(t) e^{i2\pi ft} dt;$$

$$F_2(f, T) = \int_0^T \xi_2(t) e^{-i2\pi ft} dt;$$

$\operatorname{Re} [\dots]$ and $\operatorname{Im} [\dots]$ are the real and imaginary parts, respectively, of the function in the brackets.

- 3 In terms of finite Fourier transforms, $G_{1,2}(f)$ can be expressed as

$$G_{1,2}(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{2}{T} [F_1^*(f, T) F_2(f, T)]$$

- 4 In terms of the Fourier transform of the cross-correlation function ($R_{1,2}$), $G_{1,2}(f)$ can be expressed as

$$G_{1,2}(f) = 2 \int_{-\infty}^{+\infty} R_{1,2}(t) e^{-i2\pi ft} dt$$

5.4 coherence function: The ratio of the square of the absolute value of the cross-spectral density function to the product of the spectral density functions of the two quantities $\xi_1(t)$ and $\xi_2(t)$.

The coherence function is given by the following expression:

$$\gamma_{1,2}^2(f) = \frac{|G_{1,2}(f)|^2}{G_1(f) \cdot G_2(f)}$$

At any frequency f , the coherence function satisfies $0 < \gamma_{1,2}^2(f) < 1$.

NOTE — For definitions of the terms $G_{1,2}(f)$, $G_1(f)$ and $G_2(f)$, see the notes under *power spectral density* (5.1) and *cross-spectral density* (5.3).

5.5 statistical degrees of freedom: The number of independent variables in an estimate of some quantity.

NOTES

- 1 The number of degrees of freedom determines the statistical accuracy of an estimate.
- 2 When time-averaging is used in the analysis of random data, the effective number of statistical degrees of freedom is $n = 2BT$, where B is the effective filter bandwidth and T is the effective averaging time.

NOTES

- 1 Pour les définitions de la fonction $G(f)$, voir les notes sous *densité spectrale de puissance* (5.1).
- 2 Les fonctions $C_{1,2}(f)$ et $Q_{1,2}(f)$ peuvent être exprimées en termes de transformées de Fourier comme suit:

où

$$f > 0;$$

$$F_1^*(f, T) = \int_0^T \xi_1(t) e^{i2\pi ft} dt;$$

$$F_2(f, T) = \int_0^T \xi_2(t) e^{-i2\pi ft} dt;$$

$\operatorname{Re} [\dots]$ et $\operatorname{Im} [\dots]$ sont respectivement les parties réelles et imaginaires de la fonction entre crochets.

- 3 En termes de transformées de Fourier finies $G_{1,2}(f)$ peut s'exprimer comme suit:

- 4 En termes de transformée de Fourier de la fonction de corrélation croisée ($R_{1,2}$), $G_{1,2}(f)$ peut s'exprimer comme suit:

5.4 fonction de cohérence: Rapport du carré de la valeur absolue de la fonction de densité spectrale croisée au produit des fonctions de densité spectrale des deux grandeurs, $\xi_1(t)$ et $\xi_2(t)$.

La fonction de cohérence est donnée par l'expression suivante:

Pour toute fréquence f , la fonction de cohérence satisfait à $0 < \gamma_{1,2}^2(f) < 1$.

NOTE — Pour les définitions des termes $G_{1,2}(f)$, $G_1(f)$ et $G_2(f)$, voir les notes sous *densité spectrale de puissance* (5.1) et *densité spectrale croisée* (5.3).

5.5 degrés de liberté statistiques: Nombre de variables indépendantes dans l'estimation d'une grandeur.

NOTES

- 1 Le nombre de degrés de liberté détermine l'exactitude statistique d'une évaluation.
- 2 Lorsqu'on utilise une intégration temporelle pour l'analyse de données aléatoires, le nombre effectif de degrés de liberté statistiques est $n = 2BT$, B étant la bande passante effective du filtre et T , la durée d'intégration.

5.6 equivalent (static) acceleration (for a single degree-of-freedom system): For a dynamic excitation, the steadily applied acceleration required to produce the same maximum relative displacement as the excitation does.

5.7 pseudovelocity: The product of the maximum relative displacement of an undamped single degree-of-freedom system and the angular natural frequency $2\pi f_n$.

5.8 aliasing error: An erroneous result in digital analysis of signals caused by having the maximum frequency of the signal greater than one-half the value of the sampling frequency (see 5.15) (which is sometimes referred to as the "Shannon frequency").

5.9 data block: The ordered collection of data points stored in the memory of a digital computer.

5.10 block size; block length: The number of records, words or characters in a block.

5.11 data points: The digital values obtained as a result of converting an analog signal.

5.12 frequency resolution: The reciprocal of the total time (see 5.13).

5.13 total time (in data processing): The time needed to fill a data block.

5.14 sampling; sample (verb): To obtain the values of a function for regularly or irregularly spaced distinct values from its domain.

NOTE — Other meanings of this term may be used in particular fields, for example in statistics.

5.15 sampling frequency: The number of samples taken in one second.

5.16 sampling interval: The time interval between two samples.

5.17 smoothing: An averaging process in which a data block is shifted and averaged.

NOTE — For example, smoothing over three data points is characterized by the relationship

$$\bar{x}_k = (x_{k-1} + x_k + x_{k+1})/3$$

Smoothing can be done in the time domain, the frequency domain and in histograms.

5.18 truncation (in vibration analysis): The application of a record length which is too short to define the signal accurately.

5.6 accélération (statique) équivalente (pour un système à un seul degré de liberté): Pour une excitation dynamique, accélération appliquée de façon constante, nécessaire pour obtenir le même déplacement relatif maximal qu'avec l'excitation considérée.

5.7 pseudo-vitesse: Produit du déplacement relatif maximal d'un système non amorti à un seul degré de liberté et de la fréquence angulaire propre $2\pi f_n$.

5.8 erreur de repliement: Résultat erroné dans l'analyse numérique de signaux due à ce que la fréquence maximale du signal est supérieure à la moitié de la valeur de la fréquence d'échantillonnage (voir 5.15) (que l'on appelle parfois « fréquence de Shannon »).

5.9 bloc de données: Ensemble ordonné de données stockées dans la mémoire d'un ordinateur numérique.

5.10 longueur de bloc: Nombre d'archives, de mots ou de caractères dans un bloc.

5.11 points: Valeurs numériques obtenues en convertissant un signal analogique.

5.12 résolution en fréquence: Inverse de la durée totale (voir 5.13).

5.13 durée totale (en traitement de données): Temps nécessaire pour remplir un bloc de données.

5.14 échantillonnage; échantillonner: Obtention des valeurs d'une fonction pour des valeurs distinctes espacées régulièrement ou irrégulièrement du domaine de cette fonction.

NOTE — On peut utiliser d'autres acceptions de ce terme dans des domaines particuliers, par exemple en statistique.

5.15 fréquence d'échantillonnage: Nombre d'échantillons prélevés en une seconde.

5.16 intervalle d'échantillonnage: Intervalle de temps entre deux échantillons.

5.17 lissage: Processus de moyennage dans lequel un bloc de données est décalé et moyenné.

NOTE — Par exemple le lissage sur trois points se caractérise par la relation suivante:

Le lissage peut être effectué dans les domaines temporel, fréquentiel et dans des histogrammes.

5.18 troncature (dans l'analyse des vibrations): Application d'une longueur d'enregistrement trop courte pour définir le signal avec exactitude.

5.19 data processing: A general term for the electronic or mechanical processing of original information.

5.20 data handling: Data processing which introduces no change in the original information, for example card sorting, tabulation, storage, retrieval, coordinate transformation, etc.

5.21 data reduction: Data processing which causes changes in the original information, for example conversion from analogue to digital or *vice versa*, inversion of a function, averaging, etc.

5.22 real-time analysis: Signal processing to analyse parameters in real time.

5.23 Fast Fourier Transform (FFT): A process where the computing times of complex multiplications/additions are greatly reduced.

5.24 quantizing: An analog-to-digital conversion where sampling quantizes every data point.

5.25 window function: A truncated function that is used for reducing the errors in processing weighted data points.

5.26 deterministic vibration: A vibration the instantaneous value of which at a certain time can be predicted from knowledge of its time history at an earlier time.

NOTE — In mathematical terms, if $f(t)$ for $t > t_0$ can be predicted from $f(t)$ for $t < t_0$, then the vibration represented by $f(t)$ is deterministic.

5.27 time history: The magnitude of a quantity expressed as a function of time.

5.28 stationary process: An ensemble of time histories such that their statistical properties are invariant with respect to translations in time.

5.29 strongly self-stationary: Term used to describe a random signal if all statistical properties determined by averaging a sample over a finite time interval are independent of the time at which the sample occurs.

5.30 weakly self-stationary: Term used to describe a random signal if the mean value and autocorrelation function determined by averaging a sample over a finite time interval is independent of the time at which the sample occurs.

5.31 ergodic process: A stationary process containing an ensemble of time histories where time averages are the same for every time-history.

NOTE — It follows that these time averages from any time history will then be equal to corresponding statistical averages over the ensemble.

5.19 traitement de données: Terme général pour le traitement électronique ou mécanique des informations de base.

5.20 manipulation de données: Traitement de données qui n'introduit aucune modification dans l'information de base, par exemple tri des cartes, tabulation, mise en mémoire, extraction, transformation des coordonnées, etc.

5.21 réduction de données: Traitement de données provoquant des modifications des informations de base, par exemple conversion d'analogique en numérique ou vice versa, inversion d'une fonction, moyennage, etc.

5.22 analyse en temps réel: Traitement du signal permettant d'analyser les paramètres en temps réel.

5.23 transformation de Fourier rapide (FFT): Processus dans lequel les durées de calcul de multiplications/d'additions de nombres complexes sont fortement réduites.

5.24 quantification: Conversion analogique/numérique dans laquelle l'échantillonnage quantifie chaque point de données.

5.25 fonction fenêtre: Fonction de troncature utilisée pour réduire les erreurs lors du traitement de données pondérées.

5.26 vibration déterministe: Vibration dont on peut prévoir la valeur instantanée à un moment précis en connaissant sa variation temporelle un moment auparavant.

NOTE — En termes mathématiques, si l'on peut prévoir $f(t)$ pour $t > t_0$ à partir de $f(t)$ pour $t < t_0$, la vibration représentée par $f(t)$ est alors déterministe.

5.27 variation temporelle: Intensité d'une grandeur exprimée en fonction du temps.

5.28 régime stationnaire: Ensemble de variations temporelles dont les propriétés statistiques sont invariantes par rapport aux translations dans le temps.

5.29 fortement stationnaire: Terme utilisé pour décrire un signal aléatoire si toutes les propriétés statistiques déterminées par moyennage d'un échantillon sur un intervalle de temps fini sont indépendantes du moment où l'échantillon est effectué.

5.30 faiblement stationnaire: Terme utilisé pour décrire un signal aléatoire si la valeur moyenne et la fonction d'autocorrélation déterminées par moyennage d'un échantillon sur un intervalle de temps fini sont indépendantes du moment où l'échantillon est effectué.

5.31 processus ergodique: Processus stationnaire contenant un ensemble de variations temporelles dans lesquelles les moyennes temporelles sont les mêmes pour chaque variation temporelle.

NOTE — Il s'ensuit que ces moyennes temporelles prises sur toute variation temporelle seront égales aux moyennes statistiques correspondantes calculées sur l'ensemble.

5.32 random process; stochastic process: A set (ensemble) of time functions that can be characterized through statistical properties.

5.33 ensemble; set: A collection of signals.

5.34 autocorrelation function: For a quantity $x(t)$, the mean of the product of the value of the quantity at time t with its value at time $(t + \tau)$.

NOTES

1 The autocorrelation function can be expressed mathematically as

$$R(\tau) = \overline{[x(t)] [x(t + \tau)]} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) x(t + \tau) dt$$

2 For a stationary random quantity $x(t)$ which persists for all time, T approaches infinity, that is

$$R(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) x(t + \tau) dt$$

In practice, T is finite and the formula given in note 1 only gives an estimate with a certain statistical uncertainty which increases as T decreases.

5.35 cross-correlation function: For two quantities $x(t)$ and $y(t)$, the mean of the product of the value of one function at a time t and the value of the other function at a time $(t + \tau)$.

NOTES

1 The cross-correlation function can be expressed mathematically as

$$R_{x,y}(\tau) = \overline{[x(t)] [y(t + \tau)]} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) y(t + \tau) dt$$

2 See note 2 under *autocorrelation function* (5.34).

5.36 autocorrelation coefficient: For a quantity $x(t)$, the ratio of the autocorrelation function to the mean-square value of the quantity.

NOTE — The autocorrelation coefficient can be expressed mathematically as

$$\rho(\tau) = \frac{R(\tau)}{R(0)} = \frac{\overline{[x(t)] [x(t + \tau)]}}{\overline{x^2(t)}}$$

5.37 cross-correlation coefficient: For two quantities $x(t)$ and $y(t)$, the ratio of the cross-correlation function to the square root of the product of the mean-square values of the quantities.

NOTE — This can be expressed mathematically as

$$\rho_{x,y}(\tau) = \frac{R_{x,y}(\tau)}{\sqrt{R_x(0) R_y(0)}}$$

where

$$R_x(0) = \overline{x^2(t)};$$

$$R_y(0) = \overline{y^2(t)};$$

$$R_{x,y}(\tau) \text{ is as defined in 5.35.}$$

At any delay τ , the cross-correlation coefficient satisfies

$$-1 < \rho_{x,y}(\tau) < 1$$

5.32 processus aléatoire; processus stochastique: Ensemble de fonctions du temps qui peut être caractérisé par des propriétés statistiques.

5.33 ensemble: Groupe de plusieurs signaux.

5.34 fonction d'autocorrélation: Pour une grandeur $x(t)$, moyenne du produit de la valeur de cette grandeur au temps t par sa valeur au temps $(t + \tau)$.

NOTES

1 La fonction d'autocorrélation peut être exprimée mathématiquement de la façon suivante :

2 Pour une grandeur aléatoire stationnaire $x(t)$ de durée permanente, T tendant à l'infini, on a

En pratique, T est limité et la formule donnée dans la note 1 donne seulement une estimation affectée d'une certaine incertitude statistique qui augmente lorsque T diminue.

5.35 fonction de corrélation croisée: Pour deux grandeurs $x(t)$ et $y(t)$, moyenne du produit de la valeur d'une des fonctions à l'instant t avec la valeur de l'autre à $(t + \tau)$.

NOTES

1 La fonction de corrélation croisée peut être exprimée mathématiquement de la façon suivante :

2 Voir note 2 sous *fonction d'autocorrélation* (5.34).

5.36 coefficient d'autocorrélation: Pour une grandeur $x(t)$, rapport de la fonction d'autocorrélation à la valeur moyenne quadratique de la grandeur.

NOTE — L'expression mathématique du coefficient d'autocorrélation est

5.37 coefficient de corrélation croisée: Pour deux grandeurs $x(t)$ et $y(t)$, rapport de la fonction de corrélation croisée à la racine carrée du produit des valeurs moyennes quadratiques des grandeurs.

NOTE — Ceci peut s'exprimer mathématiquement par

où

$$R_x(0) = \overline{x^2(t)};$$

$$R_y(0) = \overline{y^2(t)};$$

$$R_{x,y}(\tau) \text{ sont tels que définis en 5.35.}$$

À chaque instant, τ , le coefficient d'autocorrélation satisfait à

5.38 effective bandwidth (of a specified band-pass filter) : The bandwidth of an ideal filter which has flat response in its passband and transmits the same power as the specified filter when the two filters receive the same white-noise input signal.

NOTE — The effective bandwidth may be measured by dividing the mean-square response of the filter to white-noise excitation by the product of the excitation spectral density and the square of the maximum transmission.

5.39 effective averaging time : The time required for an ideal integrator to yield the same parameter estimate as the averaging device employed.

5.40 confidence interval : For a normal distribution of measured data points, the range within which one value will lie with a given degree of probability.

5.38 largeur de bande effective (d'un filtre passe-bande spécifié) : Largeur de bande d'un filtre idéal qui a une réponse plate dans sa bande passante et transmet la même puissance que le filtre spécifié lorsque les deux filtres reçoivent le même signal d'entrée de bruit blanc.

NOTE — On peut mesurer la largeur de bande effective en divisant la réponse quadratique moyenne du filtre à une excitation en bruit blanc par le produit de la densité spectrale de l'excitation et du carré de la transmission maximale.

5.39 durée d'intégration effective : Temps nécessaire à un intégrateur idéal pour donner la même évaluation du paramètre que le système de moyennage employé.

5.40 intervalle de confiance : Pour une distribution normale des points de mesure, plage dans laquelle se trouvera une valeur avec un degré de probabilité donné.

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 2041:1990

Annex A (informative)

Mathematical terms¹⁾

A.1 reference: A quantity associated with a point in an element or system from which, or with respect to which, other similar quantities are measured. If the same reference is used generally throughout a system, it is called a **common reference**.

A.2 variable: A quantity that can assume a (finite or infinite) succession of values.

A.3 independent variable: A variable, such as time, the value of which is not determined by other variables.

A.4 dependent variable: A variable the values of which are determined by values of independent variables and parameters.

A.5 parameter: In a mathematical relationship, a quantity that describes a system characteristic. A parameter may be a variable in an equation, or it may be a "constant" that can be assigned different values.

A.6 function: The expression of a relationship between one dependent variable (the value of the function) and one or more independent variables and constants. For example a function of y , z and t .

A.7 proportional: One variable is said to be **directly** proportional to another variable if the ratio of the corresponding values of the variables is constant, and **inversely** proportional to another variable if the ratio of the reciprocal of one variable to the corresponding value of the other variable is constant.

A.8 linear function: One variable is said to be a linear function of another variable if changes in the first variable are directly proportional to changes in the second variable.

A.9 generalized coordinates: Quantities independent of one another, and necessary and sufficient for describing the configuration of a system.

1) The definitions included in this annex are essential to those working in the field of vibration and shock. However, as the formulations are also the concern of others, these definitions are not considered part of this International Standard.

Annexe A (informative)

Termes mathématiques¹⁾

A.1 référence; référence commune: Grandeur associée à un point dans un élément ou dans un système à partir duquel ou en fonction duquel d'autres grandeurs similaires sont mesurées. Si la même référence est normalement utilisée dans tout un système, elle est appelée **référence commune**.

A.2 variable: Quantité qui peut prendre une suite de valeurs (finie ou infinie).

A.3 variable indépendante: Variable, telle que le temps, dont la valeur n'est pas déterminée par d'autres variables.

A.4 variable dépendante: Variable dont les valeurs sont déterminées par les valeurs de variables ou de paramètres indépendants.

A.5 paramètre: Dans une relation mathématique, quantité qui décrit la caractéristique d'un système. Un paramètre peut être une variable d'une équation ou peut être une constante à laquelle on donne différentes valeurs.

A.6 fonction mathématique: Expression d'une relation de dépendance entre une variable dépendante (valeur de la fonction) et une ou plusieurs variables indépendantes et constantes. Par exemple une fonction de y , z et t .

A.7 proportionnelle: Une variable est dite **directement** proportionnelle à une autre si le rapport de leurs valeurs correspondantes est constant, et **inversement** proportionnelle si le produit de leurs valeurs correspondantes est constant.

A.8 fonction linéaire: On dit qu'une variable est fonction linéaire d'une autre variable si à une variation de la première variable correspond une variation directement proportionnelle de la seconde.

A.9 coordonnées généralisées: Quantités indépendantes qui sont nécessaires et suffisantes pour décrire la configuration d'un système.

1) Les termes et définitions donnés dans la présente annexe sont essentiels pour ceux qui travaillent dans le domaine des vibrations et des chocs. Cependant, comme elles concernent également d'autres domaines, elles ne sont pas considérées comme faisant partie de la présente Norme internationale.

A.10 vector: A quantity that is completely determined by its magnitude and direction.

A.11 scalar: Any quantity that is completely determined by its magnitude.

A.12 imaginary number: The product of a real number and $\sqrt{-1}$. The $\sqrt{-1}$ is normally represented by j or i .

NOTES

- 1 The positive value of the square root is implied.
- 2 In the vector, or geometric, interpretation, the multiplication of any complex number by i rotates it 90° counterclockwise about the origin, and multiplying it by $-i$ rotates it 90° clockwise about the origin.

A.13 complex number:

- (1) A number that contains both a real and an imaginary part.
- (2) A number which represents a vector from the origin in a two-dimensional coordinate system.

NOTE — If a complex number is given as $z = x + iy$, where the imaginary part is given as iy , then x and y represent the component parts of the vector along the two orthogonal x and iy axes. The magnitude of the vector (or **absolute value** of the complex number) is $Z = (x^2 + y^2)^{1/2}$ and the direction of the vector (or the **argument** of the complex number) is $\phi = \arctan y/x$. The complex number can also be expressed as

$$z = Z (\cos \phi + i \sin \phi) = Z e^{i\phi}$$

A.14 phasor: A complex number the magnitude of which is the amplitude of the oscillation and the angle of which is the phase. For example, if it is desired to express a harmonic oscillation $Y(t) = Y_0 \cos(\omega t + \phi)$ in complex notation, it would be expressed as follows:

$$Y(t) = \text{Re}(Y_1 e^{i\omega t})$$

where

Y_1 is a complex quantity called the phasor, the magnitude of which equals Y_0 and the angle (or argument) of which is the phase angle (ϕ);

Re means "real part of", but this is usually omitted as understood.

Y_1 is expressed as

$$Y_0 < \phi$$

or

$$Y_0 \cos \phi + i Y_0 \sin \phi$$

where $i = \sqrt{-1}$.

Y_1 may also be written $Y_1 = Y_0 e^{i\phi}$.

A.15 argument (of a complex number): The angle that fixes the direction of the complex number (vector). [See the note under *complex number* (A.13).]

A.10 vecteur: Être mathématique qui est déterminé complètement par sa grandeur et sa direction.

A.11 scalaire: Être mathématique qui est déterminé complètement par son module.

A.12 nombre imaginaire: Produit d'un nombre réel par $\sqrt{-1}$. Le terme $\sqrt{-1}$ est habituellement noté par j ou i .

NOTES

- 1 La valeur positive de la racine carrée est sous-entendue.
- 2 Dans le plan complexe, le produit d'un nombre complexe par i revient à effectuer une rotation de 90° autour de l'origine dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et la multiplication par $-i$ une rotation de 90° autour de l'origine dans le sens des aiguilles d'une montre.

A.13 nombre complexe:

- (1) Nombre formé d'une partie réelle et d'une partie imaginaire.
- (2) Nombre représentant un vecteur dont l'origine est celle d'un système de coordonnées à deux dimensions.

NOTE — Si l'on se donne un nombre complexe tel que $z = x + iy$, où iy est la partie imaginaire, en ce cas x et y sont les projections du vecteur sur les deux axes de coordonnées rectangulaires. La longueur du vecteur (ou **module** du nombre complexe) est $Z = (x^2 + y^2)^{1/2}$ et la direction du vecteur (ou **argument** du nombre complexe) est $\phi = \arctan y/x$. Le nombre complexe peut aussi être exprimé sous la forme

A.14 vecteur tournant: Nombre complexe dont le module est l'amplitude de l'oscillation et dont l'argument est la phase. Par exemple, si l'on veut exprimer une oscillation harmonique $Y(t) = Y_0 \cos(\omega t + \phi)$ en notation complexe, elle sera exprimée comme suit:

où

Y_1 est une grandeur complexe appelée le vecteur tournant dont le module est égal à Y_0 et dont l'angle (ou argument) est l'angle de phase ϕ ;

Re signifie « partie réelle de » mais on l'omet souvent comme allant de soi.

Y_1 est exprimé en tant que

$$Y_0 < \phi$$

ou

$$Y_0 \cos \phi + i Y_0 \sin \phi$$

où $i = \sqrt{-1}$.

On peut également écrire que $Y_1 = Y_0 e^{i\phi}$.

A.15 argument (d'un nombre complexe): Angle qui fixe la direction du nombre complexe (vecteur). [Voir la note sous *nombre complexe* (A.13).]

A.16 modulus (of a complex number): The absolute value of the complex number. [See the note under *complex number* (A.13).]

A.17 absolute value:

- (1) Of a real number, a positive number that has the same numerical value as a real number which may be of either sign.
- (2) Of a complex number, the positive square root of the sum of the squares of the real and imaginary parts. [See the note under *complex number* (A.13).]

A.18 Fourier series: A series which expresses the values of a periodic function in terms of discrete frequency components that are harmonically related to each other.

NOTES

1 A non-periodic function can be represented by a Fourier series if the interval over which the function is defined is taken as the fundamental period of the series.

2 A Fourier expansion of $f(t)$ into a Fourier series is given by

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t)$$

A Fourier expansion of $f(t)$ into a complex Fourier series is given as

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{in\omega t}$$

where

a_n and b_n are **Fourier coefficients**;

c_n is a **complex Fourier coefficient**;

ω is the angular frequency and is equal to $2\pi/\tau$, where τ is the fundamental period;

n is assigned only integral values.

The values of the Fourier coefficient are

$$a_0 = \frac{1}{\tau} \int_0^T f(t) dt$$

$$a_n = \frac{2}{\tau} \int_0^T f(t) \cos n\omega t dt \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$$b_n = \frac{2}{\tau} \int_0^T f(t) \sin n\omega t dt \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$$c_n = \frac{1}{\tau} \int_0^T f(t) e^{-in\omega t} dt \quad (n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

It can be shown that

$$c_{+n} = \frac{a_n - ib_n}{2} \quad c_0 = a_0 \quad c_{-n} = \frac{a_n + ib_n}{2}$$

The amplitude of each Fourier discrete frequency is

$$A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

The Fourier phase angle is

$$\phi_n = \arctan\left(\frac{b_n}{a_n}\right)$$

A.16 module (d'un nombre complexe): Valeur absolue du nombre complexe. [Voir la note sous *nombre complexe* (A.13).]

A.17 valeur absolue:

- (1) Pour un nombre réel, nombre positif qui a la même valeur numérique que ce nombre réel (qui peut être positif ou négatif).
- (2) Pour un nombre complexe, valeur positive de la racine carrée de la somme des carrés des parties réelle et imaginaire. [Voir la note sous *nombre complexe* (A.13).]

A.18 série de Fourier: Développement en série d'une fonction périodique en fonction de ses harmoniques.

NOTES

1 Une fonction non périodique peut être représentée par une série de Fourier si l'intervalle dans lequel cette fonction est définie est pris comme période fondamentale de la série.

2 Un développement en série de Fourier de $f(t)$ est donné par :

Un développement en série de Fourier de $f(t)$ peut s'écrire en notation complexe :

où

a_n et b_n sont les **coefficients de la série de Fourier**;

c_n est le **coefficient de la série de Fourier en notation complexe**;

ω est la pulsation et est égale à $2\pi/\tau$, où τ est la période fondamentale;

n est un nombre entier.

Les valeurs des coefficients des séries de Fourier sont

On peut montrer que

L'amplitude de chaque fréquence discrète est

Leur angle de phase est

A.19 Fourier coefficients: The coefficients of the discrete harmonic components of a Fourier series. [See note 2 under *Fourier series* (A.18).]

A.20 Fourier transform; Fourier integral equation:

(1) **Direct Fourier transform:** The transformation of a non-periodic function of time (or other variable such as distance) into a continuous function of frequency (or other variable such as wave number).

(2) **Inverse Fourier transform:** The transformation of a continuous function of frequency (or other variable such as wave number) into its corresponding function of time (or other variable such as distance).

NOTE — If $f(t)$ is a non-periodic function of time, the complex form of the direct Fourier transform equation is:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt$$

The time function $f(t)$ is obtained from $F(\omega)$ by the following integration (the inverse Fourier transform equation):

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

(The use of the factor $1/2\pi$ represents one formulation of the pair of transforms. In other formulations $1/2\pi$ appears in the direct rather than the inverse transform, or $1/\sqrt{2\pi}$ may appear in each.)

Since $F(\omega)$ is in general in complex form, it can be written in terms of a real and an imaginary part:

$$F(\omega) = \text{Re}[F(\omega)] + i \text{Im}[F(\omega)]$$

where

où

$$\text{Re}[F(\omega)] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cos \omega t dt$$

$$\text{Im}[F(\omega)] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \sin \omega t dt$$

Alternatively, the Fourier spectrum can be defined in terms of its absolute value and phase angle, $|F(\omega)|$ and $\Phi(\omega)$, respectively:

$$F(\omega) = |F(\omega)| e^{i\Phi(\omega)}$$

where

où

$$|F(\omega)| = \sqrt{\text{Re}^2[F(\omega)] + \text{Im}^2[F(\omega)]}$$

$$\Phi(\omega) = \arctan \left\{ \frac{\text{Im}[F(\omega)]}{\text{Re}[F(\omega)]} \right\}$$

A.21 Fourier spectrum: A description of Fourier amplitudes as a function of frequency.

NOTE — Two Fourier spectra are required to define a function. These can either be spectra of the amplitudes of the real and imaginary parts of a Fourier spectrum or they can be a spectrum of the absolute amplitude values and a spectrum of the Fourier phase angles. [See note 2 under *Fourier series* (A.18) and the note under *Fourier transform* (A.20).]

A.22 Fourier phase spectrum; phase spectrum: The description of Fourier phase angle as a function of frequency. [See note 2 under *Fourier series* (A.18) and the note under *Fourier transform* (A.20).]

A.19 coefficients des séries de Fourier: Coefficients des harmoniques d'une série de Fourier. [Voir note 2 sous *série de Fourier* (A.18).]

A.20 transformation de Fourier; intégrale de Fourier:

(1) **Transformation directe de Fourier:** La transformation d'une fonction non périodique du temps (ou d'une autre variable, comme la distance) en une fonction continue de la fréquence (ou d'une autre variable, comme le nombre d'ondes).

(2) **Transformation inverse de Fourier:** La transformation d'une fonction continue de la fréquence (ou d'une autre variable comme le nombre d'ondes) en une fonction correspondante du temps (ou d'une autre variable comme la distance).

NOTE — Si $f(t)$ est une fonction non périodique du temps, la forme complexe de l'équation d'une transformation directe de Fourier est:

La fonction du temps $f(t)$ est obtenue à partir de $F(\omega)$ par l'intégration suivante (équation de transformation inverse de Fourier):

(L'utilisation du facteur $1/2\pi$ représente une façon d'exprimer les deux transformations. Dans d'autres expressions, $1/2\pi$ intervient plutôt dans les transformations directes que dans les inverses, ou $1/\sqrt{2\pi}$ figure dans chacune d'entre elles).

Puisque $F(\omega)$ est en général complexe, on peut l'écrire en termes réels et imaginaires:

De même, le spectre de Fourier peut être défini en termes de sa valeur absolue et de son angle de phase, respectivement $|F(\omega)|$ et $\Phi(\omega)$:

A.21 spectre de Fourier: Représentation des amplitudes de Fourier en fonction de la fréquence.

NOTE — Deux spectres de Fourier sont nécessaires pour définir une fonction. Ils peuvent être soit des spectres des amplitudes des éléments réels et imaginaires d'un spectre de Fourier, soit le spectre des valeurs absolues de l'amplitude et le spectre de Fourier des angles de phase. [Voir la note 2 sous *série de Fourier* (A.18) ainsi que la note sous *transformation de Fourier* (A.20).]

A.22 spectre de phase de Fourier; spectre de phase: Représentation des angles de phase de la série de Fourier en fonction de la fréquence. [Voir la note 2 sous *série de Fourier* (A.18) et la note sous *transformation de Fourier* (A.20).]

A.23 line spectrum: A spectrum the components of which occur at one or more discrete frequencies.

A.24 continuous spectrum: A spectrum the components of which are continuously distributed over a frequency range.

A.25 orthogonal functions: A set of functions, $\Phi_n(x)$, defined in an interval $0 < x < X$, is orthogonal in the interval if

$$\int_0^X \Phi_n \Phi_m^* dx = 0, \quad \text{for } n \neq m$$

where

Φ_m^* is the complex conjugate of Φ_m .

A.26 deterministic function: A function the value of which can be predicted from knowledge of its behaviour at previous times.

A.27 superposition principle: A principle which states that the responses of a system to different excitations are additive. The superposition principle is valid only for linear systems.

A.28 process: A collection of signals. The term "process" rather than the term "ensemble" ordinarily is used when it is desired to emphasize the properties the signals have or do not have as a group. Thus, one speaks of a stationary process rather than of a stationary ensemble.

A.29 probability: An expression of the likelihood of occurrence of an event. The probability of occurrence of a particular event is generally estimated as the ratio of the number of occurrences of the particular event to the total number of occurrences of all types of events considered.

For a stationary random vibration, the probability that the magnitude will be within a given magnitude range is taken to be equal to the ratio of the time that the vibration is within that range to the total time of observation.

NOTES

- 1 It is required that a large number of events or a long observation time be involved in the probability determinations.
- 2 A unit probability means that the occurrence of a particular event is certain. Zero probability means that it will not occur.
- 3 The probability that the magnitude of a vibration will be within a given range is equal to the integral of the probability density function of that vibration integrated over the given range. (See *probability density* (A.30).)

A.30 probability density: As applied to vibration theory, at a specified vibration magnitude, the ratio of the probability that the vibration magnitude will be within a given incremental range, to the size of the incremental range, as the increment size approaches zero.

NOTES

- 1 The probability density can be expressed mathematically as

$$p(x_m) = \lim_{\Delta x_m \rightarrow 0} \frac{P(\Delta x_m)}{\Delta x_m}$$

or

$$p(x) = \frac{dP(x)}{dx}$$

A.23 spectre des raies: Spectre dont les composantes se trouvent à une ou plusieurs fréquences discrètes.

A.24 spectre continu: Spectre dont les composantes sont réparties d'une façon continue dans une gamme de fréquences.

A.25 fonctions orthogonales: Un ensemble de fonctions $\Phi_n(x)$, défini dans un intervalle $0 < x < X$, est orthogonal dans cet intervalle si

$$\int_0^X \Phi_n \Phi_m^* dx = 0, \quad \text{lorsque } n \neq m$$

où

Φ_m^* est l'ensemble de conjugués complexes de Φ_m .

A.26 fonction déterministe: Fonction dont la valeur peut être prévue à chaque instant à partir de ces valeurs aux instants précédents.

A.27 principe de superposition: Principe qui définit que les réponses d'un système à différentes excitations peuvent s'ajouter. Le principe de superposition n'est valable que pour les systèmes linéaires.

A.28 processus: Groupe de signaux. Habituellement, on utilise le terme « processus » plutôt que le terme « ensemble » quand on désire souligner les propriétés qu'ont, ou que n'ont pas, les signaux dans un groupe. Ainsi, on parle de processus stationnaire plutôt que d'ensemble stationnaire.

A.29 probabilité: Expression de la vraisemblance de réalisation d'un événement. On estime généralement la probabilité de réalisation d'un événement par le rapport du nombre de fois où cet événement particulier s'est réalisé au nombre total de réalisations de tous les types d'événements considérés.

Pour une vibration stationnaire aléatoire, la probabilité pour qu'une caractéristique soit comprise dans un domaine d'intensité donné est prise égale au rapport de la durée au cours de laquelle cette vibration est à l'intérieur de ce domaine à la durée totale d'observation.

NOTES

- 1 Pour les déterminations de probabilités, il est nécessaire d'avoir un grand nombre d'événements ou une longue durée d'observation.
- 2 Une probabilité unitaire signifie qu'un événement particulier est certain. Une probabilité nulle signifie qu'il ne se produira pas.
- 3 La probabilité pour que l'intensité d'une vibration soit comprise dans un domaine donné est égale à l'intégrale de la fonction de densité de probabilité de cette vibration dans le domaine donné. [Voir *densité de probabilité* (A.30).]

A.30 densité de probabilité: Appliquée au domaine des vibrations, pour une intensité vibratoire donnée, rapport de la probabilité pour que l'intensité soit comprise à l'intérieur d'une bande élémentaire donnée, à la largeur de la bande élémentaire, lorsque la largeur de cette bande devient infinitésimale.

NOTES

- 1 La densité de probabilité peut s'exprimer mathématiquement de la façon suivante:

$$p(x_m) = \lim_{\Delta x_m \rightarrow 0} \frac{P(\Delta x_m)}{\Delta x_m}$$

ou

$$p(x) = \frac{dP(x)}{dx}$$

where

$p(x_m)$ is the probability density at x_m ;

Δx_m is an incremental range of magnitude beginning at a magnitude x_m ;

$p(\Delta x_m)$ is the probability that the vibration magnitude will have a value between x_m and $x_m + \Delta x_m$.

2 The probability density $p(x)$ is the derivative of the cumulative probability distribution function, $P(x)$, with respect to x . (See A.34.)

A.31 probability density function; probability density distribution curve: The probability density function, for vibration theory, is an expression of the probability density associated with a stated vibration.

The probability density distribution curve is a graphical representation of the probability density function.

NOTES

1 The functions $p(x)$ given under *probability density* (A.30) *normal distribution* (A.32) and *Rayleigh distribution* (A.33) are probability density functions.

2 The total area under the probability density curve is equal to unity.

A.32 normal distribution; Gaussian distribution; normal probability density distribution: A normal, or Gaussian, distribution has a probability density function equal to

$$p(x_p) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-x_p^2/(2\sigma^2)}$$

where

σ is the r.m.s. value of, for instance, vibration magnitude [see *standard deviation* (A.37)];

x_p is the instantaneous vibration magnitude.

The mean value of the vibration is assumed to be zero.

A.33 Rayleigh distribution: A Rayleigh distribution has a probability density function equal to

$$p(x_p) = \frac{x_p}{\sigma^2} e^{-x_p^2/(2\sigma^2)}$$

where

σ is the r.m.s. value;

x_p is the magnitude of positive maxima.

The maxima (peak values) of a narrow-band Gaussian random vibration have a Rayleigh distribution.

A.34 cumulative probability distribution function; probability distribution function: The cumulative probability distribution function, $P(x)$, represents the probability that the magnitude of the variable x (magnitude of the random vibration) will not be exceeded. It is the probability that the value of the variable x will be less than a specified value, X .

NOTE — The cumulative probability distribution function is equal to

$$P(x) = \int_{-\infty}^x p(u) du$$

where u is a dummy variable of integration for x .

où

$p(x_m)$ est la densité de probabilité de x_m ;

Δx_m est un accroissement de l'amplitude à partir d'une amplitude x_m ;

$p(\Delta x_m)$ est la probabilité pour que l'intensité vibratoire ait une valeur comprise entre x_m et $x_m + \Delta x_m$.

2 La densité de probabilité $p(x)$ est la dérivée de la fonction de distribution de probabilité cumulée $P(x)$ en fonction de x . (Voir A.34.)

A.31 fonction de densité de probabilité; courbe de répartition de la densité de probabilité: La fonction de densité de probabilité, dans la théorie des vibrations, est l'expression de la densité de probabilité associée à une vibration donnée.

La courbe de répartition de densité de probabilité est une représentation graphique de la fonction de densité de probabilité.

NOTES

1 Les fonctions $p(x)$ données sous *densité de probabilité* (A.30), *distribution de Gauss* (A.32) et *distribution de Rayleigh* (A.33) sont des fonctions de densité de probabilité.

2) La surface totale limitée par la courbe de densité de probabilité est égale à l'unité.

A.32 distribution de Gauss: Une distribution de Gauss a une fonction de densité de probabilité égale à

où

σ est la valeur efficace, par exemple de l'intensité vibratoire [voir *écart-type* (A.37)];

x_p est la valeur instantanée de l'intensité vibratoire.

On suppose que la valeur moyenne de l'intensité vibratoire est nulle.

A.33 distribution de Rayleigh: Une distribution de Rayleigh a une densité de probabilité de la forme

où

σ est la valeur efficace;

x_p est l'amplitude des maxima positifs.

Les maxima (valeurs de crête) d'une bande étroite de vibrations aléatoires à distribution de Gauss ont une distribution de Rayleigh.

A.34 fonction de répartition cumulative de probabilité: La fonction de répartition cumulative de probabilité $P(x)$ représente la probabilité que l'intensité de la variable x (intensité de la vibration aléatoire) ne sera pas dépassée. C'est la probabilité que la valeur de la variable x sera plus petite qu'une valeur spécifiée X .

NOTE — La fonction de distribution cumulative de probabilité est égale à

où u est une variable muette d'intégration pour x .

A.35 mean value; arithmetic mean :

(1) Of a number of discrete quantities, the algebraic sum of the quantities divided by the number of quantities.

NOTE — The mean value, $\bar{x}$, is given by

$$\bar{x} = \frac{\sum x_n}{N}$$

where

x_n is the value of the n th quantity;

N is the total number of discrete quantities.

(2) Of a function, $x(t)$, over an interval between t_1 and t_2 , the mean value, $\bar{x}$, is given by

$$\bar{x} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} x(t) dt}{t_2 - t_1}$$

A.36 geometric mean (of two quantities): The square root of the product of two quantities.

A.37 root-mean-square value; r.m.s. value :

(1) Of a set of numbers, the square root of the average of their squared values.

NOTE — The r.m.s. value of a set of numbers can be represented as

$$\text{r.m.s value} = \left[\frac{\sum x_n^2}{N} \right]^{1/2}$$

where the subscript n refers to the n th number of which there are a total of N .

(2) Of a single-valued function, $f(t)$, over an interval between t_1 and t_2 , the square root of the average of the squared values of the function over the interval.

NOTES

1 The r.m.s. value of a single-valued function, $f(t)$, over an interval between t_1 and t_2 is

$$\text{r.m.s. value} = \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} f(t)^2 dt}{t_2 - t_1} \right]^{1/2}$$

2 In vibration theory, the mean value of the vibration is equal to zero. In this case, the r.m.s. value is equal to the standard deviation, and the mean-square value is equal to the variance (σ^2). [See *standard deviation* (A.38) and *variance* (A.39).]

A.38 standard deviation: The root-mean-square (r.m.s.) value of the deviation of a function (or a set of numbers) from a mean value.

NOTES

1 The symbol σ is commonly used to represent the standard deviation.

A.35 valeur moyenne; moyenne arithmétique :

(1) Pour plusieurs grandeurs discrètes, somme algébrique de ces grandeurs divisée par leur nombre.

NOTE — La valeur moyenne, $\bar{x}$, est donnée par

où

x_n est la valeur de la n ième grandeur;

N est le nombre total des grandeurs discrètes.

(2) Pour une fonction $x(t)$ dans un intervalle de t_1 à t_2 , la valeur moyenne, $\bar{x}$, est donnée par

A.36 moyenne géométrique (de deux quantités): Racine carrée du produit de deux quantités.

A.37 valeur moyenne quadratique; valeur efficace :

(1) Pour une série de nombres, racine carrée de la moyenne de leurs carrés.

NOTE — La valeur efficace d'une série de nombres peut être représentée comme suit :

$$\text{valeur efficace} = \left[\frac{\sum x_n^2}{N} \right]^{1/2}$$

où l'indice n se rapporte au n ième nombre dont le nombre total est N .

(2) Pour une fonction univoque $f(t)$ dans un intervalle entre t_1 et t_2 , racine carrée de la moyenne des carrés de cette fonction dans cet intervalle.

NOTES

1 La valeur efficace d'une fonction univoque $f(t)$ dans un intervalle entre t_1 et t_2 est égale à

$$\text{valeur efficace} = \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} f(t)^2 dt}{t_2 - t_1} \right]^{1/2}$$

2 Dans le domaine des vibrations, la valeur moyenne des vibrations est nulle. Dans ce cas, la valeur efficace est égale à l'écart-type et la moyenne des carrés est égale à la variance (σ^2). [Voir *écart-type* (A.38) et *variance* (A.39).]

A.38 écart-type: Valeur moyenne quadratique des différences d'une fonction (ou d'une série de nombres) par rapport à une valeur moyenne.

NOTES

1 On utilise habituellement le symbole σ pour représenter l'écart-type.

2 For a set of numbers, the standard deviation is

$$\sigma = \left[\frac{\sum_n (x_n - \bar{x})^2}{N} \right]^{1/2}$$

where

the subscript n refers to the n th number;

N is the total number of numbers in the set;

$\bar{x}$ is the mean value of the set. [See *mean value* (A.35).]

3 If x is a single-valued function of t , its standard deviation over an interval between t_1 and t_2 is

$$\sigma = \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} (x - \bar{x})^2 dt}{t_2 - t_1} \right]^{1/2}$$

4 In vibration theory, if the mean value, $\bar{x}$, is taken to be zero, then the standard deviation is equal to the r.m.s. value.

A.39 variance: The square of the standard deviation.

NOTE — In vibration theory, where the mean value is zero, the variance is the mean-square value of a variable representing the magnitude of a vibration. [See note 3 under *mean-square value* (A.40).]

A.40 mean-square value: The mean-square value of a function (or set of numbers) over an interval is equal to the mean of the squared values of the function (or set of numbers) over that interval.

NOTES

- 1 The mean-square value is the square of the r.m.s. value.
- 2 In vibration theory, when the mean value is zero, the mean-square value is the variance. [See *variance* (A.39).]
- 3 If the mean value is not zero, then

$$\psi^2 = \sigma^2 + \bar{x}^2$$

where

ψ^2 is the mean-square value;

σ^2 is the variance;

$\bar{x}$ is the mean value.

2 Pour une série de nombres, l'écart-type est

où

n est un indice désignant le $n^{\text{ième}}$ nombre;

N est le total des nombres de la série;

$\bar{x}$ est la valeur moyenne de la série. [Voir *valeur moyenne* (A.35).]

3 Si x est une fonction univoque de t , son écart-type dans un intervalle entre t_1 et t_2 est

4 Dans le domaine des vibrations, si la valeur moyenne $\bar{x}$ est considérée comme égale à zéro, l'écart-type est alors égal à la valeur efficace.

A.39 variance: Carré de l'écart-type.

NOTE — Dans le domaine des vibrations, où la valeur moyenne est nulle, la variance est la moyenne des carrés de la variable représentant l'intensité vibratoire. [Voir la note 3 sous *valeur de la moyenne des carrés* (A.40).]

A.40 valeur de la moyenne des carrés: La valeur de la moyenne des carrés d'une fonction (ou d'une série de nombres) dans un intervalle donné est la moyenne des carrés de cette fonction (ou de cette série de nombres) dans cet intervalle.

NOTES

- 1 La valeur de la moyenne des carrés est le carré de la valeur moyenne quadratique.
- 2 Dans le domaine des vibrations, lorsque la valeur moyenne est nulle, la valeur de la moyenne des carrés est la variance. [Voir *variance* (A.39).]
- 3 Si la valeur moyenne n'est pas nulle, alors

où

ψ^2 est la valeur de la moyenne des carrés;

σ^2 est la variance;

$\bar{x}$ est la valeur moyenne.

Annex B (informative)

Auxiliary terminology¹⁾

B.1 signal :

- (1) A disturbance variation of a physical quantity used to convey information.
- (2) The information to be conveyed over a communication system.

B.2 distortion (of a signal): An undesired change in the waveform.

NOTE — For an acceleration, for example, the distortion, d , is usually expressed in percentage terms as

$$d = \frac{\sqrt{a_{\text{tot}}^2 - a_1^2}}{a_1} \times 100$$

where

- a_1 is the r.m.s. value of the acceleration at the driving frequency;
 a_{tot} is the total r.m.s. value of the acceleration applied (including the value of a_1).

B.3 resolution: The resolution of a system for measuring motions is the smallest change in input (displacement, velocity, acceleration, strain, or other input quantity) for which a change in output is discernible.

B.4 time constant; relaxation time: The time taken by an exponentially decaying quantity to decrease in magnitude by a factor of $1/e = 0,3679$.

NOTE — The discharge of an electrical capacitance through a resistance is proportional to

$$e^{-t/RC}$$

where

- t is time;
 R is resistance in ohms;
 C is capacitance in farads;
 e is the base of natural logarithms;
 and the product, RC , is the **time constant** or **relaxation time**.

1) The definitions included in this annex are essential to those working in the field of vibration and shock. However, as the formulations are also the concern of others, these definitions are not considered part of this International Standard.

Annexe B (informative)

Terminologie annexe¹⁾

B.1 signal :

- (1) Perturbation d'une grandeur physique utilisée pour transmettre une information.
- (2) Information à transmettre par un système de communication.

B.2 distorsion (d'un signal): Changement indésirable de la forme d'une onde.

NOTE — Pour une accélération, par exemple, la distorsion, d , est généralement exprimée en pourcentage comme suit :

où

- a_1 est la valeur efficace de l'accélération à la fréquence d'attaque;
 a_{tot} est la valeur efficace totale de l'accélération appliquée (comportant la valeur de a_1).

B.3 pouvoir de résolution: La résolution d'un système pour la mesure de mouvement est le plus petit changement du signal d'entrée (déplacement, vitesse, accélération, force, ou toute autre quantité d'entrée) pour lequel un changement du signal de sortie est perceptible.

B.4 constante de temps; temps de relaxation: Temps mis par une quantité exponentielle décroissante pour diminuer en intensité selon un facteur de $1/e = 0,3679$.

NOTE — La décharge d'une capacité électrique à travers une résistance est proportionnelle à

où

- t est le temps;
 R est la résistance, en ohms;
 C est la capacité, en farads;
 e est la base des logarithmes népériens;
 RC est la **constante de temps** ou le **temps de relaxation**.

1) Les termes et définitions donnés dans la présente annexe sont essentiels pour ceux qui travaillent dans le domaine des vibrations et des chocs. Cependant, comme ils concernent également d'autres domaines, ils ne sont pas considérés comme faisant partie de la présente Norme internationale.

B.5 ground; earth :

(1) The conducting mass of the Earth, or a conductor connected to it through a very small impedance.

(2) A conductor that is considered to have zero electrical potential. The electrical potential of the Earth is usually taken to be zero.

B.6 ground wire; earth wire: A wire connected to a ground terminal.

B.7 ground loop; earth loop: The closed electrical circuit formed by the connection of a ground wire to several ground terminals at different locations.

B.8 input impedance (of an electronic amplifier) : The electrical impedance between the input terminals.

NOTE — The input impedance may be affected by the output load; if so, the output load should be specified.

B.9 output impedance (of an electronic amplifier) : The electrical impedance between its output terminals.

NOTE — The output impedance may be affected by the source impedance at the input; if so, the source impedance should be specified.

B.10 operational amplifier: An amplifier which includes a feedback loop which maintains a specific relationship between the output terminals and the input terminals.

NOTE — Depending upon the type of feedback and other auxiliary circuitry, the amplifier can be used to perform various functions, such as integration, differentiation, charge amplification, etc.

B.11 charge amplifier: An amplifier which presents an output that is proportional to the total electrical charge presented to the input.

B.12 cross-talk: The signal observed in one channel due to a signal in another channel.

B.13 frequency response: The output signal expressed as a function of the frequency of the input signal. The frequency response is usually given graphically by curves showing the relationship of the output signal and, where applicable, phase shift or phase angle as a function of frequency.

B.14 filter; wave filter: A device for separating oscillations on the basis of their frequency. It introduces relatively small attenuation to wave oscillations in one or more frequency bands and relatively large attenuation to oscillations of other frequencies.

NOTE — Electrical filters, and some mechanical filters employing resonances, may amplify selective frequency bands and thus provide filter action.

B.15 pass-band (of a band-pass filter) : The frequency band between the upper and lower cut-off frequencies.

B.5 masse; terre :

(1) Masse conductrice du sol, ou bien conducteur qui lui est relié avec une très faible impédance.

(2) Conducteur qui est considéré comme ayant un potentiel électrique nul. Le potentiel électrique du sol est généralement pris comme nul.

B.6 conducteur de masse; conducteur de terre: Conducteur relié à une borne de masse.

B.7 boucle de masse; boucle de terre: Circuit électrique fermé, formé par la connexion d'un conducteur de masse à plusieurs bornes de masse, à différents emplacements.

B.8 impédance d'entrée (d'un amplificateur électronique) : Impédance électrique entre les bornes d'entrée.

NOTE — L'impédance d'entrée peut être affectée par la charge de sortie; dans ce cas, la charge de sortie devrait être prescrite.

B.9 impédance de sortie (d'un amplificateur électronique) : Impédance électrique entre les bornes de sortie.

NOTE — L'impédance de sortie peut être affectée par l'impédance de source à l'entrée; dans ce cas, l'impédance de source devrait être prescrite.

B.10 amplificateur asservi: Amplificateur comportant une boucle d'asservissement qui maintient une relation spécifique entre les bornes de sortie et les bornes d'entrée.

NOTE — Selon le type d'asservissement et les autres circuits auxiliaires, l'amplificateur peut être utilisé pour diverses fonctions telles que l'intégration, la différenciation, l'amplification de charge, etc.

B.11 amplificateur de charge: Amplificateur dont la tension de sortie est proportionnelle à la charge électrique totale reçue à l'entrée.

B.12 diaphonie: Signal observé dans un canal, dû à la présence d'un signal d'un autre canal.

B.13 réponse en fréquence: Signal de sortie exprimé en fonction de la fréquence du signal d'entrée. La réponse en fréquence est généralement donnée graphiquement par des courbes indiquant la variation du signal de sortie, et, s'il y a lieu, du déphasage ou de l'angle de phase en fonction de la fréquence.

B.14 filtre; filtre d'onde: Dispositif utilisé pour séparer les oscillations en fonction de leur fréquence. Il introduit une atténuation relativement faible pour les oscillations sur une ou plusieurs bandes de fréquences et relativement importante pour les oscillations de fréquences.

NOTE — Les filtres électriques, et certains filtres mécaniques à résonance, peuvent amplifier des bandes de fréquences sélectionnées et provoquer ainsi un filtrage.

B.15 bande passante (d'un filtre passe-bande) : Bande de fréquences comprise entre les fréquences de coupures supérieure et inférieure.