

INTERNATIONAL STANDARD NORME INTERNATIONALE



2041

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

Vibration and shock — Vocabulary

First edition — 1975-08-01

Vibrations et chocs — Vocabulaire

Première édition — 1975-08-01

UDC/CDU 534-6/-8 : 001.4

Ref. No./Réf. n° : ISO 2041-1975 (E/F)

Descriptors : vibration, mechanical shock, velocity, acceleration (physics), acoustics, noise (sound), frequencies, waves, transducers, mathematics, vocabulary/**Descripteurs** : vibration, choc mécanique, vitesse, accélération mécanique, acoustique, bruit acoustique, fréquence, onde, transducteur, mathématiques, vocabulaire.

Price based on 53 pages/Prix basé sur 53 pages

FOREWORD

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards institutes (ISO Member Bodies). The work of developing International Standards is carried out through ISO Technical Committees. Every Member Body interested in a subject for which a Technical Committee has been set up 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.

Draft International Standards adopted by the Technical Committees are circulated to the Member Bodies for approval before their acceptance as International Standards by the ISO Council.

International Standard ISO 2041 was drawn up by Technical Committee ISO/TC 108, *Mechanical vibration and shock*, and circulated to the Member Bodies in July 1970.

It has been approved by the Member Bodies of the following countries:

Australia	Greece	Sweden
Belgium	Israel	Thailand
Chile	Japan	United Kingdom
Czechoslovakia	Korea, Rep. of	U.S.A.
Denmark	Netherlands	U.S.S.R.
France	New Zealand	
Germany	South Africa, Rep. of	

No Member Body expressed disapproval of the document.

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 2041 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, et soumise aux Comités Membres en juillet 1970.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Suède
Allemagne	Grèce	Tchécoslovaquie
Australie	Israël	Thaïlande
Belgique	Japon	U.R.S.S.
Chili	Nouvelle-Zélande	U.S.A.
Corée, Rép. de	Pays-Bas	
Danemark	Royaume-Uni	

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

CONTENTS

	Page
Scope and field of application	1
1 General	1
2 Vibration	9
3 Mechanical shock	22
4 Transducers	26
Annexes	
A Mathematical terms	29
B Auxiliary English index	41
Alphabetical English index	46
Alphabetical French index	50

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 2041:1975

SOMMAIRE		Page
Objet et domaine d'application		1
1 Généralités		1
2 Vibration		9
3 Choc mécanique		22
4 Transducteurs		26
Annexes		
A Termes mathématiques		29
B Terminologie auxiliaire		41
Répertoire alphabétique anglais		46
Répertoire alphabétique français		50

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 2041:1975

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 2041:1975

Vibration and shock — Vocabulary

SCOPE AND FIELD OF APPLICATION

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

1.01 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 displacement of the two points.

1.02 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.

1.03 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 primary reference frame designated in a given case. The **relative acceleration** between two points is the vector difference between the velocities of the two points.

Vibrations et chocs — Vocabulaire

OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

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

1 GÉNÉRALITÉS

1.01 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.

1.02 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, le déplacement peut être représenté 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.

1.03 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 absolu que l'on a choisi. L'**accélération relative** entre deux points est la différence vectorielle entre les vitesses 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, if of short duration, as acceleration pulses.

1.04 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_n).

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

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

1.06 inertial reference system; inertial reference frame : A co-ordinate system in which the laws of inertia (classical mechanics) are valid.

NOTE — An inertial reference system signifies a co-ordinate system which is not accelerating.

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

1.08 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.

1.09 sound :

- a) The sensation of hearing excited by an acoustic oscillation.
- b) Acoustic oscillation of such a character as to be capable of exciting the sensation of hearing.
- c) 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 environments, 1.12, and natural environments, 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 doivent être indiqués ou implicitement connus.

4 L'accélération peut être de type oscillatoire, auquel cas on peut définir les harmoniques fondamentales en donnant l'amplitude d'accélération (et la fréquence); ou bien, si elle est aléatoire, on peut se servir de l'accélération quadratique (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 oscillantes, 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.

1.04 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_n).

2 La grandeur d'une accélération est souvent exprimée par un nombre de g_n .

1.05 saccade (jerk) : Vecteur qui représente la dérivée par rapport au temps de l'accélération.

1.06 trièdre de référence à inertie; cadre de référence à inertie : Système de coordonnées dans lequel les lois de l'inertie sont applicables (mécanique classique).

NOTE — Un trièdre de référence à inertie est un système de coordonnées qui ne subit pas d'accélération.

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

1.08 oscillation : Variation, habituellement en fonction du temps, d'une grandeur par rapport à sa valeur de référence spécifiée, lorsque cette grandeur varie autour d'une certaine valeur moyenne.

1.09 son :

- a) Sensation auditive engendrée par une onde acoustique.
- b) Vibration acoustique capable d'éveiller une sensation auditive.
- c) Une oscillation de pression, de contrainte, de vitesse de particule, etc. dans un milieu à forces internes.

1.10 acoustique : Partie de la science et de la technique relative à l'étude des vibrations acoustiques 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 sujet ou un objet est soumis. (Voir environnements induits, 1.12, et environnements naturels, 1.13.)

1.12 induced environments : Those conditions generated as a result of the operation of a system.

1.13 natural environments : Those conditions generated by the forces of nature and whose effects 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 in order that it shall attain 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 environnements induits : Conditions engendrées par le fonctionnement d'un matériel.

1.13 environnements naturels : Conditions engendrées par les phénomènes naturels et dont les effets sont ressentis par le matériel, 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 matériel afin qu'il atteigne un certain état défini.

1.15 conditionnement : Conditions climatiques et/ou mécaniques et/ou électriques auxquelles un matériel est soumis en vue de la détermination de l'effet produit.

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

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

1.18 transmissibilité : Rapport sans dimension de l'amplitude de la réponse d'un système en régime stabilisé de vibration forcée à l'amplitude d'excitation. Ce rapport peut être celui 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 prend, après stabilisation une valeur *B* au lieu de *A*, la valeur *B* étant plus grande (petite) que la valeur *A*, on dit dans ce cas que la réponse sur-dépasse (sous-dépasse), lorsque la réponse transitoire maximale (minimale) est plus grande (petite) que *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 d'un même dispositif.

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

NOTE — Cette définition suppose que les propriétés dynamiques de chaque élément du système peuvent être représentées 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 : L'ensemble de ce que définit une configuration de masse, de raideur et d'amortissement.

1.23 assise : Structure qui supporte un matériel. Elle peut être fixe dans un système de référence spécifié, ou elle peut être animée d'un mouvement qui engendre une excitation du matériel 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 pickups, and are relatively high for acceleration pickups, as compared with the range of frequencies to be measured.

3 When the natural frequency of the seismic system is relatively low, the mass of the seismic system may be considered to be at rest over the frequency range of interest.

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 co-ordinates 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 co-ordinate to define completely its configuration at any instant.

1.28 multi-degree-of-freedom system: A system for which two or more co-ordinates 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 co-ordinates 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.

1.31 principal axis of inertia: For each set of Cartesian co-ordinates 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 co-ordinate 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

1.24 système sismique: Système constitué par une masse attachée à une base de référence par un ou plusieurs éléments flexibles et comprenant habituellement l'amortissement.

NOTES

1 Habituellement, on schématise un système sismique en l'assimilant à un système à un degré de liberté avec un amortissement visqueux.

2 Dans la gamme de fréquences à mesurer, pour les capteurs de déplacement ou de vitesse, la fréquence propre du système utilisé doit être relativement basse, et relativement élevée avec des capteurs d'accélération.

3 Dans la gamme de fréquences à considérer, lorsque la fréquence propre du système sismique est relativement basse, la masse du système sismique peut être considérée comme étant en repos.

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 paramètres indépendants qui sont nécessaires pour définir complètement et à tout instant les positions de toutes les parties 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 — La configuration d'un système continu est déterminée 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 sa configuration.

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

1.31 axes principaux d'inertie: À chaque repère de coordonnées, cartésien, d'origine donnée quelconque, correspondent six produits 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

particular co-ordinate system are called the **principal moments of inertia** and the corresponding co-ordinate directions are called the **principal axes of inertia**.

NOTES

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

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

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

2 If the point is the centre of gravity 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".

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

1.33 compliance : The reciprocal of stiffness.

1.34 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.

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

1.36 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, 1.43, Frequency response, B.13.)

1.37 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.

1.38 complex response : The response of a linear system to a complex excitation, or the response of a damped system to a sinusoidal excitation. (See notes under complex excitation, 1.37.)

d'inertie $I_{x_i x_j}$ ($i \neq j$) s'annulent. Les produits $I_{x_i x_j}$ ($i = j$) 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

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

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

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».

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

1.33 souplesse : Inverse de la raideur.

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

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

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

1.36 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 comme une fonction de la fréquence et c'est habituellement une fonction complexe. (Voir réponse, 1.17; transmissibilité, 1.18; impédance de transfert, 1.43; et réponse en fréquence, B.13.)

1.37 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 Cette expression ne doit pas être confondue avec l'expression **vibration complexe** ou **vibration de forme complexe**. L'usage de l'expression «vibration complexe» dans cette acception est déconseillé.

1.38 réponse complexe : Réponse d'un système linéaire à une excitation complexe, ou réponse d'un système amorti à une excitation sinusoïdale simple. (Voir les notes sous excitation complexe, 1.37.)

1.39 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.

1.40 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, 1.41.)

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 under sinusoidal conditions only.

3 The reciprocal of **impedance** is **admittance** (the complex ratio of displacement to force) or **mobility** (the complex ratio of velocity to force).

1.41 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".

1.42 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, 1.40, and mechanical impedance, 1.41.)

1.43 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, 1.40, and mechanical impedance, 1.41.)

1.44 free impedance: The free electrical impedance of a transducer, or the free driving-point mechanical impedance of a structure, is the impedance at the input when the impedance of its mechanical load or attached structure is made zero, or the electrical load is an open circuit.

1.45 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.

1.39 paramètre complexe d'un système: Quantité complexe qui est le rapport d'une excitation complexe à une réponse complexe ou qui en est dérivée.

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

1.40 impédance: Rapport d'une excitation harmonique d'un système à sa réponse (en unités constantes), les deux étant exprimées en valeurs complexes et les deux ayant des arguments qui croissent linéairement en fonction du temps dans la même proportion. Ce terme est habituellement uniquement utilisé dans les systèmes linéaires. (Voir impédance mécanique, 1.41.)

NOTES

1 Ce concept s'étend aux systèmes non linéaires pour lesquels l'expression **impédance incrementale** est utilisée pour décrire des quantités similaires.

2 Les expressions et définitions relatives à l'impédance ne s'appliquent que dans le cas de conditions sinusoïdales.

3 L'inverse de l'**impédance** est l'**admittance** (rapport complexe du déplacement à la force) ou la **mobilité** (rapport complexe de la vitesse à la force).

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

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

1.42 impédance directe; impédance du point d'application: En mécanique, rapport complexe de la force et de la vitesse mesurées au même point dans un système mécanique animé d'un mouvement harmonique. (Voir les notes sous impédance, 1.40 et impédance mécanique, 1.41.)

1.43 impédance de transfert: En mécanique, rapport complexe de la force mesurée en un point d'un système mécanique à la vitesse prise par un autre point dans le même système animé d'un mouvement harmonique simple. (Voir les notes sous impédance, 1.40, et impédance mécanique, 1.41.)

1.44 impédance libre: L'impédance électrique libre d'un capteur, ou l'impédance mécanique libre du point d'application d'une structure est l'impédance d'entrée, lorsque l'impédance de sa charge mécanique ou de la structure associée est égale à zéro, ou la charge électrique est un circuit ouvert.

1.45 impédance chargée: L'impédance électrique chargée d'un capteur, ou l'impédance mécanique chargée du point d'application d'une structure est l'impédance à l'entrée, quand la sortie est reliée à sa charge normale ou à sa structure.

1.46 blocked impedance: 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.

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

NOTE — Mechanical mobility is the inverse of mechanical impedance.

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

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

1.50 dynamic stiffness-dynamic elastic constant; dynamic spring constant:

- The ratio of change of force to change of displacement under dynamic conditions.
- The complex ratio of force to displacement during simple harmonic motion.

NOTES

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

$$k_* = \frac{F_0}{x_0} = k - m\omega_0^2 + i\omega_0 c$$

In these equations,

- m is the mass;
- x is the displacement;
- t is the time;
- c is the viscosity 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 resonance frequency;
- x_0

1.46 impédance bloquée: L'impédance électrique bloquée d'un capteur ou l'impédance mécanique bloquée d'un point d'application d'une structure est l'impédance à l'entrée, lorsque l'on relie la sortie à une charge d'impédance mécanique infinie.

1.47 mobilité (mécanique): 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.

NOTE — La mobilité mécanique est l'inverse de l'impédance mécanique.

1.48 mobilité (mécanique) directe; mobilité (mécanique) du point d'application: Rapport complexe d'une vitesse et d'une force mesurées au même point dans un système mécanique pendant un mouvement harmonique simple.

1.49 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.

1.50 raideur dynamique; constante dynamique d'élasticité; constante dynamique du ressort:

- Rapport de la variation de force à la variation de déplacement dans des conditions dynamiques.
- Rapport complexe de la force au déplacement dans un mouvement harmonique.

NOTES

- La raideur dynamique peut dépendre de l'effort exercé (amplitude et spectre), du taux de contrainte, de la température et d'autres conditions.
- La raideur dynamique, k_* , d'un mouvement linéaire en translation à un seul degré de liberté dont l'équation de mouvement est

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

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

$$k_* = \frac{F_0}{x_0} = k - m\omega_0^2 + i\omega_0 c$$

Dans ces équations,

- m est la masse;
- x est le déplacement;
- t est le temps;
- 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 de résonance;
- x_0

1.51 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**.

1.52 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.

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

NOTES

- 1 Examples of kinds of levels in common use are electric power level, sound-pressure-squared level, voltage-squared level.
- 2 The level as here defined 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 :

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

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

1.54 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 notes under Level, 1.53, and decibel, 1.55.)

1.51 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**.

1.52 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.

1.53 niveau (d'une grandeur) : Logarithme du rapport de cette grandeur à une quantité de même espèce prise comme référence. La base du logarithme, la grandeur 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 ce contexte est mesuré en unités du logarithme d'un rapport de référence, égal à la base des logarithmes.
- 3 A l'aide de symboles, la définition s'exprime comme suit :

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

où

- L est le niveau dont la nature dépend 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 grandeur de référence de même nature.
- 4 La différence des niveaux de deux quantités semblables comme q_1 et q_2 est donnée dans une seule formule, car l'utilisation des logarithmes élimine la quantité de référence :

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

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

1.54 bel : Unité de niveau lorsque la base des logarithmes est 10. L'usage du bel est limité à des niveaux de quantités proportionnels à la puissance. (Voir les notes sous niveau, 1.53, et décibel, 1.55.)

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

NOTES

1 The magnitude of a level in decibels is ten times the logarithms 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

2.001 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, 1.08.)

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

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

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

where n is a whole number, τ is a constant, and t is an independent variable.

2.003 random vibration : A vibration whose magnitude cannot be precisely predicted for any given instant of time. (See random noise, 2.005.)

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

2.004 noise :

- a) Any disagreeable or undesired sound.
- b) 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.

2.005 random noise : A noise whose magnitude cannot be precisely predicted for any given instant of time. (See random vibration, 2.003, and note of 2.003.)

2.006 Gaussian random noise : A random noise whose instantaneous magnitudes have a Gaussian distribution. (See Gaussian distribution A.32.)

1.55 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 Exemples de quantités considérées comme des puissances, carré de la pression sonore, carré de la vitesse de particules, intensité du son, densité de l'énergie du son, carré de la tension. Ainsi, le bel est une unité de niveau du carré de la pression sonore, cependant, dans la pratique, on le réduit au niveau de la pression sonore car il n'en résulte pas d'ambiguïté.

2 VIBRATION

2.001 vibration : Variation avec le temps de la valeur d'une grandeur caractéristique du mouvement ou de la position d'un système mécanique, lorsque la grandeur est alternativement plus grande et plus petite qu'une certaine valeur moyenne ou de référence. (Voir oscillation, 1.08.)

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

NOTE — Une **quantité périodique** y , fonction du temps t , peut s'exprimer

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

où n est un nombre entier, τ une constante et t une variable indépendante.

2.003 vibration aléatoire : Vibration dont l'ampleur ne peut être prévue à tout instant donné. (Voir bruit aléatoire, 2.005.)

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

2.004 bruit :

- a) Phénomène acoustique produisant une sensation auditive considérée comme gênante ou désagréable.
- b) 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** doivent être utilisées.

2.005 bruit aléatoire : Bruit dont l'amplitude à un instant donné ne peut être prédéterminée. (Voir vibration aléatoire, 2.003, ainsi que la note s'y rapportant.)

2.006 bruit gaussien : Bruit aléatoire dont les amplitudes instantanées se répartissent suivant une distribution de Gauss. (Voir sous distribution de Gauss, A.32.)

2.007 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 acceleration power spectral density, A.44.)

2.008 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.

2.009 narrow-band random vibration : Random vibration having frequency components within a narrow band only. (See random vibration, 2.003.)

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 wave form of a narrow-band random vibration has an appearance of a sine wave whose amplitude and phase vary in an unpredictable manner.

2.010 broad-band random vibration : Random vibration having its frequency components distributed over a broad frequency band. (See random vibration, 2.003.)

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

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

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

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

2.014 forced vibration; forced oscillation : The steady-state vibration caused by external excitation.

NOTES

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

2 Transient oscillations are not considered.

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

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

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

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

NOTE — Une vibration aléatoire blanche conserve une même valeur moyenne de densité spectrale d'accélération dans tout le spectre de fréquences étudié. (Voir densité spectrale de puissance d'accélération, A.44.)

2.008 bruit rose; vibration aléatoire rose : Bruit dont l'énergie est constante dans une largeur de bande proportionnelle à la fréquence centrale de la bande.

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.

2.009 vibration aléatoire en bande étroite : Vibration aléatoire dont le spectre des fréquences n'intéresse qu'une bande étroite. (Voir vibration aléatoire, 2.003.)

NOTES

1 Ce que l'on entend par «étroite» est relatif au problème considéré. Elle est généralement égale ou inférieure à 1/3 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.

2.010 vibration aléatoire en bande large : Vibration aléatoire dont le spectre des fréquences recouvre une large bande de fréquences. (Voir vibration aléatoire, 2.003.)

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

2.011 fréquence dominante : Fréquence pour laquelle la densité spectrale présente un maximum.

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

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

2.014 vibration forcée; oscillation forcée : Vibration entretenue causée par une excitation extérieure.

NOTES

1 La vibration (pour un système linéaire) est de même fréquence que l'excitation.

2 Les oscillations transitoires ne sont pas prises en considération.

2.015 vibration libre; oscillation libre : Vibration se produisant après arrêt de l'excitation ou de la contrainte.

NOTE — Le matériel vibre sur ses fréquences propres.

2.016 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.

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

2.018 extraneous vibration : The total vibration other than vibration of principal interest.

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

2.019 quasi-periodic vibration : A vibration which deviates only slightly from a periodic vibration.

2.020 aperiodic motion : A vibration that is not periodic.

2.021 cycle (noun) : The complete range of states or values through which a periodic phenomenon or function passes before repeating itself identically. (See cycle (verb), 2.094.)

2.022 fundamental period; period : The smallest increment of the independent variable of a periodic quantity for which the function repeats itself. (See periodic vibration, 2.002.)

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

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

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

2.024 fundamental frequency :

- a) Of a periodic quantity, the reciprocal of the fundamental period.
- b) Of an oscillating system, the lowest natural frequency. The normal mode of vibration associated with this frequency is known as the fundamental mode.

2.025 harmonic (of a periodic quantity) : A sinusoid whose frequency 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.

2.026 subharmonic : A sinusoidal quantity whose period is an integral multiple of the fundamental period of the quantity to which it is related.

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

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

NOTE — L'ensemble des vibrations parasites comporte l'environnement vibratoire.

2.019 vibration quasi-périodique : Vibration qui ne diffère que légèrement d'une vibration périodique.

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

2.021 cycle : Gamme complète des états ou des valeurs successifs, lors du déroulement d'un phénomène ou de la variation d'une fonction périodique, qui se produisent avant de se renouveler de façon identique. (Voir cycler, 2.094.)

2.022 période fondamentale; période : Accroissement le plus faible de la variable indépendante (d'une grandeur périodique) pour laquelle la fonction repasse par les mêmes valeurs. (Voir vibration périodique, 2.002.)

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

2.023 fréquence; cycle : Inverse de la période fondamentale.

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

2.024 fréquence fondamentale :

- a) Pour une grandeur périodique, l'inverse de la période fondamentale.
- b) Pour un système oscillant, la fréquence propre la plus basse. Le mode de vibration associé à cette fréquence est connu sous le nom de mode fondamental.

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

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

2.027 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.

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

2.029 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.

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

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

where

y is the simple harmonic quantity;

A is the amplitude;

ω is the angular frequency;

x is the independent variable;

Φ is the phase angle of the oscillation.

NOTE — The maximum value of the simple harmonic quantity is the amplitude A .

2.031 simple harmonic motion: A motion that is a sinusoidal function of time.

2.032 quasi-sinusoid: A quasi-sinusoid has the appearance of a sinusoid but varies relatively slowly in frequency and/or amplitude.

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

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

2.035 amplitude: The maximum value of a sinusoidal quantity.

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 quantity 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.

2.027 battement: Variation périodique de l'amplitude d'une oscillation résultant de la combinaison de deux oscillations de fréquences peu différentes. Les battements ont lieu à une fréquence différente.

2.028 fréquence de battement: Valeur absolue de la différence de fréquence de deux oscillations de fréquences peu différentes.

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

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

2.030 fonction harmonique simple; fonction sinusoïdale: Fonction périodique qui est une fonction sinusoïdale de la variable indépendante. Ainsi :

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

où

y est la fonction harmonique simple;

A est l'amplitude;

ω est la fréquence angulaire;

x est la variable indépendante;

Φ est la phase à l'origine de la fonction.

NOTE — La valeur maximale de la fonction harmonique simple est l'amplitude A .

2.031 mouvement harmonique: Mouvement qui est une fonction sinusoïdale du temps.

2.032 quasi-sinusoïde: Une quasi-sinusoïde ressemble à une sinusoïde, mais varie relativement lentement en fréquence et en amplitude.

2.033 angle de phase (d'un mouvement sinusoïdal): Fraction de période dont ce mouvement a avancé, mesurée à partir de l'origine de la variable indépendante.

2.034 déphasage; différence de phase: Entre deux quantités périodiques de même fréquence, différence entre leurs phases respectives ou, dans le cas de mouvements sinusoïdaux, entre leurs angles de phase mesurés avec la même origine.

2.035 amplitude: Valeur maximale d'une fonction 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 fonction 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, amplitude simple est déconseillée.

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

2.036 peak value; peak magnitude; positive peak value; negative peak value : The maximum value of a quantity during a given interval. (See also maximum value, 2.042.)

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

2.037 peak-to-peak value (of an oscillating quantity) : The algebraic difference between the extreme values of the quantity.

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

2.039 crest factor (of an oscillating quantity); **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 $\sqrt{2}$.

2.040 form factor (of an oscillating quantity) : The ratio of the root-mean-square value to the mean value for one-half cycle between two successive zero crossings.

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

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

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

2.043 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.

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

2.036 valeur de crête; amplitude de crête; valeur de crête positive; valeur de crête négative : Valeur maximale d'une grandeur dans un certain intervalle. (Voir également maximum, 2.042.)

NOTE — On prend habituellement comme valeur de crête d'une grandeur oscillante, le maximum de l'écart de cette grandeur 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.

2.037 valeur de crête à crête (d'une grandeur oscillatoire) : Différence algébrique entre les valeurs extrêmes de la grandeur oscillante.

2.038 course; course totale (d'un phénomène vibratoire) : Déplacement de crête à crête.

2.039 facteur de crête (d'un phénomène oscillatoire); **rapport de la moyenne quadratique de crête** : Rapport de la valeur de crête à la valeur efficace (moyenne quadratique).

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

2.040 facteur de forme (d'une grandeur oscillatoire) : 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 $\pi/2 \sqrt{2} = 1,111$.

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

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

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

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

NOTES

1 L'intensité vibratoire d'une machine est définie par la valeur maximale de la moyenne quadratique des vitesses de vibration 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 probant de l'intensité vibratoire. Cet usage est déconseillé.

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

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

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

2.048 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.

2.049 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.

2.050 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.

2.051 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, 2.057.)

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

2.052 fundamental natural mode of vibration : The mode of vibration of a system having the lowest natural frequency. (See fundamental frequency, 2.024.)

2.053 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 prescribed deflection magnitude at a prescribed 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.

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

2.045 vibration elliptique : Vibration dont le lieu de déplacement du point en vibration est elliptique.

2.046 vibration rectiligne; vibration linéaire : Vibration dont le lieu de déplacement du point en vibration est une ligne droite.

2.047 vibration circulaire : Vibration dont le lieu de déplacement du point en vibration est un cercle. C'est un cas particulier de vibration elliptique.

2.048 nœud; point nodal; ligne nodale; surface nodale : Point, ligne, surface où, dans un système d'ondes stationnaires, une grandeur caractéristique, spécifiée est nulle.

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

2.049 antinœud; ventre : Point, ligne ou surface où, dans un système d'ondes stationnaires, une grandeur caractéristique spécifiée est maximale.

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

2.050 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 dérivent de mouvements harmoniques.

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

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

NOTES

1 Si le système a un amortissement nul, les modes naturels sont les mêmes que les modes propres non amortis. (Voir mode propre, 2.057.)

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

2.052 mode fondamental propre de vibration : Mode de vibration d'un système qui a la plus petite fréquence propre. (Voir fréquence fondamentale, 2.024.)

2.053 forme du mode : La forme du mode d'un système mécanique est donnée par la modification maximale de la position de sa surface neutre (ou de son axe neutre) par rapport à sa valeur moyenne. Généralement, on utilise la valeur d'une flexion en un point donné. La valeur moyenne est seulement la moyenne de ce mode de vibration.

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

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

2.056 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.

2.057 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.

2.058 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.

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

2.060 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.

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

NOTE — A compressional wave is normally a longitudinal wave.

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

2.063 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, 2.064.)

2 A shear wave causes no changes in volume.

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

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

2.056 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.

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

NOTES

1 Le mouvement d'un système est donné par la superposition de chacun des modes normaux.

2 Les expressions **mode naturel**, **mode de résonance** et **mode propre**, sont synonymes dans le cas des systèmes non amortis.

2.058 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 — A chaque point du milieu, la grandeur servant à mesurer cette perturbation est une fonction du temps et à chaque instant cette grandeur est une fonction de la position.

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

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

2.061 onde de compression: Onde de compression ou d'extension propagée dans un milieu élastique.

NOTE — Une onde de compression est normalement une onde longitudinale.

2.062 onde longitudinale: Onde pour laquelle la direction du déplacement des éléments du milieu est parallèle à sa direction de propagation.

2.063 onde de cisaillement: Onde de cisaillement propagée dans un milieu élastique.

NOTES

1 Une onde de cisaillement est généralement une onde transversale. (Voir onde transversale, 2.064.)

2 Une onde de cisaillement n'occasionne pas de variations volumiques.

2.064 onde transversale: Onde pour laquelle la direction de déplacement des éléments est perpendiculaire à sa direction de propagation.

2.065 wave front :

- a) The wave front of a progressive wave in space is a continuous surface which is a locus of points where the phase is the same at a given instant.
- b) The wave front of a progressive surface wave is a continuous line which is a locus of points where the phase is the same at a given instant.

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

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

2.068 standing wave : A periodic wave having a fixed amplitude distribution in space, that is, 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.

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

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

2.070 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.

2.071 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.

2.072 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.

2.073 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.

2.074 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.

2.065 front d'onde :

- a) Le front d'onde se déplaçant dans l'espace est une surface continue qui est le lieu des points où la phase est la même à un instant donné.
- b) Le front d'onde d'une onde de surface se déplaçant est une ligne continue qui est le lieu des points où la phase est la même à un instant donné.

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

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

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

NOTES

- 1 Une onde stationnaire peut être considérée comme le résultat de la superposition d'ondes en déplacement, de même fréquence et de même genre.
- 2 Des ondes stationnaires sont caractérisées par des nœuds et des ventres de position fixe.

2.069 fréquence audible : Toute fréquence à une onde sonore normalement audible.

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

2.070 fréquence ultrasonique; ultrason : Fréquence élevée non audible.

NOTE — Le terme ultrasonique peut être employé pour indiquer qu'un instrument est prévu pour travailler avec des vibrations ultrasoniques.

2.071 fréquence infrasonique; infrason : Fréquence basse non audible.

NOTE — Le terme infrasonique peut être employé pour indiquer qu'un instrument est prévu pour travailler avec des vibrations infrasoniques.

2.072 réverbération : Son qui subsiste dans un espace clos à la suite de réflexions ou de dispersions répétées après arrêt de l'émission sonore.

2.073 écho : Onde qui a été réfléchi ou renvoyée, avec une valeur et un retard suffisants pour être détectée comme une onde distincte de celle qui avait été émise directement, et perçue comme la répétition de l'onde directe.

2.074 résonance : On dit qu'il y a résonance d'un système en oscillations forcées lorsque toute variation, si petite soit-elle, de la fréquence de l'excitation, provoque une diminution de la réponse du système.

2.075 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 the table below.)

2 In case of possible confusion, the type of resonance must be indicated; for example, velocity resonance frequency. (See the table below.)

TABLE — Resonance relations

In the case of a linear single-degree-of-freedom system whose motion can be described by the equation

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = A \cos \omega t$$

where x represents a displacement, ω is the angular frequency, and 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 follows:

Characteristic	Velocity resonance	Displacement resonance	Damped natural frequency
Frequency, Hz	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}$	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}$
Amplitude of displacement	$\frac{A}{c \sqrt{\frac{k}{m}}}$	$\frac{A}{c \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}}$	$\frac{A}{c \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{3c^2}{16m^2}}}$
Amplitude of velocity	$\frac{A}{c}$	$\frac{A}{c \sqrt{1 + \frac{c^2}{4mk - 2c^2}}}$	$\frac{A}{c \sqrt{1 + \frac{c^2}{16mk - 4c^2}}}$
Phase of displacement with reference to applied force	$\frac{\pi}{2}$	$\text{tg}^{-1} \sqrt{\frac{4mk}{c^2} - 2}$	$\text{tg}^{-1} \sqrt{\frac{16mk}{c^2} - 4}$

For values of c which are small compared with $\sqrt{mk}$, there is little difference between the three cases discussed above. The frequency at velocity resonance is equal to the undamped natural frequency of the system. Other symbols are employed for electrical resonance.

2.076 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.

2.075 fréquence de résonance: Fréquence pour laquelle une résonance se produit.

NOTES

1 Des fréquences de résonance peuvent être relatives aux grandeurs mesurées; par exemple, une résonance de vitesse peut se produire à une fréquence différente de celle d'une résonance du déplacement. (Voir le tableau ci-dessous.)

2 Dans le cas où une confusion serait possible, on doit indiquer le type de résonance, par exemple: fréquence de résonance de la vitesse. (Voir le tableau ci-dessous.)

TABLEAU — Relations de résonance

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 représente un déplacement, ω la pulsation et m , c et k des constantes, les caractéristiques des différentes espèces de résonance en fonction des constantes de l'équation ci-dessus sont les suivantes:

Caractéristique	Résonance de vitesse	Résonance de déplacement	Fréquence propre amortie
Fréquence, Hz	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}$	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}$
Amplitude du déplacement	$\frac{A}{c \sqrt{\frac{k}{m}}}$	$\frac{A}{c \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{c^2}{4m^2}}}$	$\frac{A}{c \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{3c^2}{16m^2}}}$
Amplitude de la vitesse	$\frac{A}{c}$	$\frac{A}{c \sqrt{1 + \frac{c^2}{4mk - 2c^2}}}$	$\frac{A}{c \sqrt{1 + \frac{c^2}{16mk - 4c^2}}}$
Déphasage du déplacement par rapport à la force appliquée	$\frac{\pi}{2}$	$\text{tg}^{-1} \sqrt{\frac{4mk}{c^2} - 2}$	$\text{tg}^{-1} \sqrt{\frac{16mk}{c^2} - 4}$

Pour de faibles valeurs de c comparées à $\sqrt{mk}$, il y a une légère différence dans les trois cas examinés ci-dessus. 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.

2.076 antirésonance: Dans un système en oscillation forcée, il y a antirésonance en un point lorsque toute variation, si petite soit-elle, de la fréquence d'excitation, crée une augmentation de la réponse en ce point.

2.077 antiresonance frequency : The 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 case of possible confusion, the type of antiresonance must be indicated; for example, velocity antiresonance frequency.

2.078 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 the table following definition 2.075, is $\sqrt{k/m}$ radians per second or $1/2\pi \sqrt{k/m}$ Hz.

2.079 damped natural frequency : The frequency of free vibration of a damped linear system. (See the table following definition 2.075.)

2.080 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 the table following definition 2.075 and the natural frequencies shown, are for fixed-base conditions.

2.081 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.

2.082 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 the periodic excitation.

2.083 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.

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

2.077 fréquence d'antirésonance : Fréquence pour laquelle une antirésonance se produit.

NOTES

1 Des fréquences d'antirésonance peuvent être relatives aux grandeurs mesurées; par exemple, une antirésonance de la vitesse peut se produire à une fréquence différente de celle d'une antirésonance du déplacement.

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

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

NOTE — Pour l'équation du mouvement donnée dans le tableau suivant la définition 2.075, la fréquence propre non amortie est $\sqrt{k/m}$ radians par seconde ou $1/2\pi \sqrt{k/m}$ Hz.

2.079 fréquence propre amortie : Fréquence de vibration libre d'un système linéaire amorti. (Voir le tableau suivant la définition 2.075.)

2.080 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 du tableau suivant la définition 2.075 et les fréquences propres indiquées correspondant à des fréquences propres avec encastrement parfait fixe.

2.081 vitesse critique : Vitesse caractéristique à laquelle se produit une résonance 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 (elles peuvent également être 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 Il existe une vitesse critique pour chaque mode propre de vibration du système.

2.082 réponse sous-harmonique; réponse de résonance sous-harmonique : Réponse périodique d'un système présentant certaines caractéristiques de résonance à une fréquence sous-multiple de la fréquence d'excitation périodique.

2.083 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.

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

2.085 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.

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

2.087 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.

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

2.089 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.

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

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

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

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

2.094 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), 2.021.)

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

2.085 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.

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

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

2.088 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.

2.089 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.

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

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

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

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

2.094 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.

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

2.096 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.

2.097 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.

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

2.099 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, 2.098.)

2.100 logarithmic frequency sweep rate: A sweep rate for which the rate of change of frequency per unit of frequency is constant; i.e. $df/fdt = \text{constant}$. (See sweep rate, 2.098.)

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.

2.101 crossover frequency (in vibration environmental testing): That frequency at which the characteristic of a vibration changes from one relationship to another.

NOTE — For example, a crossover 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.

2.102 isolator: A support, usually resilient, whose function 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.

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

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

2.096 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, par exemple, la fréquence à laquelle se déroule le cycle.

2.097 balayage (dans le cas des générateurs de vibrations): Succession continue d'opérations obtenue en faisant varier continuellement un paramètre, habituellement la fréquence.

2.098 vitesse de balayage: Dérivée, par rapport au temps, de la variable commandée; dans le cas habituel il s'agit d'une fréquence, par exemple: df/dt où f est la fréquence et t le temps.

2.099 vitesse de balayage uniforme: Vitesse de balayage dont le taux de variation de la variable commandée pour le balayage, habituellement la fréquence, est constant; c'est-à-dire: $df/dt = \text{constante}$. (Voir vitesse de balayage, 2.098.)

2.100 vitesse de balayage en fréquence logarithmique: Vitesse de balayage dont le taux de variation de la fréquence par unité de fréquence demeure constant; c'est-à-dire: $df/fdt = \text{constante}$. (Voir vitesse de balayage, 2.098.)

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.

2.101 fréquence de transfert (dans les essais d'environnement de vibrations): 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 ou de la moyenne quadratique d'une vibration passe, par rapport à la fréquence d'une valeur de déplacement constante, à une valeur d'accélération constante.

2.102 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, comprenant un élément élastique ou d'autres dispositifs à la place, ou en plus, tel qu'un servo-mécanisme.

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

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

2.105 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.

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

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

2.108 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.

2.109 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 resonant system 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.

2.110 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.

2.111 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 whose magnitude is proportional to the velocity of the element and whose direction is opposite to the direction of the velocity.

2.112 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 for the actual damping force.

2.113 linear viscous damping coefficient; viscous damping coefficient: For linear viscous damping, the ratio of damping force to velocity. (See linear viscous damping, 2.111.)

2.105 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.

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

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

2.108 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) au cas où le déplacement vient à être supérieur à une valeur spécifiée.

2.109 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 résonant auxiliaire qui est accordé de façon que la force exercée par le système auxiliaire soit en opposition de phase avec la force du système primaire.

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

2.110 désaccordeur: Système vibrant auxiliaire dont l'amplitude dépend de la fréquence et qui modifie les caractéristiques de la vibration du système principal auquel il est relié.

NOTE — Par exemple, une masse auxiliaire reliée à un ressort non linéaire.

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

2.112 amortissement visqueux équivalent: Valeur d'amortissement visqueux linéaire prise dans le but d'analyser un mouvement vibratoire; valeur telle que la dissipation d'énergie par cycle à la résonance soit la même que celle attribuée aux forces d'amortissement réelles.

2.113 coefficient d'amortissement visqueux linéaire; coefficient d'amortissement visqueux: Pour les amortissements visqueux linéaires, rapport entre la force d'amortissement et la vitesse. (Voir amortissement visqueux linéaire, 2.111.)

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

NOTE — The critical linear viscous damping coefficient is equal to

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

for the single-degree-of-freedom system represented by the equation given in the table following definition 2.075. ω_0 is the undamped natural frequency (angular). (See Undamped natural frequency, 2.078.)

2.115 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, 2.113, and critical damping, 2.114.)

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

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

2.117 non-linear damping: Non-linear damping exists if the damping coefficient is proportional to some power (other than unity) of the velocity.

2.118 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.

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

3 MECHANICAL SHOCK

3.01 mechanical shock; shock: Mechanical shock exists when a force, position, velocity, or acceleration is suddenly changed so as to excite 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.

3.02 shock pulse: A form of shock excitation characterized by a rise and decay of motion or force that takes place in a time that is short compared with the fundamental periods of concern.

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

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

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

pour un système à un seul degré de liberté représenté par l'équation donnée dans le tableau suivant la définition 2.075. ω_0 est la pulsation propre non amortie. (Voir fréquence propre non amortie, 2.078.)

2.115 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, 2.113, et amortissement critique, 2.114.)

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

2.116 décrement logarithmique: Logarithme népérien du rapport de deux amplitudes successives quelconques de même signe, dans l'amortissement d'une oscillation à fréquence unique qui se stabilise avec un amortissement.

2.117 amortissement non linéaire: Il y a amortissement visqueux non linéaire si le coefficient d'amortissement est proportionnel à une puissance de la vitesse (autre que l'unité).

2.118 facteur d'amplification dynamique, Q : Quantité qui est une mesure de l'acuité d'une résonance ou de la sélectivité d'une fréquence d'un système vibratoire à un seul degré de liberté.

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

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

3 CHOC MÉCANIQUE

3.01 choc mécanique; choc: Il y a choc mécanique lorsqu'une force, une position, une vitesse ou une accélération est brusquement modifiée et que cela crée des régimes 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.

3.02 signal de choc; impulsion à action de contact: Type d'excitation de choc caractérisé par une augmentation et une diminution d'un mouvement ou d'une force qui se produit en un temps qui est court vis-à-vis de la période fondamentale concernée.

3.03 velocity shock : A mechanical shock resulting from a sudden non-oscillatory change in velocity.

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

3.04 applied shock; shock excitation : Any excitation that, if applied to a system, would produce mechanical shock.

3.05 shock motion : Any transient motion causing, or resulting from, a shock excitation.

3.06 simple shock motion : A shock motion whose wave form is a geometrically simple curve.

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

3.08 impulse :

- a) The integral with respect to time of a force taken over a time during which the force is applied.
- b) The product of a force and the time during which the force is applied.

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

3.09 bump : A mild form of shock which is usually repeated many times for test purposes.

3.10 ideal shock pulse : A pulse that is described exactly, usually by a simple mathematical description, for example a half-sine pulse, a sawtooth pulse.

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

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

3.13 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.

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

3.15 versine shock pulse; haversine shock pulse : An ideal shock pulse for which the motion-time curve has the shape of one full cycle of a versine curve beginning at zero.

3.03 choc de vitesse : Choc mécanique créé par une variation brusque non oscillatoire de la vitesse.

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

3.04 choc appliqué; excitation par choc : Toute excitation qui, appliquée à un système, produirait un choc mécanique.

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

3.06 mouvement de choc simple : Mouvement de choc dont la forme est une courbe géométrique simple.

3.07 impact : Collision de deux masses.

3.08 impulsion :

- a) Intégrale d'une force par rapport au temps pendant le temps d'application.
- b) Produit d'une force par son temps d'application.

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

3.09 secousse : choc mou qui est généralement répété de nombreuses fois dans un but d'essai.

3.10 choc parfait : Signal de choc que l'on peut représenter exactement par une description mathématique simple, par exemple choc semi-sinusoïdal, choc en dent de scie.

3.11 choc demi-sinusoïdal : Choc parfait pour lequel la relation du mouvement avec le temps a la forme de la partie positive (ou négative) d'une demi-sinusoïde.

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

3.13 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.

3.14 choc en triangle isocèle : Choc parfait pour lequel la courbe du mouvement en fonction du temps a la forme d'un triangle isocèle.

3.15 choc de la forme $(1 - \cos \alpha t)$: Choc parfait pour lequel la courbe du mouvement en fonction du temps a la forme d'une période de la courbe représentative de la fonction $(1 - \cos \alpha t)$, cette période commençant à la valeur zéro de la fonction $(1 - \cos \alpha t)$.

3.16 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, and instantaneously drops to zero.

3.17 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.

3.18 measured shock pulse: A representation of a measured shock motion.

3.19 nominal shock pulse; nominal pulse: A nominal shock pulse is descriptive of a measured shock pulse when the measured pulse does not differ from an ideal pulse by more than a specified amount.

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.

3.20 nominal values of a shock pulse: The values descriptive of an ideal pulse (half-sine, sawtooth, etc.) from which the measured pulse does not differ by more than a specified amount.

NOTE — Spectra, peak values, and durations are included among the values descriptive of shock pulses.

3.21 duration of ideal shock pulse: The length of time over which the ideal shock pulse is active.

3.22 Effective duration of shock pulse; 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.

3.23 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.

3.24 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.

3.16 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 et retombe de façon instantanée à zéro.

3.17 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.

3.18 forme réelle d'un choc: Représentation du mouvement de choc qui est mesuré.

3.19 choc nominal: Un choc nominal représente un choc mesuré lorsque sa différence par rapport au choc parfait est comprise entre des limites spécifiées.

NOTES

1 «Choc nominal» est un terme générique. Il nécessite un qualificatif pour avoir un sens. Par exemple : choc nominal demi-sinusoïdal 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 les spectres correspondants.

3.20 valeurs nominales d'un signal de choc: Les valeurs caractéristiques d'un signal de choc (demi-sinusoïde, dent de scie, etc.) à partir desquelles les limites des écarts d'un choc mesuré sont spécifiées.

NOTE — Spectres, valeurs crêtes et durées font partie des valeurs caractéristiques de signaux de choc.

3.21 durée d'un choc parfait: Temps d'application d'un choc parfait.

3.22 durée réelle d'un signal de choc; durée d'un signal de choc: Intervalle de temps compris entre l'instant où le mouvement dépasse une fraction spécifiée 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 spécifiée usuelle est de 1/10. Pour des chocs parfaits, elle est choisie égale à zéro.

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

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

3.25 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.

3.26 shock wave : A shock motion (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.

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

NOTE — The following types of machine can be classified as shock-testing machines :

- a) High-impact shock machine.
- b) Drop-type shock machine.
- c) Spring-type shock machine.
- d) Plastic pellet drop shock machine.
- e) Penetrator shock machine.
- f) Sand drop shock machine.
- g) Inclined-plane shock machine.
- h) Bump tester.
- i) Pneumatic shock machine.
- j) Hydraulic shock machine.
- k) Electrodynamical shock machine.

3.28 shock response spectrum; shock spectrum; response spectrum :

a) 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.

b) As used in the field of mechanical shock, an approximate expression of 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 spectrum** is a generic term. The type of shock spectrum must additionally be given if it is not apparent from the context.

2 The relationships between displacement, velocity, and acceleration shock spectra are given under the definition of term 3.29.

3 If the amount and kind of damping is not given, it is assumed to be zero. Unless otherwise indicated, the response are maximum absolute values irrespective of sign.

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

3.26 onde de choc : Mouvement de choc (déplacement, pression ou autre variable), associé 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.

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

NOTE — Les types de machines suivants peuvent être classés comme machines d'essai au choc :

- a) Machine à chocs à impact élevé.
- b) Machine à chocs à gravité.
- c) Machine à chocs à ressort.
- d) Machine à chocs à gravité sur coussin plastique.
- e) Machine à chocs à poinçon.
- f) Machine à chocs à chute dans le sable.
- g) Machine à chocs à plan incliné.
- h) Machine d'essai à secousses.
- i) Machine à chocs pneumatique.
- j) Machine à chocs hydraulique.
- k) Machine à chocs électrodynamique, etc.

3.28 spectre de réponses aux chocs; spectre de chocs; spectre de réponses :

a) Ensemble des réponses d'une série de dispositifs d'un type spécifié en fonction de leurs fréquences propres.

b) Dans le domaine des chocs mécaniques, expression approximative des réponses maximales (déplacement, vitesse ou accélération) à un choc appliqué sur l'ensemble de dispositifs linéaires à un seul degré de liberté, en fonction de leurs fréquences propres.

NOTES

1 **Spectre de chocs** est un terme générique. On doit en donner le type s'il n'apparaît pas dans le contexte.

2 Les rapports entre les spectres de déplacement, de vitesse ou d'accélération de choc sont donnés dans la définition du terme 3.29.

3 Si la quantité et le genre de l'amortissement ne sont pas donnés, on l'admettra comme nul. Sauf indication contraire, les réponses sont données en valeurs absolues maximales (sans indication de signe).

3.29 displacement, velocity, and acceleration shock response-spectra : Displacement, velocity, and acceleration shock response-spectra are defined respectively, by

$$S_d = X \approx \frac{V}{\omega} \approx \frac{A}{\omega^2}$$

$$S_v = \omega X \approx V \approx \frac{A}{\omega}$$

$$S_a = \omega^2 X \approx \omega V \approx A$$

where X represents the maximum (relative) displacement responses, V represents the maximum (relative) velocity responses, A represents the maximum (absolute) acceleration responses of a set of single-degree-of-freedom systems to a given shock excitation, and ω represents the natural angular frequencies of the systems.

3.30 negative shock response-spectrum; negative shock spectrum : A spectrum of the maximum negative responses, as defined for shock response-spectra.

3.31 positive shock response-spectrum; positive shock spectrum : A spectrum of the maximum positive responses, as defined for shock response-spectra.

3.29 spectres de réponses, de déplacement, de vitesse et d'accélération des chocs : Les spectres de réponse, de déplacement, de vitesse et d'accélération des chocs sont respectivement définis par

$$S_d = X \approx \frac{V}{\omega} \approx \frac{A}{\omega^2}$$

$$S_v = \omega X \approx V \approx \frac{A}{\omega}$$

$$S_a = \omega^2 X \approx \omega V \approx A$$

où X représente les réponses de déplacement maximal (relatif), V les réponses des vitesses (relatives) et A les réponses des maximums des accélérations (absolues) d'un ensemble de systèmes à un seul degré de liberté à l'excitation d'un choc donné et ω représente la pulsation propre amortie de ces systèmes.

3.30 spectre de réponse de choc négatif; spectre de choc négatif : Spectre des réponses négatives maximales, comme défini pour les spectres de réponses de chocs.

3.31 spectre de réponse de choc positif; spectre de choc positif : Spectre des réponses maximales positives, comme défini pour les spectres de réponses de chocs.

4 TRANSDUCERS

4.01 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.

4.02 electromechanical pickup : 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 transducer used in vibration and shock are

- Piezoelectric accelerometer.
- Piezoresistive accelerometer.
- Strain-gauge type accelerometer.
- Variable-resistance transducer.
- Electrostatic (capacitor) (condenser) transducer.
- Bonded-wire (foil) strain-gauge.
- Variable-reluctance transducer.
- Magnetostriction transducer.
- Moving-conductor transducer.
- Moving-coil transducer.
- Induction transducer.
- Electronic transducer.

4 TRANSDUCTEURS

4.01 transducteur : Appareil 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.

4.02 capteur; 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.

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

- Accéléromètre piézo-électrique.
- Accéléromètre piézo-résistant.
- Accéléromètre du type à extensomètre.
- Capteur à résistance variable.
- Capteur électrostatique (à capacité) (à condensateur).
- Extensomètre à fil attaché (lame).
- Capteur à reluctance variable.
- Capteur à magnétostriction.
- Capteur à conducteur mobile.
- Capteur à bobine mobile.
- Capteur à induction.
- Capteur électronique.

4.03 seismic pickup: A transducer consisting of a seismic system wherein the differential movement between the mass and the base of the system produces an electrical output.

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

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

4.05 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.

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

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

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

4.08 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.

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

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

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

4.12 displacement pickup: A pickup 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 wave form.

4.03 transducteur sismique; capteur sismique: Transducteur comportant un système sismique dans lequel le déplacement relatif de deux éléments 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.

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

4.05 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.

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

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

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

4.08 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.

4.09 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 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 prescribed 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.

4.19 transverse sensitivity (of a rectilinear transducer); **cross-sensitivity** : The sensitivity 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 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.

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

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

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) : Direction nominale dans laquelle le capteur a la plus grande sensibilité.

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

4.19 sensibilité transverse rectiligne (d'un transducteur) : 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 d'axe choisie.

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 du capteur.

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 de l'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 de 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 bande.

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.

ANNEX A

MATHEMATICAL TERMS¹⁾

A.01 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.02 variable: A quantity that can assume a (finite or infinite) succession of values.

A.03 independent variable: A variable, such as time, whose value is not prescribed by other variables.

A.04 dependent variable: A variable whose values are determined by values of independent variables and parameters.

A.05 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.06 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.07 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.08 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.09 generalized co-ordinates: Quantities independent of one another and necessary and sufficient for describing the configuration of a system.

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.

ANNEXE A

TERMES MATHÉMATIQUES¹⁾

A.01 référence; référence commune: Quantité associée à un point dans un élément ou dans un système à partir duquel ou en fonction duquel d'autres quantités similaires sont mesurées. Si la même référence est normalement utilisée dans tout un système, elle est appelée référence commune.

A.02 variable: Quantité qui peut prendre une suite de valeurs (finie ou infinie).

A.03 variable indépendante: Variable, telle que le temps, dont la valeur n'est pas influencée par d'autres variables.

A.04 variable dépendante: Variable dont les valeurs sont déterminées par les valeurs de variables ou de paramètres indépendants.

A.05 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.06 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.07 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.08 fonction linéaire: On dit qu'une variable est fonction linéaire d'une autre variable si, pour une variation de la première variable, il correspond une variation proportionnelle de la seconde.

A.09 coordonnées généralisées: Quantités indépendantes qui sont nécessaires et suffisantes pour décrire la configuration d'un système.

A.10 vecteur: Être mathématique qui est déterminé complètement par une grandeur et une direction.

A.11 scalaire: Être mathématique qui est déterminé complètement par un nombre.

1) The definitions included in the annexes are essential to those working in the field of vibration and shock. However, as their formulations are also the concern of others, these definitions are not considered part of this International Standard.

1) Les définitions de ces termes mathématiques sont essentielles 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.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 :

- a) A number that contains both a real and an imaginary part.
- b) A number which represents a vector from the origin in a two-dimensional co-ordinate 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 represented in the form

$$z = Z (\cos\Phi + i \sin\Phi) = Z e^{i\Phi}$$

A.14 phasor : A complex number whose magnitude is the amplitude of the oscillation and whose angle is the phase. For example, if one wishes to express a harmonic oscillation

$$Y(t) = Y_0 \cos(\omega t + \Phi)$$

in complex notation, one would write

$$Y(t) = \text{Re}(Y_1 e^{i\omega t})$$

where Y_1 is a complex quantity called the phasor, whose magnitude equals Y_0 and whose angle (or argument) is the phase angle (Φ); the notation "Re" meaning "real part of", is usually omitted as understood. Y_1 is expressed as :

$$Y_0 < \Phi, \text{ or } Y_0 \cos\Phi + i Y_0 \sin\Phi$$

where $i = \sqrt{-1}$

It is noted also that $Y_1 = Y_0 e^{i\Phi}$

A.15 argument (of a complex number) : The angle that fixes the direction of the complex number (vector). (See note under complex number, A.13.)

A.16 modulus (of a complex number) : The absolute value of the complex number. (See note under complex number A.13.)

A.12 nombre imaginaire : Produit d'un nombre réel par $\sqrt{-1}$. Le terme $\sqrt{-1}$ est habituellement noté j ou i .

NOTES

- 1 La valeur absolue 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 en sens inverse d'horloge et la multiplication par $-i$ une rotation de 90° autour de l'origine dans le sens d'horloge.

A.13 nombre complexe :

- a) Nombre formé d'une partie réelle et d'une partie imaginaire.
- b) Nombre représenté par 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 des nombres réels et imaginaires. 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 $\Phi = \arctg y/x$. Le nombre complexe peut aussi s'écrire sous la forme :

$$z = Z (\cos\Phi + i \sin\Phi) = Z e^{i\Phi}$$

A.14 vecteur tournant : Nombre complexe dont la grandeur est l'amplitude de l'oscillation et dont l'angle est la phase. Par exemple, si l'on veut exprimer une oscillation harmonique

$$Y(t) = Y_0 \cos(\omega t + \Phi)$$

en notation complexe, on écrira :

$$Y(t) = \text{Re}(Y_1 e^{i\omega t})$$

où Y_1 est une quantité complexe appelée amplitude complexe dont la grandeur est égale à Y_0 et dont l'angle (ou argument) est l'angle de phase Φ .

On omet souvent comme allant de soi la notation Re, qui signifie «partie réelle de». Y_1 est exprimé comme

$$Y_0 < \Phi, \text{ ou } Y_0 \cos\Phi + i Y_0 \sin\Phi$$

où $i = \sqrt{-1}$

On remarque alors 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 module (d'un nombre complexe) : Valeur absolue du nombre complexe. (Voir la note sous nombre complexe, A.13.)

A.17 absolute value :

- a) The absolute value of a real number is a positive number that has the same numerical value as a real number which may be of either sign.
- b) The absolute value of a complex number is the positive square root of the sum of the squares of the real and imaginary parts. (See 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

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1} (a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t)$$

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

$$a_0 = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} f(t) dt$$

$$a_n = \frac{2}{\tau} \int_0^{\tau} f(t) \cos n\omega t dt \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$b_n = \frac{2}{\tau} \int_0^{\tau} f(t) \sin n\omega t dt \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$c_n = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} f(t) e^{-in\omega t} dt \quad n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

It can be shown that

$$c_{+n} = \frac{a_n - ib_n}{2}, \quad c_0 = a_0, \quad \text{and} \quad c_{-n} = \frac{a_n + ib_n}{2}$$

The amplitude of each Fourier discrete frequency is

$$A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

The Fourier phase angle is

$$\Phi_n = \arctg \left(\frac{b_n}{a_n} \right)$$

A.17 valeur absolue :

- a) La valeur absolue d'un nombre réel est le nombre réel positif qui a la même valeur numérique que ce nombre réel (qu'il ait un signe ou non).
- b) La valeur absolue d'un nombre complexe est la valeur absolue de la racine carrée de la somme des carrés des parties réelle et imaginaire. (Voir la note sous nombre complexe, A.13.)

A.18 spectre de série de Fourier : Une série de Fourier est le 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 :

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1} (a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t)$$

Un développement en série de Fourier de $f(t)$ peut s'écrire sous la forme exponentielle :

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{in\omega t}$$

où a_n et b_n sont les coefficients de la série de Fourier, c_n est le coefficient de la série de Fourier écrite sous la forme exponentielle, ω est la pulsation et est égale à $2\pi/\tau$, où τ est la période du fondamental, n est un nombre entier positif ou nul.

Les valeurs des coefficients des séries de Fourier sont

$$a_0 = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} f(t) dt$$

$$a_n = \frac{2}{\tau} \int_0^{\tau} f(t) \cos n\omega t dt \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$b_n = \frac{2}{\tau} \int_0^{\tau} f(t) \sin n\omega t dt \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$c_n = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} f(t) e^{-in\omega t} dt \quad n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

On peut montrer que

$$c_{+n} = \frac{a_n - ib_n}{2}, \quad c_0 = a_0, \quad \text{et} \quad c_{-n} = \frac{a_n + ib_n}{2}$$

L'amplitude de chaque fréquence discrète est

$$A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

L'angle de phase est :

$$\Phi_n = \arctg \left(\frac{b_n}{a_n} \right)$$

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 :

a) **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).

b) **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

$$\text{Re}[F(\omega)] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cos \omega t dt$$

$$\text{Im}[F(\omega)] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \sin \omega t dt$$

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

$$F(\omega) = \sqrt{\text{Re}^2[F(\omega)] + \text{Im}^2[F(\omega)]}$$

$$\Phi(\omega) = \text{arctg} \left\{ \frac{\text{Im}[F(\omega)]}{\text{Re}[F(\omega)]} \right\}$$

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 :

a) **transformation directe de Fourier :** La transformation d'une fonction non périodique du temps (ou d'autres variables, comme la distance) en une fonction continue de la fréquence (ou d'une autre variable, comme le nombre d'ondes) est une transformation directe de Fourier.

b) **transformation inverse de Fourier :** La transformation d'une fonction continue de la fréquence (ou d'autres variables comme le nombre d'ondes) en une fonction correspondante du temps (ou d'une autre variable comme la distance) est une transformation inverse de Fourier.

NOTE — Si $f(t)$ est une fonction non périodique du temps, la forme complexe de l'équation d'une transformation directe de Fourier est :

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt$$

La fonction du temps $f(t)$ est obtenue à partir de $F(\omega)$ par l'intégration suivante (équation de transformation directe de Fourier) :

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

(Le facteur $1/2\pi$ représente une façon d'exprimer une des deux transformations. Dans d'autres expressions, $1/2\pi$ intervient plutôt dans les transformations directes que dans les inverses, ou $1/\sqrt{2\pi}$ peut se trouver dans chacune d'entre elles).

Puisque $F(\omega)$ est en général complexe, on peut l'écrire en termes réels et imaginaires.

$$F(\omega) = \text{Re}[F(\omega)] + i \text{Im}[F(\omega)]$$

où

$$\text{Re}[F(\omega)] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cos \omega t dt$$

$$\text{Im}[F(\omega)] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \sin \omega t dt$$

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 $\Phi(\omega)$.

$$F(\omega) = F(\omega) e^{i\Phi\omega}$$

où

$$F(\omega) = \sqrt{\text{Re}^2[F(\omega)] + \text{Im}^2[F(\omega)]}$$

$$\Phi(\omega) = \text{arctg} \left\{ \frac{\text{Im}[F(\omega)]}{\text{Re}[F(\omega)]} \right\}$$

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 the note 2 under Fourier series, A.18, and Fourier transform, A.20.)

A.23 line spectrum: A spectrum whose components occur at one or more discrete frequencies.

A.24 continuous spectrum: A spectrum whose components are continuously distributed over a frequency range.

A.25 orthogonal functions: A set of functions, $\Phi_n(x)$, defined in an interval $0 \leq x \leq X$, is orthogonal in the interval if

$$\int_0^X \Phi_n \Phi_m dx = 0, \text{ if } n \neq m$$

A.26 deterministic function: A function whose value can be predicted from a 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 word process rather than the word 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 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 event 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.

A.21 spectre de Fourier: Distribution d'amplitude de Fourier par rapport à 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 spectre de série de Fourier, A.18, ainsi que la note sous transformation de Fourier, A.20.)

A.22 spectre de phase de Fourier: Distribution de l'angle de phase de Fourier par rapport à la fréquence. (Voir les notes sous spectre de série de Fourier, A.18, et sous transformation de Fourier, A.20.)

A.23 spectre en raies: Spectre dont les composants se trouvent à une ou plusieurs fréquences discrètes.

A.24 spectre continu: Spectre dont les composants sont répartis d'une façon continue dans une gamme de fréquences.

A.25 fonction orthogonale: Un ensemble de fonctions $\Phi_n(x)$ défini dans un intervalle $0 \leq x \leq X$ est orthogonal dans cet intervalle si

$$\int_0^X \Phi_n \Phi_m dx = 0, \text{ lorsque } n \neq m$$

A.26 fonction certaine: Fonction dont la valeur peut être prévue à chaque instant si cette valeur est connue à un temps antérieur.

A.27 principe de superposition: Le principe de superposition 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: Collection de signaux. Habituellement, on utilise le mot processus plutôt que le mot 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 à l'intérieur d'une gamme donnée est prise égale au rapport de la durée au cours de laquelle cette vibration est à l'intérieur de cette gamme au temps total d'observation.

NOTES

1 Pour les déterminations de probabilités on doit avoir un grand nombre d'événements ou une longue période d'observations.

2 Une probabilité de un, signifie qu'un événement particulier est certain. Une probabilité nulle signifie qu'il ne pourra se produire.

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

$$P(x) = \frac{dP(x)}{dx}$$

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

$$P(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-x_p^2/2\sigma^2}$$

where

σ is the r.m.s. of say, vibration magnitude (see standard deviation, A.37) and

x_p is the instantaneous vibration magnitude.

The mean value of the vibration is assumed to be zero.

3 La probabilité pour que l'amplitude d'une vibration soit dans les limites d'une gamme donnée est égale à l'intégrale de la fonction de densité de probabilité de cette vibration dans les limites de cette gamme. (Voir densité de probabilité, A.30.)

A.30 densité de probabilité : Appliquée au domaine des vibrations, pour la caractéristique de vibration considérée, le rapport de la probabilité pour que la caractéristique d'une vibration soit 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

$$P(x) = \frac{dP(x)}{dx}$$

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 et $P(\Delta x_m)$ est la probabilité pour que l'amplitude de la caractéristique de vibration 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

$$P(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-x_p^2/2\sigma^2}$$

où

σ est l'écart-type (voir écart-type, A.37) et

x_p est la valeur instantanée de l'amplitude de la caractéristique de vibration.

On suppose que la valeur moyenne de la caractéristique de vibration est nulle.

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

$$P(x) = \int_{-\infty}^x p(u) du < X$$

where u is a dummy variable of integration for x .

A.35 mean value; arithmetic mean :

a) The mean value of a number of discrete quantities is the algebraic sum of the quantities divided by the number of quantities.

NOTE — The mean value is

$$\bar{x} = \frac{\sum x_n}{N}$$

where

x_n is the value of the n^{th} quantity;

N is the total number of discrete quantities.

b) The mean value of a function, $x(t)$, over an interval between t_1 and t_2 , is

$$\bar{x} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} x(t) dt}{t_2 - t_1}$$

A.36 geometric mean (of two quantities) : The square root of the product of two quantities.

A.33 distribution de Rayleigh : Une distribution de Rayleigh a une densité de probabilité de la forme

$$P(x_p) = \frac{x_p}{\sigma^2} e^{-x_p^2/2\sigma^2}$$

où

σ est l'écart-type;

x_p est l'amplitude des maxima positifs.

Les maxima (valeurs de crête) d'une bande étroite de vibrations aléatoire 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'amplitude de la variable x (amplitude 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

$$P(x) = \int_{-\infty}^x p(u) du < X$$

où u est une variable factice d'intégration pour x .

A.35 valeur moyenne; moyenne arithmétique :

a) La valeur moyenne d'un nombre de quantités discrètes est la somme algébrique de ces quantités divisée par leur nombre.

NOTE — La valeur moyenne est

$$\bar{x} = \frac{\sum x_n}{N}$$

où

x_n est la valeur de la $n^{\text{ième}}$ quantité;

N est le total des quantités discrètes.

b) La valeur moyenne d'une fonction $x(t)$ dans un intervalle de t_1 à t_2 est égale à

$$\bar{x} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} x(t) dt}{t_2 - t_1}$$

A.36 moyenne géométrique (de deux quantités) : Racine carrée du produit de deux quantités.

A.37 root-mean-square value; r.m.s. value :

a) The root-mean-square (r.m.s.) value of a set of numbers is 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

$$\text{r.m.s. value} = \left[\frac{\sum_n x_n^2}{N} \right]^{1/2}$$

where the subscript n refers to the n^{th} number of which there are a total of N .

b) The root-mean-square (r.m.s.) value of a single-valued function, $f(t)$, over an interval between t_1 and t_2 , is 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.

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 the mean value, $\bar{x}$, is taken to be zero; then the standard deviation is equal to the r.m.s. value.

A.37 valeur moyenne quadratique; valeur efficace :

a) La valeur moyenne quadratique d'une série de nombres est la racine carrée de la moyenne de leurs carrés.

NOTE — La moyenne quadratique d'une série de nombres peut être représentée comme suit :

$$\text{valeur de la moyenne quadratique} = \left[\frac{\sum_n x_n^2}{N} \right]^{1/2}$$

où l'indice n se rapporte au $n^{\text{ième}}$ nombre dont le total est N .

b) La valeur moyenne quadratique d'une fonction univoque $f(t)$ dans un intervalle entre t_1 et t_2 est la racine carrée de la moyenne des carrés de cette fonction dans cet intervalle.

NOTES

1 La valeur moyenne quadratique 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 moyenne des vibrations est habituellement prise égale à zéro. Dans ce cas, la valeur moyenne quadratique 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 : Moyenne quadratique de l'écart 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 Pour une série de nombres, l'écart-type est

$$\sigma = \left[\frac{\sum_n (x_n - \bar{x})^2}{N} \right]^{1/2}$$

où

n est un indice se rapportant au $n^{\text{ième}}$ nombre;

N est le total des nombres de la série;

$\bar{x}$ est la valeur moyenne. (Voir valeur moyenne, A.35.)

3 Si x est une valeur unique fonction de t , son écart-type dans un intervalle entre t_1 et t_2 est

$$\sigma = \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} (x - \bar{x})^2 dt}{t_2 - t_1} \right]^{1/2}$$

4 Dans le domaine des vibrations, on prend $\bar{x}$ comme égal à zéro; l'écart-type est alors égal à la moyenne quadratique.

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 a given 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.

A.41 power spectral density; mean-squared spectral density; spectral density : 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 This can be expressed as

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

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. The averaging time is T .

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 auto-correlation function :

$$\begin{aligned} G(f) &= 2 \int_{-\infty}^{\infty} R(\tau) e^{-i2\pi f\tau} d\tau \\ &= 4 \int_0^{\infty} R(\tau) \cos(2\pi f\tau) d\tau \quad (f \geq 0) \end{aligned}$$

A.39 variance : Le carré de l'écart-type.

NOTE — Dans le domaine des vibrations, lorsque la valeur moyenne est nulle, la variance est la moyenne des carrés de l'amplitude d'une caractéristique de vibration. (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

$$\Psi^2 = \sigma^2 + \bar{x}^2$$

où

Ψ^2 est la valeur de la moyenne des carrés;

σ^2 est la variance;

$\bar{x}$ est la valeur moyenne.

A.41 densité spectrale de puissance; moyenne des carrés de la densité spectrale; densité spectrale : La densité spectrale de puissance $G(f)$ d'une valeur $\xi(t)$ est la valeur de la moyenne des carrés de la partie d'une quantité passant par un filtre à bande étroite de fréquence centrale f , par unité de largeur de bande lorsque cette largeur de bande tend vers zéro et le temps vers l'infini.

NOTES

- 1 Cela peut s'exprimer comme suit :

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

où $\xi^2(f, t, B)$ est le résultat du passage de $\xi(t)$ à travers un filtre à bande étroite, de largeur de bande B centrée en f , et en élevant au carré le courant de sortie pendant le temps T .

2 La densité spectrale de puissance est un terme générique employé sans se soucier de la quantité physique représentée dans le temps. La quantité physique considérée est indiquée en se référant à des données particulières.

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

3 Pour un régime stationnaire, la densité spectrale de puissance est le double de la transformation de Fourier (voir spectre de série de Fourier, A.21) de la fonction d'autocorrélation. Si $f \geq 0$, on a

$$\begin{aligned} G(f) &= 2 \int_{-\infty}^{\infty} R(\tau) e^{-i2\pi f\tau} d\tau \\ &= 4 \int_0^{\infty} R(\tau) \cos(2\pi f\tau) d\tau \quad (f \geq 0) \end{aligned}$$

A.42 mean-squared displacement density; displacement power spectral density; displacement spectral density : The spectral density of a displacement variable, given in units of displacement squared per unit frequency.

A.43 mean-squared velocity density; velocity power spectral density; velocity spectral density : The spectral density of a velocity variable, given in units of velocity squared per unit frequency.

A.44 mean-squared acceleration density; acceleration power spectral density; acceleration spectral density : The spectral density of an acceleration variable, given in units of acceleration squared per unit frequency.

NOTE — It is preferable to express these units in terms of g_n^2/Hz where g_n is the acceleration of gravity.

A.45 power spectrum : A spectrum of mean-squared spectral density values. (See power spectral density, A.41.)

A.46 stationary process : An ensemble of time-histories such that their statistical properties are invariant with respect to translations in time.

A.47 time-history : The magnitude of a quantity expressed as a function of time.

A.48 stationary state; self-stationary : A stationary state of a random signal exists if samples averaged over sufficiently long, but finite, time-intervals are independent of the time at which the sample occurs.

A.49 strongly self-stationary : A random signal is strongly self-stationary if all statistical properties determined by averaging a sample over a finite time-interval are independent of the time at which the sample occurs.

A.50 weakly self-stationary : A random signal is weakly self-stationary 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.

A.51 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.

A.42 moyenne des carrés de la densité de déplacement; densité spectrale de puissance de déplacement; densité spectrale de déplacement : La moyenne des carrés de la densité de déplacement est la densité spectrale d'un déplacement variable, donnée en unités du carré du déplacement par unité de fréquence.

A.43 moyenne des carrés de la densité de vitesse; densité spectrale de puissance de la vitesse; densité spectrale de la vitesse : La moyenne des carrés de la densité de vitesse est la densité spectrale d'une vitesse variable donnée en unités du carré de la vitesse par unité de fréquence.

A.44 moyenne des carrés de la densité d'accélération; densité spectrale de puissance d'accélération; densité spectrale d'accélération : La moyenne des carrés de la densité d'accélération est la densité spectrale d'une accélération variable donnée en unités du carré de l'accélération par unité de fréquence.

NOTE — On préfère exprimer ces unités en g_n^2/Hz où g_n est l'accélération de la pesanteur.

A.45 spectre de puissance : Spectre de valeurs de densités spectrales exprimées en valeurs efficaces. (Voir densité spectrale de puissance, A.41.)

A.46 régime stationnaire : Ensemble de valeurs en fonction du temps telles que leurs propriétés statistiques soient invariables par rapport à des déplacements dans le temps.

A.47 valeurs en fonction du temps : Valeur d'une grandeur exprimée en fonction du temps.

A.48 régime stationnaire d'un signal aléatoire : Il y a régime stationnaire d'un signal aléatoire si les moyennes, sur des intervalles de temps suffisamment longs, mais finis, sont indépendantes du moment où se font les relevés.

A.49 régime fortement stationnaire d'un signal aléatoire : Un signal aléatoire est fortement stationnaire si toutes les propriétés statistiques déterminées par des moyennes sur des prélèvements à des intervalles de temps finis sont indépendantes du moment où se font les relevés.

A.50 régime faiblement stationnaire d'un signal aléatoire : Un signal aléatoire est faiblement stationnaire si la valeur moyenne et la fonction d'autocorrélation en faisant une moyenne d'un prélèvement d'une durée finie sont indépendantes du moment où se fait le relevé.

A.51 processus ergodique : Processus stationnaire concernant un ensemble de valeurs en fonction du temps où les moyennes dans le temps sont les mêmes pour toutes les séries d'ensembles de valeurs en fonction du temps.

NOTE — Il s'ensuit que ces moyennes dans le temps pour tout ensemble de valeurs en fonction du temps seront alors égales aux moyennes statistiques de la totalité de l'ensemble.

A.52 random process; stochastic process : A set (ensemble) of time-functions that can be characterized through statistical properties.

A.53 ensemble; set : A collection of signals.

A.54 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 of note 1 gives an estimate only with a certain statistical uncertainty which increases as T decreases.

A.55 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 A.54.

A.56 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

$$\rho(\tau) = \frac{R(\tau)}{R(0)} = \frac{\overline{[x(t)] [x(t + \tau)]}}{x^2(t)}$$

A.52 procédé aléatoire; procédé stochastique : Un procédé aléatoire est un ensemble de fonctions du temps qui peut être caractérisé par des propriétés statistiques.

A.53 ensemble : Un ensemble représente une combinaison de plusieurs signaux.

A.54 fonction d'autocorrélation : La fonction d'autocorrélation d'une quantité $x(t)$ est la moyenne du produit de la valeur de cette quantité au temps t par sa valeur au temps $(t + \tau)$.

NOTES

1 La fonction d'autocorrélation peut être exprimée mathématiquement de la façon suivante :

$$R(\tau) = \overline{[x(t)] [x(t + \tau)]} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) x(t + \tau) dt$$

2 Pour une quantité aléatoire stationnaire $x(t)$, qui persiste tout le temps, T s'approche de l'infini, c'est-à-dire

$$R(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) x(t + \tau) dt$$

En pratique, T est limité et la formule de la note 1 donne seulement une estimation affectée d'une certaine incertitude statistique qui augmente lorsque T diminue.

A.55 fonction de corrélation croisée : La fonction de corrélation croisée de deux quantités $x(t)$ et $y(t)$ est la 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 :

$$R_{x,y}(\tau) = \overline{[x(t)] [y(t + \tau)]} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) y(t + \tau) dt$$

2 Voir note 2 sous A.54.

A.56 coefficient d'autocorrélation : Pour une quantité $x(t)$, rapport de la fonction d'autocorrélation à la valeur moyenne des carrés de la quantité.

NOTE — L'expression mathématique du coefficient d'autocorrélation est

$$\rho(\tau) = \frac{R(\tau)}{R(0)} = \frac{\overline{[x(t)] [x(t + \tau)]}}{x^2(t)}$$

A.57 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 $R_x(0) = \overline{x^2(t)}$, $R_y(0) = \overline{y^2(t)}$ and $R_{x,y}(\tau)$ is as defined in A.55.

At any delay, τ , the cross-correlation coefficient satisfies

$$-1 \leq \rho_{x,y}(\tau) \leq 1$$

A.57 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 de la moyenne des carrés des valeurs des grandeurs.

NOTE — Ceci peut s'exprimer mathématiquement par

$$\rho_{x,y}(\tau) = \frac{R_{x,y}(\tau)}{\sqrt{R_x(0)R_y(0)}}$$

où $R_x(0) = \overline{x^2(t)}$, $R_y(0) = \overline{y^2(t)}$ et $R_{x,y}(\tau)$ sont tels que définis en A.55.

À chaque instant, τ , le coefficient d'autocorrélation satisfait à

$$-1 \leq \rho_{x,y}(\tau) \leq 1$$

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 2041:1975

ANNEX B

AUXILIARY TERMINOLOGY¹⁾**B.01 signal :**

- a) A disturbance variation of a physical quantity used to convey information.
- b) The information to be conveyed over a communication system.

B.02 distortion (of a signal) : An undesired change in the wave form.

B.03 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.04 time-constant; relaxation time : The time taken by an exponentially decaying quantity to decrease in magnitude by a factor of $1/e = 0,367$ 9.

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**.

B.05 ground; (earth) :

- a) The conducting mass of the Earth, or a conductor connected to it through a very small impedance.
- b) A conductor that is considered to have zero electrical potential. The electrical potential of the Earth is usually taken to be zero.

B.06 ground wire; earth wire : A wire connected to a ground terminal.

B.07 ground loop; earth loop : The closed electrical circuit formed by the connection of a ground wire to several ground terminals at different locations.

B.08 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.

1) See footnote in annex A.

ANNEXE B

TERMINOLOGIE AUXILIAIRE¹⁾**B.01 signal :**

- a) Perturbation utilisée pour transmettre une information.
- b) Information à transmettre par un système de transmission.

B.02 distorsion (d'un signal) : Changement indésirable de la forme d'une onde.

B.03 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.04 constante de temps; temps de relaxation : Temps mis par une quantité exponentielle décroissante pour diminuer en grandeur selon un facteur de $1/e = 0,367$ 9.

NOTE — La décharge d'une capacité électrique à travers une résistance est proportionnelle à

$$e^{-t/RC}$$

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**.

B.05 masse; terre :

- a) Une terre est la masse conductrice du sol, ou bien un conducteur qui lui est relié avec une très faible impédance.
- b) Une terre est un conducteur qui est considéré comme ayant un potentiel électrique nul. Le potentiel électrique du sol est généralement pris comme nul.

B.06 conducteur à la masse; conducteur à la terre : Conducteur relié à une masse.

B.07 circuit de masse; circuit de terre : Circuit électrique fermé, formé par la connexion d'un conducteur à la masse avec plusieurs bornes de masse, à différents emplacements.

B.08 impédance d'entrée (d'un amplificateur électronique) : Impédance électrique entre les bornes d'entrée de l'amplificateur.

NOTE — La charge de sortie peut exercer une influence sur l'impédance d'entrée. S'il en est ainsi, la charge de sortie doit être spécifiée.

1) Voir note de bas de page dans l'annexe A.

B.09 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.16 low-pass filter : A filter which has a single transmission band extending from zero frequency up to a finite frequency.

B.17 High-pass filter : A filter which has a single transmission band extending from some critical or cut-off frequency, not zero, up to infinite frequency or, in practice, above the highest frequency of interest.

B.18 band-pass filter : A filter which has a single transmission band extending from a lower cut-off frequency greater than zero to a finite upper cut-off frequency.

B.09 impédance de sortie (d'un amplificateur électronique) : Impédance électrique entre les bornes de sortie de l'amplificateur.

NOTE — La source d'impédance à l'entrée peut avoir une incidence sur l'impédance de sortie. S'il en est ainsi, la source d'impédance doit être spécifiée.

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 — Dépendant du type de réaction ou d'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 perçu dans un canal, en raison du signal d'un autre canal.

B.13 réponse en fréquence : Signal de sortie exprimé comme fonction de la fréquence du signal d'entrée. La réponse en fréquence est généralement donnée graphiquement par des courbes indiquant le rapport du signal de sortie, et, s'il y a lieu, le déphasage ou l'angle de phase en fonction de la fréquence.

B.14 filtre; filtre d'onde : Appareil utilisé pour séparer les oscillations en fonction de leur fréquence. Il présente une perte relativement faible pour les oscillations d'onde sur une bande d'une ou de plusieurs fréquences et relativement large pour les oscillations d'autres 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.

B.16 filtre passe-bas : Filtre seul ayant une seule bande passante allant de la fréquence de coupure à une fréquence finie.

B.17 filtre passe-haut : Filtre ayant une seule bande passante allant d'un point de fréquence critique ou de coupure, qui n'est pas zéro, jusqu'à une fréquence infinie; soit pratiquement au-delà de la plus haute fréquence désirée.

B.18 filtre passe-bande : Filtre dont la seule bande passante va de la fréquence de coupure basse supérieure à zéro à une fréquence de coupure définie plus élevée.